



AVALIAÇÃO DO EFEITO DA PRODUÇÃO DE MEXILHÕES SOBRE PARÂMETROS DE QUALIDADE AMBIENTAL NA ENSEADA DA ARMAÇÃO DO ITAPOCOROY, PENHA, SC

Jessica Tiemy **Kondo**¹; Marcelo Gomes **da Silva**²; Danilo F. T. **Garofalo**³; Viviane C. **Bettanin**⁴;
Ana Paula C. **Packer**⁵

Nº 19402

RESUMO – Os ecossistemas marinhos, devido à fragilidade e vulnerabilidade destes ambientes, enfrentam crescentes ameaças oriundas das atividades antrópicas e mudanças climáticas, ocasionando desequilíbrios na sua dinâmica natural. Penha é um município do estado de Santa Catarina com intenso fluxo de turistas e importante contribuição nacional na produção de mexilhões. A Enseada da Armação do Itapocoroy, local de estudo, cultiva o mexilhão da espécie *Perna perna*. Visando avaliar as condições da qualidade da água, sedimento e emissão de gases de efeito estufa (GEE) na zona de maricultura da Enseada da Armação do Itapocoroy, e a influência antrópica na região, foi realizada uma campanha de coleta de dados e amostras ambientais em fevereiro de 2019 em 6 diferentes pontos ao longo da enseada, sendo 3 pontos equivalentes aos de cultivo de mexilhões e 3 pontos de controle. Os parâmetros de qualidade da água e de sedimento analisados apresentaram concentrações inferiores aos limites estabelecidos pela Resolução Conama 357/2005. A avaliação de impacto ambiental na forma de gases de efeito estufa (GEE) demonstrou não haver diferença entre pontos de cultivo e os de controles nos fluxos de metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂) e óxido nitroso (N₂O). Desse modo, os resultados deste estudo sugerem que as atividades antrópicas na região não ocasionam impacto ambiental na Enseada de Itapocoroy.

Palavras-chaves: Aquicultura, atividade antrópica, gases de efeito estufa, impacto ambiental, qualidade de água, sedimentos marinhos.

1 Autor, Bolsista CNPq (PIBIC): Graduação em Geologia, UNICAMP, Campinas-SP; jessica.tiemy@hotmail.com

2 Colaborador, Doutor em Geofísica Espacial, Embrapa, Jaguariúna-SP; engmarcgomes@gmail.com

3 Colaborador, Doutor em Geografia, Embrapa, Jaguariúna-SP; danilo.trovo.garofalo@gmail.com

4 Colaboradora, Graduação em Química, Embrapa, Jaguariúna-SP; viviane.bettanin@embrapa.br

5 Orientadora: Pesquisadora da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP; paula.packer@embrapa.br



ABSTRACT – *Marine ecosystems, due to their fragility and vulnerability, are facing increase threats from anthropic activities and climate change, what provokes imbalances in their natural dynamics. The municipality of Penha, state of Santa Catarina, has an intense tourist flow and an important national contribution in the production of mussels. The study site, Armação do Itapocoroy, has areas with mollusk farming of the species *Perna perna*. A single campaign was conducted to collect data and materials in February, 2019 at 6 different points, being 3 with and 3 without mollusk farming. Water quality, sediment and greenhouse gas (GHG) emissions were evaluated at the sampling points of the Armação do Itapocoroy to analyze the anthropic influence in the region. Water and sediment quality parameters analyzed were lower than the limits established by Conama Resolution 357/2005. The environmental impact assessment in the form of greenhouse gases (GHG) showed no difference between cultivation points and control ones to methane (CH₄), carbon dioxide (CO₂) and nitrous oxide (N₂O) fluxes. Thus, the results of this study suggest that the anthropogenic activities in the region do not cause environmental impact in the Armação do Itapocoroy.*

Keywords: Aquaculture, anthropic activity, Greenhouse gases, environmental impact, water quality, marine sediments.

1 INTRODUÇÃO

O aumento da demanda pela produção de alimento, especialmente, com relação à proteína animal, aliado à redução dos estoques pesqueiros faz com que a aquicultura represente um dos setores com maior potencial de crescimento. A participação da aquicultura e da maricultura na produção mundial de pescados vem aumentando consideravelmente nas últimas décadas e diante do presente cenário mundial poderá crescer consideravelmente nos próximos anos (CAVALLI; FERREIRA, 2010). Ao desenvolvimento de uma atividade está atrelado o entendimento do impacto ambiental associado.

No litoral centro-norte de Santa Catarina, a enseada da Armação do Itapocoroy, no município de Penha é considerada uma das principais áreas de cultivo de moluscos do estado (RÖRIG *et al.*, 1998). Caracterizada como um ambiente protegido, a região sofre influência de processos físicos, biológicos, antrópicos e também de fatores climáticos (SOUZA, 2013) que influenciam a sua hidrodinâmica e conseqüentemente, o desenvolvimento da atividade da



maricultura. O presente estudo foi conduzido no município de Penha, cuja população é estimada em cerca de 32 mil habitantes (IBGE, 2018), e está inserido em região que apresenta um importante crescimento da maricultura como atividade econômica. O município também é um pólo turístico por abrigar o parque temático Beto Carrero World que atrai milhares de turistas por ano.

Em relação ao Sistema de Abastecimento de Água do município de Penha, existe uma Estação de Tratamento (com capacidade nominal de 170 l/s) em Piçarras, município localizado à 7 km de Penha (local de onde Penha adquire água tratada), e em Penha há o Centro de Preservação Principal, onde a água é distribuída. O tratamento é convencional - ou seja, coagulação com Policloreto de Alumínio e pH ajustado com adição de cal hidratada, floculação hidráulica, decantação e filtração descendente em areia (SANTA CATARINA, 2013). De acordo com a Prefeitura Municipal de Penha (SANTA CATARINA, 2013), no município não há sistema de coleta, afastamento e tratamento de esgoto. As residências são providas em sua grande maioria de sistemas de fossas sépticas individuais (unidades de tratamento primário de esgoto doméstico nas quais são feitas a separação e a transformação físico-química da matéria sólida contida no esgoto), cujos efluentes acabam por serem transferidos para as galerias de água pluviais ou mesmos as sarjetas e daí alcançam as praias.

Alterações nas características biogeoquímicas da água e do sedimento podem ser associadas com o balanço de metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2) e óxido nitroso (N_2O), considerados os principais Gases de Efeito Estufa (GEE). Atividades agropecuárias têm sido severamente criticadas por serem consideradas fontes com alta contribuição às emissões de GEE. Porém, pouco se sabe sobre o impacto da aquicultura nos fluxos de GEE.

Desse modo, o presente trabalho apresenta os resultados de uma pesquisa de caráter descritivo quantitativo exploratório, realizada durante o primeiro semestre de 2019, no município de Penha, Santa Catarina. Tem como objetivo avaliar a qualidade ambiental na região de Penha, verificando a influência das atividades antrópicas. Isso se dará através de análises químicas em sedimentos marinhos, amostras de água coletadas em diferentes regiões (próximo à praia e em mar aberto) e de gases do efeito estufa (GHG) em dois períodos diferentes do dia (manhã e tarde), a fim de se comparar os dados obtidos desses dois períodos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

As medições, coletas e análises de amostras desse estudo foram realizadas por um grupo formado por profissionais da Universidade do Vale do Itajaí (Univali) de Santa Catarina e a Embrapa Meio Ambiente (Jaguariúna – SP).

A área de estudo se encontra no município de Penha, no Estado de Santa Catarina, a aproximadamente 117km de Florianópolis, capital de Santa Catarina. Localiza-se a uma latitude $26^{\circ}46'10''$ Sul e a uma longitude $48^{\circ}38'45''$ Oeste e abrange uma área de aproximadamente 58 km² (IBGE, 2018) (Figura 1). Foi realizada uma campanha para coleta das amostras de sedimento marinho, água e gases do efeito estufa durante os dias 11 e 12/02/2019 no município de Penha, SC, mais especificamente na Enseada do Itapocoroy, em áreas de produção de mexilhões (*Perna perna*) (pontos 2, 3 e 4) e em áreas de controle sem presença dessa atividade aquícola (pontos 1,5 e 6), na qual o ponto 1 está localizado próxima à costa e o ponto 6 com a presença de um tanque-rede experimental de cultivo de mexilhões.

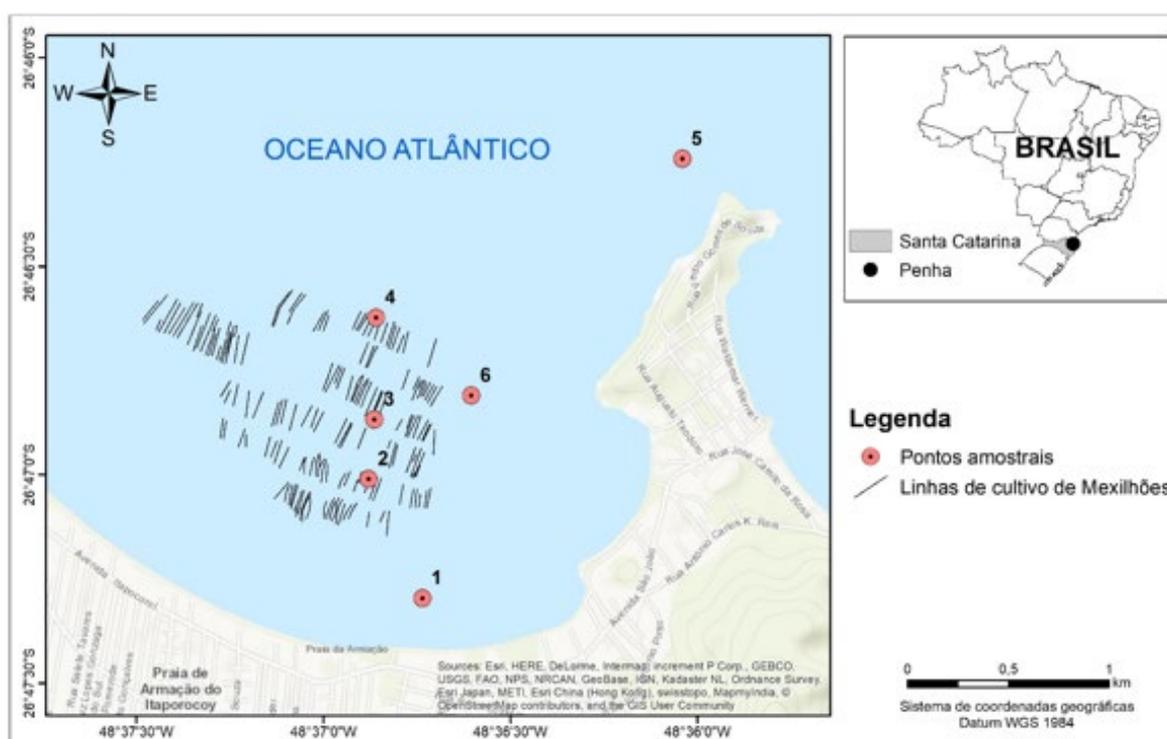


Figura 1. Localização dos pontos amostrais na Enseada Itapocoroy, Penha (SC).

Parâmetros biogeoquímicos da água como a temperatura da água, pH, potencial de oxirredução, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, total de sólidos dissolvidos e salinidade foram medidos com uma sonda multiparâmetros de qualidade da água da marca Horiba (modelo U-53), enquanto que a profundidade foi medida com um profundímetro portátil da marca Hondex (modelo PX-7).

As amostras de água foram coletadas com o auxílio de uma garrafa de Niskin, transferidas para garrafões e levadas imediatamente para análise nas instalações da Universidade do Vale do Itajaí (Univali), campus Penha (SC). A determinação de amônio (NH_4^+), nitrito (NO_2^-) e fosfato

(PO_4^{3-}) foi realizada por métodos colorimétricos. Para amônio, foram adicionados nitroprussiato de sódio e solução alcalina oxidante. Os tubos foram mantidos por pelo menos três horas no escuro para posterior leitura no espectrofotômetro Shimadzu UV-VIS I800. Para a determinação da concentração de fosfato foi utilizado o método de reação com o ácido ascórbico e a absorbância lida no espectrofotômetro Shimadzu UV-VIS I800. As concentrações foram determinadas através de curvas de soluções padrões. O fósforo orgânico total (POT) foi determinado pelo método de ácido ascórbico após filtragem em membranas de acetato (0,45 mm).

O sedimento foi coletado com uma draga do tipo Van Veen, armazenado em frascos de plástico e transportados para o Laboratório de Oceanografia Química da Univali, campus Itajaí (SC), para avaliação de metais traço como o cádmio (Cd), chumbo (Pb), cobre (Cu), cromo (Cr), níquel (Ni) e zinco (Zn). As amostras foram secas, moídas e peneiradas (0,5 mm). Foi realizada a digestão nítrica e os teores de metais determinados por absorção atômica.

Amostras de GEE foram coletadas com câmaras difusivas (Figura 2A) e funis coletores (Figura 2B) para quantificar os fluxos de metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2) e óxido nítrico (N_2O) trocados na interface água-atmosfera. A utilização dos dois equipamentos também permite a diferenciação da forma de transporte onde as câmaras retêm apenas a componente difusiva e os funis coletam as bolhas liberadas no sedimento. As amostras de GEE foram armazenadas em vials de 20 ml e transportados para a Embrapa Meio Ambiente (Jaguariúna - SP) para determinação da razão de mistura de GEE em cada amostra através de cromatografia gasosa.

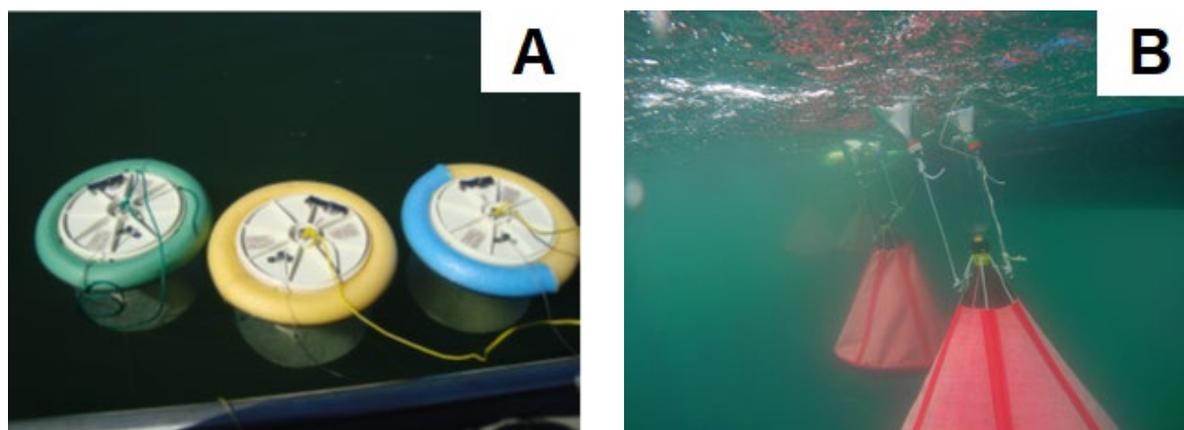


Figura 2. Câmaras difusivas (A) e funis coletores (B).

A diferença entre as médias dos fluxos de GEE entre os pontos amostrais foi testada através de teste paramétrico (*One-way ANOVA*). A correlação entre os fluxos e os parâmetros



biogeoquímicos foram testados usando correlação de Pearson (r). O teste paramétrico e a correlação foram considerados estatisticamente significantes quando $p < 0,05$.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados neste trabalho são parte do banco de dados que está sendo construído no âmbito do Projeto Ações Estruturantes e Inovação para o Fortalecimento das Cadeias Produtivas da Aquicultura no Brasil (BRS AQUA), financiado pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), Embrapa e Secretaria de Aquicultura e Pesca (SAP/MAPA). Devido a utilização de um banco de dados parcial, baseado em informações pontuais obtidas nos 11 e 12/02/2019, a discussão será pautada em indicativos que podem sugerir os efeitos da maricultura sobre parâmetros de qualidade ambiental. Conclusões com maior embasamento serão realizadas após o término das campanhas de amostragem previstas para as quatro estações do ano e conseqüentemente a utilização de um banco de dados mais robusto.

3.1 Água

As médias e desvios padrão dos parâmetros medidos *in situ* na campanha de campo realizada em fevereiro de 2019 são apresentados na Tabela 1.

Com base nos dados medidos, os pontos amostrados apresentaram média de salinidade de 31,2‰, enquadrando-se na classificação de água salina (salinidade 30‰) de classe 1 por destinar-se à recreação de contato primário; à proteção das comunidades aquáticas; à aquicultura e à atividade de pesca conforme a Resolução Conama nº 357/2005 (BRASIL, 2005).

A menor profundidade foi observada no ponto próximo da praia (#1), enquanto que os pontos 4 e 5, mais afastados da praia apresentaram maior profundidade. A temperatura da água não teve variação significativa entre os pontos amostrados. O pH observado nos pontos amostrados foi considerado ideal para a atividade de maricultura, que estabelece limites entre 6,5 e 8,5 (BRASIL, 2005). O potencial de oxirredução positivo indicou que o meio tem caráter oxidante em todos os pontos de amostragem, e não apresentarem diferenças significativas. A concentração de oxigênio em todos os pontos amostrados teve valores superiores ao mínimo estabelecido pela legislação (6,0 mg L⁻¹) (BRASIL, 2005).

Tabela 1. Médias e desvios padrão da profundidade (Prof), temperatura da água (T_{água}), pH, potencial de oxirredução (ORP), condutividade elétrica (CE), oxigênio dissolvido (OD), total de sólidos dissolvidos (TSD) e salinidade (S) na enseada Itapocoroy Penha (SC).

Pontos	S	Prof	T _{água}	pH
--------	---	------	-------------------	----

	(‰)	(m)	(°C)	
1	31,1 ± 0,1	4,6 ± 3,1	26,4 ± 0,3	7,9 ± 0,0
2	31,3 ± 0,1	7,2 ± 3,1	25,7 ± 0,3	7,9 ± 0,0
3	31,2 ± 0,1	8,5 ± 3,1	25,8 ± 0,3	7,9 ± 0,0
4	31,2 ± 0,1	10,7 ± 3,1	25,8 ± 0,3	7,9 ± 0,0
5	31,3 ± 0,1	13,6 ± 3,1	25,6 ± 0,3	7,8 ± 0,0
6	31,1 ± 0,1	8,2 ± 3,1	26,0 ± 0,3	7,9 ± 0,0

Pontos	ORP (mV)	OD (mg L ⁻¹)	CE (mS m ⁻¹)	TSD (g L ⁻¹)
1	235 ± 5,3	6,0 ± 1,1	0,050 ± 0,0	30,2 ± 0,2
2	234 ± 5,3	8,5 ± 1,1	0,049 ± 0,0	29,9 ± 0,2
3	225 ± 5,3	7,2 ± 1,1	0,049 ± 0,0	29,9 ± 0,2
4	228 ± 5,3	8,3 ± 1,1	0,049 ± 0,0	30,0 ± 0,2
5	233 ± 5,3	7,9 ± 1,1	0,049 ± 0,0	29,9 ± 0,2
6	240 ± 5,3	8,9 ± 1,1	0,049 ± 0,0	29,7 ± 0,2

A salinidade, condutividade elétrica e total de sólidos dissolvidos podem ser usados como indicativos de efluentes urbanos (MORRISON *et al.*, 2001). A ausência de variação significativa entre os pontos pode ser um indicativo de que enseada Itapocoroy não está sendo impactada pelo município de Penha ou pela intensa atividade turística na região.

Na Tabela 2 pode-se observar os resultados das análises laboratoriais de água fornecidos pela Universidade do Vale do Itajaí (Univali).

Tabela 2. Médias e desvios padrão de fósforo orgânico total (POT), fosfato (PO₄³⁻), nitrito (NO₂⁻) e amônio (NH₄⁺) na enseada Itapocoroy em Penha (SC).

Pontos	POT (µg L ⁻¹)	PO ₄ ³⁻ (µg L ⁻¹)	NO ₂ ⁻ (µg L ⁻¹)	NH ₄ ⁺ (mg L ⁻¹)
1	1,4 ± 0,4	16,4 ± 3,0	1,6 ± 0,5	0,2 ± 0,0
2	1,5 ± 0,4	9,2 ± 3,0	2,2 ± 0,5	0,2 ± 0,0
3	2,1 ± 0,4	11,1 ± 3,0	1,0 ± 0,5	0,2 ± 0,0
4	2,1 ± 0,4	16,5 ± 3,0	1,2 ± 0,5	0,2 ± 0,0
5	2,2 ± 0,4	11,7 ± 3,0	1,1 ± 0,5	0,2 ± 0,0
6	1,6 ± 0,4	11,1 ± 3,0	1,0 ± 0,5	0,2 ± 0,0

Os valores de fósforo orgânico total (POT) não apresentaram diferença significativa entre os pontos, e se encontraram abaixo do limite preconizado pela Resolução Conama n° 357/2005

(máximo de $62 \mu\text{g P L}^{-1}$). As médias das concentrações de fosfato (PO_4^{3-}) não apresentaram diferença significativa entre os pontos amostrados. Compostos de fósforo podem ser associados com efluentes provenientes de atividades antropogênicas (HOUHOU *et al.*, 2009). A ausência de variação significativa entre os pontos próximos à praia e pontos fora da enseada podem ser um indicativo de que as atividades antropogênicas no município de Penha não têm impacto na enseada Itapocoroy, corroborando o observado nos parâmetros medidos com equipamentos portáteis.

Em relação aos compostos nitrogenados, não foi observada diferença significativa entre as médias de NH_4^+ e NO_2^- nos pontos amostrados. Entretanto, ressalta-se que nos pontos 2 e 3, onde há cultivo de mexilhões, foram registrados valores de amônio (NH_4^+) com concentrações 0,42 e 041 mg L^{-1} , respectivamente, que estão ligeiramente acima do limite preconizado pela Resolução Conama n° 357/2005 (0,40 mg/L).

3.2 Sedimentos marinhos Água

Os resultados de metais traço no sedimento marinho são apresentados na Tabela 3. Todos os pontos amostrados apresentaram concentrações inferiores aos limites estabelecidos pela Resolução Conama 357 para a respectiva classe de água (BRASIL, 2005), sendo um indicativo de que a maricultura na Enseada do Itapocoroy não esteja atuando de modo impactante na região. O número de amostras analisadas foi um fator limitante para efetuar correlações com outros parâmetros medidos nos pontos amostrais.

Tabela 3. Concentrações de cádmio (Cd), chumbo (Pb), cobre (Cu), cromo (Cr), níquel (Ni) e zinco (Zn) na enseada Itapocoroy em Penha (SC).

Pontos	Cd ($\mu\text{g L}^{-1}$)	Pb (mg L^{-1})	Cu (mg L^{-1})	Cr (mg L^{-1})	Ni (mg L^{-1})	Zn (mg L^{-1})
1	1,8	34,8	7,3	24,8	18,1	53,9
2	1,1	30,3	9,6	28,1	21,1	60,4
3	1,8	25,7	7,7	28,2	19,7	52,2
4	1,7	32,7	8,8	24,5	17,6	44,3
5	1,9	30,8	9,0	37,9	21,1	62,7
6	1,7	28,8	5,4	25,4	16,1	42,2

3.3 Gases do Efeito Estufa (GEE)

Foram construídos três gráficos correspondentes aos fluxos dos gases (Figuras 3, 4 e 5), para comparação entre os pontos de coleta de área de cultivo de mexilhões e os pontos de controle. Foram observados apenas fluxos difusivos, não havendo a ocorrência de emissão de GEE na forma de bolhas.

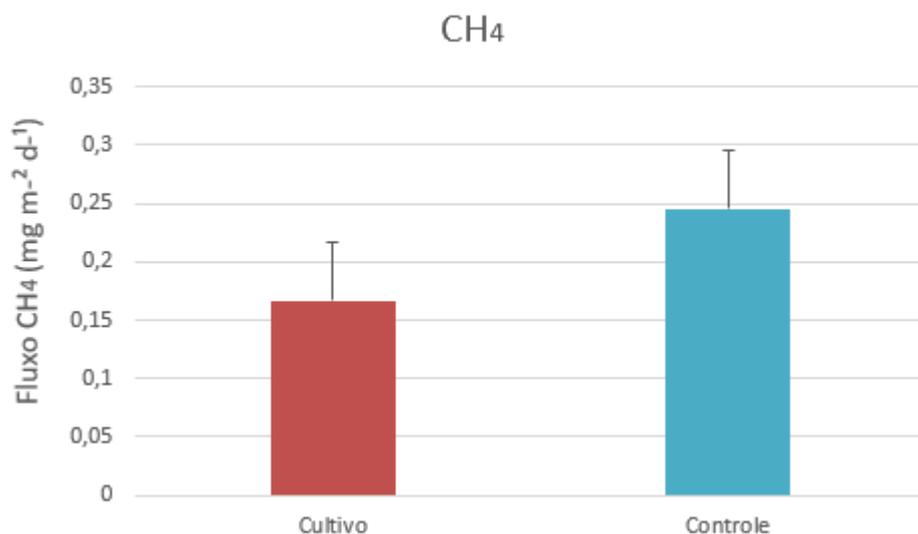


Figura 3. Comparação dos fluxos difusivos de CH₄ entre os pontos de coleta (cultivo e controle).

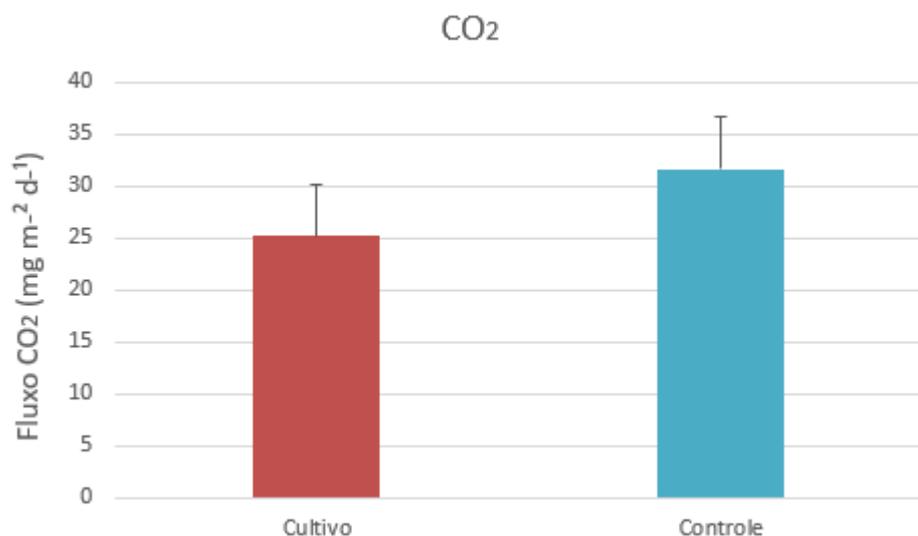


Figura 4. Comparação dos fluxos difusivos de CO₂ entre os pontos de coleta (cultivo e controle).

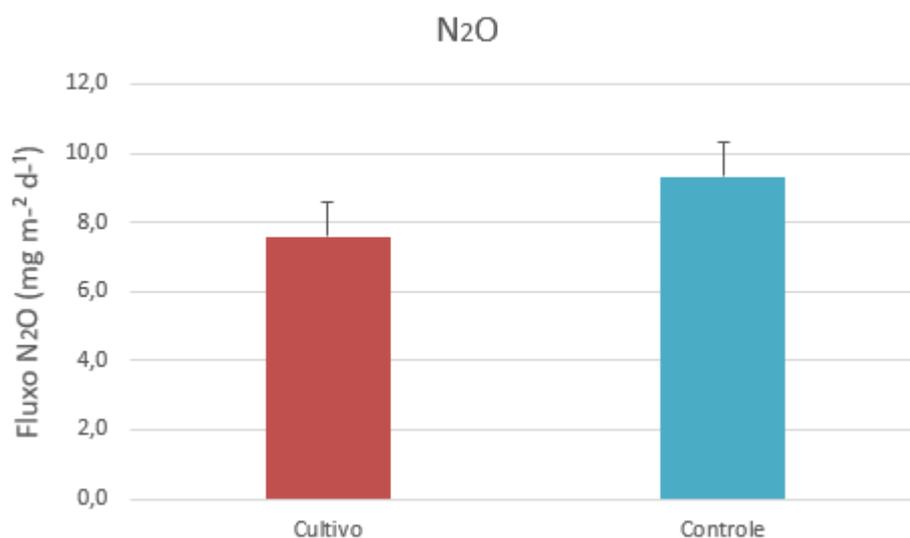


Figura 5. Comparação dos fluxos difusivos de N₂O entre os pontos de coleta (cultivo e controle).

Não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os pontos de cultivo e controles para os três gases analisados. A correlação dos GEE com os parâmetros biogeoquímicos mostrou que o fluxo de CH₄ teve correlação apenas com a profundidade ($r = 0,70$; $p = 0,01$). O CO₂ teve correlação com a profundidade ($r = -0,60$; $p = 0,04$), potencial de oxirredução ($r = 0,60$; $p = 0,04$) e oxigênio dissolvido ($r = -0,71$; $p = 0,01$). O N₂O teve correlação com o potencial de oxirredução ($r = 0,52$; $p = 0,05$) e total de sólidos dissolvidos ($r = 0,63$; $p = 0,03$). As correlações dos parâmetros com os fluxos de GEE necessitam de maior investigação para melhor compreensão. Mas ressalta-se a coerência dos dados coletados levando em consideração que os fluxos CO₂ e o N₂O, formados na coluna d'água por processos de oxidação com o CH₄ e NO₂⁻, respectivamente, foram maiores em pontos com maior potencial de oxirredução. Os fluxos de CO₂ ainda apresentaram correlação negativa com o oxigênio que pode ser um indicativo do consumo de O₂ em função da oxidação de metano que resulta na produção de CO₂.

4 CONCLUSÃO

A partir das análises realizadas na água, sedimentos marinhos e GEE, observou-se que não houve variação significativa entre as áreas de cultivo de mexilhões e as áreas controle na Enseada do Itapocoroy. Como as análises apontaram, nenhum parâmetro medido entrou em discordância com a Resolução Conama 357 para a respectiva classe de água (BRASIL, 2005). Os dados analisados demonstraram que a produção de moluscos na Enseada Itapocoroy não tem impacto na emissão de gases de efeito estufa. Portanto, conclui-se com base nos dados apresentados que as atividades antropogênicas no município de Penha não apresentaram impacto ambiental na Enseada Itapocoroy. É válido ressaltar que, os resultados aqui apresentados, no entanto, por



terem sido obtidos apenas em uma campanha, a qual foi realizada em situação de estágio de produção aquícola, de clima e de maré específicos, precisam ser considerados com o devido cuidado, uma vez que em outras situações relativas a esses aspectos citados o comportamento dos parâmetros analisados poderá ser diferente daquele avaliado no presente estudo. Além disso, o assunto abordado neste estudo é de grande importância para cenários de mudanças climáticas e incentiva-se a continuidade e ampliação de estudos na área para melhor entendimento dos impactos associados às atividades antrópicas que resultem em estratégias de mitigação e adaptação para o desenvolvimento sustentável das atividades.

5 AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer à orientação da Dra. Ana Paula Packer, a colaboração do Dr. Marcelo Gomes e Dr. Danilo Garofalo. Aos funcionários do Laboratório de Biogeoquímica Ambiental (LBA) da Embrapa Meio Ambiente, em especial à Viviane Bettanin por seus ensinamentos. Ao Vitor Kondo, pela ajuda nas análises e aos pesquisadores da Univali, Kátia Naomi Kuroshima e Gilberto Caetano Manzoni por conceder as análises de sedimento. E não menos importante, ao CNPq por financiar o presente projeto.

6 REFERÊNCIAS

BRASIL. Resolução Conama n. 357/2005, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, nº 053, 18 mar. 2005, p. 58-63.

CAVALLI, R. O.; FERREIRA, J. F. O futuro da pesca da aquicultura marinha no Brasil: a maricultura. **Ciência e Cultura**, Campinas, v. 62, n.3, p.38-39. 2010.

HOUHOU, J. *et al.* Phosphate dynamics in an urban sewer: A case study of Nancy, France. **Water Research**, Delft Netherlands, v. 43, p. 1088-1100, 2009.

IBGE. **Panorama do município de Penha**. 2018. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/penha/panorama>>. Acesso em: 14 maio 2019.

MORRISON, G. *et al.* Assessment of the impact of point source pollution from the Keiskammahoek Sewage Treatment Plant on the Keiskamma River - pH, electrical conductivity, oxygen-demanding substance (COD) and nutrients. **Water AS**, Gezina, South Africa, 27, p. 475-480, 2001.

RÖRIG, L.R. *et al.* Monitorização de microalgas planctônicas potencialmente tóxicas na área de maricultura da enseada de Armação de Itapocoroy - Penha – SC. **Notas Técnicas Facimar**, Itajaí, v. 2, p. 71-79, 1998.

SANTA CATARINA. Prefeitura Municipal de Penha. **Plano municipal de saneamento básico de Penha/SC**: relatório final. Penha: AR Consultoria, 2013. 440 p.

SOUZA, G. K. **Avaliação da influência da maricultura no ciclo do material orgânico na Enseada da Armação do Itapocoroy, Penha – SC**. Itajaí. 2013. 50p. Monografia (Bacharelado em Oceanografia) - Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí.