

CIÊNCIA CIDADÃ COMO FORMA DE IDENTIFICAÇÃO DE OCORRÊNCIA DE ESPÉCIES NÃO NATIVAS NA AMAZÔNIA

CITIZEN SCIENCE AS A WAY OF IDENTIFYING THE OCCURRENCE OF NON-NATIVE SPECIES IN THE AMAZON

Lariessa Moura De Araújo Soares^{1*}, Jucilene Cavali², Jean Ricardo Simões Vitule³, Carolina Rodrigues Da Costa Doria⁴

¹Doutoranda, Laboratório de Ictiologia e Pesca, Programa de Pós-Graduação Rede Bionorte, Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho/RO, Brasil;

² Pesquisadora, Departamento de Zootecnia, Campus Presidente Médici/RO, Brasil

³ Pesquisador, Laboratório de Ecologia e Conservação, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR, Brasil;

⁴ Pesquisadora Laboratório de Ictiologia e Pesca, Departamento de Biologia, Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho/RO, Brasil.

*Autor correspondente: e-mail: lariessa@gmail.com

RESUMO

A Ciência Cidadã (CC) pode ser uma importante ferramenta na análise de impactos e mudanças na biodiversidade, especialmente pela ampla distribuição dos voluntários. A CC foi utilizada como ferramenta no presente trabalho com o detector a ocorrência de *Oreochromis niloticus* em Rondônia. Registros de ocorrência foram obtidos com 129 pescadores, com auxílio de formulário de perguntas enviado pelo aplicativo WhatsApp®. 150 piscicultores foram entrevistados sobre o manejo das pisciculturas. Estas informações foram posteriormente cruzadas com os dados oficiais do número de produtores de *O. niloticus* no estado, do IDARON, do IBGE e do órgão ambiental (SEDAM). Os dados gerados evidenciam grande número de pisciculturas em Rondônia (~1300) de *O. niloticus* sem registro no órgão ambiental. O risco de escape de indivíduos é grande, visto que apenas 29% dos piscicultores responderam utilizar sistemas de contenção, e 51% admitiram permitir escapes das espécies cultivadas no meio ambiente. O que é confirmado relato de visualização de *O. niloticus* em ambiente natural por 43% dos pescadores em 24 locais.

Palavras-chave: Ciência Cidadã, Invasão Biológica; Não-nativos; Biodiversidade.

ABSTRACT

Citizen Science (CC) can be an important tool in the analysis of impacts and changes in biodiversity, especially due to the wide distribution of volunteers. CC was used as a tool in the present work to detect the occurrence of *Oreochromis niloticus* in Rondônia. Occurrence records were obtained from 129 fishermen, with the aid of a question form submitted by the WhatsApp® message application. 150 fish farmers were interviewed about the management of fish farms. This information was later cross-referenced with official data of the number of producers of *O. niloticus* in the state, IDARON, IBGE and the environmental agency (SEDAM). The data generated show numerous fish farmers in Rondônia (~ 1300) of *O. niloticus* without registration in the environmental agency. The risk of escape of individuals is great, as only 29% of fish farmers responded to use containment systems, and 51% admitted to allowing escapes of species grown in the environment. This is confirmed as a report of visualization of *O. niloticus* in a natural environment by 43% of fishermen in 24 locations.

Key words: Citizen Science, Biological Invasion; Non-natives; Biodiversity.

1. INTRODUÇÃO

Quem é o pesquisador? A primeira ideia que vem à cabeça é de cientistas ligados a instituições de pesquisas ou universidades, porém essa concepção vem mudando através da Ciência Cidadã - CC [4]. A CC tem se tornado muito popular em diversas partes do mundo, porém essa rápida expansão gerou significados ambíguos a aplicação da mesma [5]. A CC é

definida por [6] como o envolvimento dos cidadãos comuns em pesquisa científica através de projetos que investigam questões importantes, nos quais os indivíduos coletam dados posteriormente usados pelos pesquisadores.

A colaborações com cientistas cidadãos, é uma estratégia importante que pode permitir aos pesquisadores o aumento do seu escopo de investigação, tanto espacial quanto temporal, dos conjuntos e processos em escala de ecossistemas encontram-se [7]. Além disso, por meio de diferentes abordagens de CC, pode-se envolver a comunidade local, tanto na coleta de dados quanto na tomada de decisão frente aos resultados obtidos.

Os dados obtidos por projetos de CC podem ser usados para analisar os impactos das mudanças globais na biodiversidade, uma vez que os voluntários podem se distribuir em diversos locais [1], sendo o alcance geográfico relevante para documentar padrões ecológicos e mudanças no comportamento das espécies estudadas [8], com a geração simultânea de conhecimento científico útil e construção de redes entre diversas instituições [9]. O sucesso de um projeto de CC requer que seja de simples operacionalização, garantir que os participantes estejam treinados e fornecer *feed back* dos resultados alcançados, sendo esse último de suma importância, pois faz com que os participantes entendam a importância dos dados levantados [4]. Projetos que envolvem metodologias de CC geram conhecimentos confiáveis e legítimos e além disso, podem trazer à tona lideranças emergentes nas comunidades participantes podendo assim apoiar o desenvolvimento de políticas inovadoras para gestão do meio ambiente [9], [10].

Nos últimos anos, o uso da CC em estudos ictiológicos tem sido uma poderosa ferramenta para se levantar informações sobre a produção pesqueira [11] sobre ecologia [7]; sobre impactos em ambientes aquáticos e até mesmo para monitorar a presença de espécies não nativas através de cidadãos treinados sobre a temática [12]. Essas ferramentas são importantes principalmente em regiões com grandes dimensões geográficas, como a região Amazônica com áreas muitas vezes inacessíveis aos pesquisadores e técnicos, tanto para levantamento de informações que permitam a caracterização de ambientes e sua biota, quanto para o acompanhamento em tempo real de modificações ambientais. Essa dificuldade na realização de estudos em grande escala temporal e espacial pode limitar a compreensão da dimensão de fatores de impacto em compartimentos aquáticos.

A invasão de espécies não nativas pode ocasionar consequências severas aos recursos pesqueiros regionais e alterar os processos ecológicos, criando ecossistemas homogêneos e empobrecidos [13], [14]. Nas introduções de espécies não nativas influenciam a ictiofauna nativa, sendo as principais causas da redução da biodiversidade local [15]. Apesar desse risco,

no ambiente Amazônico, há poucos estudos sobre invasão de espécies não nativas [16], [11], [17] o que a princípio sugere a ausência dele na região, mas por outro lado pode indicar a dificuldade de amostragem e detecção nesse tipo de ecossistema.

Advindos da produção piscícola, algumas invasões podem estar relacionadas com introduções por escapes de pisciculturas [18], [19], [20]. Peixes não nativos podem ser ameaças invisíveis durante o início do seu processo de introdução, considerando que os habitats aquáticos estão menos expostos a visualização que os terrestres por exemplo, o monitoramento precisa de maior acurácia, podendo ser até erroneamente considerados nativos pela população local dependendo do seu grau de estabelecimento [21]. Considerando as medidas que reforçam a introdução de novos peixes não nativos (por exemplo, híbridos artificiais ou geneticamente modificados), um eventual aumento na riqueza de espécies locais ou regionais nem sempre é benéfico para a aquicultura, biodiversidade, bem-estar humano ou natureza a adoção de estratégias científicas úteis por países da América do Sul são fundamentais para manter seu crescimento social e econômico, além de sua "natureza remanescente" [22].

Dentre as espécies utilizadas na aquicultura e com registros de escape em ambiente natural destaca-se a *Oreochromis niloticus* [18], [19]. Apesar do conhecimento existente sobre o impacto da *O. niloticus* em ambientes naturais em diferentes partes do mundo, a criação desta espécie na Amazônia é uma realidade, bem como seu registro em ambientes aquáticos adjacentes [23], [20]. O que reforça a necessidade de buscar ferramentas metodológicas que permitam maior dimensionamento espacial da ocorrência de fontes de propágulos e da espécie em compartimentos aquáticos da Amazônia.

Neste cenário, o presente estudo teve como objetivo mapear os cultivos de *O. niloticus*; na Amazônia ocidental, compreendendo focos com maior probabilidade de ocorrência dentro do estado de Rondônia, com a utilização da CC como ferramenta de identificação de pontos de contaminação e de ocorrências nos ecossistemas naturais.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

No presente estudo utilizamos três tipos diferentes de fontes de dados:

1) Dados secundários oficiais sobre o número de pisciculturas licenciadas por município na base da Secretaria de Desenvolvimento Ambiental do Estado de Rondônia – SEDAM, sobre o número de produtores que se autodeclararam produtores de *O. niloticus* na base de dados da Agência de Defesa Agrossilvopastoril do Estado de Rondônia – IDARON e do Instituto

Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.

2) Informação dos piscicultores sobre os sistemas de produção e características gerais dos empreendimentos, obtidas por meio de entrevistas. Os questionários aplicados aos piscicultores continham questões sobre: localização das propriedades; igarapés ou rios próximos à piscicultura, espécie cultivada, procedência dos alevinos adquiridos, sistemas de contenção utilizados nos tanques, local de comercialização e observação de espécies de peixes invasoras no ambiente natural.

3) Informação dos pescadores esportivos e profissionais, para identificação dos pontos de registros de ocorrência de *O. niloticus* em corpos d'água das bacias. O formulário preenchido pelos pescadores voluntários foram elaborados utilizando a plataforma Google Formulários® e enviados o link por meio do aplicativo WhatsApp® ambos à um grupo de pescadores esportivos e relacionados, ao longo de 2018, tendo como foco a visualização de *O. niloticus* em ambiente natural e identificação dos locais positivos. A divulgação contou com apoio de *youtubers* de pesca esportiva e dos próprios pescadores que enviaram o *link* por plataformas digitais e aplicativos. Os formulários preenchidos incorretamente, com ausência de informações ou com descrição de dados fora dos limites do estado de Rondônia foram descartados.

Os questionários e o formulário contaram com questões quantitativas estruturadas (roteiro rígido, com questões objetivas) e questões qualitativas semiestruturadas (roteiro flexível, com questões abertas com direcionamento de respostas simplificadas), tanto os aplicados aos piscicultores quanto aos pescadores. A utilização de questões estruturadas com respostas fechadas pré-definidas visou facilitar o planejamento das condições experimentais e do tratamento estatístico dos dados (adaptada de [24]). O projeto foi submetido ao CEP (Comitê de Ética e Pesquisa –UNIR/RO) – e aprovado pelo Parecer N° 3.427.108.

3. RESULTADOS

De acordo com os dados oficiais do IBGE [2] consta cerca de 1300 piscicultores de *O. niloticus* em Rondônia. Até o ano de 2018, não havia registros pelo órgão ambiental estadual da criação de espécies não nativas apesar dos registros da produção das mesmas no estado por entidades ligadas à piscicultura IDARON e IBGE (Tabela 1; Figura 1).

Fonte dos dados	Número pisciculturas/ RO	Número criadores de <i>O. niloticus</i>	Lâmina d'água dedicada a produção de <i>O. niloticus</i> (hectares)	Produção declarada de <i>O. niloticus</i> (Toneladas)
SEDAM	4308	0	0	0
IDARON	7258	778	9301	144
IBGE	*	1300	*	*

Tabela 1. Resumo dos dados declarados pelos órgãos oficiais. *Dados não informados.

De acordo com a SEDAM [25], existem em Rondônia 4308 empreendimentos piscícolas licenciados pelo órgão (Figura 1), totalizando uma área alagada de 15810,28 hectares de lâmina d'água e uma capacidade de produção estimada de 95534,38 toneladas/ano. Dentre as pisciculturas licenciadas estão registradas as espécies tambaqui e pirarucu principalmente como espécies nativas, não havendo registro de licenças para cultivo de *O. niloticus*.

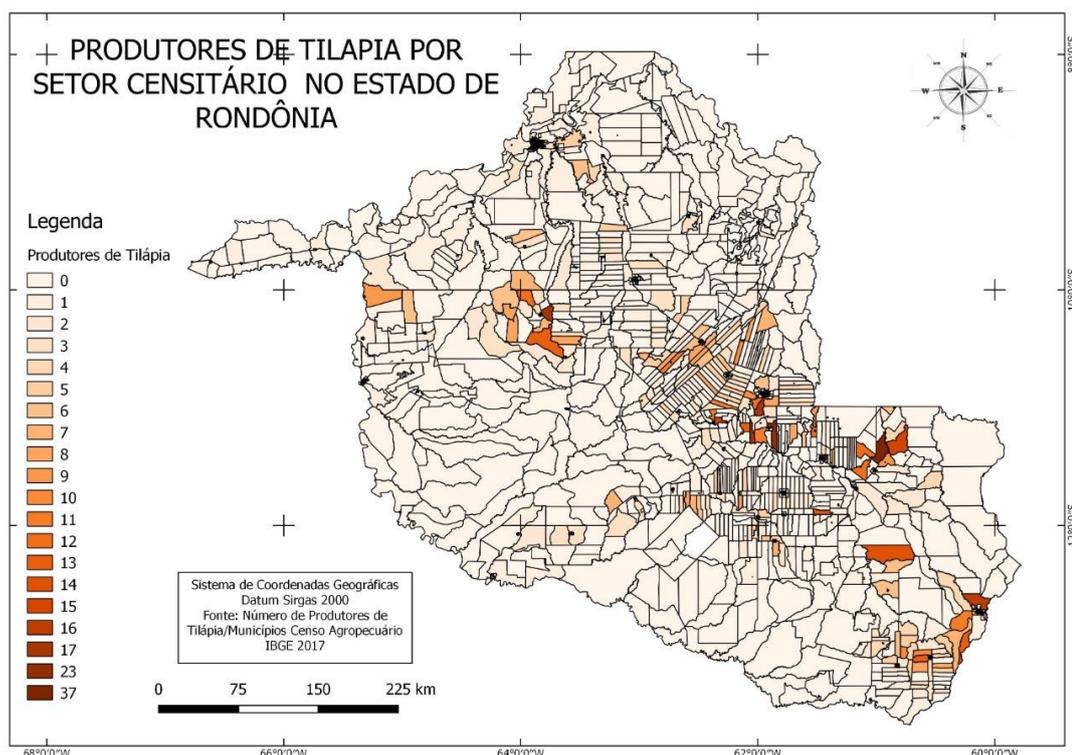


Figura 1. Adensamento das pisciculturas de *O. niloticus* no Estado de Rondônia. Fonte IBGE [2].

Segundo o IDARON [3] que emite a Guia de Transporte Animal - GTA, o tambaqui representa mais de 90 % das GTA de finalidade abate, não havendo registros de emissão de GTA para *O. niloticus*. Contudo, durante a 43ª Campanha de Vacinação de Febre Aftosa (2017) o mesmo órgão questionou os produtores sobre criações e cultivos inerentes a propriedade, incluindo a piscicultura, e registrou 7258 produtores piscicultores (autodeclarados), sendo que

778 destes declararam produzir *O. niloticus* (690 declararam não comercializar e 88 realizam comercialização).

Foram entrevistados 150 piscicultores de 34 municípios de Rondônia (Figura 2) representando as três regiões de maior concentração de piscicultores do estado o: vale do rio Jamari, território central e cone sul do estado de Rondônia.

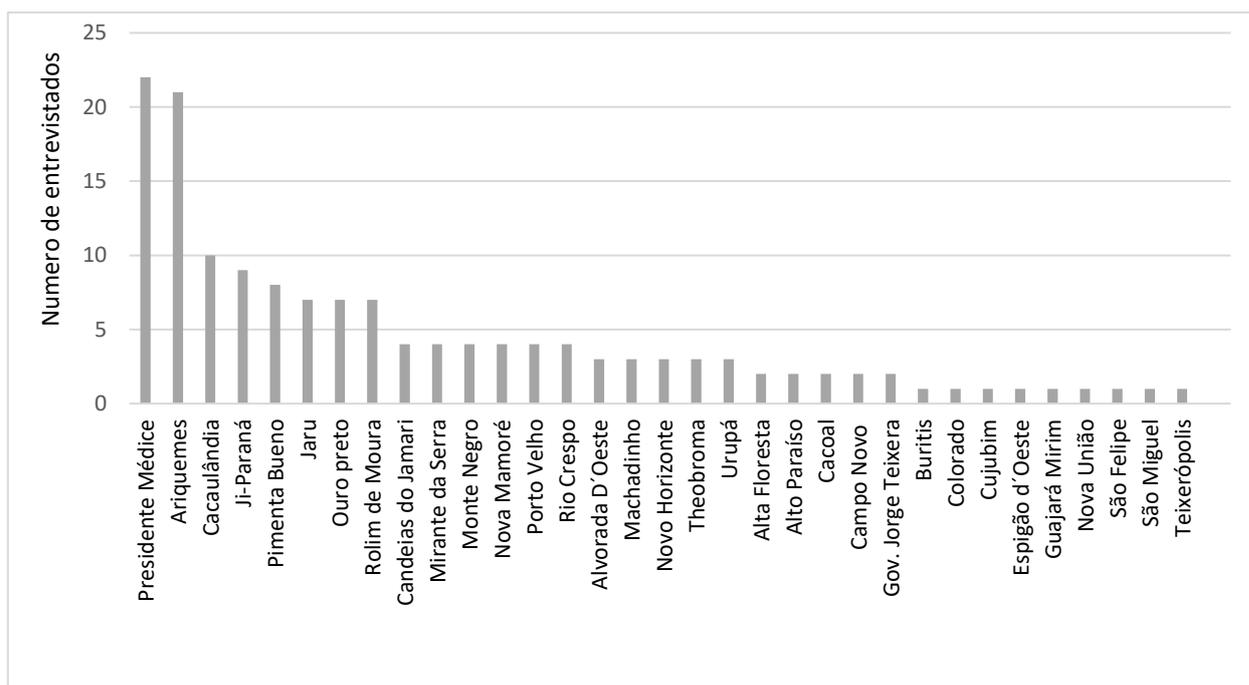


Figura 2. Número de piscicultores entrevistados durante os anos de 2018 e 2019 em diferentes municípios do estado de Rondônia, demonstrando o alcance amostral.

Dos piscicultores entrevistados 48% declararam realizar o policultivo (Tabela 2) e apenas 3% declaram criar *O. niloticus*. Ressalta-se que por não terem pisciculturas licenciadas no estado para criação de tilápias há a possibilidade dos entrevistados não terem se autodeclarado piscicultores de *O. niloticus*, quando souberam que a pesquisa era realizada em parceria do órgão fiscalizador.

Principais espécies cultivadas	Porcentagem de entrevistados (%)	Média de Produção (toneladas)
Tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>)	95	30
Pintado (<i>Pseudoplatystoma corruscans</i>)	31	30
Pirarucu (<i>Arapaima gigas</i>)	27	11
Jatuarana (<i>Brycon cephalus</i>)	12	13

Tilápia (*Oreochromis niloticus*)

3

2

Tabela 2. Principais espécies de peixes cultivadas pelos entrevistados no estado de Rondônia.

Apenas 28% dos piscicultores relataram não possuir assistência técnica, enquanto 72% dos entrevistados informaram ter profissional técnico responsável pela qualidade do cultivo. Quanto à forma de comercialização os entrevistados utilizam diversos meios conforme descrito na Tabela 3.

Meios de escoamento e comercialização	Porcentagem de entrevistados (%)
Indústrias e agroindústrias Locais	26
Mediadores de Compra (Atravessadores)	43
Vendem para outros produtores	20
Vendem para outros estados	10

Tabela 3. Principais meios de escoamento e comercialização da produção pesqueira oriunda da piscicultura de Rondônia de acordo com os piscicultores entrevistados.

Quanto ao manejo ambiental dos tanques de piscicultura, apenas 29% dos piscicultores responderam utilizar sistemas de contenção tanto na entrada quanto na saída do sistema piscícola (Tabela 4).

Sistema de Contenção Utilizado	Porcentagem de entrevistados (%)
Tela	47
Não Utiliza	41
Não responderam	9
Canos	2
Vazio Sanitário	1

Tabela 4. Principais mecanismos de contenção utilizados pelos entrevistados.

Referente à proximidade dos viveiros de criação a cursos d'água, 40% dos entrevistados relataram que seus empreendimentos são próximos a rios, 22% próximos a igarapés e 19% possuem minas e 9% possuem nascentes de água na propriedade.

Quanto ao manejo dos viveiros piscícolas, constou-se que 51% dos piscicultores admitiram permitir escapes das espécies cultivadas no meio ambiente, por não possuírem filtro de contenção em seus viveiros. Contudo, 44% dos piscicultores responderam que possuem o

sistema de contenção, porém, que estes permitem saída de peixes pequenos, devido à espessura do material utilizado, sendo o principal método o uso de telas. Alguns entrevistados assumiram que: o método de contenção falha algumas vezes, não impedindo o escape de peixes ao ambiente; e no esvaziamento do tanque de piscicultura, ocorre descarte de peixes de menor tamanho comercial, podendo ser separados em outros tanques ou reintegrados a natureza junto à água de limpeza.

Sobre sanidade, 47% dos piscicultores responderam que os peixes, em algum momento da fase de criação, apresentaram parasitos, sendo relatado a ocorrência de pelos sete tipos diferentes de parasitos (Tabela 5).

Parasitos	Porcentagem de entrevistados (%)
Acantocéfalos	46
Endoparasitos	18
Lernaea	17
Argulus sp.	8
Monogenea	6
Fungos	3
Bactéria	2

Tabela 5. Principais parasitos de peixes relatados pelos entrevistados.

Participaram da pesquisa 129 pescadores (Figura 3), entre esportivos (100) e profissionais (29). Dentre os estes, 56 (43%) afirmaram já terem visualizado e 73 (57%) negam ter visualizado *O. niloticus* nos cursos d'água. As respostas indicam a ocorrência de *O. niloticus* em pelo menos 24 municípios do estado de Rondônia.

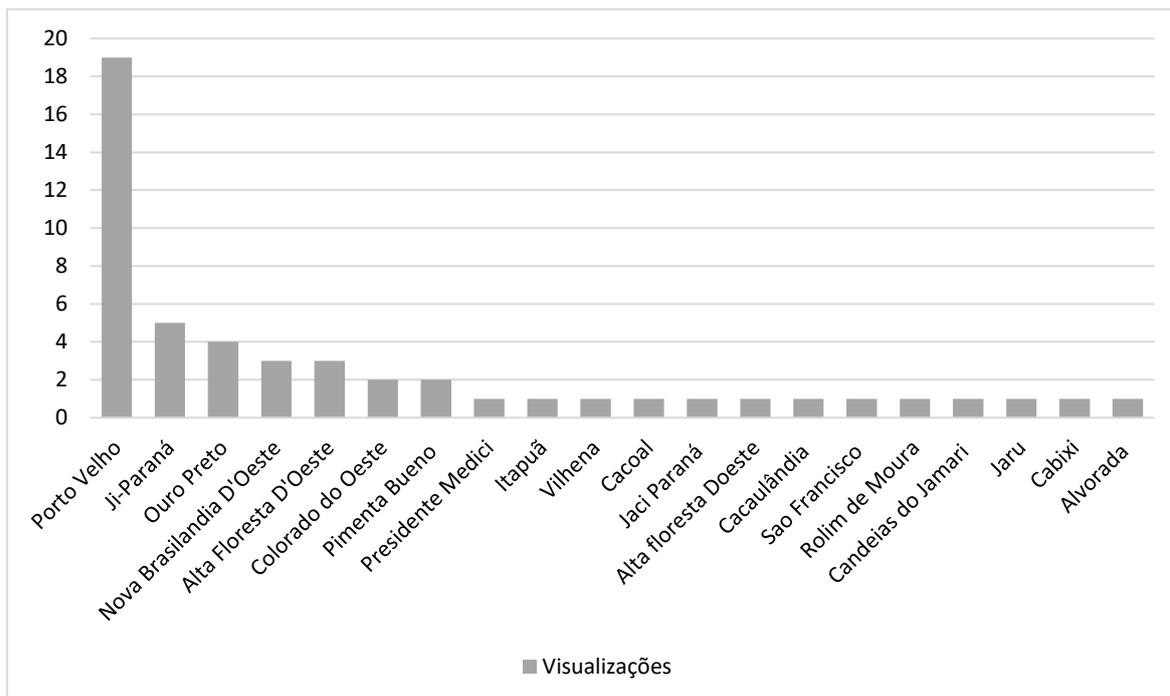


Figura 3. Número de pescadores esportivos e profissionais que afirmaram ter visualizado *O. niloticus* em ambiente natural por municípios do estado de Rondônia.

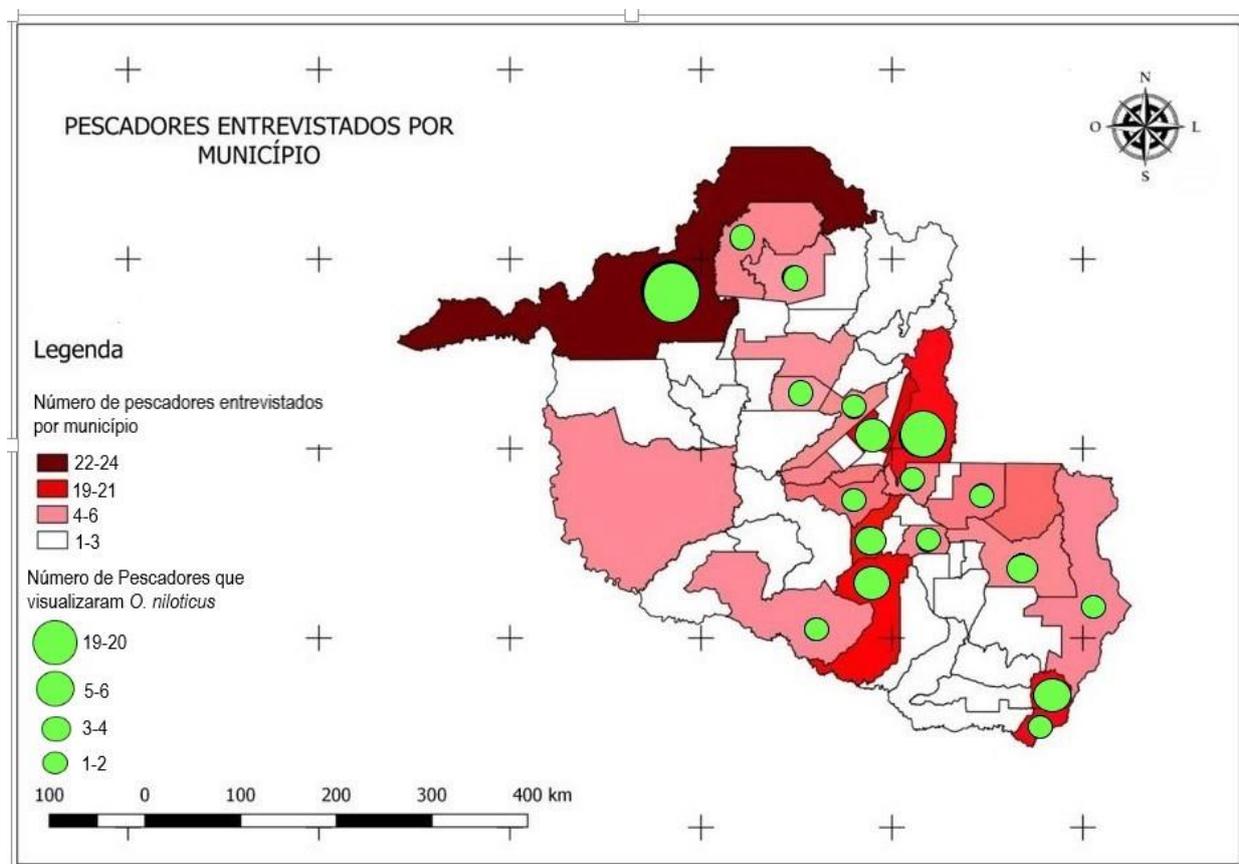


Figura 4. Número de pescadores entrevistados por município no estado de Rondônia, e municípios onde ocorreram

visualizações de *O. niloticus* de acordo com os pescadores voluntários que responderam ao formulário. Os círculos verdes representam o número de participantes que declaram ter visualizado *O. niloticus* nos rios do município (variando entre 1 para a círculos menores a 19 para o maior círculo).

4. DISCUSSÃO

As introduções e organismos exóticos e as invasões biológicas via vetores antropogênicos (i.e. diretamente advindos de atividades humanas) são causas de mudanças ecológicas em ambientes aquáticos [13], [26], [27]. Estas introduções podem ter diferentes finalidades ou causas, como pelo descarte de peixes ornamentais adquiridos como PET e posteriormente abandonados na natureza [28], outras por escapes de pisciculturas [18], [19], [20]. Contudo, mesmo em pequenos números de escapes, sabe-se que as espécies invasoras podem causar graves impactos econômicos e ambientais ao ecossistema [29], [30].

O Brasil é signatário das metas de Aichi e diversos outros acordos que dizem respeito a proteção da diversidade ecológica, para melhorar políticas de conservação e equilíbrio econômico desenvolvimento, bem-estar social e manutenção de serviços de biodiversidade. Contudo, a criação sem regulamentação adequada de espécies não nativas vem gerando severos desequilíbrios nos ecossistemas aquáticos [31]. Ainda existem conflitos a serem superados no tocante: qualificação da metodologia de cultivo de espécies nativas na aquicultura, incentivo à utilização de tecnologias sustentáveis, permissão de criação de não nativas em sistemas fechados, criação de novas áreas de proteção, entre outros [31].

A legislação vigente em Rondônia [36] estabelece que a criação é licenciável desde que sejam assegurados distanciamento de área de preservação permanente, tendo esses que serem viveiros escavados e com efetiva contenção.

“Art. 9º Na criação de espécies exóticas, alóctone e híbridas será de total responsabilidade do aquicultor assegurar a eficiente contenção, que só poderá ocorrer em viveiros escavados, em sistemas que impeçam o acesso dos espécimes, em qualquer fase de desenvolvimento, às águas de drenagem das bacias hidrográficas do Estado de Rondônia.”

Porém não é o que se observa visto elevado de número de pisciculturas em Rondônia, com criação de *O. niloticus* sem registro no órgão ambiental. Estes piscicultores tem um alto poder de contaminação dos ambientes naturais, considerando especialmente a alta capacidade

produtiva destes produtores de 3 a 5 toneladas/ano [37], a ausência de manejo adequado dessas pisciculturas, e as lacunas no controle do estado.

Este cenário facilita a criação e o escape de *O. niloticus* em algumas regiões do Brasil, inclusive na Amazônia e justifica sua ocorrência em cursos d'água em diferentes municípios de Rondônia. Em particular na Amazônia poucos estudos descrevem a ocorrência de espécies invasoras e seus impactos, possivelmente pela magnitude da região e pela complexidade de amostragem. Contudo já há relatos de ocorrência de tilápias em ambientes naturais no Pará [33], [34] e em ambientes urbanos antropizados no Amazonas [20].

Atualmente sabe-se que as populações invasoras geralmente se estabelecem em ambientes antropizados, com baixa qualidade ambiental (água, fatores bióticos e abióticos) [20], [38]. Que nestes locais pode ocorrer substituição da ictiofauna nativa pela invasora [23] e ainda pode promover a transmissão de parasitos para espécies nativas (protozoários como *Trichodina compacta* e *Ichthyophthirius multifiliis* e os Monogenoidea, *Dactylogyrus* e *Gyrodactylus*). Contudo, por se tratar do Bioma Amazonico, é de sua importância ampliar a investigação sobre o tema considerando não somente os locais de ocorrência mas os fatores que podem favorecer o estabelecimento dessas espécies em ambientes naturais e antropizados, bem como os impactos destas espécie sobre a ictiofauna nativa, com vistas a propor medidas efetivas de controle da invasão.

Os resultados obtidos reforçam a ideia de que o uso da CC pode apoiar estudos ecológicos por meio de diferentes ferramentas tais como aplicativos para celulares [39], [11], páginas de internet, mapeamento geográfico *on line* [40] aumentando o poder de disseminação da informação e conseqüentemente do alcance da pesquisa. Além disso, essas informações podem ser utilizadas pelo poder público como diretrizes em tomadas de decisão em relação ao meio ambiente, uma vez que a população se torna parte da investigação [41] [42].

CONCLUSÕES

Os dados gerados evidenciam o grande número de pisciculturas em Rondônia com presença de *O. niloticus* sem registro no órgão ambiental e o manejo inadequado nas pisciculturas. Estas informações revelam o risco da invasão dessa espécie em cursos d'água de Rondônia, o qual foi confirmado pelas informações levantadas através da CC que apoiam a detecção dos locais de incidência dessa espécie invasora, além de evidenciar a ineficiência da fiscalização e registro da entrada de exóticos no estado.

Evidencia-se a necessidade de investigação na temática e o detalhamento da ocorrência de *O. niloticus* em outros locais, com a necessidade urgente de adoção de medidas mitigadoras evitando-se assim a homogeneização biótica e substituição de espécies.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos pescadores voluntários e piscicultores que colaboraram com a pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] DEVICTOR, V. et al. Beyond scarcity: citizen science programmes as useful tools for conservation biogeography. *Diversity and Distributions*. Blackwell Publishing Ltd: v. 16, p. 354–362, 2010.
- [2] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Agropecuário 2018. Dados informados via documento oficial, 2017.
- [3] IDARON- Agência De Defesa Sanitária Agrosilvopastoril do Estado de Rondônia-. 43º Campanha de vacinação de Febre Aftosa promovida pela IDARON, 2017.
- [4] LEPCZYK, C.A., et al., Symposium 18: Citizen Science in Ecology: the Intersection of Research and Education- ESA. *Bulletin of the Ecological Society of America*, 2009.
- [5] FAN, F., CHEN, S. Citizen, Science, and Citizen Science. *East Asian Science, Technology and Society: An International Journal*, v. 13, p. 181-193, 2019.
- [6] TRUMBULL, D. J., et al. Thinking scientifically during participation in a citizen-science project. *Science Education* v. 84, p. 265-275, 2000.
- [7] REED C.C., et al. Building flux capacity: Citizenscientists increase resolution of soil greenhousegas fluxes. *PLoS ONE*: v.13, n.7, 2018.
- [8] DICKINSON, J. L., ZUCKERBERG, B. and BONTER, D. N. Citizen Science as an Ecological Research Tool: Challenges and Benefits. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* v.41, p. 149–72, 2010.
- [9] MCGREAVY, B., CALHOUN A. J. K., JANSUJWICZ J., and LEVESQUE V. Citizen science and natural resource governance: program design for vernal pool policy innovation. *Ecology and Society*, v.21, n. 2 p.48, 2016.
- [10] CHARI, R., et al. *Community Citizen Science From Promise to Action*. RAND Corporation, Santa Monica, Calif., 2019.
- [11] DORIA, C. R. da C., et al. Análise do uso do aplicativo de celular como uma ferramenta

- para resolver as lacunas de dados na pesca de pequena escala na bacia do madeira (RO). Gestão, Inovação e Sustentabilidade em organizações na Amazônia. Stricto Sensu Editora: 2019.
- [12] CRALL, A. W. The impacts of an invasive species citizen science training program on participant attitudes, behavior, and science literacy. *Public Understanding of Science*, v. 22 n.6, p. 745 –764, 2012.
- [13] MACK R. N. et al. Biotic Invasions: Causes, Epidemiology, Global Consequences, and Control. *Ecological Applications*, v 10, n. 3, 2000.
- [14] MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA), Brasília, 2018. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biodiversidade/biosseguranca/especies-exoticas-invasoras>
Acesso em: 17 abril, 2018.
- [15] LOCKWOOD J. L., HOOPEES, M. F.; MARCHETTI, M. P. *Invasion Ecology*. Blackwell, Malden, 2013.
- [16] SOARES, L.M.de A., et al. Tilápia do Nilo: Uma realidade na Amazônia. XXIII EBI- Encontro Brasileiro de Ictiologia: 2019.
- [17] VAN DAMME, P. A. The expansion of *Arapaima cf. gigas* (Osteoglossiformes: Arapaimidae) in the Bolivian Amazon as informed by citizen and formal science. *Management of Biological Invasions*: v. 6, n. 4, p. 375–383, 2015.
- [18] LATINI, A. O.; RESENDE, D. C.; POMBO, V. B.; CORADIN, L. (Org.). *Espécies não nativas invasoras de águas continentais no Brasil*. 791p. (Série Biodiversidade, 39). Brasília, 2016.
- [19] ORTEGA, J. C. G. et al. Fish farming as the main driver of fish introductions in Neotropical reservoirs. *Hydrobiologia*, 2015.
- [20] GUARIDO, P. C.P. Degradação ambiental e presença de espécies de peixes não nativas em pequenos igarapés de terra firme de Manaus. Dissertação (Mestrado) INPA, Manaus/AM, 2014.
- [21] VITULE, J. R.S. Introdução de peixes em ecossistemas continentais brasileiros: revisão, comentários e sugestões de ações contra o inimigo quase invisível. *Neotropical Biology and Conservation*, 2009.
- [22] BEZERRA, L.A.V. et al. A network meta- analysis of threats to South American fish biodiversity. *Fish and Fisheries*: p.1–20, 2019.
- [23] BITTENCOURT, L. S. et al. Impact of the invasion from Nile Tilapia, non natives Cichlidae species in tributary of Amazonas River, Brazil. *Revista Biota Amazônia*,

- Macapá/AP, v. 4, n. 3, p. 88-94, 2014.
- [24] FRASER M. T. D.; GONDIM, S. M. G. Da fala do outro ao Texto Negociado: Discussões Sobre a Entrevista na Pesquisa Qualitativa. Revista Paidéia (UFBA), v 14 n 28, p 139 – 152, 2004.
- [25] SEDAM, 2018. Secretaria de Desenvolvimento Ambiental do Estados de Rondônia. Dados requeridos via ofício, 2018.
- [26] VITULE, J. R. S.; PRODOCIMO, V. Introdução de espécies não nativas e invasões biológicas. Estud. Biol., Ambiente Divers: v 34 p 225-237, 2012.
- [27] LOWRY, E. et al. Biological invasions: a field synopsis, systematic review, and database of the literature. Ecology and Evolution, 2013.
- [28] MACEDA-VEIGA, A., ESCRIBANO-ALACID, J., MARTÍNEZ-SILVESTRE, A. et al. Biol Invasions, 2019.
- [29] SILVA, A.F., SILVA-FORSBERG M.C. Espécies não nativas invasoras e seus riscos a Amazônia. Scientia Amazonia v.4, n.2, p. 114-124, 2015.
- [30] ORSI, M. L. et al. Influência da introdução de *Oreochromis Niloticus*, na estrutura de populações de peixes de um riacho da bacia do rio Tibagi. In: MMA (Org.) Espécies não nativas invasoras de águas continentais no Brasil. Brasília, 2016.
- [31] NOBILE, A. B. et al. Status and recommendations for sustainable freshwater aquaculture in Brazil. Wiley Publishing Asia Pty Ltd: p.1 -23, 2019.
- [32] LIMA Jr, D. P. et al. Aquaculture expansion in Brazilian freshwaters against the Aichi. Biodiversity Targets. Royal Swedish Academy of Sciences, Ambio, 2017.
- [33] BRABO, M. F., et al. Visão técnica da gestão ambiental da piscicultura no nordeste do estado do Pará. Revista Acta of Fisheries and Aquatic Resources, v. 5 n. 2, p. 11-18, 2017.
- [34] BRABO, M. F. et al. Potencial invasor de *O. niloticus* (*Oreochromis niloticus*) em microbacias hidrográficas do Nordeste paraense, Amazônia, Brasil. Magistra, Cruz das Almas – BA: v. 27, n.2, p.227-234, 2015.
- [35] VITULE, J.R.S. et al. Intra-country introductions unraveling global hotspots of alien fish specie. Biodiversity and Conservation: v.28 p.3037–3043, 2019.
- [36] RONDÔNIA (Estado). Lei 3.437 de 9 de setembro de 2014. Dispõe sobre a aquicultura no estado de Rondônia e dá outras providências. Diário Oficial do Estado de Rondônia, n 2538, 2014.
- [37] CAVALI, J. Classification and tipification system for fish in Rondônia. Organization of trade chain. Fapero Project 077. In process. 2018.

- [38] DAGA, V.S.; GUBIANI, E.A.; CUNICO, A.M.; BAUMGARTNER, G. Effects of abiotic variables on the distribution of fish assemblages in streams with different anthropogenic activities in southern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, v.10, n.3, 2012.
- [39] CHANDLER M. et al. Involving Citizen Scientists in Biodiversity Observation. In: WALTERS and R.J. SCHOLLES (Org.), *The GEO Handbook on Biodiversity Observation Networks*, Johannesburg South Africa: Springer Nature, 2017.
- [40] LEE, T., M. S. QUINN, and D. DUKE. Citizen, science, highways, and wildlife: using a web-based GIS to engage citizens in collecting wildlife information. *Ecology and Society*, 2006.
- [41] TIAGO, P. M. N. Improving citizen science as a tool for biodiversity monitoring. (Doutoramento em Biologia, Biodiversidade). UNIVERSIDADE DE LISBOA FACULDADE DE CIÊNCIAS, Lisboa/Portugal, 2017.
- [42] FORNECK, S. C., et al. (no prelo). Aquaculture facilities drive the introduction and establishment of non-native *Oreochromis niloticus* populations in Neotropical streams. *Hydrobiologia*, 2020.