



Serviço Público Federal
Universidade Federal do Pará
Campus Universitário de Altamira
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO

PPGBC

PAULA DA CONCEIÇÃO PRAXEDES SANTANA

**DNA BARCODE PARA AVALIAR A DIVERSIDADE DE PEIXES
COMERCIALIZADA NO NORDESTE PARAENSE, AMAZÔNIA COSTEIRA**

Orientadora: Dr^a. Grazielle Fernanda Evangelista Gomes

BRAGANÇA - PA
2020



Serviço Público Federal
Universidade Federal do Pará
Campus Universitário de Altamira
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO

PPGBC

PAULA DA CONCEIÇÃO PRAXEDES SANTANA

**DNA BARCODE PARA AVALIAR A DIVERSIDADE DE PEIXES
COMERCIALIZADA NO NORDESTE PARAENSE, AMAZÔNIA COSTEIRA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação da Universidade Federal do Pará- *Campus* Universitário de Altamira, como requisito para obtenção do grau de Mestre

Orientação: Profa. Dra. Grazielle
Fernanda Evangelista Gomes

BRAGANÇA - PA
2020



PAULA DA CONCEIÇÃO PRAXEDES SANTANA

**DNA BARCODE PARA AVALIAR A DIVERSIDADE DE PEIXES
COMERCIALIZADA NO NORDESTE PARAENSE, AMAZÔNIA COSTEIRA**

Orientadora:

Profa. Dr^a. Grazielle Fernanda Evangelista Gomes (Orientadora).
Instituto de Estudos Costeiros (IECOS), UFPA, Bragança

Banca examinadora:

Prof. Dra. Simoni Santos da Silva - Titular
Instituto de Estudos Costeiros (IECOS), UFPA, Bragança

Profa. Dra Ivana Barbosa Veneza - Titular
Universidade Federal do Oeste do Pará, *Campus* de Monte Alegre

Profa. Dra Janice Muriel Fernandes Lima da Cunha -Titular
Instituto de Estudos Costeiros (IECOS), UFPA, Bragança

Profa. Dra. Claudia Helena Tagliaro-Suplente
Instituto de Estudos Costeiros (IECOS), UFPA, Bragança

Prof. Dr. Mauro André Damasceno de Melo - Suplente
Instituto Federal do Pará- IFPA- Bragança

Profa Dra Maria de Fátima Gomes Virgulino - Suplente
Instituto de Estudos Costeiros (IECOS), UFPA, Bragança

Dedicatória

Aos meus pais, Paulo Sérgio Santana e Antônia da Conceição Santana

EPIGRAFE***UM SONHO IMPOSSÍVEL***

Sonhar mais um sonho impossível...

Lutar quando é fácil ceder...

Vencer o inimigo invencível...

Negar, quando a regra é vender.

Sofrer a tortura implacável,

Romper a incabível prisão,

Voar no limite improvável,

Tocar o inacessível chão.

É minha lei, é minha questão

Virar esse mundo, cravar esse chão,

Não me importa saber, se é terrível demais

Quantas guerras terei que vencer por um pouco de paz.

E amanhã, se esse chão que eu beijei

for meu leito e perdão.

Vou saber que valeu delirar

e morrer de paixão

E assim, seja lá como for,

Vai ter fim, a infinita aflição

E o mundo vai ver uma flor...

Brotar do impossível chão.”

(MIGUEL DE CERVANTES)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois sem ele jamais teria chegado até aqui.

A Universidade Federal do Pará, ao programa de pós graduação em Biodiversidade e Conservação, (*campus* Altamira), pela oportunidade de fazer parte deste programa, ao IECOS e ao Laboratório de Genética Aplicada pela infraestrutura concedida para desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço a CAPES pela concessão da Bolsa.

A minha orientadora Dra. Grazielle Fernanda Evangelista Gomes pela oportunidade de ser sua aluna, pela paciência e por todo aprendizado. Quando tudo parecia está dando errado seu otimismo dava força para enfrentar os desafios, suas cobranças e confiança certamente me fizeram crescer e dá o meu melhor. Muito obrigada por esses anos de orientações.

Aos Feirantes, que receberam a equipe PIBEX durante quatro anos no seu ambiente de trabalho, que contribuíram com informações e amostras para construção desse estudo.

Agradeço aos integrantes do LAGA, em especial a equipe PIBEX, Rafael, Nicolly, Jackson, Raimundo e Ivana por toda ajuda dada durante esses anos de desenvolvimento do programa Caracterização do Comércio de Pescados Comercializados na Feira Livre de Bragança, que possibilitou o desenvolvimento deste projeto. Agradecimento especial aos dois alunos que mais me ajudaram nesses dois anos de mestrado, a Rita Martins que coletou, fotografou e editou as fotos com muita dedicação e o David Mesquita pelos inúmeros peixes que trouxe e por todo conhecimento que me passou sobre eles.

Durante esses 4 anos de LAGA, conheci alguém extremamente especial, que além de companheira de laboratório e graduação tornou se minha amiga, Thais Martins, a quem agradeço imensamente. Estivemos juntas desde o dia do resultado da seleção, embarcamos juntas nesse mestrado em Altamira, vivemos dias complicados em que fomos conforto uma para outra e vencemos tudo isso. Muito obrigada pelo companheirismo e por me ajudar em todas as etapas da construção desse trabalho.

Ao Dr Raimundo da Silva, por escutar minhas dúvidas, me da dica e ajudar nas minhas análises.

Aos meus pais, Paulo e Antônia, por serem meu suporte nesta caminhada, assim como na vida, por transformarem o impossível em possível para me educar e me ver feliz.

Ao meu irmão Júnior Santana, que apesar de tudo torce muito por mim.

Aos meus tios Romano Santana e Dalva Santana por todo apoio, incentivo e investimento. ”.

Agradeço a turma de pós graduação em Biodiversidade e conservação ano 2018, por todos momentos compartilhados, nesses dois anos.

Não posso esquecer dos meus amigos que me acompanham nessa vida e que sempre torceram por mim: Andresa Barreto, Jordana Oliveira, Júnior Almeida, Nara Rodrigues, Kaena Maia e Verena Risuenho, pessoas que eu amo imensamente.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS E TABELAS	iv
ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	xi
RESUMO	xii
CAPITULO I: .INTRODUÇÃO GERAL	13
1.1. Panorama de Produção e Mercado de Pescados no Brasil	14
1.2. Panorama da Pesca na Região Norte	14
1.3. Costa Norte do Brasil: Biodiversidade e Importância Comercial	15
1.4 Principais famílias da Costa Norte	19
1.4.1 Sciaenidae	19
1.4.2. Ariidae	20
1.4.3. Carangidae	22
1.5. Bragança: Ictiodiversidade e Comercialização de Pescado.....	23
1.6. Ferramentas Moleculares para Identificação de Espécies: DNA <i>Barcode</i>	26
1.7. Justificativa.....	28
1.8. Objetivos.....	29
1.8.1. Objetivo Geral	29
1.8.2. Objetivos Específicos	29
1.8. Referências bibliográficas	30
CAPÍTULO II: PEIXES COMERCIALIZADOS NA AMAZÔNIA COSTEIRA: DNA BARCODE REVELA ESPÉCIES AMEAÇADAS, NOVO REGISTRO DE OCORRÊNCIA E ESPECIAÇÃO	35
Resumo	37
1 Introdução	38
2. Material e Métodos	40
2.1. Amostragem	40
2.2 Procedimentos Laboratoriais.	41
2.3 Bancos de Dados e Análises Genéticas	41
3. Resultados	43
4. Discussão	46
5. Considerações finais	51
5. Referências bibliográficas	53
CONSIDERAÇÕES FINAIS	70

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

CAPITULO I: INTRODUÇÃO GERAL

- Figura 1.** Costa Norte do Brasil, ressaltando as fronteiras entre os Estados do Amapá (AP), Pará (PA) e Maranhão (MA). Setas indicam a foz dos rios Oiapoque (Norte) e Parnaíba (sul). Estrela vermelha indica o cone do Amazonas. Linha pontilhada indica o limite da Zona Econômica Exclusiva Brasileira. Coordenadas geográficas em graus decimais (DD). Retirado de MARCENIUK et al. (2013)..... 16
- Figura 2.** Pescados com relevância comercial na costa Norte do Brasil. A) piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) B) pargo (*Lutjanus purpureus*); B); C) pescada amarela (*Cynoscion acoupa*); D) serra (*Scomoboromorus brasiliensis*), E) pescada-gó (*Macrodon ancylodon*), F) gurijuba (*Sciades parkeri*), G) bandeirado (*Bagre bagre*)..... 18
- Figura 3.** Representante da família Sciaenidae: A) *Cynoscion acoupa* B) *Nebris micros* C) *Plagioscion squamosissimus* D) *Micropogonias furnieri*. 20
- Figura 4.** Representantes da família Ariidae. A) *Sciades parkeri*; B) *Cathorops spixii*; C) *Sciades herzbergii*; D) *Bagre bagre*..... 21
- Figura 5.** Representantes da família Carangidae. A) *Trachinotus carolinus*; B) *Selene vomer*; C) *Oligloplotis saurus*; D) *Hemicaranx amblyrynhus*... .. 23
- Figura 6.** Feira Livre de Bragança e comércio de peixes: A) Mercado; B) Feirinha; C) camurins; D) caicas; E) corvinas; F) cangatãs 25
- Tabela 1.** Consumo domiciliar e média per capita de consumo de pescado no Brasil por Unidade da federação. Adaptado SONODA; SHIROTA (2012).. 15

**CAPITULO II: PEIXES COMERCIALIZADOS NA AMAZÔNIA COSTEIRA: DNA
BARCODE REVELA ESPÉCIES AMEAÇADAS, NOVO REGISTRO DE
OCORRÊNCIA E ESPECIAÇÃO**

- Figura 1.** Árvore de inferência bayesiana obtida no BEAST. Valores nos nós indicam probabilidade posteriori. Retângulos representam as delimitações obtidas no ABGD e GMYC..... 62
- Figura 2.** Árvore de agrupamento de vizinhos (NJ) para os 125 haplótipos com sequências de banco de referência, NCBI e BOLD. Os números sobre os ramos indicam o suporte estatístico de *Bootstrap*. A coloração dos táxons foi organizada por família, esquerda encontra se os nomes das famílias e a silhueta representando cada uma 63
- Figura 3.** Árvore de agrupamento de vizinhos para família Sciaenidae, com sequências do NCBI e BOLD. Os números sobre os ramos indicam o suporte estatístico de *Bootstrap* (NJ) e probabilidade *posteriori* (BI). Em percentual encontra- se a divergência genética. A direita encontra se o nome comercial atribuído a espécie na Feira livre de Bragança.. 64
- Figura 4.** Árvore de agrupamento de vizinho (NJ) para Centropomídeos com sequências do NCBI e do banco de referência. Os números sobre os ramos indicam o suporte estatístico de *Bootstrap* (NJ) e probabilidade *posteriori* (BI). Em percentual encontra- se a divergência genética..... 64
- Figura 5** Diagrama aluvial para representação das 12 categorias de comercialização e as espécies correspondentes. No lado esquerdo encontra se as categorias e no lado direito as espécies. A relação é ilustrada pela mesma coloração para categoria e as espécies. O diagrama foi gerado em RAWGraphs (<https://rawgraphs.io/>)..... 65
- Apendice 1.** Lista das espécies comercializadas na Feira Livre de Bragança (Me: Mercado; Fe: Feirinha), com designação de venda e nomes na MAPA 2015..... 66

ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A Dissertação está organizada em dois capítulos, o primeiro conta com a fundamentação teórica que embasou o estudo e o segundo trata se do artigo científico, com o detalhamento da metodologia utilizada e dos resultados obtidos.

O **Capítulo I** apresenta o levantamento bibliográfico, destacando a importância do pescado, aspectos de comercialização mundial, regional e local, ressaltando as espécies com relevância econômica, assim como a comercialização realizada em categorias e a importância da utilização de ferramentas moleculares, como o DNA *Barcode* para uma identificação confiável dos pescados. Além disso, conta com tópico de justificativa e objetivos do estudo, construindo assim o embasamento teórico que delineou este projeto.

O **Capítulo II** apresenta o artigo científico, destacando a metodologia detalhada e os principais resultados da Dissertação, com os dados obtidos a partir da aplicação da ferramenta molecular para caracterização do comércio de peixes. Em seguida, uma discussão, com as principais implicações dos dados obtidos. Seguindo o Capítulo II, apresentaremos as considerações da Dissertação.

RESUMO

O município de Bragança apresenta elevada ictiodiversidade e é responsável pelo desembarque de inúmeras espécies comercialmente importantes. Os desembarques no município ocorrem diariamente, com maiores produções durante a estação chuvosa. Parte do que é desembarcado é destinado a Feira Livre da cidade, onde o comércio ocorre com diversas espécies ao longo do ano. Os peixes comercializados são ofertados por meio do nome popular, o que não oferece confiabilidade na espécie ofertada, já que a despadronização da nomenclatura pode ocultar a diversidade que é vendida, favorecer a fraude e o comércio ilegal de espécies. Desta forma, o presente trabalho objetivou a identificação precisa das espécies de peixes comercializada na Feira Livre de Bragança, por meio da ferramenta DNA *Barcode*. Obteve-se um total de 213 sequências, constituindo um banco de 500 pb, com 125 haplótipos. Foram discriminados 88 táxons, com concordância nos testes de delimitação do ABGD e GMYC. Foram encontradas 72 designações comerciais, sendo 12 categorias. Registramos a primeira ocorrência de *Hoplias missioneira* na região Norte brasileira, uma possível nova espécie denominada *Menticirrhus* sp. e comércio de espécies ameaçadas. Encontramos caso de substituição e o comércio de táxons que estavam ocultos por designações comerciais. No presente trabalho, a ferramenta DNA *Barcode*, foi bastante eficiente na discriminação e identificação das espécies encontradas na Feira Livre de Bragança. Nossos resultados confirmam que nomes comuns e comerciais não são confiáveis, ocultam a diversidade ofertada, favorecem casos de substituições, mesmo que acidental, e o comércio de espécies ameaçadas e que temos uma normativa que apresenta redundâncias ao estabelecer a relação de nomes comerciais e específico e que precisa ser revisada.

Palavras Chaves: DNA *Barcode*, ictiodiversidade, Bragança, designação comercial.

Capítulo I

Introdução Geral

1. INTRODUÇÃO

1.1. Panorama de Produção e Mercado de Pescados no Brasil

A crescente busca por uma alimentação mais saudável, aliada a fatores como crescimento populacional e aumento da produção ocasionaram o aumento da demanda e do consumo de pescado ao longo dos últimos anos (SIDONIO et. al., 2012; BRABO et al, 2016; FAO, 2018). O incremento do consumo possibilitou a expansão do comércio de peixes e produtos pesqueiros, que se encontram entre os produtos alimentícios mais negociados mundialmente (FAO, 2018; PARDO et al., 2018).

Nesse cenário mundial, alguns mercados emergentes e exportadores tem ganhado importância no comércio internacional graças as melhorias nos sistemas de distribuição e aumento da produção, como o Brasil (FAO, 2018). Segundo estimativas da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) é esperado um aumento de 46,6% na produção oriunda da pesca no Brasil até 2030, no entanto, os dados de capturas não são reportados a FAO desde 2014.

Os últimos dados de produção brasileira apontam uma produtividade de 1,4 milhões de toneladas, sendo a pesca responsável por 803,2 mil toneladas (MPA, 2012). As embarcações brasileiras capturam inúmeras espécies de peixe, e de acordo com os últimos registros, os maiores alvos da pesca marinha são a sardinha verdadeira, a corvina e o bonito listrado e da pesca continental, os peixes curimatã, piramutaba e dourada (MPA, 2012).

A atividade pesqueira no Brasil movimenta um PIB de R\$ 5 bilhões, mobiliza 800 mil profissionais e gera 3,5 milhões de empregos diretos e indiretos. Além disso, o Brasil possui um grande mercado interno, já que o consumo de pescado vem crescendo ao longo dos anos (MPA, 2014). O consumo per *capita* brasileiro passou de 6,79 kg em 2001, para 11,1 kg em 2011, no entanto, este valor não reflete a realidade da região Norte, onde o consumo alcança a média de 30 quilos por habitante/ano (BRASIL, 2014; SEBRAE 2015), podendo chegar até 150 kg *per capita* em comunidades ribeirinhas (OLIVEIRA et al., 2010).

1.2. Pesca na Região Norte

A região Norte figura como a terceira região mais produtiva do país, contribuindo com 22,8 % da produção nacional. A pesca extrativa marinha representa uma importante atividade econômica na região, sendo o Estado Pará, o maior produtor regional e segundo

maior do País (MPA, 2012). Em relação a produção extrativa continental, a região Norte continua sendo a maior produtora brasileira e o Estado do Amazonas é o que contribui com a maior parte das capturas (MPA, 2013).

A região apresenta estados que se destacam no cenário nacional e que contribuem para a manutenção do alto consumo de pescados da região, são eles, os estados do Amazonas por apresentar o maior consumo *per capita* Brasileiro e o Pará, por apresentar o maior consumo domiciliar nacional (**Tabela 1**) (SONODA; SHIROTA, 2012). O elevado consumo de pescados na região Norte é influenciado pela alta produtividade da região, bem como oferta constante e preços atrativos, que fazem com que a população prefira consumir mais peixes, quando comparados com outros tipos de carnes (OLIVEIRA, 2013; LOPES et al, 2016).

Tabela 1. Consumo domiciliar e média *per capita* de consumo de pescado no Brasil por Unidade da federação. Adaptado SONODA; SHIROTA (2012).

UNIDADE DA FEDERAÇÃO	CONSUMO (KG)	PER CAPITA (KG)
Rondônia	5,36	3,71
Acre	7,44	12,52
Amazonas	102,93	34,32
Roraima	3,66	10,37
Pará	139,6	21,41
Amapá	9,67	18,37
Tocantins	3,13	2,57
Maranhão	68,16	11,67
Piauí	15,23	5,23
Ceará	46,88	6,08
Rio Grande do Norte	18,15	6,32
Paraíba	12,65	3,61
Pernambuco	28,87	3,55
Alagoas	12,32	4,24
Sergipe	12,17	6,54
Bahia	52,58	3,93
Minas Gerais	27,81	1,51
Espírito Santo	8,12	2,52
Rio de Janeiro	54,96	3,71
São Paulo	75,45	1,96
Paraná	14,71	1,49
Santa Catarina	12,1	2,17
Rio Grande do Sul	17,43	1,67
Mato Grosso do Sul	3,98	1,85
Mato Grosso	4,62	1,76
Goiás	7,28	1,38
Distrito Federal	6,62	3,05
TOTAL	771,88	4,39

De forma geral, a Região Norte se destaca das demais regiões por conta da pesca conseguir explorar uma grande diversidade de espécies em águas costeiras e continentais, o que também está relacionado as características ambientais amazônicas (BARTHEM & FABRE, 2004). A pesca é altamente produtiva, já que a dinâmica anual de descargas dos rios provém boa parte dos nutrientes que sustentam os recursos pesqueiros explorados comercialmente, principalmente o Rio Amazonas, que com seu grande aporte de sedimentos sobre a plataforma continental torna a costa Norte Brasileira bastante promissora para pesca (DIAS-NETO; MARRUL-FILHO, 2003; BARTHEM & FABRE, 2004).

1.3. Costa Norte do Brasil: Biodiversidade e Importância Comercial

A costa Norte brasileira abrange os estados do Amapá, Pará e Maranhão, desde a foz do rio Oiapoque até a foz do rio Parnaíba, compreendendo uma área de aproximadamente 2.500 km (**Figura 1**) (ISAAC; BATHERM 1995; MARCENIUK et al., 2013). Esta região apresenta uma grande ictiodiversidade, onde são encontradas algumas espécies com grande importância econômica (CAMARGO; ISAAC, 2001; MARCENIUK et al., 2013; MOURA et al; 2016; MARCENIUK et al., 2019)

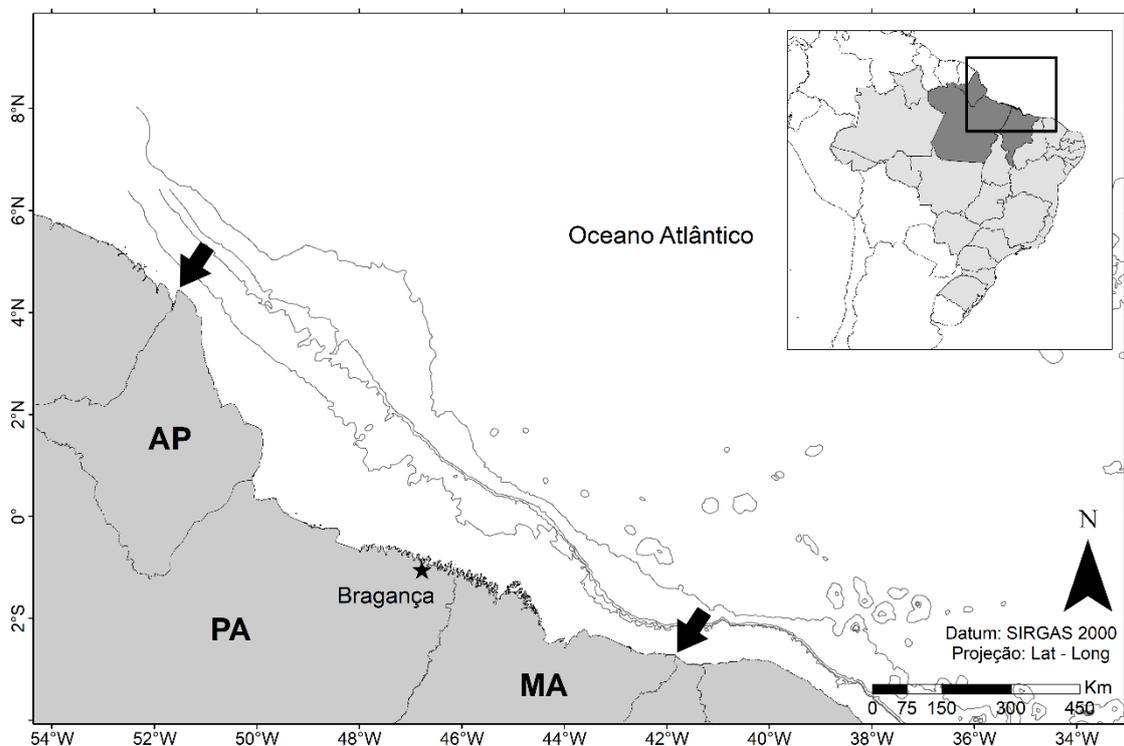


Figura 1. Costa Norte do Brasil, destacando as fronteiras entre os Estados do Amapá (AP), Pará (PA) e Maranhão (MA). Estrela indica a localização do município de Bragança. Coordenadas geográficas em Graus Decimais.

O trabalho mais completo é confiável sobre a ictiofauna marinha brasileira foi apresentada por Menezes et al (2003), no “*Catálogo das Espécies de Peixes Marinhos do Brasil*”, o qual totalizou 1.297 espécies, das quais 925 são registrados ou podem ser potencialmente encontradas na costa Norte brasileira. No entanto, parte destes registros foram feitos com base em inferência de espécies que possui ocorrência no Nordeste brasileiro e na região da Guianas, já que praticamente inexistem publicações a respeito da composição de peixes marinhos-estuarinos da costa Norte do Brasil (MARCERNIUK et al, 2013).

Em relação a ictiofauna estuarina, Camargo e Isaac (2001) realizaram um estudo em que registraram a ocorrência 303 espécies para costa Norte, distribuídas em 23 ordens e 86 famílias. Além disso, observaram que as famílias Sciaenidae e Ariidae destacam-se na região Norte por apresentar ampla distribuição e pela sua alta diversidade (CAMARGO; ISAAC, 2001).

Recentemente foi descoberto por Moura e colaboradores (2016) o sistema de recifes na foz do Rio Amazonas, onde foram registradas 73 espécies de peixes, dos quais alguns são alvos de pescarias, como garoupas da família Serranidae e principalmente o pargo-vermelho (*Lutjanus purpureus*) da família Lutjanidae. A pesca de recife na plataforma externa é realizada por barcos de pequeno a médio porte, não se sabe ao certo quantos barcos tem como alvos os peixes, mas essas pescarias intensas representam evidências da importância dos recifes próximos a foz do Amazonas (MOURA et al., 2016).

Na costa Norte, as embarcações industriais e principalmente artesanais, exploram diversos recursos pesqueiros no litoral amazônico, alguns com destaque no comércio nacional e internacional. As frotas industriais capturam espécies como a piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) e pargo (*L. purpureus*) (**Figuras 2A; 2B**) que são destinadas ao comércio externo. Já a frota artesanal captura diversas espécies, com destaque para pescarias de pescada-amarela (*Cynoscion acoupa*) (**Figura 2C**), serra (*Scomeromorus brasiliensis*), pescada-gó (*Macrodon ancylodon*), gurijuba (*Sciades parkeri*) e bandeirado (*Bagre bagre*) (**Figuras 2D - G**) que representam importantes recursos pesqueiros e econômico no comércio regional e local (ISAAC, 2006; MARTINS, 2018).

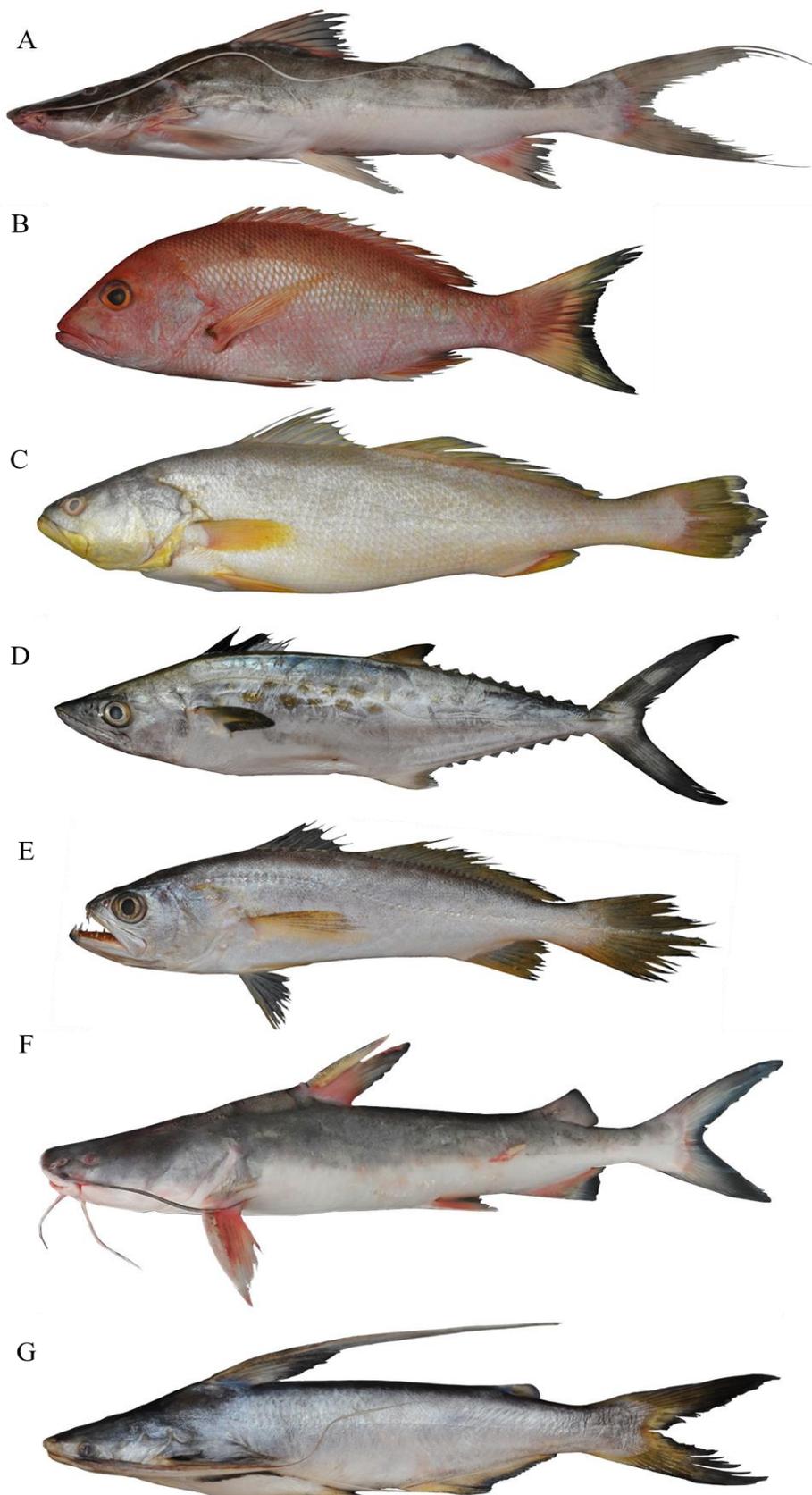


Figura 2. Pescados com relevância comercial na costa Norte do Brasil. A) piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*); B) pargo (*Lutjanus purpureus*); C) pescada amarela (*Cynoscion acoupa*); D) serra (*Scomeromorus brasiliensis*); E) pescada-gó (*Macrodon ancylodon*); F) gurijuba (*Sciades parkeri*); G) bandeirado (*Bagre bagre*).

1.4. Principais Famílias da Costa Norte

1.4.1. Sciaenidae

A família Sciaenidae é composta por 67 gêneros e 283 espécies, com ampla distribuição geográfica, ocorrendo nos oceanos Atlântico, Índico e Pacífico (NELSON, 2006; NELSON; 2016). Representam peixes demersais, de pequeno a médio porte que habitam águas rasa próximas ao continente, ocorrendo tanto em ambientes marinhos, quanto continentais (CASTRO et al; 2015; NELSON et al., 2016). Cerca de 28 espécies da família são restritas a água doce e várias espécies marinhas entram nos estuários onde se reproduzem (SANTOS et al., 2005; NELSON et al., 2016). Algumas espécies de Sciaenidae necessitam dos ecossistemas estuarinos para uma parte ou por todo o seu ciclo de vida (CAMARGO-ZORRO, 1995; CARDOSO et al., 2016).

Os peixes da família Sciaenidae podem ser identificados por algumas características: apresentam a nadadeira dorsal longa com um entalhe profundo que separa a porção espinhosa dos raios moles, a primeira parte apresenta de seis a 13 espinhos e a segunda parte com um espinho e de 20 a 35 raios moles nadadeira anal com um ou dois espinhos e de seis a 13 raios. Possuem escamas da linha lateral que se estendem até o final da nadadeira caudal, sendo que esta apresenta formato ligeiramente emarginado ou arredondado. Pode apresentar 1 ou 2 barbilhões abaixo da mandíbula (NELSON et al., 2016), possui o corpo coberto por escamas ciclóides ou ctenóides e bexiga natatória bem desenvolvida. (SANTOS-NININ, 2008). Na **Figura 3** estão alguns representantes dessa família.



Figura 3. Representante da família Sciaenidae: A) *Cynoscion acoupa*; B) *Plagioscion squamosissimus*; C) *Micropogonias furnieri*.

1.4.2. Ariidae

Os peixes da família Ariidae são encontrados em áreas tropicais e temperadas ao longo do mundo e compreendem cerca de 30 gêneros e 150 espécies. (MARCENIUK; MENEZES, 2007; NELSON et al., 2016). São em grande maioria peixes marinhos, que habitam profundidades de até 150 metros, muitas espécies marinhas entram nos estuários e algumas ocorrem somente em águas continentais podendo ser encontradas em até 500 metros distantes da foz dos rios (MARCENIUK; MENEZES, 2007).

Na costa brasileira são registradas 20 espécies, das quais algumas apresentam grande importância econômica, como é o caso *Sciades parkeri*, conhecida popularmente como gurijuba (MARCENIUK 2005). A grande exploração desta espécie fez com ela

fosse classificada como vulnerável pela lista vermelha da IUCN (*International Union for Conservation of Nature and Natural Resources*).

Os representantes de Ariidae possuem coloração semelhante entre si, marrom ou cinza escuro na parte dorsal e amarelado ou esbranquiçado na parte ventral, além disso não apresentam manchas, pintas ou listras; possuem nadadeira caudal bifurcada, nadadeira adiposa; apresentam três pares de barbilhões e algumas placas ósseas na cabeça e próximo a nadadeira dorsal (**Figura 4**) (ESPIRITO SANTO et al., 2005; NELSON et al., 2016).

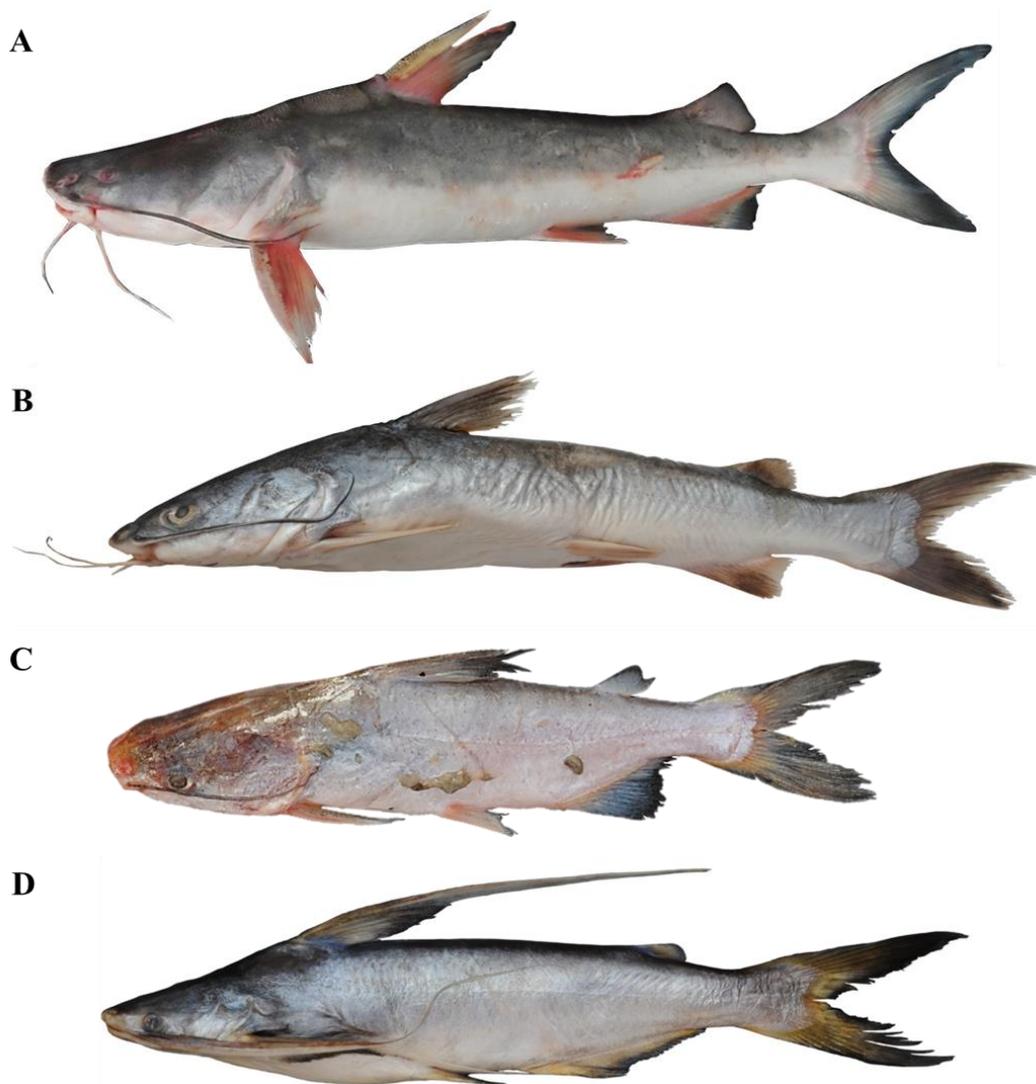


Figura 4. Representante da família Ariidae. A) *Sciades parkeri*; B) *Sciades herzbergii*; C) *Cathorops spixii*; D) *Bagre bagre*.

1.4.3. Carangidae

A família Carangidae é composta por cerca de 30 gêneros e 147 espécies, compreendem peixes de hábito marinho, com juvenis de algumas espécies observados em estuários (NELSON et al., 2016). São encontrados em regiões tropicais, subtropicais e temperadas dos oceanos Atlântico, Pacífico e Índico (HONEBRINK, 2000. NELSON et al., 2016). A família contém algumas espécies muito importantes economicamente, sendo conhecidos popularmente como xaréu, palombetas, guarajuba e peixe galo (NELSON et al., 2016; REED et al. 2002)

Os carangídeos apresentam forma do corpo bastante variável, sendo alongado ou redondo, achatado ou fusiforme de tamanho médio a grande (ESPÍRITO SANTO et al, 2005; NELSON et al., 2016). A maioria das espécies apresenta pequenas escamas cicloides, outras apresentam ctenóides, em alguns casos as escamas da linha lateral são modificadas em escudos espinhosos; o pedúnculo caudal é fino e a nadadeira caudal amplamente bifurcada (NELSON et al., 2016). Representantes de algumas espécies podem ser visualizados na **Figura 5**.

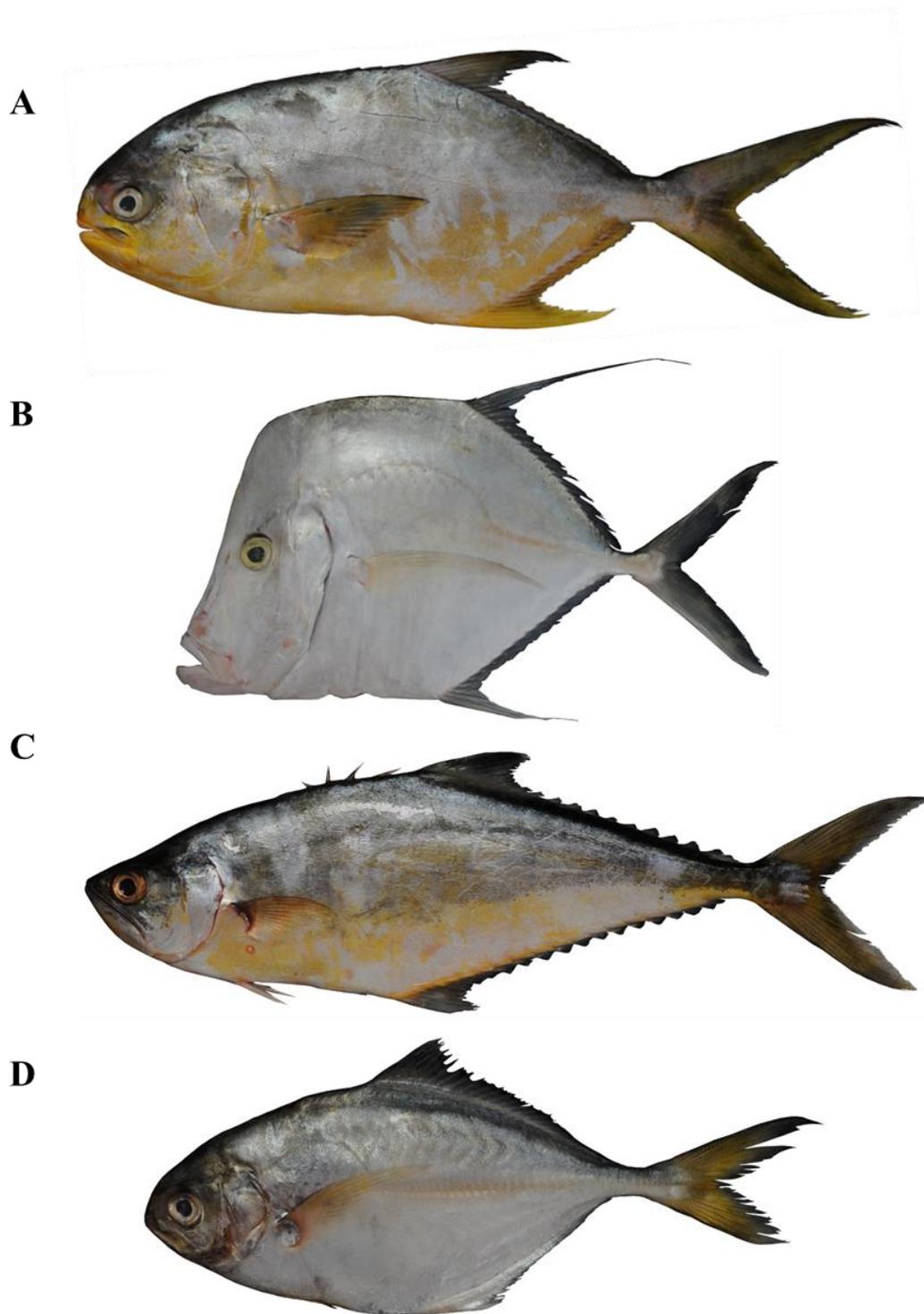


Figura 5. Representantes da família Carangidae. A) *Trachinotus carolinus*; B) *Selene vomer*; C) *Oligoplottis saurus*; D) *Hemicaranx amblyrynhus*.

1.5. Bragança: Ictiodiversidade e Comercialização de Pescado

Na costa Norte Brasileira, o município de Bragança destaca-se por apresentar grande potencial pesqueiro o que está ligado em grande parte com a sua localização

geográfica, no entorno de uma extensa área de manguezais e estuários, como o Caeté, que mantem um ciclo de exportação de material orgânico e nutrientes para as águas mar, servindo de base alimentar para os recursos pesqueiros da região (ESPIRITO SANTO et al., 2005; BRAGA et al., 2006), o que a caracteriza como muito produtiva e favorece o estabelecimento de uma rica biodiversidade (ESPIRITO SANTO et al., 2005; BRAGA et al., 2006).

Em relação a biodiversidade, Barletta (1999), realizou um levantamento da fauna íctica da região estuarina do Caeté, e identificou a ocorrência de 32 famílias de peixes, com destaque para as famílias Sciaenidae, Engraulidae e Gobiidae. Em seu livro, *Peixes e camarões do litoral bragantino*, Espírito Santo et al. (2005), relataram a ocorrência de cerca de 120 espécies de peixes, distribuídas em 40 famílias, uma quantidade maior que a relatada no primeiro estudo. Já no inventario realizado por Marceniuk et al. (2017), através de espécies depositadas em coleções, foram identificadas 120 espécies correspondentes a 48 famílias. Estes estudos revelam que a diversidade da região é grande e que os números de táxons documentados têm aumentado a cada novo trabalho, mas que a biodiversidade da região pode ser ainda maior.

Uma grande diversidade de recursos disponíveis acaba influenciando a atividade pesqueira na região, os últimos dados oficiais sobre produtividade do município, apontam o desembarque de aproximadamente 11 mil toneladas de pescado em Bragança (CEPNOR-IBAMA, 2005). No município, os desembarques acontecem diariamente, podendo variar de 1 até 50 desembarques por dia, com um volume de até 19.000 kg de pescado desembarcado (ISAAC et al., 2008). Bragança é responsável pelo desembarque de espécies com grandes volumes de capturas como pescada amarela, gurijuba, serra, tubarões, pescada gó, e de alto valor comercial, como pargos (FURTADO-JUNIOR, 2006).

O pescado que é desembarcado em Bragança, possui origens diferentes, de acordo com o tipo de pescaria, a de grande escala (industrial), captura pescado na costa Norte e de pequena escala (artesanal), captura as espécies nas regiões próximas a Bragança. Ambas capturam uma elevada diversidade de espécie e um número ainda desconhecido de estoques que abastecem desde o mercado regional até o internacional (ISAAC; BARTHEM, 1995, BRAGA et al., 2006).

No comércio local os pescados são comumente comercializados no mercado municipal e na feira livre da cidade, onde grande variedade de pescado é ofertada durante o ano (**Figura 6**) (BRAGA et al., 2006; FREIRE et al., 2011; MARTINS, 2018).



Figura 6. Feira Livre de Bragança e comércio de peixes: A) Mercado; B) Feirinha; C) camurins; D) caicas; E) corvinas; F) cangatãs

Na Feira Livre de Bragança, Braga et al. (2006), identificaram a comercialização de 47 espécies de peixes distribuídas em 23 famílias. Já Freire et al. (2011), relataram o comércio de 67 étno-espécies de pescado correspondente a 36 famílias, sendo que 71,26% representam peixes ósseos e 11,97% elasmobrânquios. Em estudo mais recente, Martins (2018), descreveu a comercialização de 89 espécies de peixes, distribuídas em 39 famílias.

A comercialização destes pescados é realizada por meio de nomenclatura vernacular o que favorece o agrupamento de uma variedade de espécies vendidas através de uma única denominação (FREIRE et al., 2011). Além disso, a despadrãoização da

nomenclatura popular pode contribuir para o comércio ilegal de certas espécies, uma vez que a denominação comercial pode atuar como categoria e fazer referência a um grupo de táxons (ARDURA et al, 2010; CARVALHO et al, 2015). Desta forma, a identificação precisa dos pescados comercializados faz-se necessária, para conhecimento da real diversidade de peixes vendidos.

1.6. Ferramentas Moleculares para identificação de Espécies: DNA *Barcode*

Tradicionalmente a identificação de espécie é realizada com base em caracteres morfológicos, no entanto, o número reduzido de especialistas em vários grupos passou a dificultar o registro da biodiversidade (PIRES; MARINONI, 2010). Além disso, as abordagens morfológicas começaram a apresentar algumas limitações, como erros de identificação devido a plasticidade fenotípica de alguns dos caracteres empregados para identificar os táxons, algumas espécies crípticas passaram a ser muitas vezes negligenciadas, a aplicação das chaves de identificação para os primeiros estágios de vida passou a ser ineficiente em muitos táxons e a interpretação das chaves taxonômicas tornou-se cada vez mais complexa (HEBERT et al., 2003).

Diante dessas dificuldades, foram necessárias novas metodologias para se conhecer a biodiversidade e nesse contexto a genética vem possibilitando a utilização de diversas técnicas e métodos para identificação de espécies. Na década de 1960, eletroforese de proteínas em géis de amido foi utilizada para identificar espécies pela primeira vez (MANWELL; BAKER, 1963). Nas décadas seguintes, surgiram os marcadores moleculares de DNA e posteriormente as pesquisas com DNA mitocondrial dominaram o final da década 1970 e início de 1980 (AVISE, 1994).

Desta forma, ferramentas moleculares que utilizam o DNA mitocondrial para identificação de espécies tornaram-se cada vez mais frequentes, principalmente as que utilizam o DNA *Barcode*. Em 2003, Herbet e colaboradores propuseram a utilização de um fragmento de aproximadamente 650 pares de base (pb) da primeira metade do gene mitocondrial Citocromo Oxidase C-Subunidade I (COI), para o processo de identificação dos táxons, chamando de “código de barras do DNA”, capaz de discriminar os táxons.

Desde a sua descoberta, diversos trabalhos utilizando o DNA *Barcode* vêm sendo relatados pela literatura para a identificação de peixes e frutos do mar com diversas finalidades. Ward et al. (2005) utilizaram o fragmento do gene COI para identificar 207 espécies de peixes marinhos, incluindo quimeras, tubarões, arraias e diversas espécies de

teleósteos. Seus resultados evidenciaram a eficiência desta região genômica para discriminar as espécies de peixes dos diferentes grupos citados.

Ardura et al. (2010) buscaram desenvolver um marcador baseado em DNA para permitir uma identificação precisa e confiável de espécies de peixes da Amazônia de interesse comercial e por meio do DNA *Barcode* conseguiram identificar que sete espécies diferente de peixes estavam sendo comercializados pela mesma denominação, Acará, sendo exploradas juntas como uma única espécie.

Carvalho et al. (2011), investigaram produtos pesqueiros processados e peixes inteiros vendidos nos mercados brasileiros sobre o nome comum surubim. Os autores identificaram alta substituição desta espécie de água doce, até mesmo por espécies marinhas e atribuíram isso a maior valorização dos peixes vendidos com o nome vernacular surubim, em comparação aos comercializados com o nome bagre (CARVALHO et al., 2011).

Sarmiento-Camacho e Valdez-Moreno (2018), utilizaram o DNA *Barcode* para identificação peixes vendidos nos mercados do México, os resultados mostraram casos de substituição (18%) e uma análise do *status* de conservação dos espécimes identificados na lista da IUNC permitiu registrar o comércio de espécies ameaçadas.

Os estudos aqui relatados e inúmeros outros demonstram as diversas aplicabilidades da ferramenta do DNA *Barcode*, confirmando sua eficiência para identificação precisa de espécies, principalmente de espécies comercialmente importantes.

1.7. JUSTIFICATIVA

Os pescados que são comercializados no Brasil são ofertados por meio da nomenclatura popular, no entanto, um mesmo nome pode ser atribuído a várias espécies (ARDURA et al., 2010), assim como várias denominações podem fazer referência a um único táxon (PREVIERO et al., 2013). Essas imprecisões podem gerar dúvida sobre qual pescado está sendo comercializado e até mesmo lesar o consumidor.

A comercialização realizada somente através do nome vernacular pode favorecer a ocorrência de fraude, na qual espécies com maior valor comercial são substituídas por espécies de menor valorização, como observado por Carvalho et al. (2011). Além disso, a despadronização da nomenclatura popular pode facilitar o comércio de espécies ameaçadas, já que várias espécies podem ser vendidas por meio denominações generalistas como cação e garoupa, inclusive táxons ameaçados (CARVALHO et al., 2015; MARTINS, 2018)

Assim como em outras regiões do Brasil, o comércio de pescados na Feira livre de Bragança ocorre através de nomes populares, o que pode não revelar a real diversidade ofertada. A dificuldade de identificar as espécies precisamente é um dos entraves que pode dificultar a avaliação e monitoramento do estado dos recursos explorados na região, já que não há homogeneidade no emprego do nome vernacular pelos pescadores e por consequência, pelos comerciantes (ESPÍRITO SANTO; ISAAC, 2012). Desta forma, a identificação precisa dos pescados comercializados faz-se necessária, para conhecimento da real diversidade de peixes vendidos no município e para que medidas que favoreçam o ordenamento pesqueiro sejam pensadas de forma mais efetiva, para fins de garantir a sustentabilidade deste comércio na região.

Para isso, o DNA *Barcode* mostra-se uma ferramenta bastante eficiente, capaz de discriminar de forma segura e inequívoca as espécies, como já comprovado em diversos estudos (WARD et al., 2005; ARDURA et al., 2010, PEREIRA et al., 2013, CARVALHO et al., 2015, BINGPENG et al., 2018). Sendo assim, no presente trabalho, utilizou-se o DNA *Barcode* para identificação das espécies de pescado comercializadas na Feira Livre de Bragança sob diferentes designações comerciais, visando contribuir para um melhor conhecimento da dinâmica desta atividade, em termos de diversidade ofertada, além de gerar informações para auxiliar no ordenamento da comercialização de pescado na região, com implicações para o gerenciamento pesqueiro.

1.8. OBJETIVOS

1.8.1. Objetivo Geral

- ✓ Identificar as espécies de peixes comercializadas na Feira Livre de Bragança, utilizando a Ferramenta DNA *Barcode*, para real conhecimento da ictiofauna ofertada por meio de nomes comerciais.

1.8.2. Objetivos específicos

- ✓ Realizar a correspondência entre a nomenclatura vernacular e a biológica, determinando os táxons presentes em cada categoria ou designação comercial, ou identificando diferentes designações comerciais para o mesmo táxon;
- ✓ Avaliar os grupos com maior diversidade de espécies;
- ✓ Avaliar a ocorrência de comercialização de espécies ameaçadas;
- ✓ Investigar diversidade oculta, através de registros de nova ocorrência ou novo táxon;
- ✓ Discutir a eficiência da ferramenta molecular para identificar as espécies de pescados

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARDURA, A., LINDE, A. R., MOREIRA, J. C., & GARCIA-VAZQUEZ, E. DNA barcoding for conservation and management of Amazonian commercial fish. **Biological Conservation**, v. 143, p. 1438-1443, 2010.

AVISE, JOHN C. Molecular markers, natural history and evolution. **Springer Science & Business Media**, 2012.

BARTHEM, R. B.; FABRÉ, N. N. Biologia e diversidade dos recursos pesqueiros da Amazônia. , v. 1, p. 17-62, 2004

BARLETTA-BERGAN, A. 1999. Structure and seasonal dynamics of larval and juvenile fish in the mangrove - ringed estuary of the Rio Caeté in North Brazil. 220 f. Tese de Doutorado. Universidade de Bremen, Alemanha

BINGPENG, X., HESHAN, L., ZHILAN, Z., CHUNGUANG, W., YANGUO, W., & JIANJUN, W.. DNA barcoding for identification of fish species in the Taiwan Strait. *PLoS one*, v. 13, n. 6, p. e0198109, 2018.

BRABO, M. F., PEREIRA, L. F. S., SANTANA, J. V. M., CAMPELO, D. A. V., & VERAS, G. C. Cenário atual da produção de pescado no mundo, no Brasil e no estado do Pará: ênfase na aquicultura/Current scenario of fish production in the world, Brazil and Pará State: emphasis on aquaculture. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, v. 4, n. 2, p. 50-58, 2016.

BRAGA, C. F.; ESPÍRITO SANTO, R. V.; SILVA, B. B.; GIARRIZZO, T.; E CASTRO, E.R. A Considerações sobre a comercialização do pescado no município de Bragança - PA. **Boletim Técnico-Científico do CEPNOR**, v. 6, p. 105-120, 2006.

CAMARGO, M.; ISAAC, V. 2001. Os peixes estuarinos da região Norte do Brasil: lista de espécies e considerações sobre sua distribuição geográfica. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, ser. Zool., Belém, v.17, n. 2, p.133-157.

CARVALHO, D. C., PALHARES, R. M., DRUMMOND, M. G., e FRIGO, T. B.. DNA Barcoding identification of commercialized seafood in South Brazil: a governmental regulatory forensic program. *Food Control*, v. 50, p. 784-788, 2015.

CARVALHO, D.C., NETO, D. A. P. BRASIL B. S. A. F. E OLIVEIRA; D A. A. DNA barcoding unveils a high rate of mislabeling in a commercial freshwater catfish from Brazil, **Mitochondrial DNA**, 22:sup1, 97-105, 2011.

CEPNOR. Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros do Litoral Norte. Produção pesqueira do estado do Pará. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br>> Acesso em: 20 de Mar. 2016.

DIAS-NETO, J; MARRUL-FILHO, S. Síntese da situação da pesca extrativa marinha no Brasil. Brasília: **IBAMA**, 2003

ESPIRITO SANTO, R.D., ISAAC. V.J., SILVA, L. M.A., MARTINELLI, J.M., HIGUCHI, H., E SAINT-PAUL, U. Peixes e camarões do litoral bragantino, Pará, Brasil. **Belem: Madam**, 2005.

ESPIRITO SANTO, R. V. e ISAAC, V. J. Desembarques da pesca de pequena escala no município de Bragança –PA, Brasil: esforço e produção. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v. 25, p. 31-48. 2012.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. The State of World Fisheries and Aquaculture. p. 227, 2018. Disponível em: <http://www.fao.org/3/i9540en/I9540EN.pdf> Acessado em: 16 de Outubro de 2018

FARIAS, A. C. da S.; FARIAS, R. B. A.. Desempenho Comparativo entre Países Exportadores de Pescado no Comércio Internacional: Brasil eficiente?. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 56, n. 3, p. 451-466, 2018.

FIGUEIREDO, J. L. MENEZES N.A. Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil. III. Teleostei (2). 1980.

FREIRE, J. L.; SILVA, B. B.; SOUZA, A. Aspectos econômicos e higiênico-sanitários da comercialização do pescado no município de Bragança (PA). **Biota Amazônia**, v. 1, p.17-28, 2011

FURTADO JUNIOR, I.; TAVARES M. C. S.; E BRITO C. S. F. Estatísticas das produções de pescado estuarino e marítimo do estado do Pará e políticas pesqueiras. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Ciênc**, v. 1, 2006, 95-111p.

HEBERT, P. D., CYWINSKA, A., BALL, S. L., e DEWAARD, J. R. Biological identifications through DNA barcodes. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, v. 270, n. 1512, p. 313-321, 2003.

HONEBRINK, Randy R. A review of the biology of the family Carangidae, with emphasis on species found in Hawaiian waters. Division of Aquatic Resources, Department of Land and Natural Resources, 2000.

ISAAC-NAHUM, V. J. Exploração e manejo dos recursos pesqueiros do litoral amazônico: um desafio para o futuro. *Ciência e Cultura*, v. 58, n. 3, p. 33-36, 2006.

ISAAC, V. J. & BARTHEM R. B., Os recursos pesqueiros da Amazônia Brasileira. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Série Antropologia*, Vol. 11 (2): 295-339. 1995

ISAAC, V. J.; ESPÍRITO SANTO, R.V.e. NUNES, J L. G. A estatística pesqueira no litoral do Pará: resultados divergentes. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, v. 3, n. 3, p. 205-213, 2008.

LOPES, I. G.; DE OLIVEIRA, R. G.; RAMOS, F. M.. Perfil do consumo de peixes pela população brasileira. *Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota)*, v. 6, n. 2, p. 62-65, 2016.

MARCENIUK, A. P., ROTUNDO, M. M., CAIRES, R. A., CORDEIRO, A. P. B., WOSIACKI, W. B., OLIVEIRA, C., & MUNIZ, M. R. The bony fishes (Teleostei) caught by industrial trawlers off the Brazilian North coast, with insights into its conservation. *Neotropical Ichthyology*, v. 17, n. 2, 2019

MARCENIUK, A. P; CAIRES, R. A., ROTUNDO, M. M., DE ALCÂNTARA, R. A. K., e WOSIACKI, W. The ichthyofauna (Teleostei) of the Rio Caeté estuary, northeast Pará, Brazil, with a species identification key from northern Brazilian coast. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, v. 12, n. 1, p. 31-79, 2017.

MARCENIUK, A. P. CAIRES, R. A., WOSIACKI, W. B., E DARIO, F. D. Conhecimento e conservação dos peixes marinhos e estuarinos (Chondrichthyes e Teleostei) da costa Norte do Brasil. *Biota Neotropica*, v. 13, n. 4, p. 251-259, 2013.

MARTINS, T.S. **Inventário da ictiofauna comercializada na Feira Livre do município de Bragança-PA, região costeira amazônica**. Trabalho de conclusão de curso (TCC) –Universidade Federal do Pará (UFPA), *campus* Bragança. 66 pg., 2018.

MOURA, R. L., AMADO-FILHO, G. M., MORAES, F. C., BRASILEIRO, P. S., SALOMON, P. S., MAHIQUES, M. M. e BRITO, F. P. An extensive reef system at the Amazon River mouth. *Science advances*, v. 2, n. 4, p. e1501252, 2016.

MPA. Ministério da Pesca e Aquicultura. Boletim estatístico de pesca e aquicultura 2011. p.60, 2013

MPA. Ministério da Pesca e Aquicultura. 2014. Disponível em: http://formsus.datasus.gov.br/novoimgarq/16061/2489520_218117 . pdf Acessado em: 07/06/2017

OLIVEIRA, R.C., BERNARDI, J.V.E, WANDERLEY, R., ALMEIDA, R. e MANZATTO, A.G. Fish consumption by traditional subsistence villagers of the Rio Madeira (Amazon): impact on hair mercury. **Annals of Human Biology**, 37: 629–642. 2010

OLIVEIRA, J. M. O peixe e a saúde: das recomendações para o consumo às possibilidades ambientais de atendê-lo. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 20, n. 1supl, p. 141-146, 2013.

PARDO, M. Á., JIMÉNEZ, E., VIÐARSSON, J. R., ÓLAFSSON, K., ÓLAFSDÓTTIR, G., DANÍELSDÓTTIR, A. K., & PÉREZ-VILLAREAL, B. DNA barcoding revealing mislabeling of seafood in European mass caterings. **Food control**, v. 92, p. 7-16, 2018

PIRES, A.C.; MARINONI, L. DNA barcoding and traditional taxonomy unified through Integrative Taxonomy: a view that challenges the debate questioning both methodologies. **Biota Neotrop**. v. 10, n. 2, 2010.

PREVIERO, Marília; MINTE-VERA, Carolina V.; MOURA, Rodrigo Leão de. Fisheries monitoring in Babel: fish ethnotaxonomy in a hotspot of common names. **Neotropical Ichthyology**, v. 11, n. 2, p. 467-476, 2013.

REED D. L., e CARPENTER K. E. 2002. Molecular systematics of the Jacks (Perciformes: Carangidae) based on mitochondrial cytochrome b sequences using parsimony, likelihood, and Bayesian approaches. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 23(3): 513-524.

SANTOS, G. M.; FERREIRA, E. J. G.; ZUANON, J. A. S. Peixes Comerciais de Manaus. Pr-Vrzea, Ibama, Manaus, 2006.

SEBRAE, Serviço Brasileiro de Apoio; EMPRESAS–SEBRAE, Pequenas. **Aquicultura no Brasil**: série estudos mercadológicos. 2015.

SIDONIO, L., CAVALCANTI, I., CAPANEMA, L., MORCH, R., MAGALHÃES, G., LIMA, J. e MUNGIOLI, R. Panorama da aquicultura no Brasil: desafios e oportunidades. **BNDES setorial**, v. 35, p. 421-463, 2012.

SILVA, E. S. C., DA CUNHA, D. S., DE ARAÚJO, C. S. P., SALES, A. D., E HOLAND, F.C. A. F. Cadeia de comercialização do pescado desembarcado no posto fiscal de Bragança, Estado do Pará. *Arquivos de Ciências do Mar*, v. 45(1), p. 1-7, 2012.

SONODA, D. Y.; SHIROTA, R. Consumo de pescado no Brasil fica abaixo da média internacional. **Visão agrícola**, v. 145, 2012.

SARMIENTO-CAMACHO, S; VALDEZ-MORENO, M. DNA barcode identification of commercial fish sold in Mexican markets. **Genome**, v. 61, n. 6, p. 457-466, 2018

SARMENTO-SOARES, L. M., ALVES, C. B. M., MELO, F. A. G., MORAES, L. E., LIMA, S. M. Q., & RAMOS, T. P. A. Ictiofauna das ecorregiões de água doce e marinhas do nordeste brasileiro. **Boletim Sociedade Brasileira de Ictiologia**, v. 122, p. 16-35, 2017.

WARD, R. D. et al. DNA barcoding Australia's fish species. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 360, p. 1847-1857, 2005.

Capítulo II

*Peixes comercializados na Amazônia costeira: DNA Barcode
revela espécies ameaçadas, novo registro de ocorrência e
especiação*

Peixes comercializados na Amazônia costeira: DNA *Barcode* revela espécies ameaçadas, novo registro de ocorrência e especiação

Paula Santana¹, Thais Martins¹, Rita Martins¹, David Mesquita¹, Ítalo Lutz¹; Raimundo da Silva¹, Juliana Araripe³, Iracilda Sampaio², Grazielle Gomes^{1*}

¹Laboratório de Genética Aplicada, Instituto de Estudos Costeiros, Universidade Federal do Pará, Campus Bragança

²Laboratório de Genética e Biologia Molecular, Instituto de Estudos Costeiros, Universidade Federal do Pará, Campus Bragança

³Grupo de Genética e Conservação, Instituto de Estudos Costeiros, Universidade Federal do Pará, Campus Bragança

*Autor Correspondente:

Grazielle Gomes

Instituto de Estudos Costeiros, Universidade Federal do Pará – Bragança,

Alameda Leandro Ribeiro s/n; Aldeia; Bragança – PA – Brasil; CEP: 68.600-000.

+55 091 3425 1593

e-mail: graziellefeg@gmail.com

RESUMO

Na costa Norte do Brasil, Amazônia costeira, o município de Bragança se destaca como um importante centro de desembarque e comercialização de pescados. Os peixes que chegam nos portos da cidade são oriundos de pescarias realizada predominantemente na costa Norte. Boa parte desse pescado abastece o comércio local, na Feira Livre da cidade, onde são ofertadas diversas espécies ao longo do ano. Porém, a comercialização ocorre com o nome popular, o que não oferece precisão quanto à espécie ofertada e pode ocultar a diversidade real que é vendida. Portanto, o presente trabalho objetivou a identificação precisa das espécies de peixes comercializadas na Feira Livre de Bragança, por meio da ferramenta DNA *Barcode*. Obteve-se um total de 213 sequências, constituindo um banco de 500 pb, sendo recuperados 125 haplótipos. Foram discriminados pelo ABGD e GMYC 88 táxons referentes a 72 designações comerciais, das quais 12 representam categorias. Registramos a primeira ocorrência de *Hoplias missioneira* na região Norte brasileira, uma possível nova espécie denominada para o trabalho de *Menticirrhus* sp., além de comércio de espécies ameaçadas, táxons que estavam ocultos por nomenclaturas de comercialização. Isso demonstra que a ferramenta DNA *Barcode* é eficiente na discriminação correta das espécies. Nossos resultados confirmam que nomes comuns e comerciais são imprecisos, subestimam a ictiodiversidade e podem favorecer substituições e comércio de espécies ameaçadas. Apesar do Brasil possuir uma normativa para estabelece a correlação entre nomes comerciais e científicos, ela é incompleta e necessita de adequações e reformulação.

Palavras Chaves: DNA *Barcode*, ictiodiversidade, Bragança, designação comercial.

INTRODUÇÃO

A costa Norte brasileira abrange os estados do Amapá, Pará e Maranhão (ISAAC; BATHERM 1995; MARCENIUK et al., 2013) e apresenta uma elevada ictiodiversidade, sendo encontradas espécies marinhas e estuarinas (CAMARGO; ISAAC, 2001; MAIA et al, 2016; SARMENTO-SOARES et al., 2017; MARCENIUK et al., 2019) de grande valor comercial e social (MARCENIUK et al., 2013). Diversas frotas pesqueiras atuam nessa região e desembarcam no estado Pará, Amazônia costeira (ISAAC et al., 2008), sendo o município de Bragança, um dos principais pontos de desembarque de pescado (FURTADO JÚNIOR et al, 2006).

A produção desembarcada em Bragança possui diferentes origens, variando de acordo com o tipo de pescaria. Na região atuam duas frotas pesqueiras distintas, a de grande escala (industrial), que captura pescado na costa Norte e de pequena escala (artesanal), que atua nas regiões próximas a Península Bragantina (BRAGA et al., 2006). Ambas capturam uma elevada diversidade de espécie e um número ainda desconhecido de estoques que abastecem os mercados regional, nacional e internacional (ISAAC; BARTHEM, 1995, BRAGA et al., 2006). Em uma escala local, os pescados são comumente comercializados no Mercado municipal e Feira Livre da cidade, onde uma grande variedade de espécies é ofertada durante o ano (BRAGA et al., 2006; FREIRE et al., 2011; MARTINS, 2018; SANTANA, 2018).

A comercialização das espécies de peixes ocorre por meio da nomenclatura popular, no entanto, esses nomes variam entre regiões e até mesmo dentro delas (KENSKI e ATAR, 2012), com várias espécies possuindo a mesma designação comercial (ARDURA et al. 2010), ou várias denominações para o mesmo táxon (PREVIERO et al., 2013). Essa imprecisão pode gerar dúvida sobre qual pescado está sendo comercializado, além de facilitar o comércio de espécies ameaçadas (CARVALHO et al., 2015; FEITOSA et al., 2018) e até mesmo lesar o consumidor, já que pode favorecer a ocorrência de fraude comercial (CARVALHO et al. 2011; CUTARELLI et al, 2014).

A dificuldade de identificar as espécies precisamente é um dos entraves que comprometem a avaliação e monitoramento do estado dos recursos explorados, já que não há homogeneidade no emprego do nome vulgar pelos pescadores (ESPÍRITO SANTO; ISAAC, 2012) e por consequência pelos comerciantes e consumidores. Desta forma, a identificação precisa dos pescados comercializados faz-se necessária, para

conhecimento da real diversidade de peixes vendidos, medida primária para a efetivação do gerenciamento dos recursos para promover a pesca sustentável.

Tradicionalmente a identificação de espécie é realizada com base em caracteres morfológicos, no entanto, o número reduzido de especialistas em vários grupos passou a dificultar o registro da biodiversidade (PIRES; MARINONI, 2010). Além disso, as abordagens morfológicas começaram a apresentar algumas limitações, como erros de identificação devido a plasticidade fenotípica, espécies crípticas, e indivíduos nos primeiros estágios de vida, que geralmente não são contemplados em chaves de identificação (HEBERT et al., 2003), problemáticas ainda mais evidentes em grupos onde as espécies apresentam elevada similaridade e/ou no pescado processado, onde os caracteres diagnósticos são removidos.

Diante disso é indispensável a utilização de outras metodologias para identificação dos pescados, como ferramentas moleculares que utilizam o DNA para identificação espécie-específica, especialmente um fragmento de aproximadamente 650 pares de base (pb) da porção inicial do gene mitocondrial Citocromo Oxidase C – subunidade I (COI), a ferramenta DNA *Barcode* (HERBET et al., 2003). Desde a sua proposição, diversos trabalhos vêm sendo relatados pela literatura para a identificação de peixes, demonstrando sua eficiência para discriminação de espécies comercialmente importantes e compreensão da diversidade ofertada em categorias (VENEZA et al., 2014; KENSKI & ATAR, 2012; ARDURA et al, 2010; CARVALHO et al., 2015).

Entre exemplos brasileiros, destacamos Ardura et al. (2010), que conseguiram identificar sete espécies diferente de peixes vendidas em conjunto pelo nome Acará, na Amazônia, e Carvalho et al. (2015), que identificaram peixes dos mercados do sul do Brasil e encontraram, além de casos de substituição, comércio de espécies ameaçadas.

Os estudos aqui relatados e inúmeros outros (GALAL-KHALLAF et al, 2014; CARVALHO et al., 2015, CHANG et al, 2016; BINGPENG et al., 2018. PARDO et al. 2018; GOMES et al., 2019; GUIMARÃES et. al, 2019) demonstram as diversas aplicabilidades do DNA *Barcode*, confirmando sua eficiência para identificação precisa das espécies e contribuindo de forma efetiva para a melhor compreensão da real diversidade existente, incluindo a diversidade oculta pela dinâmica do comércio.

O presente estudo foi desenvolvido na cidade de Bragança (PA), município localizado no nordeste paraense, região costeira amazônica, que se destaca por apresentar um grande potencial pesqueiro. Conta com uma localização geográfica favorável, com

uma extensa área de manguezais e estuários em seu entorno, como o estuário do Caeté, que mantem um ciclo de exportação de material orgânico e nutrientes para as águas mar, (ESPIRITO SANTO et al., 2005; BRAGA et al., 2006), caracterizando a região como muito produtiva e favorecendo o estabelecimento de uma rica biodiversidade (ESPIRITO SANTO et al., 2005; BRAGA et al., 2006). No município os desembarques acontecem diariamente, podendo variar de 1 até 50 desembarques por dia (ISAAC et al., 2008). As maiores produções e médias diárias de desembarque ocorrem durante a estação chuvosa, já que o aumento de pluviosidade determina o aumento das capturas de algumas espécies (ESPÍRITO SANTO et al., 2002; SILVA et al., 2012).

Portanto, para presente análise, usamos a ferramenta DNA *Barcode* para compreender a dinâmica de comercialização utilizando categorias e diversidade de peixes ofertada na Amazônia costeira, adotando a Feira Livre de Bragança (PA) como base. Esperamos que os dados gerados possam contribuir para o desenvolvimento de medidas efetivas de ordenamento pesqueiro, garantindo a sustentabilidade deste comércio na região.

MATERIAL E MÉTODOS

Amostragem

Parte do pescado que é desembarcado em Bragança é comercializado na Feira Livre, em dois ambientes, Mercado e Feirinha, que diferem entre si em vários aspectos, como estrutura do ambiente, formas de comercialização, número de comerciantes, produção, preço e principalmente na diversidade de espécies comercializadas, já que existem táxons vendidos exclusivamente no Mercado e outros na Feirinha (MARTINS, 2018), por isso a coleta de amostras ocorreu nos dois ambientes de comercialização.

Para a composição do banco de tecido biológico foram coletados indivíduos no período de 2016 a 2019. As aquisições das amostras basearam-se na nomenclatura popular obtida no estudo Martins (2018) para que cada denominação comercial empregada estivesse representada no banco de tecido de peixes, através da compra dos indivíduos ou doações dos comerciantes. Para todas as designações comerciais coletadas, exemplares testemunhos foram armazenados na Coleção Ictiológica do Laboratório de Genética Aplicada, do Instituto de Estudos Costeiros, UFPA, Bragança.

As amostras de peixes adquiridas foram de língua, nadadeira, indivíduos inteiros e espécimes sem os órgãos internos (eviscerados). Os espécimes adquiridos inteiros foram identificados previamente até o nível taxonômico possível, por meio de literatura especializada (FIGUEIREDO; MENEZES, 1980, MARCENIUK et al. 2017; CERVIGÓN et al., 1993; CERVIGÓN, 1992).

De cada espécime foi retirado uma porção de tecido biológico e, posteriormente, estas amostras foram tombadas e armazenadas em microtubos do tipo *Eppendorf*, com álcool comercial a 70% e em freezer a -20° C, para posterior análise molecular.

Procedimentos Laboratoriais

O DNA genômico foi obtido utilizando o Kit comercial Wizard Genomic® (PROMEGA), seguindo instruções do fabricante. Após o isolamento, as amostras foram misturadas a uma solução constituída de tampão *blue juice* e corante GelRed (2µL da mistura e 2µL de DNA) e submetidas à eletroforese submarina em gel de agarose (1%) durante 30 minutos/60V. Após a corrida eletroforética as amostras foram visualizadas sob luz ultravioleta para verificar a qualidade do DNA extraído.

O fragmento alvo do gene COI foi amplificado por meio da técnica de PCR (Reação em Cadeia da Polimerase), utilizando os iniciadores COIFishF1 e COIFishR1 e COIFishF2 e COIFishR2 descritos por Ward et al. (2005). A reação consistiu em um volume final de 15µL e as condições de amplificação foram as utilizadas por Ward et al. (2005), com modificações nas temperaturas de hibridização para 53° C e 54° C.

Após a PCR, as amostras positivas foram purificadas com Polietileno Glicol (PEG) de acordo com protocolo de Paithankar e Prasad (1991) e submetidas à reação de sequenciamento, utilizando o método didesoxiterminal (SANGER; NICHLEN; COULSON, 1977), com reagentes do Kit Big Dye (*ABI PrismTMDye Terminator Cycle Sequencing Reading Reaction – Thermo Fisher*). Os produtos precipitados foram submetidos à eletroforese no sequenciador automático de capilar ABI 3500 (*Thermo Fisher*).

Banco de Dados e Análises Genéticas

As sequências geradas foram editadas no programa BioEdit v. 7.1.3.0 (HALL, 1999) e alinhadas, de forma automática, utilizando o aplicativo CLUSTAL W (THOMPSON et al., 1994). O programa DNAsp v 5 (LIBRADO e ROZAS, 2009) foi

utilizado para gerar uma lista de haplótipos, para auxiliar no processo de identificação das amostras.

Para o processo de identificação dos espécimes, cada haplótipo foi inicialmente comparado a sequências disponíveis em bancos públicos, Plataformas *GenBank*, mais especificamente no *Basic Local Alignment Search Tool* (BLAST), no campo “*nucleotide blast*” (ALTSCHUL et al., 1997) e BOLD (*Barcoding of Life Database*) (RATNASINGHAM e HEBERT, 2007).

O nível de divergência máxima adotado para indivíduos das mesmas espécies foi de 2% (HEBERT et al., 2003). Adicionalmente, foram inseridas ao banco, sequências disponíveis publicamente para a construção dos cladogramas. Para sequências que não foram identificadas por similaridade nos bancos públicos, foram acrescentadas sequências de bancos de referências, como para as famílias Ariidae e Centropomidae, a fim de auxiliar na identificação.

No programa MEGA 7 (KUMAR et al., 2016), foi construída a árvore de Agrupamento de Vizinhos (NJ) utilizando o modelo de Kimura-2-Parâmetros (K2P) (KIMURA, 1980). A significância dos agrupamentos da árvore foi estimada pela análise de *Bootstrap* (HESTERBERG, 2011), geradas a partir de 1000 pseudoréplicas. Neste programa também foram calculadas as distâncias K2P intra e interespecíficas (TAMURA et al., 2013), além dos sítios polimórficos e verificação códons de parada.

Para construção da árvore de Inferência Bayesiana (IB), os modelos evolutivos foram selecionados no Partition Finder 1.0.1 (LANFEAR et al., 2012). Para a árvore com todos os indivíduos foi utilizado o modelo evolutivo GTR Gamma e para as árvores de grupos específicos (Centropomidae e Sciaenidae), o modelo usado foi HKY + I + G.

A construção da árvore de inferência bayesiana (BI) foi realizada usando o software BEAST v. 1.10.4 (DRUMMOND e RAMBAUT 2007, DRUMMOND et al. 2012). Foi utilizado um relógio estrito e o processo de especiação de Yule. A probabilidade *a posteriori* foi estimada com 100 milhão de gerações e 10% de *burn-in* para todos os taxons e para as árvores de centropomideos e cianideos foi usado 10 milhão de gerações e 10% de *burn-in* para. Os arquivos de log foram conferidos no Tracer v1.5 (RAMBAUT e DRUMMOND 2012) para avaliar a cadeia de convergência e o comprimento adequado do *burn-in*. As cadeias de convergência consideradas adequadas apresentaram valores superiores a 1000 ESS (tamanho efetivo da amostragem). As árvores geradas no BEAST foram sumarizadas no TreeAnnotator v1.10.4 (SUCHARD

et al., 2018). O FigTree, v1.4.4 (RAMBAUT, 2012) foi usado para visualizar a árvore resultante.

Para corroborar a identificação dos táxons, utilizamos dois métodos de delimitação, o *Automatic Barcode Gap Discovery (ABGD)* (PUIILLANDRE et al. 2012) e o *Generalized Mixed Yule-Coalescent (GMYC)* (PONS et al. 2006). Para as análises no ABGD, utilizamos a versão disponível em < <http://www.abi.snv.jussieu.fr/public/abgd/abgdweb.html> >. Adotamos $X = 1,0$ e todas as análises foram feitas usando distâncias simples (p), sendo o restante dos parâmetros, mantido como padrão. Para o GMYC, que requer como *input* uma árvore ultramétrica sumarizada no BEAST, utilizamos o ambiente R v. 3.2, através do pacote *splits* (EZARD et al, 2009) usando as configurações padrão.

A partir da identificação das espécies, comparamos a relação de nomes comerciais e espécie correspondente obtida no presente estudo, com a listagem de nomes comuns e respectivos nomes científicos fornecidos pela MAPA Nº 29 de 23/09/2015. Verificamos o *status* de ameaça de cada espécie na lista vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN).

O gráfico utilizado para ilustrar as categorias obtidas no presente estudo foi criado no RAWGraphs (<https://rawgraphs.io/>).

RESULTADOS

Diversidade comercializada

Um fragmento de 500 pb foi obtido para um total de 213 amostras, sendo recuperados 125 haplótipos, que tiveram suas sequências comparadas nos bancos públicos, por meio de sua submissão às plataformas do BOLD e NCBI. Os valores de similaridades reconhecidos como margem confiável de identificação ficaram entre 98-100%.

Foram discriminadas e delimitadas pelo ABGD e GMYC 88 táxons (**Figura 1**, **Figura 2** e **Apêndice 1**), referentes a 11 ordens e 34 famílias de peixes. As famílias mais representativas foram Carangidae (12 espécies), Sciaenidae (10 espécies), e Ariidae (9

espécies) (**Tabela 1**). A identificação a nível de espécies foi possível apenas para 84 dos 88 táxons discriminados. Para os quatro restantes, três foram identificados a nível de gênero e um não foi identificado por meio de similaridade (**Figura 1**).

As amostras não identificadas por similaridade pertencem a denominação pacamum, sendo identificada por morfologia como *Batrachoides surinamensis* (Bloch e Schneider, 1801) já que sequências desta espécie não estão disponíveis nos bancos públicos.

Dentre as espécies identificadas, 74 são de ambiente marinho e/ou estuarino e 14 dulcícolas. Registramos a primeira ocorrência de *Hoplias missioneira* na região Norte brasileira, comercializada como traíra.

Dois espécimes foram adquiridos como “sem nome”, ou seja, indivíduos que não possuem nomenclatura de comercialização. Estes dois espécimes apresentaram divergência de 5% com sequência do NCBI e 6% com sequência do BOLD referente a espécie de Sciaenidae *Menticirrhus littoralis*. A árvore filogenética de BI e NJ para família Sciaenidae mostrou a separação do haplótipo do presente estudo, em relação aos haplótipos de espécies do gênero *Menticirrhus* encontradas nos bancos públicos (**FIGURA 3**), por isso, denominamos este táxon de *Menticirrhus* sp.

As espécies *Mugil Brevirostris* (caica 02), *Trachinotus cayennensis* (canguiro 01), *Cetengraulis edentulus* (sardinha 01), *Hoplerythrinus unitaeniatus* (traíra 01) *Notarius grandicassis* (cambeua) *Sciades parkeri* (guriyuba) e *Sciades proops* (uritinga), foram identificados por similaridade utilizando a plataforma BOLD, mas não tiveram suas sequências incluídas nas análises, pois são de fonte privada.

Para duas amostras de camurim, não foram encontradas sequências de correspondência nos bancos públicos. Nas arvores de NJ e BI (**Figura 1 e 2**) a amostra formou um clado diferente das outras duas espécies de camurim encontradas no estudo. Para identificação desta espécie foram incluídas sequências de um banco de referência, e a partir das árvores filogenéticas, a amostra foi identificada como *Centropomus ensiferus* (**Figura 4**), com divergência intrapopulacional inferior a 0,5% nas comparações com a amostra do banco referência.

Alguns indivíduos retornaram das comparações com similaridade de 98-100% com mais de uma espécie. Amostra de caica 01 e tainha chata apresentaram identificação ambígua com *Mugil curema* (EU715465.1) e *Mugil rubrioculus* (JX185212.1), caica 02 com *Mugil hospes* (JX185217.1) e *Mugil brevirostris* (dado privado), caica 03 com *Mugil*

curema (HQ131886.1) e *Mugil trichodon* (GU225405.1), amostra de gurijuba com *Netuma sp.* HQ689375.1 e *Sciades parkeri* (dado privado), urubaiana com *Elops smithi* (AAB9386) e *Elops saurus* (J365344.1). As sequências de bragalhão, bagre e uricica branca retornaram das comparações como *Sciades couma*, com base em sequências distintas (ACR8600 e ACR8601), no entanto, os agrupamentos resultantes das árvores NJ e BI mostraram que bragalhão e a sequência ACR8600 formam um clado diferente de bagre, uricica branca e a sequência ACR8601 (**Figuras 1 e 2**), com divergência de 5,20%.

Para esses casos ambíguos, as identificações foram confirmadas com base em sequências de banco de referência, onde foram identificadas: gurijuba *Sciades parkeri*, bragalhão, *Sciades couma*, bagre e uricica branca *Sciades herzbergii*. No caso de ambiguidades a partir de sequências de bancos públicos, como urubaiana, utilizou-se o registro de primeira ocorrência de Sousa et al. (2019), para considerar o táxon como *Elops smithi*, e para as caicas, levou-se em consideração a revisão de Durand et al. (2017), em que todas as sequências depositadas de mugilídeos no GenBank, foram novamente identificadas a partir de um banco de referência, apontando erros de identificação e corrigindo-os. Desta forma identificamos caica 01, *Mugil rubrioculus*, caica 02, *Mugil brevirostris* e caica 03, *Mugil curema*, caica 04 *Mugil brevirostris*.

Designações comerciais e Espécies ameaçadas

Para as 88 espécies foram encontradas 72 designações comerciais (Apêndice 01), sendo destas, 12 considerados categorias (**Figura 5**), já que apresentaram mais de uma espécie sendo vendida por um mesmo nome. A exemplo disso, temos a categoria pampo que apresentou a maior número de espécies (n = 6), sendo elas *Chloroscombrus chrysurus*, *Hemicaranx amblyrhynchus*, *Trachinotus carolinus*, *Trachinotus cayennensis*, *Trachinotus goodei* e *Peprilus paru*. Houve 10 casos em que designações diferentes foram registradas para uma mesma espécie, como por exemplo: *Cynoscion acoupa*, que foi vendida como pescada amarela, pescada branca e garoupa.

As espécies *Haemulon parra*, *Haemulon steindachneri* e *Menticirhus sp.*, foram encontradas sendo vendidas sem apresentar um nome de comercialização, portanto foram chamadas de “sem nome comercial” (SDC).

As designações comerciais, quando comparados com a correlação de nomes comuns e respectivos nomes científicos fornecidos pela MAPA Nº 29 de 23/09/2015, evidenciaram que há compatibilidade para muitas das espécies identificadas (54,5 %),

mas para outras espécies os nomes encontrados são diferentes (29%) ou as espécies nem possuem nome na listagem da MAPA (**Apêndice 01**) (16.5%).

Seis espécies comercializadas estão listadas como ameaçadas ou quase ameaçadas, sendo *Epinephelus itajara* (vulnerável - VU), *Lutjanus purpureus* (vulnerável - VU), *Sciades parkeri* (vulnerável - VU), *Megalops atlanticus* (vulnerável - VU), *Lutjanus synagris* (quase ameaçada -NT) e *Carcharhinus plumbeus* (quase ameaçada - NT).

DISCUSSÃO

No presente trabalho, avaliamos a diversidade de peixes a partir da dinâmica de comercialização de uma Feira Livre na região costeira amazônica, registro pioneiro para o nordeste paraense. Utilizando a ferramenta DNA *Barcode*, foi possível identificar com precisão 84 espécies sendo comercializadas, incluindo uma diversidade oculta através das categorias adotadas no comércio. Além da oferta de espécies ameaçadas, também identificamos novo registro de ocorrência e um possível caso de especiação.

Nomenclaturas de Comercialização

Para as 72 designações comerciais amostradas, 88 táxons foram identificados, mostrando que não há correspondência entre quantidade de nomes e o número de espécies comercializadas, já que em alguns casos as designações acabam atuando como categoria. A comercialização por meio de categoria, a exemplo de Bragança e como ocorre na maioria dos locais, acaba subestimando a diversidade ictica ofertada, principalmente pela dificuldade de diferenciar os táxons de algumas famílias com morfologia similar, como observado para Centropomidae e suas espécies congêneres *C. undecimalis*, *C. parallelus* e *C. ensiferus* (camurim); e Mugilidae, com *M. rubrioculus*, *M. brevirostris*, *M. curema*, e *M. incilis* (caica) (DURAND et al., 2017).

Um caso interessante é a categoria pampo que é utilizada para seis espécies, inclusive de gêneros distintos (*C. chrysurus*, *H. amblyrhynchus*, *T. carolinus*, *T. cayennensis*, *T. goodei* e *P. paru*) confirmando que designações comerciais não oferecem precisão sobre a espécie comercializada. Alguns nomes comerciais descrevem grandes grupos, configurando-se como categoria, isso já é descrito para nomenclaturas como

pargo, bagre, sardinha, pescada, garoupa e cação (BARBOSA; NASCIMENTO 2008; MPA 2013).

A comercialização através de denominações generalistas pode representar uma ameaça a conservação dos peixes, já que várias espécies podem ser vendidas através de categorias, inclusive espécies ameaçadas (ARDURA et al, 2010; CARVALHO et al., 2015), como observado para *Lutjanus purpureus*, *Carcharhinus falciformes*, *Epinephelus itajara* que foram vendidas através do nome/categoria pargo, cação e garoupa respectivamente. É importante registrar que a comercialização de *E. itajara* no Brasil é proibida desde o ano de 2002 (IBAMA, 2002; MPA/MMA N° 13/2015), sendo assim o comércio para esta espécie está ocorrendo de forma ilegal. O comércio de espécies ameaçadas é preocupante ainda mais quando é facilitado pela despadroneização da nomenclatura popular, que acaba mascarado este mercado.

Um caso de substituição ocorreu para o peixe vendido sobre o nome pescada branca, que segundo a instrução normativa MAPA N° 29 de 2015, deve ser utilizado apenas para as espécies *C. leiarchus* e *P. squamosissimus*. No entanto, todas as amostras coletadas com essa designação foram identificadas como *Cynoscion acoupa*, espécie normalmente vendida como pescada amarela e que apresenta grande importância comercial (MARTINS, 2018; SILVA 2012; FURTADO JÚNIOR et al. 2006). Essa substituição provavelmente ocorreu de forma acidental, já que os indivíduos coletados eram juvenis e muitas espécies da família Sciaenidae são morfologicamente similares e com distribuição simpátrica, o que pode gerar dificuldades na identificação correta dos táxons, como já registrado em outros trabalhos (CERVIGÓN, et al. 1993; BARBOSA, 2019).

Para espécies continentais, encontramos táxons distintos sendo comercializados por meio da designação traíra, inclusive de gêneros diferentes, sendo traíra 01, identificada como *Hoplerythrinus unitaeniatus* e traíra 02 *Hoplias missioneira*. Neste estudo, *H. missioneira* é registrada pela primeira vez na região Norte. Esta espécie foi descrita em estudo recente a parti do complexo de espécies *Hoplias malabaricus*, nas bacias do Uruguai, Paraguai e Paraná (ROSSO et al. 2016). Esse é o primeiro registro fora de sua área de descrição, o que mostra que esta espécie provavelmente encontra-se distribuída em outras áreas, já que o complexo *H. malabaricus* apresenta ampla distribuição (JACOBINA et al, 2018)

Apesar da Instrução Normativa MAPA Nº 29 de 2015 tentar estabelecer e padronizar a relação entre os nomes comuns e respectivos nomes científicos para as principais espécies comercializadas, ela ainda apresenta redundâncias, pois fornece vários nomes comuns para uma única espécie e em alguns casos exhibe nomenclaturas para peixes até nível de gênero, como canguira e pampo para *Trachinotus* sp., deixando abertura para permanência de categorias.

Ao comparamos as designações da Feira Livre com a Normativa MAPA, notamos que uma gama de táxons não possui nome semelhante na instrução normativa, assim como espécies não estão presentes na lista. Isto nos revela que temos um documento que precisa ser revisado para estabelecer de forma coerente e específica a relação de nome comercial e espécie correspondente no Brasil. Uma possibilidade para diminuir as lacunas deixadas pela categorização é elaboração de listas por região, já que as nomenclaturas variam bastante, mesmo em locais próximos.

Espécies recentemente descritas no estuário brasileiro e na Costa norte (MARCEUNIK et al., 2017) já estão sendo vendidas na Feira livre e nem possuem nome de comercialização como *H. parra* e *H. steindachneri*. Outro táxon que não apresenta designação comercial é *Menticirrhus* sp., que provavelmente trata-se de uma nova espécie para o Atlântico Sul Ocidental. Isso demonstra como a diversidade de peixes na Amazônia costeira é subestimada e mal compreendida, já que antes mesmo de tomarmos conhecimento da presença dessas espécies em nossa região, elas já vêm sendo alvos de capturas e comercialização. O que é preocupante, pois enquanto uma parte da biodiversidade permanece desconhecida, os recursos naturais vêm sendo explorados em ritmo cada vez mais intenso (MARCENIUK et al, 2013).

Provavelmente, em se tratando de peixes, muitos táxons vêm sendo extinguidos antes mesmo de serem formalmente descritos e a maneira dinâmica de comercialização, com nomenclaturas diversas e despadronizadas, associada a uma fiscalização ineficiente e/ou inexistente, estão colaborando fortemente para redução da diversidade.

DNA Barcode para identificar Diversidade íctica

A diversidade de peixes comercializada em Bragança foi revelada por meio da ferramenta DNA *Barcode*, utilizando comparações com bancos públicos, árvores filogenéticas (agrupamentos de vizinhos, inferência bayesiana) e testes delimitação (ABGD e GMYC), registrando a oferta de 88 táxons, diversidade mais elevada que o

registrado por Braga et al. (2006) e Freire et al. (2011) e similar a encontrada por Martins (2018). No entanto, as identificações realizadas nos trabalhos anteriores foram baseadas em nomenclaturas vernaculares e chaves taxonômicas, enquanto que este estudo é o primeiro a identificar um grande número de espécies comercializadas em Bragança e na região Norte por meio da ferramenta DNA *Barcode*, confirmando a eficiência da abordagem para discriminar um elevado número de táxons, assim como observados em outros estudos (BINGPENG et al., 2018; GUIMARÃES et al., 2019).

O uso do DNA *Barcode* foi preciso na diagnose e na identificação de espécies crípticas, como *Menticirrhus littoralis* e *Menticirrhus* sp., indicando que *Menticirrhus* sp. trata-se de um novo registro de ocorrência ou de uma espécie ainda não descrita.

Ao comparar as amostras do presente estudo com as sequências de *M. littoralis* do México, encontramos uma divergência genética de até 6 %, valor acima do limiar proposto por Herbet et al. (2004) para diferenciar espécies. Das nove espécies de *Menticirrhus* descritas, apenas três ocorrem no Atlântico Ocidental, *M. americanus*, *M. littoralis*, *M. saxatilis*. (JARDIM, 1988), as três foram incluídas na análise e o táxon diferiu de todas elas. Este resultado mostra que temos uma ictiofauna que permanece desconhecida. Apesar de os esforços para conhecer a ictiodiversidade da costa Norte tenham aumentando nos últimos anos, ainda possuímos lacunas no conhecimento, principalmente quando se trata de trabalhos com abordagens genéticas.

Incongruência nas identificações de sequência depositadas no BOLD e no NCBI

A ferramenta DNA *Barcode* foi eficiente para discriminar todos os táxons, no entanto, para algumas espécies as comparações com os bancos públicos mostraram ambiguidade na identificação. Casos como esses foram observados para família Mugilidae, a espécie referente a caica 02, foi 100% similar a *Mugil hospes* no NCBI e *Mugil brevirostris* no BOLD, no entanto em uma revisão recente para o grupo, a ocorrência de *Mugil hospes* no Atlântico sul ocidental foi refutada e a de *M. brevirostris* reconhecida (MENEZES et al, 2015). Desta forma, as sequências depositadas no Brasil como *M. hospes* no GenBank tratam-se, portanto, de *M. brevirostris* (DURAND et al., 2017).

Um caso semelhante foi observado para urubaiana que foi identificada como *Elops smithi*, utilizando comparações no BOLD e *Elops saurus* no NCBI, entretanto recentemente foi registrada a ocorrência de *E. smithi* no litoral Norte do Brasil, em que

todos os indivíduos coletados no estuário do Taperaçu, Bragança (Pa) correspondem a espécie *E. smithi* (SOUSA et al, 2019), o que indica que provavelmente a espécie encontrada neste estudo é *E. smithi*. Para esses dois casos, depósitos das sequências com a identificação equivocada ocorreram antes das revisões taxonômicas, entretanto após as revisões e redescritões, os depósitos não foram revisados, nem corrigidos, dificultando a identificação correta das espécies.

Para algumas espécies as inconsistências nas identificações provavelmente ocorreram devido a erros de identificação e consequente depósitos errôneos, como observado para as designações bragalhão, bagre e uricica branca, identificadas como *Sciades couma* utilizando a sequência do BOLD, mas que formaram dois grupos distintos com distancia genética de 5,20 %, nas árvores de BI e NJ, sendo bragalhão (clado 1), bagre e uricica branca (clado 2), identificadas com base em banco de referência como *Sciades couma* e *Sciades herzbergii* respectivamente.

Registros de incompatibilidades devido depósitos imprecisos ou errados nos bancos públicos tem sido relatado na literatura tanto para o sistema BOLD (GUIMARÃES et al. 2018) quanto para o NCBI (DURAND et al. 2017). Diante dessas deficiências, os pesquisadores devem ser bastante cautelosos na hora de realizar identificações, consultar a literatura especializada ou especialistas em cada grupo ou utilizar bancos de referências para resolver casos ambíguos, para que assim erros de identificação sejam mitigados e não se perpetuem, e a confiabilidade nos dados depositados em bancos públicos seja mantida.

Ictiodiversidade e implicações para a conservação

A maior diversidade de espécies foi encontrada para a família Carangidae, com 12 táxons, embora trabalhos anteriores realizados em Bragança apontem maior representatividade para família Sciaenidae (BRAGA et al., 2006; FREIRE et al., 2011, MARTINS, 2018). No entanto, Carangidae é constantemente apontada como uma das principais famílias que compõe a ictiofauna da costa Norte brasileira (SARMENTO-SOARES et al., 2017; MARCENIUK et al 2019).

A entrada de um número maior de espécies de Carangidae no comércio local pode ser atribuído ao surgimento de um novo mercado, durante o período de defeso do pargo (*L. purpureus*) e de outras espécies de maior valor comercial na costa Norte brasileira, as embarcações ficam com licença para peixes diversos e muito carangídeos, popularmente

conhecidos como ‘peixes pretos’, são capturados (Lutz, comunicação pessoal). Além disso, observações diretas na feira livre, nos permitem inferir sobre a dinâmica de comercialização, onde espécies antes não valorizadas começam a ganhar mais espaço no comércio, devido, provavelmente, a redução de estoques de espécies consideradas mais nobres, exatamente como parece estar acontecendo com membros de Carangidae.

O comércio em Bragança é realizado predominantemente com espécies marinhas, mas com representatividade de espécies dulcícolas, inclusive de peixes oriundos de piscicultura como a tilápia *Oreochromis niloticus* e o tambaqui *Colossoma macropomum*.

Observamos o comércio de espécies que não tinham sido registradas na região Bragantina (BRAGA et al., 2006; FREIRE et al., 2011, MARTINS, 2018), como *Katsuwonus pelamis* (atum), *Centropomus ensiferus* (camurim), *Trachinotus cayennensis* (pampo) *Trachinotus goodei* (pampo), *Selene setapinnis* (peixe galo), *Haemulon parra* (SDC), *Menticirrhus* sp. (SDC). Para peixes de água doce encontramos *Schizodon fasciatus* (aracu/ piau), *Hoplias missioneira* (traira), *Mylossoma duriventre* (pacu/paboca) e *Pygocentrus nattereri* (piranha).

Os resultados revelam que o comércio em Bragança é bastante dinâmico, com mudança na composição de espécies ofertadas ao longo dos anos. Certamente existem espécies que não foram amostradas, pois os desembarques e comercialização de peixes em Bragança ocorrem diariamente (ISAAC et al., 2008), no entanto, estes são os dados mais completos em relação a diversidade de peixes comercializada na região bragantina.

Nossos resultados registraram a comercialização de espécies que se encontravam ocultas pela nomenclatura popular e pela identificação taxonômica imprecisa. Esses dados lançam um alerta sobre a captura e venda de espécies que já apresentam estoques reduzidos, para que os órgãos competentes gerenciem e fiscalizem esse mercado. Além disso, chamamos atenção para o comércio de *Menticirrhus* sp, táxon até então desconhecido que já faz parte do comércio.

Para que medidas de conservação e gerenciamento pesqueiro sejam realizadas de forma efetiva é necessário primeiro conhecer a biodiversidade. Apresentamos aqui uma listagem com a correspondência entre a nomenclatura vernacular e a biológica para as espécies comercializadas em Bragança, costa Norte brasileira, a primeira obtida através de identificação molecular e que será uma importante ferramenta para o ordenamento da comercialização de pescados na região.

Considerações Finais

No presente trabalho, a ferramenta DNA *Barcode* mostrou-se extremamente eficiente na discriminação correta das espécies amostradas na Feira Livre de Bragança; os resultados mostraram casos de substituição, comércio de espécies ameaçadas, primeiro registro de ocorrência, identificação de espécies crípticas é uma possível espécie nova. Nossos resultados confirmam que nomes comuns e comerciais são imprecisos, subestimam a ictiodiversidade e podem favorecer substituições e comércio de espécies ameaçadas. Apesar de termos uma normativa para estabelecer a relação de nomes comerciais e específico, ela é incompleta e necessita de uma reformulação, que leve em consideração a diversidade de nomes e as diferentes regiões brasileiras para assim propor um nome padrão para cada espécie. Apresentamos uma lista de correspondência entre nome comercial e espécie referente em Bragança

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASCHLIMAN, N. C., Nishida, M., Miya, M., Inoue, J. G., Rosana, K. M., e Naylor, G. J. Body plan convergence in the evolution of skates and rays (Chondrichthyes: Batoidea). **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 63, n. 1, p. 28-42, 2012.

ARDURA, A., LINDE, A. R., MOREIRA, J. C., & GARCIA-VAZQUEZ, E. DNA barcoding for conservation and management of Amazonian commercial fish. **Biological Conservation**, v. 143, p. 1438-1443, 2010.

AVISE, J. C. Molecular markers, natural history and evolution. New York: **Chapman & Hall**. (1994).

BINGPENG, X., HESHAN, L., ZHILAN, Z., CHUNGUANG, W., YANGUO, W., & JIANJUN, W.. DNA barcoding for identification of fish species in the Taiwan Strait. **PloS one**, v. 13, n. 6, p. e0198109, 2018.

BARBOSA, A. J. R. **Autenticação de Pescadas (Sciaenidae – Perciformes), processadas, comercializadas no estado do Pará, por meio de métodos forenses baseados em Dna**. Tese de Doutorado (Programa de pós graduação em Biologia Ambiental). Universidade Federal do Pará. 2019

BARBOSA, José Milton; NASCIMENTO, Chirleide. Sistematização de nomes vulgares de peixes comerciais do Brasil: 2. Espécies marinhas. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 3, n. 3, p. 77-91, 2008.

BRABO, M. F., PEREIRA, L. F. S., SANTANA, J. V. M., CAMPELO, D. A. V., & VERAS, G. C. Cenário atual da produção de pescado no mundo, no Brasil e no estado do Pará: ênfase na aquicultura/Current scenario of fish production in the world, Brazil and Pará State: emphasis on aquaculture. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, v. 4, n. 2, p. 50-58, 2016.

BRAGA, C. F.; ESPÍRITO SANTO, R. V.; SILVA, B. B.; GIARRIZZO, T.; E CASTRO, E.R. A Considerações sobre a comercialização do pescado no município de Bragança - PA. **Boletim Técnico-Científico do CEPNOR**, v. 6, p. 105-120, 2006.

BRASIL. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. Instrução normativa Nº 29. Brasília: 2015, 14p.

CAMARGO, M.; ISAAC, V. Os peixes estuarinos da região Norte do Brasil: lista de espécies e considerações sobre sua distribuição geográfica. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, ser. Zool., Belém, v.17, n. 2, p.133-157, 2001.

CARVALHO, D. C., PALHARES, R. M., DRUMMOND, M. G., e FRIGO, T. B.. DNA Barcoding identification of commercialized seafood in South Brazil: a governmental regulatory forensic program. **Food Control**, v. 50, p. 784-788, 2015.

CARVALHO. D.C., NETO, D. A. P. BRASIL B. S. A. F. E OLIVEIRA; D A. A. DNA barcoding unveils a high rate of mislabeling in a commercial freshwater catfish from Brazil, **Mitochondrial DNA**, 22:sup1, 97-105, 2011.

CERVIGÓN, F.; CAPRIANI, F.; FISCHER, W.; GARIBALDI, L.; HENDRICKX, M.; LEMUS, A. J.; MÁRQUEZ, R.; POUTIERS, J. M.; ROBAINA, G. & RODRIGUEZ, B.. FAO species identification sheets for fishery purpose. Field Guide to the Commercial marine and Brackish-water Resources of the Northern Coast of South America. **Rome. FAO**. 1993.

CHANG, C. H., LIN, H. Y., REN, Q., LIN, Y. S., & SHAO, K. T. DNA barcode identification of fish products in Taiwan: Government-commissioned authentication cases. **Food Control**, v. 66, p. 38-43, 2016.

CUTARELLI, A, AMOROSO, M. G., DE ROMA, A., GIRARDI, S., GALIERO, G., GUARINO, A., & CORRADO, F. Italian market fish species identification and commercial frauds revealing by DNA sequencing. **Food Control**, v. 37, p. 46-50, 2014.

DURAND, J. D., HUBERT, N., SHEN, K. N., & BORSA, P.. DNA barcoding grey mullets. **Reviews in fish biology and fisheries**, v. 27, n. 1, p. 233-243, 2017.

DRUMMOND, ALEXEI J. AND ANDREW RAMBAUT. "BEAST: Bayesian Evolutionary Analysis by Sampling Trees." *BMC Evolutionary Biology* 7:214. 2007

DRUMMOND, A. J., SUCHARD, M. A., XIE, D., & RAMBAUT, A.. Bayesian phylogenetics with BEAUti and the BEAST 1.7. **Molecular biology and evolution**, v. 29, n. 8, p. 1969-1973, 2012.

ESPIRITO SANTO, R.D., ISAAC. V.J., SILVA, L. M.A., MARTINELLI, J.M., HIGUCHI, H., E SAINT-PAUL, U. Peixes e camarões do litoral bragantino, Pará, Brasil. **Belem: Madam**, 2005.

ESPIRITO SANTO, R. V. e ISAAC, V. J. Desembarques da pesca de pequena escala no município de Bragança –PA, Brasil: esforço e produção. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v. 25, p. 31-48. 2012.

EZARD, T., T. FUJISAWA, AND T. BARRACLOUGH.. "SPecies' Limits by Threshold Statistics. R Package Version 3." Retrieved (https://r-forge.r-project.org/R/?group_id=333). 2014

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. The State of World Fisheries and Aquaculture. p. 227, 2018. Disponível em: <http://www.fao.org/3/i9540en/I9540EN.pdf> Acessado em: 16 de Outubro de 2018

FEITOSA, L. M.; MARTINS, A. P. B.; GIARRIZZO, T.; MACEDO, W.; MONTEIRO, I. L.; GEMAQUE, R. E SOUZA, R. DNA-based identification reveals illegal trade of threatened shark species in a global elasmobranch conservation hotspot. **Scientific reports**, v.8(1), p. 1-12, 2018.

FIGUEIREDO, J. L. MENEZES N.A. Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil. III. **Teleostei** (2). 1980.

FREIRE, J. L.; SILVA, B. B.; SOUZA, A. Aspectos econômicos e higiênico-sanitários da comercialização do pescado no município de Bragança (PA). **Biota Amazônia**, v. 1, p.17-28, 2011

FURTADO JUNIOR, I.; TAVARES M. C. S.; E BRITO C. S. F. Estatísticas das produções de pescado estuarino e marítimo do estado do Pará e políticas pesqueiras. **Bol. Mus. Para.Emílio Goeldi. Ciênc.**, v. 1, 2006, 95-111p.

GALAL-KHALLAF, A., ARDURA, A., MOHAMMED-GEBA, K., BORRELL, Y. J., & GARCIA-VAZQUEZ, E. DNA barcoding reveals a high level of mislabeling in Egyptian fish fillets. **Food Control**, v. 46, p. 441-445, 2014

GOMES, GRAZIELLE ; CORREA, RAFAEL ; VENEZA, IVANA ; DA SILVA, RAIMUNDO ; DA SILVA, DANILLO ; MIRANDA, JOSY ; SAMPAIO, IRACILDA . Forensic analysis reveals fraud in fillets from the 'Gurijuba' *Sciades parkeri* (Ariidae - Siluriformes): a vulnerable fish in Brazilian Coastal Amazon. **Mitochondrial DNA Part A**, v. 30, p. 1-9, 2019.

GUIMARÃES-COSTA, A. J., MACHADO, F. S., OLIVEIRA, R. R., SILVA-COSTA, V., ANDRADE, M. C., GIARRIZZO, T., E SCHNEIDER, H. Fish diversity of the largest deltaic formation in the Americas-a description of the fish fauna of the Parnaíba Delta using DNA Barcoding. **Scientific reports**, v. 9, n. 1, p. 1-8, 2019.

GUIMARÃES, K. L. A., DE SOUSA, M. P. A., RIBEIRO, F. R. V., PORTO, J. I. R., & RODRIGUES, L. R. R. DNA barcoding of fish fauna from low order streams of Tapajós River basin. **PloS one**, v. 13, n. 12, 2018.

HALL, T. A. BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. In: **Nucleic acids symposium series**. p. 95-98, 1999.

HEBERT, P. D. N., CYWINSKA, A.; BALL, S. L.; de WAARD, J. R. 2003. Biological identifications through DNA Barcodes. *Proceedings of the Royal Society of London Series B*, **Biological Sciences**, 270: 313-332

HESTERBERG, Tim. Bootstrap. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, v. 3, n. 6, p. 497-526, 2011.

ISAAC, V. J.; ESPÍRITO SANTO, R.V.e. NUNES, J L. G. A estatística pesqueira no litoral do Pará: resultados divergentes. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, v. 3, n. 3, p. 205-213, 2008.

ISAAC-NAHUM, V. J. Exploração e manejo dos recursos pesqueiros do litoral amazônico: um desafio para o futuro. **Ciência e Cultura**, v. 58, n. 3, p. 33-36, 2006.

ISAAC, V. J. & BARTHEM R. B., Os recursos pesqueiros da Amazônia Brasileira. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Série Antropologia, Vol. 11 (2): 295-339. 1995.

IUCN. International Union for Conservation of Nature. Red List of Threatened Species 2017. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org/details/195409/0/>>. Acesso em: 15 de março de 2019.

JAAFAR, T. N. A. M., TAYLOR, M. I., NOR, S. A. M., DE BRUYN, M., & CARVALHO, G. R. .DNA barcoding reveals cryptic diversity within commercially exploited Indo-Malay Carangidae (Teleostei: Perciformes). **PLoS One**, v. 7, n. 11, p. e49623, 2012.

JACOBINA, U. P., LIMA, S. M. Q., MAIA, D. G., SOUZA, G., BATALHA-FILHO, H., e TORRES, R. A. DNA barcode sheds light on systematics and evolution of neotropical freshwater trahiras. **Genetica**, v. 146, n. 6, p. 505-515, 2018.

JARDIM L.F.A. Sinopse das espécies de *Menticirrhus* Gill, 1861 (Osteichthyes, Sciaenidae) do Atlântico Ocidental. **Revista Brasileira de Zoologia**, 5: 179–187.(1988.)

KESKİN, Emre; ATAR, Hasan H. DNA barcoding commercially important fish species of Turkey. **Molecular ecology resources**, v. 13, n. 5, p. 788-797, 2013.

KIMURA, M. A simple method for estimating evolutionary rates of base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences. **Journal of molecular evolution**, v. 16, p. 111-120, 1980.

KUMAR, Sudhir; STECHER, Glen; TAMURA, Koichiro. MEGA7: molecular evolutionary genetics analysis version 7.0 for bigger datasets. **Molecular biology and evolution**, v. 33, n. 7, p. 1870-1874, 2016.

LIBRADO, P., & ROZAS, J. DnaSP v5: a software for comprehensive analysis of DNA polymorphism data. **Bioinformatics**, v. 25, p. 1451-1452, 2009

LANFEAR, R., CALCOTT, B., HO, S. Y. & GUINDON, S. PartitionFinder: combined selection of partitioning schemes and substitution models for phylogenetic analyses. **Mol. Biol. Evol.** 29(6), 1695–1701 (2012).

MAIA, B. P., NUNES, Z. M. P., HOLANDA, F. C. A. F., SILVA, V. H. S., e SILVA, B. B. Gradiente latitudinal da beta diversidade da fauna acompanhante das pescarias industriais de camarões marinhos da costa Norte do Brasil. **Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota)**, v. 6, n. 1, p. 31-39, 2016.

MARCENIUK, A. P., ROTUNDO, M. M., CAIRES, R. A., CORDEIRO, A. P. B., WOSIACKI, W. B., OLIVEIRA, C., & MUNIZ, M. R. The bony fishes (Teleostei) caught by industrial trawlers off the Brazilian North coast, with insights into its conservation. **Neotropical Ichthyology**, v. 17, n. 2, 2019

MARCENIUK, A. P.; CAIRES, R. A., ROTUNDO, M. M., DE ALCÂNTARA, R. A. K., e WOSIACKI, W... The ichthyofauna (Teleostei) of the Rio Caeté estuary, northeast Pará, Brazil, with a species identification key from northern Brazilian coast. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 12, n. 1, p. 31-79, 2017.

MARCENIUK, A. P. CAIRES, R. A., WOSIACKI, W. B., E DARIO, F. D. Conhecimento e conservação dos peixes marinhos e estuarinos (Chondrichthyes e Teleostei) da costa Norte do Brasil. **Biota Neotropical**, v. 13, n. 4, p. 251-259, 2013.

MARTINS, T.S. **Inventário da ictiofauna comercializada na Feira Livre do município de Bragança-PA, região costeira amazônica** Trabalho de conclusão de curso (TCC) – Universidade Federal do Pará (UFPA), *campus* Bragança. 66 pg., 2018.

MENEZES, N.A., BUCKUP, P.A., FIGUEIREDO, J.L. & MOURA, R.L. Catálogo das espécies de peixes marinhos do Brasil. Universidade de São Paulo, São Paulo, 159p. 2003.

MMA/MPA. Ministério de Estado do Meio Ambiente E Ministério da Pesca e Aquicultura. Portaria Interministerial MMA N° 13, DE 2 DE OUTUBRO DE 2015. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2015/p_mpa_mma_13_2015_proibe_pesca_mero.pdf> Acesso em: 04 de janeiro de 2020.

MPA. Ministério da Pesca e Aquicultura. Boletim estatístico de pesca e aquicultura 2011. p.60, 2013

MPA. Boletim estatístico de pesca e aquicultura 2008-2012. 2013

MPA. Ministério da Pesca e Aquicultura. 2014. Disponível em: http://formsus.datasus.gov.br/novoimgarq/16061/2489520_218117 . pdf Acessado em: 07/06/2017.

PAITHANKAR, K. R.; PRASAD, K. S. Precipitation of DNA by polyethylene glycol and ethanol. *Nucleic acids research*, v. 19, n. 6, p. 1346, 1991

PARDO, M. Á., JIMÉNEZ, E., VIÐARSSON, J. R., ÓLAFSSON, K., ÓLAFSDÓTTIR, G., DANÍELSDÓTTIR, A. K., & PÉREZ-VILLAREAL, B. DNA barcoding revealing mislabeling of seafood in European mass caterings. **Food control**, v. 92, p. 7-16, 2018.

PIRES, A.C.; MARINONI, L. DNA barcoding and traditional taxonomy unified through Integrative Taxonomy: a view that challenges the debate questioning both methodologies. **Biota Neotrop.** v. 10, n. 2, 2010.

PONS, JOAN ET AL. “Sequence-Based Species Delimitation for the DNA Taxonomy of Undescribed Insects.” **Systematic Biology** 55(4):595–609. 2006

PREVIERO, Marília; MINTE-VERA, Carolina V.; MOURA, Rodrigo Leão de. Fisheries monitoring in Babel: fish ethnotaxonomy in a hotspot of common names. **Neotropical Ichthyology**, v. 11, n. 2, p. 467-476, 2013.

PULLANDRE, Nicolas et al. ABGD, Automatic Barcode Gap Discovery for primary species delimitation. **Molecular ecology**, v. 21, n. 8, p. 1864-1877, 2012.

SANGER, FREDERICK; NICKLEN, STEVEN; COULSON, ALAN R. DNA sequencing with chain-terminating inhibitors. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 74, p. 5463-5467, 1977.

SARMIENTO-CAMACHO, S; VALDEZ-MORENO, M. DNA barcode identification of commercial fish sold in Mexican markets. *Genome*, v. 61, n. 6, p. 457-466, 2018.

SARMENTO-SOARES, L. M., ALVES, C. B. M., MELO, F. A. G., MORAES, L. E., LIMA, S. M. Q., & RAMOS, T. P. A. Ictiofauna das ecorregiões de água doce e marinhas do nordeste brasileiro. *Boletim Sociedade Brasileira de Ictiologia*, v. 122, p. 16-35, 2017.

SILVA, E. S. C., CUNHA, D. S. D., ARAÚJO, C. S. P. D., SALES, A. D., e HOLANDA, F. C. A. F. Cadeia de comercialização do pescado desembarcado no posto fiscal de Bragança, Estado do Pará. 2012.

SUCHARD, M.A., LEMEY, P., BAELE, G., AYRES, D.L., DRUMMOND, A.J., RAMBAUT, A. Bayesian phylogenetic and phylodynamic data integration using BEAST 1.10. *Virus Evol* . 2018.

RAMBAUT, Andrew. FigTree v1. 4. 2012.

RAMBAUT, A.; DRUMMOND, A. J. Tracer v1. 5. 2009. 2012.

SANTANA. P. C. P. Caracterização Da Comercialização De Crustáceos E Moluscos Na Feira Livre De Bragança- Pa, Região Costeira Amazônica Trabalho de conclusão de curso (TCC) –Universidade Federal do Pará (UFPA), campus Bragança. 58 pg., 2018.

SOUSA, R. P. D., SODRÉ, D., COSTA, R. M., VALLINOTO, M., OLIVEIRA, E. H., SILVA-OLIVEIRA, G. C., ... & GUIMARAES-COSTA, A. Range distribution and contributions to taxonomy of *Elops smithi* (ELOPIFORMES: ELOPIDAE). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 91, n. 4, 2019.

TAMURA, K., STECHER, G., PETERSON, D., FILIPSKI, A., & KUMAR, S. MEGA 6: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 6.0. *Molecular Biology and Evolution*, v. 30, p. 2725 – 2729, 2013.

THOMPSON, J. D., HIGGINS, D. G., AND GIBSON, T.J. CLUSTAL W: improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, position-specific gap penalties and weight-matrix choice. *Nucleic Acids Res.* **22**, 4673–4680, 1994

VENEZA, I., FELIPE, B., OLIVEIRA, J., SILVA, R., SAMPAIO, I., SCHNEIDER, H., & GOMES, G.. A barcode for the authentication of the snappers (Lutjanidae) of the western Atlantic: rDNA 5S or mitochondrial COI?. *Food Control*, v. 38, p. 116-123, 2014.

WARD, R. D. et al. DNA barcoding Australia's fish species. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 360, p. 1847-1857, 2005.

WONG, L. L., PEATMAN, E., LU, J., KUCUKTAS, H., HE, S., ZHOU, C., & LIU, Z. DNA barcoding of catfish: species authentication and phylogenetic assessment. **PLoS One**, v.6, e17812, 2011.

Material suplementar

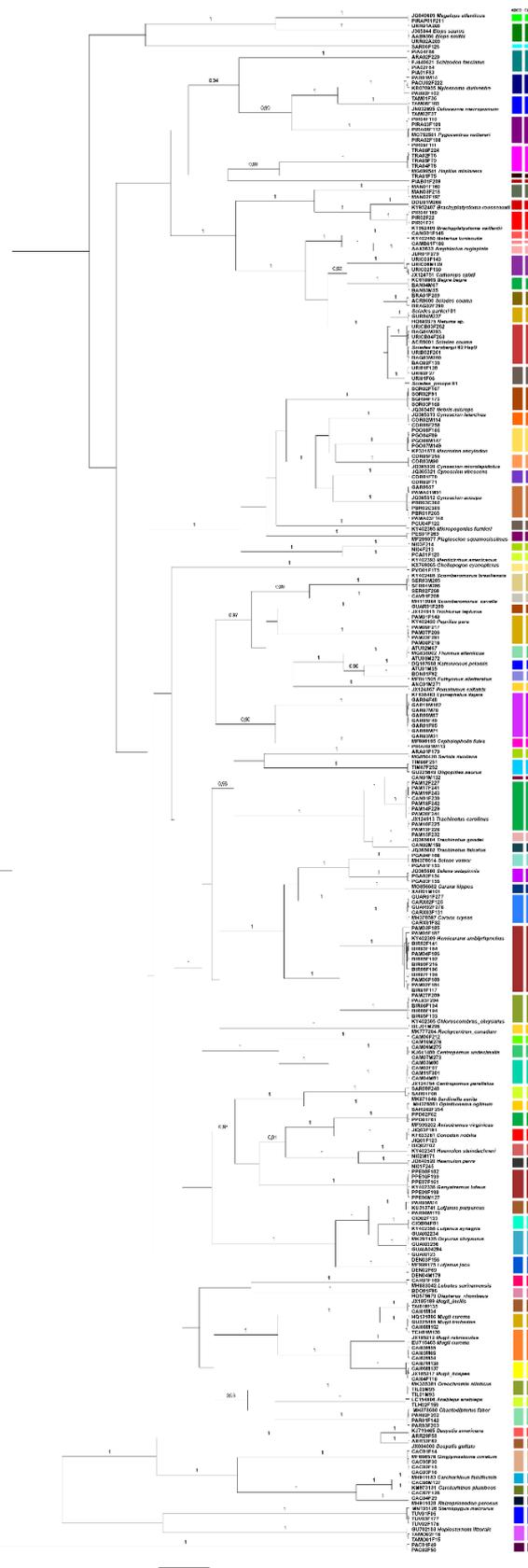


Figura 1. Árvore de inferência bayesiana obtida no BEAST. Valores nos nós indicam probabilidade *posteriori*. Retângulos representam as delimitações obtidas no ABGD e GMYC.

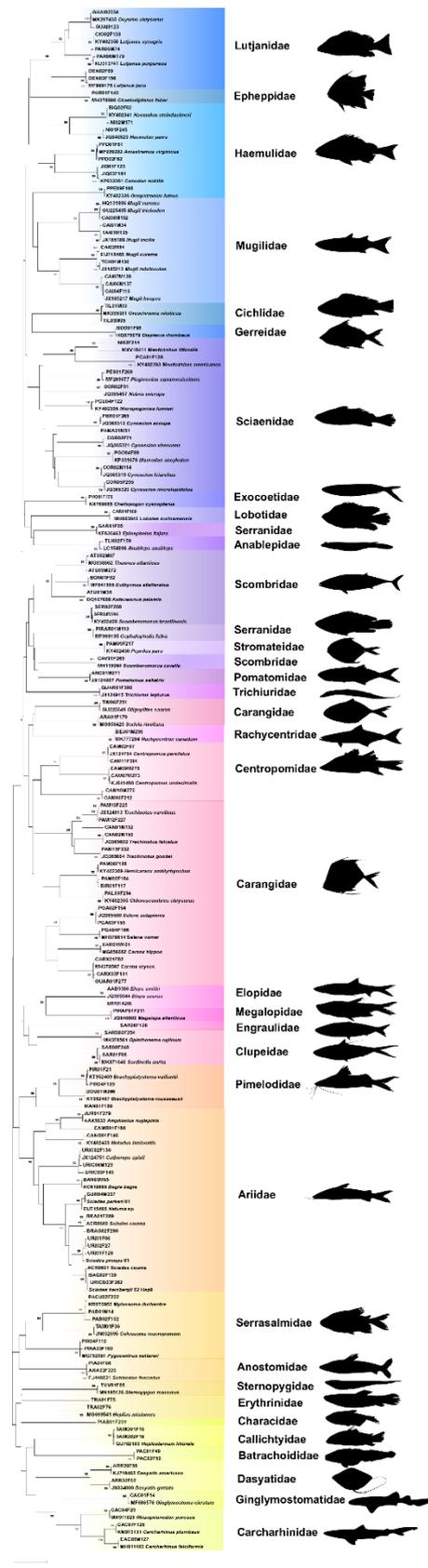


Figura 2. Árvore de agrupamento de vizinhos (NJ) para os 125 haplótipos com seqüências de banco de referência, NCBI e BOLD. Os números sobre os ramos indicam o suporte estatístico de *Bootstrap*. A coloração dos táxons foi organizada por família, esquerda encontra se os nomes das famílias e a silhueta representando cada uma

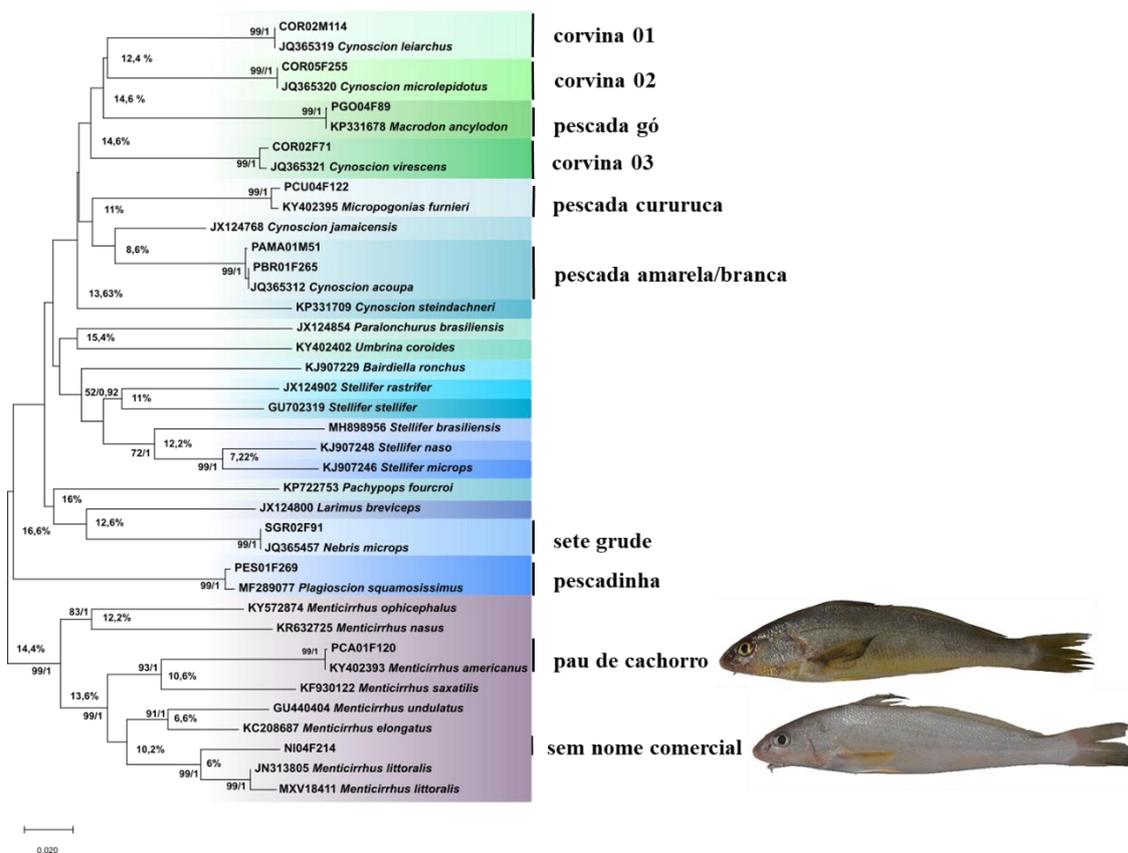


Figura 03. Árvore de agrupamento de vizinhos para família Sciaenidae, com sequências do NCBI e BOLD. Os números sobre os ramos indicam o suporte estatístico de *Bootstrap* (NJ) e probabilidade *posteriori* (BI). Em percentual encontra-se a divergência genética. A direita encontra-se o nome comercial atribuído a espécie na Feira livre de Bragança.

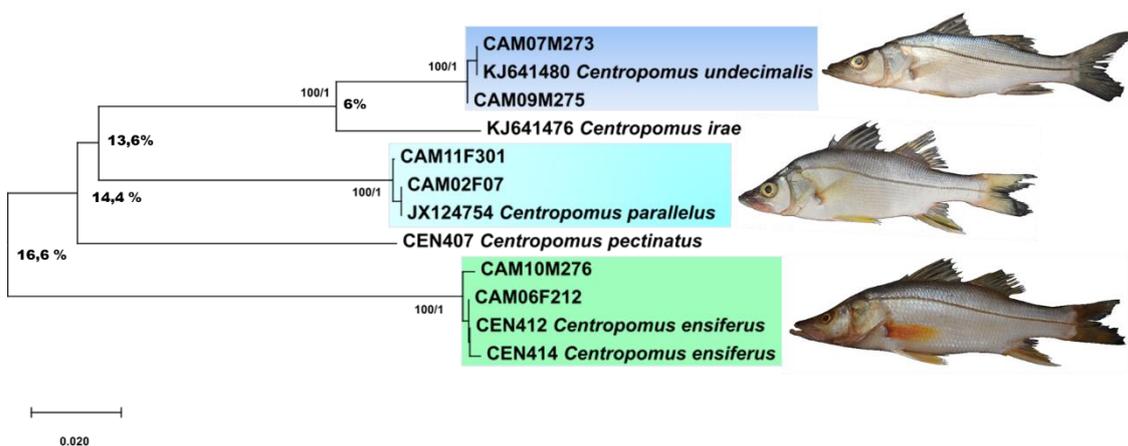


Figura 4. Árvore de agrupamento de vizinho (NJ) para Centropomídeos com sequências do NCBI e do banco de referência. Os números sobre os ramos indicam o suporte estatístico de *Bootstrap* (NJ) e probabilidade *posteriori* (BI). Em percentual encontra-se a divergência genética.

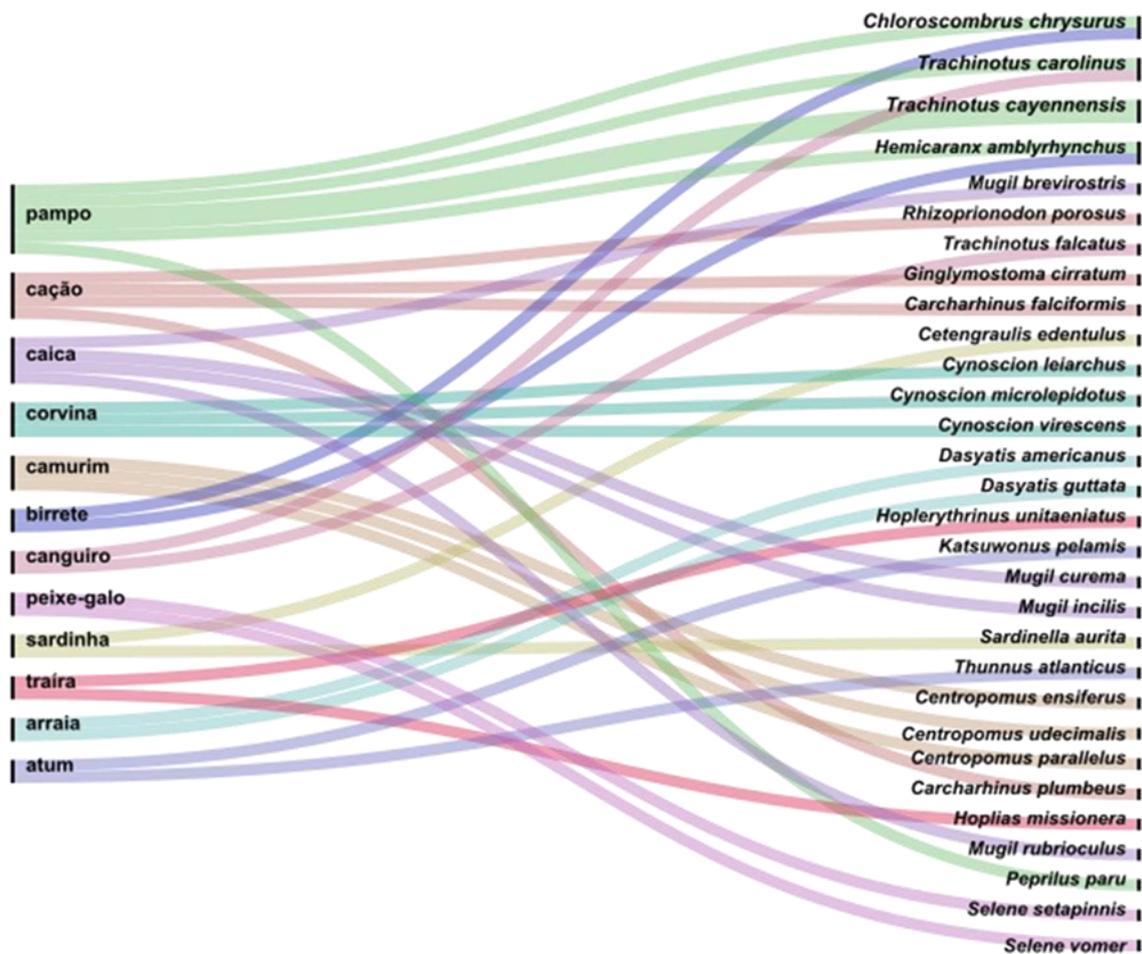


Figura 5. Diagrama aluvial para representação das 12 categorias de comercialização e as espécies correspondentes. No lado esquerdo encontra-se as categorias e no lado direito as espécies. A relação é ilustrada pela mesma coloração para categoria e as espécies. O diagrama foi gerado em RAWGraphs (<https://rawgraphs.io/>).

Apêndice 1. Lista das espécies comercializadas na Feira Livre de Bragança (Me: Mercado; Fe: Feirinha), com designação de venda e nomes na MAPA 2015

ESPÉCIES	DESIGNAÇÃO COMERCIAL	NOME COMUM NA MAPA
<i>Anableps anableps</i> (Linnaeus, 1758)	Tralhoto	não possui nome na mapa
<i>Schizodon fasciatus</i> (Spix & Agassiz, 1829)	piau/ aracu	aracu, araqu
<i>Amphiarius rugispinis</i> (Valenciennes, 1840)	Jurupiranga	bagre, bagre-jurupiranga, jurupiranga
<i>Bagre bagre</i> (Linnaeus, 1766)	Bandeirado	bagre, bagre-de-penacho, bagre-bandeirado, bandeirado
<i>Cathorops spixii</i> (Agassiz, 1829)	Uricica	não possui nome na mapa
<i>Notarius grandicassis</i> (Valenciennes, 1840)	Cambéua	bagre, bagre-branco, bagre-cambeba, cambeba, bagre- cambéu,cambéu, bagre-cambéua, cambéua, bagre-cam- beua, cambeua
<i>Notarius luniscutis</i> (Valenciennes, 1840)	Cangatã	não possui nome na mapa
<i>Sciades couma</i> (Valenciennes, 1840)	Bragalhão	bagre, bagre-catinga, bagre-Cuma
<i>Sciades parkeri</i> (Traill, 1832)	Gurijuba	bagre, bagre-gurijuba, gurijuba
<i>Sciades proops</i> (Valenciennes, 1840)	Uritinga	bagre, bagre-uritinga, uritinga, bagre-urutinga, urutinga
<i>Sciades herzbergii</i> (Bloch, 1794)	bagre/uricica branca	não possui nome na mapa
<i>Batrachoides surinamensis</i> (Bloch e Schneider, 1801)	Pacamum	não possui nome na mapa
<i>Hoplosternum littorale</i> (Hancock, 1828)	Tamatá	tamuatá, tamoatá, tamboatá, cascudo
<i>Caranx crysus</i> (Mitchill, 1815)	caraximbó/ guarajuba	xaréu, xarelete, xerelete, carapau, garajuba
<i>Caranx hippos</i> (Linnaeus, 1766)	Xaréu	xaréu, xarelete, xerelete, carapau, xaréu-cabeçudo, xere- lete-cabeçudo, xarelete-cabeçudo
<i>Chloroscombrus chrysurus</i> (Linnaeus, 1766)	palombeta/ birrete/ pampo	Palombeta
<i>Hemicaranx amblyrhynchus</i> (Cuvier, 1833)	birrete/pampo	-
<i>Oligoplites saurus</i> (Bloch e Schneider, 1801)	Timbiro	timbiro, timbira, tibiuro, guaivira
<i>Selene setapinnis</i> (Mitchill, 1815)	peixe-galo	peixe-galo, galo
<i>Selene vomer</i> (Linnaeus, 1758)	peixe-galo	peixe-galo-de-penacho
<i>Seriola rivoliana</i> (Valenciennes, 1833)	arabaiana	olhete, arabaiana, olho-de-boi
<i>Trachinotus carolinus</i> (Linnaeus, 1766)	canguiro/pampo	pampo, canguira

Apêndice 1. Lista das espécies comercializadas na Feira Livre de Bragança (Me: Mercado; Fe: Feirinha), com designação de venda e nomes na MAPA 2015

ESPÉCIES	DESIGNAÇÃO COMERCIAL	NOME COMUM NA MAPA
<i>Trachinotus cayennensis</i> (Cuvier, 1832)	Pampo	pampo, canguira
<i>Trachinotus falcatus</i> (Linnaeus, 1758)	Canguiro	pampo, canguira
<i>Trachinotus goodei</i> (Jordan & Evermann, 1896)	Pampo	pampo, canguira, pampo-listrado
<i>Carcharhinus falciformes</i> (Müller & Henle, 1839)	Cação	cação, tubarão, cação lombo-preto, tubarão lombo-preto
<i>Carcharhinus plumbeus</i> (Nardo, 1827)	Cação	cação, tubarão
<i>Rhizoprionodon porosus</i> (Poey, 1861)	Cação	cação, tubarão, cação-frango, tubarão-frango
<i>Centropomus parallelus</i> (Poey, 1860)	Camurim	robalo, robalo-peva, camurim, camorim
<i>Centropomus ensiferus</i> (Poey, 1860)	Camurim	robalo, camurim, camorim
<i>Centropomus udecimalis</i> (Bloch, 1792)	camurim	robalo, robalo-flecha, camurim, camorim
<i>Astyanax sp</i>	Piaba	Lambari
<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)	Tilápia	tilápia, tilápia-do-nilo
<i>Opisthonema oglinum</i> (Lesueur, 1818)	Sarda	sardinha-laje
<i>Sardinella aurita</i> (Valenciennes, 1847)	Sardinha	Sardinha
<i>Dasyatis americanus</i> (Hildebrand & Schroeder, 1928)	Arraia	arraia, raia, emplastro, arraia-prego, raia-prego
<i>Dasyatis guttata</i> (Bloch & Schneider, 1801)	Arraia	arraia, raia, emplastro, arraia-lixá, raia-lixá
<i>Cetengraulis edentulus</i> (Cuvier, 1829)	Sardinha	manjuba-boca-torta, boca-torta
<i>Elops smithi</i> (McBride, Rocha, Ruiz-Carus & Bowen, 2010)	Urubaiana	não possui nome na mapa
<i>Chaetodipterus faber</i> (Broussonet, 1782)	Parú	paru, paru-branco, enchada
<i>Hoplias missionera</i> (Bloch, 1794)	Traíra	não possui nome na mapa
<i>Hoplerthrinus unitaeniatus</i> (Spix e Agassiz, 1829)	Traíra	Jeju
<i>Cheilopogon cyanopterus</i> (Valenciennes, 1847)	peixe-voador	peixe-voador, peixe-voador-holandês
<i>Diapterus rhombeus</i> (Cuvier, 1829)	Bico doce	Carapeba
<i>Ginglymostoma cirratum</i> (Bonnaterre, 1788)	Cação	cação, tubarão, cação-lixá, tubarão-lixá, tubarão-enfermeiro, tubarão-pajem, cação-lambaru, tubarão-lambaru

Apêndice 1. Lista das espécies comercializadas na Feira Livre de Bragança (Me: Mercado; Fe: Feirinha), com designação de venda e nomes na MAPA 2015

ESPÉCIES	DESIGNAÇÃO COMERCIAL	NOME COMUM NA MAPA
<i>Anisotremus virginicus</i> (Linnaeus, 1758)	peixe pedra doido	salema, mercador
<i>Conodon nobilis</i> (Linnaeus, 1758)	Jiquirí	roncador, coró, coró-roncador
<i>Genyatremus luteus</i> (Bloch, 1790)	peixe-pedra	coró, peixe-pedra, golosa
<i>Haemulon parra</i> (Desmarest, 1823)	não identificado	cambuba, xira, biquara
<i>Haemulon steindachneri</i> (Jordan e Gilbert, 1882)	biquara/ não identificado	cocoroca-boca-larga
<i>Lobotes surinamensis</i> (Bloch, 1790)	Carauaçu	prejereba, xancarrona, chancarana
<i>Lutjanus jocu</i> (Bloch e Schneider, 1801)	Dentão	vermelho, dentão
<i>Lutjanus purpureus</i> (Poey, 1866)	Pargo	vermelho, pargo, pargo-vermelho
<i>Lutjanus synagris</i> (Linnaeus, 1758)	Cioba	vermelho, ariacó, ariocó
<i>Ocyurus chrysurus</i> (Bloch, 1791)	Guaiuba	vermelho, guaiúba, cioba
<i>Megalops atlanticus</i> (Valenciennes, 1847)	Pirapema	tarpon, tarpão, camurupim, pema, pirapema
<i>Mugil curema</i> (Valenciennes 1836)	Caíca	parati, saúna, pratiqueira, parati-cara-amarela
<i>Mugil incilis</i> (Hancock, 1830)	caica/tainha	não possui nome na mapa
<i>Mugil brevirostris</i> (Ribeiro, 1915)	Caica	não possui nome na mapa
<i>Mugil rubrioculus</i> (Harrison et al., 2007)	caica/ tainha chata	não possui nome na mapa
<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i> (Castelnau, 1855)	Dourada	Dourada
<i>Brachyplatystoma vaillantii</i> (Valenciennes, 1840)	Piramutaba	Piramutaba
<i>Pimelodus sp.</i>	Mandii	pintadinho, mandi
<i>Pomatomus saltatrix</i> (Linnaeus, 1766)	Anchova	enchova, anchova
<i>Rachycentron canadum</i> (Linnaeus, 1766)	Beijupirá	bejupirá, bijupirá, beijupirá
<i>Cynoscion acoupa</i> (Lacepède, 1801)	pescada amarela/ pescada branca/ garoupa	pescada, pescada-amarela, pescada-jaguara
<i>Cynoscion leiarchus</i> (Cuvier, 1830)	Corvina	pescada, pescada-branca
<i>Cynoscion microlepidotus</i> (Cuvier, 1830)	Corvina	pescada, pescada-dentão, pescada-bicuda

Apêndice 1. Lista das espécies comercializadas na Feira Livre de Bragança (Me: Mercado; Fe: Feirinha), com designação de venda e nomes na MAPA 2015

ESPÉCIES	DESIGNAÇÃO COMERCIAL	NOME COMUM NA MAPA
<i>Cynoscion virescens</i> (Cuvier, 1830)	corvina	Pescada, Pescada-Cambucu, Pescada-Cambuçu, Pescada-Cambuci, Pescada-Corvina
<i>Macrodon ancylodon</i> (Bloch e Schneider, 1801)	gó	Pescadinha, Pescadinha-Real, Pescada-Gó, Pescada-Foguete
<i>Menticirhus americanus</i> (Linnaeus, 1758)	pau de cachorro	não possui nome na MAPA
<i>Menticirhus</i> sp.	não identificado	não possui nome na MAPA
<i>Micropogonias furnieri</i> (Desmarest, 1823)	pescada cururuca	Corvina, Curuca, Cascote, Cururuca
<i>Nebris microps</i> (Cuvier, 1830)	sete grudes	Pescada-Banana
<i>Plagioscion squamosissimus</i> (Heckel, 1840)	pescadinha	Pescada-Branca, Pescada-do-Piauí
<i>Euthynnus alletteratus</i> (Rafinesque, 1810)	bonito	Bonito, Bonito-Pintado
<i>Katsuwonus pelamis</i> (Linnaeus, 1758)	atum	Bonito-Listrado, Bonito-Barriga-Listrada, Gaiado
<i>Thunnus atlanticus</i> (Lesson, 1831)	atum	Atum, Albacorinha
<i>Scomberomorus brasiliensis</i> (Collette, Russo e Zavala-Camin, 1978)	serra	Cavala, Serra, Sororoca
<i>Scomberomorus cavalla</i> (Cuvier, 1829)	Cavala	Cavala, Cavala-Verdadeira
<i>Cephalopholis fulva</i> (Linnaeus, 1758)	Pirarena	Piraúna, Catuá
<i>Epinephelus itajara</i> (Lichtenstein, 1822)	garoupa/mero	Mero
<i>Colossoma macropomum</i> (Cuvier, 1816)	Tambaqui	Tambaqui
<i>Mylossoma duriventre</i> (Cuvier, 1818)	pacu/paboca	não possui nome na MAPA
<i>Pygocentrus nattereri</i> (Kner, 1858)	Piranha	não possui nome na MAPA
<i>Sternopygus macrurus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	Tuvi	não possui nome na MAPA
<i>Peprilus paru</i> (Linnaeus, 1758)	Pampo	Gordinho, Canguiro
<i>Trichiurus lepturus</i> (Linnaeus, 1758)	Guaravilha	Peixe-Espada, Espada

Considerações

Finais

Este trabalho reuniu informações importantes sobre a diversidade de espécies comercializadas na Feira Livre de Bragança, região costeira amazônica, contendo dados obtidos a partir da identificação molecular com a ferramenta DNA *Barcode*. Identificamos a ictiodiversidade ofertada, a correspondência entre a nomenclatura vernacular e científica, a existência de categorias de comercialização, venda de espécies ameaçadas, primeiro registro na costa Norte, um possível táxon novo e discutimos eficiência da Ferramenta DNA *Barcode*. Este estudo é o primeiro realizado com técnicas moleculares, sendo de grande relevância para caracterização da cadeia de comercialização dos peixes. Desta forma concluímos que:

A Feira Livre de Bragança abriga uma grande diversidade de espécies, que encontravam se oculta pelo uso de designações comerciais, já que muitas espécies são vendidas por meio de categorias;

Encontramos 12 categorias, dentre elas a pampo abriga um maior número de espécies, incluído táxons de gêneros diferentes;

Averiguamos que para uma grande quantidade de espécies não há correspondência dos nomes obtidos neste estudo com os apresentados na Normativa do MAPA;

Registramos o comércio de espécies recém descritas para costa Norte, a primeira ocorrência de *Hoplias missioneira* na região Norte brasileira e comércio de espécies antes não registradas em Bragança;

Dentre as amostras, encontramos um possível caso de especiação em *Menticirhus*, ao qual chamamos de *Menticirhus* sp.;

Observamos a comercialização de espécies ameaçadas, inclusive comércio ilegal do mero *Epinephelus itajara*;

Averiguamos possíveis erros de identificação encontrados em sequências depositadas em bancos públicos, sendo nossas amostras identificadas com base em banco de referência.