

The background of the entire page is a close-up photograph of several green leaves. The leaves are covered with numerous small, clear water droplets, which are catching the light and creating a shimmering effect. The leaves have serrated edges and prominent veins. The overall color palette is various shades of green, from deep forest green to lighter, sunlit greens.

BIODIVERSIDADE, MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

VOLUME XIII



EDITORA CONHECIMENTO LIVRE

Frederico Celestino Barbosa

Biodiversidade, meio ambiente e desenvolvimento sustentável

13^a ed.

Piracanjuba-GO
Editora Conhecimento Livre
Piracanjuba-GO

13ª ed.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Barbosa, Frederico Celestino
B238B Biodiversidade, meio ambiente e desenvolvimento sustentável
/ Frederico Celestino Barbosa. – Piracanjuba-GO

Editora Conhecimento Livre, 2024

117 f.: il

DOI: 10.37423/2024.edcl1013

ISBN: 978-65-5367-556-8

Modo de acesso: World Wide Web

Incluir Bibliografia

1. agricultura 2. pecuária 3. sustentabilidade I. Barbosa, Frederico Celestino II. Título

CDU: 577

<https://doi.org/10.37423/2024.edcl1013>

O conteúdo dos artigos e sua correção ortográfica são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

EDITORIA CONHECIMENTO LIVRE

Corpo Editorial

MSc Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior

MSc Humberto Costa

MSc Thays Merçon

MSc Adalberto Zorzo

MSc Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno

PHD Willian Douglas Guilherme

MSc Andrea Carla Agnes e Silva Pinto

MSc Walmir Fernandes Pereira

MSc Edisio Alves de Aguiar Junior

MSc Rodrigo Sanchotene Silva

MSc Adriano Pereira da Silva

MSc Frederico Celestino Barbosa

MSc Guilherme Fernando Ribeiro

MSc. Plínio Ferreira Pires

MSc Fabricio Vieira Cavalcante

PHD Marcus Fernando da Silva Praxedes

MSc Simone Buchignani Maigret

Dr. Adilson Tadeu Basquerote

Dra. Thays Zigante Furlan

MSc Camila Concato

PHD Miguel Adriano Inácio

MSc Anelisa Mota Gregoleti

PHD Jesus Rodrigues Lemos

MSc Gabriela Cristina Borborema Bozzo

MSc Karine Moreira Gomes Sales

Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares

MSc Pedro Panhoca da Silva

MSc Helton Rangel Coutinho Junior

MSc Carlos Augusto Zilli

MSc Euvaldo de Sousa Costa Junior

Dra. Suely Lopes de Azevedo

Dr. Francisco Odecio Sales

MSc Ezequiel Martins Ferreira

MSc Eliane Avelina de Azevedo Sampaio

MSc Carlos Eduardo De Oliveira Gontijo

Dr. Rodrigo Couto Santos

Dra. Milena Gaion Malosso

PHD Marcos Pereira Dos Santos

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	6
CULTURA DE CÉLULAS EM PEIXES MARINHOS: UMA NOVA FERRAMENTA PARA ESTUDOS CITOGENÉTICOS E CONHECIMENTO DA BIODIVERSIDADE	
Bruna Ferraz Deorio Fabilene Gomes Paim Claudio Oliveira DOI 10.37423/240909314	
CAPÍTULO 2	16
AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES POPULACIONAIS DE PARALONCHURUS BRASILIENSIS (STEINDACHNER, 1875) NO ATLÂNTICO SUL	
Mário Cesar Sedrez Germano Henrique Costa Barrilli Evelise Nunes Fragoso-Moura João Pedro Barreiros Joaquim Olinto Branco José Roberto Verani DOI 10.37423/240909316	
CAPÍTULO 3	35
ESTRUTURA POPULACIONAL E ASPECTOS REPRODUTIVOS DE PARALONCHURUS BRASILIENSIS (STEINDACHNER, 1875) (PERCIFORMES: SCIAENIDAE),PENHA, SC, SUL DO BRASIL	
Mario Cesar Sedrez Germano Henrique Costa Barrilli Evelise Nunes Fragoso-Moura João Pedro Barreiros Joaquim Olinto Branco José Roberto Verani DOI 10.37423/240909317	
CAPÍTULO 4	71
SELECTIVE PROCESS FOR ETHANOL PRODUCTION IN MICROBIAL FERMENTATION OF SUGARS	
Antonio Pedro Lourenço DOI 10.37423/240909331	

CAPÍTULO 5 87

ÉPOCA DE OCORRÊNCIA E CARACTERIZAÇÃO DOS PRINCIPAIS ISENTOS-PRAGA NA CULTURA DO MILHO, NO MUNICÍPIO DE SERRA TALHADA-PE

Pedro Henrique da Silva Nascimento

Jéssica da Silva Xavier

Josimar Bento Simplício

Douglas Nogueira Lima

Diego Tenório de Carvalho

Graciane Xavier Leal Ferraz

Cinthya Kelly Ribeiro Silva

Jiselle da Silva Xavier

Vinícius Rogério Leite

Lucas Matheus Monteiro dos Santos

DOI 10.37423/240909339

CAPÍTULO 6 103

DIAGNÓSTICO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE PAPEL NO INSTITUTO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DAS ÁGUAS – UFOPA – CAMPUS SANTARÉM / PA

Rui Rodrigues de Brito

Fabiane Miranda da Silva

Josiane dos Santos Meireles

Manoel Bentes dos Santos Filho

DOI 10.37423/240909351

Capítulo 1



10.37423/240909314

CULTURA DE CÉLULAS EM PEIXES MARINHOS: UMA NOVA FERRAMENTA PARA ESTUDOS CITOGENÉTICOS E CONHECIMENTO DA BIODIVERSIDADE

Bruna Ferraz Deorio

Fabilene Gomes Paim

Claudio Oliveira

*Faculdade de Medicina, Universidade
Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho*

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

*Instituto de Biociências, Universidade
Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho*



Resumo: O desenvolvimento de novas metodologias para culturas de células tem crescido nos últimos anos, principalmente pelo seu enorme potencial de aplicação em diferentes estudos, com diferentes grupos animais e humanos, incluindo a obtenção de cromossomos mitóticos. Contudo, essa tecnologia ainda não está amplamente difundida dentro da citogenética de peixes pela dificuldade de padronização, especialmente em peixes marinhos. No litoral brasileiro há cerca de 1300 espécies de peixes e muitas dessas espécies são utilizadas na pesca comercial e de subsistência e também em outras áreas como prospecção de fármacos e aquarismo. Apenas uma pequena parcela foi estudada do ponto vista citogenético. Assim, considerando a grande biodiversidade de peixes marinhos encontrada na costa brasileira, a dificuldade em se obter preparações cromossômicas de boa qualidade para alguns grupos de peixes e a ausência de informações citogenéticas na grande maioria dos representantes dos teleósteos marinhos, o presente estudo tem como objetivo estabelecer uma técnica de cultura de células aderentes para peixes marinhos através da adequação da metodologia já desenvolvida por nós para peixes dulcícolas, visando aumentar o conhecimento citogenético nesse grupo. Como resultado desse projeto foi criada uma cultura de células da espécie *Atherinella brasiliensis*. A análise citogenética das linhagens celulares de *A. brasiliensis* foi realizada na primeira e segunda passagem e revelou um número modal de $2n=48$ cromossomos, com a presença de quatro cromossomos metacêntricos/submetacêntricos e 44 cromossomos subtelocêntricos/acrocêntricos. O número diplóide encontrado já foi descrito na literatura com pequenas diferenças na fórmula cariotípica da descrita neste estudo.

Palavras – chaves: Fibroblastos, Linhagem de células, citogenética, teleósteos marinhos

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos têm crescido o desenvolvimento de novas metodologias para culturas de células de peixes, sendo que várias delas foi adaptada a partir das metodologias desenvolvidas para culturas de células de mamíferos. Em geral, essas metodologias utilizam de um pequeno de fragmento de tecido dissociado mecanicamente para isolar as células e posteriormente cultivar essas células em substrato aderente (Sobhana et al., 2009; Wang et al., 2012), enquanto outras metodologias utilizam de enzimas proteolíticas para isolar as células do tecido e depois cultivá-las em substrato aderente (Fu et al., 2015; Paim et al., 2018). Algumas metodologias tem utilizado de pré-tratamentos com soro fetal bovino, gelatina, laminina e outros compostos para otimizar e estabelecer culturas que tem dificuldade de adesão (Kim et al., 2014; Paim et al., 2018).

A técnica de cultura de células tem demonstrado um enorme potencial de aplicação em diversas áreas, como biotecnologia e aquicultura (Villena, 2003; Pham et al., 2016). De acordo com Villena (2003) o surgimento de patógenos é um desafio para práticas da aquicultura e estratégias que visem identificar desses patógenos e seu controle são considerados mais eficazes. A implementação de métodos *in vitro*, como as culturas de células, permite um melhor controle das condições evitando stress e influências ambientais e além de sérios riscos para saúde dos animais, mas também para piscicultores e consumidores (Villena, 2003). Por exemplo, a aplicação da técnica de cultura de células com a finalidade de detectar e isolar vírus de peixes no diagnóstico de doenças virais em peixes de piscicultura tem sido muito úteis, já que os vírus de peixes são específicos do hospedeiro e utilizar linhagens celulares seria o mais adequado para caracterização e monitoramento de doenças virais, como demonstrado nas linhagens de células de espécies de *Carassius auratus* em ensaios para testar a resistência de nove vírus de peixes, dos quais três deles apresentaram resistência à infecção (Jing et al. 2017).

Outras aplicações biotecnológicas da metodologia de cultura de células são em estudos de transfecção de DNA exógeno, seleção de promotores ou noucate de genes, aplicadas já em diferentes para espécies como salmão, medaka, carpa, entre outros (Collet et al. 2018; Liu et al. 2018). Fu et al. (2015) demonstraram em linhagens de células de *Siniperca chuatsi* a transfecção do gene da proteína verde fluorescente com o promotor de citomegalovírus ativo levando a expressão do gene da proteína verde fluorescente nessas linhagens celulares, revelando que a manipulação genética em linhagens permite o melhor entedimento das interações entre patógenos e hospedeiros. Outro estudo mais recente de Liu et al. (2018) mostrou com eficácia o noucaute de gene em culturas de células de medaka utilizando

a tecnologia de CRISP-CAS9. Neste estudo, os autores obtiveram três mutações em genes do complexo da ribonucleoproteína nas linhagens celulares de medaka, demonstrando que a combinação de uso de linhagens e tecnologia de CRISP-CAS9 podem superar gargalos técnicos, tais como a eliminação de obtenção de expressão de plasmídeos e vírus para produzir RNA guia e CAS9 para células de peixes.

Quando comparamos os dados citogenéticos da ictiofauna marinha em relação aos dados citogenéticos para peixes de água doce, essas informações são menos numerosas. Essa diferença se deve sobretudo a dificuldade de transporte e manutenção desses organismos marinhos para laboratório, principalmente quando esses peixes são de grande porte. Diante disso, muitas famílias de peixes marinhos de importância ecológica e econômica acabam não sendo estudadas do ponto de vista citogenético ou temos para elas um conhecimento restrito à citogenética clássica. Sabe-se que uma boa caracterização cromossômica pode auxiliar nas investigações sobre as tendências evolutivas ou ainda na identificação de espécies com problemas taxonômicos. Nesse sentido, uma abordagem onde se utilize a metodologia de cultura de células a partir de um pequeno fragmento de tecido para fornecer cromossomos de qualidades, muitas vezes sem a necessidade de sacrifício do indivíduo, pode ser considerada uma boa alternativa para estudar cariótipo de peixes marinhos.

OBJETIVOS

Considerando a grande biodiversidade do ambiente marinho encontrada na costa brasileira, a dificuldade em se obter preparações cromossômicas de boa qualidade para alguns grupos de peixes e a ausência de informações citogenéticas na grande maioria dos representantes dos peixes marinhos, o presente estudo tem como objetivo estabelecer uma técnica de cultura de células aderentes para peixes marinhos através da adequação da metodologia descrita por Paim et al. (2018), para peixes dulcícolas, visando ampliar o conhecimento citogenético em grupos de peixes marinhos.

Dessa forma, como objetivos específicos desse trabalho temos:

- i) Ajustar a metodologia de cultura de células para peixes marinhos;
- ii) Isolar e manter culturas primárias de células de fibroblastos de dez espécies de diferentes ordens de peixes marinhos;
- iii) Estabelecer linhagens celulares dessas espécies;
- iv) Obter preparações cromossômicas dessas linhagens celulares;
- v) Testar marcadores citogenéticos nas espécies estudadas;

- vi) Criopreservar as linhagens celulares obtidas em nitrogênio líquido, criando um primeiro banco de células de peixes marinhos no Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Material

Para o presente projeto pretendemos analisar duas espécies de peixes marinhos de diferentes ordens. O critério de escolha das espécies será aquela que tenha importância comercial, ausência de dados citogenéticos e/ou apresente dados citogenéticos poucos resolutivos. As espécies serão coletadas na natureza mediante licença de coleta do IBAMA/SISBIO utilizando diferentes apetrechos de pesca e de acordo com os princípios da Comissão de Ética no Uso de Animais (Certificado 1057). Os exemplares de pequeno porte serão transportados ao Laboratório de Biologia e Genética de Peixes em sacos plásticos aerados onde serão mantidos vivos até o momento da preparação das culturas celulares. Já, para os exemplares de grande porte, fragmentos de tecido epitelial/muscular serão coletados em campo e armazenados em meio suplementados com antibióticos e antimicóticos e apenas um exemplar testemunho será preservado em nossa coleção de peixes; os demais espécimes serão devolvidos ao habitat natural quando vivos.

MÉTODOS

Obtenção da cultura primária e desenvolvimento das linhagens celulares

Foram coletados exemplares de *Atherinella brasiliensis* no estuário de Ilha Comprida-São Paulo. Fragmentos de nadadeira e músculos foram utilizados para a obtenção das culturas celulares, que foram mantidas a 27,5°C e 5%CO₂ em meio completo até alcançar 80% de confluência e, então subcultivadas (Paim *et al.*, 2018). As preparações cromossômicas seguiram a técnica descrita em Paim *et al.* (2018).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As culturas de células primárias de *Atherinella brasiliensis* (Figura 1) apresentaram adesão e começaram a adquirir morfologia fibroblastóide após 24 horas e, após nove dias essas células já ocupavam quase toda a superfície dos frascos. Após subcultivadas, essas células atingiram 80% de confluência celular dois dias (Figura 2).

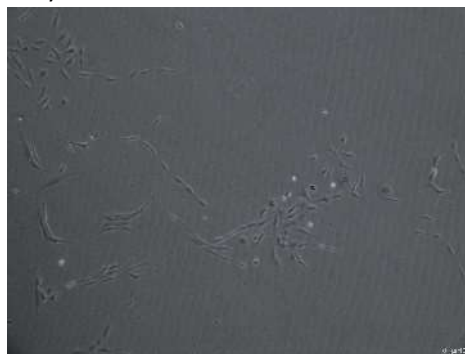


Figura 1: Cultura de células primárias de *Atherinella brasiliensis* após cinco dias de cultivos.



Figura 2: Células subcultivadas de *Atherinella brasiliensis* na segunda passagem após 24 horas.

A análise citogenética das linhagens celulares de *A. brasiliensis* foi realizada na primeira e segunda passagem e revelou um número modal de $2n=48$ cromossomos (Figura 3), com a presença de quatro cromossomos metacêntricos/submetacêntricos e 44 cromossomos subtelocêntricos/acrocêntricos. O número diplóide encontrado já foi descrito por Sczepanski et al. (2007) com pequenas diferenças nas fórmulas cariotípicas da descrita neste estudo.



Figura 3: Metafase de *Atherinella brasiliensis* com $2n = 48$ cromossomos.

As culturas de células primárias de *Centropomus parallelus* apresentaram adesão e começou adquirir morfologia celular após 24 horas e após seis dias de cultivos essas células já ocupavam quase toda a superfície dos frascos (Figura 4). Essas células foram subcultivadas em garrafas de 25 cm³ e 75cm³, e entre 24 e 48 horas essas culturas atingiram 80% de confluência celular (Figura 5).

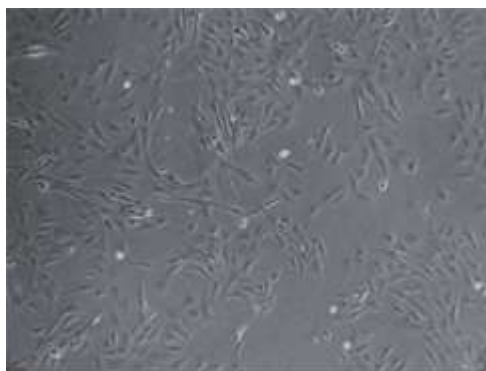


Figura 4: Cultura de células primárias de *Centropomus parallelus* após 6 dias de cultivos.



Figura 5: Linhagens de células de *Centropomus parallelus* na primeira passagem após 24 horas.

As linhagens celulares de *Centropomus parallelus* foram congeladas na terceira passagem com número de células congeladas variando de $1,445 \times 10^6$ a $1,78 \times 10^6$ células e com viabilidade de 96% a 97%, e são

as primeiras linhagens obtida para o gênero *Centropomus*. As espécies do gênero *Centropomus* tem um importante valor comercial e seu cultivo está em ascensão pela alta qualidade da sua carne (Costa-Filho *et al.*, 2013).

A análise citogenética das linhagens celulares de *Centropomus parallelus* foi realizada em diferentes passagens e revelou um número modal de $2n=48$ cromossomos (Figura 6).



Figura 6: Metafase de linhagens celulares de *Centropomus parallelus* com $2n=48$ cromossomos.

CONCLUSÃO

Os números diplóides encontrados são idênticos aos descritos na literatura, mostrando que a cultura de células é uma ferramenta importante para um melhor conhecimento da biodiversidade e para sua conservação.

REFERÊNCIAS

- Collet B, Collins C, Lester K (2018) Engineered cell lines for fish health research. *Developmental and Comparative Immunology*, 80, 34-40.
- Costa-Filho J, Fabregat TEP, Rosa AVL (2013) A review of major aspects of snook breeding. *Revista de Ciências Agroveterinárias*. Lages, 12(3):317-325
- Fu X, Li N, Lai Y, Luo X, Wang Y et al (2015) A novel fish cell line derived from the brain of Chinese perch *Siniperca chuatsi*: development and characterization. *Journal of Fish Biology* 86: 32–45.
- Howel WM, Black DA (1980) Controlled silver-staining of nucleolus organizer regions with a protective colloidal developer: a 1-step method. *Experientia* 36: 1014-1015.
- Jing H, Xiangmei L, Xu L, Gao L, Zhang M, Wu S (2017) Establishment and characterization of a heart-derived cell line from goldfish (*Carassius auratus*). *Fish Physiol Biochem.*, DOI 10.1007/s10695-017-0345.-4
- Kim MS, Nam YK, Park C et al (2014) Establishment condition and characterization of heart-derived cell culture in Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*). *In Vitro Cell.Dev.Biol. - Animal* 50:909–917. DOI 10.1007/s11626-014-9793-7
- Liu Q, Yuan Y, Zhu F, Hong Y, Ge R (2018). Efficient genome editing using CRISPR/Cas9 ribonucleoprotein approach in cultured Medaka fish cells. *The Company of Biologists Ltd | Biology Open* (2018) 7, bio035170. doi:10.1242/bio.035170.
- Paim, F.G.; Maia, L.; Landim-Alvarenga, F.C.; Foresti, F.; Oliveira, C. (2018) New Protocol for Cell Culture to Obtain Mitotic Chromosomes in Fishes. *Methods Protoc.* 1, 47.
- Pham PH, Vo NTK, Tan EJH, Russell S, Jones G, Lumsden JS, Bols NC (2016) Development of an Atlantic salmon heart endothelial cell line (ASHe) that responds to lysophosphatidic acid (LPA). *In Vitro Cell.Dev.Biol.-Animal* 53: 20–32. DOI 10.1007/s11626-016-0077-2
- Pinkel D, Straume T, Gray JW (1986) Cytogenetic analysis using quantitative, high sensitivity, fluorescence hybridization. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* 83:2934–2938.
- Sczepanski TS, Noleto RB, Kantek MCS, Cortinhas MCS, Cestari MM (2007) Classical and molecular cytogenetics of *Atherinella brasiliensis* (Teleostei, Atheriniformes) from South coast of Brazil. *Journal of Fish Biology*, 71: 453-460.
- Sobhana KS, George KC, Venkat Ravi G, Ittoop G, Paulraj R (2009) Development of a Cell Culture System From Gill Explants of the Grouper , *Epinephelus malabaricus* (Bloch and Shneider). *Asian Fisheries Science*, 22: 1–6.
- Sumner AT (1972) A simple technique for demonstrating centromeric heterochromatin. *Expl. Cell Res.*, 75: 304-306.
- Villena AJ (2003) Applications and needs of fish and shellfish cell culture for disease control in aquaculture. *Reviews in Fish Biology and Fisheries views in Fish*, 13: 111–140.

Wang X, Yang J, Chen X, Pan X (2012) Establishment and characterization of a fibroblast-like cell line from *Anabarilius grahami* (Cypriniformes: Cyprinidae). *Zoological Research* 33, (E5-6): E89–97.

Capítulo 2



10.37423/240909316

AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES POPULACIONAIS DE PARALONCHURUS BRASILIENSIS (STEINDACHNER, 1875) NO ATLÂNTICO SUL

Mário Cesar Sedrez

*Instituto Federal de Santa Catarina/Câmpus
Florianópolis*

Germano Henrique Costa Barrilli

*Universidade Federal de São
Carlos/Departamento de Hidrobiologia*

Evelise Nunes Fragoso-Moura

*Universidade Federal de São
Carlos/Departamento de Hidrobiologia*

João Pedro Barreiros

*CE3C/ABG-Centre for Ecology, Evolution and
Environmental Changes/University of the
Azores. Portugal.
Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI.*

Joaquim Olinto Branco

José Roberto Verani

*Universidade Federal de São
Carlos/Departamento de Hidrobiologia*



Resumo: A análise histórica do bycatch na costa atlântica brasileira, tem denunciado a vulnerabilidade da fauna marinha, exposta à pesca artesanal de arrasto do camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*), como *Paralonchurus brasiliensis*, uma espécie abundante, frequente, porém, com baixo valor comercial e com elevadas taxas de descartes nas capturas. Assim, este trabalho tem como objetivo avaliar as condições populacionais de *P. brasiliensis* em diferentes profundidades, com vistas a contribuir para a compreensão do impacto da pesca de *X. kroyeri* sobre os ecossistemas costeiros. Assim, efetuaram-se mensalmente, três arrastos de 30 minutos/cada, nas isóbatas de 10, 20 e 30 metros, entre julho/2013 e junho/2014. De cada exemplar de *P. brasiliensis* foram registrados o comprimento total (Lt) e o peso fresco total (Wt), para se estabelecer a curva da relação peso/comprimento. Calculou-se o fator de condição relativo (kn) e aos valores médios mensais nas três isóbatas, aplicou-se a ANOVA e o teste de Tukey, com significância de 95%. Para se avaliar a incidência das capturas e aumentar a homogeneidade das amostras, os valores médios de kn obtidos foram transformados através da raiz quadrada de $x+1$. Foram capturados 3040 indivíduos, sendo 29,01%, em 10m de profundidade, 28,95% (20m) e 42,04% (30m).

A amplitude do comprimento total variou entre 2,7 e 23,3 cm e peso entre 0,17 e 116,65 g. A relação peso-comprimento é suportada por um alto valor do coeficiente de determinação ($R^2 = 0,9761$) e pode ser representada pela equação: $Wt = 0,0034.Lt^{3,3142}$ e seu coeficiente angular, indica que *P. brasiliensis* apresenta crescimento alométrico positivo. O maior percentual de capturas recaiu sobre a classe de comprimento de indivíduos menores que 15,0 cm (74,97%), seguido daqueles entre 15,0 e 18,0 (19,38%) e dos maiores que 18 cm (5,66%), com diferenças significativas mensais ($F_{2-33}=11,0180$; $p<0,05$) e sazonais ($F_{2-9}=8,8270$; $p<0,05$), porém, sem diferenças significativas entre as isóbatas, para as mesmas classes de comprimentos ($F_{2-6}= 0,1203$; $p\geq 0,05$). O Kn apresentou os valores médios mais elevados no outono em todas as isóbatas e os menores no verão (10m), inverno e primavera (20m) e inverno e verão (30m). Os valores médios anuais de kn variaram entre $1,05 \pm 0,07$; $1,02 \pm 0,09$ e $0,99 \pm 0,08$, respectivamente nos 10, 20 e 30m, sendo similares nas isóbatas ($F_{2-33} = 1,8250$; $p>0,05$) e significativamente diferentes nas estações do ano ($F_{3-8} = 5,9930$; $p<0,05$). As médias anuais de kn indicaram uma boa condição da espécie nas três isóbatas ($kn=1$), com um valor significativamente maior nos 10 m ($p<0,05$). Isso é preocupante, na medida em que indivíduos com melhor desempenho estão sendo capturados com maior frequência nessa profundidade. Isso talvez pode afetar o recrutamento e prejudicar o estabelecimento dessa espécie no ambiente. Diante do impacto da pesca

de *X. kroyeri* sobre *P. brasiliensis* sugere-se urgência na adoção de estratégias de conservação que reduzam o efeito da pesca de arrasto e possibilitem a sustentabilidade na pesca extrativa marinha.

Palavras-chave: alometria, fator de condição relativo, biologia da conservação; pesca de arrasto; capturas acessórias; ictiofauna acompanhante; *Xiphopenaeus kroyeri*.

1. INTRODUÇÃO

Há mais de meio século a pesca de arrasto desperta a atenção mundial sobre os impactos gerados pela captura e descarte de grandes quantidades de organismos conhecidos como bycatch ou capturas acessórias.

Para além de um problema antigo na história de muitas pescarias (Zhou, 2008; Pauly e Zeller, 2016), o descarte do bycatch tem suscitado debates globais intensos entre os cientistas, organismos de conservação (governamentais e não governamentais) e o público em geral (Gourguet et al., 2016), claramente preocupados com os impactos causados aos ecossistemas marinhos e a sustentabilidade da pesca (Alverson et al., 1994; Kelleher, 2005; Davis et al., 2009; Bellido et al., 2011; Keledjian et al., 2014; Funes et al., 2015; Rindorf et al., 2016; Pauly e Zeller, 2016). A grande mortalidade das capturas acessórias descartadas ameaçam diretamente a sustentabilidade e a biodiversidade marinha, com a remoção de juvenis importantes e de espécies não visadas, comprometendo a dinâmica ecossistêmica (Pusceddu et al., 2014). Tudo isso reflete na diminuição dos recursos pesqueiros e agrava a situação socio-econômica mundial das comunidades costeiras, especialmente aquelas da pesca de pequena escala (FAO, 2016b).

As maiores taxas de descartes da pesca marinha mundial estão associadas à pesca de arrasto de camarões (Kelleher, 2005), sendo que Davies e colaboradores (2009), estimaram o bycatch mínimo anual, em 38,5 milhões de toneladas (40,4%).

Segundo estes autores, os maiores percentuais de bycatch ocorreram no Atlântico Nordeste (19,8%), Mediterrâneo e Mar Negro (21,1%), América Central e Caribe (64,4%) e África (70,2%). De acordo com Pauly e Zeller (2016), esses valores podem ser 53,0% maiores do que os valores divulgados, pois os dados sumarizados de desembarques divulgados pela FAO entre 1950-2010 são subestimados e não incluíram a pesca artesanal e a pesca de subsistência, a captura da pesca recreativa, as capturas ilegais e de outras formas não declaradas e, portanto, não explicitam a magnitude das capturas mundiais. De acordo com Barreiros (2015), estes aspectos refletem o fato de existir um quase desconhecimento dos valores de pesca e de bycatch direcionados às pescas artesanais e recreativas.

Porém, um aspecto positivo com base em evidências recentes sugerem que o bycatch outrora descartado, atualmente está se reduzindo e há um melhor aproveitamento em várias partes do mundo (FAO, 2014). Isto ocorre, principalmente, em regiões da Ásia e África em que o bycatch é utilizado como alimento humano (peixes frescos, secos, defumados, enlatados e congelados) e matéria-prima

para a indústria de rações animais e fertilizantes (Clucas, 1997; Chandrapal, 2007; Stobutzki et al., 2007; Davies et al., 2009; Dineshbabu et al., 2013).

Entretanto, como destacado no capítulo I, no Atlântico Sul e Golfo do México a taxa de descartes da pesca de camarão é muito elevada e pode chegar a 64,0% das capturas (Keledjian et al., 2014). Nas regiões Central, Sudeste e Sul do Brasil, estimasse que as pescarias de arrasto descartem de 22,0 a 33,0% do total das capturas, (Kelleher, 2005) e mais recentemente, Davies e colaboradores (2009) estimaram que 59,9% de todas as capturas marinhas brasileiras são descartadas anualmente. Conforme descrito no capítulo I, no litoral brasileiro, estima-se que a proporção entre peixes e as biomassas de camarões sete-barbas capturadas (*Xiphopenaeus kroyeri* Heller, 1862) seja de 9,3:1 (Alverson et al., 1994). Na região sul, no Estado de Santa Catarina, o maior produtor nacional de peixes e crustáceos marinhos (MPA, 2012), oscila entre 1:1 a 8:1, no município de Penha (Branco e Verani, 2006a). Dentre as espécies de peixes não-alvo mais comuns no bycatch e comumente descartadas destaca-se *Paralanchurus brasiliensis* (Steindachner, 1875) (Bail e Branco, 2007; Sedrez et al., 2013a; 2013b; Branco et al., 2015).

Paralanchurus brasiliensis é uma espécie-chave de amplo espectro trófico e participa de diferentes cadeias alimentares (Soares e Vazzoler, 2001; Branco, Lunardon-Branco e Verani, 2005; Rossi-Wongtschowski; Soares; Muto, 2008), principalmente como predador de crustáceos, equinodermos e poliquetas (Branco et al., 2005; Araújo et al., 2014). Por outro lado, é presa de predadores de topo como peixes maiores (tubarões e raias) (Bornatowski et al., 2014), tartarugas marinhas (Awabdi, Siciliano e Di Benedetto, 2013), aves marinhas (albatrozes e petréis) (Colabuono; Vooren, 2007) e mamíferos marinhos (pinípedes e golfinhos) (Lopes et al., 2012; Oliveira et al., 2013; Badia et al., 2015; Milmann et al., 2016). *Paralanchurus brasiliensis* também é espécie bioindicadora de qualidade ambiental em estudos sobre a bioacumulação e biotransferência ao longo das cadeias alimentares marinhas (Kehrig, 2009).

Portanto, *P. brasiliensis* apresenta importância funcional relevante nas teias alimentares do ambiente onde vive. Nesse sentido, Floeter e colaboradores (2007) chamam a atenção para o efeito da pesca sobre grupos funcionais importantes dos ecossistemas como as interações entre presas e predadores fundamentais à estabilidade ecológica das comunidades.

A despeito da importância ecológica do *P. brasiliensis*, nas áreas de pesca do camarão sete-barbas, estudos sobre aspectos biológicos dessa espécie, ainda são escassos na literatura (Costa et al., 2012). Assim, esse trabalho tem como objetivo avaliar as condições populacionais de *P. brasiliensis* no

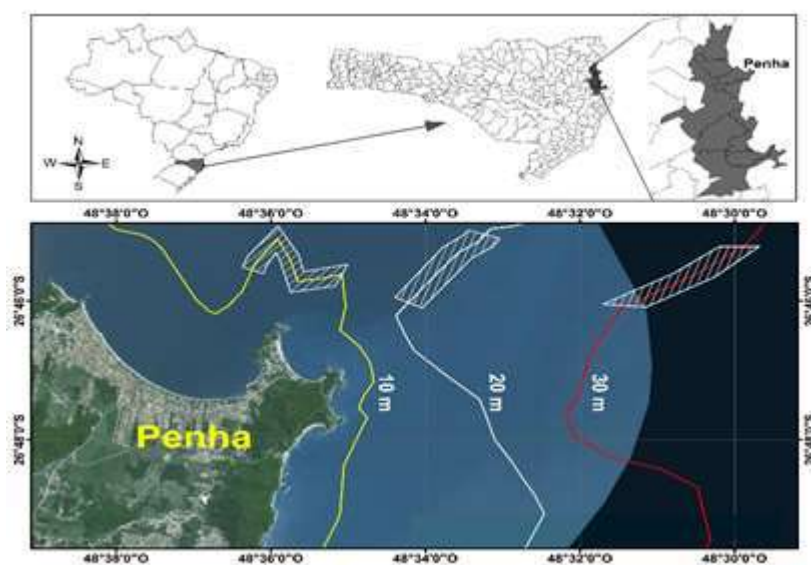
Atlântico sul do Brasil, em diferentes profundidades, como ferramenta para se discutir o grau de impacto da pesca sobre o bem-estar das unidades ecológicas em estudos ambientais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

Este artigo é continuidade de um amplo estudo sobre a bioecologia de *P. brasiliensis* (aspectos populacionais, macroscópicos e histológicos da reprodução, genéticos, fator de condição e alimentação), capturados na pesca artesanal do camarão sete-barbas (*X. kroyeri*), em Penha (26° 46' 10"S e 48° 38' 45"W), litoral Centro Norte de Santa Catarina, Brasil (Fig. 1).

Figura 1 - Localização da área de pesca de arrasto do camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*), em Penha, SC, sul do Brasil



As linhas indicam as isóbatas de 10, 20 e 30 m e as áreas hachuradas, os locais onde ocorreram os arrastos.

Fonte: <http://www.avesmarinhas.com.br/>

2.2 AMOSTRAGEM

A metodologia utilizada na amostragem de *P. brasiliensis* seguiu aquela adotada por Branco (2005) e modificada por Sedrez et al., (2013a), sob licença do SISBIO N° 324642. Esta licença permitiu a realização das amostragens, mesmo durante o defeso, o período de proibição da pesca de arrasto de camarões marinhos, entre 01/03 e 31/05, nas regiões sudeste-sul do Brasil, conforme a Instrução

Normativa 189/2008 do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA, 2008).

Entre julho/2013 a junho/2014 foram realizados três arrastos diurnos mensais, com duração de 30 minutos, nas isóbatas de 10, 20 e 30 m (Figura 1). A amostragem foi realizada nos locais onde atua a frota pesqueira artesanal dirigida à pesca de arrasto do camarão sete-barbas (*X. kroyeri*). Foi realizada em diferentes isóbatas, na tentativa de se detectar diferenças que pudessem explicar possíveis diferenças e semelhanças na distribuição, abundância e fases do desenvolvimento ontogenético da espécie. Essa metodologia adotada é comum entre os cientistas que trabalham com a pesca de arrasto (e.g. Simões et al., 2010; Bernardo et al., 2011; Branco et al., 2013; Silva Júnior et al., (2015).

O produto de cada arrasto foi separado a bordo, acondicionado em sacos plásticos, etiquetado, mantido em caixas térmicas, com gelo e transportados ao laboratório. As amostras analisadas foram compostas de 3040 espécimes e de cada exemplar de *P. brasiliensis* foram registrados o peso (g), com uma balança eletrônica, com 0,01g de precisão e o comprimento total (cm), com um ictiômetro, com 0,1cm de precisão. Do total das amostras foi realizada uma subamostragem com 1219 exemplares para estudos futuros dos aspectos reprodutivos e alimentação da espécie, cujos resultados serão publicados posteriormente.

2.3 ANÁLISE DOS DADOS

Para as análises sazonais considerou-se como estações do ano: primavera (outubro, novembro e dezembro), verão (janeiro, fevereiro e março), outono (abril, maio e junho) e inverno (julho, agosto e setembro), seguindo o adotado para o hemisfério sul (Barreiros et al., 2004; Sedrez et al., 2013a).

As medidas de comprimento total (Lt) e de peso fresco total (Wt) foram utilizadas para o ajustamento da curva da relação peso/comprimento por meio da equação $Wt = a.Ltb$ (Le Cren, 1951), aplicando-se o método dos mínimos quadrados.

Com os valores estimados dos coeficientes “a” e “b” foram calculados os pesos teoricamente esperados (We) de seus respectivos, comprimentos total (Lt) e calculados os valores do fator de condição relativo ($kn=Wt/We$).

As médias do fator de condição relativo (Kn), nas isóbatas foram comparadas pelo Teste ANOVA, seguido do teste post-hoc de Tukey, ao nível de significância de 95% ($p>0,05$) (Zar, 1999).

Para avaliar a incidência das capturas e se comparar com trabalho de Branco, Lunardon-Branco e Verani (2005) realizado anteriormente na mesma área de pesca, os dados foram agrupados e as classes de comprimento divididas em três grupos: exemplares menores que 15,0 cm, entre 15,0 a 18,0 e maiores que 18,0 cm. Para aumentar a homogeneidade das amostras, os valores médios das capturas foram transformados através da raiz quadrada desses valores:

$$\sqrt{x+1}$$

Em estudos biológicos, recorre-se frequentemente, a relação pesocomprimento (Bolognini et al., 2013) e ao fator de condição, na avaliação do bem-estar dos organismos (Le Cren, 1951), consideradas ferramentas importantes para se determinar a taxa e a forma de crescimento de uma espécie, quando se deseja explorar e gerir uma população de modo sustentável (Shingadia, 2014). Em geral, a condição fisiológica reflete interações com as variáveis ambientais (Lizama e Ambrosio, 2002).

3. RESULTADOS

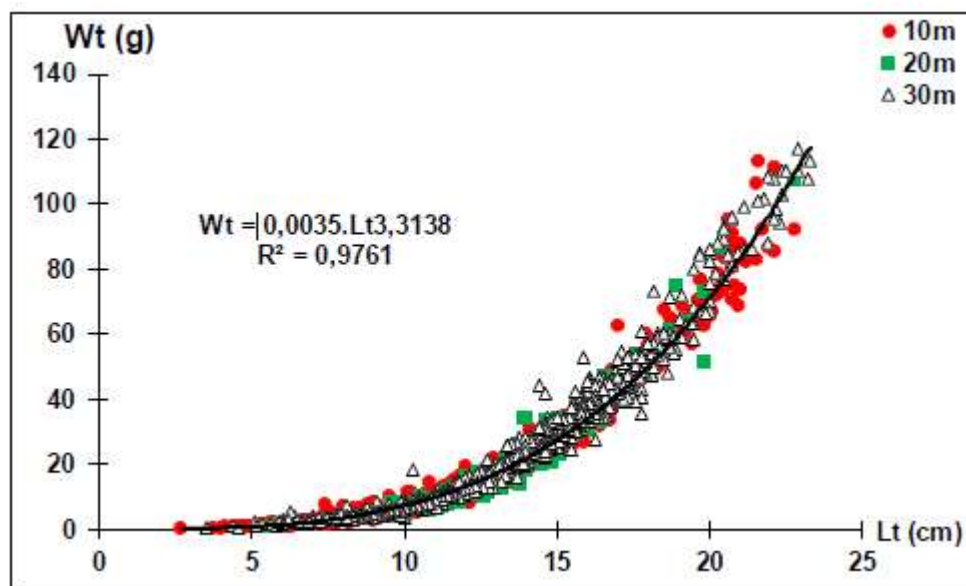
3.1 CAPTURAS GERAIS E RELAÇÃO PESO-COMPRIMENTO

Durante o período de coletas foram capturados 3040 indivíduos, sendo 882 (29,01%), obtidos nos 10m, 880 (28,95%), nos 20 e 1278 (42,04%), nos 30 metros (Fig. 2).

A amplitude do comprimento total foi de 20,6 cm, variando entre 2,7 e 23,3 cm, com média de 12,3 $\pm$ 3,5 cm. O peso variou entre 0,17 e 116,65 g, com média de 19,38 $\pm$ 5,14 g (Fig. 2).

A relação peso-comprimento pode ser expressa pela equação: $W_t = 0,0034.L_t^{3,3142}$. Assim, constatou-se que os comprimentos totais (L_t) e os pesos frescos (W_t) dos espécimes estão positivamente relacionados uns com os outros, o que é suportado por um alto valor do coeficiente de determinação ($R^2 = 0,9761$). O coeficiente angular ($b = 3,3142$), indica que essa espécie apresenta crescimento do tipo alométrico positivo (Fig. 2).

Figura 2 - Relação peso-comprimento de *Paralonchurus brasiliensis* obtido nas capturas realizadas nas isóbatas de 10, 20 e 30 m, na pesca de arrasto do camarão sete-barbas, no período de julho/2013 e junho/2014, em Penha, SC, Sul do Brasil ($p < 0,05$)



Legenda: Lt (comprimento) e Wt (peso).

Fonte: Resultado da pesquisa.

3.2 DISTRIBUIÇÃO POR CLASSE DE COMPRIMENTO

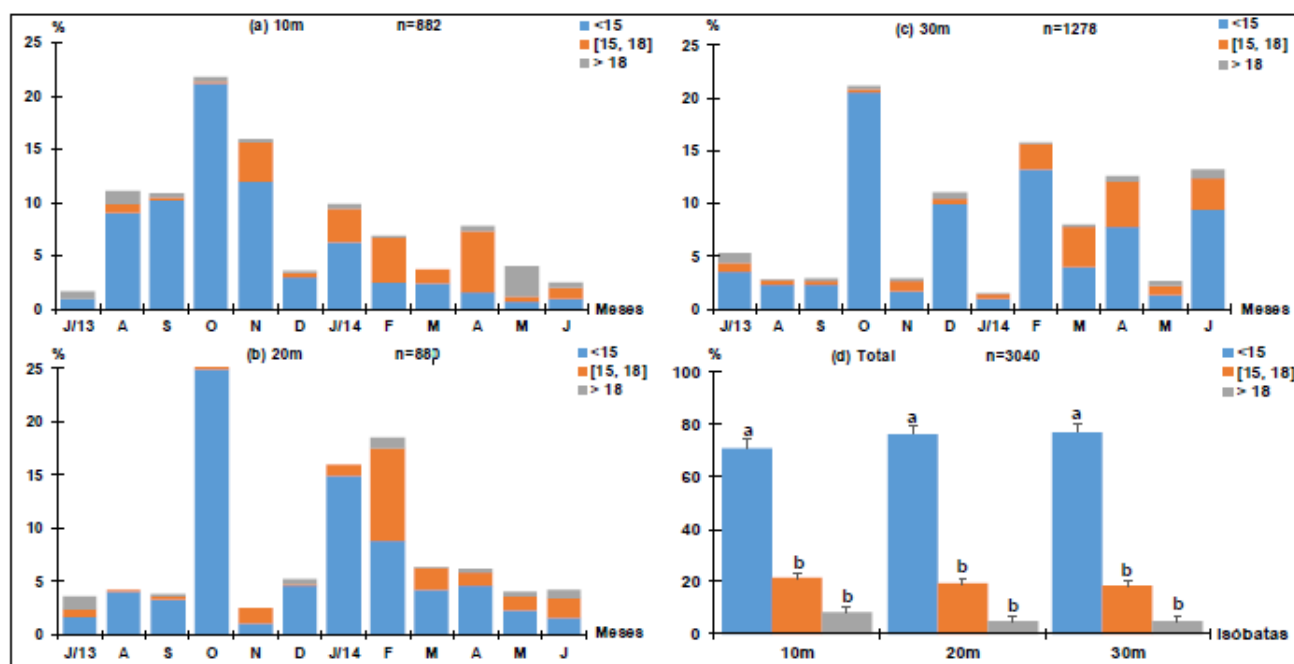
No conjunto total dos dados (Fig. 3d), a classe de comprimento mais frequente nas capturas foi de indivíduos menores que 15 cm (74,97%), seguida daqueles entre 15 a 18 (19,38%) e dos maiores que 18 cm (5,66%), com diferenças significativas mensais ($F_{2-33} = 11,0180$; $p < 0,05$) e sazonais ($F_{2-9} = 8,8270$; $p < 0,05$) entre essas classes, porém, semelhantes entre as isóbatas, para as mesmas classes de comprimentos ($F_{2-6} = 0,1203$; $p \geq 0,05$). A média anual variou entre $13,03 \pm 4,79$; $6,44 \pm 3,07$ e $3,76 \pm 1,14$ nas classes de menores que 15, entre 15 e 18 e maiores que 18 cm, respectivamente, com diferenças significativas entre essas classes de comprimento ($F_{2-33} = 24,3720$; $p < 0,05$) (Fig. 3d).

A comparação da frequência relativa das classes de tamanho foi similar entre as isóbatas (Fig. 3a), em que a classe de comprimento mais frequente foi de indivíduos menores que 15 cm (70,86%), seguida daquela entre 15 a 18 (21,20%) e dos maiores que 18 cm (7,94%). A média anual oscilou entre $6,47 \pm 3,50$; $3,58 \pm 2,03$ e $2,42 \pm 1,03$, nas classes de comprimentos menores que 15, entre 15 e 18 e maiores que 18 cm, respectivamente, com diferenças significativas entre essas classes de comprimento ($F_{2-33} = 9,0060$; $p < 0,05$) (Fig. 3a).

Na isóbata de 20m (Fig. 3b), as amostras mantiveram a tendência dos 10m, com a classe mais frequente dos indivíduos menores que 15 cm (76,25%), acompanhada dos entre 15 a 18 (19,09 %) e dos maiores que 18 cm (4,66%). A média anual oscilou entre $6,81 \pm 3,40$; $3,38 \pm 1,97$ e $1,93 \pm 0,86$, nos <15, [15 a 18] e > 18 cm, respectivamente, com diferenças significativas entre essas classes ($F_{2-33} = 13,9150$; $p < 0,05$) (Fig. 3b).

Nos 30m (Fig. 3c), o número de indivíduos nas classes de comprimento, seguiu a tendência anterior em relação as isóbatas, em que os indivíduos menores de 15 cm (76,92%) foram mais frequentes, seguidos dos 15 a 18 (18,31%) e dos maiores que 18 cm (4,77%). A média anual variou entre $8,27 \pm 3,99$; $4,13 \pm 1,93$ e $2,37 \pm 0,73$, nos <15, [15 a 18] e >18 cm, respectivamente, com diferenças significativas entre essas classes de comprimento ($F_{2-33}=16,4020$; $p < 0,05$) (Fig. 3c).

Figura 3 - Frequência relativa mensal (%) de *Paralonchurus brasiliensis*, por classe de comprimento (cm), nas isóbatas de 10, 20 e 30 m (3a-d), na pesca de arrasto de camarão sete-barbas em Santa Catarina, sul do Brasil



Na figura 3d, letras iguais indicam que não houve diferença estatística significativa entre as classes de comprimento ($p \geq 0,05$).

Fonte: Resultado da pesquisa.

3.3 FATOR DE CONDIÇÃO RELATIVO (KN)

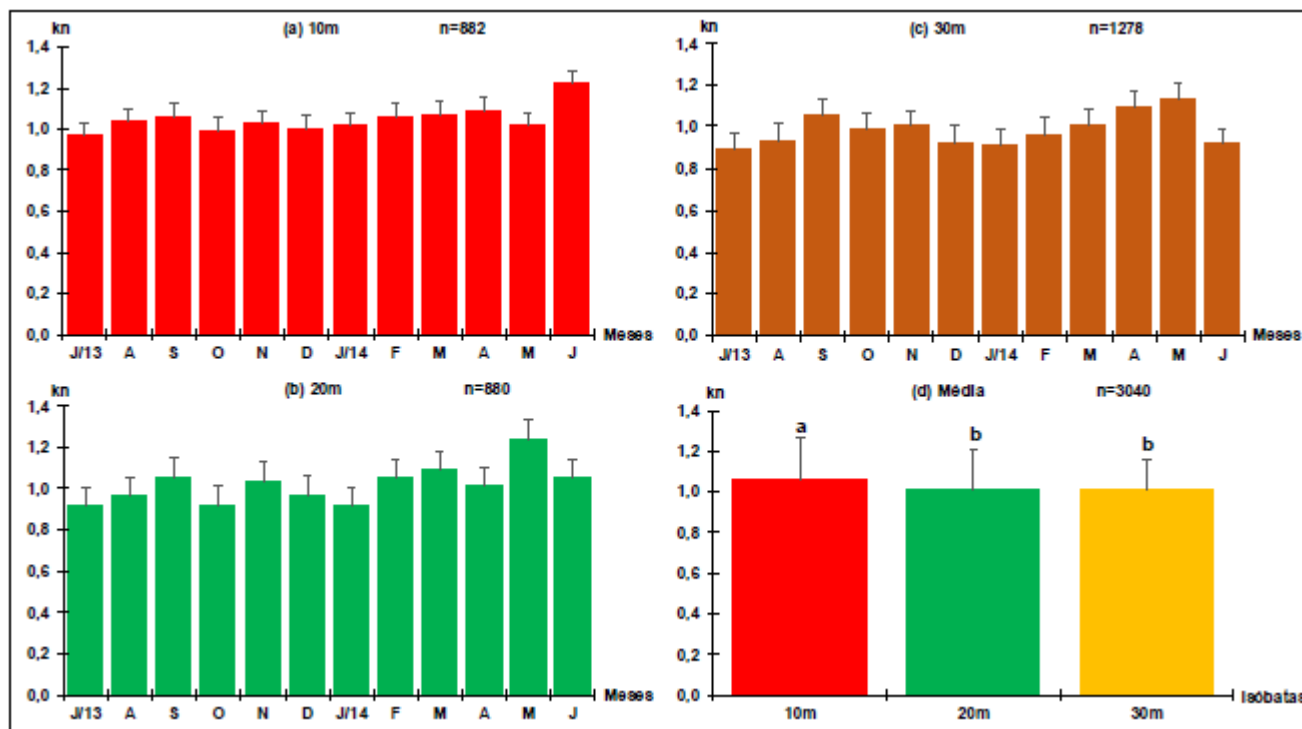
As Figuras 4a-c representam a variação mensal dos valores médios do fator de condição relativo (Kn) dos indivíduos coletados nas isóbatas de 10, 20 e 30 m e a Figura 4d a variação dos kn médios entre as três isóbatas.

O Kn apresentou pequenas flutuações entre as isóbatas e estações do ano, com os valores médios mais elevados no outono em todas as isóbatas e os menores no verão, em 10m, inverno e primavera, em 20m e inverno e verão, em 30m de profundidade (Fig. 4a-d).

Os valores médios anuais foram similares nas isóbatas ($F_{2-33} = 1,8250$; $p \geq 0,05$) e variaram entre $1,05 \pm 0,07$; $1,02 \pm 0,09$ e $0,99 \pm 0,08$, respectivamente nos 10, 20 e 30m, porém, mostraram-se significativamente diferentes entre as estações do ano ($F_{3-8} = 5,9930$; $p < 0,05$).

As médias anuais indicaram uma boa condição da espécie nas três isóbatas ($kn=1$), com um valor significativamente maior nos 10 m ($p < 0,05$).

Figura 4 - Fator de condição relativo (Kn) de *Paralichthys brasiliensis*, nas isóbatas de 10, 20 e 30 m (4a-d), na pesca de arrasto de camarão sete-barbas em Santa Catarina, sul do Brasil



Na figura 4d, letras iguais indicam que não houve diferença estatística significativa entre os valores médios de kn ($p \geq 0,05$).

Fonte: Resultado da pesquisa.

DISCUSSÃO

O crescimento alométrico positivo de *P. brasiliensis* demonstra a versatilidade da relação peso-comprimento em descrever a forma de crescimento, sem levar em conta a idade dos exemplares (Gomiero, Villares Júnior e Braga, 2010).

O valor da constante “b” situa-se na faixa da maioria dos Actinopterygii (Vazzoler, 1996; Froese, 2006), oscilando em função das condições ambientais e aspectos biogenéticos das espécies (Bolognini et al., 2013). O valor do coeficiente alométrico ($b = 3,3142$) indica que *P. brasiliensis* manteve maior incremento de peso em relação ao comprimento, mesmo submetido a intensa pressão da pesca de arrasto na região (Branco, Lunardon-Branco e Verani, 2005).

A abundância de peixes juvenis nas regiões rasas, evidencia a importância dessas áreas no desenvolvimento das espécies costeiras (Robert, Michels-Souza e Chaves, 2007; Costa; Dias; Murua, 2015), como observado na população de *P. brasiliensis* da Armação do Itapocoroy. Isso é um forte indício de que a pesca de arrasto de *Xiphopenaeus kroyeri* vem atuando com maior intensidade, sobre os espécimes de *P. brasiliensis* em crescimento e com potencial reprodutivo, responsáveis pela manutenção da espécie.

A elevada abundância de exemplares capturados durante os meses de primavera e verão, seguiu o padrão das zonas costeiras tropicais e subtropicais do Atlântico Ocidental (Gunther, 1958; McFarland, 1963; Vendel et al., 2003; Branco e Verani, 2006b; Souza et al., 2008; Sedrez et al., 2013a). A intensidade reprodutiva durante os meses mais quentes do ano, tem sido amplamente descrita para a maioria das espécies de peixes do litoral brasileiro (Godefroid et al., 2004; Felix et al., 2006).

Portanto, o maior número de indivíduos observados na primavera e verão poderia ser explicado pelo recrutamento de algumas espécies nesse período de estudos.

A abundância de *P. brasiliensis* nas áreas de pesca do *X. kroyeri* pode estar associada à alta produtividade primária, suportada pela descarga de nutrientes das águas continentais (Pessanha e Araújo, 2003; Araújo et al., 2008), associada ao aporte de invertebrados bentônicos, como poliquetas e crustáceos frequentes na dieta da espécie (Amaral e Migotto, 1980; Branco, Lunardon-Branco e Verani, 2005).

A melhor oferta de recursos nutricionais próximos da área continental pode ter influenciado às flutuações do fator condição relativo (Kn) de *P. brasiliensis*. Essa ferramenta tem sido utilizada na avaliação dos aspectos nutricionais, ambientais e reprodutivos, permitindo inferências sobre o grau

de bem-estar dos peixes (Le Cren 1951; Bolger e Connolly, 1989; Vazzoler 1996; Verani et al., 1997; Rêgo et al., 2009; Vaz-dos-Santos e Rossi-Wongtschowski, 2013). A boa condição dos exemplares nas três isóbatas amostradas, apesar do predomínio significativo nos 10 metros, sugere maior atividade de forrageio dos juvenis, direcionado a energia assimilada na construção corporal (Gomiero; Villares Júnior; Braga, 2010).

As variações sazonais do Kn podem ser influenciadas pelo período reprodutivo da espécie (Le Cren 1951; Vazzoler, 1996; Gomiero e Braga, 2005). Assim, o maior valor mensal registrado para o Kn, no outono, em maio (20 e 30m) e junho (10m) sugere a intensificação de forrageio para reprodução da espécie. Nesse sentido, os maiores valores de Kn em 10m de profundidade, provavelmente, decorrem do recrutamento e crescimento em áreas mais rasas.

O padrão de crescimento e a estabilidade do Kn, nas diferentes isóbatas, permite concluir que *P. brasiliensis* apresenta boa condição nutricional, a despeito do intenso esforço da pesca do X. Kroyeri. Portanto, a análise da relação peso comprimento e do fator de condição relativo, mostrou-se uma ferramenta eficiente na avaliação do bem-estar da espécie, ao longo do ano.

Entretanto, a elevada ocorrência de exemplares jovens nas três isóbatas é preocupante, uma vez que, os peixes com melhor condição foram encontrados, principalmente na isóbata de 10 metros. Dessa forma, indivíduos com melhor desempenho podem ser capturados com maior frequência nessa região, afetando o recrutamento e o estabelecimento da espécie no ambiente. Assim, fica evidente, a necessidade da adoção de estratégias de conservação que possibilitem a sustentabilidade da pesca de arrasto na região.

REFERÊNCIAS

- ALVERSON, D. L. et al. A global assessment of fisheries bycatch and discards. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1994. 233 p.
- AMARAL, A. C. Z.; MIGOTTO, A. E. Importância dos anelídeos poliquetas na alimentação da macrofauna demersal e epibentônica da região de Ubatuba. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, v. 29, n. 2, p. 31-35, 1980.
- ARAÚJO, C. C. V. de et al. Composição e estrutura da comunidade de peixes de uma praia arenosa da Ilha do Frade, Vitória, Espírito Santo. *Iheringia, Série Zoologia*, v. 98, n. 1, p. 129-135, 2008.
- ARAÚJO, M. E. et al. A trophic analysis of target species of macrobenthos in a subtropical coast community: a taxa relationship essay. *Vie et Millieu-Life and Environment*, v. 64, n. 4), p. 35-46, 2014.
- AWABDI, D. R.; SICILIANO, S.; DI BENEDITTO, A. P. M. Ingestão de resíduos sólidos por tartarugas-verdes juvenis, *Chelonia mydas* (L. 1758), na costa leste do estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Biotemas*, v. 26, n. 1, p. 197-200, 2013.
- BADIA, C. D. C. V.; SICILIANO, S.; DI BENEDITTO, A. P. M. 2015. Hábito alimentar da toninha, *Pontoporia blainvillei*, no norte do Rio de Janeiro. *Confict*, v. 7, n. 1.
- BAIL, G. C.; BRANCO, J. O. Pesca artesanal do camarão sete-barbas: uma caracterização sócio-econômica na Penha, SC. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, v. 11, n. 2, p. 25-32, 2007.
- BARREIROS, J. P. et al. Seasonal changes in a sandy beach fish assemblage at Canto Grande, Santa Catarina, South Brazil. *Journal of Coastal Research*, v. 20, n. 3, p. 862-870, 2004.
- BARREIROS, J. P. Overall Impact of Local and Recreational Fisheries: Approaching the Case in the NE Atlantic and Mediterranean. In: ZLATEVA, I.; RAYKOV, V.;
- NIKOLOV, N. *Progressive Engineering Practices in Marine Resource Management*. Hershey: Engineering Science Reference, p. 327-347, 2015.
- BELLIDO, J. M. et al. Fishery discards and bycatch: solutions for an ecosystem approach to fisheries management?. *Hydrobiologia*, v. 670, n. 1, p. 317, 2011.
- BERNARDO, C. et al. A captura incidental de Cienídeos em arrasto experimental com rede-de-portas utilizada na pesca do camarão-sete-barbas, *Xiphopenaeus kroyeri*, no estado do Paraná, Brasil. *Arquivos de Ciências do Mar*, v. 44, v. 2, p. 98-105, 2011.
- BOLGER, T.; CONNOLLY, P. L. The selection of suitable indices for the measurement and analysis of fish condition. *Journal of Fish Biology*, v. 34, n. 2, p. 171-182, 1989.
- BOLOGNINI, L. et al. Weight-length relationships for 20 fish species in the Adriatic Sea. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, v. 13, n. 3, 2013.
- BORNATOWSKI, H. et al. Ecological importance of sharks and rays in a structural foodweb analysis in southern Brazil. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*, v. 71, n. 7, p. 1586-1592, 2014.

BRAGA, F. M. de S. Estudo da mortalidade de *Paralonchurus brasiliensis* (Teleostei, Sciaenidae), em área de pesca do camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*). Boletim do Instituto de Pesca, v. 17, p. 27-35, 1990.

BRAGA, F. M. de S.; BRAGA, M. A. de S.; GOITEIN, R. Fator de condição e alimentação de *Paralonchurus brasiliensis* (Osteichthyes, Sciaenidae) na região da ilha Anchieta (lat. 23 33'S-long. 45 05'W) Ubatuba, Estado de São Paulo. Naturalia, v. 10, p. 1-11, 1985.

BRANCO, J. O. Biologia e pesca do camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller) (Crustacea, Penaeidae), na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia, v. 22, n. 4, p. 1050-1062, 2005.

BRANCO, J. O. et al. Distribuição espaço-temporal das capturas do camarão sete-barbas na Armação do Itapocoroy, Penha, SC. Bol. Inst. Pesca, São Paulo, v. 39, n. 3, p. 237-250, 2013.

BRANCO, J. O.; FREITAS JÚNIOR, F.; CHRISTOFFERSEN, M. L. Bycatch fauna of seabob shrimp trawl fisheries from Santa Catarina State, southern Brazil. Biota Neotrópica, v. 15, n. 2, 2015.

BRANCO, J. O.; LUNARDON-BRANCO, M. J.; VERANI, J. R. Biological and fishing aspects of *Paralonchurus brasiliensis* Steindachner, 1875 (Pisces, Sciaenidae), in the Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brazil. Revista Brasileira de Zoologia, v. 22, n. 4, p. 1063-1071, 2005.

BRANCO, J. O.; VERANI, J. R. Pesca do camarão sete-barbas e sua fauna acompanhante, na Armação do Itapocoroy, Penha, SC. Bases ecológicas para um desenvolvimento sustentável: estudos de caso em Penha, SC, v. 291, p. 153- 170, 2006a.

BRANCO, J. O.; VERANI, J. R. Análise quali-quantitativa da ictiofauna acompanhante na pesca do camarão sete-barbas, na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina. Revista Brasileira de Zoologia, v. 23, n. 2, p. 381-391, 2006b.

CHANDRAPAL, G. D. Status of trash fish utilization and fish feed requirements in aquaculture-India. In: Regional Workshop on Low value and trash fish in the Asia-Pacific region. Hanoi: FAO, p. 241-247, 2007.

CLUCAS, I. A study of the options for utilization of bycatch and discards from marine capture fisheries. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1997. 59 p.

COLABUONO, F. I.; VOOREN, C. M. Diet of Black-browed *Thalassarche melanophrys* and Atlantic Yellow-nosed T. *Chlororhynchus albatrosses* and Whitechinned *Procellaria aequinoctialis* and Spectacled *P. conspicillata* petrels off Southern Brazil. Marine Ornithology, v. 35, n. 1, p. 9-20, 2007.

COSTA, E. F. S. et al. Spatial-temporal variation of *Paralonchurus brasiliensis* (Actinopterygii: Sciaenidae) density in relation to some environmental factors on the inner shelf of south-eastern Brazilian coast. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, v. 92, n. 02, p. 413-420, 2012.

COSTA, E. F. S.; DIAS, J. F.; MURUA, H. Reproductive strategy and fecundity of the keystone species *Paralonchurus brasiliensis* (Teleostei, Sciaenidae): an image processing techniques application. Environmental Biology of Fishes, v. 98, n. 10, p. 2093-2018, 2015.

DAVIES, R. W. D. et al. Defining and estimating global marine fisheries bycatch. *Marine Policy*, v. 33, n. 4, p. 661-672, 2009.

DINESHBABU, A. P. et al. Appraisal of trawl fisheries of India with special reference on the changing trends in bycatch utilization. *Journal of the Marine Biological Association of India*, v. 55, n. 2, p. 69-78, 2013.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. The state of world fisheries and aquaculture 2014: opportunities and challenges. Rome: FAO, 2014. 223 p.

FAO. Technical and socio-economic characteristics of small-scale coastal fishing communities, and opportunities for poverty alleviation and empowerment, by Uwe Tietze. Rome: FAO, 2016b. 136 p.

FELIX, F. C. et al. Abundância sazonal e a composição da assembléia de peixes em duas praias estuarinas da Baía de Paranaguá, Paraná. *Revista Brasileira de Zoociências*, v. 8, n. 1, p. 35-47, 2006.

FLOETER, S. R.; FERREIRA, C. E. L.; GASPARINI, J. L. Os efeitos da pesca e da proteção através de UC's marinhas: três estudos de caso e implicações para os grupos funcionais de peixes recifais no Brasil. *Áreas Aquáticas Protegidas como Instrumento de Gestão Pesqueira*. Brasília: MMA, 2007. v. 4, p. 183-199.

FROESE, R. Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of applied ichthyology*, v. 22, n. 4, p. 241-253, 2006.

FUNES, M. et al. Honduras, a fish exporting country: Preliminary reconstructed marine catches in the Caribbean Sea and the Gulf of Fonseca, 1950 – 2010. *Fisheries Centre The University of British Columbia*, p.1-16, 2015.

GODEFROID, R. S. et al. Mudanças temporais na abundância e diversidade da fauna de peixes do infralitoral raso de uma praia, sul do Brasil. *Iheringia, Série Zoologia*, v. 94, n. 1, p. 95-104, 2004.

GOMIERO, L. M.; BRAGA, F. M. de S. The condition factor of fishes from two river basins in São Paulo state, Southeast of Brazil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, p. 73-78, 2005.

GOMIERO, L. M.; VILLARES JUNIOR, G. A.; BRAGA, F. M. de S. Relação pesocomprimento e fator de condição de *Oligosarcus hepsetus* (Cuvier, 1829) no Parque Estadual da Serra do Mar-Núcleo Santa Virgínia, Mata Atlântica, estado de São Paulo, Brasil. *Biota Neotropica*, v. 10, n. 1, p. 101-105, 2010.

GOURGUET, S. et al. The cost of co-viability in the Australian northern prawn fishery. *Environmental Modeling & Assessment*, v. 21, n. 3, p. 371-389, 2016.

GUNTER, G. Population studies of the shallow water fishes of an outer beach in south Texas. *Publication Institute of Marine Sciences, University of Texas*, v. 5, p. 186-193, 1958.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Instrução normativa nº 189, de 23 de setembro de 2008. 2008.

KEHRIG, H. A. et al. Transferência trófica de mercúrio e selênio na costa norte do Rio de Janeiro. *Química Nova*, v. 32, n. 7, p. 1822-1828, 2009.

KELEDJIAN, A. et al. Wasted catch: unsolved problems in US fisheries. *Oceana*. 2014. Acesso em: 11 jan. 2017. Disponível em: <http://oceana.org/sites/default/files/reports/Bycatch_Report_FINAL.pdf>.

KELLEHER, K. Discards in the world's marine fisheries: an update. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2005. 131 p.

LE CREN, E. D. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *The Journal of Animal Ecology*, p. 201-219, 1951.

LIZAMA, M. D. L. A. P.; AMBROSIO, A. M. Condition factor in nine species of fish of the Characidae family in the upper Paraná river floodplain, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v. 62, n. 1, p. 113-124, 2002.

LOPES, X. M. et al. Feeding habits of Guiana dolphins, *Sotalia guianensis*, from south-eastern Brazil: new items and a knowledge review. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, v. 92, n. 08, p. 1723-1733, 2012.

MCFARLAND, W. N. Seasonal change in the number and the biomass of fishes from the surf at Mustang Island, Texas. *Publ Inst Mar Sci Univ Texas*, v. 9, p. 91-105, 1963.

MILMANN, L. et al. Feeding ecology of the common bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, in southern Brazil: analyzing its prey and the potential overlap with fisheries. *Brazilian Journal of Oceanography*, v. 64, n. 4, p. 415-422, 2016.

MPA. Ministério da Pesca e Aquicultura. Boletim estatístico da pesca e aquicultura 2011. Brasília: MPA, 2012. 60 p.

OLIVEIRA, E. C. da S. et al. Coordinated feeding behavior of the Guiana dolphin, *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae), in southeastern Brazil: a comparison between populations. *Zoologia*, v. 30, n. 6, p. 585-591, 2013.

PAULY, D.; ZELLER, D. Catch reconstructions reveal that global marine fisheries catches are higher than reported and declining. *Nature communications*, v. 7, 2016.

PESSANHA, A. L. M.; ARAÚJO, F. G. Spatial, temporal and diel variations of fish assemblages at two sandy beaches in the Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 57, n. 5, p. 817-828, 2003.

PUSCEDDU, A. et al. Chronic and intensive bottom trawling impairs deep-sea biodiversity and ecosystem functioning. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 111, n. 24, p. 8861-8866, 2014.

RÊGO, A. C. L. et al. Relação peso-comprimento para *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836) e *Leporinus friderici* (Bloch, 1794) (Characiformes) no reservatório de Nova Ponte–EPDA de Galheiro, rio Araguari, MG. *Revista Brasileira de Zootecias*, v. 10, n. 1, p. 13-21, 2009.

RINDORF, A. et al. Food for thought: pretty good multispecies yield. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*, p. fsw071, 2016.

- ROBERT, M. C.; MICHELS-SOUZA, M. A.; CHAVES, P. T. Biology of *Paralonchurus brasiliensis* (Steindachner) (Teleostei, Sciaenidae) in Paraná coast, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 24, n. 1, p. 191-198, 2007.
- ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B.; SOARES, L. S. H.; MUTO, E. Y., Ictiofauna. In: PIRES-VANIN, A. M. S. *Oceanografia de um Ecossistema Subtropical: plataforma de São Sebastião, SP*. São Paulo: Edusp, 2008. p.381-404.
- SEDREZ, M. C. et al. Caracterização socioeconômica da pesca artesanal do camarão sete-barbas em Porto Belo, SC. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 39, n. 3, p. 311-22, 2013b.
- SEDREZ, M. C. et al. Ictiofauna acompanhante na pesca artesanal do camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) no litoral sul do Brasil. *Biota Neotropica*, v. 13, n. 1, p. 165-175, 2013a.
- SHINGADIA, H. U. Length-Weight Relationship and Relative Condition Factor of *Coilia dussumieri* (Cuv. & Val.) from Neretic Waters off the Mumbai Coast. *International Journal of Science and Research*, v. 3, n. 5, p. 354-357, 2014.
- SILVA JÚNIOR, C. A. B. et al. Aspects of the reproductive biology and characterization of Sciaenidae captured as bycatch in the prawn trawling in the northeastern Brazil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, v. 37, n. 1, p. 1-8, 2015.
- SIMÕES, S. M. et al. Diel variation in abundance and size of the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Crustacea, Penaeoidea) in the Ubatuba region, Southeastern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 82, n. 2, p. 369-378, 2010.
- SOARES, L. S. H. et al. Organização trófica dos peixes. In: PIRES-VANIN, A. M. S. *Oceanografia de um ecossistema subtropical: plataforma de São Sebastião, SP*. São Paulo: Edusp, p. 404-428, 2008.
- SOARES, L. S. H.; VAZZOLER, A. E. A de M. Diel changes in food and feeding activity of sciaenid fishes from the South-western Atlantic, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 61, n. 2, p. 197-216, 2001.
- SOUZA, U. P. et al. Associações entre as biomassas de peixes Sciaenidae (Teleostei: Perciformes) e de camarões Penaeoidea (Decapoda: Dendrobranchiata) no litoral norte do Estado de São Paulo. *Biota Neotropica*, v. 8, n. 1, p. 83-92, 2008.
- STOBUTZKI, I. et al. Regional synthesis on the analysis of Trawl Base data for trash fish species and their utilization: The status of “trash fish” resources in coastal fisheries of Thailand and Malaysia. Low value and trash fish in the Asia-Pacific region. Hanoi: FAO, p. 20-48, 2007.
- VARGAS, C. P. Estudo sobre a diferenciação geográfica de *Paralonchurus brasiliensis* (Steindachner, 1875) entre as latitudes 23°30'S (Ubatuba, SP) e 33°S (Albardão, RS). 1976. 182 p. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, São Paulo, 1976. 2 v.
- VAZ-DOS-SANTOS, A. M.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. Length-weight relationships of the ichthyofauna associated with the Brazilian sardine, *Sardinella brasiliensis*, on the Southeastern Brazilian Bight (22 S-29 S) between 2008 and 2010. *Biota Neotropica*, v. 13, n. 2, p. 326-330, 2013.
- VAZZOLER, A. E. A. M. *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. Maringá: Eduem, 1996. 169p.

VENDEL, A. L. et al. Fish assemblages in a tidal flat. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 46, n. 2, p. 233-242, 2003.

VERANI, J. R. et al. Avaliação de fêmeas de espécies ícticas aptas à indução reprodutiva: critério embasado no fator de condição relativo. SEMINÁRIO

REGIONAL DE ECOLOGIA, v. 8, p. 323-332, 1997. ZAR, J. H. 1999. *Biostatistical analysis*. New Jersey: Prentice Hall, 1999. 663 p.

ZHOU, S. Fishery by-catch and discards: a positive perspective from ecosystembased fishery management. *Fish and Fisheries*, v. 9, n. 3, p. 308-315, 2008.

Capítulo 3



10.37423/240909317

ESTRUTURA POPULACIONAL E ASPECTOS REPRODUTIVOS DE PARALONCHURUS BRASILIENSIS (STEINDACHNER, 1875) (PERCIFORMES: SCIAENIDAE), PENHA, SC, SUL DO BRASIL

Mario Cesar Sedrez

*Instituto Federal de Santa Catarina/Câmpus
Florianópolis*

Germano Henrique Costa Barrilli

*Universidade Federal de São
Carlos/Departamento de Hidrobiologia*

Evelise Nunes Fragoso-Moura

*Universidade Federal de São
Carlos/Departamento de Hidrobiologia*

João Pedro Barreiros

*CE3C/ABG-Centre for Ecology, Evolution and
Environmental Changes/University of the
Azores. Portugal.*

Joaquim Olinto Branco

Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI.

José Roberto Verani

*Universidade Federal de São
Carlos/Departamento de Hidrobiologia*



Resumo: *Paralonchurus brasiliensis* conhecido popularmente como Maria-Luiza é um Sciaenidae comum no bycatch da pesca de arrasto do camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) nas regiões Sudeste e Sul do Brasil. Apesar de sua importância ecológica, há relativa carência de informações na costa brasileira. Assim, o presente estudo tem como objetivo avaliar a dinâmica populacional de *P. brasiliensis*, capturados na pesca de arrasto do *Xiphopenaeus kroyeri*, nas isóbatas de 10, 20 e 30 m, em Penha, SC, Sul do Brasil. Os exemplares foram coletados em arrastos de 30 minutos, nas isóbatas de 10, 20 e 30 m, entre julho de 2013 e junho de 2014. De cada um dos 3040 exemplares capturados se obteve peso total (g) e comprimento total (cm) e de uma subamostra de 1219 exemplares, se registraram-se o sexo e o peso das gônadas (g) e procedeu-se à classificação macroscópica dos estádios de maturação gonadal. As maiores Capturas por Unidade de Esforço (CPUE) mensais em número de *P. brasiliensis* ocorreram na primavera, nas isóbatas de 20 e 30 m, com temperatura de fundo ao redor de 20 °C e salinidade entre 34 e 35‰. Porém, no total da amostragem, as maiores CPUEs ocorreram entre as isóbatas de 10 e 20 m. Em geral, as fêmeas predominaram nas capturas e a proporção sexual foi de 1:1,6. No total das capturas e para sexos agrupados, a amplitude de comprimento variou entre 2,7 e 23,3 cm e entre machos de 12,0 a 22,4 cm e fêmeas de 10,1 a 23,3 cm. O comprimento assintótico (L_{∞}) e os tamanhos de primeira maturação (L_{50}) foram estimados para machos em 33,6 e 16,4 cm e nas fêmeas 30,4 e 15,8 cm, respectivamente. A maior incidência da pesca de *X. kroyeri*, recaiu sobre o estoque juvenil (72,6%) de *P. brasiliensis*. A espécie revelou fêmeas nos estádios em maturação (B) e maduras (C) o ano todo. Porém, o maior período reprodutivo foi detectado entre maio e outubro, com os maiores picos no outono (maio e junho) na isóbatas de 10 e 20 m, bem como no inverno (julho) e outono (junho), em 30 m. Os maiores valores estimados para a Relação Gonadosomática das fêmeas, entre 0,0173 e 0,0313, durante vários meses do ano corroboraram o longo intervalo reprodutivo. O período de defeso atual para *X. kroyeri* nas regiões sudeste-sul do Brasil, de março a maio, protege apenas o início do período reprodutivo (maio) de *P. brasiliensis*, portanto, contribui apenas parcialmente com a manutenção dessa população. Recomendam-se estudos futuros contínuos sobre a dinâmica populacional dessa e de outras espécies capturadas através de arrastos com portas em diferentes áreas de pesca, para que possam indicar aos gestores dessas, as épocas mais apropriadas ao defeso em cada região. O presente estudo revelou que *P. brasiliensis* aparenta ser uma espécie muito interessante como modelo de estudos da pesca de arrasto de *X. kroyeri* e pode se constituir em uma ferramenta de gestão adequada da espécie-alvo.

Palavras-chave: impacto da pesca de arrasto; pesca de arrasto; bycatch; capturas acessórias; ictiofauna acompanhante; defeso; *Xiphopenaeus kroyeri*.

1 INTRODUÇÃO

A pesca de arrasto direcionada à captura de camarões marinhos desperta atenção mundial em função dos impactos na captura e descarte das espécies não- alvo ou bycatch, reduzindo os estoques pesqueiros, agravando a situação socioeconômica das comunidades costeiras (FAO, 2016b) e comprometendo a biodiversidade.

As maiores taxas de descartes mundiais da ictiofauna estão associadas à pesca de arrasto de camarões (KELLEHER, 2005), estimadas anualmente em 38,5 milhões de toneladas (40,4%), com os maiores percentuais ocorrendo no nordeste do Atlântico (19,8%), Mediterrâneo e Mar Negro (21,1%), América Central e Caribe (64,4%), África (70,2%) (DAVIES et al., 2009).

No Atlântico Sul e Golfo do México os descartes podem representar até 64,0% das capturas (KELEDJIAN et al., 2014) e no Brasil, estima-se que 57,9% de todas as capturas marinhas são descartadas anualmente (DAVIES et al., 2009).

No bycatch mundial, os peixes da família Sciaenidae são dominantes com cerca de 70 gêneros e 270 espécies, distribuídos entre os oceanos Atlântico, Índico e Pacífico (CHAO, 1986; NELSON, 2006). Dessas, 54 espécies podem ser encontradas no litoral brasileiro (MENEZES et al., 2003; CHAO et al., 2015), incluindo a Maria- Luíza, *Paralanchurus brasiliensis* (Steindachner, 1875), comum nos descartes da pesca de arrasto do camarão sete-barbas (SOUZA et al., 2008; BRANCO et al., 2015). Essa espécie habita águas rasas até 100 metros de profundidade do Oceano Atlântico em fundo areno-lodoso do Panamá a Argentina (MENEZES; FIGUEIREDO, 1980) e mais recentemente teve seu limite zoogeográfico ampliado ao norte até o Golfo do México (VEGA-CENDEJAS, 2004).

Paralanchurus brasiliensis participa com elevada biomassa nos bycatch do camarão sete-barbas, *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862), nas regiões sudeste e sul do Brasil (SOUZA et al. 2008; SEDREZ et al., 2013a; BRANCO et al., 2015), mas devido ao tamanho da maioria dos exemplares capturados, alcançam baixo valor de mercado, resultando em altas proporções de descartes (PAIVA-FILHO; SCHIMIGELOW, 1986; BAIL; BRANCO, 2007; SEDREZ et al., 2013b), com biomassa oscilando entre 300 a 600 toneladas/ano nos bycatch do camarão sete-barbas do litoral de Santa Catarina (BRANCO; LUNARDON-BRANCO; VERANI, 2005; SEDREZ et al., 2013a, b).

Esse elevado desperdício de proteína animal, acrescido da remoção de parte dos juvenis, ameaça a manutenção do equilíbrio dos estoques (SLAVIN, 1983; GRAÇA-LOPES, 2002b) e a estabilidade das

teias tróficas marinhas das regiões sudeste-sul (SOARES; VAZZOLER, 2001; BRANCO; LUNARDON-BRANCO; VERANI, 2005; ROSSI-WONGTSCHOWSKI; SOARES; MUTO, 2008; ARAÚJO et al., 2014).

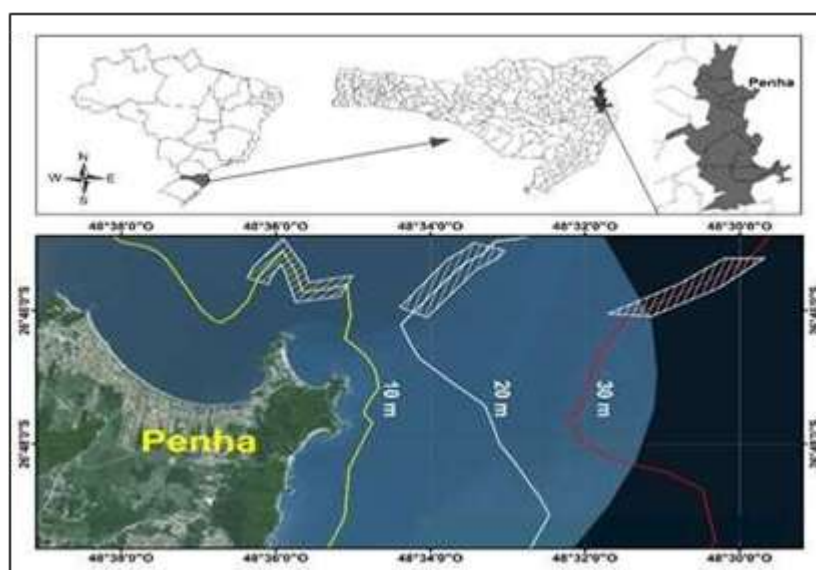
Devido à relativa carência de informações biológicas sobre *P. brasiliensis* na costa brasileira e divergências metodológicas nos estudos de bycatch dos Sciaenidae costeiros, esse trabalho tem como objetivo avaliar a dinâmica populacional da espécie, em diferentes profundidades, acrescentando novas informações sobre o impacto da pesca de arrasto. Apesar do baixo valor de mercado e intenso descarte, esta espécie desempenha papel ecológico importante nas regiões costeiras e poderá se transformar em recurso disponível e de interesse para a segurança alimentar num futuro próximo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo localiza-se entre a praia de Armação e o distrito da Armação do Itapocoroy, no município de Penha (26° 46' 10"S e 48° 38' 45"W), litoral Centro Norte do estado de Santa Catarina. Possui clima mesotérmico semiúmido, superfície de 60,30 km² (IBGE, 2017) e faz divisa com os municípios de Navegantes ao sul, Piçarras a oeste e com o Oceano Atlântico ao norte e a leste (ARAÚJO et al., 2006) (Fig. 1).

Figura 1 - Localização da área de pesca de arrasto do camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*), em Penha, SC, sul do Brasil.



As linhas indicam as isóbatas de 10, 20 e 30 m e as áreas hachuradas, os locais onde ocorreram os arrastos.

Fonte: <http://www.avesmarinhas.com.br/>

2.2 AMOSTRAGEM

A metodologia seguiu aquela adotada por Branco, Lunardon-Branco e Verani (2005) e modificada por Sedrez e colaboradores (2013a), sob licença do SISBIO N° 324642 que permitiu a realização das amostragens, mesmo durante o período de defeso do camarão sete-barbas (*X. kroyeri*), fixado anualmente entre 1º de março a 31 de maio, através da Instrução Normativa nº 189/2008 do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA, 2008).

Os arrastos foram realizados no período matutino com frequência mensal entre julho/2013 e junho/2014, com 30 minutos de duração por isóbatas (10, 20 e 30m). Foi utilizada uma embarcação tipo “bote” (Figura 5) da pesca artesanal de *X. kroyeri*, equipada com duas redes de arrasto com portas, malhas de 3,0 cm na manga e corpo e, 2,0 cm no ensacador, com velocidade de dois nós (BRANCO; LUNARDON- BRANCO; VERANI, 2005).

Em cada arrasto, a água de fundo foi coletada com a garrafa de van Dorn vertical, sendo a temperatura e a salinidade medidas com um termômetro (0,1°C) e um refratômetro óptico (0,5 ‰) de precisão, respectivamente. Além disso, uma amostra de sedimento foi coletada sazonalmente, com o amostrador do tipo van Veen (área de 1/40 m²). Os exemplares de *P. brasiliensis* capturados por arrasto foram acondicionados em sacos plásticos, etiquetados, mantido em caixas de isopor com gelo, transportados ao laboratório e congelados.

2.3 TRABALHO DE LABORATÓRIO

A composição do sedimento (teores de carbonato, matéria orgânica, cascalho, areia, silte e argila) foi obtida através do método de pipetagem e peneiramento (SUGUIO, 1973), modificado por Coimbra e colaboradores (1981), conforme rotina descrita por Sedrez (2012).

Durante o período amostral foram capturados 3040 exemplares. Desse total estimaram-se a proporção entre a biomassa de *P. brasiliensis* e *X. kroyeri*, bem como as Capturas por Unidade de Esforço em número/arrasto (CPUE_n) e em biomassa/arrasto (CPUE_b) que foram utilizadas na correlação entre as capturas e as variáveis abióticas.

Dos 3040 exemplares foi retirada uma subamostra mensal, totalizando 1219 exemplares e os dados utilizados para se determinar a proporção entre machos, fêmeas e exemplares de sexo indeterminado, a curva de crescimento, o tamanho de primeira maturação gonadal, os estádios de maturação gonadal, a relação gonadossomática (RGS), a época de reprodução, relação com o período de defeso, a

influência da pesca de *X. kroyeri* sobre a de *P. brasiliensis* e a correlação entre capturas e variáveis abióticas.

O trabalho no laboratório envolveu o descongelamento e biometria dos exemplares, com o registro do comprimento total (Lt) que vai da ponta do focinho ao final da nadadeira caudal, com um ictiômetro milimetrado (0,1 cm) e o peso úmido (Wt) em balança de precisão (0,01 g). Uma subamostra mensal de, no máximo, 36 exemplares/isóbata era retirada aleatoriamente e dissecada, procedendo-se a identificação macroscópica do sexo, a classificação do estágio de maturação gonadal e a retirada e pesagem das gônadas (wg) em balança de precisão (0,01 g). A escala utilizada para os estágios de maturação gonadal seguiu Vazzoler (1996): A (imaturo ou virgem), B (em maturação), C (maduro), D (esvaziado ou em recuperação) e E (repouso). Nos casos em que não foi possível identificar o sexo, os peixes foram registrados como I (indeterminado).

2.4 DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL

Inicialmente foram calculadas as proporções entre as biomassas de *P. brasiliensis* e *X. kroyeri* capturados nas isóbatas de 10, 20 e 30m. Em seguida foram registradas mensalmente e por isóbata as capturas por unidade de esforço (CPUE) em número de exemplares/arrasto (CPUE_n) e biomassa em quilograma/arrasto (CPUE_b) de *P. brasiliensis* (BRANCO; LUNARDON-BRANCO; VERANI, 2005).

2.5 CRESCIMENTO

As curvas de crescimento foram ajustadas para machos e fêmeas de *P. brasiliensis*, empregando-se o método da distribuição de frequência de comprimento (SANTOS, 1978) pela expressão de von Bertalanffy (1938):

$$L_t = L_{\infty} [1 - e^{-K(t-t_0)}]$$

em que, L_t = comprimento no tempo t ; t = tempo em anos; L_{∞} = comprimento assintótico; K = constante relacionada com a taxa de crescimento; e = base dos logaritmos neperianos.

Essa expressão foi validada, pela transformação de Ford-Walford (Walford, 1946), bem como os parâmetros estimados, conforme Santos (1978).

2.6 REPRODUÇÃO

A proporção sexual entre machos e fêmeas foi representada graficamente para as capturas mensais e nas diferentes classes de comprimento, com intervalo de dois cm, bem como calculada para o período total de estudos e nas isóbatas de 10, 20 e 30m.

Os tamanhos de primeira maturação gonadal (L50), assim como o L100 (100% adulto) foram estimados graficamente para sexos separados, a partir da distribuição de frequência de ocorrência nas classes de comprimento, indicando o tamanho em que os exemplares iniciam a participação efetiva no ciclo reprodutivo (SANTOS, 1978; VAZZOLER, 1996).

Para se determinar a época de reprodução foi utilizada a distribuição de frequência ocorrência (%) mensal e por isóbata dos estádios de maturação gonadal de machos e fêmeas adultas. Também foi determinada a curva de maturação utilizando os valores médios mensais estimados da Relação Gonadosomática (RGS) para fêmeas e machos (VAZZOLER, 1996):

$$RGS = (W_g / W_t) * 100$$

em que, W_g = peso das gônadas (g) e W_t = peso total do indivíduo (g).

2.7 ANÁLISE DOS DADOS

Para as variáveis abióticas temperatura e salinidade da água de fundo e sedimento foram calculados os valores médios mensais por isóbata. O Teste de Tukey-Kramer foi utilizado posteriormente para a verificação da existência de diferenças significativas ($p < 0,05$).

As CPUEs foram testadas quanto à homogeneidade das variâncias (Teste de Bartlett) e a normalidade da distribuição (Prova de Kolmogorov-Smirnov) utilizando-se a análise de variância paramétrica One-Way ANOVA (SOKAL; ROHLF, 1995). A análise dos valores médios das CPUEs, através do Teste Tukey-Kramer ($p < 0,05$), foi aplicada na verificação de diferenças significativas para indicar a fonte causadora das variações.

O Teste do Qui-Quadrado ($p < 0,05$) foi aplicado aos dados de frequência absoluta de fêmeas e machos, para verificar a existência de diferenças significativas na proporção sexual esperada (1:1), para os dados mensais e por isóbata (SOKAL; ROHLF, 1995).

Para se avaliar a atuação da pesca, os indivíduos com sexo indeterminado (I) e os com comprimento total abaixo do tamanho de primeira maturação gonadal estabelecido neste estudo e os imaturos (A) foram considerados como juvenis. Os adultos machos e fêmeas foram classificados nos seguintes estádios de maturação gonadal: B, C, D e E.

A análise de Correlação de Pearson foi aplicada aos dados das variáveis bióticas (abundância, biomassa e RGS de machos e fêmeas) e abióticas (temperatura, salinidade e sedimentos) para testar a existência de associações significativas ($p < 0,05$) entre as mesmas.

Todas as análises estatísticas foram realizadas com auxílio do pacote estatístico Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis (PAST), versão 3.14 (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001).

Para as análises sazonais consideraram-se como estações do ano: primavera (outubro, novembro e dezembro), verão (janeiro, fevereiro e março), outono (abril, maio e junho) e inverno (julho, agosto e setembro), como o adotado para o hemisfério sul (RODRIGUES-FILHO et al., 2011; SEDREZ et al., 2013a).

3 RESULTADOS

3.1 TEMPERATURA

A temperatura da água no fundo do mar apresentou pequenas flutuações entre as estações do ano e isóbatas, com os valores mais elevados no verão e os menores no inverno em todas as isóbatas (Fig. 2). As médias anuais nas isóbatas foram similares ($F_{2-33} = 0,3253$; $p \geq 0,05$) mantendo-se entre $21,88 \pm 3,56$; $21,38 \pm 3,17$ e $20,79 \pm 3,13^{\circ}\text{C}$, respectivamente nos 10, 20 e 30m, porém, sendo significativamente diferentes entre as estações do ano ($F_{3-8} = 74,3370$; $p < 0,05$).

Tabela 1 - Composição e variações sazonais do sedimento na área de pesca artesanal do camarão sete-barbas, nas isóbatas de 10, 20 e 30 m, entre julho/2013 e junho/2014, em Penha, SC, sul do Brasil

10m						
Variáveis	Primavera	Verão	Outono	Inverno	Média	Desvio Padrão
Carbonato (%)	13,17	8,75	6,89	7,08	7,92	±2,92
Matéria Orgânica (%)	7,28	5,31	5,57	3,44	5,44	±1,57
Cascalho (%)	0,38	0,00	0,00	0,00	0,00	±0,19
Areia (%)	29,14	20,02	35,83	21,52	25,33	±7,32
Silte (%)	43,92	54,55	47,96	59,38	51,26	±6,86
Argila (%)	26,56	25,43	16,20	19,10	22,27	±4,98
20m						
Carbonato (%)	11,38	8,72	7,29	6,37	8,00	±2,19
Matéria Orgânica (%)	4,33	4,42	6,66	3,50	4,37	±1,35
Cascalho (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	±0,00
Areia (%)	38,12	26,17	23,26	32,20	29,19	±6,60
Silte (%)	48,50	53,35	54,93	53,96	53,66	±2,87
Argila (%)	13,38	20,47	21,80	13,84	17,16	±4,38
30m						
Carbonato (%)	7,85	6,90	4,17	8,45	7,37	±1,89
Matéria Orgânica (%)	3,95	3,27	2,41	3,25	3,26	±0,63
Cascalho (%)	0,09	0,02	0,03	0,00	0,03	±0,04
Areia (%)	74,08	76,48	78,13	31,84	75,28	±22,26
Silte (%)	11,71	8,01	15,34	50,55	13,52	±19,66
Argila (%)	14,12	15,48	0,00	17,60	14,80	±8,00

Fonte: Resultado da pesquisa.

As concentrações de matéria orgânica seguiram a tendência do carbonato nas estações do ano e isóbatas (10m = 7,28 %), (20m = 4,33) e (30m = 2,41) (Tab. 1), sem diferenças significativas nas isóbatas ($F_{2-9} = 3,182$; $p \geq 0,05$) e estações do ano ($F_{3-9} = 0,799$; $p \geq 0,05$).

Em geral, o cascalho apresentou os menores valores ao longo das coletas (Tab. 1). Enquanto que, a areia foi expressiva durante o outono (30m = 78,13%), com médias significativamente diferentes entre as isóbatas ($F_{2-9} = 9,222$; $p < 0,05$); o silte no inverno (10m = 59,38 %), com diferenças nas isóbatas ($F_{2-9} = 8,523$; $p < 0,05$); e a argila na primavera (10m = 26,56 %) e sem diferenças entre as médias das isóbatas e estações (Tab. 1).

3.4 PROPORÇÃO ENTRE *PARALANCHURUS BRASILIENSIS* E *XIPHOPENAEUS KROYERI*

Considerando o total dos exemplares capturados durante o período amostral (n=3040), obteve-se uma biomassa média anual de 58,87 kg de *P. brasiliensis* e 75,60 kg de *X. kroyeri*. Portanto, uma proporção de 0,78 kg de *P. brasiliensis* para cada quilograma de *X. kroyeri*, oscilando entre as isóbatas de 0,51 (10m) a 1,19 kg (20m) (Tab. 2).

Tabela 2 - Proporção entre as biomassas de *Paralanchurus brasiliensis* e *Xiphopenaeus kroyeri*, capturados na pesca artesanal de arrasto, nas isóbatas de 10, 20 e 30m, entre julho/2013 e junho/2014, em Penha, SC, sul do Brasil

Isóbatas (m)	<i>P. brasiliensis</i>		<i>X. kroyeri</i>		Proporção
	Biomassa (kg)	%	Biomassa (kg)	%	
10	18,75	31,85	36,54	48,33	0,51
20	16,13	27,41	13,51	17,88	1,19
30	23,99	40,75	25,54	33,79	0,94
Total	58,87	100,00	75,60	100,00	0,78

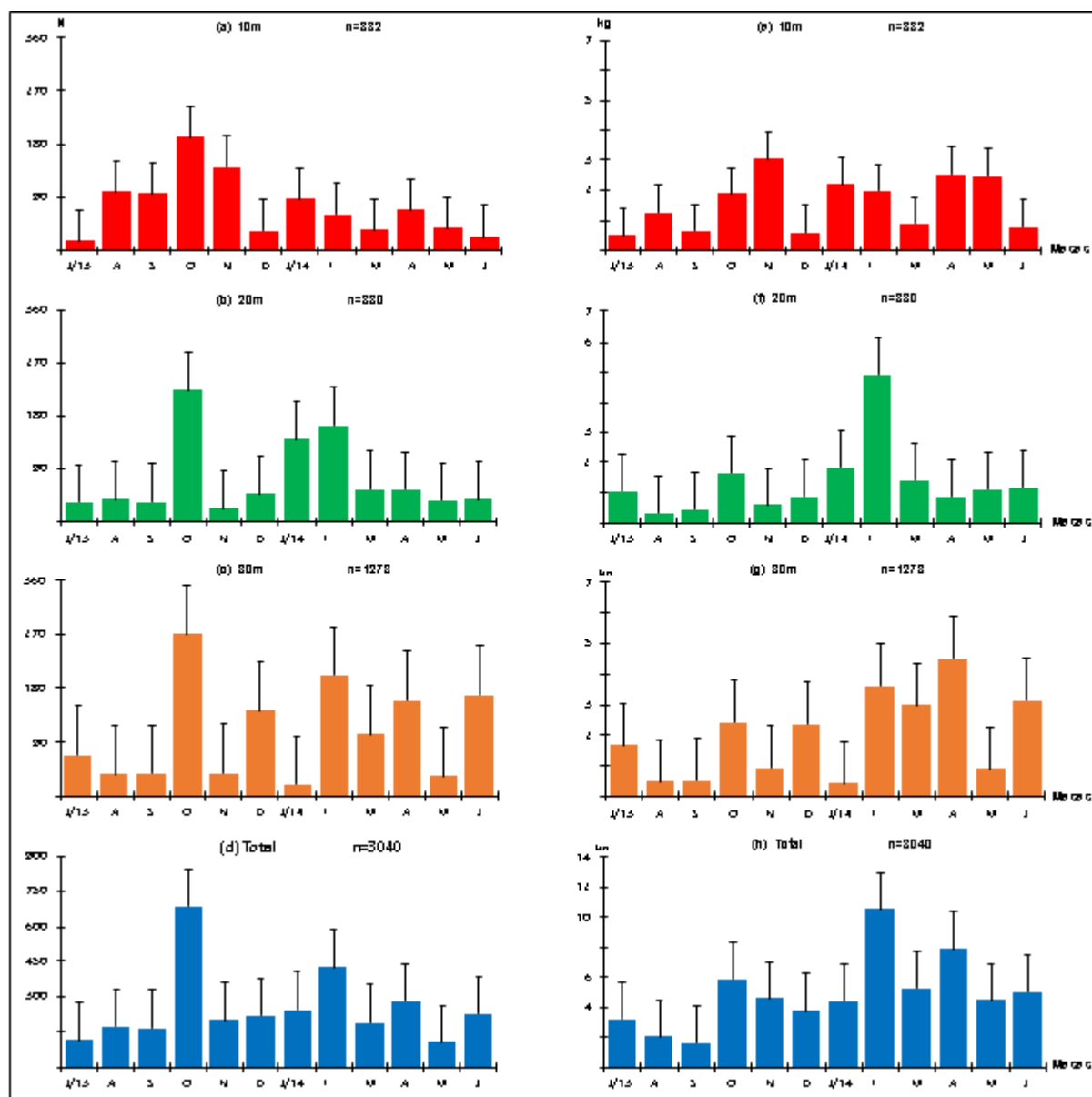
Fonte: Resultado da pesquisa.

3.5 CAPTURA POR UNIDADE DE ESFORÇO (CPUE)

Em geral, as Capturas por Unidade de Esforço (CPUE) de *P. brasiliensis* apresentaram oscilações mensais marcantes entre as isóbatas (Fig. 3). Dos 3040 exemplares amostrados ao longo do ano, os 10m de profundidade contribuíram em número de exemplares e de biomassa com 29,01% e 31,85%, seguidos de 28,95% e 27,41% nos 20m e 42,04%, 40,75% nos 30m, respectivamente (Fig. 3).

A menor CPUE_n de *P. brasiliensis* foi de 15 exemplares/arrasto (0,49%) no inverno (julho), em 10m, enquanto que a menor CPUE_b foi 0,31 kg/arrasto (0,53%) também no inverno (agosto), em 20m de profundidade (Fig. 3). As maiores contribuições somaram 271 indivíduos/arrasto (8,91%) e ocorreram na primavera (outubro), em 30m e 4,94 kg/arrasto (8,40%) de biomassa registradas no verão (fevereiro), na isóbata de 20m (Fig. 3).

Figura 3 - Variação mensal da CPUE em número (N/arrasto) (a-d) e biomassa (kg/arrasto) (e-h) de *Paralichthys brasiliensis* nas isóbatas de 10 (a e e), 20 (b e f) e 30 m (c e g), e no período de julho/2013 a junho/2014 (d e h), na pesca artesanal do camarão sete-barbas, em Penha, SC



As barras verticais representam o desvio padrão.

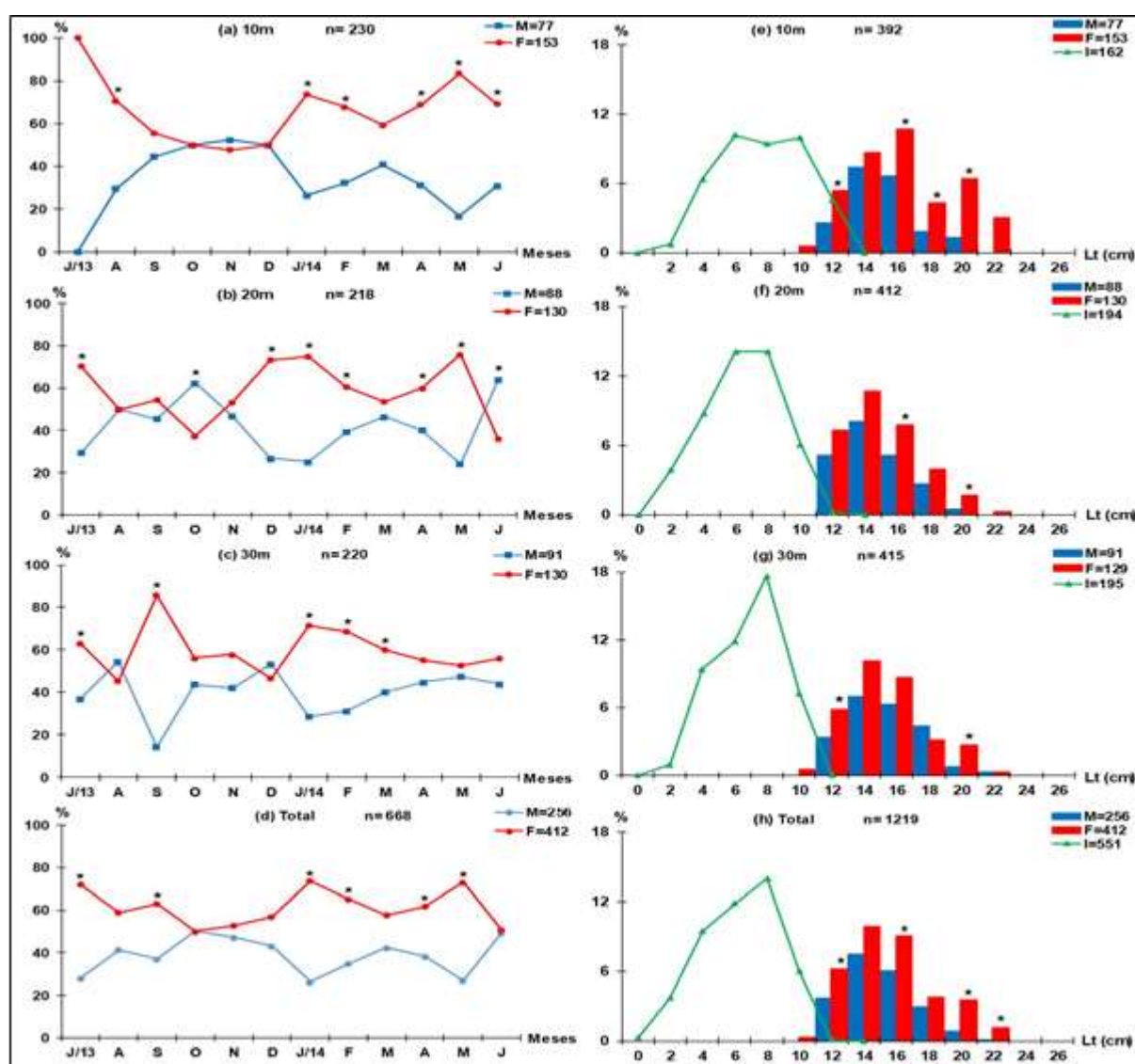
Fonte: Resultado da pesquisa.

A média anual da CPUE oscilou entre $73,33 \pm 64,83$ e $106,50 \pm 81,67$ exemplares/arrasto, sem diferenças significativas entre as isóbatas ($F_{2-33} = 0,9599$; $p \geq 0,05$); porém, significativamente diferentes entre os meses de coleta ($F_{11-24} = 3,1360$; $p < 0,05$). Enquanto que a média anual CPUEb se manteve entre $1,34 \pm 1,22$ a $2,00 \pm 1,37$ kg/arrasto, sem diferenças nas isóbatas ($F_{2-33} = 0,9564$; $p \geq 0,05$) e meses do ano ($F_{11-24} = 1,7710$; $p \geq 0,05$).

3.6 PROPORÇÃO SEXUAL

Entre os 1219 indivíduos analisados quanto ao sexo, 256 (21,0%) eram machos, 412 (33,8%) fêmeas e 551 (45,2%) de sexo indeterminado (Fig. 4h). Portanto, considerando todo o período amostral, a proporção sexual foi de 1:1,61, a favor das fêmeas e decresceu da isóbata de 10m (1:1,99), em direção a 20 (1:1,48) e 30m (1:1,42) (Fig. 4 a-d).

Figura 4. Distribuição das frequências relativas (%) das capturas de *Paralonchurus brasiliensis* mensal (a-d) e por classe de comprimento (Lt) (e-g), nas isóbatas de 10, 20 e 30 m, na pesca artesanal do camarão sete-barbas, no período de julho/2013 e junho/2014, em Penha, SC.



Legenda: I (sexo indeterminado), M (macho) e F (fêmea).

O asterisco (*) indica diferença significativa na proporção sexual ($p < 0,05$).

Fonte: Resultado da pesquisa.

O Teste do Qui-Quadrado ($p \geq 0,05$) indicou que as fêmeas de *P. brasiliensis* nos 10m dominaram as amostras de agosto/13, além de janeiro, fevereiro e de abril a junho/14, entretanto, nos demais meses

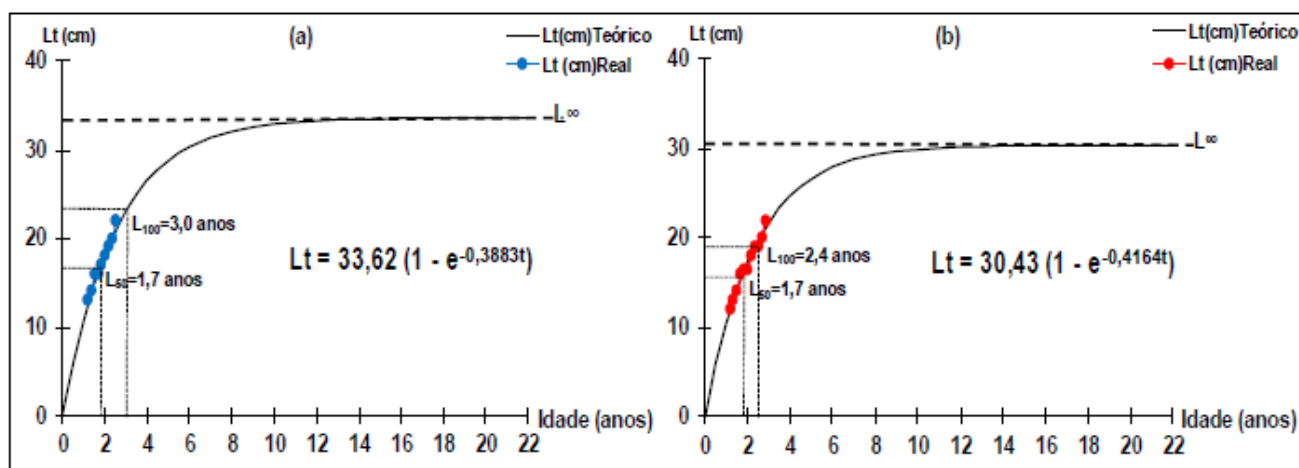
houve um equilíbrio entre os sexos (Fig. 4a). Na isóbata de 20m, a proporção de fêmeas foi significativa em seis meses de amostragens e a dos machos em outubro/13 e junho/14 (Fig. 4b) e na de 30m, o predomínio das fêmeas manteve-se nos meses de julho e setembro/13, além de janeiro a março/14 (Fig. 4c). No geral, as diferenças a favor das fêmeas ocorreram nos meses de julho e setembro/13 (inverno), janeiro e fevereiro/14 (verão), bem como abril e maio/14 (outono), mantendo-se o equilíbrio na proporção sexual durante a primavera (Fig. 4d).

As fêmeas predominaram sobre os machos na isóbata de 10m, nas classes de 12, 16, 18 e 20 cm, enquanto que na isóbata de 20m, ocorreu nas classes de 16 e 20 cm e na de 30m, nas classes de 12 e 20 cm (Fig. 4e-g). No geral, as fêmeas mantiveram o predomínio sobre os machos nas classes de 12, 16, 20 e 22 cm (Fig. 4h).

3.7 CRESCIMENTO

Nas Figuras 5a e 5b, encontram-se as curvas teóricas de crescimento em comprimento, ajustadas aos pontos empíricos para machos e fêmeas.

Figura 5 - Curva de crescimento em comprimento total para machos (a) e fêmeas (b) de *Paralonchurus brasiliensis*, capturados na pesca artesanal do camarão sete-barbas, no período de julho/2013 e junho/2014, em Penha, SC.



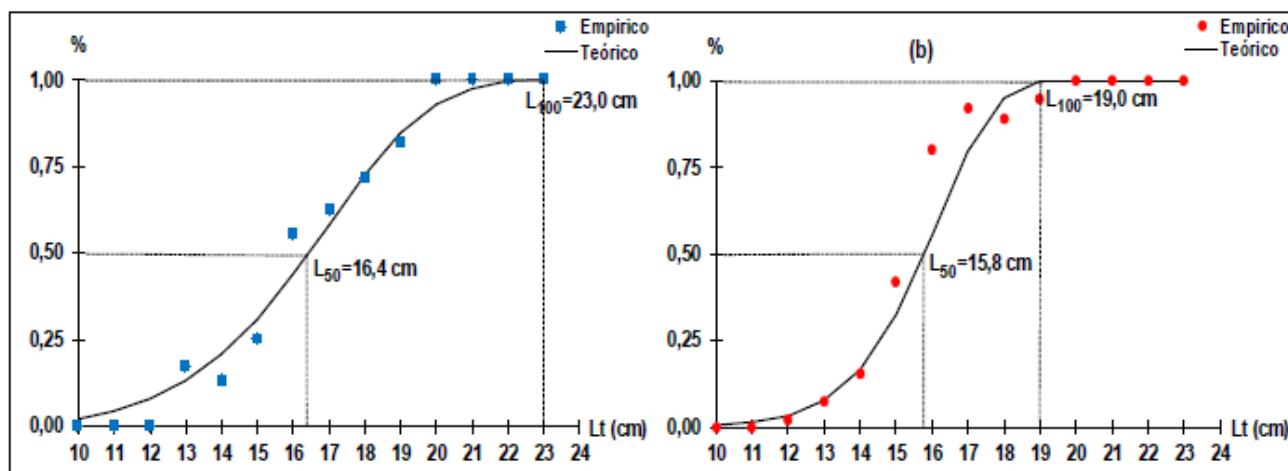
Fonte: Resultado da pesquisa.

As curvas estão descritas pela expressão matemática de von Bertalanffy, através das seguintes equações: machos $L_t = 33,62 (1 - e^{-0,3883t})$; fêmeas $L_t = 30,43 (1 - e^{-0,4164t})$. Analisando essas curvas de crescimento, observou-se que a espécie apresenta uma constante catabólica elevada para machos ($k = 0,3883$) e fêmeas ($k = 0,4164$), atingindo comprimento médio amostrado (13,1cm) em torno 1,3 anos de idade.

3.8 TAMANHO DE PRIMEIRA MATURAÇÃO GONADAL

Com base na distribuição de frequência relativa (%) das classes de comprimento de machos e fêmeas, o tamanho médio de primeira maturação gonadal da população de *P. brasiliensis* amostrada foi estimado em 16,4 cm (machos) e 15,8 cm (fêmeas) (Fig. 6a e 6b), indicando que 50% dos indivíduos atingem esses tamanhos com idade em torno de 1,7 anos.

Figura 6 - Curva de tamanho de primeira maturação de machos (a) e fêmeas (b) de *Paralanchurus brasiliensis*, capturados na pesca artesanal do camarão sete-barbas, entre julho/2013 e junho/2014, em Penha, SC, sul do Brasil

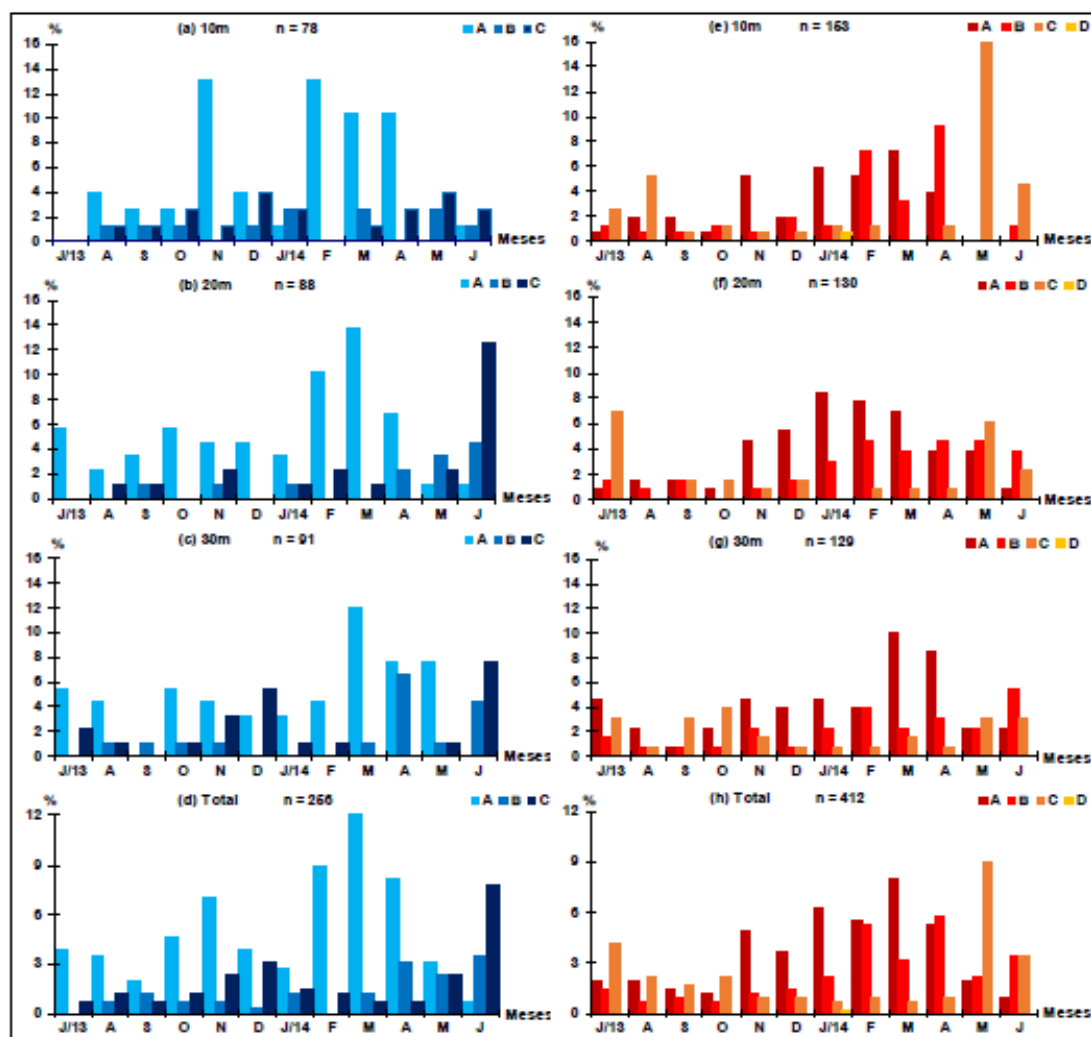


As linhas tracejadas indicam o L50 e o L100 para machos e fêmeas. Fonte: Resultado da pesquisa. O tamanho em que todos os indivíduos da população estão aptos a reprodução (L100) foi estimado em 23,0 cm para machos e 19,0 cm para fêmeas (Fig. 6a e 6b), com idades de 3,0 e 2,4 anos, respectivamente (Fig. 5a e 5b).

3.9 ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO GONADAL

As flutuações mensais nas frequências relativas (%) dos estádios de maturação gonadal de *P. brasiliensis*, identificados macroscopicamente, nas isóbatas de 10, 20 e 30 m, indicaram exemplares de ambos os sexos nos estádios A (imaturo), B (maturação) e C (maduro), exceto uma fêmea no estágio D (em recuperação) na isóbata de 20m em janeiro/14 (Fig. 7).

Figura 7 - Frequência relativa (%) mensal dos estádios de maturação gonadal de *Paralichthys brasiliensis* machos (a-d) e fêmeas (e-h) nas isóbatas de 10, 20 e 30 m, na pesca artesanal do camarão sete-barbas, no período de julho/2013 e junho/2014, em Penha, SC



Legenda: A (imaturo), B (em maturação), C (maduro) e D (em recuperação).

Fonte: Resultado da pesquisa.

Ao longo do ano predominaram os machos (60,94%) e fêmeas (43,20%) imaturos, quando comparados aos machos (15,23%) e fêmeas (15,23%), em maturação e aos machos (23,83%) e fêmeas (27,91%) maduros (Fig. 7a-h). Isso sugere que a maioria da população é removida antes dos indivíduos atingirem a maturidade gonadal, podendo comprometer a manutenção dos estoques.

Os machos maduros predominaram em direção às maiores profundidades (Fig. 7a-c), enquanto as fêmeas no sentido contrário (Fig. 7e-g). O padrão de distribuição de machos e fêmeas no estágio maduro durante todo o período de amostragens sugere que *P. brasiliensis* apresenta um longo período reprodutivo.

As maiores participações de machos maduros ocorreram na primavera (novembro, dezembro) e outono (maio, junho) (Fig. 7d), enquanto das fêmeas, no inverno (julho, agosto), primavera (outubro) e outono (maio, junho) (Fig. 7h).

Apesar das oscilações nos estádios de maturação entre isóbatas e meses do ano, os maiores picos de machos e fêmeas maduras foram observados nas isóbatas de 10 e 20m no outono (maio, junho) (Fig. 7a-b e 7e-f) e na isóbata de 30m no inverno (julho) e outono (junho) (Fig. 7c e 7g).

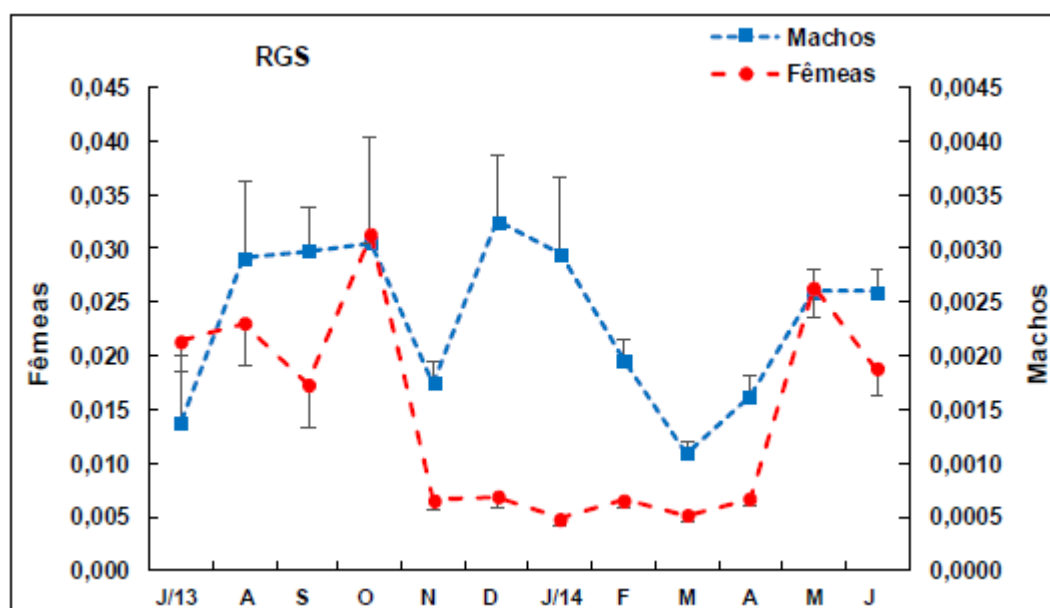
3.10 RELAÇÃO GONADOSSOMÁTICA (RGS)

A Figura 8 mostra a variação dos valores médios mensais da RGS registrados para machos e fêmeas de *P. brasiliensis* em todo o período de amostragem.

As médias mensais da RGS das fêmeas variaram de 0,0048 (julho) a 0,0313 (outubro), enquanto que dos machos entre 0,0011 (março) e 0,0030 (outubro). Esses valores revelaram uma ampla faixa de variação do período reprodutivo de *P. brasiliensis* (Fig. 8).

Os maiores valores para fêmeas e machos, simultaneamente, ocorreram no inverno (agosto), início da primavera (outubro) e outono (maio), com dois picos maiores para as fêmeas em outubro e maio e menores entre novembro e abril (Fig. 8).

Figura 8 - Variação dos valores médios mensais da RGS de machos e fêmeas de *Paralonchurus brasiliensis*, capturados na pesca artesanal do camarão sete-barbas, entre julho/2013 e junho/2014, em Penha, SC, sul do Brasil



Fonte: Resultado da pesquisa.

Os dois maiores picos da RGS para as fêmeas sugerem maior intensidade do período reprodutivo dessa população de *P. brasiliensis*, entre meados do outono (maio) até o início da primavera (outubro) (Fig. 8)

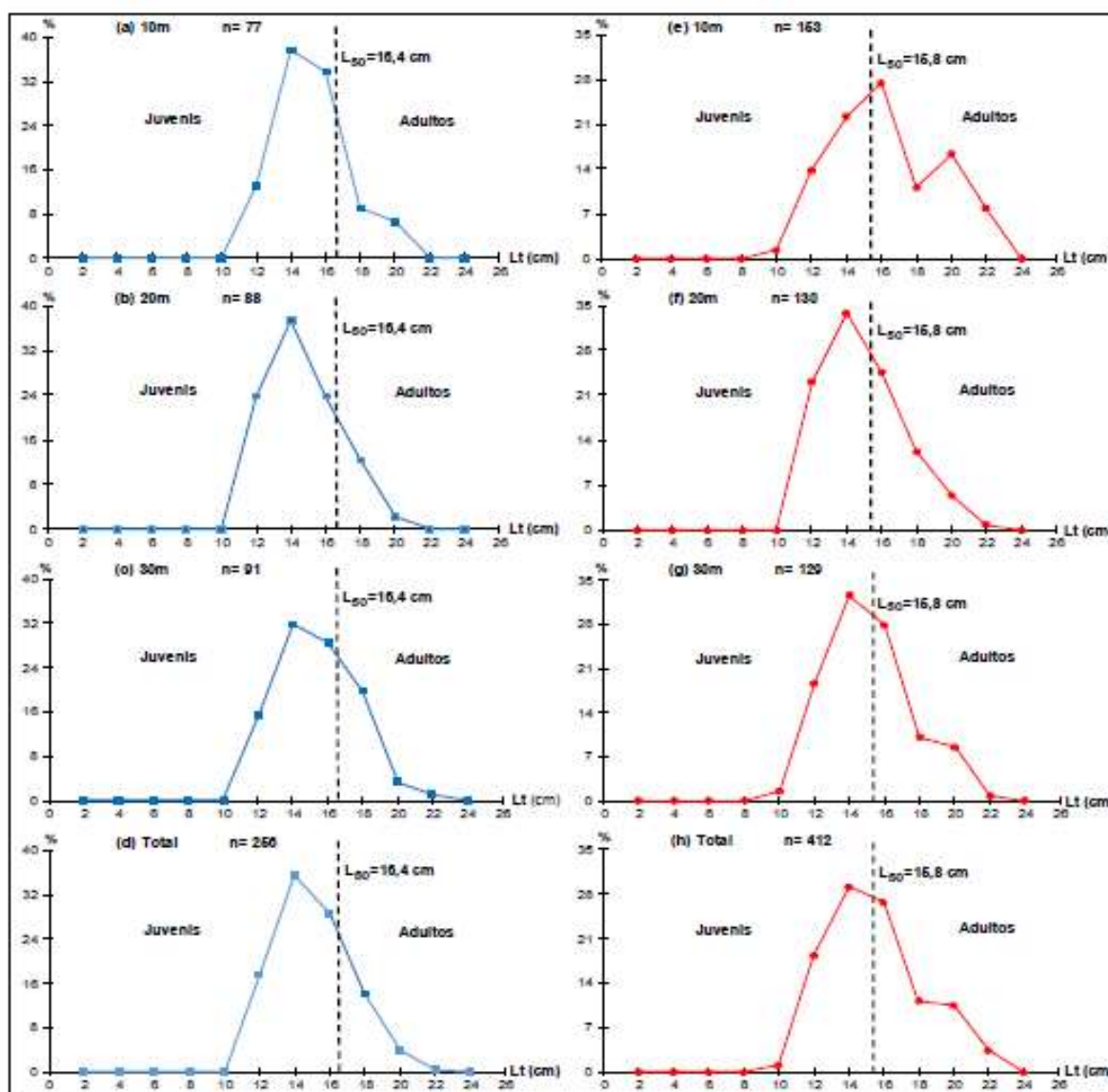
3.11 ATUAÇÃO DA PESCA DE SETE-BARBAS SOBRE *P. BRASILIENSIS*

A análise da atuação da pesca artesanal de *X. kroyeri* sobre a população de *P. brasiliensis* foi realizada a partir da Figura 9, em que as linhas tracejadas correspondem ao tamanho de primeira maturação para machos (16,4 cm) e fêmeas (15,8 cm). Assim, constatou-se que sua maior intensidade recaiu sobre os estoques de machos (75,32%) e fêmeas (81,58%) juvenis, em todas as isóbatas (Fig. 9a-h).

Quando se analisou o contexto do esforço da pesca nas profundidades de 10, 20 e 30m, o percentual de impacto sobre os indivíduos juvenis de ambos os sexos da população de *P. brasiliensis* oscilou tanto nos machos (71,43 a 78,69%) (Fig. 9a-c) quanto nas fêmeas (76,71 a 87,10%) (Fig. 9d-f).

Ao se adicionar os exemplares de sexo indeterminado (Fig. 4h) aos machos e fêmeas sexualmente imaturos (A) (Fig. 7d e 7h) constatou-se que a maioria dos indivíduos da população de *P. brasiliensis* capturados na pesca de arrasto dos camarão sete-barbas são juvenis (72,60%).

Figura 9. Distribuição das frequências relativas de machos (a-d) e fêmeas (e-h) das capturas de *Paralanchurus brasiliensis* por classe de comprimento (Lt), nas isóbatas de 10, 20 e 30 m, capturados na pesca artesanal do camarão sete-barbas, julho/2013 e junho/2014, em Penha, SC, sul do Brasil

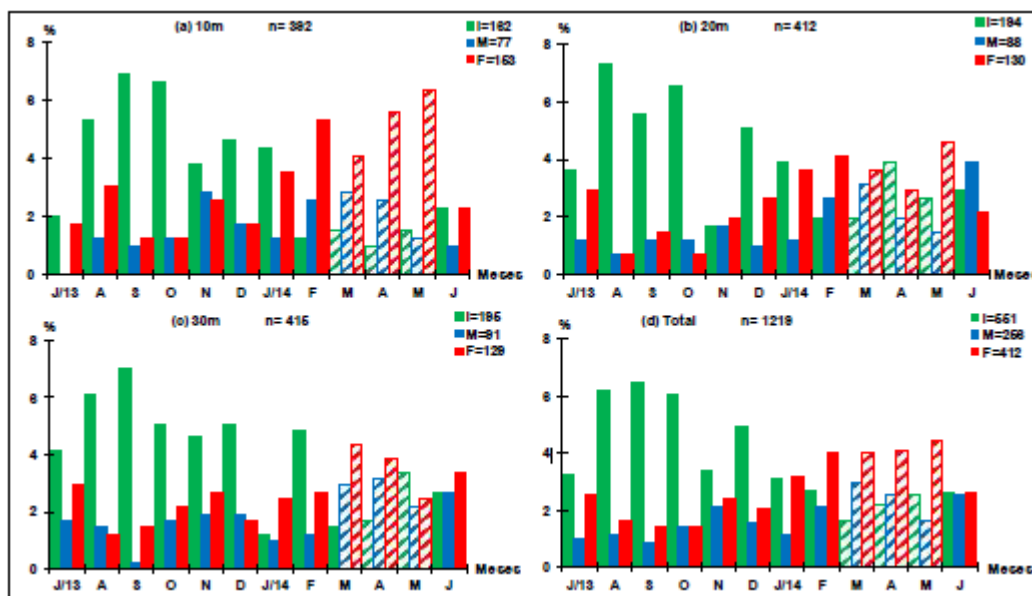


As linhas tracejadas destacam o início da primeira maturação gonadal (L₅₀) e separam os exemplares juvenis e adultos. Fonte: Resultado da pesquisa.

3.12 DEFESO DE XIPHOPENAEUS KROYERI X PARALONCHURUS BRASILIENSIS

A Figura 10 mostra a distribuição das frequências relativas mensais de machos, fêmeas e indivíduos de sexo indeterminado de *P. brasiliensis*, nas isóbatas de 10, 20 e 30 m e as áreas hachuradas (março a maio) correspondem ao período de defeso do *Xiphopenaeus kroyeri*.

Figura 10 - Distribuição das frequências relativas mensais de machos, fêmeas e indivíduos de sexo indeterminado das capturas de *Paralanchurus brasiliensis*, nas isóbatas de 10, 20 e 30 m, capturados na pesca artesanal do camarão sete-barbas, julho/2013 e junho/2014, em Penha, SC, sul do Brasil. As áreas hachuradas (março a maio) correspondem ao período de defeso do *Xiphopenaeus kroyeri*



Fonte: Resultado da pesquisa.

Além de reforçar a maior incidência da pesca de arrasto com portas sobre os indivíduos indeterminados, observa-se que em todas as isóbatas e em quase todo o período reprodutivo *P. brasiliensis* encontra-se fora dessa área destacada (Fig. 10 a- d).

Portanto, o atual período de defeso destinado à reprodução de *X. kroyeri*, praticamente não oferece proteção ao ciclo de vida e à conservação da espécie em estudo.

3.13 CORRELAÇÃO ENTRE CAPTURAS E VARIÁVEIS AMBIENTAIS

A Tabela 3 mostra a correlação entre as variáveis abióticas e bióticas registradas na área de pesca do camarão sete-barbas durante o período de estudos.

O coeficiente de correlação de Pearson entre a abundância de *P. brasiliensis* e as variáveis ambientais mostrou uma relação significativa e positiva com areia e negativa com silte ($p < 0,05$), bem como a biomassa uma correlação positiva com temperatura de fundo e negativa com silte ($p < 0,05$) (Tab. 3).

Tabela 3 - Correlação de Pearson entre os valores médios mensais das variáveis abióticas e bióticas registradas entre julho/2013 e junho/2014, na pesca artesanal do camarão sete-barbas, em Penha, SC, sul do Brasil

Variáveis abióticas	Abundância	Biomassa	RGS-M	RGS-F
Temperatura de fundo	0,3850	0,5861*	0,7174*	0,1761
Salinidade de fundo	0,2279	-0,1623	0,2588	-0,0144
Carbonato	0,2171	-0,1748	0,3423	-0,1048
Matéria Orgânica	-0,1329	-0,0865	0,3740	0,1434
Areia	0,6103*	0,5478	0,0089	0,1737
Silte	-0,6736*	-0,5994*	-0,0461	-0,2288
Argila	-0,2260	-0,2789	0,0636	0,0184
Profundidade	0,3552	0,2436	-0,3467	-0,4040

Legenda: RGS (Relação Gonadosomática), M (macho) e F (fêmea).

O asterisco (*) indica correlação significativa ($p < 0,05$).

Fonte: Resultado da pesquisa.

Entretanto, os valores médios da Relação Gonadosomática para os machos (RGS-M) mostraram uma associação significativa e positiva apenas para a temperatura de fundo ($p < 0,05$), enquanto que para as fêmeas (RGS-F), não ocorreram relações significativas com qualquer uma das variáveis abióticas (Tab. 3).

4 DISCUSSÃO

Paralichthys brasiliensis aparenta ser uma espécie muito interessante como modelo de estudos da pesca de arrasto de *Xiphopenaeus kroyeri* nas regiões Sudeste e Sul do Brasil e pode constituir uma ferramenta de gestão adequada da espécie-alvo, pois este Sciaenidae é frequente e abundante no bycatch e ocupa a mesma área de pesca dirigida ao *X. kroyeri* (BRANCO; LUNARDON-BRANCO; VERANI, 2005; SOUZA et al. 2008).

Estudos recentes comprovam que *P. brasiliensis* é muito frequente no bycatch da pesca de *X. kroyeri*, em todo o litoral catarinense (BERNARDES JÚNIOR et al., 2011; CARDOSO; HAIMOVICH et al., 2014; BRANCO; LUNARDON-BRANCO; VERANI, 2015; RODRIGUES-FILHO et al., 2015). Outras regiões e estados brasileiros também registraram esse fato (VAZZOLER, 1975; MUTO; SOARES; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, 2000; ROBERT; MICHELS-SOUZA; CHAVES, 2007; COSTA et al., 2012; SCHMIDT; SANTOS, 2012; SILVA JÚNIOR et al., 2015) e, embora não seja a espécie-alvo, sofre impactos indiretos desta pesca (BRAGA, 1990). As flutuações sazonais de *P. brasiliensis*, assim como do bycatch em geral,

estão associadas aos fatores oceanográficos, como a intrusão e retorno de fluxo das massas de água que implicam em alterações de temperatura, salinidade e condições de nutrição (DIAS; KATSURAGAWA, 2009). Esses fatores são fundamentais para período de incubação e eclosão de ovos de muitas espécies e nesse sentido, as espécies que vivem nos locais rasos são afetadas por mudanças constantes nesses parâmetros, uma vez que as mudanças na temperatura podem interferir na dinâmica da salinidade de um determinado local (NISSLING et al., 2006).

Estudos com a salinidade revelaram que essa em altas concentrações pode ter efeitos no comportamento e na fisiologia, afetando negativamente crescimento e a sobrevivência de algumas espécies de peixes (HEYWARD; SMITH; JENKINS, 1995; WATANABE et al., 1985; WEINGARTNER; ZANIBONI-FILHO, 2004).

As oscilações observadas na temperatura e salinidade no litoral centro-norte de Santa Catarina, podem estar associadas a diversos fatores, como a massa de Água Costeira (AC) caracterizada por baixas salinidades ($< 34 \text{ ‰}$) e temperatura elevada (19 a 28 °C), dependentes principalmente da contribuição do Rio Itajaí-açu, cuja desembocadura encontra-se a 20 km ao Sul da área de estudo (SCHETTINI, CARVALHO; TRUCCOLO, 1999).

Segundo esses autores, antes de formar a massa de Água Costeira, a descarga desse rio constitui uma pluma fluvial e uma outra massa de água igualmente importante, caracterizada pela baixa salinidade e elevada carga de sedimento em suspensão. Talvez isso possa contribuir com a dominância dos componentes encontrados no sedimento (areia, silte, argila e matéria orgânica), que constituem o fundo areno-lodoso, onde habitam e se enterram os principais componentes da dieta de *P. brasiliensis*, os poliquetas e crustáceos.

Além disso, a penetração sazonal de água fria da Água Central do Atlântico Sul (ACAS) entre a primavera e verão, somada ao aquecimento superficial no verão resultam em uma termoclina, entre 10 e 15m de profundidade, que favorece o afloramento da ressurgência costeira e consequente aumento da produtividade primária, sobrevivência de larvas planctônicas e reprodução de animais marinhos em toda a região, sendo que no outono e inverno, a temperatura na coluna d'água mantém-se homogênea em decorrência do vento sul (MATSUURA, 1986; CARVALHO et al., 1998; SCHETTINI; CARVALHO; TRUCCOLO, 1999; SOARES- GOMES; FIGUEIREDO, 2002).

No presente estudo, as maiores densidades de capturas de *P. brasiliensis* ocorreram na primavera, nas isóbatas de 20 e 30m, com temperatura de fundo ao redor de 20°C e salinidade entre 34 e 35 ‰. Arrastos de fundo no litoral Norte de São Paulo indicaram que *P. brasiliensis* ocorreu

preferencialmente na primavera, em águas frias, profundas e mais salinas (GIANNINI; PAIVA-FILHO, 1990).

Outros autores (DE LEO; PIRES-VANIN, 2006; COSTA et al., 2012), na região Sudeste do Brasil, também obtiveram as maiores capturas em condições abióticas semelhantes ao presente trabalho como temperatura elevada e baixa salinidade, indicando a presença da massa de Água Costeira. Provavelmente as semelhanças e diferenças obtidas entre as variáveis abióticas e bióticas na distribuição de *P. brasiliensis* no litoral brasileiro, podem estar associadas à existência de diferentes populações e composição de sedimentos ao longo da costa.

Baseado em características merísticas e morfométricas, Vargas (1976) sugeriu duas populações distintas na costa Sudeste-Sul do país, uma ao norte (São Paulo) de 29°S e outra ao sul (Rio Grande do Sul) (RS). Além disso, variações sazonais e latitudinais de sobreposição espacial foram encontradas por PAIVA FILHO & ZANI- TEIXEIRA (1980) entre 22°S e 29°S.

Existem poucos estudos que estabelecem a proporção entre a biomassa de *P. brasiliensis* e camarão sete-barbas, dificultando uma análise mais acurada sobre impacto geral da pesca de arrasto sobre essa espécie. Para a região Sul a proporção tem oscilado entre 1,18:1 kg de *P. brasiliensis* para cada quilo de *X. kroyeri* desembarcado em Penha, SC (BRANCO; LUNARDON-BRANCO; VERANI, 2005), 1,52:1, na Foz do rio Itajaí-Açu (BAIL et al., 2009), 1,49:1 kg, em Porto Belo, SC (SEDREZ et al., 2013a). No presente estudo, a média anual foi de 0,78:1 kg, evidenciando oscilações nas isóbatas entre 0,51:1 e 1,19:1 kg.

Os Sciaenidae demersais como *P. brasiliensis* são os peixes marinhos que sofrem maior impacto nas capturas de camarões marinhos, tanto em número quanto em biomassa, devido à baixa seletividade das redes de arrasto. De longa data, essa hipótese é corroborada por inúmeros pesquisadores, ao analisarem qualitativamente a fauna acompanhante da pesca de arrasto em todo o mundo (ALVERSON et al., 1994; GILLET, 2008; CASTELLANOS-GALINDO et al., 2012; FUNES et al., 2015; FENNESSY, 2016; PURUSOTHAMAN; JAYAPRABHA;

MURUGESAN, 2016) e mais especificamente no Brasil (HAIMOVICI; MARTINS; VIEIRA, 1996; BRANCO; VERANI, 2006b; SOUZA et al. 2008; CATTANI et al., 2011; SEDREZ et al., 2013a; BRANCO et al., 2015; CHAO et al., 2015; RODRIGUES-FILHO et al., 2015; SANTOS; ROCHA; FREIRE, 2016).

Branco e colaboradores (2005) indicaram a utilização do cálculo da Captura por Unidade de Esforço (CPUE) como índice mais adequado em estudos de monitoramento da pesca, pois, em geral, suas variações refletem as alterações espaço-temporais ocorridas na abundância de peixes.

No presente trabalho, esses parâmetros variaram entre as estações do ano e isóbatas. Os menores valores médios de CPUE de *P. brasiliensis* por arrasto, foram observados no inverno, em 10 e 20m de profundidade e os maiores na primavera, em 30m e no verão, em 20m.

Padrão similar, também foi registrado entre agosto/1996 a julho/2003 na região, com as menores capturas médias entre outono e inverno e as maiores na primavera e verão, exceto entre 2000 e 2002, em que as capturas mais expressivas ocorreram entre outono e inverno (BRANCO; LUNARDON-BRANCO; VERANI, 2005). Em Porto Belo, SC as maiores CPUEs médias em abundância ocorreram no verão e a biomassa, no inverno e verão, ambas em 10 m (SEDREZ et al., 2013a). Porém, no litoral do Paraná, as capturas de *P. brasiliensis* foram maiores na isóbata de 10 m, durante a primavera (ROBERT; MICHELS-SOUZA; CHAVES, 2007) e no norte de São Paulo as maiores capturas foram obtidas nos meses de verão e outono, na faixa de profundidade de 15-25 m (COSTA et al., 2012). Esses pesquisadores destacaram que nesse período, *P. brasiliensis* ocupou a segunda posição em número e biomassa na composição da ictiofauna acompanhante.

Catalán e colaboradores (2006) sugeriram que as flutuações espaço-temporais observadas nas CPUEs, em regiões rasas costeiras do Golfo de Cádiz, Espanha estariam associadas aos efeitos combinados de migrações reprodutivas ou ontogenéticas e episódios de recrutamento típico de espécies demersais. Portanto, isso poderia explicar os resultados obtidos para *P. brasiliensis* no presente trabalho, uma vez que essa espécie tem o ciclo de vida adaptado ao ambiente costeiro (BRAGA, 1990).

Nesse ambiente, a proporção sexual dos peixes capturados fornece subsídios para a avaliação do potencial reprodutivo e estimativa de estoque (VAZZOLER, 1996). A autora explica que essa proporção pode variar ao longo do ciclo de vida devido a eventos sucessivos como mortalidade e o crescimento.

Em geral, na área amostrada, as fêmeas dominaram nas menores profundidades, exceto na primavera em que se observou o equilíbrio na proporção. Padrão semelhante foi registrado nesse local entre 1997 e 1998, quando as fêmeas de *P. brasiliensis* contribuíram com uma razão sexual de 2,1:1 macho (BRANCO; LUNARDON-BRANCO; VERANI, 2005), bem como, nas áreas tradicionais de atuação da pesca de arrasto no litoral de São Paulo (2,5:1) (COELHO et al., 1993).

Esse predomínio das fêmeas de *P. brasiliensis* nas capturas foi registrado em diversas áreas de pesca da região Sudeste-Sul (PAIVA-FILHO et al., 1976; CUNNINGHAM; DINIZ FILHO, 1995; BRANCO; LUNARDON-BRANCO; VERANI, 2005; LEWIS; FONTOURA, 2005), ressaltando o impacto negativo da pesca de arrasto do camarão sete-barbas sobre o potencial biótico da espécie.

Os menores comprimentos e a enorme dificuldade em se visualizar e separar macroscopicamente os sexos em fêmeas (10,1 cm) e machos (12,0 cm) de *P. brasiliensis* aqui apresentados, ocorreu devido ao tamanho reduzido das gônadas e por estar fora da época de reprodução, elevando a porcentagem de exemplares indeterminados nas amostragens (35,4%) registradas por Branco e colaboradores (2005). Essa tendência de grande número de indivíduos de sexo indeterminado também foi mantida no presente trabalho (45,2%) e até aumentou com a profundidade, chegando a 47,5%, na isóbata de 30m.

Os tamanhos mínimos e máximos dos exemplares capturados no presente estudo estão dentro dos registrados ao longo do litoral brasileiro (2,0 e 28,0 cm), desde a década de 1970 (Quadro 1). Esse quadro, também demonstra a seletividade da rede de arrasto de *X. kroyeri* e de outros petrechos de pesca, onde o maior (39,0 cm) exemplar de *P. brasiliensis* foi capturado em arrasto de praia no Pontal do Paraná (FELIX et al., 2007).

Quadro 1 - Variação entre o valor mínimo (Mín.) e máximo (Máx.) do comprimento total (Lt), o comprimento assintótico (L_{∞}) e o coeficiente de crescimento (k) de *P. brasiliensis* capturados no litoral brasileiro

Autores/ano	Local	Mín. Lt	Máx. Lt	L_{∞}	k
Silva Júnior et al. (2015)	08°35'S; 08°40'S	7,0	20,6		
Braga (1990)	23°33'S	4,0	22,0	26,3	0,27
Coelho et al. (1993)	23°26'S; 25°02'S	2,0	24,0	-	-
Robert; Michels-Souza; Chaves (2007)	25°46'S; 25°50'S	2,2	23,7	-	-
Branco, Lunardon-Branco e Verani (2005)	26°40'S; 26°47'S	2,0	28,0	-	-
Bail et al. (2009)	26°40'S; 26°47'S	7,0	28,0	28,0	-
Presente trabalho ¹	26° 46'S	2,7	23,2	33,6 e 30,4	0,39 e 0,42
Vazzoler (1975) ²	29°21'S; 33°41'S	18,0	22,0	-	-
Lewis e Fontoura (2005) ³	30°08'S	12,4	23,6	20,0	0,53

(1) L_{∞} e k, para machos e fêmeas, respectivamente; Petrechos: (2) redes industriais e (3) Anzol. Fonte: Elaborado pelos autores com dados de pesquisa bibliográfica.

Segundo Vazzoler (1996), as fêmeas tendem alcançar maior crescimento corpóreo e tamanho para a mesma idade que os machos. Porém, na população *P. brasiliensis* amostrada, o comprimento assintótico estimado dos machos (33,6) ultrapassou as fêmeas (30,4 cm). Por outro lado, o predomínio das fêmeas (93,3%) na classe de maior comprimento total (22,0-23,9cm) indica que elas crescem mais do que os machos.

Entretanto, os valores obtidos para o crescimento assintótico ficaram próximos (30,0 cm) do descrito por Menezes e Figueiredo (1980) e dos 28,0 cm registrados nessa área para sexos grupados (BAIL et

al., 2009) e acima do estimado por Braga (1990), além de Lewis e Fontoura (2005), respectivamente, 26,3, 20,0 cm (Quadro 1). Já os valores do coeficiente de crescimento de 0,27 ano⁻¹ (BRAGA, 1990), 0,53 (LEWIS; FONTOURA, 2005) e 0,45 ano⁻¹ (COSTA et al., 2013), estão dentro dos valores estimados no presente estudo e daqueles descritos na literatura (Quadro 1).

Os registros de tamanho de primeira maturação gonadal de *P. brasiliensis* oscilaram dentro dos obtidos principalmente para o litoral Sudeste-Sul do Brasil (Quadro 2), bem como comprova a incidência da pesca de *X. kroyeri*, principalmente, sobre o estoque juvenil de *P. brasiliensis*, independentemente da profundidade em que ocorrem as capturas. Em geral, esse fato pode ser verificado para outras espécies da ictiofauna acompanhante (BAIL et al., 2009).

A idade média de primeira maturação estimada para *P. brasiliensis* ficou abaixo dos dois anos obtidos no litoral do Rio Grande do Sul (LEWIS; FONTOURA, 2005), e dos quatro no norte de São Paulo (BRAGA, 1990), provavelmente essas diferenças são influências pela metodologia aplicada (ROBERT; MICHELS-SOUZA; CHAVES, 2007), variação sazonal da sobreposição espacial entre os dois conjuntos populacionais (PAIVA-FILHO et al., 1976; PAIVA-FILHO; ZANI-TEIXEIRA, 1980). O conhecimento do tamanho de primeira maturação é fundamental na gestão dos estoques e manutenção do equilíbrio ambiental (VAZZOLER, 1996).

Quadro 2 - Tamanho de primeira maturação gonadal para machos, fêmeas e sexo grupado de *P. brasiliensis* capturados no litoral brasileiro

Autor/ano	Local	Machos	Fêmeas	Sexo grupado
Silva Júnior et al. (2015)	08°35'S; 08°40'S	14,9	13,5	14,5
Coelho et al. (1993)	23°26'S; 25°02'S	-	-	14,6
Robert; Michels-Souza; Chaves (2007)	25°46'S; 25°50'S	-	-	17,5
Branco, Lunardon-Branco e Verani (2005)	26°40'S; 26°47'S	14,8	15,0	-
Presente trabalho	26° 46'S	16,4	15,8	-
Paiva-Filho et al. (1976a)	Norte de 29°S	17,0	18,0	-
Paiva-Filho et al. (1976b)	Sul de 29°S	15,0	14,8	-
Lewis e Fontoura (2005)	30°08'S		15,4	-

Fonte: Elaborado pelos autores com dados de pesquisa bibliográfica.

A presença de fêmeas e machos nos estádios de maturação gonadal “B” e “C” em todos os meses de amostragem sugere que *P. brasiliensis* reproduz ao longo do ano, com desovas mais intensas no outono nas isóbatas de 10 e 20m, e início do inverno nos 30m. Entretanto, é necessário cautela na interpretação macroscópica dos estádios de maturação gonadal, pois a análise histológica é a ferramenta mais indicada (VAZZOLER, 1996)

Nesse sentido, estudos histológicos preliminares realizados por Nalon e colaboradores (2016) com as mesmas gônadas estudadas macroscopicamente neste trabalho corroboraram os estádios de maturação gonadal e o período reprodutivo dessa população de *P. brasiliensis*. Além disso, o trabalho dos referidos autores permitiu concluir que a desova dessa espécie é do tipo parcelada, com desenvolvimento assincrônico dos ovócitos.

Essas táticas reprodutivas, somadas à presença contínua de exemplares adultos maduros e de juvenis durante todo o período de amostragem, pode ser um indicativo de que *P. brasiliensis* utiliza esta área de pesca para reprodução e recrutamento. Estes resultados corroboram com as descrições de Vazzoler (1996) quando trata das estratégias e táticas reprodutivas de peixes e com os resultados obtidos por Silva Júnior e colaboradores (2015) na região Nordeste.

Lewis e Fontoura (2005) descreveram um longo período reprodutivo de *P. brasiliensis* em uma área ao Sul de 29°S, entre inverno e verão. Ao Norte dessa área, o incremento nos valores médios de RGS a partir do inverno, seguidos de indivíduos maduros na primavera, confirmam essa característica reprodutiva de *P. brasiliensis* (ROBERT; MICHELS-SOUZA; CHAVES, 2007). No presente trabalho, a predominância dos maiores picos da RGS para as fêmeas *P. brasiliensis* entre maio (outono) e outubro (primavera) indicam esse período como o de maior atividade reprodutiva dessa população. Esse período reprodutivo é semelhante ao obtido nos estudos de *P. brasiliensis* por Silva Júnior e colaboradores (2015) em uma área de pesca do Nordeste brasileiro, em que registraram os maiores valores de RGS entre abril (outono) e setembro (inverno).

Outro aspecto importante relacionado à reprodução é o período de defeso que valoriza somente a espécie-alvo, desconsiderando o ciclo de vida das espécies que compõem o bycatch (ROBERT; MICHELS-SOUZA; CHAVES, 2007), incluindo *P. brasiliensis*. Assim, os meses de março a maio, destinados à reprodução de *X. kroyeri* e que constituem o defeso para as regiões sudeste-sul do Brasil, protegem apenas parcialmente a manutenção da população de *P. brasiliensis*. Portanto, entre o final do outono (junho), durante o inverno (julho, agosto) e início da primavera (outubro), período com altos valores de RGS e altas frequências de ocorrência do estágio maduro (C), a população de *P. brasiliensis* não se encontra protegida.

Como consequência, parte dos indivíduos dessa população, prontos para desovarem estão sendo capturados pela pesca de arrasto de *X. kroyeri*, comprometendo uma fase importante do ciclo vital e a manutenção dos estoques futuros de *P. brasiliensis* nessa área de pesca.

Pelo menos esse pode ser o indicativo dos mais de 20 anos de monitoramento da ictiofauna acompanhante, na pesca artesanal do *X. kroyeri* nesta área de pesca, em que a população de *P. brasiliensis* vem apresentando ocorrência regular e mantém-se estável em número e biomassa. Essa constatação é corroborada por diversos trabalhos na área do presente estudo, incluindo *P. brasiliensis*, espécies congêneres de *Stellifer* spp e de outros Sciaenidae (BRANCO, 1998; BRANCO; LUNARDON-BRANCO; VERANI, 2005; BRANCO; VERANI, 2006a, b; BAIL et al., 2009; BERNARDES JÚNIOR et al., 2011; BRANCO et al., 2015).

Embora não exista um esforço de pesca direcionado a *P. brasiliensis*, as biomassas descartadas na pesca de arrasto são proporcionais àquelas da espécie-alvo (*X. kroyeri*), demonstrando os efeitos negativos dessa modalidade de pesca sobre essa espécie demersal bentônica (BRANCO; LUNARDON-BRANCO; VERANI, 2005).

Nesta mesma área de pesca, os pesquisadores Branco, Lunardon-Branco e Verani (2005) demonstraram em uma série histórica (1996-2003) que a pesca de arrasto de *X. kroyeri* estava atuando com maior intensidade sobre os exemplares adultos (65,6%) de *P. brasiliensis*, enquanto que no presente trabalho os adultos representaram apenas 27,4% e os juvenis 72,6%. De qualquer modo, a situação atual é extremamente preocupante, à medida em que cerca de 75% dos indivíduos dessa população são retirados do ambiente natural, sem ter contribuído ao menos uma vez com o ciclo reprodutivo da espécie, pois ainda não atingiram a primeira maturação gonadal.

O descarte de *P. brasiliensis*, especialmente dos exemplares pequenos e juvenis ocorre devido à dimensão das malhas das redes, e arrastos em áreas rasas utilizadas para alimentação, reprodução e crescimento (BRAGA, 1990; BAIL et al., 2009), agravado pela elevada abundância e baixo valor comercial da espécie (PAIVA-FILHO; SCHIMIGELOW, 1986; BRANCO; LUNARDON-BRANCO; VERANI, 2005).

Além desses aspectos, em geral, os aspectos reprodutivos também podem apresentar variações espaço-temporais intraespecíficas, relacionadas à disponibilidade de recursos alimentares e fotoperíodo dentre outras condições bióticas e ambientais, sendo esse parâmetro dinâmico para diferentes períodos do ciclo de vida de uma espécie (NIKOLSKY, 1963; WOOTTON, 1990; VAZZOLER et al., 1997).

No presente trabalho, o coeficiente de Pearson mostrou associações significativas apenas entre as variáveis abióticas (temperatura de fundo, a areia e silte), com as bióticas (abundância, biomassa e RGS-M).

Entretanto, Schmidt e Santos (2012) indicaram que a abundância de espécies na Baía de Santos foi influenciada principalmente pela profundidade, com menor efeito a temperatura e sem efeito significativo, a salinidade. Já, a análise de regressão múltipla indicou efeito significativo da temperatura apenas para a região de Ubatuba e ACAS para Caraguatatuba (COSTA et al., 2012).

Diante da realidade dos impactos negativos da pesca mundial, Pauly e Zeller (2016) sugeriram um melhor acompanhamento de todas as pescarias, sejam de subsistência, recreativa, pequena escala e ilegais, dentre outras, bem como do bycatch e dos descartes da pesca de arrasto de camarões marinhos.

Assim, recomendam-se estudos futuros contínuos sobre a dinâmica populacional dessa e de outras espécies capturadas através de arrastos com portas em diferentes áreas de pesca, para que possam indicar aos gestores dessas pescarias, as épocas mais apropriadas ao defeso em cada região. Pois, para uma “pesca de arrasto sustentável” torna-se necessário também o aprimoramento das legislações para que protejam não só a espécie-alvo, mas também as espécies da fauna acompanhante que constituem o bycatch da pesca de arrasto de camarões.

Nessa perspectiva, os resultados do presente trabalho podem servir como um modelo para ser aplicado a outras espécies no sentido de atualizar o período do defeso que abranja a maioria dos componentes da ictiofauna acompanhante. Pois, embora a maioria delas atualmente, tenham pouco ou nenhum valor comercial, podem ser importantes num futuro próximo, além de que o seu intenso descarte pode colocar em risco o equilíbrio das teias alimentares costeiras.

REFERÊNCIAS

- ALVERSON, D. L. et al. A global assessment of fisheries bycatch and discards. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1994. 233 p.
- ARAÚJO, F. G.; GUIMARÃES, F. J. da C.; COSTA, M. R. da. Environmental influences on distribution of four Sciaenidae species (Actinopterygii, Perciformes) in a tropical bay at Southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 23, n. 2, p. 497-508, 2006.
- ARAÚJO, M. E. et al. A trophic analysis of target species of macrobenthos in a subtropical coast community: a taxa relationship essay. *Vie et Millieu-Life and Environment*, v. 64, n. 4), p. 35-46, 2014.
- BAIL, G. C. et al. Fauna acompanhante do camarão sete barbas, na Foz do Rio Itajaí-Açú e sua contribuição na diversidade de crustáceos e peixes do ecossistema Saco da Fazenda. In: BRANCO, J. O.; LUNARDON-BRANCO, M. J.; BELLOTTO, V.R. Estuário do Rio Itajaí-Açú, Santa Catarina: caracterização ambiental e alterações antrópicas. Itajaí: Editora da UNIVALI, 2009. p. 284-312.
- BAIL, G. C.; BRANCO, J. O. Pesca artesanal do camarão sete-barbas: uma caracterização sócio-econômica na Penha, SC. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, v. 11, n. 2, p. 25-32, 2007.
- BERNARDES JÚNIOR, J. J. et al. Spatiotemporal variations of the ichthyofaunal structure accompanying the seabob shrimp, *Xiphopenaeus kroyeri* (Crustacea: Penaeidae), fishery in important fishery areas of the Santa Catarina shore, Brazil. *Zoologia (Curitiba)*, v. 28, n. 2, p. 151-164, 2011.
- BRAGA, F. M. de S. Estudo da mortalidade de *Paralonchurus brasiliensis* (Teleostei, Sciaenidae), em área de pesca do camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*). *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 17, p. 27-35, 1990.
- BRANCO, J. O.; FREITAS JÚNIOR, F.; CHRISTOFFERSEN, M. L. Bycatch fauna of seabob shrimp trawl fisheries from Santa Catarina State, southern Brazil. *Biota Neotrópica*, v. 15, n. 2, 2015.
- BRANCO, J. O.; LUNARDON-BRANCO, M. J.; VERANI, J. R. Biological and fishing aspects of *Paralonchurus brasiliensis* Steindachner, 1875 (Pisces, Sciaenidae), in the Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 22, n. 4, p. 1063-1071, 2005.
- BRANCO, J. O.; VERANI, J. R. Pesca do camarão sete-barbas e sua fauna acompanhante, na Armação do Itapocoroy, Penha, SC. *Bases ecológicas para um desenvolvimento sustentável: estudos de caso em Penha, SC*, v. 291, p. 153- 170, 2006a.

BRANCO, J. O.; VERANI, J. R. Análise quali-quantitativa da ictiofauna acompanhante na pesca do camarão sete-barbas, na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 23, n. 2, p. 381-391, 2006b.

CARDOSO, L. G.; HAIMOVICI, M. Caracterização tecnológica, social, econômica e ecológica da atividade pesqueira sediada em Passo de Torres, Santa Catarina, Brasil. In: HAIMOVICI, M.; ANDRIGUETTO FILHO, J. M.; SUNYE, P. S. A pesca

marinha e estuarina no Brasil: estudos de caso multidisciplinares. Rio Grande: Editora da FURG, 2014. 191p.

CARVALHO, J. L. B; SCHETTINI, C. A. F.; RIBAS, T. M. Estrutura termohalina do litoral centro-norte catarinense. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, v. 2, n. 1, p. 181-197, 1998.

CASTELLANOS-GALINDO, G. A. et al. Spatial variability of mangrove fish assemblage composition in the tropical eastern Pacific Ocean. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, v. 23, n. 1, p. 69-86, 2012.

CATALÁN, I. A. et al. Spatial and temporal changes of coastal demersal assemblages in the Gulf of Cadiz (SW Spain) in relation to environmental conditions. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, v. 53, n. 11, p.

1402-1419, 2006.

CATTANI, A. P. et al. Avaliação da ictiofauna da fauna acompanhante da pesca do camarão sete-barbas do município de Pontal do Paraná, litoral do Paraná, Brasil.

Boletim do Instituto de Pesca, v. 37, n. 2, p. 247-260, 2011.

CHAO, N. L. A synopsis on zoogeography of the Sciaenidae. In UYENO T. et al. *Indo-Pacific fish biology: proceedings of the Second International Conference on Indo-Pacific Fishes*. Tokyo: Ichthyological Society of Japan, p. 570-589, 1986.

CHAO, N. L. et al. A popular and potentially sustainable fishery resource under pressure—extinction risk and conservation of Brazilian Sciaenidae (Teleostei: Perciformes). *Global Ecology and Conservation*, v. 4, p. 117-126, 2015.

COIMBRA, A. M.; GÓES, A. M.; YAMASOTO, J. K. Análise Granulométrica de Sedimentos. In: *Apontamentos de Sedimentologia*. São Paulo, Instituto de Geociências - Universidade de São Paulo, 1981.

COSTA, E. F. S. et al. Growth and mortality parameters of *Paranchurus brasiliensis* (Scianidae) captured as bycatch in southeastern of Brazil. *Journal of Marine Biology & Oceanography*, v. 2, n. 4, p. 1-4, 2013.

COSTA, E. F. S. et al. Spatial–temporal variation of *Paralonchurus brasiliensis* (Actinopterygii: Sciaenidae) density in relation to some environmental factors on the inner shelf of south-eastern Brazilian coast. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, v. 92, n. 02, p. 413-420, 2012.

CUNNINGHAM, P. T. M.; DINIZ-FILHO, A. M. Aspectos da biologia de *Paralonchurus brasiliensis*—Sciaenidae—no litoral norte de São Paulo, Brasil. Publicação Especial do Instituto Oceanográfico, v. 11, p. 203-210, 1995.

DAVIES, R. W. D. et al. Defining and estimating global marine fisheries bycatch.

Marine Policy, v. 33, n. 4, p. 661-672, 2009.

DE LÉO, F. C.; PIRES-VANIN, A. M. S. Benthic megafauna communities under the influence of the South Atlantic Central Water intrusion on to the Brazilian SE shelf: a comparison between an upwelling and a non-upwelling ecosystem. Journal of Marine Systems, v. 60, n. 3, p. 268-284, 2006.

DIAS J. F.; KATSURAGAWA, M. Mortalidade desnecessária. In: Oceanos: origens, transformações e o futuro, 2: geopolítica, pesca e riquezas marinhas. São Paulo: Duetto, 2009. p. 56-61.

FAO. Technical and socio-economic characteristics of small-scale coastal fishing communities, and opportunities for poverty alleviation and empowerment, by Uwe Tietze. Rome: FAO, 2016b. 136 p.

FÉLIX, F. C. et al. Utilization patterns of surf zone inhabiting fish from beaches in Southern Brazil. Pan-American Journal of Aquatic Sciences, v. 2, n. 1, p. 27-39, 2007.

FENNESSY, S. T. Subtropical demersal fish communities on soft sediments in the KwaZulu-Natal Bight, South Africa. African Journal of Marine Science, v. 38, n. sup1, p. S169-S180, 2016.

FUNES, M. et al. Honduras, a fish exporting country: Preliminary reconstructed marine catches in the Caribbean Sea and the Gulf of Fonseca, 1950 – 2010.

Fisheries Centre The University of British Columbia, p.1-16, 2015.

GIANNINI, R.; PAIVA FILHO, A. M. Sciaenidae fishes (Teleostei: Perciformes) from Baía de Santos (SP), Brazil. Boletim do Instituto Oceanográfico, v. 38, n. 1, p. 69- 86, 1990.

GILLET, R. Global study of shrimp fisheries. Rome: FAO, 2008.

GRAÇA LOPES, R. da et al. Fauna acompanhante da pesca camaroeira no litoral do estado de São Paulo, Brasil. Boletim do Instituto de Pesca, v. 28, n. 2, p. 173-188, 2002b.

HAIMOVICI, M.; MARTINS, A. S.; VIEIRA, P. C. Distribuição e abundância de peixes teleósteos demersais sobre a plataforma continental do sul do Brasil. Revista Brasileira de Biologia, v. 56, n. 1, p. 27-50, 1996.

HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. Paleontological Statistics Software: Package for Education and Data Analysis. Palaeontologia Electronica, v. 4, n. 1, 2001. 9 p.

HEYWARD, L. D.; SMITH, T. I. J.; JENKINS, W. E. Survival and growth of white bass *Morone chrysops* reared at different salinities. Journal of the World Aquaculture Society, v. 26, n. 4, p. 475-479, 1995.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.

Instrução normativa nº 189, de 23 de setembro de 2008. 2008.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2017. Disponível em:

<<http://www.cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 10 jan. 2017.

KELEDJIAN, A. et al. Wasted catch: unsolved problems in US fisheries. Oceana. 2014. Acesso em: 11 jan. 2017. Disponível em: <http://oceana.org/sites/default/files/reports/Bycatch_Report_FINAL.pdf>.

KELLEHER, K. Discards in the world's marine fisheries: an update. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2005. 131 p.

LEWIS, D. dos S.; FONTOURA, N. F. Maturity and growth of *Paralonchurus brasiliensis* females in southern Brazil (Teleostei, Perciformes, Sciaenidae). Journal of Applied Ichthyology, v. 21, n. 2, p. 94-100, 2005.

MATSUURA, Y. Contribuição ao estudo da estrutura oceanográfica da região sudeste entre Cabo Frio (RJ) e Cabo de Santa Marta Grande (SC). Ciência e Cultura, v. 38, n. 8, p. 1439-1450, 1986.

MENEZES et al., 2003. Catálogo das espécies de peixes marinhos do Brasil. São Paulo: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 2003.

MENEZES, N. A.; FIGUEIREDO, J. L. 1980. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. IV. Teleostei (3). Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, 96p.

MUTO, E. Y.; SOARES, L. S. H.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. Demersal fish assemblages off São Sebastião, southeastern Brazil: structure and environmental conditioning factors (summer 1994). Revista Brasileira de Oceanografia, v. 48, n. 1, p. 09-27, 2000.

NALON, N. A. et al. Gametogênese em *Paralonchurus brasiliensis* (Pisces, Sciaenidae) da Região de Penha, Santa Catarina, Brasil. Unisanta BioScience, v. 5, n. 4, p. IV, 2016.

NELSON, J. S. Fishes of the world. New Jersey: J. Wiley & Sons, 2006. 601p. NIKOLSKY, G. V. The ecology of fishes. Londres: Academic press, 1963. 353p.

NISSLING, A.; JOHANSSON, U.; JACOBSSON, M. Effects of salinity and temperature conditions on the reproductive success of turbot (*Scophthalmus maximus*) in the Baltic Sea. Fisheries Research, v. 80, n. 2, p. 230-238, 2006.

PAIVA FILHO, A. M.; ZANI-TEIXEIRA, M. de L. Estudo da sobreposição espacial das populações de *Paralonchurus brasiliensis* (Steindachner, 1875) na costa sudeste-sul do Brasil entre as latitudes 22 10 S e 29 21 S (Osteichthyes, Sciaenidae). Revista Brasileira de Biologia, v. 40, n. 1, p. 143-148, 1980.

PAIVA-FILHO, A. M. et al. *Paralonchurus brasiliensis*: estudo comparativo do comportamento das populações da costa centro-sul do Brasil. Suplemento Ciência e Cultura, v. 28, n. 7, p. 220, 1976.

PAIVA-FILHO, A. M.; SCHMIEGELOW, J. M. M. Estudo sobre a ictiofauna acompanhante da pesca do camarão sete-barbas (*Xyphopeneus kroyeri*) nas proximidades da baía de Santos-SP: I-aspectos quantitativos. Boletim do Instituto Oceanográfico, v. 34, p. 79-85, 1986.

- PAULY, D.; ZELLER, D. Catch reconstructions reveal that global marine fisheries catches are higher than reported and declining. *Nature communications*, v. 7, 2016.
- PURUSOTHAMAN, S.; JAYAPRABHA, N.; MURUGESAN, P. Diversity and seasonal variation of fish assemblages associated with trawl catches from southeast coast of India. *Regional Studies in Marine Science*, v. 6, p. 29-36, 2016.
- ROBERT, M. C.; MICHELS-SOUZA, M. A.; CHAVES, P. T. Biology of *Paralonchurus brasiliensis* (Steindachner) (Teleostei, Sciaenidae) in Paraná coast, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 24, n. 1, p. 191-198, 2007.
- RODRIGUES-FILHO, J. L. et al. Seasonality of Ichthyofauna Bycatch in Shrimp Trawls from Different Depth Strata in the Southern Brazilian Coast. *Journal of Coastal Research*, v. 31, n. 2, p. 378-389, 2015.
- RODRIGUES-FILHO, J. L. et al. The influence of population structure and reproductive aspects of the genus *Stellifer* (Oken, 1817) on the abundance of species on the southern Brazilian coast. *Brazilian Journal of Biology*, v. 71, n. 4, p. 991-1002, 2011.
- ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B.; SOARES, L. S. H.; MUTO, E. Y.,
Ictiofauna. In: PIRES-VANIN, A. M. S. *Oceanografia de um Ecossistema Subtropical: plataforma de São Sebastião*, SP. São Paulo: Edusp, 2008. p.381-404.
- SANTOS, E. P. *Dinâmica de populações aplicada à pesca e piscicultura*. São Paulo: HUCITEC/EDUSP, 1978. 129 p.
- SANTOS, M. N.; ROCHA, G. R. A; FREIRE, K. M. F. Diet composition for three sciaenids caught off northeastern Brazil. *Revista de biología marina y oceanografía*, v. 51, n. 3, p. 493-504, 2016.
- SCHETTINI, C. A. F.; CARVALHO, J. L. B.; TRUCCOLO, E. C. Aspectos
hidrodinâmicos da enseada da Armação de Itapocoroy, SC. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, v. 3, n. 1, p. 99-109, 2010.
- SCHMIDT, T. C. dos S.; DIAS, J. F. Pattern of distribution and environmental influences on the Scienidae community of the Southeastern Brazilian coast. *Brazilian Journal of Oceanography*, v. 60, n. 2, p. 233-243, 2012.
- SEDREZ M. C. *Análise da ictiofauna acompanhante e caracterização socioeconômica da pesca artesanal do camarão sete-barbas em Porto Belo*,
SC. 2012. 71p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental). Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, 2012.
- SEDREZ, M. C. et al. Caracterização socioeconômica da pesca artesanal do camarão sete-barbas em Porto Belo, SC. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 39, n. 3, p. 311-22, 2013b.
- SEDREZ, M. C. et al. Ictiofauna acompanhante na pesca artesanal do camarão sete- barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) no litoral sul do Brasil. *Biota Neotropica*, v. 13, n. 1, p. 165-175, 2013a.

- SILVA JÚNIOR, C. A. B. et al. Aspects of the reproductive biology and characterization of Sciaenidae captured as bycatch in the prawn trawling in the northeastern Brazil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, v. 37, n. 1, p. 1-8, 2015.
- SLAVIN, J. W. Utilización de la pesca acompañante del camarón. *Pesca Acompañante del Camarón-Un regalo del Mar*. Ottawa: FAO, p. 67-71, 1983.
- SOARES, L. S. H.; VAZZOLER, A. E. A de M. Diel changes in food and feeding activity of sciaenid fishes from the South-western Atlantic, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 61, n. 2, p. 197-216, 2001.
- SOARES-GOMES, A.; FIGUEIREDO, A. G. O ambiente marinho. In: PEREIRA, R.C.; SOARES-GOMES, A. *Biologia Marinha*. Rio de Janeiro: Interciência, p. 1-33, 2002.
- SOKAL, R. R.; ROHLF, F. J. *Biometry: the principles of statistics in biological research*. New York: Freeman, 1995. 887p.
- SOUZA, U. P. et al. Associações entre as biomassas de peixes Sciaenidae (Teleostei: Perciformes) e de camarões Penaeoidea (Decapoda: Dendrobranchiata) no litoral norte do Estado de São Paulo. *Biota Neotropica*, v. 8, n. 1, p. 83-92, 2008.
- SUGUIO, K. *Introdução a Sedimentologia*. São Paulo: Edgar Blücher, 1973. 317p.
- VARGAS, C. P. Estudo sobre a diferenciação geográfica de *Paralonchurus brasiliensis* (Steindachner, 1875) entre as latitudes 23°30'S (Ubatuba, SP) e 33°S (Albardão, RS). 1976. 182 p. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, São Paulo, 1976. 2 v.
- VAZZOLER, A. E. A. M. *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. Maringá: Eduem, 1996. 169p.
- VAZZOLER, A. E. A. M. et al. Primeira maturação gonadal, períodos e áreas de reprodução. In: VAZZOLER, A. E. A. M. et al. *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e sócio-econômicos*. Maringá: Eduem, p. 249- 265, 1997.
- VAZZOLER, G. Distribuição da fauna de peixes demersais e ecologia dos Sciaenidae da plataforma continental brasileira, entre as latitudes 29°21'S (Torres) e 33°41'S (Chuí). *Boletim do Instituto Oceanográfico*, v. 24, p. 85-169, 1975.
- VEGA-CENDEJAS, M. E. Ictiofauna de la Reserva de la Biosfera Celestún, Yucatán: una contribución al conocimiento de su biodiversidad. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología*, v. 75, n. 1, p. 193-206, 2004.
- WALFORD, L. A. A new graphic method of describing the growth of animals. *The Biological Bulletin*, v. 90, n. 2, p. 141-147, 1946.
- WATANABE, W. O.; KUO, C. M.; HUANG, M. C. The ontogeny of salinity tolerance in the tilapias *Oreochromis aureus*, *O. niloticus*, and an *O. mossambicus* × *O. niloticus* hybrid, spawned and reared in freshwater. *Aquaculture*, v. 47, n. 4, p. 353-367, 1985.

WEINGARTNER, M.; ZANIBONI FILHO, E. Efeito de fatores abióticos na larvicultura de pintado amarelo *Pimelodus maculatus* (Lacépède, 1803): salinidade e cor de tanque. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 26, n. 2, p. 151-157, 2004.

WOOTTON, R. J. *Ecology of teleost fishes*. London: Chapman & Hall, 1990. 404 p.

Capítulo 4



10.37423/240909331

SELECTIVE PROCESS FOR ETHANOL PRODUCTION IN MICROBIAL FERMENTATION OF SUGARS

Antonio Pedro Lourenço

LSDATA TECNOLOGIA LTDA



Abstract: A new biochemical approach is presented to selectively increase ethanol production through the fermentation of sugary substrates by applying reducing energy, in an electric field medium, to the fermentation process, comprising microorganisms, sugar wort and nutrients.

The theoretical model for increasing the concentration of ethanol $|\text{EtOH}|$, designed in 2012, by Lourenço, A.P., is based on the reduction of carbonate $|\text{CO}_2|$ captured in the carbonic anhydrase during alcoholic fermentation. According to the model, with the increase in $|\text{EtOH}|$ there is a reduction in $|\text{CO}_2|$ concentration.

This process comprises the induction of hydrogen $|\text{H}^+|$ in the cytoplasm of the cell of the microorganism participating in the fermentative process. The reducing energy is supplied by a capacitive converter, called bioconverter, installed internally to the fermenter, activated and controlled by an algorithm fed by data and process variables composed of an electric current generator, sensor system, measurement and control.

Increases in fermentative yield measured in the fermentation reactor reached values between 6% and 12%, in batches compared to a base reactor. The production of glycerol and biomass, which were more focused along with ethanol and carbon dioxide.

The behavior of glycerol production was qualified, showing the importance of the concentration – *pool* $|\text{NADH}|$ in relation to the *pool* $|\text{NAD}^+|$, depending on the level of energy delivered to the system. The nature of this process does not depend on ATP, that is, the active enzymes do not need ATP to act. The process occurs outside the glycolytic cycle and is endothermic.

Additionally, the propagation of effects is observed when applying the process in an industrial unit, in a batch or continuous process. In continuous fermentation, the propagation of the effect is more intense. This is promoted by yeast recycling, with the Melle-Boinot system. Used yeast starting fermentations with commercial Mauriferm Y904 and BG-1, typical strain selected in the name of Barra Grande 1. Only a few Karyotyping analyzes were performed after the batches to analyze possible changes in the yeast and no significant changes were observed. All procedures were carried out observing and adopting conditions closest to industrial fermentations.

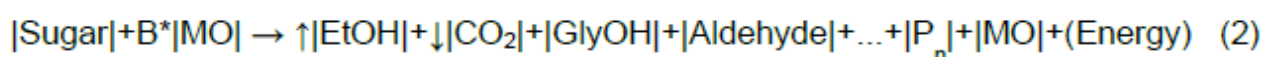
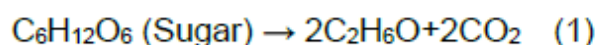
The present technology applied to this selective ethanol increase process, from 2012 to 2017, carried out intense activities in the investigative stages at the laboratory and industrial level. In all fermentations, with volumes from 0.5 liters to 900 m³, the performance in increasing fermentative yield was proven, characterizing this technology with the Technology Readiness Level – TRL= 9.

INTRODUCTION

The level of energy delivered by the bioconverter to the system occurs on demand and is dynamically and automatically controlled by an algorithm based and decided on measurements of variables such as: pH, pO₂, Soluble Solids, Redox Potential, Electrical Conductivity, Deliverable and Virtual Power.

THE CONSTRUCTION OF THE THEORETICAL MODEL

The author present a new stoichiometric equation for ethanol fermentation, using the Energetic Operator (B), moving the formalism of the fermentative technology as known today from deterministic to possibility:



Equation (1), commonly taken in our technical environment as Gay-Lussac's law¹ fails in arguments that can not be supported, being taken by the deterministic content. On the other hand, equation (2) proved to be adherent to all the results obtained in the different fermentation conditions in those batches.

The author formulated the expression below, suggesting how the energy transferred by the operator (B*) acts on the Energy Function $|\Psi_n\rangle$ acting on the enzyme complex, in this case intracellular, modulated by the matrix of activation energies of the enzymes in action.

$$\mathbf{E}_T = \mathbf{B} * |\Psi_n\rangle \begin{vmatrix} \mathbf{E}_1 \\ \mathbf{E}_2 \\ \mathbf{E}_3 \\ \mathbf{E}_4 \\ \mathbf{E}_n \end{vmatrix} \rightarrow |\mathbf{M}_1 \mathbf{M}_2 \mathbf{M}_3 \dots \mathbf{M}_n| \quad (3)$$

In this way, the matrix of metabolites is produced, in their concentrations. This indication suggests that lines of research can be explored in directions, including the incidence of the "quantum tunneling"² effect, as is already being conducted in laboratories. This will certainly be a rich area of investigation, covering dozens of new fields in the area of fermentation and transformation through enzymatic action, as will be discussed ahead.

Three situations stand out in processes with the application of reducing energy, altering the metabolomics of fermenting yeast. 1- The batches submitted to reducing energy are more regular,

with smaller dispersion in the values of the concentrations of metabolics; 2- Changes in the selective yield of metabolics and, referring more directly to the fundamental principles of the process, by 3- Changes induced by reducing energy are endothermic.

This energy transfer equation (3) from the bioconverter to the fermenting system describes what happens in the liquid volume of the Biological Converter, electrolyte, which is the volume of fermenting wort comprised by its electrode surfaces. The energy transferred follows the demand of the complex intracellular REDOX system, both in the Glycolytic Route and in other adjacent ones, such as glycerol, in the pentose-phosphate cycle and, naturally, in the process of reducing carbonates to ethanol.

THE BIOCONVERTER – CONCEPTION & DESIGN

The amount of energy transferred to the fermentation system, by the bioconverter, is a function of physicochemical variables that characterize the reacting medium, the electrolyte. This function, KFF, is not handled directly, but rather by an algorithm installed in the control system, involving the energy

$$K_{FF} = f_F(CE, pH, T, Bx, EtOH, RX) \quad (4)$$

source and the bioconverter. This algorithm, with the calibration of the bioconverter, allows the fermentation system to be imposed the conditions to obtain maximum productive yield of the target metabolite, in this case, Ethanol. This adjustment is made automatically throughout the fermentation process, when the amount of energy required by the intracellular chemical-enzymatic process is transferred.

Although on-demand energy supply is imposed on the fermentation system, it is necessary to have possible control over what happens in the bioconverter's operating volume. The YFG function, below, aims to describe, in the probabilistic and functional concept, the dynamically weighted average behavior, in the fermenter as a whole, since the bioconverter occupies part of the fermenter volume. What, where and how it happens?

$$Y_{FG} = f_G(V_F, Y_F, V_B, Y_B^{AVG}, Z_F, C_B, H_B, T_F, G_C, G_R, G_{EB}) \quad (5)$$

With the composition of the KFF and YFG functions, it is possible to predict the probable yield (gain) of the fermentation system, expressed by ethanol, equations (4), (5) and (6).

$$Y_{\text{EtOH}} = K_{\text{FF}} \circ Y_{\text{FG}} \quad (6)$$

These functions are directly related to the need for parameters and considerations for the design and construction of the bioconverter, mainly in the challenge of dimensionally extrapolating the equipment in operation in the laboratory to the industrial plant. From a few deciliters to thousands of cubic meters.

This characteristic brings even more elements to the research plans to be pursued at the academy. A problem linked to the formalism suggested for processes known as electro-fermentation³, lies precisely in the constructive difficulty linked to the limitations and bases of the model itself.

With these definitions, the understanding of the interactions associated with intracellular transformations with the design and construction of the bioconverter materializes. In fact, an algorithm was built to predict the fermentative yield of ethanol, which would be expected from equation (6) for Y_{EtOH}.

All phases related to understanding the model, its applicability and its viability for industrial use were completed until 2017, when the process showed maturity and economic viability. It is understood that the Bioconversion Process is ready for use in any type of fermentation system. The Technology Readiness Level of this presente technology, is TRL=9, the top of the scale.

RESULTS

The theoretical model, according to equations (2) and (3), was applied in several operational situations, in laboratories and in industrial plants, with fermenter volumes ranging from 0,5 liter to 900m³, in batch processes. Used yeast starting fermentations with commercial Mauriferm Y904 and BG-1, typical strain selected in the name of Barra Grande 1. Only a few Karyotyping analyzes were performed after the batches to analyze possible changes in the yeast. All procedures were carried out observing and adopting conditions closest to industrial fermentations.

In these fermentations, considering the fermentation volumes, the wort was prepared from brown sugar or cane juice with 60% to 80% of this volume and 40% to 20% yeast. In fermentations above 60 liters, the fed-batch process was adopted. The mass concentrations of the fermentation products, as functions of the reducing energy supplied to the system, were measured by chromatography during the entire fermentation process and at an interval of 1 and 2 hours. Fermentations were carried out for 8 to 10 hours with a reducing energy factor from 0 to 2,5 at each batch above 60 liters, with an

interval of 0,5. For very small fermenter, 0,5 liter, the reducing energy factor was 2,6. Glucose, fructose, sucrose and glycerol were analyzed in the wort and beer samples by HPLC-IC. For yeast and wine samples (ethanol) were used GC-FID. Analysis of biomass in terms of dry weight by OD560.

Model Performance in Laboratories and Industrial Fermenters (Batch Processes)						
Feature	0,5-60 liter	0,1m ³	0,3m ³	110m ³	450m ³	900m ³
Yield (w/w) - Ethanol	6,2 ± 0,2	9,0 ± 1,5	8,0 ± 1,0	10,0 ± 2,0	6,0 ± 0,3	3,8 ± 0,2
Cell viability	▲	▲	▲	▲	▲	▲
Budding	▲	▲	▲	▲	▲	▲
Biomass	▲	▲	▲	▲	▲	▲
Rods	▼	▼	▼	▼	▼	▼
Lactate	▼	▼	▼	▼	▼	▼
Redox Potential	▲▲	▲▲	▲▲	▲▲	▲▲	▲▲

Table 1 - Results of fermentations in different environments (▲ increase, ▼ reduction)

Table 1 shows the results obtained in the different batches using direct sugar and in the different fermentation volumes. Each fermenter was assembled with a suitable energy converter specially dimensioned considering volume, area and operating conditions, related to the process variables.

For comparative purposes, base fermenters were always used, with the same dimensional characteristics, qualifying the equivalent conventional process.

Process gains related to the application of reducing energy were observed in all batches, in the laboratory or in the industrial production of ethanol. In addition to the expected increase in the fermentative yield of ethanol, aspects related to the biology of the process, such as budding and cell viability and growth in live cells, are typical frequent findings. Additionally, bacterial containment is also evident, expressed in the behavior of rod and lactate concentration.

The results presented in the 100 liters fermenter, Figure1 and 2 below, were obtained from 11,650g ± 24g of sugar, expressed in TRS (Total Reducing Sugar).

Fermentations were carried out for 10 hours with a reducing energy factor from 0 to 2.5 at each batch, with an interval of 0.5. Glucose, fructose, sucrose and glycerol were analyzed in the wort and beer samples by HPLC-IC. Analysis of biomass in terms of dry weight by OD560.

Figure 1 and 2 below shows the behavior of the metabolites concentration involved in the fermentative reaction of direct sugars in batches processed in a fermenter with an operational volume of 100 liters. The temperature of the fermentation system was maintained in the range 31-32oC

throughout the process, using an external cooling system. In this series of 100 liters fermentations, it was supplied 80 liter of wort and 20 liters of yeast.

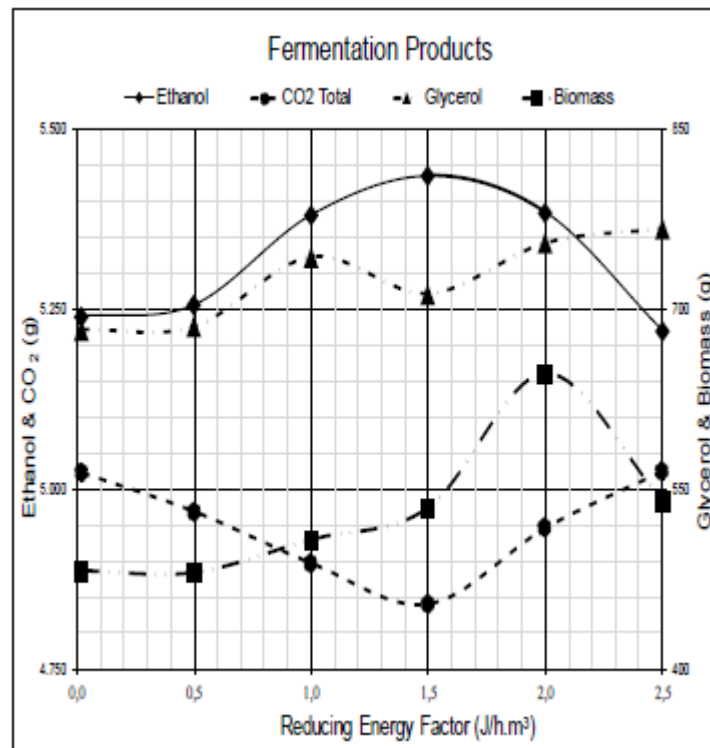


Figure 1 – Fermentation Products (Weight)

The fermentation wort was fed in 5 hours, at a flow rate of 16 liters per hour.

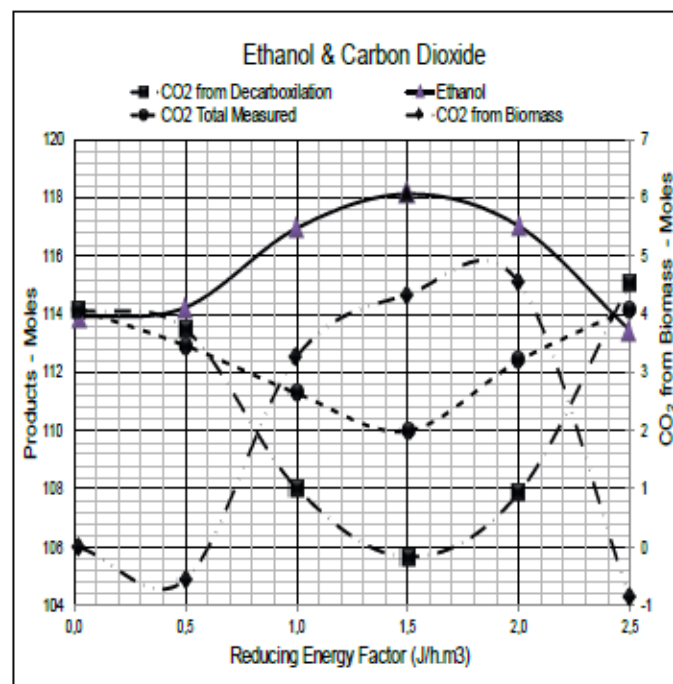


Figure 2 – Ethanol and Carbon Dioxide (Mols)

In Figure 2, the amount of Carbon Dioxide released during the fermentation reaction, from direct sugar catabolism (Carbon Dioxide from Generation Biomass) was calculated stoichiometrically, from the amount of biomass produced at the energy level range imposed on the fermentation system.

The other quantities, total Carbon Dioxide and ethanol produced, were measured throughout the process. The amount of Carbon Dioxide generated by the Decarboxylation of Pyruvate in the fermentation was calculated by subtracting the Carbon Dioxide in the biomass generation from the total Carbon Dioxide released in the process.

In Figure 3 on the right shows the endothermic behavior of the induced enzymatic energy reactions that characterize the process, in increasing ethanol production and reducing Carbon Dioxide.

Process temperature measurements were taken in two batch series with dozens of fermentations in each series, in a fermenter with operating capacity of 110m³. Measurements were taken and treated statistically.

3. BIOCONVERTER FUNCTIONALITY

Changes in process variables during fermentation related with KFF induce changes in the energy demand of the process, resulting in the mobility of the best amount of reducing energy to the fermentation system. The minimum point of the functions (ΔPR $\Delta REF = 0$) in Figure 4 shows this characteristic.

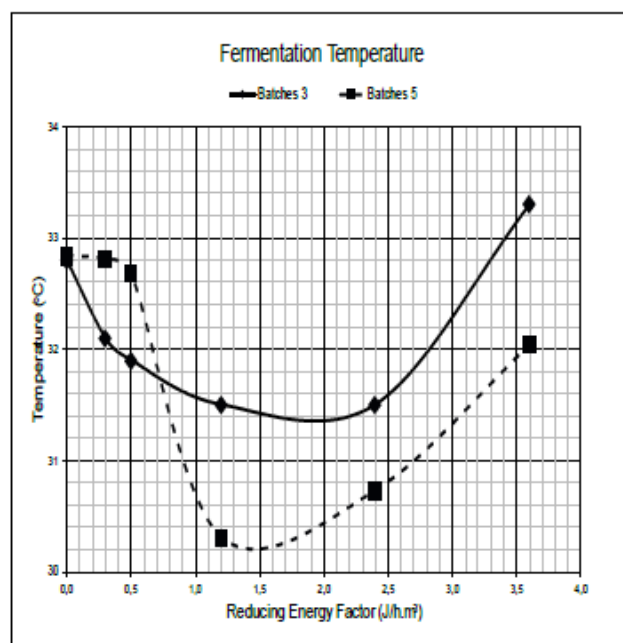


Figure 3 – Endothermic behavior of the reactions in the increase of the fermentative yield of ethanol.

Figure 5 below shows the trajectory of the Minimum Power Ration during the fermentation process. Those Figure 4 and 5 ask by an specific algorithm to control the Capacitive Energy Converter.

These evaluations were made in the 100 liters fermenter. The present capacitive converter was composed by 15 concentric compensated cylinders, with an exchange area of 0.10m² and an internal volume of 0.001m³. It was built in AISI 316L steel.

Changes in process variables during fermentation induce changes in the energy demand of the process, resulting in the modularity of the best amount of reducing energy for the fermentation system. The minimum point of the functions ($\Delta PR \Delta REF = 0$) in Figure 4 shows this characteristic.

Figure 5 on the right the trajectory of the minimum power ration during the fermentation process. Figures 4 and 5 ask for a specific algorithm to control the Capacitive Power Converter.

These evaluations were carried out in a 100 liter fermenter. The present capacitive converter was composed of 15 compensated concentric cylinders, with an exchange area of 0.10m² and an internal volume of 0.001m³. It was built in AISI 316L steel.

Figures 6 on the right shows the Technology Readiness Level – TRL, that is a tool for estimating the maturity of technologies during the acquisition phase of a program. This present technology is at the TRL = 9 level.

Figures 7 below shows typical configuration of a batch unit using the Melle-Boinot process of fed-batch with cell recycling.

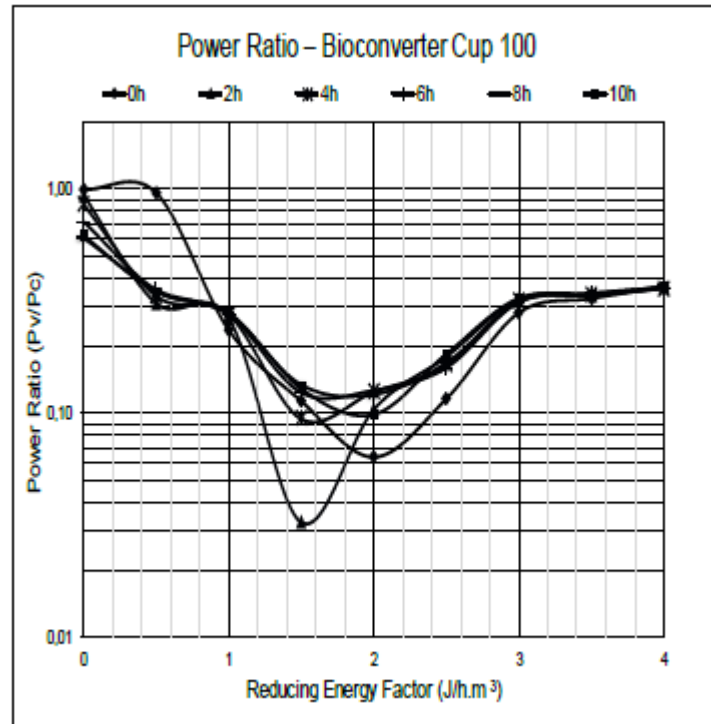


Figure 4 – Operational Power Ratio

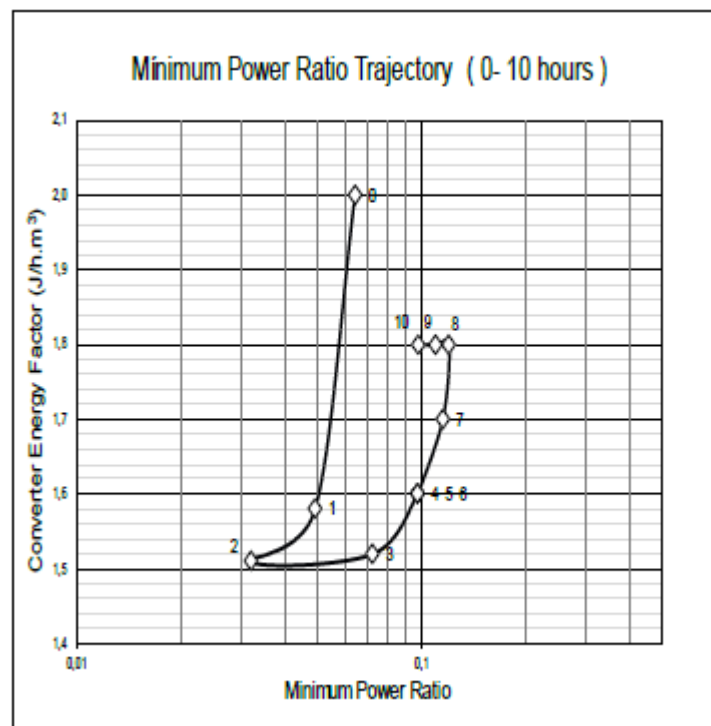


Figure 5 – Minimum Power Ratio Trajectory

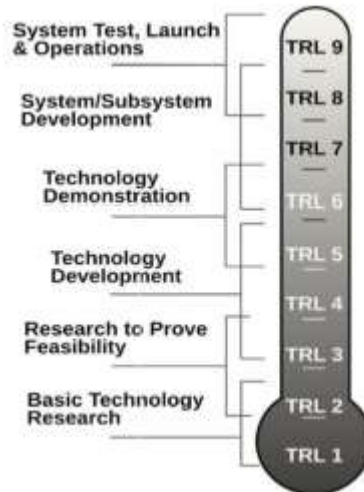


Figure 6 – TRL level

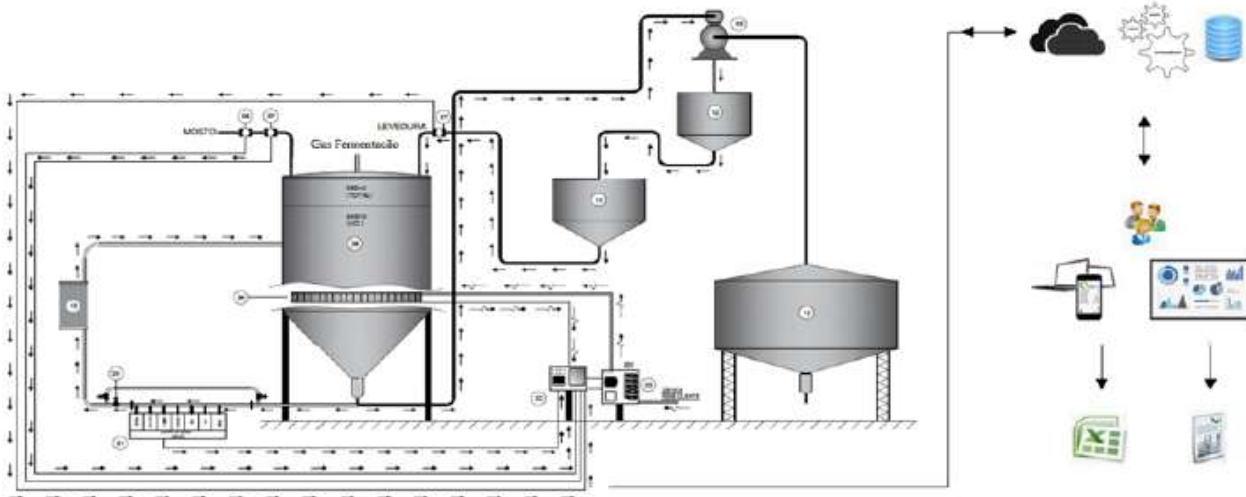


Figure 7 – Typical Industrial Unity

DESIGN, PERFORMANCE & FAIL

The readiness level of the fermentation process directly and effectively reflects the functional conditions of the fermenting system. Dimensionally, the high FPC value, which reflects the difficulty the electrolyte (fermenting wort) has in flowing through the converter chambers, operates significantly in the yield gain YEtOH expected or observed in the performance of the entire system.

The KFF and YFG functions, comprising all energization, sensing and measurement, control systems and the bioconverter itself. The function YFG naturally reflects the design conditions of the entire system, guiding questions relating to the successful application of the technology. In Table 1, the YEtOH yield gain for a bioconverter operating in the 900m³ batch fermenter is observed, as measured

+3.8%. In Figure 8, below, the expected value for Y_{EtOH} is shown, at +3.5%. This value could exceed 6% with a more appropriate design considering the chamber and the FPC Factor.

Design Data Bioconverter - Model Cup Model 2015 - C=0,012m										
H	C	K	V _F	V _B	Z _F	T _F	G _C	G _R	G _{EB}	AF _B
780	12	600	900	9	900	10	0,081	10	1,0	8,144

F_{PC} = 4225
Fator Perda
de Carga

Expected Yield Gain Y_{EtOH}

↑ 3,5%

Figure 8 – Bioconverter – Performance Analysis

4. DISCUSSION

Since formatting the theoretical model, the author has sought a new fermentation pathway.

This model is based on the reduction of carbon dioxide, a product of the decarboxylation of pyruvic acid, as the first of two enzymatic reactions in the fermentative phase, following the *Glycolytic Cycle*. These reactions are illustrated below:

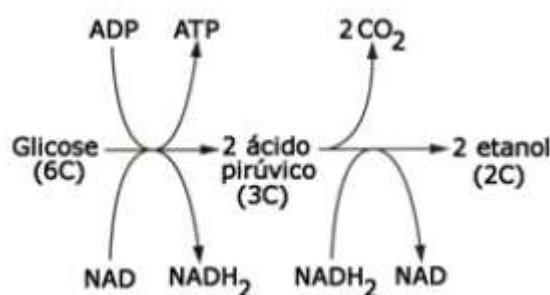


Figure 09 - Decarboxylation of pyruvic acid and subsequent reduction of acetaldehyde.

The tests carried out as reported are analyzed here and can be considered among the most complete ever carried out. Although the measured values of Y_{EtOH} yield gain in the transformation of sugars into ethanol were below those frequently observed (~4%), due to current leakage caused by failure to energize the converter, the characteristics presented by the Fermentation products make up a set of assertions that can be considered solid in supporting the theoretical model.

GLYCEROL

The behavior of glycerol production, due to the regeneration of the NAD⁺ enzyme, with the cellular need to balance |NAD⁺| |NADH| concentrations, strongly suggests that the electric field, or energy supplied by bioconverter, increases the availability of H⁺, with increasing |NADH| concentration. However, there is one or more energy levels capable of activating one or more enzymes to favor the

use of NADH in other reductions, decreasing $|\text{NADH}|$ and increasing $|\text{NAD}^+|$. In this way, the reduction of NAD^+ recovery reactions via the *glycerol route* is predictable.

It can be observed in Figure 1. This effect has also been observed in all laboratory tests and in industrial-scale fermentations.

The decrease in the level of glycerol production in the region with the highest yield in ethanol production, when the greatest transfer of electrons (H^+) occurs, with consequent greater regeneration of NAD^+ , without using the *glycerol route* more intensively, highlights this carbonate reduction effect.

BIOMASS

The increase in biomass - Figure 1, is, like that presented by glycerol, constant in fermentations in laboratory tests and in industrial application, with the use of the bioconverter. Considering that there would not be a simple explanation for this behavior, as behavior typically accompanied mitochondrial reactions, stimulated or triggered by the presence of oxygen (aerobic respiration) is not expected, where the bioconverter would be stimulating the *Pasteur effect*. It is observed that this increase can be high, exceeding 30% in relation to fermentation without energization. Once again, the functional structure of the theoretical model appears as an explanation for this effect.

Energy	Total Ethanol		Total CO_2		Aerobic CO_2		Anaerobic* CO_2	
(REF)	(g)	(mols)	(g)	(mols)	(g)	(mols)	(g)	(mols)
0,02	5.240	113,912	5.023	114,159	0	0	5023	114,159
0,5	5.256	114,252	4.969	112,932	0	0	4969	112,932
1,0	5.381	116,982	4.897	111,295	185	4,204	4712	107,090
1,5	5.435	118,162	4.840	110,000	191	4,431	4645	105,568
2,0	5.385	117,060	4.946	112,409	235	5,340	4711	107,068
2,5	5.219	113,458	5.025	114,205	197	4,477	4828	109,728

Table 2 – Anaerobic CO_2 (bioconverter off to 2,5 REF) – Tests in 100 liters reactor

* Calculated by mass balance

In the same direction, as another pillar supporting this technology, the induced increase in biomass production, suggests the availability of oxygen, during the fermentation process, as a stimulus to the *Pasteur Effect*. This possibility, originally justified by the author, is supported by the use of oxygen released in the carbonic acid reduction reaction.

Thus, on one side there is the carbon dioxide produced by the decarboxylation of pyruvate, here called fermentation or anaerobic CO₂, and on the other there is the carbon dioxide produced by the catabolism of glucose, in the mitochondrial reaction, called mitochondrial CO₂ or aerobic. It is observed that, in the theoretical model, the production of anaerobic CO₂ precedes the production of aerobic CO₂. In other words, the oxygen required in the mitochondrial reaction could come from the reduction of carbon dioxide to ethanol.

CARBON ACCOUNTING (TABLE 2)

In the fermentative trails carried out and analyzed here, the increase in ethanol obtained, was 4,0% with bioconverter operating at REF of 1.5, in relation to base reactor. In the same Table 2, in these operating regimes, there was a gain of 4.25 mol of ethanol. In this condition, it is reasonable to assume that around 8.5 moles of carbon dioxide were reduced. However, still in Table 2, it can be seen that a "loss" of 4.16 mol of carbon dioxide was noted. Thus, it remains reasonable to assume that 4.34 moles (191g) of carbon dioxide would have been produced by mitochondrial reaction.

It is observed that the need to account for 191g of mitochondrial carbon dioxide is less than 41% of the maximum theoretical possibility of 466g, considering the maximum amount of oxygen arising from the reduction of carbon dioxide, of 339g. In this condition, 130g of glucose would be consumed, which would result in a loss in the global yield of (130 11,657) of 1.1%, practically imperceptible in the global balance. Thus, this accounting is stoichiometrically justifiable.

CO₂ CURVE CORRECTION – FIGURE 2

The curves that correlate ethanol production and carbon dioxide emission, as shown in Figure 1, mainly the one that relates the gas emitted as a function of the energy provided by the bioconverter, accumulate the values of carbon dioxide emitted in the fermentative, anaerobic, and in the mitochondrial, aerobic process. Therefore, to seek and understand what is happening with the carbon dioxide emitted exclusively by the fermentative process, where part of it is reduced to ethanol, it is necessary to subtract from the total gas emitted, the portion related to aerobic respiration, in the mitochondrial process. .

Table 2 displays the extrapolated values of carbon dioxide from the adopted value of 191g, obtained previously. Figure 2 displays this correction of the fermentation CO₂ curve.

ENDOTHERMIC NATURE OF TECHNOLOGY

The transformations, or enzymatic reactions, that qualify the technology based on the application of reducing energy to the fermentative medium, characterized by the participation of enzymes that are not dependent on ATP, for their actions. In addition to this fact, the condition is adjusted that these additional reactions occur outside the Glycolytic Cycle. These two conditions are corroborated by the fact that these transformations occur endothermically, without heat generation.

This endothermic effect was verified both in the laboratory and in production units.

PROPAGATION EFFECT

Since the technology is characterized by acting internally to the microorganism, particularly in the NAD⁺ and NADH *pools*, the effect of enabling the cells through the action of the bioconverter can spread throughout the fermentation medium due to the functional nature of the NADH coenzyme of carrying out the delivery of H in the act of function exclusively. Thus, it is observed, mainly in continuous fermentations, depending on the speed of this propagation, the continuity of more productive reactions in equipment not equipped with direct bioconversion, but which operate as parts in the flow and reflux of yeast cells that have felt the action of the bioconverter.

5. CONCLUSION

The theoretical model presented had its experimental confirmation in 100% of the tests carried out in laboratory fermentations and in an industrial plant, with regard to the consistent increase in ethanol production gains in capacitive bioconverter applications. In a fully instrumented fermenter, the increase in ethanol and decrease in carbon dioxide were confirmed as expected by the theoretical model.

The author believes that work can be developed in academia so that the fermentation route, as proposed, can finally be established and proven.

This step will open new paths for understanding fermentation and enzymatic transformation processes.

6. REFERENCES

1. BARNETT, .A., "Beginnings of microbiology and biochemistry: the contribution of yeast research", School of Biological Sciences, University of East Anglia, Norwich NR4 7T , UK Microbiology (2003), 149, 557-567.
2. Mark Greener, Did Enzymes Evolve to Capitalize on Quantum Tunneling? TheScientist, un 2005, PDF
3. Bernardino Viridis et ali, Electro-fermentation: Sustainable bioproductions steered by electricity, Biotechnology Advances, ELSEVIER 59 (2022) 107950
4. Omer Kirshenboim et ali, Switch chemistry at cryogenic conditions: Quantum tunnelling under electric fields, Department of Chemistry, Ben-Gurion University of the Negev, Beer-Sheva 841051, Israel. Royal Society of Chemistry
5. LOURENÇO, A.P., "BioCon Technology", LSData Technical Report, 2017.
6. LOURENÇO, A.P., LOPES, .F., KAWAKAMI, M., "Processo para Fermentação Microbiana de Substratos Açucarados", Brazilian Patent BR 102013022434-0, Mar. 28, 2017.

Capítulo 5



10.37423/240909339

ÉPOCA DE OCORRÊNCIA E CARACTERIZAÇÃO DOS PRINCIPAIS ISENTOS-PRAGA NA CULTURA DO MILHO, NO MUNICÍPIO DE SERRA TALHADA-PE

Pedro Henrique da Silva Nascimento

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Jéssica da Silva Xavier

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Josimar Bento Simplício

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Douglas Nogueira Lima

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Diego Tenório de Carvalho

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Graciane Xavier Leal Ferraz

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Cinthya Kelly Ribeiro Silva

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Jiselle da Silva Xavier

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Vinícius Rogério Leite

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Lucas Matheus Monteiro dos Santos

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Resumo: O Município de Serra Talhada tem apresentado uma demanda crescente pelos produtos à base de milho, que é uma das principais culturas de interesse econômico e social, com expectativa crescente das áreas, que em sua maioria são cultivadas por produtores que utilizam níveis tecnológicos entre baixo e médio, tendo, com algumas exceções, as sementes crioulas como seu principal material de plantio, estas por sua vez, acabam dando origem a plantas com alta susceptibilidade aos ataques severos de insetos-praga, principalmente as lagartas do cartucho e da espiga, entre outras pragas que devem ser monitoradas com atenção. Desta forma o estudo teve como objetivo identificar a ocorrência no espaço temporal dos principais insetos-praga durante o ciclo fenológico na cultura do milho-crioulo var. “Vanja” no município de Serra Talhada, no ano climatológico de 2023. O monitoramento da incidência de insetos-praga da lavoura experimental foi realizado 2 vezes por semana e a identificação das espécies ocorreu após consulta em bibliografias. Foi constatada a presença de 8 espécies, as com maior frequência de ataques foram as Lagartas do cartucho *Spodoptera frugiperda* (L.) e da espiga *Helicoverpa armígera*, a Cigarrinha do milho *Dalbulus maidis*, a Vaquinha *Diabrotica speciosa*, sendo possível verificar ataques recorrentes desde os estádios fenológicos V1 até o R4.

Palavras-chaves: Milho-crioulo, Monitoramento, Danos culturais.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma das principais culturas de interesse econômico e social cultivada no município de Serra Talhada. Sendo parte importante da agricultura familiar no contexto da nutrição da população humana e animal, esse município tem apresentado, demanda crescente pelos dois principais produtos resultantes dessa cultura – grãos e forragem.

Salientando a realidade das mudanças climáticas que afetam o cotidiano da humanidade, com destaque para a agricultura, faz-se necessário, buscar manejos mais adequados para minimizar os estresses tanto bióticos, quanto abióticos, vislumbrando produtividades mais efetivas de forma a garantir a demanda desse produto para alimentação humana e animal.

Neste contexto, é sempre uma premissa destacar que o semiárido apresenta características diferenciadas de outros ambientes, portanto, é importante conhecer tanto os fatores edafoclimáticos, quanto as características, ciclos e peculiaridades das principais pragas na cultura do milho nos locais de estudo, principalmente fazer o monitoramento em cada estágio fenológico. Assim, é possível planejar métodos adequados de manejo e controle desses insetos-praga em qualquer lavoura, de tal modo, que seja possível proporcionar a saúde nos diversos estádios de desenvolvimento das plantas, com expectativa de produtividade baseada no nível de manejo de cada cultura e no presente estudo, a cultura do milho, cultivado em ambiente semiárido e fora da janela de plantio. Fato que requer maior atenção no manejo dos tratamentos culturais, quanto do controle fitossanitário desses insetos-praga.

Em foco, o município de Serra Talhada – PE, localizado na microrregião sertão do Pajeú, apresenta potencial de produção com receitas para a dieta (produtos manipulados: bolos, milho assado, cozinhado, pamonhas, canjicas, cuscuz, pipoca, entre outros), tem sido realizado estudos de sazonalidade com a cultura do milho para identificar e caracterizar os principais insetos-praga e seus níveis de danos. No que se refere aos estresses bióticos, é importante caracterizar a época de ocorrência e os níveis de danos causados por cada inseto-praga durante o desenvolvimento da cultura. Normalmente, a literatura salienta que os dois insetos-praga de maior relevância na cultura do milho são as lagartas do cartucho *Spodoptera frugiperda* (L.), que pode atacar as plantas durante toda fase vegetativa e a da espiga *Helicoverpa armigera*, que, dependendo de fatores como vigor da planta e empalhamento da espiga, pode causar danos irreversíveis à produtividade de grãos. No entanto, mediante o uso de manejos inadequados, outros insetos-praga não têm cedido espaço de resultados satisfatórios ao produtor, que testemunha os ataques desde a emergência até a colheita, isso tem se verificado com frequência na agricultura familiar que usam baixos níveis tecnológicos.

Vislumbrando caracterizar a ocorrência dos insetos-praga que causam maiores danos à cultura do milho, infere-se que o estudo teve como objetivo identificar os principais insetos-praga durante o ciclo fenológico na cultura do milho-crioulo var. “Vanja” no município de Serra Talhada, no ano climatológico de 2023.

No que se refere à metodologia utilizada para esse estudo, a coleta de informações foi realizada em 2 etapas – a primeira etapa consistiu em visitas à área experimental localizada na Unidade Acadêmica de Serra Talhada – UAST, vinculada a Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, possibilitando a captura de imagens tanto dos insetos, quanto de seus característicos sinais de ataque e o tempo desses ataques; a segunda etapa foi a realização de uma revisão à literatura para a correta identificação desses insetos-praga e a caracterização dos níveis e épocas de danos.

Com base nos resultados observados no campo e investigado na literatura, de todas as espécies de insetos que atacam a cultura do milho foi constatada a presença de 8 espécies, as 4 com maior frequência de ataques foram as Lagartas do cartucho *Spodoptera frugiperda* (L.) e da espiga *Helicoverpa armígera*, a Cigarrinha do milho *Dalbulus maidis* e a Vaquinha *Diabrotica speciosa*, sendo possível verificar ataques recorrentes desde os estádios fenológicos V1 até o R4, primeira folha totalmente expandida e grãos leitosos a pastosos, respectivamente. A ocorrência das demais (Lagarta Rosca; Formigas cortadeiras; Percevejo-do-milho e Mosca-da-espiga) causaram danos menos significativos no desenvolvimento e na produtividade de grãos e biomassa.

Enfatizando a importância dessa cultura em nível de Brasil, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística afirma que a área colhida na safra 2022/2023 foi da ordem de 77,1 milhões de hectares e o volume de produção da ordem de 130 milhões de toneladas (IBGE, 2023; CONAB, 2023). De acordo com a Organisation for Economic Co-operation and Development - OECD (2015) O milho (*Zea mays* L.) dispara na liderança como o cereal mais cultivado e também com maior consumo no Brasil, com elevação no consumo em torno de 1,5% ao ano. O cultivo e produtividade também tem aumentado nos últimos anos, reflexo de uma melhora tecnológica significativa (Filho, 2007, IBGE, 2023).

No que diz respeito à região Nordeste, em levantamento do Banco do Nordeste (2011), a mesma apresentava em suas últimas 5 safras um aumento de 89% em sua produção, no entanto, a produtividade ainda está muito abaixo da média nacional, o que pode ser explicado pelo fato da pequena agricultura familiar ainda utilizar manejos inadequados, aliados a carência de assistência técnica para essa categoria de produtor. Salientando que o manejo inadequado na condução em

lavouras de milho pode acarretar no estabelecimento de plantas daninhas, ocorrência de doenças e no ataque de insetos nocivos (Leite e Bertotti, 2020).

O aparecimento de espécies de insetos-praga traz consigo a capacidade de diminuir a população ideal de plantas, danificando ou matando a semente após o seu plantio, bem como as plântulas antes ou depois de realizar a sua emergência ou até mesmo causando a morte da planta por sinergia, pelo ataque dos insetos interagindo com outros fatores, como acometimento por doenças, disputa por nutrientes com ervas daninhas e estresses do ambiente como falta de água (Cruz et al., 2015).

Cruz (1999) ressalta que a capacidade produtiva de uma lavoura pode determinar as diretrizes de combate de pragas visto que, em menores rendimentos, o valor financeiro da cultura é baixo e, com isso, o nível de controle consequentemente é elevado; em resumo, o produtor deverá ter cautela e esperar que a praga atinja um nível de maior densidade para prosseguir com providências de controle. Manejo que normalmente, não tem apresentado resultados satisfatórios, com consequências de prejuízos e desestímulo para os produtores. Portanto, caracterizando a época da presença de cada inseto-praga e seus respectivos níveis de danos nas áreas experimentais, é possível sugerir manejos de controle adequados, aliados à oferta de nutrientes, sem maiores danos ao ambiente.

Vale observar que o total de insetos detectados no cultivo do milho neste estudo pode ser considerado significativamente alto. Todavia, apenas algumas espécies trouxeram, de fato, problemas significativos para a cultura, salientando as condições do ambiente de cultivo. Dessa forma, o trabalho teve como objetivo realizar a identificação dos principais insetos-praga que contribuíram para o desenvolvimento menos satisfatório na cultura do milho-crioulo var. “Vanja” identificados desde a emergência (VE) até a colheita (R5), no município de Serra Talhada – PE, 2023.

METODOLOGIA

Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido na área experimental da Unidade Acadêmica de Serra Talhada, vinculada a Universidade Federal Rural de Pernambuco (UAST/UFRPE), localizada na mesorregião do Sertão do Alto Pajeú, no município de Serra Talhada, sob as coordenadas geográficas 07°57'10" S e 38°17'40" W, 497 m de altitude.

A região do presente estudo apresenta clima do tipo BShw segundo a classificação climática de Köppen, apresentando 32 °C de temperatura média do ar; com irregularidade na disposição espaço-tempo das chuvas com uma média de 550 mm ano-1, umidade relativa do ar se aproximando de 62,5%

e demanda atmosférica de aproximadamente 1.800 mm ano⁻¹ (Araújo, 2011; Silva et al., 2015; Ataíde et al., 2023).

O solo foi preparado através de aração simples sem gradagem e em seguida foi instalado o sistema de irrigação (gotejamento) e após isso, a área recebeu irrigação até atingir a capacidade de campo. Para esse experimento, a semeadura foi realizada em 26/06/2023.

Na implantação do experimento foi realizada a adubação em fundação com NPK utilizando a formulação comercial 06-24-12 para todas as parcelas com objetivo de aumentar a fertilidade do solo, seguindo a recomendação sugerida pelo laboratório de análise do solo do Instituto Agrônomo de Pernambuco – IPA. O arranjo do plantio se deu com espaçamento entre linhas de 0,80 m e entre plantas de 0,20 m, deixando-se 5 plantas por metro linear.

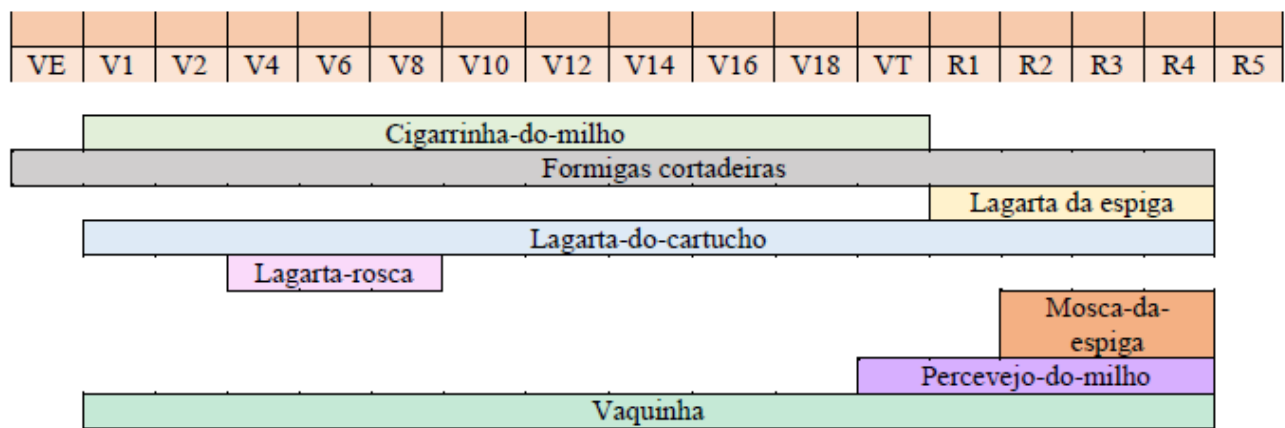
O monitoramento da incidência de insetos-praga da lavoura experimental foi realizado 2 vezes por semana e a identificação das espécies ocorreu após consulta em bibliografias de Filho (2007) e Cruz (2015).

Visando o consumo para milho-verde, uma parte do experimento foi colhida em 26/09/2023, quando a maioria das plantas atingiu o estágio fenológico R3, quando os grãos apresentavam consistência entre leitoso e pastoso.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Dentre inúmeros insetos que acometem a cultura do milho já descritas de forma detalhada pela literatura, apenas pequena parte teve seus ataques confirmados durante o ciclo do milho, uma vez que, a incidência de determinados insetos varia em função do clima de cada região. Desta forma, ao final do ciclo da cultura do milho-crioulo var. “Vanja”, foi constatada a presença dos seguintes insetos-praga e suas respectivas épocas de ataque em função de cada estágio fenológico (Figura 1).

Figura 1. Relação das pragas que acometem a cultura do milho em cada estágio fenológico.



Fonte: NASCIMENTO, P. H. S. et al., 2023.

LAGARTA-DO-CARTUCHO (*SPODOPTERA FRUGIPERDA*), SERRA TALHADA – PE, 2023.

A *Spodoptera frugiperda* é sem dúvidas a principal praga do milho, tendo em vista que seus ataques foram observados, de forma severa, poucos dias após a emergência (V1) até a colheita (R3) destruindo as folhas mais jovens nos cartuchos (Figura 2) e a parte inicial das espigas, o que também é descrito por Filho (2007) e Cruz (2015).

Figura 2. Lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*), Serra Talhada – PE, 2023.



Fonte: NASCIMENTO, P. H. S. et al., 2023.

LAGARTA DA ESPIGA DO MILHO (*HELICOVERPA ARMÍGERA*), SERRA TALHADA – PE, 2023.

Provocando danos de forma direta pelo ataque aos grãos, a *H. armígera* também provoca danos indiretos ao atacar os estilos-estigmas levando ao seu seccionamento e conseqüentemente ao abortamento dos grãos (Foresti et al. 2013). Os primeiros indivíduos desta espécie foram observados quando as plantas atingiram o estágio reprodutivo, no período de espigamento, se estendendo até a colheita, sendo possível observar a capacidade destrutiva das espigas despalhadas (Figura 3).

Figura 3. Lagarta-da-espiga do milho (*Helicoverpa armígera*), Serra Talhada – PE, 2023.



Fonte: NASCIMENTO, P. H. S. et al., 2023.

VAQUINHA (*DIABROTICA SPECIOSA*), SERRA TALHADA – PE, 2023.

Os primeiros ataques foram observados com as plantas ainda jovens e que se estenderam até o final do ciclo da lavoura, esse inseto provoca danos a cultura tanto pelos adultos por se alimentar de suas folhas (Figura 4), quanto por suas larvas que atacam as raízes da coroa da planta provocando o seu tombamento (Filho, 2007).

Figura 4. Vaquinha (*Diabrotica speciosa*), Serra Talhada – PE, 2023.



Fonte: NASCIMENTO, P. H. S. et al., 2023.

CIGARRINHA-DO-MILHO (*DALBULUS MAIDIS*), SERRA TALHADA – PE, 2023.

A partir do estágio fenológico V1 foi observado o aparecimento dos primeiros indivíduos de *Dalbulus maidis* alimentando-se da seiva do milho (Figura 5), o que continuou a ocorrer de forma consistente até as atingirem sua maturidade, após esse ponto se observou uma redução significativa em sua população, algo semelhante é descrito por Todd et al. (1991) e Nault (1990) relatando que a quantidade de cigarrinhas se manteve crescente até as plantas alcançarem a maturidade fisiológica e logo em seguida ocorrendo uma redução abrupta de sua população, quase desaparecendo.

Figura 5. Cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*), Serra Talhada – PE, 2023.



Fonte: NASCIMENTO, P. H. S. et al., 2023.

FORMIGAS CORTADEIRAS (*ATTA SP.*), SERRA TALHADA – PE, 2023.

São classificadas formigas cortadeiras todas as espécies do gênero *Atta Sp.*, conhecidas popularmente como saúvas, *Acromyrmex*, chamadas de quenquéns e algumas dos gêneros *Trachymyrmex*, *Sericomyrmex* e *Apterostigma* (Justi-Junior et al., 1996). As formigas, normalmente concentram seus ataques nos primeiros estádios fenológicos, entre uma a duas semanas após a emergência. Após o crescimento e, conseqüentemente, o enrijecimento dos tecidos foliares foi percebido o cessamento dos ataques. No entanto, no experimento de primavera-verão foram registrados ataques, inclusive na fase reprodutiva (Figura 6). Uma justificativa para esse fenômeno pode ser atribuída às condições da cultura se apresentar verde, mesmo sendo uma época quente do ano e servir como atrativo de reserva alimentar para o formigueiro.

Figura 6. Formigas cortadeiras, Serra Talhada – PE, 2023.



Fonte: NASCIMENTO, P. H. S. et al., 2023.

LAGARTA-ROSCA (*AGROTIS ÍPSILON*), SERRA TALHADA – PE, 2023.

A ocorrência desta praga foi baixa, contabilizando apenas algumas plantas jovens de milho sendo acometidas, apresentando sinais de ataque bem característicos da *Agrotis ipsilon*. Ocorre a diminuição da população de plantas pelo fato da lagarta, em seu ataque, cortar a planta rente ao solo (Lígia et al. 2020) (Figura 7).

Figura 7. Lagarta-roscA (*Agrotis ipsilon*), Serra Talhada – PE, 2023.

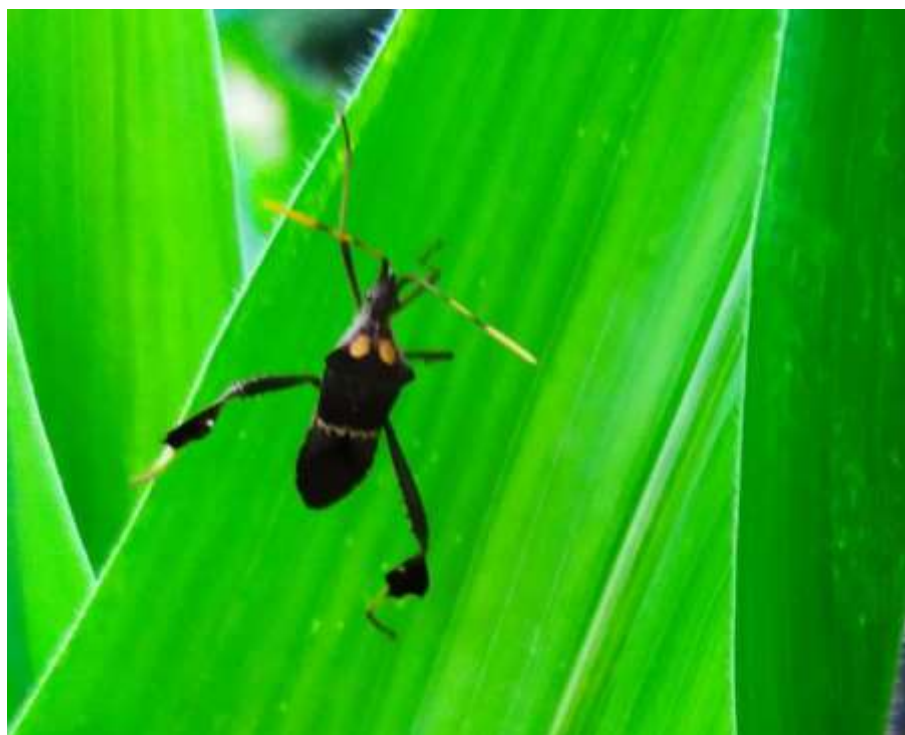


Fonte: NASCIMENTO, P. H. S. et al., 2023.

PERCEVEJO-DO-MILHO (*LEPTOGLOSSUS ZONATUS*), SERRA TALHADA – PE, 2023.

Seu primeiro registro se deu a aproximadamente 50 dias após a semeadura e permanecendo até o momento da colheita, o que também é descrito por Braga (2013) que afirma que é comum notar a presença desses insetos do meio para o final do ciclo. Foi observado também que o número de indivíduos desta espécie foi baixo, sendo possível notar a presença de alguns poucos insetos em toda a área experimental (Figura 8).

Figura 8. Percevejo-do-milho (*Leptoglossus zonatus*), Serra Talhada – PE, 2023.



Fonte: NASCIMENTO, P. H. S. et al., 2023.

MOSCA-DA-ESPIGA (*EUXESTA* SPP.), SERRA TALHADA – PE, 2023.

Foi verificada a presença destes indivíduos quando as plantas já apresentavam estilos-estigma, uma vez que as fêmeas ovipositam sobre esta região, onde posteriormente se originarão larvas que provocam danos por se alimentarem dos grãos leitosos deixando para trás detritos que provoca perda de valor comercial do milho verde, além de favorecer o ataque de pragas secundárias ou até mesmo a entrada de microrganismos e umidade, acarretando no apodrecimento dos grãos e obrigando o produtor a descartar as espigas por estarem impróprias para o consumo humano (Parentoni et al., 1990; Silva et al., 2004) (Figura 9).

Figura 9. Mosca-da-espiga (*Euxesta* spp.), Serra Talhada – PE, 2023.



Fonte: NASCIMENTO, P. H. S. et al., 2023.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com as observações durante o ciclo do milho-crioulo, var. “Vanja” foi possível identificar os insetos-praga de maior e menor relevância, por possuírem capacidades destrutivas distintas com consequências na redução da produtividade da cultura, com destaque para as Lagartas do cartucho (*Spodoptera frugiperda*) e da espiga (*Helicoverpa zea*), a Cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*) e a Vaquinha (*Diabrotica speciosa*), as quais apresentaram maior frequência e agressividade de ataque em relação aos demais insetos-praga citados. Portanto, recomenda-se que o produtor disponha de conhecimentos para realizar os manejos necessários e adequados desde a escolha da cultivar, época de implantação da lavoura, de forma a mitigar os efeitos danosos destes insetos.

Haja vista, que é sempre importante destacar que o semiárido apresenta características diferenciadas de outros ambientes, portanto, se faz necessário conhecer tanto os fatores edafoclimáticos, quanto as características de ciclos entre outras peculiaridades dos principais insetos-praga que acometem a cultura do milho nos locais de estudo, principalmente fazer o monitoramento em cada estágio fenológico.

Assim, é possível planejar métodos adequados de manejo e controle desses insetos-praga em qualquer lavoura, para proporcionar a saúde nos diversos estádios de desenvolvimento das plantas, com expectativa de produtividade, baseada no nível de manejo de cada cultura e no presente estudo, a cultura do milho, cultivado em ambiente semiárido e fora da janela de plantio. Fato que requer maior atenção no manejo dos tratos culturais e do controle fitossanitário desses insetos-praga.

REFERÊNCIAS

- ALVES, H. C. R.; AMARAL, R. F. do. Produção, área colhida e produtividade do milho no Nordeste. Banco do Nordeste. Informe rural ETENE, 2011.
- ARAÚJO, S. M. S. REGIÃO SEMIÁRIDA DO NORDESTE DO BRASIL: QUESTÕES AMBIENTAIS E POSSIBILIDADES DE USO SUSTENTÁVEL DOS RECURSOS. Rios: Eletrônica-Revista Científica da FASETE, 2011.
- ATAÍDE, E. M.; OLIVEIRA, F. J. M.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; DINIZ, C. D. D. S. Desenvolvimento de cultivares de maracujazeiro doce BRS Mel do Cerrado, Silvestre BRS Pérola do Cerrado e azedo BRS Rubi do Cerrado no semiárido nordestino. Curitiba: Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, v. 6, n. 2, p. 1889-1896, 2023.
- BRAGA, Isa Marcela da Silva. Ocorrência e dinâmica populacional de insetos-pragas e predadores associados às culturas de nabo forrageiro e milho em sistemas de plantio direto, em Chapadão do Sul, MS. 2013. 40 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, 2013.
- CRUZ, I. et al. Cultivo do milho. Pragas. Embrapa Milho e Sorgo, 2015.
- CRUZ, I. Manejo de pragas da cultura do milho. Sete Lagoas - MG: Embrapa Milho e Sorgo, 1999.
- FILHO, D. F. Manual da cultura do milho. Jaboticabal: Funep, 2007.
- FORESTI, J.; BERNARDI, O.; ZART, M.; GARCIA, M. S. COMPORTAMENTO DE OVIPOSIÇÃO DE *Helicoverpa zea* (BODDIE, 1850) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EM MILHO SEMENTE E SIMULAÇÃO DE CONTROLE. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, 2013.
- JUSTI-JUNIOR, J.; IMENES, S. de L.; BERGMANN, E. L.; CAMPOS-FARINHA, A. E. C.; ZORZENON, F. J. Formigas corredeiras. Bol. Técn. Inst. Biol, 1996.
- LEITE, T.V.P.; BERTOTTI, D.L. Efeito dos inseticidas botânicos aplicados no manejo agroecológico de pragas na cultura do milho doce. Brasília: Agrus, v. 1, n. 1, 2020.
- LÍGIA, A. et al. Guia de Manejo do Milho. Paragominas: Biblioteca Douglas Wendel Malheiro Vale, universidade federal rural da Amazônia, 2020.
- NAULT, L. R. Evolution of insect pest: maize and leafhopper, a case study. Maydica, 1990.
- OECD & FAO. OECD-FAO Agricultural Outlook 2015. Paris: OECD Publishing, 2015.
- PARENTONI, S. N.; GAMA, E. E. G.; MAGNAVACA, R.; REIFSCHNEIDER, F. J. B.; VILLAS BOAS, G. L. Milho doce. Informe Agropecuário, 1990.
- SILVA, A. V.; GUMARÃES, P. S.; MARTIN, R. B. Flutuação populacional de adultos de *Euxesta* spp. na cultura do milho (*Zea mays*). In: XVII JORNADA DE BIOLOGIA DA PUC MINAS. Belo Horizonte: PUC Minas Gerais, 2004. 14

SILVA, T. G. F.; PRIMO, J. T. A.; MOURA, M. S. B.; SILVA, S. M. S.; MORAIS, J. E. F.; PEREIRA, P. C.; SOUZA, C. A. A. Soil water dynamics and evapotranspiration of forage cactus clones under rainfed conditions. Brasília: Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 50, n. 7, p. 515-525, 2015.

TODD, J. L.; MADDEN, L. V.; NAULT, L. R. Comparative growth and spatial distribution of Dalbulus leafhoppers populations (Homoptera: Cicadellidae) in relation to maize phenology. Environmental Entomology, 1991.

Capítulo 6



10.37423/240909351

DIAGNÓSTICO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE PAPEL NO INSTITUTO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DAS ÁGUAS – UFOPA – CAMPUS SANTARÉM / PA

Rui Rodrigues de Brito

Universidade Federal do Oeste do Pará

Fabiane Miranda da Silva

Universidade Federal do Oeste do Pará

Josiane dos Santos Meireles

Universidade Federal do Oeste do Pará

Manoel Bentes dos Santos Filho

Universidade Federal do Oeste do Pará



Resumo: A maioria das instituições de ensino possui uma dimensão significativa de geração de resíduos sólidos, tendo em vista dados significativo de recuperação de retalhos de papel, este trabalho objetivou o diagnóstico da geração de resíduos sólidos de papel dentro do ICTA (Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas) para demonstrar o quanto a coleta seletiva para níveis de reciclagem de um único resíduo sólido (papel) dentro de uma unidade acadêmica é de grande importância mensurável para redução e não geração de resíduos sólidos para a problemática da disposição final no aterro controlado de um município, tendo como justificativa que a reciclagem de papel promover a educação ambiental e reduz a necessidade de corte de árvores da natureza de matas preservadas ou de reflorestamento e ameniza a disposição final do resíduo. Para obter o diagnóstico da geração de resíduos sólidos de papel no ICTA, foi realizada a distribuição de 30 pontos de coleta no instituto para gravimetria do resíduo sólido de papel durante quatro semanas letivas de aulas. Concluiu-se que 92% do resíduo de papel gerado no ICTA são aptos para serem reciclados, sendo de uma importância significativa para redução e não geração de resíduos sólidos para disposição final no aterro controlado de Santarém/PA.

Palavras-chave: coleta seletiva, reciclagem, educação ambiental.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a produção da fabricação de papel começou por cerca de 110 anos atrás, dado este que é confundido com a implantação da reciclagem do papel no País, iniciando-se somente após 15 anos após a fabricação. A matéria prima para a fabricação do papel já se encontra escassa, mesmo com as políticas de manejo e reflorestamento. A atividade industrial não para com o auto consumo que a sociedade impõe e, com isso, as fontes esgotam-se a cada passo. A cada produção de papel, uma árvore não completa seu ciclo completo para estar disponível à extração. A partir do uso de computadores e as demais tecnologias, cientistas e profissionais da área estimavam que o consumo do papel diminuísse, porém, não passou de perspectiva, pois o consumo de papel nas últimas duas décadas do século XXI teve maior demanda de uso (BRACELPA, 2009).

Não estando distante da realidade que vivenciamos hoje, órgãos educacionais mantem constante produção de papel, deixando-os dispersos e retidos à medida que suas fontes uteis de uso são esgotadas. Porém deveriam ser corretamente coletados, acondicionados e enviados para suas destinações e disposições ambientalmente corretas (ALBUQUERQUE et al., 2010 apud SILVA et al., 2013). Presenciamos a cada dia, o descaso e forma incorreta da manutenção de resíduos de papel.

Apesar de ser uma matéria de degradação natural rápida comparado a outros resíduos sólidos, o papel assume enorme utilidade em todos os departamentos e atividades (GRIGOLETTO, 2012).

Com isso, as instituições públicas devem tomar conhecimento de sua base de responsabilidade que tem diante de uma sociedade e a contribuição que tem, por dever, prestar a ela.

As universidades devem ser fomentadoras da quase inexistente vontade política ambiental, investigando com criatividade o processo de tomada de consciência e possibilitando que docentes, discentes, gestores e técnicos entrem no contexto de um bem comum, para a produção e difusão do conhecimento (RUBERG, 2011; RIBEIRO, 2014). Em 2011, o consumo aparente de papel no País registrou 9,6 milhões de toneladas e a recuperação de aparas foi de 4,4 milhões de toneladas (BRACELPA, 2016). Apesar disso, ainda existem poucas cooperativas para reciclagem desse material, totalizando 136 empresas até o ano de 2012, sendo somente uma localizada no estado do Pará, com percentual de reciclagem do mesmo de 45,7% do respectivo ano em âmbito nacional. Assim, a educação ambiental da sociedade sobre a preservação do meio ambiente com campanhas que incentivam o descarte adequado e a coleta seletiva têm ajudado fortemente para que a indústria de

reciclagem se desenvolva e cresça cada vez mais no País (BNDES, 2009; ABRELPE, 2014; HENDGES, 2014).

Tendo em vista esse dado significativo de recuperação de retalhos de papel, é fundamental que as instituições públicas de ensino superior fomentem em seus acadêmicos gerar pesquisas e atividades educativas nesse contexto. Assim, o diagnóstico da geração de resíduos sólidos em Institutos ou mesmo prédios dentro de Academias favorecem para mensurar o quanto de resíduo é gerado e descartado de forma inadequada e, consecutivamente pode-se demonstrar o quanto a coleta seletiva de um único resíduo sólido (papel) dentro de uma unidade acadêmica é de importância mensurável para redução e não geração de resíduos sólidos para a problemática da disposição final no aterro sanitários e/ou controlado dos municípios. O trabalho teve como objetivo geral o Diagnóstico da geração de resíduos sólidos de papel no Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas (ICTA) da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA) – Campus Santarém/PA e; Objetivos específicos de

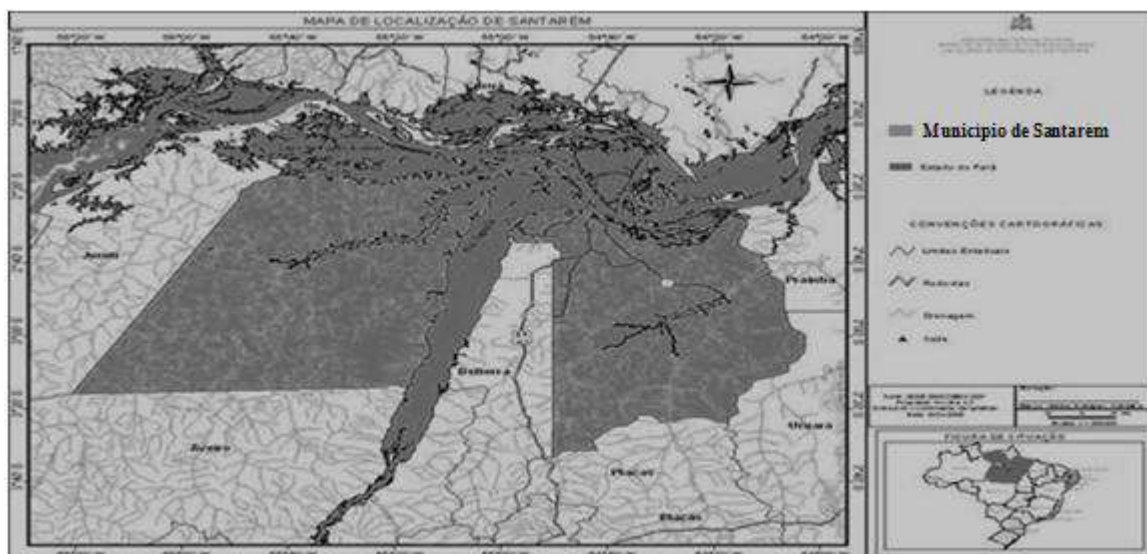
Demonstrar o quanto a coleta seletiva de um único resíduo sólido (papel) dentro de uma unidade acadêmica é de importância mensurável para redução e não geração de resíduos sólidos para a problemática da disposição final no aterro controlado de Santarém/PA; Realizar o levantamento gravimétrico dos resíduos sólidos de papel gerados no ICTA por fontes internas e externas; Estimar a quantidade do papel coletado estarão aptos para serem reciclados; Verificar a consciência ambiental dos acadêmicos e profissionais do Instituto.

Por fim, justifica-se esse trabalho que a partir de mensuração, coletas e posteriormente a reciclagem de papel, faz-se importante para a geração de consciência ambiental, para o abrandamento do desmatamento, seja de matas preservadas ou de reflorestamento, possibilitando a construção de pesquisas científicas, ajudando ainda no controle de gastos públicos para a aquisição do resíduo em questão (SEBRAE, 2016).

2. MATERIAL E MÉTODOS

A Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA) está situada no município de Santarém aos entornos do Rio Tapajós e Amazonas, no berço da Amazônia (Figura 1). A Universidade possui três campos no município (Figura 2), no qual foi feito a pesquisa no Campus Amazônia. Este Campus é dividido em dois Institutos ICS – Instituto de Ciências da Sociedade e ICTA – Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas, ao qual foi escolhido o ICTA por atuar, profissionais e graduandos nos Cursos de Engenharia Sanitária

e Ambiental, Engenharia de Pesca, Ciências Biológicas, Gestão Ambiental e Bacharelado Interdisciplinar em Ciências e Tecnologia das Águas.



Fonte: Ibge, 2012.



Fonte: Google maps, 2016.

O Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas é composto por 14 salas de aula, 4 salas de coordenações (com subdivisões dentro das mesmas), 2 banheiros (masculino e feminino), e estacionamento (garagem). Assim, para obter o diagnóstico da geração de resíduos sólidos de papel no ICTA, foi realizado primeiramente um reconhecimento da área de estudo, a fim de identificar pessoalmente todas as fontes geradoras de resíduos. E ainda, em cada mural informativo do Instituto foi fixado um panfleto para auxiliar na veiculação informativa sobre o trabalho (Figura 3 – a) em execução do diagnóstico de resíduos sólidos de papel gerados no instituto com informações

características das que foram fixadas nas caixas. Foram dispostas caixas de papelão (22x23x31,5 cm) de cor branca, fornecidas em forma de doação pelas empresas CASA DA CÓPIA e NOVA COPYA.

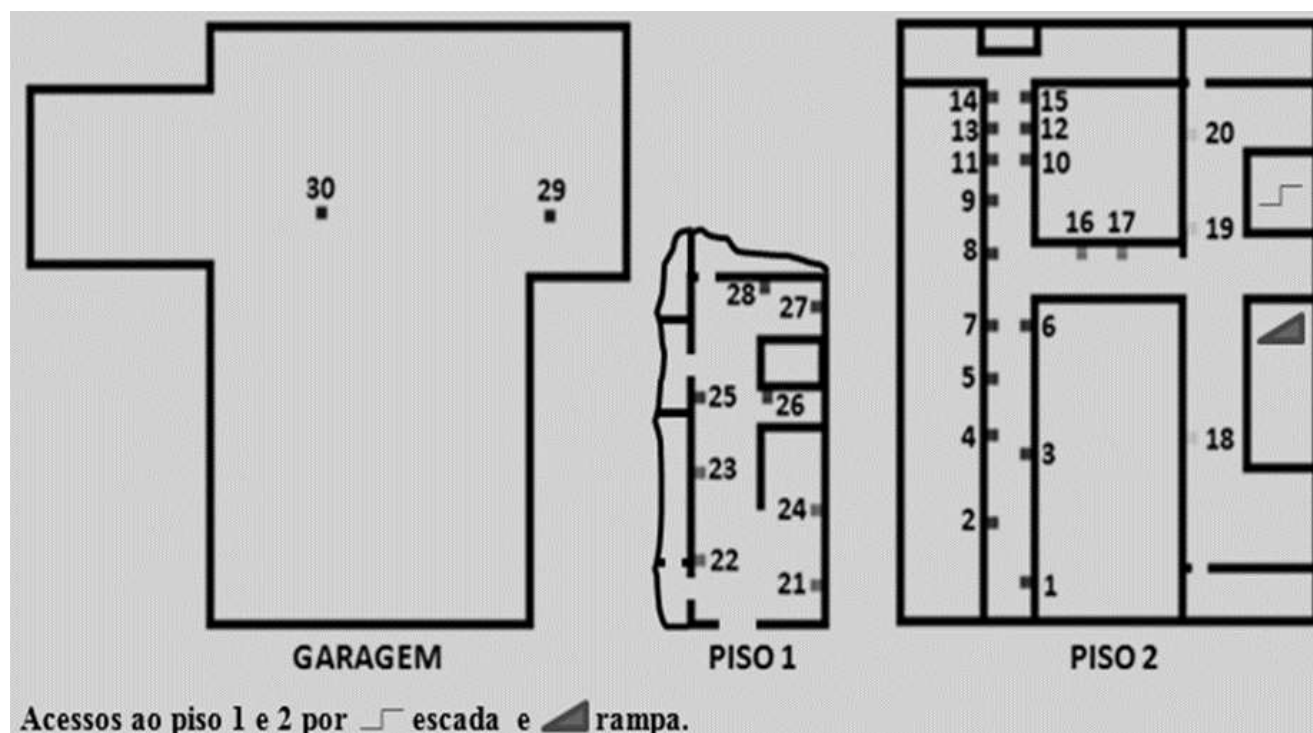
Essas caixas foram devidamente identificadas e ilustradas com o objetivo de informar suas finalidades, sendo feito em uma folha de papel A4 a arte (em preto e branco) informativa, fixado com fita durex de cor azul (CONAMA, 2012) em cada caixa para posteriormente serem postas em seus respectivos pontos dentro do ICTA (Figura 3 – b).

Figura 3 – a) informativo fixado em um dos murais do ICTA; **b)** paisagem do resíduo.



Após a identificação, foram executados os procedimentos para posicionar os pontos de coletas de resíduos de papel dispostos fora das salas para verificar o grau da consciência ambiental em depositar os resíduos que foram discriminados, distribuindo-as em seis áreas que somados são 30 pontos de coletas dispostos da seguinte forma (Figura 4): Área 1, pontos – 1 ao 15 onde está localizado as salas de aula, piso 2; Área 2, pontos – 16 e 17 está disposto 2 salas de coordenação dos cursos, piso 2; Área 3, pontos – 18 ao 20 local de corredor, piso 2; Área 4, pontos – 21 ao 24 área térreo corredor que circulam pessoas de diversos institutos para direcionar-se ao estacionamento, piso 1; Área 5, pontos – 25 ao 28 respectivo as outras duas sala de coordenação geral do ICTA e salas de professores, piso 1; Área 6, pontos – 29 e 30 garagem.

Figura 4 – Distribuição das caixas em pontos no ICTA.



Antes do início das coletas para o diagnóstico dos resíduos de papel, nos dias 7, 8 e 11 de abril de 2016 foi realizada a divulgação informativa sobre o trabalho a ser realizado no ICTA em todos os níveis acadêmicos através da visita aos discentes, docentes e técnicos em suas respectivas salas nos turnos da manhã, tarde e noite. No momento das orientações aos usuários do ICTA foi dito para depositar nas caixas somente resíduos de papel gerado pelos mesmos diariamente sendo eles: secos, livres de resíduos orgânicos e patógenos visíveis, sendo assim, estavam vetados a deposição de outros resíduos como plásticos etc.

Os resíduos de papel começaram a ser coletados no ICTA no dia 11 de abril até o dia 07 de maio de 2016, totalizando 1h e 30 min do tempo total de duração para cada dia da coleta. Assim, a pesagem dos resíduos de papel foi realizada diariamente no momento da realização de coleta de cada ponto entre as 17:30h e 18:50h, com a utilização dos seguintes materiais:

- Caderno de campo;
- Luvas plásticas transparentes;
- Balança digital de precisão, medindo 6x12 cm, com visor LCD e capacidade de medição de 0,1g até 500g;
- Recipiente plástico, com volume de 500ml (para melhor condicionamento das amostras no momento da pesagem);

- Saco plástico de 100L (para depósito dos resíduos após a pesagem). Utilizado um saco plástico por dia ao qual no fim da realização da pesagem de todos os pontos os resíduos diários eram encaminhados para destinação final em um ponto de coleta de resíduo sólido não seletivo que está localizado na entrada do próprio ICTA.

Antes da obtenção dos valores da pesagem dos resíduos sólidos de papel foram classificados em aptos e não aptos conforme Tabela 1(FARIA, 2016):

Tabela 1 – Separação dos resíduos aptos e não-aptos para reciclagem.

*Obs.: Não foi realizado gravimetria nos banheiros.

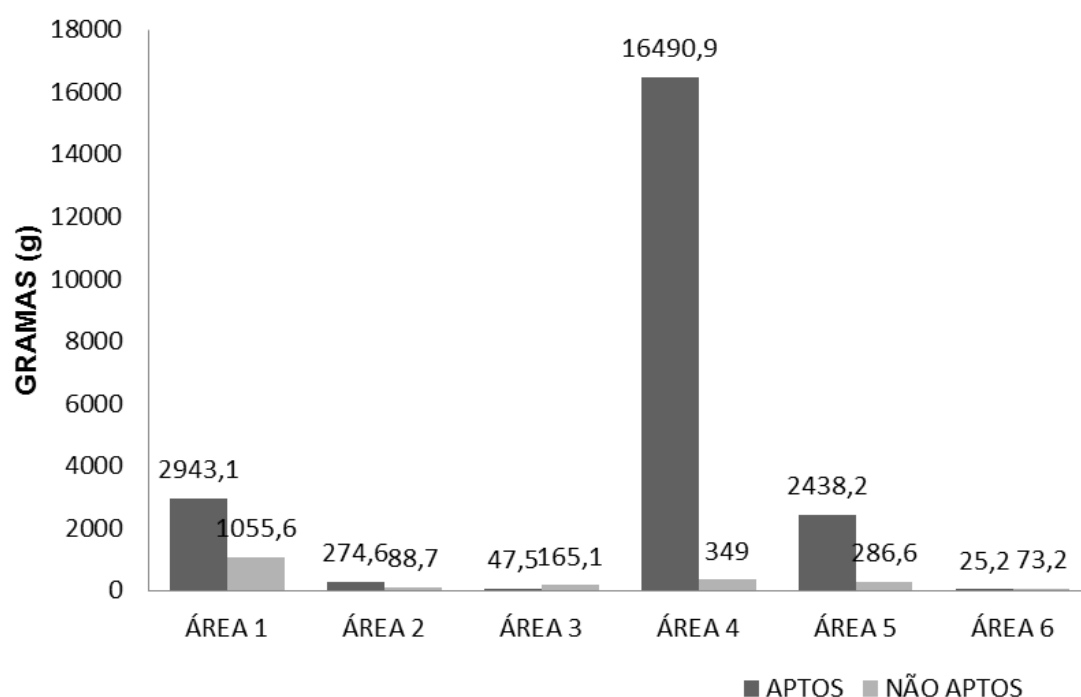
Aptos	Não Aptos
Papelão	Papel toalha
Folhas de Caderno	Papel Carbono
Impressos em geral	Crepe
Papéis timbrados	Guardanapos de papel
Revistos	Plastificados
Cartões	Papéis metalizados
Envelopes	Copos descartáveis de papel
Fotocópias	Papeis com resíduos de matéria orgânica
Rascunhos	Papéis sanitários*

Os dados foram reunidos em tabelas do Microsoft Office Excel, por cada área identificada no ICTA. Por fim, foram construídos gráficos com os dados obtidos com intuito de facilitar a visualização e análise dos resultados obtidos em cada área assim como o total geral de resíduos gerados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 5, mostram-se os resultados da geração de resíduos sólidos de papel em cada uma das áreas determinadas dentro do ICTA. A área 4 que compreende a entrada do instituto e o acesso a garagem, que apesar de possui apenas 4 pontos de coletas apresentou o maior índice de geração de resíduos de papel tendo um total de 16490,9 g de aptos e 349 não aptos.

Figura 5 – Resultado da pesagem total de resíduos sólidos de papel em cada área aptos e não aptos para reciclagem.

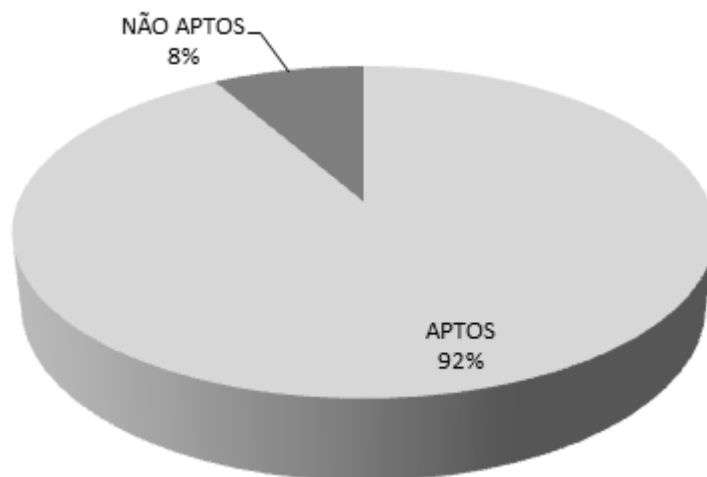


Ao observar esta área 4 no ato da coleta, o qual se situa nas proximidades do estacionamento do prédio, analisou que servidores e docentes (não só do instituto), depositavam alta quantidade de resíduos de papel não proveniente do seu consumo diário, mas sim de seu armazenamento, utilizados dentro e fora da instituição. Porém, analisando de um ponto de vista cultural segundo (JÚNIOR, 2006) a grande parte das pessoas não tem costume de procurar saber como funciona a pesquisa e/ou para o que está sendo direcionada, vendo-a de ponto superficial. E, como no enredo do ato informativo foi mencionado, a título de informação, para depositar resíduos que são aptos para reciclagem, esse pronome tenha tido fixado como ponto principal, não atendendo-se para o fato de ser aqueles que foi utilizado somente no dia corrente. A instigante vontade de contribuir com o progresso da qualidade do meio ambiente, por algumas pessoas, levam-nas a querer ajudar, mas limitando-se pela informação. Isso é um ponto positivo quando estamos falando de qualidade ambiental, porém lava-se a questionar até que ponto as pessoas estão ligadas as informações que são repassadas a elas.

Nas quatro semanas letivas de aulas no ICTA foi obtido o diagnóstico de que 92% (Figura 6) de resíduos de papel aptos para serem reciclados da geração do total de 24,2 Kg dos resíduos sólidos de papel coletados durante a realização deste trabalho no Instituto. Fazendo uma mensuração se, somente o

instituto, produzisse este mesmo total no decorrer de um ano, estima-se que durante os 12 meses dariam uma redução de 0,26 t de resíduos de papel a menos para disposição final.

Figura 6 – Resultado geral dos resíduos sólidos de papel aptos e não aptos para reciclagem.



Ao qual poderiam evitar a disposição do resíduo realizada no aterro controlado do Município (Figura 7). Além de contribuir para um meio ambiente cada vez mais sustentável e preservado para as presentes e futuras gerações e melhorar a qualidade ambiental acadêmica dentro do ICTA com relação aos seus resíduos sólidos gerados.

Figura 7 – Aterro controlado do Perema, localizado na Rodovia Estadual Curuá-Una de Santarém/PA.



Fonte: Reportagem / Tv Tapajós, 2014.

Segundo o Fundo Mundial para a Natureza (WWF, 2008) a produção de uma tonelada de papel novo consome de 50 a 60 eucaliptos, 100 (cem mil) litros de água e 5 mil KW/h de energia. Já uma tonelada de papel reciclado consome 1.200 Kg de papel velho, 2000 (dois mil) litros de água e 1000 a 2.500 Kw/h de energia.

Se dentro da própria Universidade fizesse o tratamento do resíduo de papel pela forma de reciclagem, o papel que é produzido dentro de cada campus e instituto com certeza seria uma parcela significativa de contribuição para a preservação do meio ambiente e que com os resultados obtidos futuramente dentro de cada Instituição de Ensino Superior do Brasil possa a vim existir uma estação de reciclagem de papel, tendo em vista que os problemas da qualidade ambiental com os resíduos sólidos são globais, mas as soluções são locais.

Visto isso, passamos para a parte da consciência ambiental. Apesar de todo o processo de divulgação e conscientização deste trabalho no ICTA, foram encontrados dentro das caixas outros resíduos sólidos além de papel, assim como foi observado no momento da realização das pesagens do resíduo de papel ponto a ponto de coleta a presença do próprio resíduo de papel dentro das salas de aulas, salas dos docentes e técnicos nos cestos convencionais dentro de cada sala. Os resíduos de papel encontrado dentro das salas não foram pesados, apenas foi feito a observação em caderno de campo, o que resultaria em resultados bem maiores dos diagnosticados dentro dos pontos de coleta específicos espalhados pelo ICTA de resíduos de papel.

Através das observações realizadas obteve-se o resultado que o nível de formação acadêmica das pessoas não define a educação ambiental de cada um, pois quanto maior a formação acadêmica profissional (graduação, mestrado e doutorado) maior deveria ser a conscientização com a preservação do meio ambiente, ao qual nos transmite a percepção de que em nenhum momento poderia conter resíduo de papel dentro das salas em seus respectivos cestos de resíduos sólidos convencionais principalmente das salas do corpo docente e técnico uma vez que em frente de cada sala havia um ponto de coleta seletiva de resíduo de papel, o que nos remete o entendimento que apesar de se ter um ponto disponível de coleta seletiva específica o indivíduo mesmo tendo um grau de formação profissional elevado continua a realizar a destinação e disposição de seus resíduos sólidos onde lhe melhor convêm à distância.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o diagnóstico mensurável obtido no resultado dos resíduos sólidos de papel gerados no ICTA esperamos promover uma educação ambiental no mínimo eficaz em todos os níveis de ensino do instituto e a conscientização para a preservação do meio ambiente assim como incentiva à reciclagem, reutilização do papel e fomenta uma tomada de decisão para um plano de gerenciamento de seus resíduos sólidos eficiente no intuito que torne a coleta seletiva dentro da instituição realidade, pois ainda é inexistente e com isso ameniza a quantidade de papel que vai para disposição final do aterro controlado de Santarém/PA. Mesmo com o avanço de tecnologias digitais, ainda ocorre grande desperdício de papel, e para conter esse problema, uma solução é a reutilização e reciclagem, que aproveita o papel usado para produzir outros novos produtos. Assim se faz necessário cada vez mais se investir neste tratamento de resíduo sólido seja em instituições, residências, empresas e onde se realize a geração de resíduo de papel para com isso reduzir, reutilizar, reciclar e repensar a geração deste resíduo.

REFERÊNCIAS

BRACELPA, Associação Brasileira de celulose e papel – Reciclagem de papel, História, processo industrial, dados estatísticos – Disponível em: <<http://www.bracelpa.org.br/>>. Acessado em 25 de março de 2016.

CONAMA: Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resoluções do Conama: Resoluções vigentes publicadas entre setembro de 1984 e janeiro de 2012. Resolução nº 275, de 25 de abril de 2001.

Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transporte, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva. Ministério do Meio Ambiente. Brasília/DF. 2012. p. 804.

FARIA, Caroline. Reciclagem de Papel. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/>>. Acessado em 5 de abril de 2016.

JULIATTO, D. L.; CALVO, M. J.; CARDOSO, T. E. Gestão Integrada de Resíduos Sólidos para Instituições Públicas de Ensino Superior. Rev. GUAL., Florianópolis, v. 4, n. 3, p.170-193, set/dez. 2011. ISSN 1983-4535.

SILVA, D. T. A. R.; SILVA, D. F.; MOREJON, C. F. M. Fórum Internacional de Resíduos Sólidos, 22 a 24 de julho de 2013. 4ª ed. Diagnóstico da geração de resíduos Sólidos na Unioeste, *Campus* de Toledo/PR. Disponível em: <<http://www.institutoventuri.org/>>. Acessado em 24 de março de 2016.

SEBRAE. Empreendedorismo – Como montar um serviço de reciclagem de papel. Disponível em:

<<http://www.sebrae.com.br/>>. Acessado em 25 de março de 2016.

UFOPA. Guia Acadêmico do ICTA, Santarém/PA, 2015. Disponível em: <<http://www.ufopa.ed.br>>. Acessado em 27 de março de 2016.

GRIGOLETTO, I.C.B. Reaproveitar e reciclar o papel: proposta de conscientização da preservação ambiental. Monografias ambientais – REMOA/UFSM. v(6), nº 6, p.1414–1422, 2012.

JÚNIOR, J.S.B. Reciclagem de papel. Monografia (Especialização) – Fundação de Ensino Superior de Olinda – FUNESO, Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, 2006.

LAYRARGUES, P.P; ZANETI, I.C.B.B. Universidade para o século XXI: educação e gestão ambiental na Universidade de Brasília / Vera Margarida Lessa Catalão, Cidade Gráfica e Editora, 340 P, 2011.

MIRANDA, R.E.S. Impactos ambientais decorrentes dos resíduos gerados na produção de papel e celulose. Monografia (Curso) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2008.

RIBEIRO, R.C. Política de responsabilidade Social na universidade: Conceitos e desafios. Educação, Sociedade & Culturas, nº 42, p 133-156, 2014.

RIBEIRO, A.M.; FILHO, M.R. Proposta para o projeto de reciclagem das aparas do papel gráfico da universidade estadual de londrina. Monografia (Especialização) – Universidade Estadual de Londrina, Curso de Pós-Graduação em Formulação e Gestão de Políticas Públicas. Londrina, 2008.

RUBERG, C et al. Resíduos sólidos na Universidade Federal do Pampa – Campus de São Gabriel/RS: Estimando a geração. 25º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2011.

WWF – Fundo Mundial para a Natureza. Conheça os benefícios da coleta seletiva. Brasil, 02 de junho 2008. Disponível em: <<http://www.wwf.org.br/?uNewsID=14001>>. Acessado em 22 de março de 2016.



conhecimentolivre.org/home



contato@conhecimentolivre.org



[editoraconhecimentolivre](#)

BIODIVERSIDADE, MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

VOLUME XIII



EDITORA CONHECIMENTO LIVRE