



Cultivo de microalgas dulcícolas em águas residuárias da tilapicultura para desenvolvimento sustentável de cosméticos.

Alexandro dos Santos Silva Filho¹, Raúl Bernardino Oliveira² e Saulo Haine Legalle³, Ian da Silva Andrade⁴, Tatiana Oliveira Vale⁵.

¹ Senai Cimatec, Salvador, Bahia;

INTRODUÇÃO

A indústria cosmética global e brasileira vem crescendo significativamente, com o aumento de mercado impulsionado pela demanda por produtos de cuidados pessoais. No entanto, o uso de substâncias sintéticas, como ftalatos e parabenos, levanta preocupações de saúde, impulsionando uma transição para cosméticos naturais, sustentáveis e menos prejudiciais ao meio ambiente. Com isso, matéria-prima natural, como microalgas, são promissores por suas propriedades benéficas para a pele, mas o cultivo em larga escala é economicamente desafiador devido ao custo de meios sintéticos. Este trabalho propõe desenvolver um sérum facial à base de microalgas *Chlorella vulgaris* e *Raphidocelis subcapitata* cultivadas em efluentes da piscicultura, visando uma alternativa sustentável e viável economicamente para a indústria cosmética.

METODOLOGIA

A primeira etapa foi a de **prospecção tecnológica**, onde o foco consistiu na produção de cosméticos com biomassa de microalgas, analisando patentes por meio da ferramenta Lens®. Assim, foram usados os indicadores "microalgae", "aquaculture" e "cosmetics", considerando apenas patentes de 2014 a 2024, com os resultados apresentados em gráficos e tabelas. Após a etapa, iniciou-se a aplicação prática do plano de pesquisa, descrito pelo fluxograma abaixo:

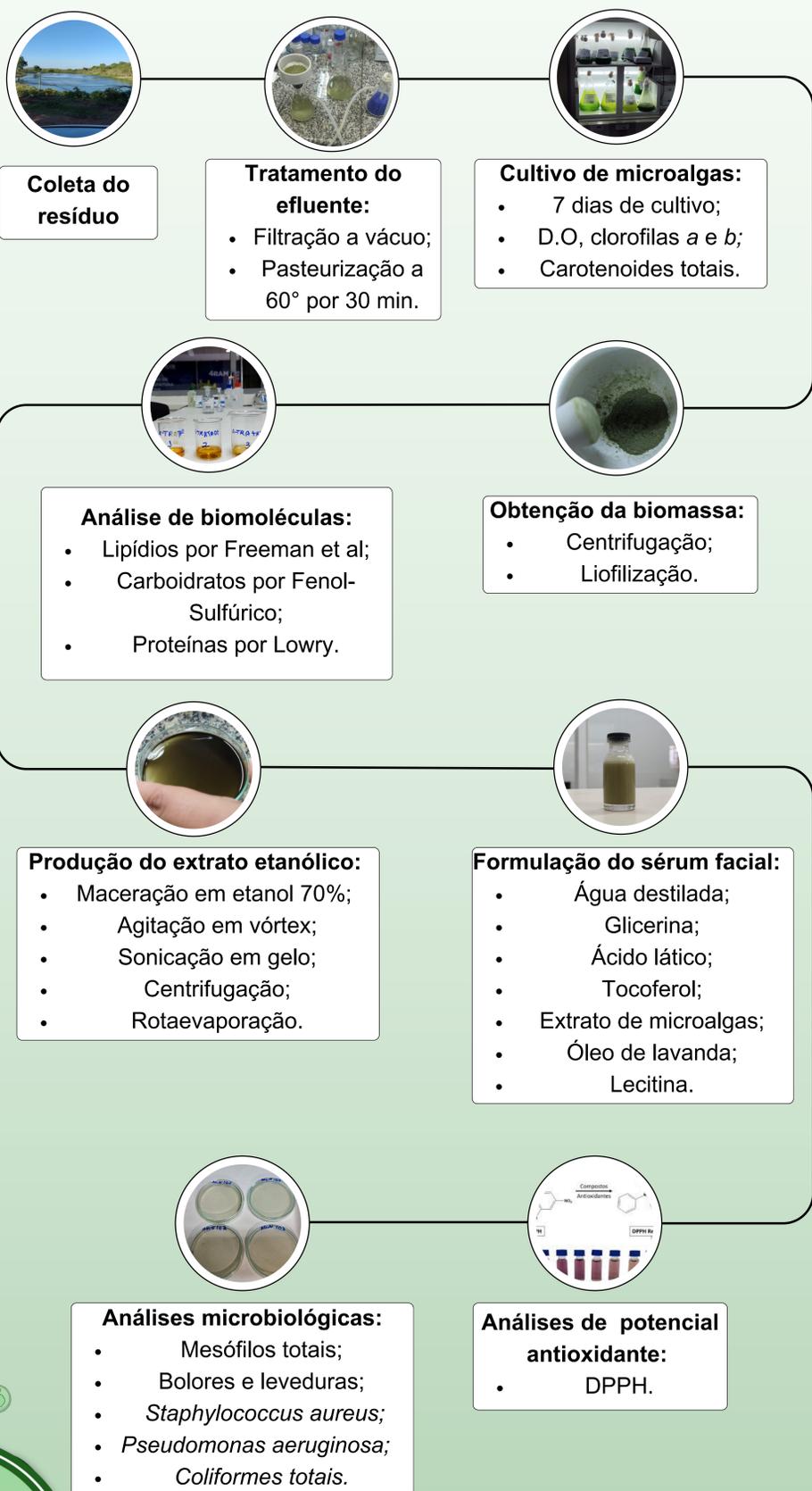


Figura 1. Fluxograma da metodologia

RESULTADOS E DISCUSSÕES

PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA

A Figura 1 evidencia uma fase de crescimento na atividade de patentes até 2019, seguida por um período de estabilização, o que sugere a influência de fatores econômicos e tecnológicos no ritmo da inovação (Marques, 2022). Além disso, a predominância de pedidos de patente em detrimento de concessões indica um ambiente dinâmico, no qual grande parte das inovações ainda se encontra em fase de análise. Por outro lado, a Figura 2 apresenta a classificação CPC, demonstrando a concentração de patentes em biotecnologia aplicada a ácidos graxos e metabolismo lipídico, o que reforça a relevância de inovações voltadas para produtos bioquímicos e alimentos funcionais.

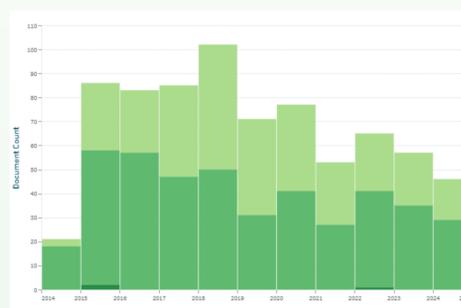


Figura 2. Tendência de Publicação de Patente ao Longo dos Anos

152 A22C09/158 Human Recombinant Fatty acids; Fats; Products containing oils or fats	141 A22C09/0270 Human Recombinant Food compositions, function of food ingredients or processes for food or foodstuffs	161 C12N1/10 Chemistry: Metallurgy by extracting	194 C12N1/12 Chemistry: Metallurgy: Unicellular algal Culture media (Inventor as new class) A01N1/300	129 C12N1/52 Chemistry: Metallurgy: Genes encoding for enzymes or proteases
176 C12N1/0247 Chemistry: Metallurgy involving modified lipid metabolism, e.g. seed oil composition	103 C12N1/0071 Chemistry: Metallurgy acting on paired donors with incorporation of molecular oxygen (L14)	105 C12N1/0229 Chemistry: Metallurgy transferring groups other than amino-acyl groups (L31)	95 C12P7/04 Chemistry: Metallurgy: Fats; Fatty acids; Ester-type; Higher fatty acids, i.e. having at least seven carbon atoms in an	147 C12P7/0427 Chemistry: Metallurgy: Polysubstituted fatty acids (PURA), i.e. having two or more double bonds in their backbone
152 C12P7/0422 Chemistry: Metallurgy: Eicosapentaenoic acids (EPA)	159 C12P7/0434 Chemistry: Metallurgy: Docosahexaenoic acids (DHA)	134 C12P7/0463 Chemistry: Metallurgy obtained from glyceride producing microorganisms, e.g. single cell oil	137 C12P7/0472 Chemistry: Metallurgy containing polyunsaturated fatty acid (PUFA) residues, i.e. having two or more	121 Y02E50/10 General tagging of base nucleotides; General tagging of cross-sectional nucleotides; General tagging of terminal nucleotides

Figura 3. Código CPC da pesquisa

Meio efluente x Meio BG11

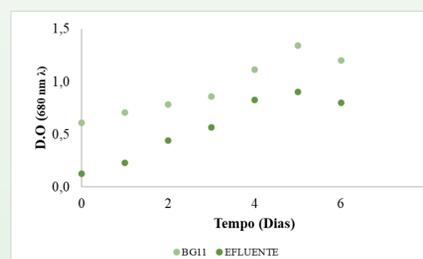


Figura 4. Curva de crescimento da *Chlorella vulgaris* em meio BG11 e efluente.

Comparação do conteúdo nutricional da biomassa algal em meio alternativo			
	Lipídios	Carboidratos	Proteínas
Meio BG11	4,96%	8,57%	
Efluente da piscicultura	3,08%	13%	Aumento de cerca de 12% com relação ao meio sintético.

Figura 5. Tabela comparativa das biomoléculas dos meios efluente e BG11.

A *Chlorella vulgaris* cultivada em efluente da tilapicultura apresentou taxa de crescimento de 0,15 g/L e μ específico de 0,46 g/L por hora, valores próximos aos do BG-11 (0,17 g/L e 0,13 g/L). Apesar de a taxa de reprodução ser ligeiramente inferior no meio residual, sua velocidade de cultivo foi 3,54 vezes maior. Em relação aos pigmentos, os valores de clorofila a, clorofila b e carotenoides totais foram menores no meio alternativo (0,93 $\mu\text{g/L}$, 0,04 $\mu\text{g/L}$ e 0,38 $\mu\text{g/L}$, respectivamente) em comparação ao BG-11 (1,17 $\mu\text{g/L}$, 0,20 $\mu\text{g/L}$ e 0,52 $\mu\text{g/L}$), com diferenças inferiores a 40%. Esses resultados corroboram estudos anteriores (Silva, 2021), indicando que, embora o BG-11 apresente maior eficiência em alguns parâmetros, o meio alternativo viabiliza o cultivo de *Chlorella vulgaris* com menores custos, favorecendo sua aplicação na indústria cosmética e o reaproveitamento de insumos na piscicultura (ANDRADE; COLOZZI, 2014).

As análises indicaram que o cultivo em BG-11 resultou em um teor lipídico de 4,96%, enquanto o meio de efluente da tilapicultura apresentou 3,08%, um valor 1,86% menor. Esses resultados estão dentro da faixa esperada para *Chlorella vulgaris* (3,0 a 40%), conforme descrito por Morais et al. (2002) e Marino (2018). O teor de carboidratos foi de 8,57% no BG-11 e 13% no meio alternativo, um aumento de 33%, indicando maior acúmulo de carboidratos no efluente. Em relação às proteínas, a biomassa cultivada no meio residual apresentou um aumento de 12% em comparação ao BG-11, possivelmente devido ao maior teor de nitrogênio das águas residuais, que favorece a síntese proteica (Oliveira, 2009). Assim, a composição dos meios influencia diretamente a distribuição de nutrientes na biomassa, com o meio residual promovendo maior acúmulo de carboidratos e proteínas, mas menor teor lipídico.



Figura 6 e 7. Sérum facial à base de microalgas

A atividade antioxidante das amostras, avaliada pelo método DPPH, apresentou 37% de atividade, indicando uma capacidade moderada de neutralização dos radicais livres (WILLIAMS et al., 1995). A produção do sérum facial foi bem-sucedida, exibindo coloração verde clara, viscosidade fluida e pH 5, em conformidade com os padrões cosméticos (DRAELOS, 2018). Foram realizados testes microbiológicos de mesófilos totais e de bolores e leveduras, os quais não detectaram a presença de microrganismos patogênicos, atendendo à RDC 630/2022. Dessa forma, os resultados evidenciam o potencial antioxidante das amostras, a adequação sensorial do sérum facial e a segurança microbiológica do produto.

CONCLUSÃO

O estudo mostrou que as microalgas *Chlorella vulgaris* e *Raphidocelis subcapitata* cresceram bem tanto no meio sintético BG-11 quanto em água residual de viveiros de tilápias, com produtividade de biomassa semelhante, confirmando o potencial dos meios residuais para reduzir custos. A atividade antioxidante moderada do extrato etanólico das algas sugere sua utilidade em cosméticos e nutracêuticos. Além disso, o desenvolvimento de um sérum facial orgânico com essa biomassa foi bem-sucedido, e os testes microbiológicos indicaram segurança no uso. A pesquisa reforça o potencial das microalgas para extratos bioativos e para formulações cosméticas inovadoras e sustentáveis.

REFERÊNCIAS

RUSO, David Alexandre Martins Tavares. Estudo do crescimento da microalga *Chlorella vulgaris* numa água residual tratada, sob diferentes condições de fotoperíodo e temperatura. 2011. Dissertação de Mestrado. Universidade NOVA de Lisboa (Portugal).
 ANDRADE, D.; COLOZZI FILHO, A. Microalgas de águas continentais. Volume 1: potencialidades e desafios do cultivo. p. 292-310, 2014. ISSN 8588184494.
 COSTA, Maria Helena Juvito da. Cultivo de microalgas em efluentes da piscicultura visando a obtenção de biomassa com potencial proteico para aplicação em ração animal. 2018.
 ACIÉN FERNÁNDEZ, F. G.; FERNÁNDEZ SEVILLA, José María; MOLINA GRIMA, Emilio. Costs analysis of microalgae production. In: ScienceDirect. 2019. p. 551-566.