

Copyright 2010, ABRACO

Trabalho apresentado durante o INTERCORR 2010, em Fortaleza/CE no mês de maio de 2010.

As informações e opiniões contidas neste trabalho são de exclusiva responsabilidade do(s) autor(es).

## **Eficiência de inibição dos sistemas microemulsionados contendo o tensoativo óleo de coco saponificado e o heterociclo isatina**

Djalma R. da Silva<sup>1</sup>, Ádna D. N. de Souza<sup>2</sup>, Cátia G. F. T. Rossi<sup>1</sup>, Maria Aparecida M. Maciel<sup>1</sup>, Tereza N. C. Dantas<sup>1</sup>

### **Abstract**

A microemulsion system (SME) containing the surfactant coconut oil saponified (OCS) was obtained in order to solubilize the heterocycle isatin (IST). The quantification of IST solubilized in the system SME-OCS [12,5% of OCS, 12,5% of butanol, 5% of F<sub>O</sub> and 70% of F<sub>A</sub>] was determined by UV-visible, confirmed the effectiveness of SME-OCS to solubilize slightly soluble compounds in aqueous solution. The anticorrosive power of SME-OCS and SME-OCS-IST in 1020 steel was evaluated in brine (NaCl 0,5%) by technical voltammetry linear scan. From Tafel curves obtained the values of current, and through these values was calculated the efficiency of corrosion inhibition. System SME-OCS and SME-OCS-IST showed maximum inhibition efficiencies of 73 and 88% respectively, confirming the inhibitory action.

### **Resumo**

Um sistema microemulsionado (SME) contendo o tensoativo óleo de coco saponificado (OCS) foi obtido com o objetivo de solubilizar o heterociclo isatina (IST). A quantificação de IST solubilizada no sistema SME-OCS [12,5% de OCS, 12,5% de butanol, 5% de F<sub>O</sub> e 70% de F<sub>A</sub>] foi determinada por UV-visível, que confirmou a eficácia do SME-OCS em solubilizar substâncias pouco solúveis em meio aquoso. O poder anticorrosivo de SME-OCS e de SME-OCS-IST em aço 1020 foi avaliado em meio salino (NaCl 0,5%) pela técnica de voltametria de varredura linear. A partir das curvas de Tafel obteve-se os valores das correntes, e através desses valores foi calculado as eficiências de inibição à corrosão. Os sistemas SME-OCS e SME-OCS-IST apresentaram eficiências máximas de inibição de 73 e 88%, respectivamente, confirmando a ação inibidora.

**Palavras-chave:** corrosão, sistema microemulsionado, isatina.

### **Introdução**

<sup>1</sup> Doutor, Química - UFRN

<sup>2</sup> Mestranda, Química – UFRN

O fenômeno da corrosão é um dos grandes problemas para a indústria de petróleo, já que pode ocasionar grandes prejuízos, bem como danos ambientais, devido o rompimento de oleodutos, por exemplo, uma vez que estes dutos apresentam corrosão como consequência da passagem de petróleo contendo água e gás sulfídrico (El-Etre *et al.*, 2000).

Várias pesquisas vêm sendo desenvolvidas no sentido de controlar a corrosão. Dentre os métodos mais utilizados destaca o uso de inibidores de corrosão devido sua ação como películas protetoras sobre áreas anódicas e catódicas, controlando desta forma, as reações eletroquímicas. Como inibidores de corrosão, moléculas orgânicas são alvo de interesse na indústria petrolífera, já que promovem a formação de um filme protetor na interface metal meio corrosivo (El-Achouri *et al.*, 2001; Hamid *et al.*, 1998).

Algumas moléculas orgânicas contendo heteroátomos, como átomo de nitrogênio ou enxofre, vêm sendo estudadas como eficientes inibidores de corrosão (El-Rahman, 1991; Singh *et al.*, 1994). Em geral, esta classe de substância apresenta pouca solubilidade em meio aquoso, dificultando sua utilização. Logo, sistemas microemulsionados (SME) surgem como um meio alternativo para solubilização, em virtude da sua baixa tensão interfacial, o que os tornam capazes de dissolver um elevado número de substâncias (Schwuger; Schomäcker, 1995). As microemulsões podem ser definidas como sistemas termodinamicamente estáveis, isotrópicos, opticamente transparentes, de baixa viscosidade (Medonça, 2005), que se formam a partir de uma solubilização espontânea de dois líquidos imiscíveis (água, óleo) na presença de um tensoativo e, se necessário, um cotensoativo (Dantas *et al.*, 2002).

Neste trabalho foi avaliado o poder anticorrosivo da isatina (IST) solubilizada no sistema microemulsionado OCS pela técnica de voltametria de varredura linear.

## **Metodologia**

---

### **Obtenção do óleo de coco saponificado (OCS)**

O tensoativo OCS foi obtido a partir da saponificação do óleo de coco, cujos índices oleoquímicos foram analisados de acordo com metodologia previamente reportada [índices de acidez (12,77), iodo (7,66) e saponificação (228,43)] (Rossi, 2006). Para obtenção do OCS, foi diluído 20,89 g de NaOH em 80 mL de água destilada; na sequência,

esta solução foi adicionada ao óleo de coco (100 g), seguido da adição de 300 mL de álcool etílico. Esta mistura reacional foi aquecida em refluxo por 2 horas. Após a remoção do álcool, o sabão foi seco a 40 °C.

### Obtenção do sistema microemulsionado

A microemulsão foi obtida utilizando uma razão C/T igual a 1, cujo tensoativo utilizado foi o OCS, o cotensoativo butanol, a fase oleosa querosene e água destilada sendo a fase aquosa. O procedimento utilizado para se obter a região de microemulsão baseia-se no método que envolve a determinação dos pontos de solubilidade máximas da matéria ativa (cotensoativo + tensoativo) nas fases aquosa (FA) e oleosa (FO), por meio de titulações mássicas (Dantas *et al.*, 2002).

### Estudo da solubilização da IST no sistema microemulsionado SME-OCS

A partir do método de espectroscopia na região do ultravioleta, foi possível determinar a quantidade de substância solubilizada no sistema SME-OCS. Para isso, obteve-se inicialmente uma curva de calibração tomando-se uma massa conhecida de IST (Figura 1) dissolvida em 1,0 mL de metanol. Em seguida, determinou-se a absorbância ( $\lambda = 217$  nm) das amostras contendo IST e do branco após sucessivas diluições em metanol. Todas as medidas foram realizadas em triplicata.

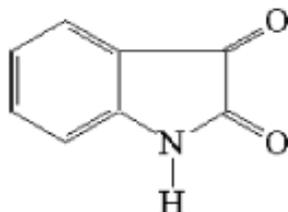


Figura 1 – estrutura da isatina

### Medidas de eficiência de inibição à corrosão

As medidas de eficiência de inibição à corrosão de SME-OCS e SME-OCS-IST foram realizadas meio salino (NaCl 0,5%) pela técnica de voltametria de varredura linear.

Os ensaios foram realizados em célula clássica de três eletrodos: o eletrodo de referência de Ag/AgCl (prata/cloreto de prata), o contraeletrodo de grafite e o eletrodo de trabalho de aço carbono AISI-1020 polido até o espelhamento. Utilizou-se um potenciostato de modelo 302N da autolab para medidas de inibição à corrosão. A concentração do inibidor variou de acordo com a Tabela 1. O intervalo de varredura do potencial aplicado foi de -0,9 a 1,4 V.

Tabela 1 - Concentração do inibidor com relação ao seu volume.

$V_{\text{NaCl}}$ (mL)	$V_{\text{inibidor}}$ (mL)	$C_{\text{inibidor}}$ (%)
40	0	0
36	4	10
32	8	20
28	12	30
24	16	40
20	20	50
16	24	60
12	28	70
8	32	80
4	36	90
0	40	100

Os resultados de eficiência de inibição da corrosão, E%, do aço-carbono foram avaliados por dados experimentais das correntes de corrosão  $i$ , através da Equação 1.

$$E\% = 100 \times (i_{\text{corr}} - i'_{\text{corr}}) / i_{\text{corr}} \quad (1)$$

Em que  $i_{\text{corr}}$  e  $i'_{\text{corr}}$  representam as correntes de corrosão na ausência e presença do inibidor, respectivamente.

## Resultados e Discussão

### Obtenção do sistema microemulsionado

Após a obtenção do OCS, obteve-se o diagrama pseudoternário (Figura 2) para o sistema SME-OCS tendo sido selecionada a região Winsor IV (do tipo O/A) por apresentar maior área de microemulsão com pontos de solubilidade máximos da matéria ativa C/T. A concentração escolhida para o estudo da eficiência de inibição à corrosão foi 12,5% de tensoativo, 12,5 % de cotensoativo, 5 % de fase oleosa, 70 % de fase aquosa, pois apresentou estabilidade da microemulsão pela diluição em água.

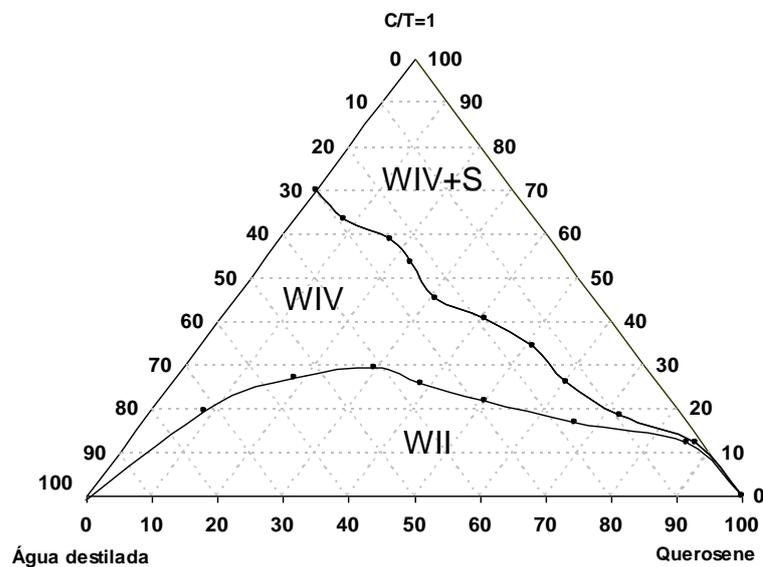


Figura 2 – Diagrama pseudoternário de SME-OCS

### Quantificação de IST no sistema microemulsionado SME-OCS

A quantificação de IST no sistema SME-OCS foi determinada por espectroscopia no ultravioleta (UV). Os resultados obtidos (Tabela 2) confirmaram a eficácia do uso de sistemas microemulsionados como meio alternativo de solubilização de substâncias orgânicas pouco solúveis em água.

Tabela 2 - Solubilidade de IST no sistema SME-OCS

Sistema	$\lambda_{\text{máx.}}$	Solubilidade em mg/mL*	% de Solubilidade
---------	-------------------------	------------------------	-------------------

SME-OCS	217nm	0,99±0,136	8
---------	-------	------------	---

\* Os valores correspondem à média de 3 experimentos

### Medidas da eficiência de inibição à corrosão

O estudo da eficiência de inibição à corrosão em aço AISI 1020 foi realizada em meio salino variando a concentração de inibidor. Em trabalhos anteriores, o poder anticorrosivo do tensoativo OCS e do seu sistema microemulsionado (20% de tensoativo, 20% de butanol, 5% de querosene e 55% de água destilada) foram testados pelo método de curvas de polarização linear, sendo obtido 63 e 77%, respectivamente, de eficiência (ROSSI *et al.*, 2007).

Neste trabalho, foi avaliado a eficiência de inibição à corrosão utilizando a técnica de voltametria de varredura linear para uma nova composição do sistema SME-OCS e do SME-OCS-IST. A partir das curvas de Tafel obteve-se os valores das correntes ( $i$ ) e com estes dados calculou-se a eficiência de inibição mostrada na Tabela 3. De acordo com os resultados obtidos, observou-se que o aumento na concentração do inibidor ocasionou uma diminuição na densidade de corrente, e conseqüentemente, um aumento na eficiência. O SME-OCS-IST (88%) apresentou uma melhor eficiência de inibição que o SME-OCS (73%), possivelmente, este melhor resultado deve-se a adsorção da isatina pela interação do par de elétrons do átomo de nitrogênio e a superfície metálica.

Tabela 3 – Eficiência de inibição à corrosão de SME-OCS e SME-OCS-IST

	Inibidor (%)	$i_{corr}$ (A)	Eficiência (%)
	0	7,02E-06	0
	10	6,06E-06	13,6
	20	4,86E-06	30,7
	30	3,31E-06	52,8
	40	2,96E-06	57,8
SME-OCS	50	2,57E-06	63,4
	60	2,25E-06	67,9
	70	2,19E-06	68,8
	80	2,13E-06	69,6
	90	2,01E-06	71,3

	100	1,88E-06	73,2
	0	7,02E-06	0
	10	5,48E-06	21,8
	20	3,30E-06	52,9
	30	2,78E-06	60,4
	40	2,36E-06	66,4
SME-OCS-IST	50	2,13E-06	69,7
	60	1,70E-06	75,7
	70	1,34E-06	80,9
	80	1,27E-06	81,9
	90	1,09E-06	84,5
	100	8,29E-07	88,2

A Figura 3 mostra as curvas de Tafel na ausência e presença de inibidor. Observou-se que o SME-OCS bem como o SME-OCS-IST apresentaram um deslocamento do potencial de corrosão para valores mais positivos à medida que a concentração aumentava, o que confirmou a eficiência destes inibidores de corrosão.

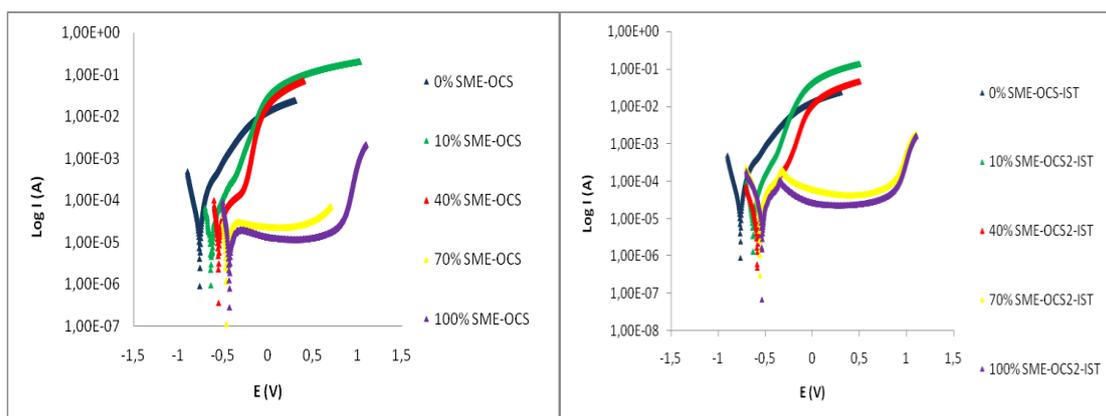


Figura 3 - Curvas de Tafel para os sistemas SME-OCS e SME-OCS-IST.

## Conclusões

Os resultados obtidos demonstraram que o SME-OCS e SME-OCS-IST podem atuar como bons inibidores de corrosão. O decréscimo na densidade de corrente e o deslocamento do potencial de corrosão para valores mais positivos confirmam a ação inibidora de ambos. O SME-OCS-IST foi mais eficaz apresentando 88% de eficiência.

### Referências bibliográficas

---

DANTAS T. N. C.; FERREIRA MOURA, E.; SCATENA, H.; DANTAS NETO, A. A.; GURGEL, A. Microemulsion system as a steel corrosion inhibitor. **Corrosion**, v. 58, 723 – 727, 2002

ELACHOURI, M.; INFANTE, M. R.; IZQUIERDO, F.; KERTIT, S.; GOUTTAYA, H. M.; NCIRI, B. Synthesis of some cationic gemini surfactants and their inhibitive effect on iron corrosion in hydrochloric acid medium. **Corrosion Science**, v. 43, 19-35, 2001.

EL-ETRE, A. Y.; ABDALLAH, M. Natural honey as corrosion inhibitor for metals and alloys. II. C-steel in high saline water. **Corrosion Science**, v. 42, 731-738, 2000.

EL-RAHMAN, H.A. Evaluation of AHT as corrosion inhibitor for  $\alpha$ -brass in acid chloride solutions. **Corrosion**, v. 47, 424-428, 1991.

HAMID, Z.A.; SOROR, T. Y.; EL-DAHAN, H. A.; OMAR, A. M. A. New cationic surfactant as corrosion inhibitor for mild steel in hydrochloric acid solutions. **Anticorrosion Methods and Materials**, v. 45, 306-311, 1998.

MENDONÇA, C.R.B.; BICA, C.I.D.; PIATNICKI, C.M.S.; SIMÓ-ALFONSO, E.F.; RAMIS-RAMOS, G. Electrokinetic capillary chromatography in a polar continuous phase water-in-oil microemulsion constituted by water, sodium dodecyl sulfate, and n-pentanol. **Electrophoresis**, v. 26, 858–866, 2005.

ROSSI, C.G.F.T.; SCATENA JR., H.; DANTAS, T.N.C.; MACIEL, M.A.M. Estudo comparativo da eficiência da difenilcarbazida e do óleo de coco saponificado microemulsionados na inibição da corrosão de aço carbono. **Química Nova**, v. 30, 1128-1132, 2007.

SCHWUGER, M.J.; SCHOMÄCKER, R. Microemulsions in Technical Processes. **Chemical Review**, v. 95, 849-864, 1995.

SINGH, M.M.; RASTOGI, R.B.; UPADHYAY B.N. Inhibition of copper corrosion in aqueous sodium chloride solution by various forms of the piperidine moiety. **Corrosion**, v. 50, 620-624, 1994.