



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL – RESUMO



ALGAPLUS - Produção e Comercialização de Algas e seus Produtos Derivados, Lda123

Autores do relatório:

**Maria Helena T Abreu
Pedro Sousa
Rui Pedro Pereira**

Responsável científico do projeto:

**Maria Helena Trindade de Abreu
Diretora de IDI
ALGAplus
Travessa Alexandre da Conceição
3830-196 Ílhavo
htabreu@algapplus.pt**

INDICE

1. INTRODUÇÃO	4
AQUACULTURA NACIONAL FORTE E SUSTENTÁVEL (NOVAS TECNOLOGIAS E PRODUTOS, VALORIZAÇÃO DO PESCADO)	4
POLICULTIVOS OU AQUACULTURA MULTI-TROFICA INTEGRADA	4
MACROALGAS: TENDÊNCIAS DA INDÚSTRIA EM PORTUGAL E NO MUNDO	5
O GÉNERO GRACILARIA	6
2. OBJECTIVOS	6
3. IMAGENS DE PRODUÇÃO DAS MACROALGAS	7
4. ALGUMAS DAS APLICAÇÕES DA BIOMASSA PRODUZIDA:	10
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	11
6. CONCLUSÃO FINAL:	11
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	12

1. INTRODUÇÃO

Aquacultura nacional forte e sustentável (novas tecnologias e produtos, valorização do pescado)

A maioria da aquacultura em Portugal é actualmente desenvolvida em sistemas de cultivo extensivo e semi-intensivo. Estes regimes de cultivo dependem grandemente de processos naturais e são caracterizados por níveis de produção baixos (valores máximos de $20 \text{ ton ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$), em comparação com sistemas intensivos (centenas de toneladas de produção anual). Os regimes de aquacultura extensivo e semi-intensivo são na sua essência uma forma sustentável da actividade, não só a nível ambiental mas também a nível sócio-económico das comunidades.

Apesar de alguns casos de sucesso, as empresas baseadas em regimes de cultivo semi-intensivo e extensivo enfrentam graves problemas de rentabilidade económica. As causas mais apontadas para isso são: 1) o preço final do produto, 2) as graves dificuldades burocráticas que limitam a aposta financeira na actividade e 3) a falta de inovação nas metodologias de produção. A melhoria da competitividade deste tipo de aquacultura deveria ser um dos grandes objectivos da aquacultura nacional. A diferenciação por produtos de qualidade e obtidos de forma sustentável poderá ser uma das soluções.

Policultivos ou Aquacultura Multi-Trófica Integrada

Para garantir um desenvolvimento ambiental e económico sustentável da aquacultura, a implementação de sistemas de aquacultura multi-trófica integrada (IMTA – sigla inglesa) é indicada como uma das soluções possíveis. Nestes sistemas, os resíduos (nutrientes) libertados pela produção intensiva de animais (ex. peixe, camarão) tornam-se em recursos para organismos que filtram (ex. mexilhão, ostras) ou absorvem (algas) esses nutrientes. Após mais de uma década de investigação multi-disciplinar e testes piloto, a IMTA já é um negócio no Canadá (IMTA SNIPPETS, www.cimtan.ca), África do Sul, Chile e é alvo de estudo e projetos piloto em muitos outros países (ex. Noruega, França).

O conceito de IMTA encaixa perfeitamente no regime semi-intensivo. Sendo o espaço um dos constrangimentos para o estabelecimento de aquaculturas, existem em Portugal centenas de hectares de antigas marinhas subaproveitadas. A expansão de sistemas de poli-cultivo (IMTA) nestes locais poderá ser uma realidade e contribuirá assim para a recuperação de património local.

Implementação de políticas europeias

Este projecto está na linha da Agenda de Lisboa que pretende fazer da EU a economia mais competitiva e baseada no conhecimento até 2020. “Investir na investigação” e “promover inovação” são áreas chaves dessa estratégia.

Na Europa, as novas disposições relativas à aquacultura (ex. Política Comum das Pescas e Estratégia para o Desenvolvimento Sustentável da Aquacultura Europeia) visam promover não só a sua sustentabilidade económica e social como a ambiental, indo de encontro a legislação ambiental recente como as Directivas Quadro da Água (2000) e da Estratégia do Meio Marinho (2008) que estabelecem metas exigentes para a qualidade ambiental dos ecossistemas de água doce e

marinhos. Em aquacultura, espera-se que a solução deixe de ser a diluição. Ou seja, de aqui em diante, as aquaculturas terão de considerar incluir o tratamento conveniente dos efluentes nos seus gastos. A nova directiva para a produção aquícola biológica de animais e algas marinhas (Commission Regulation (EC) No 710/2009), declara que cada empresa deve elaborar um plano de gestão sustentável para a produção, com especificação de medidas como, por exemplo, a redução de resíduos; o poli-cultivo é promovido com a utilização de algas e bivalves para remoção de nutrientes. Mais ainda, nesta directiva é aconselhado o cultivo de algas junto a unidades de produção animal, para que este possa beneficiar dos nutrientes provenientes das mesmas e assim aumentar os níveis de produção sem recorrer a fertilização artificial.

Na Suécia o *serviço ambiental prestado por organismos biofiltradores já é pago*: cerca de 7 dólares americanos por Kg de azoto (Lindahl e Kolberg 2006). Por outro lado, a remoção de 1 tonelada de carbono pode chegar aos 30 dólares (Chopin 2010). Além disso, *a remoção de carbono reduz a pegada ecológica das aquaculturas e dá-lhes a chance de entrar no mercado de créditos de carbono*, como já acontece com as unidades produtoras de microalgas para bio-diesel (www.oilalgae.com).

Na procura de “sistemas de produção mais seguros e ambientalmente sustentáveis”, a implementação de sistemas IMTA é uma das estratégias da “Plataforma Europeia de Tecnologia e Inovação na Aquacultura” que indica que IMTA “é uma tecnologia que permite minimizar os impactos ambientais de resíduos biogénicos emitidos pela aquacultura animal”. Este cenário aumenta a oportunidade para a aquacultura de macroalgas na Europa.

Macroalgas: tendências da indústria em Portugal e no Mundo

O interesse nas macroalgas marinhas está em constante crescimento, dado o seu potencial de utilização directa (alimento), cosmética, farmacêutica, bio-combustíveis e bio-materiais. 93% das macroalgas produzidas no mundo provêm de aquacultura, com um valor anual de cerca de 5 biliões de euros. A este valor, deve acrescentar-se o valor dos produtos derivados após processamentos das mesmas. A maioria das algas produzidas no mundo destina-se ao consumo humano directo. Em 2013, foram lançados na Europa mais de 250 novos produtos com macroalgas. Em termos de indústrias processadoras, a indústria de extracção de ficocolóides (alginato, carraginato e agar) é o principal destino da biomassa. São ainda utilizadas como aditivos em rações animais e como ingrediente bioativo na cosmética.

Apesar da indústria de algas ser agora praticamente inexistente em Portugal, o país tem uma longa tradição na exploração e transformação deste recurso. Até meados do século XX, a colheita de algas era uma actividade importante na economia nacional, com expressão a nível europeu nas indústrias de extração de carraginos e agar. Durante a II Guerra Mundial, a indústria deste polissacarídeo teve um grande desenvolvimento em Portugal chegando o país a ser um dos maiores produtores de agar do mundo com 6 unidades de extracção. A colheita de “sargaço” na zona Norte do país (Matosinhos a Viana do Castelo) e “moliço” (mistura de algas e ervas marinhas) na Ria de Aveiro para fertilização e condicionamento dos solos agrícolas, era uma actividade que empregava grande parte da população (Veiga de Oliveira et al., 1975, Silva, 1985). Estas actividades foram desaparecendo por todo o país e encontram-se actualmente confinadas à colheita sazonal e de reduzidas quantidades de *Pterocladia capillacea* nos Açores (Patarra et al., 2011) e de *Gelidium*

sesquipedale no sudoeste do país que fornece matéria-prima para a maior empresa de extração de agar na Península Ibérica (Santos et al., 2003). O consumo alimentar de várias espécies de algas era também uma realidade nas zonas costeiras a norte do Porto e nos Açores.

A dinamização da indústria das algas não pode depender apenas da exploração dos recursos naturais e ficar à mercê das flutuações anuais da disponibilidade e qualidade da biomassa. O cultivo de macroalgas em tanques permite um melhor controlo não só sobre a quantidade produzida, mas também sobre a qualidade da biomassa. Níveis elevados e constantes de N, P e CO₂ nos efluentes de pisciculturas permitem obter produtividades superiores às das populações naturais ou de sistemas de cultivo tradicionais.

Os sistemas de IMTA implementados até agora em Portugal têm sido todos de carácter experimental e dedicados a avaliar o desempenho de macroalgas como biofiltro em unidades de produção de peixe (revisão em Abreu et al., 2012). Testaram-se várias espécies de algas nativas da costa Portuguesa com valor económico. O cultivo das algas nestes trabalhos foi efectuado em tanques nas zonas exteriores de aquaculturas de carácter semi-intensivo e intensivo. Os resultados foram promissores e motivaram a ideia de testar o conceito a uma escala-piloto, com o intuito de desenvolver uma actividade comercial.

O género *Gracilaria*

O género *Gracilaria* é dos mais produzidos no mundo (1,5 milhões de toneladas/ano), com um valor de cerca de 460 milhões de €, sendo o principal destino da biomassa a indústria de extração de agar e derivados (FAO 2011). O actual valor de mercado para fornecimento de algas (incluindo *Gracilaria*) à indústria de extração de agar está em cerca de 1.2€ por kg de biomassa fresca (valores cedidos por indústria). Trabalhos experimentais executados com esta espécie registaram uma média anual de produção de 0.7kg de alga por m²mês⁻¹, removendo em média 40.5 g de azoto m⁻² mês⁻¹ e 222 g de carbono m⁻² mês⁻¹ (Abreu et al., 2011).

2. OBJECTIVOS

O projeto CIGArRA procurou combinar indústria e investigação com o objectivo de transformar o conhecimento científico em produtos de valor, com um benefício directo para a sociedade através de um aumento da diversidade, qualidade e sustentabilidade dos alimentos provenientes de aquacultura e da implementação de práticas económica e ecologicamente sustentáveis.

O objectivo principal foi viabilizar uma nova actividade no panorama da aquacultura nacional, o cultivo de macroalgas marinhas e, ao mesmo tempo, diversificar e rentabilizar as actividades económicas locais (nomeadamente, pisciculturas), promovendo sinergias empresariais e sustentabilidade económica e ambiental.

O CIGArRA testou métodos distintos de cultivo de algas para viabilizar técnica e economicamente o cultivo integrado (peixe+algas), implementou um sistema produtivo piloto, equacionou as melhores opções para a valorização da biomassa produzida e abordou brevemente as vantagens económicas e ambientais do projeto.

O CIGArRA atingiu o objectivo principal: demonstrar a viabilidade técnico-económica de produzir Gracilaria na Ria de Aveiro, por aquacultura integrada e com qualidade para entrada no mercado alimentar e cosmético. A empresa tem neste momento um sistema de produção modular para ser replicado na propriedade onde se encontra e noutros locais da Ria de Aveiro. Os protocolos de processamento ficaram definidos para a obtenção de um produto de qualidade alimentar. Os objectivos específicos foram atingidos: 1) Desenvolver o melhor método para a aquacultura de Gracilaria num sistema de cultivo integrado em pisciculturas da Ria de Aveiro (escolhido sistema de tanques em terra); 2) Optimizar e implementar um sistema produtivo piloto de Gracilaria (sistema modular implementado); 3) Equacionar as opções de valorização da biomassa de algas produzida (avaliação da alga e extrato para alimentação e cosmética); 4) Avaliar a rentabilidade socioeconómica e ambiental da integração do cultivo de Gracilaria nas pisciculturas locais (atividade de cultivo de algas implementado; avaliação económica simples realizada).

Para atingir esses objetivos, diferentes tarefas foram realizadas entre Setembro de 2012 e Abril de 2015:

Actividade 1 – Adaptação das estruturas existentes na piscicultura e instalação de novas

Actividade 2 – Teste de 3 métodos de cultivo para aproveitamento dos tanques de terra

Actividade 3 – Optimização da produção de *Gracilaria* em tanques de cimento adaptados

Actividade 4 – Avaliação do valor da biomassa produzida

Actividade 5 –SWOT análise do CIGArRA

Actividade 6 - Disseminação do CIGArRA

3. Imagens de produção das macroalgas



Figura 1. Selecção de variedades de *Gracilaria* sp. no laboratório/maternidade da ALGAplus.



Figura 2. Sistema de tanques (pequena escala) em que foram testados diferentes factores de produção para otimizar o crescimento da alga.



Figura 3. Cultivo de *Gracilaria* sp. em jaulas flutuantes testadas ao longo do esteiro.



Figura 4. Resultados negativos do cultivo de *Gracilaria* sp. em jaulas.



Figura 5. Cultivo de *Gracilaria* sp. emjangadas flutuantes.



Figura 6. Resultados negativos do cultivo de *Gracilaria* sp. emjangadas flutuantes.



Figura 7. Cultivo de *Gracilaria* sp. em tanques artificiais. Produtividade média de $10 \text{ kg (fw)}/\text{m}^2/\text{mês} = 100 \text{ tons(fw)}/\text{ha}/\text{mês}$

4. Algumas das aplicações da biomassa produzida:

Consumo Humano:



Figura 8. Consumo directo, “cabelo de velha”



Figura 9. Farinha de alga para panificação.



Figura 10. Ingrediente em refeição pronta de bacalhau (testes efetuados por Chef Joe Best, parceria com ESTM-IPL).

Cosmética

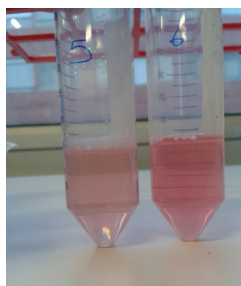


Figura 11. Extrato aquoso de *Gracilaria* sp. para testes em cosmética. Em parceria com a empresa BIOALVO.

Rações animais

A biomassa de *Gracilaria* foi testada juntamente com a biomassa de *Ulva* no âmbito do projeto ALGADOOURADA. Os resultados preliminares foram interessantes tendo em conta a quantidade de proteína existente neste ingrediente. Resultados finais serão apresentados aquando o relatório final daquele projeto. Foram também enviadas amostras para testes de alimentação de ovelhas, realizados pelo Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar.

5. Considerações finais

Tabela I - Resumo das necessidades identificadas para o desenvolvimento da aquacultura nacional e soluções atingidas durante o CIGArRA.

Necessidades Actuais da Aquacultura local/nacional	Soluções CIGArRA
Aumento de competitividade das pisciculturas nacionais	Sistema modular de cultivo integrado em funcionamento; critérios estabelecidos para design de tanques, tamanhos de tubagens e equipamento acessório necessário; ampla divulgação dos resultados obtidos através de visitas (escolas, agentes do sector, políticos, media) e associações do sector (A. P. de Aquacultores/Forum Oceano/BlueBioAlliance); demonstração do protótipo de cultivo integrado nas escolas e em feiras do sector (p.e. Forum do Mar/BlueWeek);transferência de conhecimento sobre o organismo “alga” nas escolas;alga produzida e vista como um produto de qualidade por agentes nacionais e internacionais do sector (empresas/restauração/consumidores);possibilidade de novo produto para pisciculturas locais comprovado;
Implementação de práticas sustentáveis na exploração de recursos marinhos	Sistema de cultivo totalmente em funcionamento com remoção de nutrientes comprovada e lotes de algas em cultivo permanente há mais de 2 anos, evitando a dependência de populações naturais e garantindo qualidade.
Criação de emprego	Desde o arranque do projeto, a empresa cresceu de 2 para 7 colaboradores; empresa em pleno funcionamento e sempre em estreita colaboração com piscicultura o que tem levado também a uma aposta contínua na produção de peixe.
Promover produtos aquícolas nacionais	Participação constante em redes internacionais para promover a aquacultura nacional e o conceito de IMTA;ampla divulgação em meios nacionais e internacionais-jornais, TV, conferências, workshops;recepção de escolas e de grupos profissionais interessados apresentando o cultivo de peixe, o cultivo de algas e o conceito sustentável de cultivo integrado.
Certificação de qualidade e rastreabilidade	Ao longo do projeto foram mantidos registos de todas as colheitas e cultivos efetuados;foram também determinados protocolos de HACCP que estão agora a ser aplicados na empresa de forma rotineira. A empresa foi um dos pioneiros em Portugal para a certificação orgânica em aquacultura.

6. Conclusão final:

O cultivo de macroalgas integrado com pisciculturas semi-intensivas foi validado durante o CIGArRA.

Apesar de não ser ainda valorizado monetariamente em Portugal, a remoção de azoto (N) pela alga Gracilaria tem um valor importante para a sustentabilidade ambiental dos sistemas de cultivo integrado. Combinando a produtividade média obtida 20ton peso seco/ha/mês com os valores de N total no tecido de cerca de 4%, cada tonelada de alga produzida mensalmente neste sistema

contribui para remover 800 kg de N por hectare. Ao integrar o cultivo de algas nas pisciculturas, mostrámos que estas trabalham para melhorar a qualidade da água nos seus efluentes e esperamos assim contribuir para a redução das taxas de recursos hídricos que são pagas por estas entidades, assim como ajudar à promoção dos peixes produzidos desta forma junto do consumidor final.

A empresa promotora teve a sua prova de conceito, aumentou a sua equipa empregando técnicos nacionais qualificados e, neste momento já sente a necessidade de aumentar a sua capacidade de produção e equipa comercial. Na opinião do promotor, é o melhor sinal dos resultados positivos do projeto CIGArRA.

7. Referências bibliográficas

- Abreu M. H., Pereira R., Mata L., Nobre A. & Sousa Pinto I. (2012). IMTA em Portugal. *in* Macroalgas en la Acuicultura Multitrófica Integrada Peninsular: Valorización de su Biomasa. Cetmar, Vigo. pp 54-77.
- Abreu M. H., Pereira R., Sousa-Pinto I. & Yarish C. (2011) Ecophysiological studies of the non-indigenous species *Gracilaria vermiculophylla* (Rhodophyta) and its abundance patterns in Ria de Aveiro lagoon, Portugal. *European Journal of Phycology* 46: 453- 464
- Abreu M. H., Pereira R., Yarish C., Buschmann A., Sousa-Pinto I. (2011) IMTA with *Gracilaria vermiculophylla*: Productivity and nutrient removal performance of the seaweed in a Land-based Pilot Scale System. *Aquaculture* 312: 77-87.
- Bixler, H.J. & Porse, H. (2010). A decade of change in the seaweed hydrocolloids industry . *Journal of Applied Phycology*, DOI 10.1007/s10811-010-9529-3.
- DGPA - Direcção-Geral das Pescas e Aquicultura (2010). Recursos da Pesca – 2009. Série Estatística. Vol 23 A-B. Lisboa.
- EC (2009)a. COM/2009/0162 - Building a sustainable future for aquaculture A new impetus for the Strategy for the Sustainable Development of European Aquaculture.
- EC (2009)b. Regulamento (CE) N. o 710/2009 da Comissão de 5 de Agosto de 2009. Jornal Oficial da União Europeia 204: 15-33.
- FAO (2010) The state of the world fisheries and aquaculture. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome. ISBN: 978-92-5-106029-2.
- FAO (2011) Fisheries Department, Fishery information, Data and Statistics Unit. FISHSTAT Plus: Universal software for fishery statistical time series. Version 2.3. 2000.
- Nagler, P. L., Glenn, E. P., Nelson, S. G., Napoleon, S., 2003. Effects of fertilization treatment and stocking density on the growth and production of the economic seaweed *Gracilaria parvispora* (Rhodophyta) in cage culture at Molokai, Hawaii. *Aquaculture* 219, 379-391.

- Neori A., Chopin T., Troell M., Buschmann A. H., Kraemer G. P., Halling C., Shpigel M. e Yarish C. (2004) Integrated aquaculture: rationale, evolution and state of the art emphasizing seaweed biofiltration in modern mariculture. *Aquaculture*, 231: 361-391.
- Patarra R. F., Paiva L., Neto A. I., Lima E. e Baptista J. (2011) Nutritional value of selected macroalgae. *Journal of Applied Phycology*, DOI : 10.1007/s10811-010-9556-0
- Pereira R., Yarish C. e Critchley A.T. (in press) Seaweed Aquaculture for Human Foods, Land-Based, In: *Encyclopedia of Sustainability Science and Technology*, Robert A. Meyers (ed.), Springer Science+Business Media, LLC.
- Pereira, R., Abreu, M. H., Valente, L., Rema, P. & Sousa Pinto, I. 2010. "Production of seaweeds in integrated multi-trophic aquaculture for application as ingredients infish meal." XXth International Seaweed Symposium. Ensenada, Mexico. Book of abstracts.
- Santos R., Cristo C., e Jesus D. (2003) Stock assessment of the agarophyte *Gelidium sesquipedale* using harvest effort statistics. Em: *Proceedings of the 17th International Seaweed Symposium*, Chapman A. R. O., Anderson R. J., Vreeland V. J. e Davison I. R. (eds.) Cape Town, South Africa, Oxford University Press, New York: 145-150.
- Silva, J. F., 1985. O moliço da Ria de Aveiro. In *Jornadas da Ria de Aveiro*, II. 223 - 251, Câmara Municipal da Ria de Aveiro, Portugal.
- Silva, J. F., Duck, R. W., Catarino, J. B., 2004. Seagrasses and sediment response to changing physical forcing in a coastal lagoon. *Hydrology and Earth System Sciences* 8, 151-159.
- Sousa AM, Morais S, Abreu MH, Pereira R, Sousa-Pinto I, Cabrita EJ, Delerue-Matos C., Gonçalves MP. 2012. Structural, physical, and chemical modifications induced by microwave heating on native agar-like galactans. *J Agric Food Chem.*, 60: 4977-4985.
- Valente, L. M. P., Gouveia, A., Rema, P., Matos, J., Gomes, E. F., Pinto, I. S. 2006. Evaluation of three seaweeds *Gracilaria bursa-pastoris*, *Ulva rigida* and *Gracilaria cornea* as dietary ingredients in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles. *Aquaculture* 25, 85-91.
- Veiga de Oliveira E., Galhano F., Pereira B. (1975) *Actividades Agro-Maritimas em Portugal*. Instituto de Alta Cultura, Lisboa, 236p.

Web Pages:

www.algaplus.pt

www.seacase.eu

www.netalgae.eu.

www.cimtan.ca