

Eixo Temático: ET-01-005 - Gestão Ambiental

REAPROVEITAMENTO DO RESÍDUO AGROINDUSTRIAL DA CASCA DO CAMARÃO *Xiphopenaeus kroyeri* PARA EXTRAÇÃO DO CAROTENÓIDE ASTAXANTINA

Fábio de Melo Resende¹, Izabela Gouveia Nascimento¹, Denise Ribeiro de Freitas¹,
Thatiana Santana Santos¹, Gicélia Rodrigues²

¹Universidade Federal de Sergipe, Núcleo de Graduação da Agroindústria, Rodovia Eng. Jorge Neto, Km 03, S/N, Bairro Silos 49680-000, Nossa Senhora da Glória - SE. E-mail do autor correspondente: fabiodemeloresende44@gmail.com.

²Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Instituto de Geociências e Engenharias, Folha 17, Quadra 04, Nova Marabá, 68505-080 Marabá-PA.

RESUMO

A geração dos resíduos de origem animal a partir da despesca do camarão *Xiphopenaeus kroyeri* geram dois tipos de resíduos sólidos agroindustriais constituídos pelo abdômen (casca), e pelo cefalotórax (cabeça), os quais são na maioria das vezes descartados sem nenhum tipo de tratamento ou reaproveitamento. Na maioria das vezes esses resíduos são enterradas, quando não descartados direto em um corpo receptor ao longo do tempo tem sua carga orgânica carreada para os leitos fluviais, contribuindo para o aumento da carga orgânica, fazendo com que a gestão sustentável desse tipo de resíduo torne-se um dos desafios do agronegócio. Para mitigar esse problema é necessário que empreendimentos tenham uma maior preocupação, e avalie seus aspectos e impactos ambientais gerados por seus processos ao longo de todo o ciclo de vida do produto na cadeia produtiva, buscando-se uma produção mais limpa (P+L). A partir da rota tecnológica da extração lipossolúvel da astaxantina, usando processo descontínuo e reatores DSTR. Os resultados obtidos indicaram que as condições de extração lipossolúvel com óleo de soja uma concentração máxima atingida nos ensaios de extração do carotenóide astaxantina de $113,00 \mu\text{g.g}^{-1} \pm 0,10$, já com o óleo de girassol, a concentração mínima do pigmento astaxantina atingiu o valor de $23,00 \mu\text{g.g}^{-1} \pm 0,14$ para o resíduo "in natura" somente seco em estufa por 2 horas a 105°C . De posse dos resultados conclui-se que o processo de transferência de massa por extração a óleo sofre influência direta da granulometria do resíduo da casca do camarão bem como, do tempo de batelada além do fator temperatura que contribui para a migração do pigmento astaxantina, presente no resíduo da casca do camarão *Xiphopenaeus kroyeri*, para a fase oleosa, obtendo-se um produto final que denominamos concentrado oleoso, fase oleosa rica no pigmento carotenóide astaxantina, que pode ser diretamente aplicado em rações na piscicultura, a exemplo do cultivo dos salmões em cativeiro, ou ainda na avicultura em rações para aves, tornando a carne mais avermelhada, ou ainda como pigmento natural em alimentos.

Palavras-chave: Astaxantina; Carotenóides; Resíduos; Camarão; Lipossolúvel.

INTRODUÇÃO

O resíduo do camarão é basicamente constituído de proteína (25-50%), quitina (25-35%), minerais (15-35%), e pigmentos como os carotenóides, essencialmente astaxantina (NARGIS et al, 2006), cujas porcentagens variam de acordo com a espécie, localização da pesca, partes constituintes e variação sazonal. Segundo Holanda (2004), tais diferenças devem-se também a fatores biológicos e/ou ambientais, como a alimentação, maturidade sexual, temperatura da água e estação do ano. Diante do exposto, desperta-se por meio de pesquisas científicas grande interesse em desenvolver alternativas de uso destes resíduos com vistas a

gerar produtos de valor agregado (ASSUNÇÃO e PENA, 2007). A Figura 1 a seguir ilustra o pigmento presente no cefalotórax (cabeça) em estuário dentro da pesquisa que é descartado para o meio ambiente.



Figura 1. Resíduo do Camarão (*Xiphopenaeus kroyeri*). Fonte: (Próprio Autor, 2019).

O beneficiamento do camarão é considerado um dos maiores gargalos na busca pela sustentabilidade da cadeia produtiva do pescado, pois geralmente a manufatura é baseada apenas no processamento do produto *in natura* sem a preocupação com o desenvolvimento de técnicas que envolvam o aproveitamento de seus coprodutos que são gerados em alta quantidade e descartados sem nenhuma forma de tratamento (SUCASAS, 2011).

O litoral do estado de Sergipe, possui ao longo dos seus 163 km de costa estuarina cinco grandes estuários caracterizando dessa forma uma biodiversidade aquática relevante (IBAMA, 2006). A atividade pesqueira em Sergipe é exercida em duas categorias distintas: pesca marítima e continental/estuarina, a primeira realizada em alto mar e o principal produto capturado é o camarão (CEPENE, 2007). A pesca estuarina é realizada por uma frota composta de canoas a remo e/ou vela, e uma pequena parcela motorizada, que operam exclusivamente nos estuários, rios (continental), lagos, açudes e mangues permitindo, devido a variedade de ambientes, uma maior diversificação dos pescados, apresentando também uma função social relevante ao Estado, pois constitui fonte de existência de famílias envolvidas nesta modalidade (RAMOS, 1999).

De acordo com o último boletim da estatística da pesca e aquicultura existente no Brasil (MPA, 2011), a pesca extrativa marinha no estado de Sergipe teve uma produção total de 6.127t destacando-se a prioridade da pesca artesanal, sendo a produção de crustáceos aproximadamente 41% e a pesca do camarão sete-barbas responsável por 62,6% deste total.

Em virtude das necessidades de adequação das indústrias às leis ambientais, o tratamento dos resíduos sólidos provenientes da indústria de processamento de camarão acarreta custos extras na produção e por este motivo muitos produtores infringem as leis e preferem jogar tais resíduos às margens de rios e praias, acarretando um grande problema de poluição ambiental nestes locais (GUILHERME et al., 2007). Deste modo, a transformação destes resíduos em coprodutos com valor agregado é importante, para que seja possível minimizar os problemas na produção e proporcionar maior eficiência ao processamento (BEERLI et al., 2004).

Nas indústrias de alimentos, os carotenóides são utilizados principalmente como corantes, com os objetivos de repor a cor perdida durante o processamento e armazenamento, colorir os alimentos incolores e uniformizar a coloração de alguns produtos alimentícios. Neste sentido são amplamente utilizados para conferir ou intensificar a cor em pastas alimentícias, doces, margarinas, queijos, salsichas entre outros alimentos (AKSU e EREN, 2007). Geralmente o método mais usado para extração do carotenóide a exemplo da astaxantina é

através do processo químico utilizando solventes orgânicos. A extração deve ser realizada o mais rápido possível, evitando a exposição à luz, oxigênio e altas temperaturas, visando minimizar os processos de degradação, sendo por estes fatores, recomendado que o processo de extração se realize em ambiente protegido de luz (SACHINDRA et al., 2006).

METODOLOGIA

Moagem e extração

A metodologia executada envolveu desde a coleta da amostra em comunidades marisqueiras e entrepostos de pescas, até a quantificação do carotenóide extraído. As amostras das cascas do camarão (*Xiphopenaeus kroyeri*), formadas por cefalotórax e abdômen, após coleta, foram conduzidas ao Laboratório de Tecnologias Alternativas da Universidade Federal de Sergipe. Onde foram secas em estufa de circulação de ar por 2 (duas) horas, a temperatura de 105 °C. Ao término dessa etapa a amostra foi levada para um moinho de facas Modelo Willey SL-31, onde foi triturada, e o particulado obtido foi passado em peneira granulométrica para obter um resíduo com granulometria menor que 200 mesh e o particulado retido foi utilizado em estudos de extração da α -quitina que é um homopolissacarídeo linear formado por unidades de 2-acetamida2-desoxi-D-glicose (*N*-acetil-D-glucosamina) unidas por ligações do tipo β -[1-4], encontradas principalmente nas carapaças de crustáceos, cutículas de insetos e na parede celular de fungos, sendo, depois da celulose, o biopolímero mais abundante na natureza, onde após desacetilação transforma-se em quitosana a qual pode ser usada como biofilmes comestíveis.

Extração do β -carotenóide astaxantina (ASX)

Foram avaliados a influência de 3 (três) diferentes tipos de óleo vegetal: soja, milho e girassol, na extração lipossolúvel, utilizando o método modificado de Chen e Meyers (1982). A concentração de 10% p/v da amostra do resíduo de camarão, com granulometria menor que 200 mesh foi transferida para dentro do reator batelada (DSTR), o qual continha 100 mL de óleo vegetal, que se encontrava a temperatura de 50°C. O sistema permaneceu em homogeneização pelo tempo de batelada de 1 (Uma) hora, conforme ilustra a Figura 3. As extrações foram realizadas em triplicatas para cada tipo de óleo vegetal, mantendo-se constante nos tratamentos as variáveis: tempo de extração 1(Uma) hora, temperatura 51°C, agitação de 80 rpm, granulometria do particulado 200 mesh.

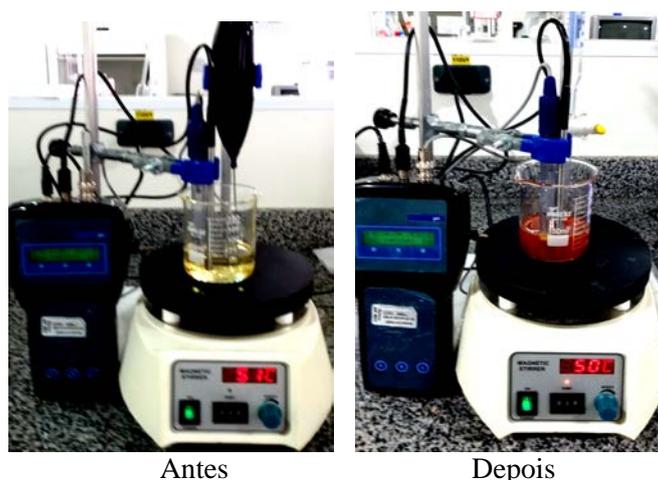


Figura 3. Esquema da Extração tempo 1 (Uma) hora. Fonte: (Próprio autor, 2018)

Após o tempo de batelada de 1 (Uma) hora e na temperatura de 50°C, o carotenóide astaxantina migrou para a fase oleosa, dando origem ao produto final que foi denominado de concentrado oleoso de astaxantina.

Separação da fase oleosa por centrifugação

Após esse tempo a mistura foi centrifugada e a fase oleosa, rica no carotenóide astaxantina, foi separada da fase sólida (resíduo), obtendo-se uma fase oleosa sobrenadante que foi separada e armazenada em recipiente escuro para evitar oxidação. O conteúdo de carotenóide em óleo pigmentado foi medido com o uso do espectrofotômetro em $\lambda_{\text{máx}}$ para a astaxantina em cada amostra.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Tabelas 1, 2 e 3 a seguir apresentam os resultados do conteúdo do carotenóide na fração oleosa expresso em μg astaxantina/g.óleo. Obtido nos ensaios realizados mantendo-se a mesma massa e variando-se o tipo de óleo com a temperatura constante de 50 °C e variando-se a granulometria do resíduo em três diferentes condições menor que 200 mesh, maior que 200 mesh e o resíduo (casca do camarão) sem nenhuma trituração. Foram realizados um conjunto de 03 ensaios para cada tipo de óleo, ou seja, soja, girassol e milho em cada proposta granulométrica, para que pudéssemos avaliar a concentração final do pigmento astaxantina em $\mu\text{g.g}^{-1}$ presente no resíduo, no processo de transferência de massa dos carotenóides usando-se o espectrofotômetro no comprimento de onda de 680 nm.

Tabela 1. Resultados das extrações com diferentes óleos vegetais.

Condições Experimentais: Granulometria < 200 mesh; T= 50°C; Tempo = 1 hora;

TIPO DO ÓLEO VEGETAL REFINADO	ASTAXANTINA ($\mu\text{g.g}^{-1}$)	VISCOSIDADE CINEMÁTICA DO CONCENTRADO OLEOSO (COASX) (CentStokes) a 50°C	CUSTO DO ÓLEO VEGETAL (R\$/L)
Soja	102,00 \pm 0,13	41,60 \pm 0,039	R\$ 3,39*
Girassol	89,45 \pm 0,45	37,45 \pm 0,018	R\$ 6,95*
Milho	72,80 \pm 0,39	36,24 \pm 0,023	R\$ 6,79*

*Depende da Região em virtude das taxas. Cotação em Out. 2019. BRL no mercado brasileiro

Tabela 2. Resultados das extrações com diferentes óleos vegetais .

Condições Experimentais: Granulometria > 200 mesh; T= 50°C; Tempo = 1 hora;

TIPO DO ÓLEO VEGETAL REFINADO	ASTAXANTINA ($\mu\text{g.g}^{-1}$)	VISCOSIDADE CINEMÁTICA DO CONCENTRADO OLEOSO (COASX) (CentStokes) a 50°C	CUSTO DO ÓLEO VEGETAL (R\$/L)
Soja	113,00 \pm 0,10	43,50 \pm 0,035	R\$ 3,39*
Girassol	94,45 \pm 0,40	38,45 \pm 0,028	R\$ 6,95*
Milho	82,80 \pm 0,32	37,24 \pm 0,043	R\$ 6,79*

*Depende da Região em virtude das taxas. Cotação em Out. 2019. BRL no mercado brasileiro

Tabela 3. Resultados das extrações com diferentes óleos vegetais.

Condições Experimentais: Granulometria > 200 mesh; T= 50°C; Tempo = 1 hora;

TIPO DO ÓLEO VEGETAL REFINADO	ASTAXANTINA ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	VISCOSIDADE CINEMÁTICA DO CONCENTRADO OLEOSO (COASX) (CentStokes) a 50°C	CUSTO DO ÓLEO VEGETAL (R\$/L)
Soja	23,00 \pm 0,14	40,60 \pm 0,034	R\$ 3,39*
Girassol	20,45 \pm 0,30	36,45 \pm 0,010	R\$ 6,95*
Milho	22,80 \pm 0,22	34,24 \pm 0,020	R\$ 6,79*

*Depende da Região em virtude das taxas. Cotação em Out. 2019. BRL no mercado brasileiro

A Figura 4 a seguir ilustra o concentrado oleoso de astaxantina, do óleo de soja cujo melhor resultado foi de 113,00 \pm 0,10 μg astaxantina/g.resíduo.



Figura 4. Concentrado oleoso de astaxantina (Béquer da direita). Fonte: (Próprio autor, 2018)

CONCLUSÕES

O processo de extração do carotenóide astaxantina pela rota tecnológica lipossolúvel, demonstrou que a melhor eficiência de extração do pigmento foi de 113,00 \pm 0,10 μg astaxantina/g.resíduo com o óleo de soja, com a granulometria maior que 200 mesh. O que pode ser justificado que em virtude do aumento do diâmetro da partícula, houve um melhor processo de transferência de massa do pigmento para a fase oleosa, pois a porosidade da partícula foi maior permitindo um fluxo de saída do carotenóide. No entanto verificou-se que quando o resíduo é utilizado “*in natura*” sem nenhuma trituração ocorre uma queda da concentração do pigmento na fase oleosa, pois a porosidade do exoesqueleto dificulta o processo de transferência de massa, cujo o máximo valor obtido foi para a extração com o óleo de soja que foi de 23,00 \pm 0,10 μg astaxantina/g.resíduo.

O processo de obtenção da astaxantina a partir do resíduo agroindustrial da casca do camarão (*Xiphopenaeus kroyeri*), como exposto, no presente estudo, vem despertando interesse pois além de gerar um produto com um excelente valor agregado de mercado, reduz a questão do impacto ambiental pós beneficiamento.

Além disso o fração sólida pode ser utilizada na produção de rações para avicultura, onde a torta gerada, após filtrada em filtros prensas e seca, pode ser transformada em farelo, e incorporada em rações na avicultura de corte. Com base no dado de produtividade de 100.000 toneladas anuais calcula-se que 15% a 20% corresponda ao resíduo constituído por cefalotórax e abdômen. O que equivale a 15.000 a 20.000 toneladas anuais de resíduo, que quando bem

gerenciado ambientalmente pode ser transformado em um negócio para a área de pigmentos naturais e desenvolvimento de rações além da possibilidade da produção de quitina e quitosana.

REFERÊNCIAS

- AKSU, Z. ; EREN, A.T. Production of carotenoids by isolated yeast of *Rhodotorula glutinis*. **Biochemical Engineering Journal**, v. 35, p. 107-113, 2007.
- ASSUNÇÃO, A. B.; PENA, R. D. S. Comportamento higroscópico do resíduo seco de camarãorosa. **Ciencia e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 4, p. 786-793, 2007.
- BEERLI, E. L.; BEERLI, K. M. C.; LOGATO, P. V. R. Silagem ácida de resíduos de truta (*Oncorhynchus mykiss*), com a utilização de ácido muriático. **Ciência Agrotécnica**, v. 28, n.1, p.195-198, 2004.
- CEPENE. Boletim estatístico da pesca marítima e estaurina do Nordeste do Brasil - 2005 - Tamandaré, PE, 2007
- GUILHERME, R. F.; CAVALHEIRO, J. M. O.; SOUZA, P. A. S. Caracterização química e perfil aminoácido da farinha de silagem de cabeção de camarão. **Ciência Agrotécnica**, v.31, n.3, p.793-797, 2007.
- HANDAYANI, A. D., SUTRISNO, N. I.; ISMADJI, S. Extraction of astaxanthin from giant tiger (*Panaeus monodon*) shrimp waste using palm oil: Studies of extraction kinetics and thermodynamic. **Bioresource Technology**, v. 99, p. 4414–4419, 2008.
- HOLANDA, H. D. **Hidrólise enzimática dos resíduos do camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) e caracterização dos subprodutos**. Campinas. Tese (Doutorado em Ciência da Nutrição) Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, Campinas, 162p, 2004
- IBAMA. Estatística da pesca 2007. Brasil: grandes regiões e unidades da federação. Brasília: IBAMA, 2007.
- IBAMA. Estatística da pesca, 2006. Brasil: grandes regiões e unidades da Federação. Brasília: Coordenação-Geral de Autorização de Uso e Gestão da Fauna e Recursos Pesqueiros, 174 p., 2008.
- LIM, G. B.; LEE, S.; LEE, E.; HAAM, S.; KIM, W. Separation of astaxanthin from red yeast *Phaffia rhodozyma* by supercritical carbon dioxide extraction. **Biochemical Engineering Journal**, n.11, p.181–187,2002.
- MPA - Ministério da Pesca e Aquicultura. Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura, Brasília, 2011.
- NARGIS, A.; AHMED, K. N.; AHMED, G. M.; HOSSAIN, M. A.; RAHMAN, M. Nutritional Value and Use of Shrimp Head Waste as Fish Meal. **Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research**, v. 41, n.1-2, p. 63-66, 2006.
- RAMOS, V. O. C. **Pesca, pescadores e políticas públicas no Baixo São Francisco, Sergipe**. Dissertação (mestrado), Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente - PRODEMA, Universidade Federal de Sergipe, 1999.
- SACHINDRA, N. M.; BHASKAR, N.; MAHENDRAKAR, N. S. Recovery of carotenoids from shrimp waste in organic solvents. **Waste Management**, n. 26, p. 1092–1098, 2006.
- SUCASAS, L. F. A. **Avaliação do resíduo do processamento de pescado e desenvolvimento de co-produtos visando o incremento da sustentabilidade na cadeia produtiva**. São Paulo. Tese Universidade de São Paulo USP Centro de Energia Nuclear na Agricultura, São Paulo, 164p., 2011.