Gestão:

Reunião de Acompanhamento e Avaliação - RAA 2026

Utilização de resíduos do processamento de pescado na formulação de fluido biopolimérico para aplicação na recuperação avançada de petróleo

Celeri, Eliomar Pivante [1]; Lacerda Jr,Valdemar[2]

[1]PRH 53/Ufes, Química / Ufes, Vitória – ES; eliomar.celeri@edu.ufes.br

[2]Docente, Química / Ufes, Vitória – ES; valdemar.lacerda@ufes.br

1. INTRODUÇÃO

A recuperação avançada de petróleo por métodos químicos (cEOR) emprega agentes capazes de modificar as propriedades do sistema óleo–água–rocha, favorecendo a mobilização do petróleo residual. Entretanto, os custos e impactos ambientais associados aos produtos sintéticos incentivam a busca por alternativas sustentáveis. Nesse contexto, este trabalho investiga o potencial de proteínas obtidas de resíduos do processamento de pescado como agentes biopoliméricos para aplicação em cEOR. Foram utilizados isolados proteicos de resíduos de cação, pintado e tilápia, obtidos por solubilização por variação de pH e precipitação isoelétrica. Os materiais foram caracterizados quanto à composição química, propriedades estruturais, térmicas, reológicas e interfaciais, incluindo a avaliação da capacidade emulsificante e dos efeitos do tratamento ultrassônico.

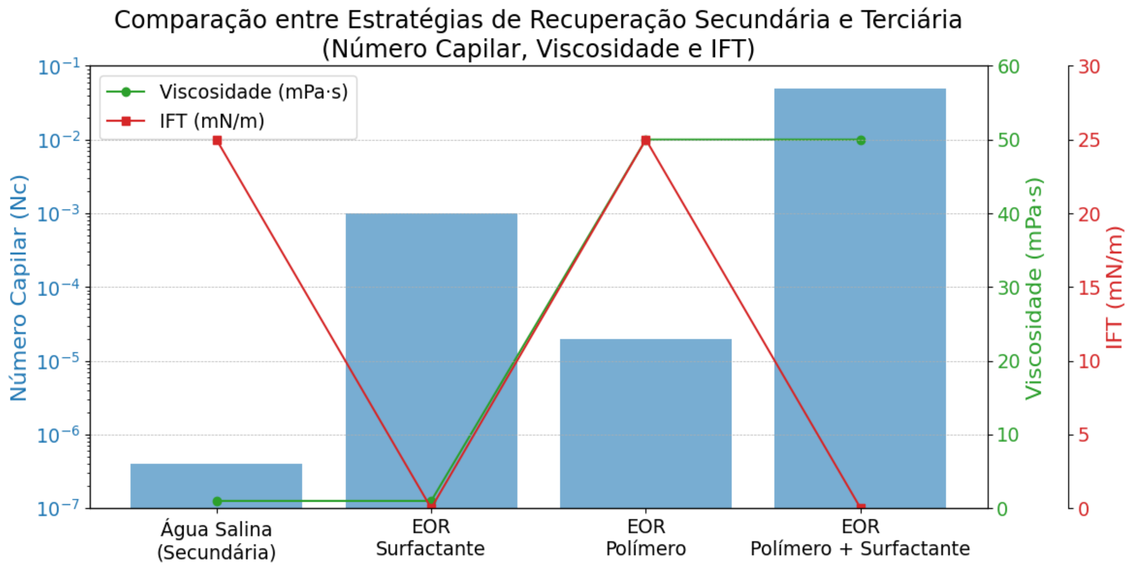


Figura 1 – Influência da viscosidade e da tensão interfacial no número capilar durante as etapas de recuperação de petróleo. Os valores do número capilar (Nc) foram estimados a partir de valores típicos de tensão interfacial óleo–água, viscosidade do fluido injetado e velocidade intersticial.

Objetivo:

- Obter isolados proteicos a partir de resíduos do processamento de pescado (cação, pintado e tilápia).
- Caracterizar as propriedades físico-químicas, estruturais e térmicas dos isolados proteicos.
- Avaliar as propriedades reológicas, emulsificantes e interfaciais dos isolados.
- Desenvolver formulações biopoliméricas para aplicação na recuperação avançada de petróleo (cEOR).
- Avaliar o potencial dos biopolímeros na melhoria da recuperação de petróleo.

2. METODOLOGIA

1. Coleta e pré-tratamento: Obtenção de resíduos de cação, pintado e tilápia, seguida de lavagem, tratamento químico, trituração e armazenamento.

2. Extração proteica: Solubilização em meio ácido (pH 2,5) e alcalino (pH 12), seguida de precipitação isoelétrica, centrifugação e liofilização.

3. Caracterização físico-química e estrutural: Análise centesimal, espectroscopia no infravermelho (FTIR), difração de raios X (DRX), solubilidade e capacidade de retenção de água e óleo.

4. Caracterização térmica: Análises termogravimétricas (TGA/DSC) e estudo cinético da degradação térmica.

5. Tratamento ultrassônico: Aplicação de ultrassom por até 45 minutos e avaliação das modificações estruturais por espalhamento dinâmico de luz (DLS).

6. Avaliação emulsificante e interfacial: Preparo de emulsões óleo–água, análise da estabilidade e determinação da tensão interfacial.

7. Caracterização reológica: Avaliação da viscosidade e do comportamento dos fluidos em diferentes taxas de cisalhamento.

3. RESULTADOS

Amostra	Lipídios (%)	Proteínas (%)	Umidade (%)	Cinzas (%)
IP-Ca	1,75 (± 0,40)	79,70 (± 2,10)	8,13 (± 1,79)	5,73 (± 1,93)
IP-Pt	2,58 (± 0,12)	83,51 (± 0,92)	7,17 (± 2,97)	2,88 (± 0,34)
IP-Tp	2,63 (± 0,77)	83,77 (± 1,56)	7,20 (± 1,84)	1,87 (± 1,15)

Tabela 1 – Análise centesimal dos diferentes isolados proteicos.

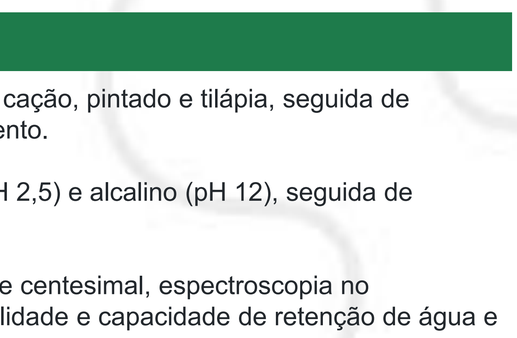


Figura 2 – Espectro FTIR dos isolados proteicos.

OFW									
α	IP-Pt			IP-Ca			IP-Tp		
	R^2	E_a (kJ.mol^{-1})	Ln(A) (s^{-1})	R^2	E_a (kJ.mol^{-1})	Ln(A) (s^{-1})	R^2	E_a (kJ.mol^{-1})	Ln(A) (s^{-1})
0,3	0,9796	**138,10**	29,03	0,9717	**140,81**	29,44	0,9971	**141,21**	29,95
0,4	0,9941	**140,46**	28,61	0,9672	**145,05**	29,39	0,9828	**145,11**	29,77
0,5	0,9985	**137,29**	27,21	0,9669	**150,81**	29,84	0,9764	**151,36**	30,23
0,6	0,9859	**174,06**	33,70	0,9564	**174,70**	33,72	0,9047	**179,86**	34,94
0,7	0,9725	**327,17**	61,25	0,9928	**276,95**	51,28	0,9108	**155,94**	28,90
KAS									
α	IP-Pt			IP-Ca			IP-Tp		
	R^2	E_a (kJ.mol^{-1})	Ln(A) (s^{-1})	R^2	E_a (kJ.mol^{-1})	Ln(A) (s^{-1})	R^2	E_a (kJ.mol^{-1})	Ln(A) (s^{-1})
0,3	0,9768	**135,86**	28,56	0,9782	**158,60**	33,15	0,9975	**136,78**	29,00
0,4	0,9933	**138,02**	28,11	0,9583	**138,66**	28,15	0,9584	**138,77**	28,51
0,5	0,9984	**134,42**	26,64	0,9781	**158,08**	31,33	0,9781	**158,14**	31,53
0,6	0,9842	**172,86**	33,46	0,9153	**180,54**	34,80	0,8745	**181,77**	35,26
0,7	0,9504	**335,50**	62,81	0,9976	**281,55**	52,07	0,9031	**155,57**	28,68

Tabela 2 – Dados cinéticos obtidos pelos métodos OFW e KAS para os diferentes isolados proteicos.

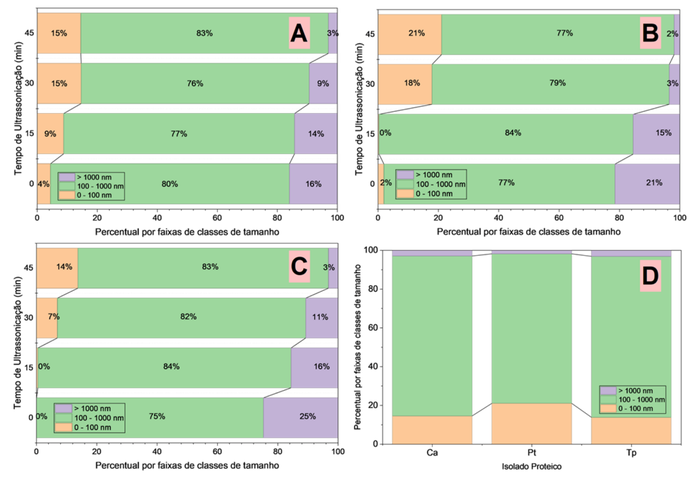


Figura 3 – Efeito do tratamento ultrassônico nas soluções dos IP.

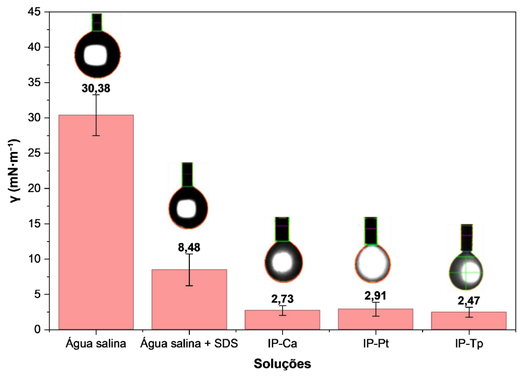


Figura 4 – tensão interfacial das soluções de isolados proteicos a 10 mg/mL sonicadas por 45 min e sistemas na ausência dos isolados.

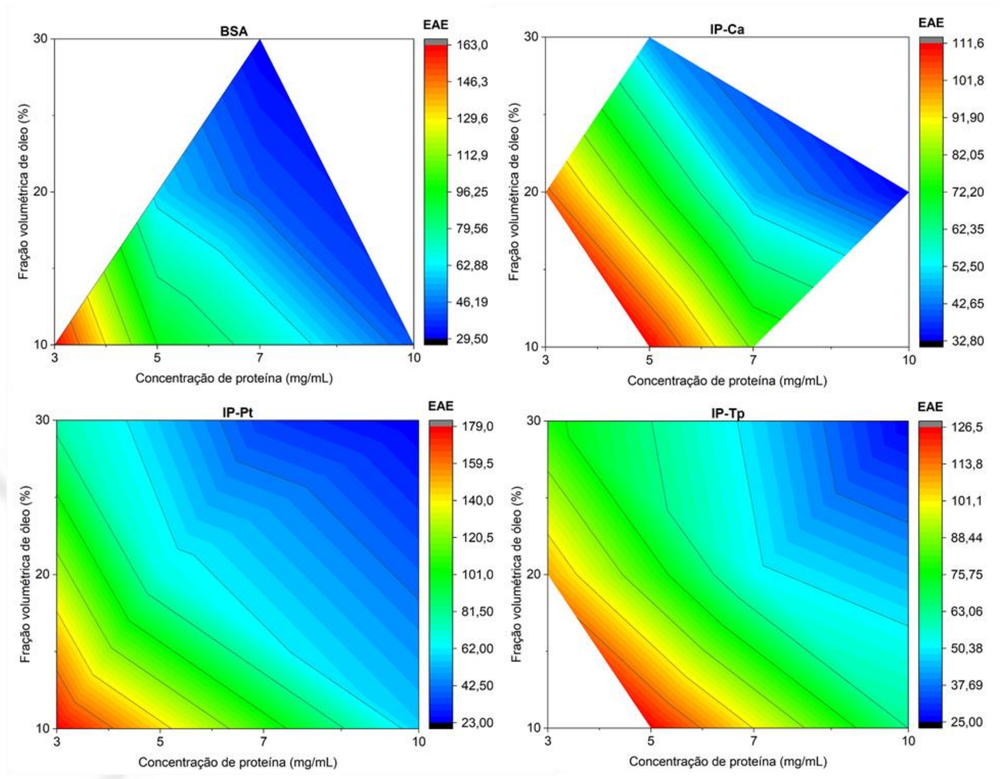


Figura 5 – Superfície de resposta para cada isolado proteico a partir do planejamento de experimento para teste de atividade emulsificante.

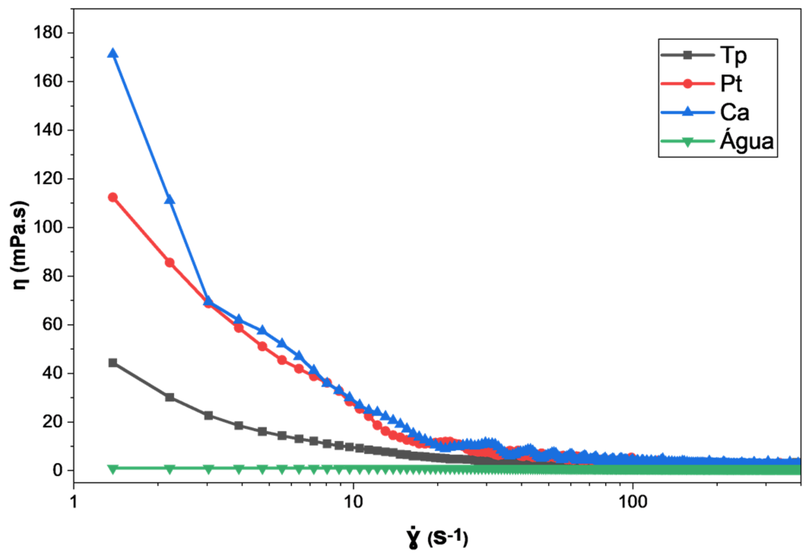


Figura 6 – Curvas de viscosidade aparente versus tensão de cisalhamento para as soluções dos IP e água destilada.

4. CONCLUSÕES

- Os resíduos de pescado demonstraram potencial como fonte sustentável de biopolímeros para aplicação em cEOR.
- Os isolados proteicos apresentaram propriedades físico-químicas, estruturais e térmicas favoráveis à aplicação proposta.
- O isolado de cação apresentou maior afinidade pela água, enquanto o de pintado destacou-se pela interação com a fase oleosa e capacidade emulsificante.
- Todos os isolados exibiram comportamento pseudoplástico, favorável ao controle da mobilidade dos fluidos.
- As formulações contendo proteínas e SDS promoveram redução da tensão interfacial óleo–água.
- Os resultados indicam potencial para aplicação em recuperação avançada de petróleo, sendo necessários ensaios adicionais para comprovar a eficiência de recuperação.

AGRADECIMENTOS

Ao PRH-ANP gestão Fapesp (Processo Fapesp n° 2025/02613-7).