

INIBIDOR DE CORROSÃO OBTIDO POR LIXIVIAÇÃO DE CIGARRO APÓS SEU CONSUMO

M. G. PERAÇA¹, L. M. M. MACHADO² e L. M. RODRIGUES³

^{1,2,3} Universidade Federal do Pampa - Campus Bagé, RS – Curso de Engenharia Química
E-mail para contato: lauren_machado@hotmail.com

RESUMO – O cigarro apresenta diferentes componentes químicos em sua composição. Após seu consumo, gera um resíduo sólido que sem o correto descarte, torna-se um poluente ao meio ambiente. A corrosão é um processo espontâneo de degradação de materiais, geralmente metálicos, ocasionando riscos de rupturas de estruturas, explosões ou contaminações. Como alternativa viável para o combate à corrosão surgem os inibidores naturais. O objetivo deste trabalho foi buscar um destino adequado aos resíduos de cigarros, após seu consumo, como inibidores de corrosão em aço carbono e Fe. A metodologia compreendeu a lixiviação aquo-solúvel dos filtros, medidas de pH das lixívias, exposição direta dos metais aos extratos, análise morfológica por microscopia óptica e experimentos eletroquímicos por potenciometria. Os resultados obtidos apresentaram o caráter inibidor dos extratos obtidos sobre o aço. Os componentes extraídos a partir da lixiviação de filtros amarelo, os quais ocorrem em cigarros com maiores teores de nicotina, representaram maior nível de proteção contra a corrosão, comparando-se com a lixívia de filtros branco. Isto evidencia a relevância deste estudo, tanto na questão ambiental, quanto na proteção de metais.

1. INTRODUÇÃO

O tabaco é originário das Américas e conhecido há cerca de oito mil anos por praticamente todas as culturas que habitavam o continente antes dos grandes descobrimentos luso-espanhóis. Cerca de 12,3 bilhões de “bitucas” são descartadas diariamente, sendo o seu tempo de decomposição de até cinco anos. Este resíduo contém muitas substâncias tóxicas, o que pode provocar a poluição de solos e águas. Algumas formas de reciclagem deste resíduo são adotadas em países desenvolvidos, sendo pouco difundido no Brasil (Penna, 2012).

Os resíduos de cigarro são alvo de pesquisas para o seu reaproveitamento, sendo utilizados em processos de hidrossemeadura (Tonon *et al.*, 2012). O projeto *Cigarette Waste Brigade* transforma o filtro do resíduo do cigarro em plástico, extraindo o acetato de celulose (Carvalho, 2014). Em outro projeto, as substâncias extraídas dos filtros de resíduos de cigarros são utilizadas como anticorrosivos ao aço J55, em meio ácido, a 105°C e 30°C, com eficiências de 61 e 99% (Vahidhabanu *et al.* 2014).

A corrosão é um processo resultante da ação química ou eletroquímica do meio sobre um material, podendo ainda estar aliada ou não a esforços mecânicos. O efeito da corrosão influencia a durabilidade e o desempenho dos materiais, podendo ocasionar graves acidentes e gastos diretos ou indiretos (Gentil, 2011). Os inibidores de corrosão podem ser substâncias

puras (inorgânicas ou orgânicas) ou misturas. Tais substâncias promovem uma acentuada diminuição nos processos corrosivos (Brett e Brett, 1996).

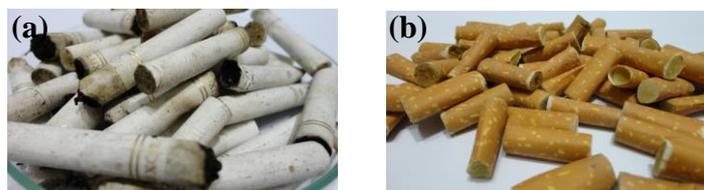
O presente trabalho tem por objetivo investigar as substâncias aquo-solúveis presentes nos filtros branco e amarelo de cigarros, após seu consumo, como inibidor de corrosão do aço API 5L Grau B e Ferro Armco (comercialmente puro).

2. MATERIAS E MÉTODOS

2.1. Materiais

As amostras metálicas utilizadas foram aço API 5L Grau B e Fe comercial puro (Fe Armco). Os resíduos sólidos de cigarros após o consumo, filtros brancos e amarelos, são apresentados na Figura 1.

Figura 1 – Resíduos de cigarros, (a) filtros brancos e (b) filtros amarelos.



Fonte: As autoras, 2016.

Os equipamentos utilizados foram medidor digital de pH, microscópio estereoscópico, multímetro, balança analítica, potenciostato *Autolab*. Nos testes eletroquímicos empregou-se célula eletroquímica a três eletrodos, com eletrodo de referência saturado de calomelano ($\text{Hg}/\text{Hg}_2\text{Cl}_2$), como contra eletrodo um fio de platina, e aço ou Fe como eletrodos de trabalho.

2.2. Procedimento experimental

A metodologia desenvolvida associa a coleta e preparo dos resíduos de cigarros, sendo manualmente removido o papel de rolamento dos filtros. As Figuras 2, 3 e 4 apresentam os procedimentos de lixiviação dos compostos aquo-solúveis, preparo das amostras metálicas e exposição das amostras nas soluções, respectivamente.

Figura 2 - Processo de lixiviação dos compostos aquo-solúveis dos filtros de cigarros.

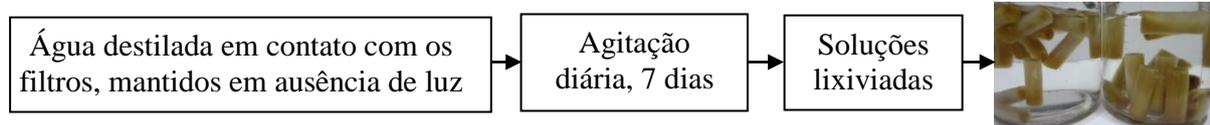


Figura 3 - Preparo das amostras metálicas.

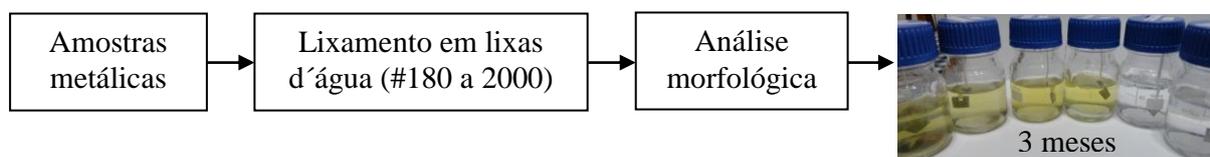
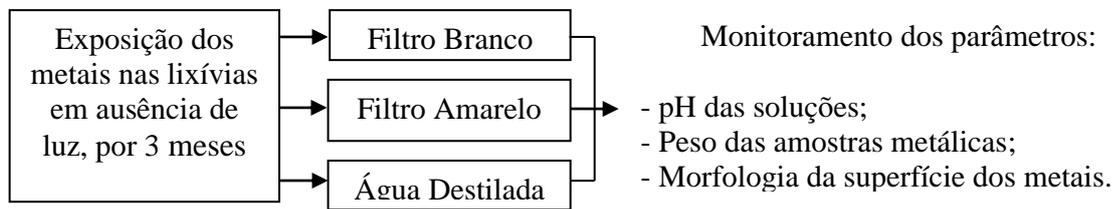


Figura 4 – Exposição das amostras.

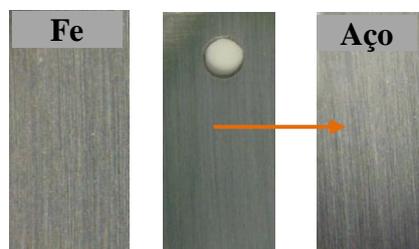


Foram realizados testes eletroquímicos para determinação de potencial e taxa de corrosão, e para o conhecimento do comportamento dos metais nas respectivas lixívias, por potenciometria. O método de voltametria cíclica foi aplicado a uma velocidade de varredura de 10 mV.s^{-1} , no intervalo de potenciais $+172$ a $+342 \text{ mV}$. Os resultados foram expressos em relação ao eletrodo normal de hidrogênio (ENH) e obtidos na presença de oxigênio.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A morfologia das amostras metálicas foi observada por microscopia antes e após sua exposição nas lixívias. Na Figura 5 são apresentadas as amostras de aço e Fe preparadas por lixamento, antes da exposição às lixívias. Observam-se apenas as marcas relativas ao lixamento das amostras, com a ausência de defeitos ou ataques prévios aos metais.

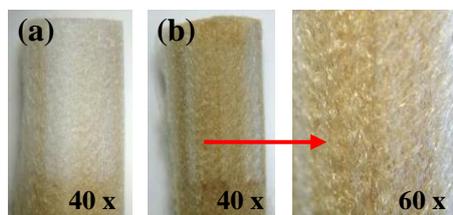
Figura 5 - Morfologia das amostras metálicas anterior à exposição.



Fonte: As autoras, 2016.

A morfologia dos resíduos sólidos dos filtros de cigarro após o seu consumo pode ser visualizada na Figura 6.

Figura 6 - Morfologia dos filtros de cigarros, (a) filtro branco e (b) filtro amarelo.



Fonte: As autoras, 2016.

A caracterização dos extratos obtidos foi dado pelos valores de pH, apresentados na Tabela 1, bem como, os valores para a água destilada, para comparação.

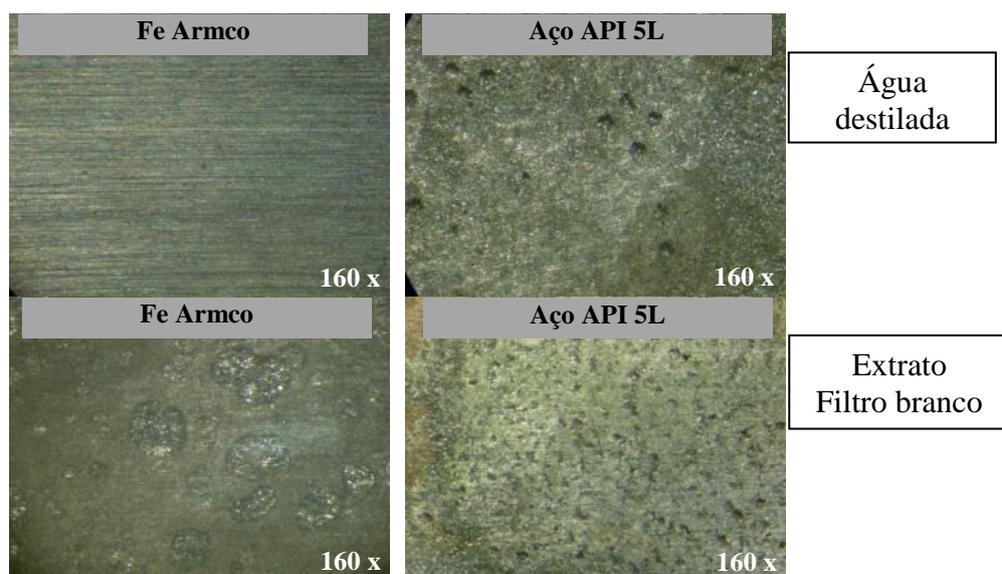
Tabela 1 – Características do pH inicial e final dos extratos.

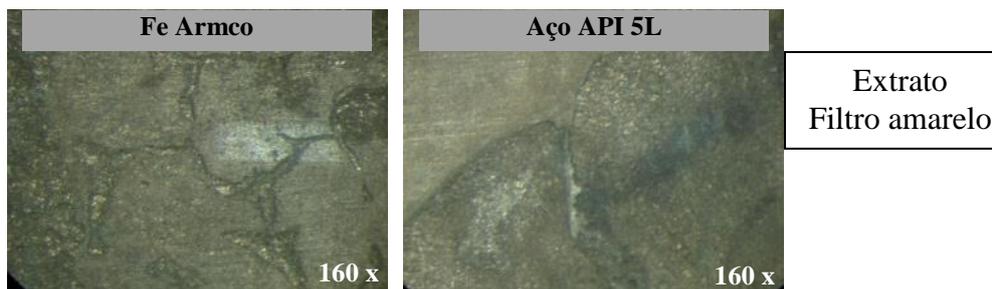
Solução	pH inicial	pH 3 meses Fe	pH 3 meses Aço
Lixívia do filtro branco	5,0	7,2	8,8
Lixívia do filtro amarelo	5,2	4,0	4,8
Água destilada	7,2	6,8	4,0

Observou-se que em presença do Fe os valores de pH alteraram-se menos em comparação aos extratos contendo o aço. Em geral ocorreu uma acidificação do valor de pH da água destilada, praticamente a manutenção dos valores de pH na lixívia do filtro amarelo e o aumento de pH na solução extraída do filtro branco. A diminuição do valor de pH provavelmente tenha ocorrido pela grande quantidade de produtos de corrosão liberados na amostra de água, possivelmente óxidos de ferro, provenientes do ataque, no caso do aço. Os valores de pH quase inalterados, nos extratos do filtro amarelo, talvez sejam um indicativo do seu caráter inibidor da corrosão metálica. E a alcalinidade dos extratos de filtros brancos provavelmente ocorreu devido à natureza dos compostos formados na superfície do metal.

A Figura 7 apresenta a morfologia dos metais, observada por microscopia, após os 3 meses de exposição, e isentas dos produtos de corrosão acumulados: Em água, o Fe não sofreu ataque corrosivo, mas o aço apresentou ataque localizado, sob a forma de pites, na sua superfície. Destaca-se que os ataques localizados são a forma mais severa de corrosão metálica, podendo ocasionar a perfuração do material em pouco tempo (Gentil, 2011). Em extrato do filtro branco de cigarro, o Fe apresentou um leve ataque superficial, com a forma alveolar, enquanto o aço foi atacado de maneira uniforme na sua superfície. Em extrato do filtro amarelo de cigarro, observou-se um ataque superficial no Fe, com a forma transgranular, ao passo que o aço apresentou a sua forma de ataque mais superficial e leve, dentre as observadas para todos os meios de exposição.

Figura 7 - Morfologia do ataque ao metal após remoção dos produtos de corrosão





Fonte: As autoras, 2016.

Os valores de taxa de corrosão em (mm/ano) são apresentados na Tabela 2. Os resultados apontaram que para o Fe os extratos não inibiram o processo corrosivo, tendo sido verificada a menor taxa de corrosão em água. No entanto, para o aço, o extrato de filtro amarelo foi o meio com maior caráter inibidor da corrosão, comparativamente.

Tabela 2 – Taxas de corrosão

Solução	Fe	Aço
Lixívia do filtro branco	$9,55 \times 10^{-4}$	$1,17 \times 10^{-4}$
Lixívia do filtro amarelo	$3,48 \times 10^{-4}$	$2,16 \times 10^{-5}$
Água destilada	$3,68 \times 10^{-6}$	$1,42 \times 10^{-3}$

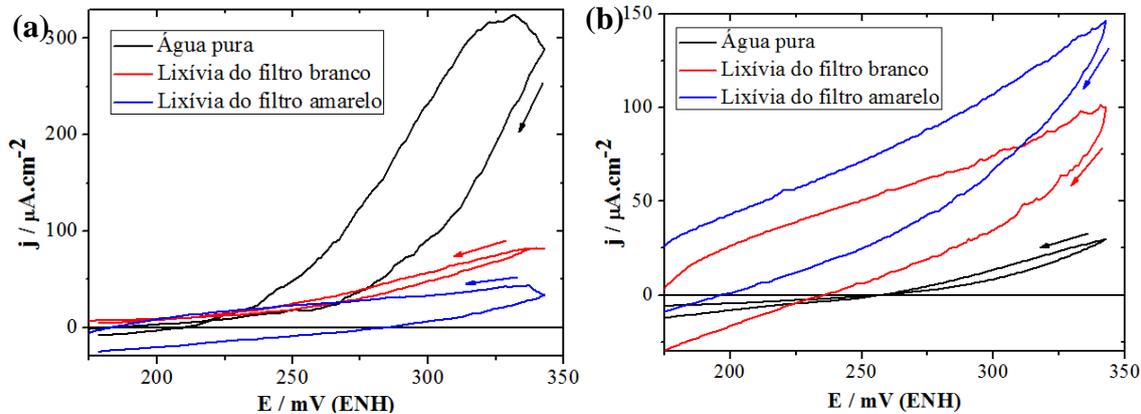
Os resultados obtidos nos testes eletroquímicos indicam o potencial de corrosão medido na interface metal-meio, para cada uma das amostras metálicas nos respectivos meios expostos, apresentados na Tabela 3. Comprovando o maior caráter inibidor para a lixívia do filtro amarelo sobre o aço, comparativamente à lixívia de filtro branco e água destilada. Para o Fe, ambas as lixívias, não representaram a inibição do ataque corrosivo.

Tabela 3 - Potenciais de corrosão (mV) em relação ao ENH.

Solução	Ec Fe	Ec Aço
Lixívia do filtro branco	110	200
Lixívia do filtro amarelo	142	155
Água destilada	70	220

Na Figura 8 apresentam-se as voltametrias cíclicas medidas, onde é possível observar que para o Aço a água destilada foi o meio mais agressivo. Quando comparado com os extratos dos filtros, sendo o filtro amarelo o que representou o maior caráter inibidor, com as menores densidades de correntes medidas em um mesmo intervalo de varredura de potencial. Para o Fe observaram-se as menores densidades de correntes para a varredura de potencial realizada, devido a possuir maior resistência a corrosão. Neste caso, foi verificado um comportamento contrário ao aço, ou seja, a água pura foi o meio menos corrosivo dentre os analisados, e os extratos não apresentaram caráter inibidor da corrosão.

Figura 8 – Voltametrias (a) aço e (b) Fe.



Fonte: As autoras, 2016.

5. CONCLUSÃO

Contatou-se a capacidade de inibição da corrosão dos extratos aquo-solúveis, apresentando diferente comportamento frente ao tipo de metal analisado. Na exposição do aço os extratos foram inibidores da corrosão, em relação à água pura. E para o Fe, os extratos promoveram a corrosão, comparando à exposição em água pura, mesmo que o ataque tenha sido considerado leve e superficial. O extrato de filtro amarelo apresentou o maior nível de proteção ao aço, comparando-se com o extrato de filtro branco, o que provavelmente está relacionado aos seus maiores teores de químicos presentes. Este caráter inibidor da corrosão foi confirmado pelos valores de taxa de corrosão, potencial e densidade de corrente observados nos testes eletroquímicos para o aço. Este trabalho comprova a relevância deste estudo, tanto na questão da preservação ambiental, quanto na proteção de materiais, tendo-se alcançado a inibição do ataque corrosivo ao aço, empregando-se um resíduo comum na sociedade.

6. REFERÊNCIAS

- BRETT, A. M. O.; BRETT, C. M. A., Eletroquímica: Princípios, métodos e aplicações. Coimbra, Portugal: *Oxford University Press*, 1996.
- CARVALHO, V. Saiba como transformar bitucas de cigarro em adubo, bancos de jardim e pequenos objetos, 2014.
- GENTIL, V., *Corrosão*. 6ª Edição, Rio de Janeiro: LTC, 2011.
- PENNA, C. Bituca de cigarro: uma grande vilã ambiental, 2012.
- TONON, F. A. L.; VALENTE, J. G. P.; CAROLO, L. C.; BERALDO, P. N. A utilização de bitucas de cigarro reciclados em projetos de hidrossemeadura. *Revista Ciências do Ambiente* (online), UNICAMP, 2012.
- VAHIDHABANUL, S.; RAMESHBALU, B.; BADU, P. S.; RAHMAN, H. A., Study of cigarette butts extract as corrosiveinhibiting agent in J55 steel material. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, v.3, n.1,jan. 2014.