



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO RIO DE JANEIRO**
Programa de Pós-Graduação *Lato Sensu*
Especialização em Ciências Ambientais em Áreas Costeiras
Campus Arraial do Cabo

Luiza Chieza Fortes Garcia

**ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DAS PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS SOBRE
AQUICULTURA MULTITRÓFICA ENTRE OS ANOS DE 2006 E 2016**

Arraial do Cabo / RJ

2017

Luiza Chieza Fortes Garcia

**ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DAS PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS SOBRE
AQUICULTURA MULTITRÓFICA ENTRE OS ANOS DE 2006 E 2016**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia *campus* Arraial do Cabo como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de especialista em Ciências Ambientais em Áreas Costeiras.

Orientador: Prof. Me. Murilo Minello

Arraial do Cabo / RJ

2017

Ficha catalográfica elaborada por
Monica de Oliveira Tinoco
CRB7 4850

T832

Garcia, Luiza Chieza Fortes.

Análise bibliométrica das publicações científicas sobre
aquicultura multitrófica entre os anos de 2006 e 2016 / Luiza Chieza
Fortes Garcia. – Arraial do Cabo, RJ, 2017.

40 f.: il.; 21 cm.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ciências
Ambientais em Áreas Costeiras) – Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, 2017.

Orientador: Prof. Me. Murilo Minello.

1. Aquicultura. 2. Bibliometria. I. Minello, Murilo. II. Título.

IFRJ/CAC/CoBib

CDU 639.2/.3::f001:3111

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Murilo Minello, por toda a paciência, compreensão e disponibilidade ao longo do desenvolvimento desse projeto.

RESUMO

Além de proporcionar um equilíbrio ambiental através de biomitigação, a aquicultura multitrófica integrada também favorece a diversificação da produção e diminui os riscos econômicos quando implementada adequadamente. Diante de um potencial já constatado para uma produção de menor impacto e indícios de um futuro promissor, é fundamental compreender o cenário recente em relação às pesquisas sobre esse assunto. Uma das ferramentas para compreender esse panorama atual é a análise de dados bibliométricos de artigos científicos obtidos através de consultas a base de dados. Apesar disso, essa metodologia permite a inferência de importantes aspectos a cerca de características da produção científica. O objetivo central do trabalho é analisar as publicações sobre aquicultura multitrófica integrada no mundo, entre os anos de 2006 e 2016, baseando-se em dados bibliográficos qualitativos obtidos em uma base de dados de literatura científica. As palavras chaves se detiveram a presença das mesmas no título das publicações, e foram utilizados filtros somente para limitar os tipos de documento: artigo e revisão. Somente 90 artigos sobre o assunto foram atingidos através da busca na base de dados do Scopus. Os documentos foram publicados em 29 diferentes periódicos. Nos dois últimos anos, foram publicados 42 artigos sobre o tema, o que representa quase a metade do total. Os assuntos relacionados a *Agricultural and Biological Sciences* são os mais abordados, presentes em 90% das publicações. Existe uma desigualdade na distribuição dos recursos investidos em pesquisa, que se reflete na produção de artigos. Os países desenvolvidos são os que detêm a maior parte das publicações sobre o assunto. Os países com maior número de artigos publicados também apresentam considerável número de parcerias nas publicações. As publicações envolvendo aquicultura multitrófica ainda são escassas apesar do grande potencial social, econômico e ecológico desse modelo de produção. No entanto, esse cenário é compreensível, já que essa é uma abordagem recente. Dessa maneira, é fundamental estimular para a pesquisa nessa área, tanto para um aumento da difusão dessas práticas, quanto para o desenvolvimento de técnicas de produção mais eficientes.

Palavras-chaves: Aquicultura multitrófica. Bibliometria. Produção científica.

ABSTRACT

In addition to providing an environmental balance through biomonitoring, integrated multi-trophic aquaculture also promotes diversification of production and reduces economic risks when implemented properly. Faced with a potential already established for a production of less impact and indications of a promising future, it is fundamental to understand the recent scenario in relation to research on this subject. One of the tools to understand this current panorama is the analysis of bibliometric data of scientific articles obtained through database queries. Nevertheless, this methodology allows for the inference of important aspects about the characteristics of scientific production. The main objective of this work is to analyze publications on integrated multitrophic aquaculture in the world between 2006 and 2016, based on qualitative bibliographical data obtained from a database of scientific literature. The keywords were detained in the title of the publications, and filters were used only to limit document types: article and revision. Only 90 articles on the subject were reached by searching the Scopus database. The papers were published in 29 different journals. In the last two years, 42 articles have been published on the subject, representing almost half of the total. Issues related to Agricultural and Biological Sciences are the most addressed, present in 90% of publications. There is an inequality in the distribution of resources invested in research, which is reflected in the production of articles. Developed countries hold the bulk of the literature on the subject. Countries with the highest number of published articles also have a considerable number of publications partnerships. Publications involving multi-trophic aquaculture are still scarce despite the great social, economic and ecological potential of this production model. However, this scenario is understandable, as this is a recent approach. In this way, it is fundamental to stimulate research in this area, both to increase the diffusion of these practices and to develop more efficient production techniques.

Key words: Multitrophic aquaculture. Bibliometry. Scientific production.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Modelo conceitual de um sistema multitrófico (Fonte: Fisheries and Oceans – Government of Canada).....	2
--	---

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Número de publicações sobre aquicultura multitrófica disponíveis na base de dados Scopus por ano (n=90).....	8
Gráfico 2. Distribuição das publicações entre os países. (N > 90 devido à colaboração entre os países).....	14

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Periódicos em que foram publicados os artigos e seus respectivos fatores de impacto (n=90).....	9
Tabela 2. Áreas de interesse dos artigos publicados.....	10
Tabela 3. Artigos mais citados sobre aquicultura multitrófica integrada disponíveis no Scopus.....	11
Tabela 4. Autores com maior produção de artigos sobre IMTA (<i>integrated multi-trophic aquaculture</i>) entre 2006 e 2016 disponíveis da base de dados Scopus.....	15
Tabela 5. Produção dos países e contribuição internacional.....	17

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 AQUICULTURA MULTITRÓFICA INTEGRADA.....	1
1.2 AQUICULTURA MULTITRÓFICA INTEGRADA NO BRASIL.....	4
1.3 ANÁLISE DE DADOS BIBLIOMÉTRICOS.....	4
2. OBJETIVOS.....	5
2.1 OBJETIVO GERAL.....	5
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
3. METODOLOGIA.....	6
3.1 BASE DE DADOS: SCOPUS.....	6
3.2 DELIMITAÇÃO E PARÂMETROS DA BUSCA.....	6
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	8
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	18
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	19
7. ANEXOS.....	22

1. INTRODUÇÃO

Segundo a FAO (2006), aquicultura é compreendida como o cultivo de organismos aquáticos, tanto em água doce quanto em salgada ou salobra. Nesse sistema, algumas medidas são adotadas para garantir a produção dos organismos. A grande diversidade de espécies e métodos de cultivo demandam diferentes níveis de intervenção, desde fornecimento de alimento à proteção contra predadores. A aquicultura também implica na existência de um proprietário para o estoque. Esse é um dos principais aspectos que a distingue da atividade de pesca, essa última explora organismos considerados recursos de bem comum.

Previsões indicam que em 2050 a população mundial atingirá a marca de 9 milhões. Diante de um atual cenário de crise econômica e ambiental, a segurança alimentar é uma questão intensamente debatida (FAO, 2014). Os estoques estão em declínio e já provocam impactos nos números de captura (Worm et al., 2006). Em 2014, a produção destinada ao abastecimento alimentar originária da aquicultura superou a da pesca. Em constante crescimento e movimentando bilhões de dólares por ano, a aquicultura assume um papel cada vez mais importante nesse panorama. (FAO, 2016).

1.1 AQUICULTURA MULTITRÓFICA INTEGRADA

Diante do impacto causado pelos métodos tradicionais, a aquicultura multitrófica integrada (usa a sigla IMTA em inglês para “*integrated multi-trophic aquaculture*”) foi proposta como uma solução para o enriquecimento de nutrientes gerado pela piscicultura intensiva. Esse sistema incorpora organismos de diferentes níveis tróficos, onde os subprodutos (resíduos) produzidos por uma espécie são aproveitados como insumo (fertilizante e alimento) por outra (Barrington et al., 2009).

A aquicultura multitrófica combina, na proporção adequada, a cultura de organismos que necessitam do fornecimento de alimentação (ex.: peixe/camarão) com aqueles que extraem do ambiente a matéria orgânica particulada (ex.: moluscos) e material inorgânico dissolvido (algas) para seu desenvolvimento (Figura 1). O cultivo dessas espécies ocorre de maneira integrada (não necessariamente no mesmo espaço, mas em locais próximos), permitindo a transferência de energia e nutrientes pela coluna d'água, o que proporciona um balanceamento entre os processos biológicos e químicos do sistema (Chopin, 2006).

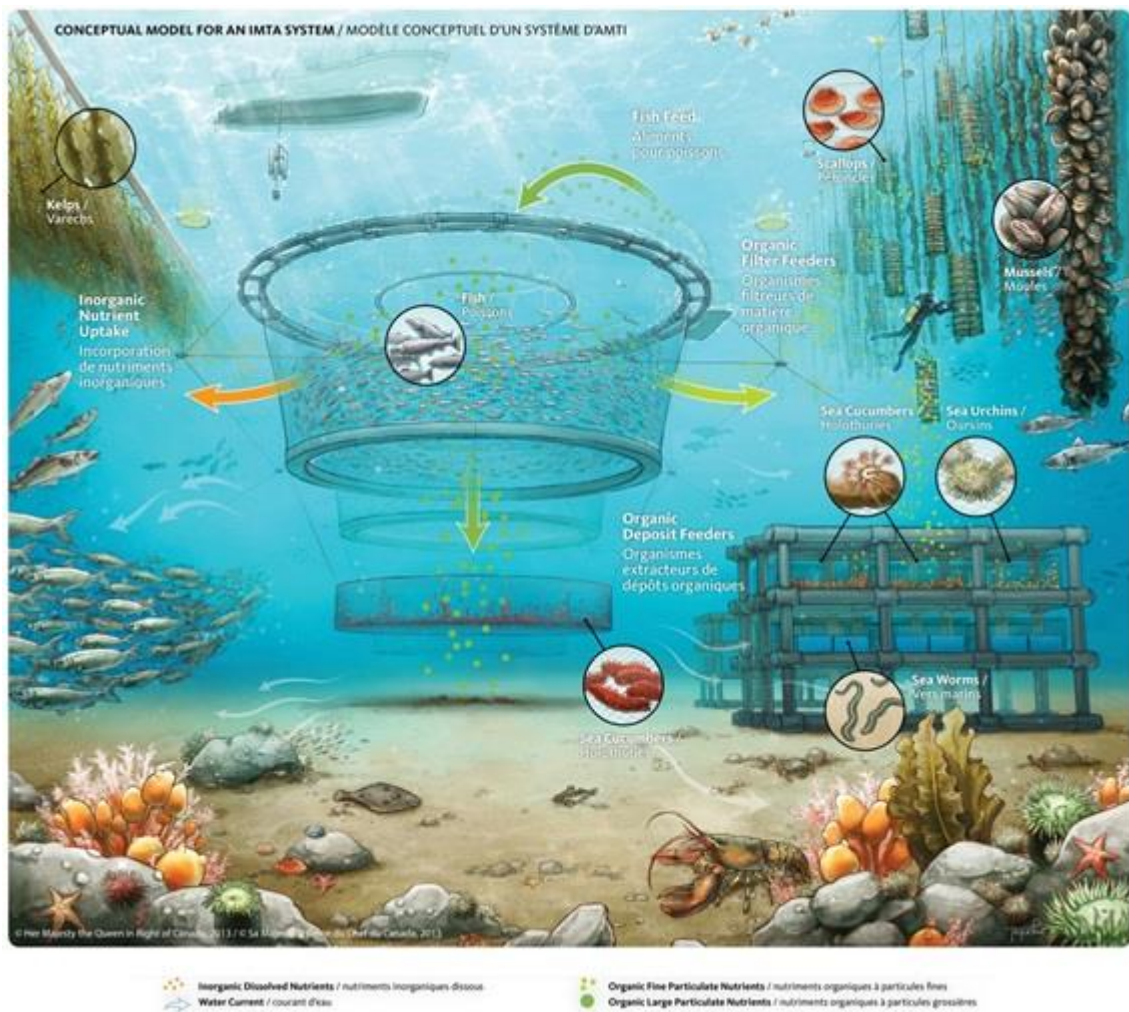


Figura 1. Modelo conceitual de um sistema multitrófico (Fonte: Fisheries and Oceans – Government of Canada).

Um dos exemplos de cultivo multitrófico são as fazendas de cultivo integrado de salmão (Anexo C). Nesse sistema, as fezes e as excretas de nitrogênio e fósforo liberados pelos salmões, assim como os resíduos da ração usada para alimentá-los, são assimilados por moluscos e algas (Lander et al. 2013). Existem ainda sistemas mais complexos que adicionam outros componentes como ouriços, pepinos do mar e poliquetas. Esses organismos podem cumprir funções similares, utilizando partículas de diferentes tamanhos e variando sazonalmente (Barrington et al., 2009). Dessa maneira, os subprodutos do cultivo de salmão que se acumulariam no ambiente causando danos são incorporados à produção de outros organismos de valor comercial.

Além de proporcionar um equilíbrio ambiental através de biomitigação, a aquicultura multitrófica integrada também favorece a diversificação da produção e diminui os riscos econômicos quando implementada adequadamente (Chopin, 2006). As práticas responsáveis ainda têm um impacto na maior aceitabilidade do setor pelos reguladores, mercado consumidor e indústria (Barrington et al., 2009).

A aquicultura multitrófica pode ser implementada tanto em água doce quanto salgada, através de sistemas abertos ou tanques em terra. Existem diferentes espécies apropriadas aos diversos métodos de cultivo (Neori et al., 2004).

A abordagem da aquicultura multitrófica integrada ainda é recente nas pesquisas envolvendo o cultivo de organismos aquáticos. Diante de um potencial já constatado para uma produção de menor impacto e indícios de um futuro promissor (Chopin et al., 2011), é fundamental

compreender o cenário recente em relação às pesquisas sobre esse assunto. As publicações científicas são importantes fontes de informação que contribuem para as inovações no setor de produção. Uma das ferramentas para compreender esse panorama atual é a análise de dados bibliométricos de artigos científicos obtidos através de consultas à base de dados. Além disso, a literatura desempenha um papel muito importante nas atividades de pesquisa, pois sua análise constitui o primeiro passo para o desenvolvimento do estudo (Kanakaraj, 2016).

Arraial do Cabo, cidade situada no estado do Rio de Janeiro, sudeste do Brasil, foi pioneira na pesquisa com o cultivo de organismos no país. Os estudos na região se iniciam ainda na década de 70, promovidos pelo Projeto Cabo Frio, uma iniciativa da Marinha (IEAPM, 2017). Atualmente, há somente uma pequena fazenda de moluscos próxima à Praia do Forno (Anexo E). Porém, existe um grande potencial para o cultivo de organismos nessa região, mas ainda são escassos os investimentos. O modelo de produção multitrófico pode ser adotado para o desenvolvimento desse local. No entanto, são necessários estudos para identificar as espécies adequadas para a região. Como um campo recente, ainda pouco explorado, o presente estudo fornece informações importantes para compreender o cenário mundial das pesquisas relacionadas a esse tema.

1.3 ANÁLISE DE DADOS BIBLIOMÉTRICOS

Estudos bibliométricos geralmente são baseados em dados quantitativos, sem nenhum tipo de avaliação qualitativa. Apesar disso, essa metodologia permite a inferência de importantes aspectos a cerca de características da atividade científica (Wallin, 2005). Essa análise de

dados se concentra em um padrão consistente envolvendo autores, periódicos, assuntos e linguagens (Kanakaraj, 2016).

2.OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo central do trabalho é analisar a produção científica sobre aquicultura multitrófica integrada no mundo, entre os anos de 2006 e 2016, baseando-se em dados bibliográficos quantitativos obtidos em uma base de dados de literatura científica.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apresentar as tendências de produção das publicações sobre aquicultura multitrófica integrada e os assuntos mais abordados dentro desse tema.
- Compreender a capacidade de impacto científico das publicações sobre aquicultura multitrófica integrada.
- Caracterizar a pesquisa envolvendo aquicultura multitrófica integrada através da distribuição geográficas das publicações científicas e da produção entre os autores.

3. METODOLOGIA

3.1 BASE DE DADOS: SCOPUS

As bases de dados são responsáveis pelo armazenamento de importantes informações estruturadas em registros acessíveis a partir de um computador. As diversas bases de dados acessam distintas fontes de informação. Quando comparadas, algumas se sobrepõem, outras se complementam. Todas as bases possuem reconhecidamente limitações e vantagens, o que muitas vezes pode ser motivo de controvérsias (Granda-Orive et al., 2011).

O banco de dados utilizado nesse trabalho foi o Scopus. Ele foi fundada em 2004 e é mantida pela Elsevier Co. O nome dessa base foi inspirado em uma ave (*Scopus umbretta*) que possui excelente capacidade de localização (Burham, 2006). É o maior banco de dados de resumo e citações de literatura revisada por pares com 22.800 títulos de mais de 5.000 editores internacionais (Scopus, 2017). Scopus oferece uma visão abrangente do resultado da pesquisa mundial nos campos da ciência, tecnologia, medicina, ciências sociais e artes e humanidades.

3.2 DELIMITAÇÃO E PARÂMETROS DA BUSCA

A análise baseou-se nos artigos disponíveis na base de dados do Scopus publicados em um intervalo de dez anos: entre janeiro de 2006 e dezembro de 2016. As palavras chaves se limitaram a presença das mesmas no título das publicações, e foram utilizados filtros somente para limitar os tipos de documento: artigo e revisão. A busca foi delimitada pelo *query*: (TITLE (multi-trophic AND aquaculture) OR TITLE (IMTA) OR TITLE (multi-trophic AND culture)) AND DOCTYPE (ar OR re) AND PUBYEAR > 2005 AND PUBYEAR < 2017). Após uma análise preliminar dos resultados, foram desconsiderados

quatro artigos sobre assuntos (literatura e saúde) que não configuravam dentro do tema alvo da busca, mas que continham “IMTA” referindo-se a outros assuntos no título e por isso estavam presentes no resultado da busca (Anexo A).

A busca forneceu as seguintes informações sobre as publicações: (a) total e tendência entre 2006 e 2016, (b) periódico e fator de impacto¹, (c) áreas de interesse, (d) publicações mais citadas, (e) autores mais produtivos, (d) país de origem e contribuição internacional.

¹Segundo Garfield (2006), o fator de impacto de um periódico é composto por um numerador que é o número de citações no ano em curso para itens publicados nos dois anos anteriores, e um denominador que é o número de artigos e revisões publicados nos mesmos 2 anos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Noventa artigos sobre o assunto foram identificados através da busca na base de dados do Scopus.

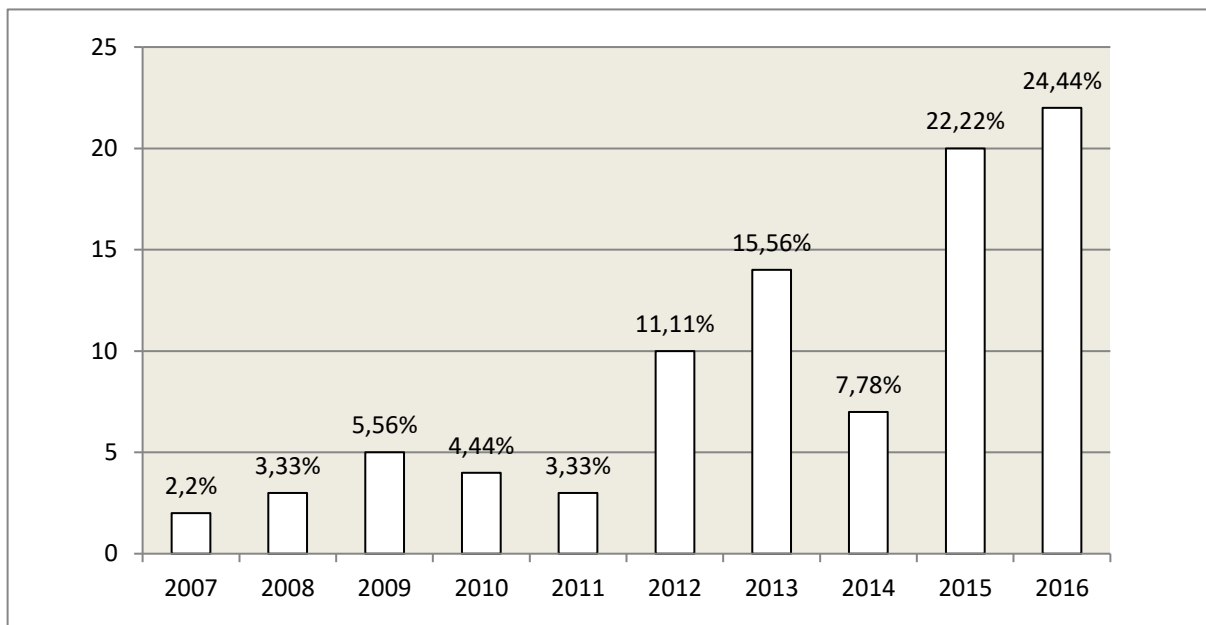


Gráfico 1. Número de publicações sobre aquicultura multitrófica disponíveis na base de dados Scopus por ano (n=90).

Os primeiros artigos publicados sobre esse tema, encontrados na busca, datam de 2007 (Gráfico 1). Os resultados mostram que o início dessa década registrou baixo número de publicações, logo seguido por um significativo aumento em meados desse período. Entre 2007 e 2011, a taxa de publicações/ano flutuou de 2 a 5. A partir de 2012, se estabeleceu uma tendência de crescimento, se desconsiderando o ano de 2014. Somente nos dois últimos anos, foram publicados 42 artigos sobre o tema, o que representa quase a metade do total.

Os documentos foram publicados em 29 diferentes periódicos (Tabela 1). Entre eles, só quatro apresentam fator de impacto maior que 4. As duas revistas com maior número de publicações: *Aquaculture* e *Journal of Applied Phycology* detêm 51,11% do total.

Tabela 1. Periódicos em que foram publicados os artigos e seus respectivos fatores de impacto (n=90).

ND: não disponível.

FI: fator de impacto.

Periódico	N (%)	FI (2015)¹
<i>Aquaculture</i>	30 (33,33)	1.893
<i>Journal of Applied Phycology</i>	16 (17,78)	2.372
<i>Aquaculture International</i>	5 (5,56)	0.960
<i>Aquaculture Research</i>	4 (4,44)	1.606
<i>Aquaculture Environment Interactions</i>	3 (3,33)	1.985
<i>Marine Pollution Bulletin</i>	3 (3,33)	3.099
<i>Aquaculture Economics and Management</i>	3 (3,33)	1.175
<i>Aquaculture Reports</i>	2 (2,22)	ND
<i>Environmental Science and Policy</i>	2 (2,22)	2.972
<i>Fisheries</i>	2 (2,22)	2.429
<i>Journal of Shellfish Research</i>	2 (2,22)	0.829
<i>Algal Research</i>	1 (1,11)	4.694
<i>Aquacultural Engineering</i>	1 (1,11)	1.381
<i>Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia</i>	1 (1,11)	0.210
<i>Bioresource Technology</i>	1 (1,11)	3.765
<i>Boletim do Instituto de Pesca</i>	1 (1,11)	0.525
<i>Carbohydrate Polymers</i>	1 (1,11)	4.219
<i>Chemistry and Ecology</i>	1 (1,11)	1.281
<i>Ecological Indicators</i>	1 (1,11)	3.190
<i>Environmental Modelling and Software</i>	1 (1,11)	4.207
<i>Hydrobiologia</i>	1 (1,11)	2.051
<i>Indian Journal of Geo-Marine Science</i>	1 (1,11)	0.316
<i>Journal of Marine Systems</i>	1 (1,11)	2.174

<i>Latin American Journal of Aquatic Research</i>	1 (1,11)	0.613
<i>Marine Drugs</i>	1 (1,11)	3.345
<i>Ocean and Coastal Management</i>	1 (1,11)	1.696
<i>Plos One</i>	1 (1,11)	3.057
<i>Reviews in Aquaculture</i>	1 (1,11)	4.769
<i>Shengtai Xuebao Acta Ecologica Sinica</i>	1 (1,11)	ND

¹Fator de impacto consultado no ISI Journal Citation Reports considerando os relatórios de 2015.

As áreas de interesse dos artigos científicos estão apresentadas na Tabela 2. Os assuntos relacionados a área *Agricultural and Biological Sciences* são os mais abordados, presentes em 90% das publicações.

Tabela 2. Áreas de interesse dos artigos publicados.

Áreas de Interesse	N (%)¹
<i>Agricultural and Biological Sciences</i>	81 (90)
<i>Environmental Science</i>	20 (22,22)
<i>Earth and Planetary Science</i>	8 (8,89)
<i>Social Science</i>	5 (5,56)
<i>Medicine</i>	3 (3,33)
<i>Biochemistry, Genetics and Molecular Biology</i>	2 (2,22)
<i>Chemical Engineering</i>	1 (1,11)
<i>Chemistry</i>	1 (1,11)
<i>Energy</i>	1 (1,11)
<i>Material Science</i>	1 (1,11)

<i>Pharmacology, Toxicology and Phamaceutics</i>	1 (1,11)
<i>Veterinary</i>	1 (1,11)

¹ $N > 90$ e total ultrapassa 100% porque há sobreposição devido a interação multidisciplinar.

O artigo mais citado é *Ecological engineering in aquaculture - Potential for integrated multi-trophic aquaculture (IMTA) in marine offshore systems* de Troell et al. publicado em 2009. Esse artigo contava com 127 citações até a data da consulta, enquanto o segundo lugar registrava 77. A partir da terceira posição há uma variação de 54 a 36 citações até a décima posição.

A análise de citação é a mais utilizada para acoplar um parâmetro quantitativo a uma avaliação do desempenho da pesquisa. Este fato é baseado em uma suposição teórica que relaciona o número de citações de um artigo com a qualidade. No entanto, os padrões de citação podem variar muito entre disciplinas, tipos de publicação, autores e tipo de pesquisa (Wallin, 2005). Além disso, ainda há uma variação a longo prazo, pois algumas vezes na ciência constatações atuais se tornam obsoletas nos próximos anos devido a novas descobertas (Kostoff, 1998).

Tabela 3. Artigos mais citados sobre aquicultura multitrófica integrada disponíveis no Scopus.

Ranking	Autor e ano	Título	Revista	Citações¹
1°	Troell et al., 2009	Ecological engineering in aquaculture - Potential for integrated multi-trophic aquaculture (IMTA) in marine offshore systems	<i>Aquaculture</i>	127

2°	Abreu et al., 2011	IMTA with <i>Gracilaria vermiculophylla</i> : Productivity and nutrient removal performance of the seaweed in a land-based pilot scale system	<i>Aquaculture</i>	77
3°	Reid et al., 2010	Absorption efficiency of blue mussels (<i>Mytilus edulis</i> and <i>M. trossulus</i>) feeding on Atlantic salmon (<i>Salmo salar</i>) feed and fecal particulates: Implications for integrated multi-trophic aquaculture	<i>Aquaculture</i>	54
4°	Ridler et al., 2007	Integrated multi-trophic aquaculture (IMTA): A potential strategic choice for farmers	<i>Aquaculture Economics and Management</i>	52
5°	Abreu et al., 2009	Traditional vs. Integrated Multi-Trophic Aquaculture of <i>Gracilaria chilensis</i> C. J. Bird, J. McLachlan & E. C. Oliveira: Productivity and physiological performance	<i>Aquaculture</i>	51
6°	Reid et al., 2009	A review of the biophysical properties of salmonid faeces: Implications for aquaculture waste dispersal models and integrated multi-trophic aquaculture	<i>Aquaculture Research</i>	49
7°	MacDonald et al., 2011	Feeding activity of mussels (<i>Mytilus edulis</i>) held in the field at an integrated multi-trophic aquaculture (IMTA) site (<i>Salmo salar</i>) and exposed to fish food in the laboratory	<i>Aquaculture</i>	46
8°	Chopin et al., 2012	Open-water integrated multi-trophic aquaculture:	<i>Reviews in Aquaculture</i>	38

		Environmental biomitigation and economic diversification of fed aquaculture by extractive aquaculture		
8°	Sara et al., 2012	Growth and reproductive simulation of candidate shellfish species at fish cages in the Southern Mediterranean: Dynamic Energy Budget (DEB) modelling for integrated multi-trophic aquaculture	<i>Aquaculture</i>	38
9°	Yokoyama, 2013	Growth and food source of the sea cucumber <i>Apostichopus japonicus</i> cultured below fish cages - Potential for integrated multi-trophic aquaculture	<i>Aquaculture</i>	37
10°	Nobre et al., 2010	Ecological-economic assessment of aquaculture options: Comparison between abalone monoculture and integrated multi-trophic aquaculture of abalone and seaweeds	<i>Aquaculture</i>	36

¹consultado em 25 de julho de 2017.

Os países que concentram o maior número de publicações são também os considerados mais desenvolvidos (Gráfico 2). Não é ao acaso que a maioria das publicações é originária de países onde há grandes investimentos em pesquisa. Canadá é o país com maior número de publicações: 26.

China é a maior produtora mundial de organismos provenientes da aquicultura, seguida por países do sudeste asiático (SOFIA,2016). Apesar de a China ser o segundo país (empatado com Portugal) considerando o número de publicações, os restante dos países dessa região

estão longe do topo desse ranking. A desigualdade de renda reflete na distribuição dos recursos investidos em pesquisa. O fato pode explicar o motivo de apesar do grande potencial que existe nas zonas tropicais, muitos países estabelecidos nessas áreas não possuem investimento suficiente em pesquisas para desenvolver a exploração máxima do setor.

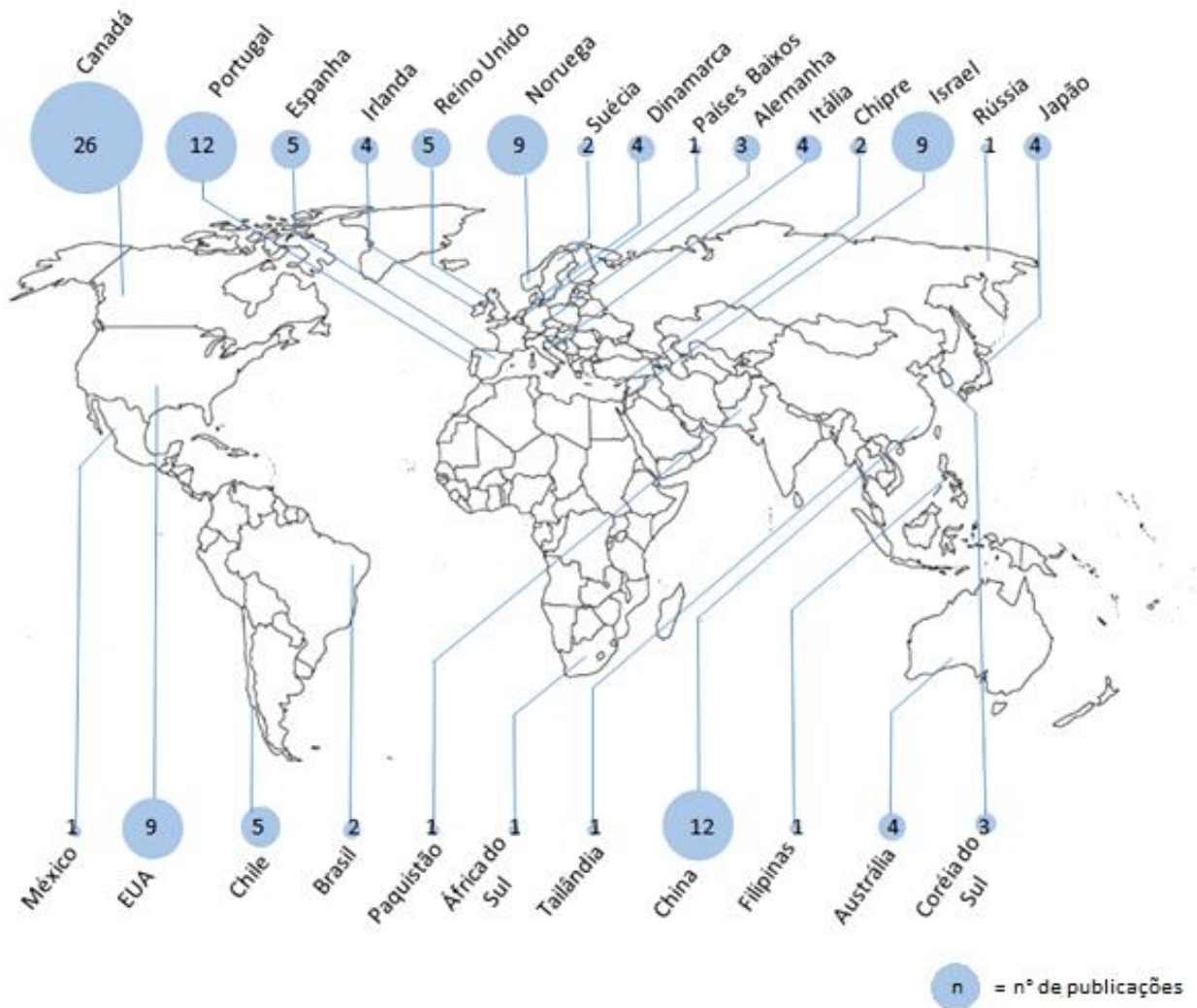


Gráfico 2. Distribuição das publicações entre os países. (N > 90 devido a colaboração entre os países).

Tabela 4. Autores com maior produção de artigos sobre IMTA entre 2006 e 2016 disponíveis da base de dados Scopus.

País	Total de publicações por país	Autor	N° de publicações sobre IMTA	%¹	Total de publicações do autor²	Afiliação
Canadá	26	Robinson, S.M.C	17	65,38%	40	St. Andrews Biological Station, St Andrews, Canada
Canadá	26	Chopin, T.	11	42,31%	24	University of New Brunswick, Canadian Integrated Multi-Trophic Aquaculture Network, Fredericton, Canada
Canadá	26	Reid, G.K.	10	38,46%	18	University of New Brunswick, Canadian Integrated Multi-Trophic Aquaculture Network, Fredericton, Canada
Portugal	12	Sousa-Pinto, I.	8	66,67%	90	Universidade do Porto, Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental, Porto, Portugal
Portugal	12	Abreu, M.H.	6	50,00%	21	ALGAPLUS, Ílhavo, Portugal
Israel	9	Neori, A.	5	55,56%	20	National Center for Mariculture Israel, Eilat, Israel
Noruega	9	Olsen, Y.	5	55,56%	55	Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet, Department of Biology, Trondheim, Norway
Noruega	9	Reitan, K.I.	5	55,56%	20	Sintef Foundation for Scientific and Industrial Research At the Norwegian Institute of Technology, Trondheim, Norway

Noruega	9	Handå, A.	4	44,44%	12	SINTEF Ocean, SINTEF Fisheries and Aquaculture, Trondheim, Norway
Portugal	12	Rema, P.	4	33,33%	30	Universidade de Tras-os-Montes e Alto Douro, Centro de Ciencia Animal e Veterinaria, Vila Real, Vila Real, Portugal
Portugal	12	Valente, L.M.P.	4	33,33%	92	Universidade do Porto, CIMAR/CIIMAR - Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental, Porto, Portugal
Noruega	9	Wang, X.	4	44,44%	5	Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet, Department of Biology, Trondheim, Norway

¹ Porcentagem de publicações sobre IMTA para o autor sobre o total do número de documentos do país.

²Total de publicações do autor no período de estudo.

Apesar da tabela 4 classificar os doze primeiros autores, só constam nessa listagem quatro países distintos: Canadá, Portugal, Israel e Noruega, respectivamente aparecendo três, quatro, uma e quatro vezes. Observa-se que os maiores autores participam de uma parcela significativa do total do país (Tabela 4). Entre eles, a metade participa de 50% ou mais das publicações do país. Isso é reflexo do pequeno número de pesquisadores que atuam nessa linha, quando temos como referência outros campos mais populares da aquicultura.

Em relação ao total de publicações do autor no período a que se refere o presente estudo, é possível constatar que o tema da aquicultura multitrófica não é o objeto exclusivo das pesquisas a que se dedicam (Tabela 4).

O número de artigos publicados sobre esse tema se aproxima mais do total publicado pelo autor quanto menor é o número de publicações do pesquisador em questão. O fato pode ocorrer porque essa abordagem multitrófica para um sistema de produção integrado ainda é recente e pouco desenvolvida (Tabela 4).

Observa-se que os países com maior número de artigos publicados também apresentam considerável número de parcerias nas publicações (Tabela 5). A contribuição internacional pode ser benéfica no aspecto relacionado a qualidade da publicação. Em muitos casos, autores que trabalham em colaboração produzem um resultado de superior e conseqüentemente atingem um fator de impacto maior e são mais citados (Figg et al., 2006). Estes são os resultados de um acesso mais fácil ao financiamento público, oportunidades para alcançar uma maior produtividade e visibilidade, fatos resultantes da colaboração com grupos de pesquisa de renome, o que não por acaso coincide com a realidade dos países desenvolvidos, onde há maiores investimento e maior concentração de publicações (Lee e Bozeman, 2005).

Países Baixos	1	1	34	1	1	1	3	3
Paquistão	1	0	0	1			1	1
Filipinas	1	1	2				0	0
Rússia	1	1	15				0	0
África do Sul	1	1	33	1	1		2	2
Tailândia	1	0	0				0	0

¹ *n* ultrapassa 90 devido a colaboração entre os países.

² “Um cientista tem índice *h*, se *h* de seus *N_p* artigos tiverem pelo menos *h* citações cada e os outros (*N_p* - *h*) artigos possuírem $\leq h$ citações cada.” (Hirsch, 2005).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As publicações envolvendo aquicultura multitrófica ainda são escassas apesar do potencial social, econômico e ecológico desse modelo de produção. No entanto, esse fato pode ser compreendido através da abordagem recente desse campo como objeto de estudo. No entanto, a taxa de publicações por ano vem aumentando consideravelmente nos últimos períodos. Apesar desse contexto, vale ressaltar a necessidade de investimentos nessa área. Como um modelo inovador de produção, ainda há uma resistência daqueles que adotam o modelo tradicional de monocultura. Dessa maneira, é fundamental estimular para a pesquisa nessa área, tanto para um aumento da difusão dessas práticas, quanto para o desenvolvimento de técnicas de produção mais eficientes. Deve-se considerar a desigualdade da distribuição da produção e traçar esforços para direcionar os recursos também para as áreas onde há potencial, porém baixo investimento.

Esse trabalho fornece o panorama mundial das pesquisas sobre aquicultura multitrófica. É fundamental compreender o cenário e também as linhas de pesquisas para que haja um direcionamento adequado dos esforços que possibilitem a implementação de um modelo de cultivo multitrófico no Brasil, e assim desenvolver áreas de grande potencial, como a região de Arraial do Cabo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barrington, K., Chopin, T., Robinson, S. 2009. Integrated multi-trophic aquaculture (IMTA) in marine temperate waters. In D. Soto (ed.). Integrated mariculture: a global review. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 529. Rome, FAO. pp. 7–46.

Burham, J.F. (2006) Scopus database. A review. *Biomedical Digital Libraries*;3:1.

Chopin, T. (2006) Integrated multi-trophic aquaculture. What it is, and why you should care... and don't confuse it with polyculture. *North. Aquac.*, 12 (4): 4

Chopin, T. ;Buschmann, A.H.; Halling, C.; Troell, M.; Kautsky, N., Neori, A., Kraemer, G.P., Zertuche-Gonzalez, J.A., Yarish, C. & Neefus, C. (2001) Integrating seaweeds into marine aquaculture systems: a key towards sustainability. *Journal of Phycology* 37: 975-986.

Chopin, T. (2013) *Aquaculture, Integrated Multi-trophic (IMTA)*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg (27) 18:59

FAO (2006) *The State of World Fisheries and Aquaculture – 2006 (SOFIA)*, Rome, Italy: Food and Agriculture Organization.

FAO (2014) Sustainable fisheries and aquaculture for food security and nutrition. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security, Rome, 118pp.

Figg, W.D.; Dunn, L.; Liewehr, D. J.; Steinberg, S. M.; Thurman, P.W.; Barrett, .JC.; Birkinshaw, J. (2006) Scientific collaboration results in higher citation rates of published articles. *Pharmacotherapy*, 26(6):759–767.

Garfield, E. (2006) The History and Meaning of the Journal Impact Factor. *JAMA* (4) 295, 90 – 93

Granda-Orive, J. I.; Arroyo, A. A.; Roig-Vázquez, F. (2011) ¿Qué base de datos debemos emplear para nuestros análisis bibliográficos? Web of Science versus SCOPUS. *Archivos de Bronconeumología*. 47(4):213–217.

HIRSCH, J.E. (2005). An index to quantify an individual's scientific research output. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 102(46), 16569–16572.

IEAPM. (2017) Histórico do IEAPM . Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/ieapm/node/18>>. Acesso em: 10 de novembro de 2017.

Kanakaraj, S. (2016) Aquaculture Research Outputs from Scopus Database: A Bibliometric Analysis. *The Research Publication*, 6 (1): 20-29.

Kostoff, R. N. (1998) The use and misuse of citation analysis in research evaluation – Comments on theories of citation? *Scientometrics* 43, 27–43.

Lander, T.R.; Robinson, S.M.C., MacDonald, B.A., Martin, J.D (2013) Characterization of the suspended organic particles released from salmon farms and their potential as a food supply for the suspension feeder, *Mytilus edulis* in integrated multi-trophic aquaculture (IMTA) systems *Aquaculture* 406–407; 160–171.

Leber, K. M. L . (2013) Marine Fisheries Enhancement: Coming of Age in the New Millennium. *Encyclopedia of Sustainability Science and Technology*,

Lee, S. & Bozeman, B. (2005) The impact of research collaboration on scientific productivity. *Social Studies Sci*, 35(5):673–702.

Neori, A., Chopin, T., Troell, M., Buschmann, A.H., Kraemer, G.P., Halling, C., Shpigel, M. & Yarish, C. (2004) Integrated aquaculture: rationale, evolution and state of the art emphasizing seaweed biofiltration in modern mariculture. *Aquaculture* 231: 361-391.

Wallin, J.A. (2005) Bibliometric methods: pitfalls and possibilities. *Basic Clin Pharmacology Toxicology*. 97(5):261–275.

Worm, B.; Barbier, E. B.; Beaumont, N.; Duffy, J. M.; Folke, C.; Halpern, B. S. ; Jackson, J. C.; Lotze, H. K.; Micheli, F.; Palumbi, S. R.; Sala, E.; Selkoe, K. A.;

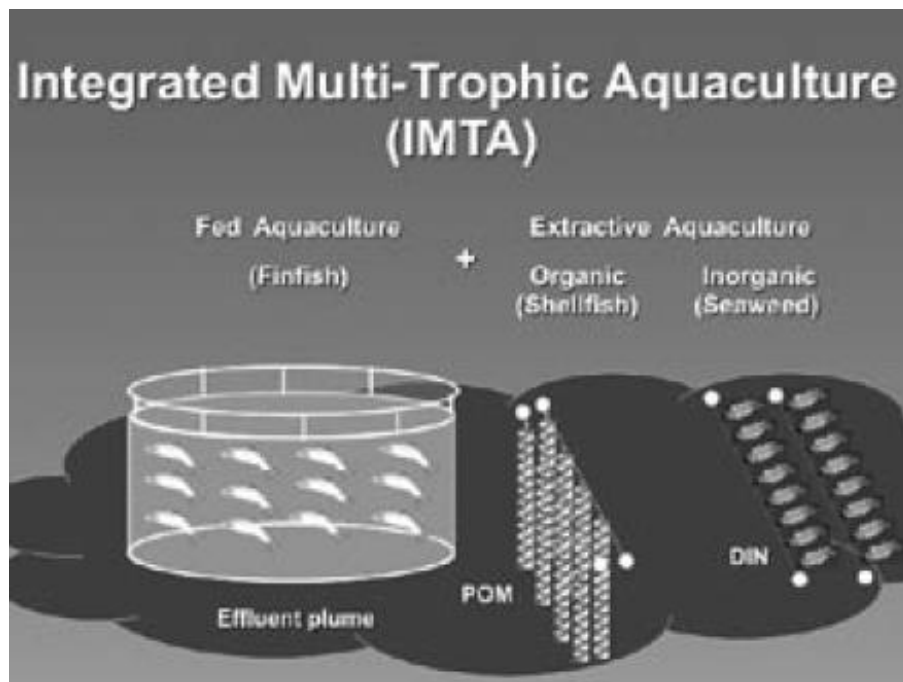
Stachowicz, J. J. ; Watson, R. (2006) Impacts of Biodiversity Loss on Ocean Ecosystem Services. *Science*. 314(5800):787-90.

Zyoud, S. H.; Al-Jabi, S. W.; Sweileh, W. M. ;Awang, R. (2014) A bibliometric analysis of toxicology research productivity in Middle Eastern Arab countries during a 10-year period (2003–2012). *Health Research Policy and Systems*, 12:4.

ANEXO A – Artigos desconsiderados do resultado da busca no Scopus.

- Bouwman, C.; Krol, M. ; Severens, H.; Koopmanschap, M.; Brouwer, W.; Roijen, L.H.V. (2015) The iMTA Productivity Cost Questionnaire: A Standardized Instrument for Measuring and Valuing Health-Related Productivity Losses. *Value in Health* 18: 753 -758.
- Natij, S. (2008) The inaugural night in Abu Hayyan al-Tawhidi's *Kitab al-Imta wa-l-mu'anasa*: A magisterial lesson of adab. *Arabica* 55. 227-275.
- Reymond, P. L. (2012) The figure of katib from the 7th night of the *Kitab al Imta wa-l-mu'anasa* of Tawhidi. *Arabica* 59.
- Shazly, S. A. M.; Abbas, A. M.; Ali, S. S.; Salem, N. Z. (2016) Integrative mid-trimester anomaly (IMTA) chart: A novel sonographic approach for syndromatic challenges (pilot study). *Journal of Maternal-Fetal and Neonatal Medicine* 29 (6), 885-891.

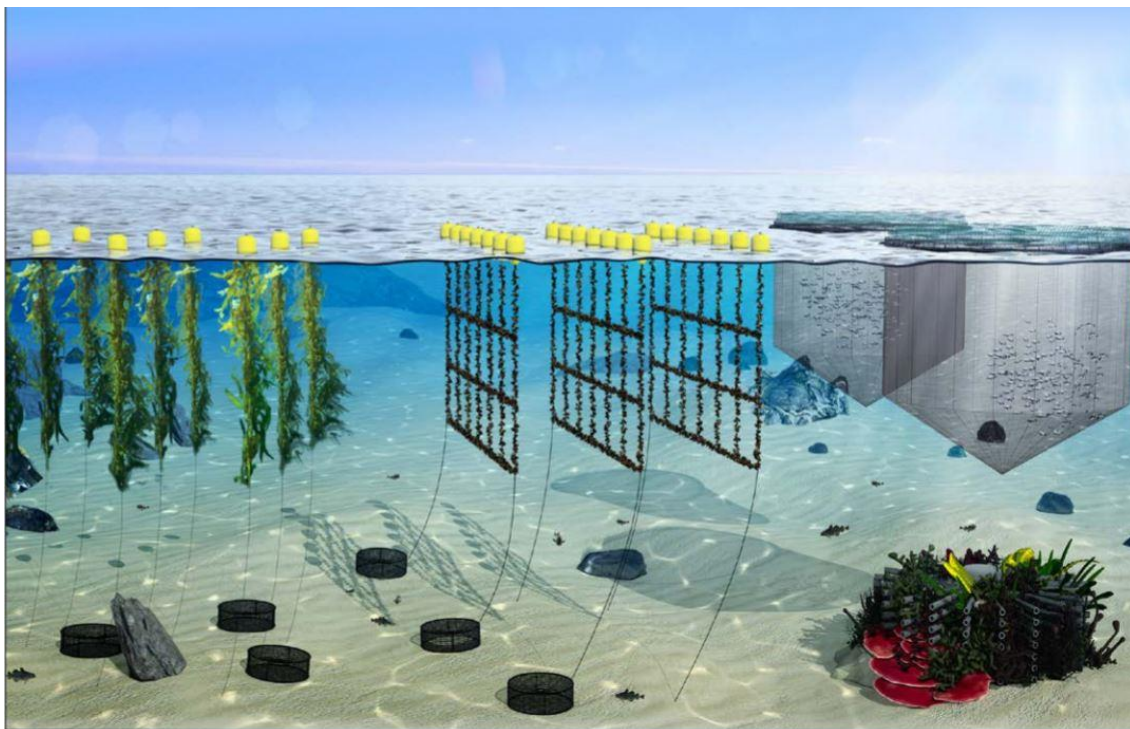
ANEXO B. Diagrama conceitual de uma operação de aquicultura multitrófica integrada incluindo moluscos, peixes e algas. POM = Matéria orgânica particulada. DIN = nitrogênio inorgânico dissolvido. Fonte: Chopin (2006).



ANEXO C - Fazendas marinhas de aquicultura multitrófica integrada na Baía de Fundy, New Brunswick, Canadá. Fonte: Chopin (2013).



Anexo D – Esquema de organização espacial das espécies no cultivo multitrófico integrado (Leber, 2013).



ANEXO E – Maricultura em Arraial do Cabo, Rio de Janeiro.