

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir, são apresentados os resultados e discussões obtidos nos ensaios de eletrocoagulação da emulsão óleo-água sintética. Os parâmetros iniciais de cada experimento podem ser vistos na tabela 5-4.

6.1.

Efeito da presença do Surfatante nos valores da DQO

Para poder avaliar o nível de remoção do óleo da emulsão, usou-se o análise de DQO pelo método Hach, sendo a emulsão estabilizada quimicamente por um surfatante. O valor da DQO da emulsão está em função das quantidades de óleo e surfatante adicionadas.

Para poder determinar a influencia do óleo nos valores de DQO se realizaram alguns experimentos de electrocoagulação usando uma mistura de água destilada com o surfatante (oleáto de sódio). Esses experimentos foram feitos nas mesmas condições que os experimentos em que se usou a emulsão.

Realizaram-se dois grupos de experimentos: o primeiro, desde o 1.1 até o 1.5, foi feito para tratar uma solução de água com surfatante. Foram usados diferentes valores de corrente (0,5 A; 1 A; 2 A; 4 A; e 8 A) e dividindo-os pela área do eletrodo obtemos diferentes densidades de corrente ($1,11 \text{ mA.cm}^{-2}$, $2,22 \text{ mA.cm}^{-2}$, $4,45 \text{ mA.cm}^{-2}$, $8,89 \text{ mA.cm}^{-2}$ e $17,79 \text{ mA.cm}^{-2}$, respectivamente), e, o segundo grupo desde 2.1 até 2.5, com os mesmos valores de densidade de corrente para tratar a emulsão.

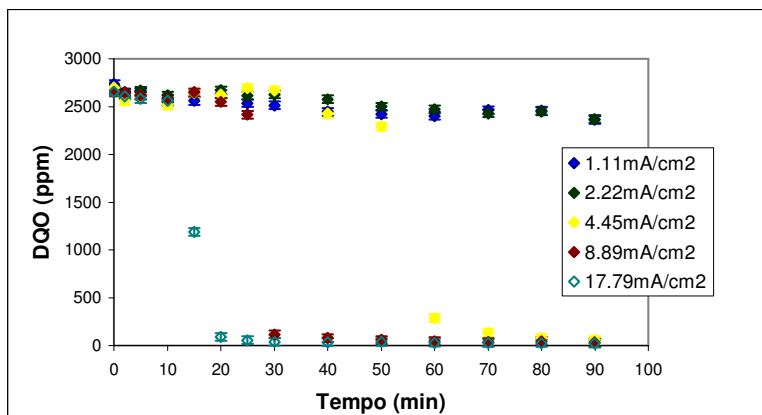


Figura 6-1 Remoção da DQO da solução em função do tempo; $i=(1.11, 2.22, 4.45, 8.79, 17,79) \text{ mA.cm}^{-2}$; [Surfatante]=1 g.L⁻¹; [óleo]=0 g.L⁻¹, [NaCl]=3 g.L⁻¹; d=10 mm; pH=8,70.

Os resultados dos primeiros experimentos mostraram um valor médio de $\approx 2600 \text{ ppm}$, para a concentração de DQO nas experiências que trataram solução e surfatante, como pode ser visto na figura 6-1, enquanto as experiências para a emulsão, mostraram valores de $\approx 6500 \text{ ppm}$, como mostrado na figura 6-2. Se considerarmos que a diferença entre ambos os valores mostraria o valor real da DQO para o óleo sem presença do surfatante, teríamos um valor inicial médio de 4000 ppm de DQO.

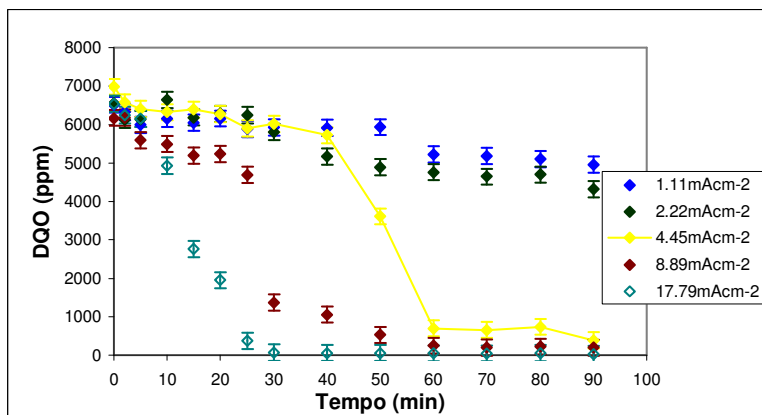


Figura 6-2 Remoção da DQO da emulsão em função do tempo; $i=(1.11, 2.22, 4.45, 8.79, 17,79) \text{ mA.cm}^{-2}$; [Surfatante]=1 g.L⁻¹; [óleo]=3 g.L⁻¹, [NaCl]=3 g.L⁻¹; d=10 mm; pH=8,70.

Na literatura encontramos outros trabalhos aonde também usaram a DQO para medir o conteúdo de óleo na emulsão, mas não indicam o efeito do surfatante nos valores de DQO.

6.2. *Efeito da densidade de corrente*

Neste trabalho, os experimentos foram conduzidos em condições galvanostáticas, em que mantemos fixa a corrente elétrica do sistema, sendo necessário variar a tensão (figura 6-3). Observa-se pela figura abaixo que a tensão diminuiu com o tempo (Cheng-Lu [1]) até encontrar um valor constante, devido ao incremento da força iônica, (Cañizares et al. [3]). Nos casos em que altos valores de densidade de corrente foram usados ($8,89 \text{ mA.cm}^{-2}$ e $17,79 \text{ mA.cm}^{-2}$), observou-se um novo aumento da tensão, que pode ser devido à formação de camadas passivadoras na superfície do eletrodo. [14]

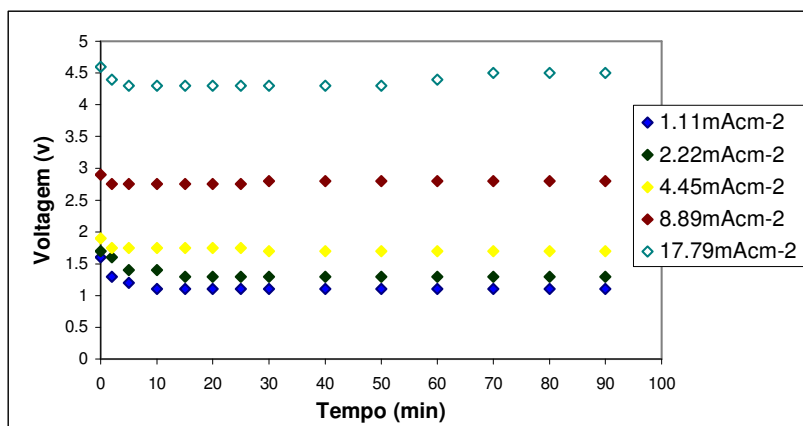


Figura 6-3 Efeito da densidade de corrente na resposta da tensão em função do tempo; $i=(1.11, 2.22, 4.45, 8.79, 17,79) \text{ mA.cm}^{-2}$; [Surfatante]=1 g.L⁻¹; [óleo]=3 g.L⁻¹, [NaCl]=3 g.L⁻¹; d=10 mm; pH=8,70.

Na literatura, encontramos que, geralmente, é avaliado o efeito da densidade de corrente no processo. Em nosso caso, ao trabalhar com uma área constante de eletrodos ($449,81 \text{ cm}^2$), não se encontra uma diferença ao falar de corrente elétrica ou densidade de corrente.

Tabela 6-1 Resumo de resultados do efeito da densidade de corrente na remoção da DQO.

Experimento	Corrente (A)	Densidade (mA.cm ⁻²)	DQO Inicial (ppm)	DQO Final (ppm)	% Remoção
2.1	0,5	1,11	6516,09	4958,64	23,90
2.2	1	2,22	6548,67	4320,02	34,03
2.3	2	4,45	6985,28	384,03	94,50
2.4	4	8,89	6170,71	195,05	96,84
2.5	8	17,79	6542,15	31,32	99,52

O efeito da variação da densidade de corrente na eficiência de remoção final da DQO é mostrado na tabela 6-1. Aparentemente, a remoção da DQO incrementa com um aumento da corrente elétrica ou densidade de corrente, como observado por Bensadok et al. [37], Khemis et al. [38], Dimoglo et al. [8], Xu & Zhu [39], Kobya et al.[29].

Observando a figura 6-4, (curvas cinéticas), podemos ver que apresentam-se curvas, de tipo “S” se for avaliado a remoção porcentual e, “S invertido”, se avaliado o taxa de redução da concentração da DQO (figura 6-2). Essas curvas também foram encontradas por Khemis et al. [38] e Holt [9].

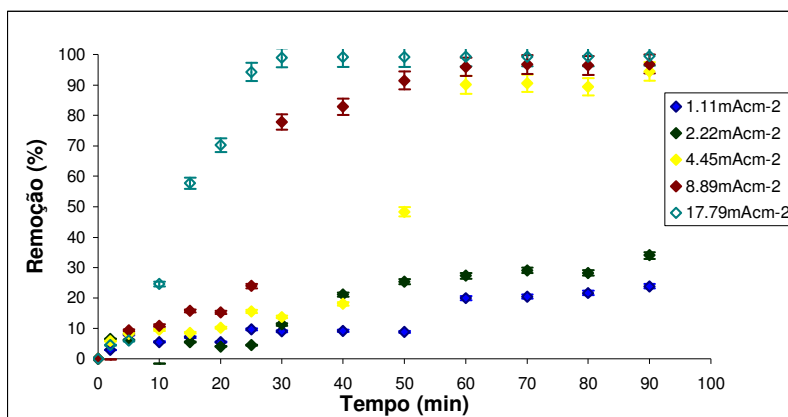


Figura 6-4 Efeito da densidade de corrente na eficiência de remoção da DQO em função do tempo; $i=(1.11, 2.22, 4.45, 8.79, 17.79)$ mA.cm⁻²; [Surfatante]=1 g.L⁻¹; [óleo]=3 g.L⁻¹, [NaCl]=3 g.L⁻¹; d=10 mm; pH=8,70.

Essas curvas mostram que o processo de eletrocoagulação para esse caso exibe três fases, a fase (latência) inicial, na qual não se observa remoção do poluente (concentração de DQO permanece quase constante) já que para dar início a quebra da emulsão precisa-se certa quantidade de alumínio em solução, a segunda fase na qual acontece uma queda significativa na concentração da DQO é denominada fase reativa, e a fase estável em que não se conseguiu alcançar maior remoção do poluente.

A densidade de corrente tem um grande efeito na cinética do tratamento da emulsão sintética: maiores valores de densidades de corrente permitem obter menores períodos de latência, e, portanto o tempo global para completar o tratamento é diminuído. Isso ocorre porque a densidade de corrente está vinculada com a taxa de produção de espécies Al (III).

As curvas “S” podem ser visualizadas de uma melhor forma quando trabalhamos com uma densidade de corrente elétrica igual a $4,45 \text{ mA.cm}^{-2}$, precisando-se de 45 minutos para ser apreciado uma diminuição nos valores da DQO. Com menores densidades de corrente ($1,11 \text{ mA.cm}^{-2}$ e $2,22 \text{ mA.cm}^{-2}$) essas curvas não são visualizadas, devido ao curto tempo do processo, precisando assim, de maiores tempos para alcançar o início da fase reativa (maior que 100 minutos). Já com altas correntes $8,89 \text{ mA.cm}^{-2}$ e $17,79 \text{ mA.cm}^{-2}$, o início dessa fase acontece rapidamente, sendo 10 minutos e 25 minutos respectivamente, tempo no qual não é visualizado o fenômeno.

Portanto, podemos dizer que o incremento da corrente elétrica ou densidade de corrente, não influencia a eficiência de remoção do processo, e sim, diminui o tempo para atingir a máxima remoção possível (Chen et al. [27], Kumar et al. [36], Mouedhen et al. [23]).

A figura 6-5 mostra o consumo de energia do processo de eletrocoagulação com o decorrer do tempo calculado, a partir da equação 4-29. Observa-se que o consumo energético incrementa com um aumento da corrente ou densidade de corrente e com o tempo de tratamento da emulsão. O consumo de energia, depois do tempo de tratamento (90 minutos), é apreciado na tabela 6-2, sendo de $0,20 \text{ kW.h.m}^{-3}$ e $10,12 \text{ kW.h.m}^{-3}$, para $1,11 \text{ mA.cm}^{-2}$ e $17,79 \text{ mA.cm}^{-2}$ respectivamente. Segundo Arslan-Alaton et al.[44], o valor limite máximo do consumo de energia para a aplicabilidade de um tratamento de efluentes como tecnologia industrial foi estabelecido com um valor igual a 10 kW.h.m^{-3} . Tendo um tempo ideal de

tratamento igual a 75 minutos (tempo em que se logro atingir mais de 90% de eficiência de remoção ao trabalhar com valores de densidade igual a 4,45 mA.cm⁻², 8,89 mA.cm⁻² e 17,79 mA.cm⁻²), conseguiu-se diminuir o consumo de energia como mostrado na tabela 6-3, assim os valores de consumo de energia para todas as densidades utilizadas foram menores que o limite já mencionado.

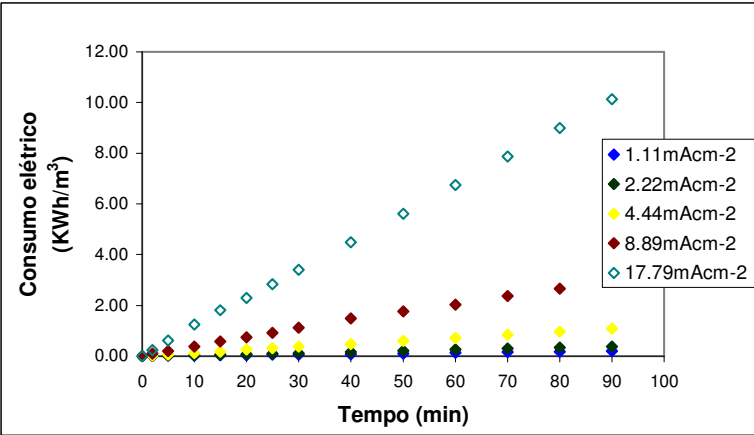


Figura 6-5 Consumo de energia em função do tempo; $i=(1.11, 2.22, 4.45, 8.79, 17.79)$ mA.cm⁻²; [Surfatante]=1 g.L⁻¹; [óleo]=3 g.L⁻¹, [NaCl]=3 g.L⁻¹; d=10 mm; pH=8,70.

O consumo de eletrodos teórico num processo de eletrocoagulação pode ser determinado por meio da equação 4-6 (lei de Faraday). Porém, é necessário especificar que o peso molecular (M) do alumínio é 27 g.mol⁻¹ e o número de oxidação 3.

Tabela 6-2 Eficiência de corrente sob diferentes correntes aplicadas.

Experimento	Corrente (A)	Experimental (g)	Faraday (g)	Eficiência de corrente (%)	Consumo Energia (kWh/m ³)
2-1	0,5	0,308	0,252	122,40	0,20
2-2	1	0,605	0,503	120,28	0,38
2-3	2	1,263	1,007	125,42	1,09
2-4	4	2,437	2,013	121,06	3,00
2-5	8	4,837	4,026	120,14	10,12

Os resultados podem ser vistos na tabela 6-2, que mostra o consumo teórico segundo a lei de faraday e os dados experimentais, podendo-se observar

que quanto maior a densidade de corrente elétrica maior será o consumo do eletrodo. Com esses dados, podemos calcular a eficiência de corrente do eletrodo de alumínio no processo.

Tabela 6-3 Consumo de Energia em função do tempo ideal de tratamento.

Experimento	Corrente (A)	Densidade (mA.cm ⁻²)	Consumo Energia (kWh/m ³) com 90 min. de tratamento	Consumo Energia (kWh/m ³) com 75 min. de tratamento
2-1	0,5	1,11	0,20	0,17
2-2	1	2,22	0,38	0,32
2-3	2	4,45	1,09	0,91
2-4	4	8,89	3,00	2,50
2-5	8	17,79	10,12	8,43

Observando os resultados da eficiência de corrente, vemos que a variação de corrente não afeta o valor de consumo super farádico, que permanece com um valor quase constante médio igual a $(121.86 \pm 1.64) \%$, sendo o efeito diferente ao mostrado por Mouedhen et al. [23], que observaram uma maior eficiência de corrente com menores valores de densidade de corrente. O desvio entre os dados experimentais e dados teóricos pode ser visto na figura 6-6.

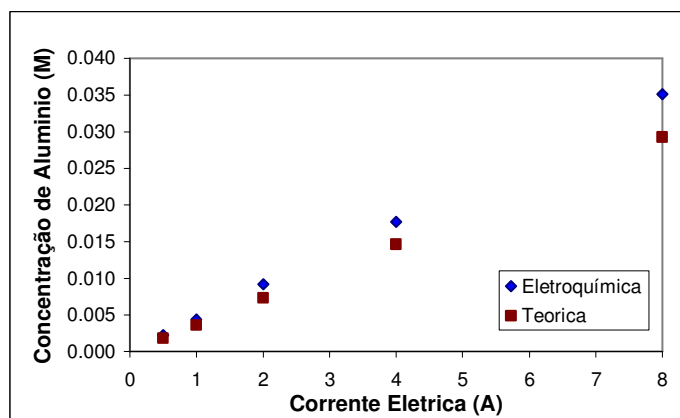


Figura 6-6 Concentração de alumínio produzido no processo de EC sob diferentes valores de densidade de corrente aplicada; tempo= 90 min; [Surfatante]=1 g.L⁻¹; [óleo]=3 g.L⁻¹; [NaCl]=3 g.L⁻¹; d=10 mm; pH=8,70.

Sabendo a eficiência de corrente média e o tempo no qual se dá início à fase reativa, pode ser calculada a concentração mínima de alumínio requerida para dar

início à quebra da emulsão, valores vistos na tabela 6-4. Sendo necessários 0,14 g.L⁻¹ de alumínio em solução para dar início a quebra da emulsão.

Tabela 6-4 Concentração mínima de alumínio para a quebra de emulsão.

Experimento	Densidade (mA.cm ⁻²)	Experimental (g.L ⁻¹)
2-1	1,11	--
2-2	2,22	--
2-3	4,45	0,13
2-4	8,89	0,15
2-5	17,79	0,14

6.3.

Efeito da distância entre eletrodos

Ao aumentar o afastamento dos eletrodos, ocorrem menos interações entre as espécies, motivo pelo qual se aprecia uma diminuição na remoção (Xu & Zhu [39], Modirshahla et al. [31]). O caso de se usar eletrodos perfurados e uma boa agitação dentro da célula faz com que a difusão dentro da célula incremente, não sendo observada uma diferença significativa na porcentagem de remoção ou na velocidade para atingir a fase reativa quando se variou o afastamento entre eletrodos de 5 mm até 40 mm, como pode ser observado na figura 6-7.

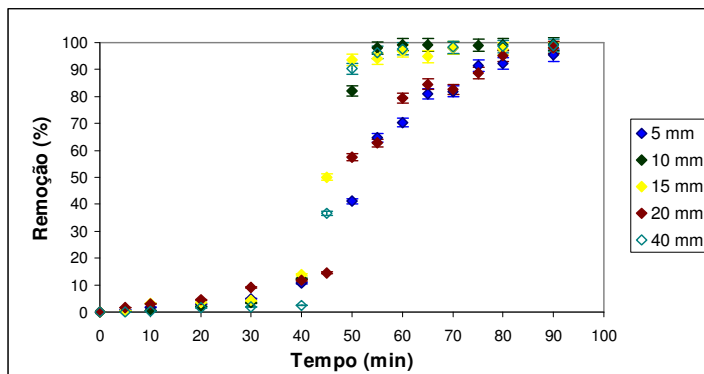


Figura 6-7 Efeito da distancia de eletrodos na porcentagem de remoção da DQO em função do tempo; d=(5, 10, 15, 20, 40) mm; i=4.45 mA.cm⁻²; [Surfatante]=1 g.L⁻¹; [óleo]=3 g.L⁻¹, [NaCl]=3 g.L⁻¹; pH=8,70.

Na figura 6-8, pode ser apreciado o efeito que causa a variação da distância entre os eletrodos no consumo elétrico do processo em função do tempo. Como é esperado, aumentando a distância, aumenta o consumo. Devido a tal fato, essa variável seria considerada como um fator de otimização de custos como afirmaram Den & e Huang citados por Ferreira [33]. A tabela 6-5 mostra a diminuição do consumo de energia do tratamento quando foram considerados 75 minutos como o tempo ideal do processo para obter uma remoção acima de 90 % de eficiência.

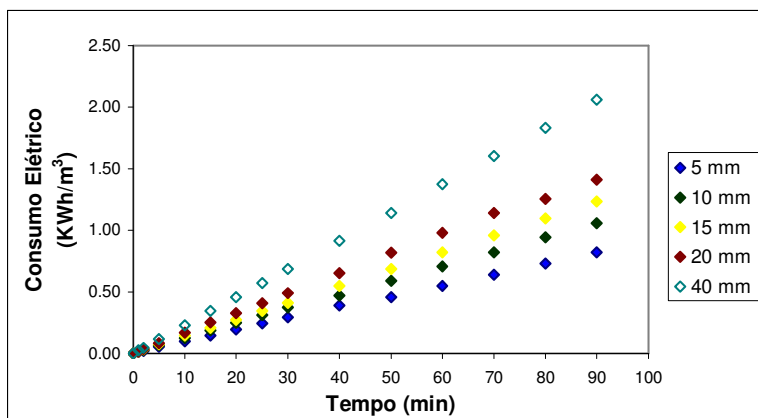


Figura 6-8 Consumo de energia em função do tempo; $d=(5, 10, 15, 20, 40)$ mm; $i=4.45$ mA.cm⁻²; [Surfatante]=1 g.L⁻¹; [óleo]=3 g.L⁻¹, [NaCl]=3 g.L⁻¹, pH=8,70.

Tabela 6-5 Consumo de Energia em função do tempo ideal de tratamento.

Experimento	Densidade de Corrente (mA.cm ⁻²)	Distancia entre eletrodos (mm)	Consumo Energia (kWh/m ³) com 90 min. de tratamento	Consumo Energia (kWh/m ³) com 75 min. de tratamento
3.1	4,45	5	0,82	0,69
3.2	4,45	10	1,06	0,88
3.3	4,45	15	1,24	1,03
3.4	4,45	20	1,41	1,18
3.5	4,45	40	2,06	1,72

6.4.

Efeito do pH inicial da emulsão

Para observar o efeito do pH no processo, realizaram-se os experimentos 5.1 e 5.5. Os resultados desses experimentos podem ser vistos na tabela 6-6 e na figura 6-9. Porém, com baixos valores de pH, a emulsão não apresenta tão boa estabilidade ($\approx -40\text{mV}$), como apresenta com valores acima de pH igual a 7 ($\approx -75\text{mV}$).

Tabela 6-6 Resumo de resultados variando o pH.

Experimento	pH inicial	Potencial zeta Inicial (mV)	pH final	% Remoção
5.1	4,06	-40	8,70	98,98
5.2	7,21	-75	9,09	99,43
5.3	8,10	-80	9,00	99,51
5.4	10,80	-75	10,35	54,35
5.5	12,10	-74	10,84	19,60

De acordo com os resultados mostrados, podemos afirmar que o valor do pH influencia na remoção do poluente e, não simplesmente na velocidade para atingir a fase reativa, como no caso da densidade de corrente. A velocidade para se atingir a fase reativa da curva “S” dependerá da concentração e solubilidade das espécies presentes na solução, ao mesmo tempo que, a concentração do alumínio na solução dependerá da corrente elétrica fornecida no sistema.

No diagrama de predominância (figura 4-2) é visto que a baixos valores de pH, predomina o Al^{3+} , enquanto na faixa de 4,5 até 9,50 predomina o Hidróxido de alumínio. Já com valores acima de 9,50 predomina o $\text{Al}(\text{OH})_4^-$.

Considerando o dito anteriormente e os resultados das experiências podemos indicar que a espécie que realiza a quebra da emulsão seria o $\text{Al}(\text{OH})_3$.

Nestes experimentos, foi observado que com baixos valores de pH da emulsão o tempo requerido para alcançar a quebra da emulsão é menor que quando trabalhamos com altos valores de pH, isso pode ser explicado devido ao fato que uma emulsão é mais estável com maior valor de pH.

Encontraram-se valores de remoção acima de 95 % trabalhando com valores menores que pH 10,80. Acima desse valor, a remoção sofre uma queda, como mostrado na tabela 6-6. Quando foi aumentado o tempo de tratamento, não

incrementou o valor de eficiência de remoção, pelo contrário: observou-se um aquecimento da solução. Considerando os baixos valores de remoção nessa faixa de pH (onde predomina a espécie $\text{Al}(\text{OH})_4^-$) e os altos valores de remoção na faixa de pH (onde predomina o $\text{Al}(\text{OH})_3$), podemos afirmar que o monômero $\text{Al}(\text{OH})_4^-$ não influencia na quebra da emulsão, chegando mais uma vez na conclusão que a espécie que causaria a quebra seria o hidróxido de alumínio. Considerando a coagulação por varredura como o mecanismo de coagulação do processo de eletrocoagulação nas condições estudadas.

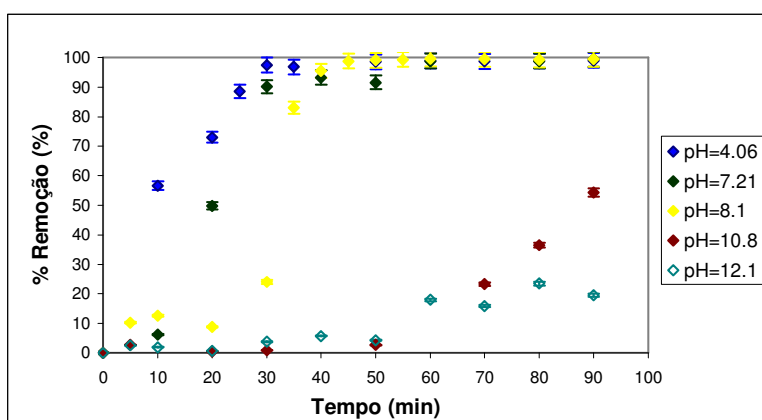


Figura 6-9 Efeito do pH inicial na porcentagem de remoção da DQO em função do tempo; pH=4.06, 7.21, 8.1, 10.8, 12.1; $i=4,45 \text{ mA.cm}^{-2}$; [Surfatante]=1 g.L⁻¹; [óleo]=3 g.L⁻¹, [NaCl]=3 g.L⁻¹; d=10 mm.

Observou-se que ao trabalhar com soluções com um valor de pH entre 4 até um valor 9, o pH final da solução incrementa até um valor entre 8 e 9, e, quando trabalhamos com pH acima de 10, o pH final tende a diminuir, como mostrado na figura 6-10 e na tabela 6-6. Esse efeito, que apresenta o pH e as respectivas explicações, são apreciados em outros trabalhos (Chen [26], Cañizares et al. [43], Alaton et al. [44], Mouedhen et al. [23], Daneshvar et al. [45]). O incremento do pH ocorre devido à maior liberação de íons OH^- pela reação 4-3.

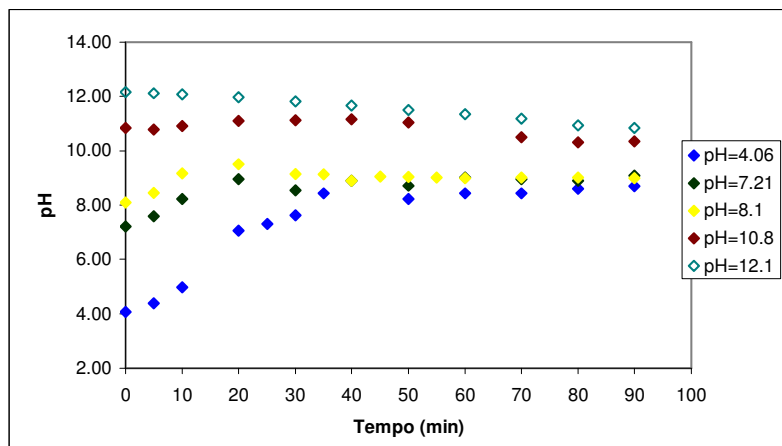


Figura 6-10 Resposta do pH da emulsão em função do pH inicial; pH=4.06, 7.21, 8.1, 10.8, 12,1; $i=4.45 \text{ mA.cm}^{-2}$; [Surfatante]=1 g.L⁻¹; [óleo]=3 g.L⁻¹, [NaCl]=3 g.L⁻¹; d=10 mm.

A variação do pH não mostrou efeito nenhum no consumo elétrico do processo o que pode ser apreciado na figura 6-11.

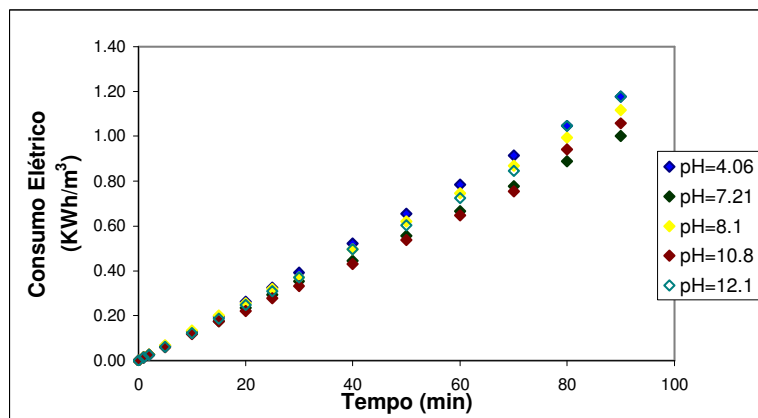


Figura 6-11 Consumo de energia em função do tempo; pH=4.06, 7.21, 8.1, 10.8, 12,1; $i=4.45 \text{ mA.cm}^{-2}$; [Surfatante]=1 g.L⁻¹; [óleo]=3 g.L⁻¹, [NaCl]=3 g.L⁻¹; d=10 mm.

A dissolução dos eletrodos, aparentemente, depende do pH inicial da solução, como indicado por Kobya [29], tendo valores maiores num pH alcalino do que num pH ácido e neutro. Esse efeito pode ser explicado pela dissolução química do eletrodo de alumínio, que se apresenta com maior significância na superfície do catodo, onde o pH ficará fortemente alcalino inclusive quando o seio

da solução for ácido. O que não se encontrou no nosso caso, já que como visto nos resultados da tabela 6-7, a dissolução dos anodos de alumínio quase permaneceu constante quando se variou o pH inicial da emulsão.

Tabela 6-7 Efeito do pH inicial na eficiência de corrente.

Experimento	pH	Experimental (g)	Faraday (g)	Eficiência de corrente (%)
4-1	4,06	1,147	1,007	113,95
4-2	7,21	1,159	1,007	115,15
4-3	8	1,181	1,007	117,33
4-4	10,8	1,167	1,007	115,94
4-5	12,10	1,131	1,007	112,37

6.5.

Efeito da concentração inicial do óleo na emulsão

Nos experimentos 5.1 – 5.5, foi avaliado o efeito da concentração inicial do óleo na emulsão trabalhando com valores desde $0,5 \text{ g.L}^{-1}$ até 10 g.L^{-1} , trabalhando com um valor de densidade de corrente constante igual a $4,42 \text{ mA.cm}^{-2}$. Os resultados desses experimentos são apresentados na figura 6-12 (Efeito da concentração inicial de óleo na remoção da DQO) e tabela 6-8 foram alcançadas remoções acima de 90% de eficiência para todos os casos.

Para todos os níveis de concentração de óleo, se apresenta as três fases de reação. Não se conseguiu relacionar o tempo necessário para atingir a fase reativa com a concentração do óleo, mas para todos os experimentos se conseguiu alcançar tal fase dentro de uma faixa de 45 minutos – 50 minutos, e, encontrou-se uma máxima remoção aos 75 minutos do tratamento.

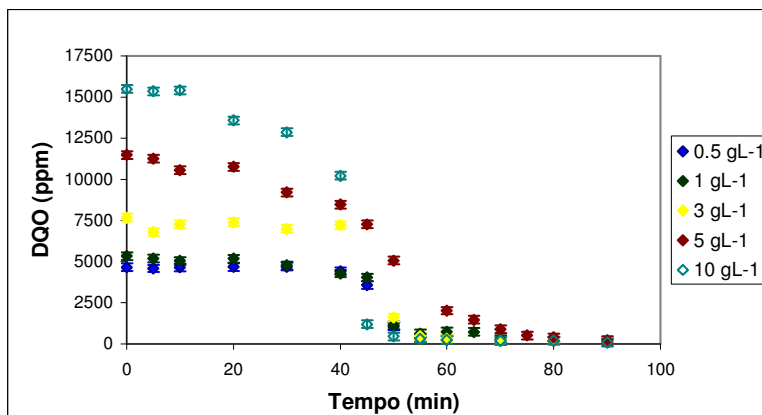


Figura 6-12 Efeito da concentração inicial de óleo na remoção da DQO; [óleo]=(0.5, 1, 3, 5, 10) g.L⁻¹; $i=4.45 \text{ mA.cm}^{-2}$; [Surfatante]=1 g.L⁻¹; [NaCl]=3 g.L⁻¹; d=10 mm, pH=8,70.

Já a figura 6-13, mostra os mesmos dados que a figura 6-12, portanto, sendo os resultados expressados como porcentagem de remoção, não se encontrando nenhuma tendência entre a concentração do óleo e a eficiência de remoção dentro das três fases mostradas. Isso mostra que a remoção do óleo é independente da concentração inicial. Por essa razão, o mecanismo de remoção aparenta ser independente da carga do poluente.

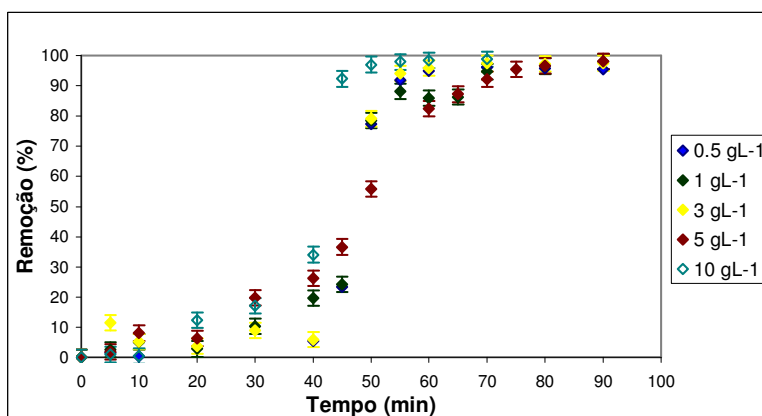


Figura 6-13 Efeito da concentração inicial de óleo na porcentagem de remoção da DQO em função do tempo; [óleo]=(0.5, 1, 3, 5, 10) g.L⁻¹; $i=4.45 \text{ mA.cm}^{-2}$; [Surfatante]=1 g.L⁻¹; [NaCl]=3 g.L⁻¹; d=10 mm, pH=8,70.

Tabela 6-8 Efeito da concentração inicial de óleo na eficiência de remoção.

Experimento	Densidade de Corrente (mAcm^{-2})	Concentração inicial de óleo (gL^{-1})	DQO Inicial (ppm)	DQO Final (ppm)	% Remoção
5.1	4,45	0,5	4665,39	216,23	95,37
5.2	4,45	1	5323,56	106,26	98,00
5.3	4,45	3	7676,03	198,31	97,42
5.4	4,45	5	11477,34	219,49	98,09
5.5	4,45	10	15490,83	84,27	99,46

Como pode ser observado na figura 6-14, a concentração de óleo inicial na emulsão não causa nenhum efeito no perfil de pH (a) do processo nem no consumo de energia elétrica (b).

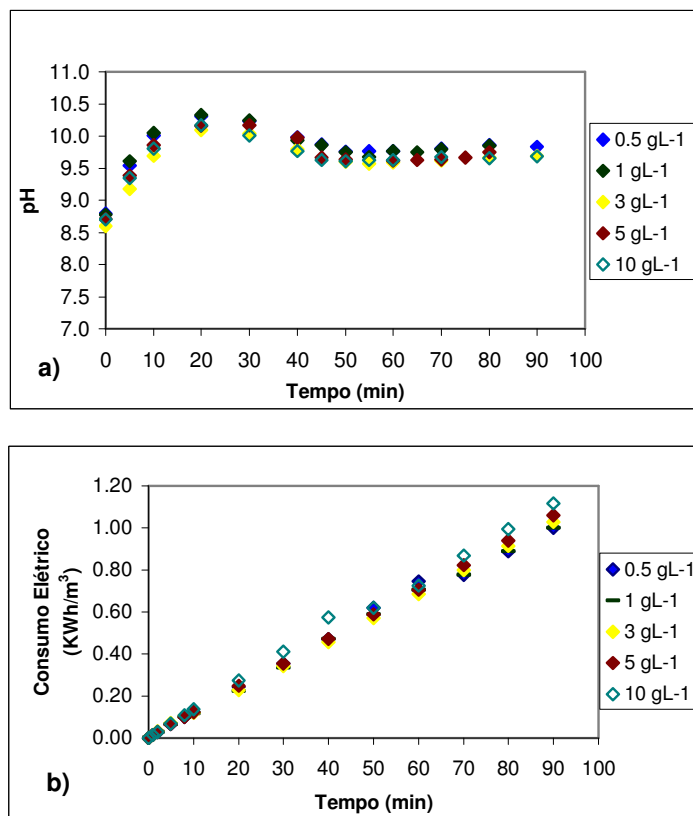


Figura 6-14 a) Resposta do pH com o decorrer do tempo; b) Consumo de energia em função do tempo; [óleo]=(0.5, 1, 3, 5, 10) g.L^{-1} ; $i=4.45 \text{ mA.cm}^{-2}$; [Surfatante]=1 g.L^{-1} ; [NaCl]=3 g.L^{-1} ; $d=10 \text{ mm}$; $\text{pH}=8,70$.

6.6.***Efeito da condutividade ou Concentração do eletrólito na emulsão***

Na tabela 6-9, podemos ver o resumo dos resultados deste grupo de experimentos,

Tabela 6-9 Resumo de resultados do efeito da concentração do eletrólito (NaCl) no processo de eletrocoagulação.

Experimento	Concentração NaCl (g.L ⁻¹)	Condutividade x 1000 (μS/cm)	Consumo Energia (kWh/m ³)	% Remoção
6.1	1	2,30	1,88	98,57
6.2	3	6,00	1,06	99,42
6.3	5	9,25	0,82	95,32
6.4	10	18,30	0,76	98,01

Na figura 6-15, podemos observar que a presença de eletrólito na emulsão não apresentou nenhuma variação na remoção do óleo. Para isso, foi necessário um mínimo valor de condutividade (Ferreira [33]), Cañizares et al.[42] observaram que com valores acima de 3 g.L⁻¹ de NaCl não se via nenhum efeito na eficiência de remoção. Em nosso caso, trabalhamos até com valores de 1 g.L⁻¹ de NaCl, em que também não se observou nenhum efeito na remoção. Devido a esse fato, consideramos essa variável simplesmente como um fator de otimização do processo (Gohua Chen [26], Hosny [47], Daseshvar et al. [45], Xu & Zhu [39], Ibrahim et al. [40]).

No entanto, pode ser observar que com maiores concentrações de eletrólito, a fase inicial do processo varia, apresentando-se uma porcentagem mínima de remoção antes de atingir a fase reativa. Isso devido ao aumento da concentração de íons positivos, que causaria quebra de algumas gotículas emulsionadas devido a um maior efeito na compressão da dupla camada.

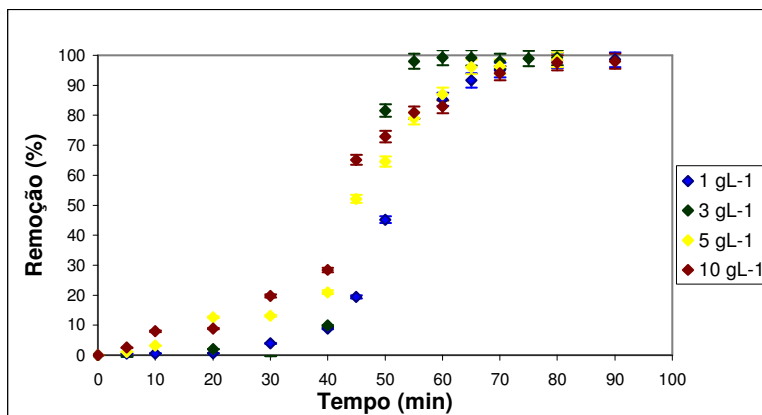


Figura 6-15 Efeito da concentração do NaCl na porcentagem de remoção da DQO em função do tempo; [NaCl]=(1, 3, 5, 10) g.L⁻¹; $i=4.45 \text{ mA.cm}^{-2}$; [Surfatante]=1 g.L⁻¹; [óleo]=3 g.L⁻¹; d=10 mm; pH=8,70.

O consumo de energia foi calculado usando a equação 4-30. Como visto na figura 6-16, se aumentada a concentração de eletrólito, diminui-se o consumo de energia do sistema, efeito este, que não teve muita significância quando se incrementou a concentração de eletrólito de 5 g.L⁻¹ para 10 g.L⁻¹. Já na tabela 6-11 pode ser vista a diminuição do consumo de energia considerando 75 minutos como o tempo ideal de tratamento.

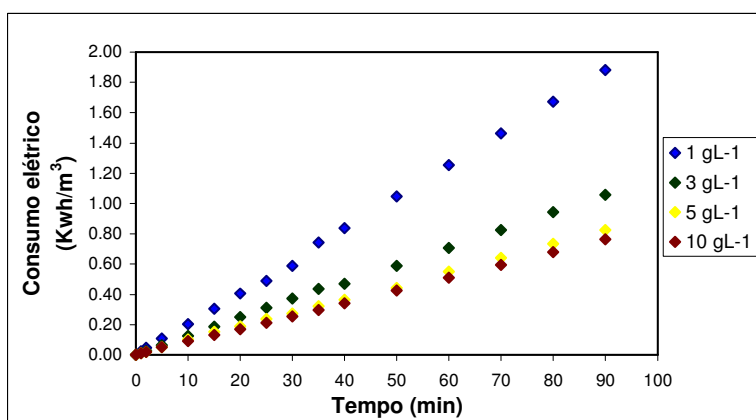


Figura 6-16 Efeito da concentração do NaCl no consumo de energia; [NaCl]=(1, 3, 5, 10) g.L⁻¹; $i=4.45 \text{ mA.cm}^{-2}$; [Surfatante]=1 g.L⁻¹; [óleo]=3 g.L⁻¹; d=10 mm, pH=8,70.

Tabela 6-10 Consumo de Energia em função do tempo ideal de tratamento.

Experimento	Densidade de Corrente (mAcm⁻²)	Concentração de NaCl (gL⁻¹)	Consumo Energia (kWh/m³) com 90 min. de tratamento	Consumo Energia (kWh/m³) com 75 min. de tratamento
6.1	4,45	1	1,88	1,57
6.2	4,45	3	1,06	0,88
6.3	4,45	5	0,82	0,69
6.4	4,45	10	0,76	0,64