

ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE REVESTIMENTOS DE CARBONO ELETRODEPOSITADO A PARTIR DE DIMETILFORMAMIDA (DMF)

Karine Parise
Iduivirges Lourdes Müller**

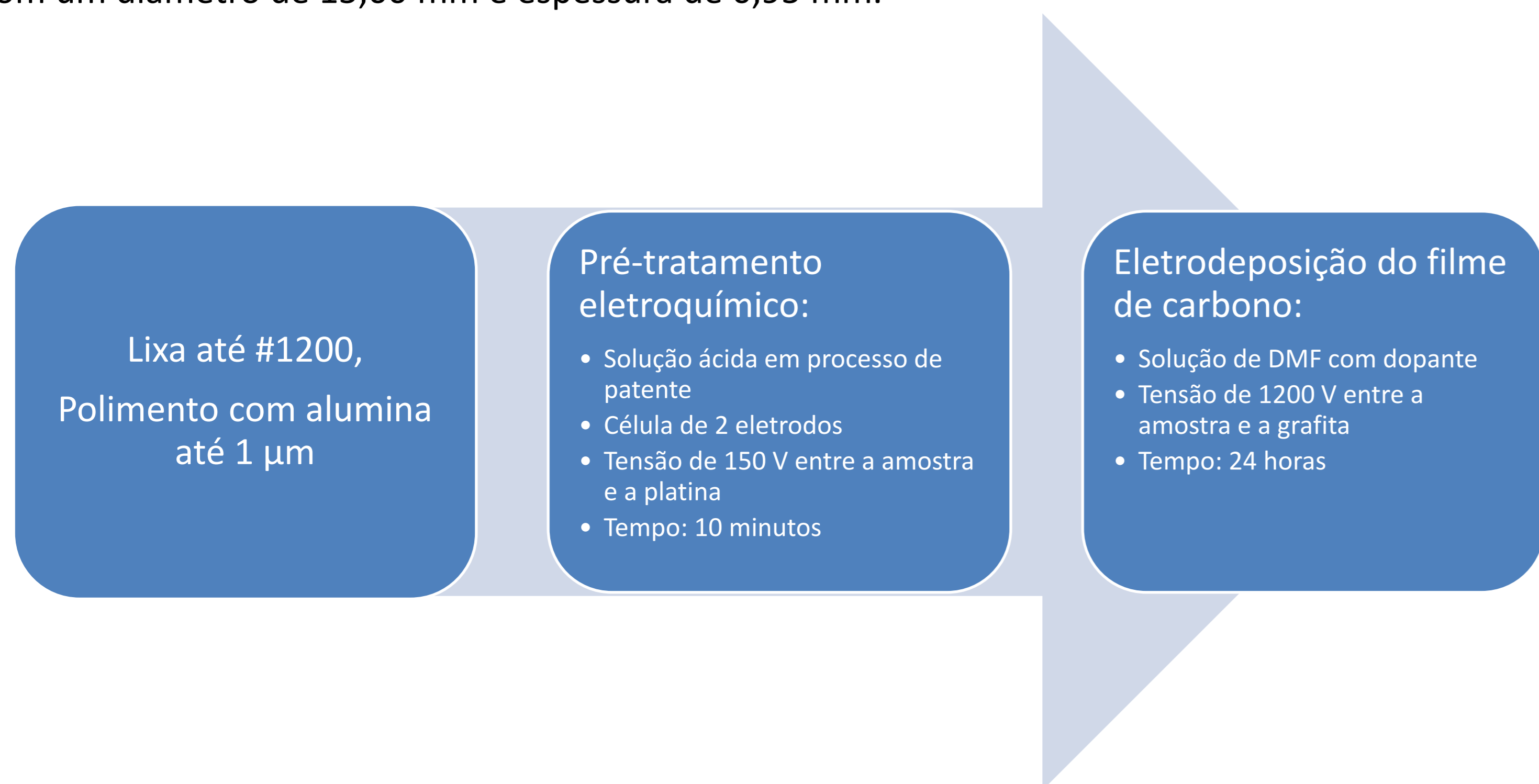
INTRODUÇÃO

O carbono pode formar diversos tipos de estrutura como C60, nanotubos, diamante, grafita, carbono amorfo, entre outros. Os filmes de carbonos do tipo amorfo metaestável contêm uma significativa fração de ligações C-C do tipo sp³ e sp². Entretanto, existem diversos tipos de carbono amorfo metaestável, e as diferenças entre eles dependem da relação das ligações sp² e sp³ ou da quantidade de hidrogênio ou ainda da dopagem com algum outro material. A eletrodeposição de filmes de carbono amorfo é uma alternativa de processo bastante viável, pois possibilita depositar carbono em diversos tipos de substrato. Ao não utilizar altas temperaturas e câmaras a vácuo, normalmente utilizado nos processos tradicionais de deposição, o processo se mostra muito interessante, em especial no que diz respeito aos custos envolvidos e transferência tecnológica. Além de possibilitar a produção do filme em grandes superfícies e de forma mais complexa.

METODOLOGIA

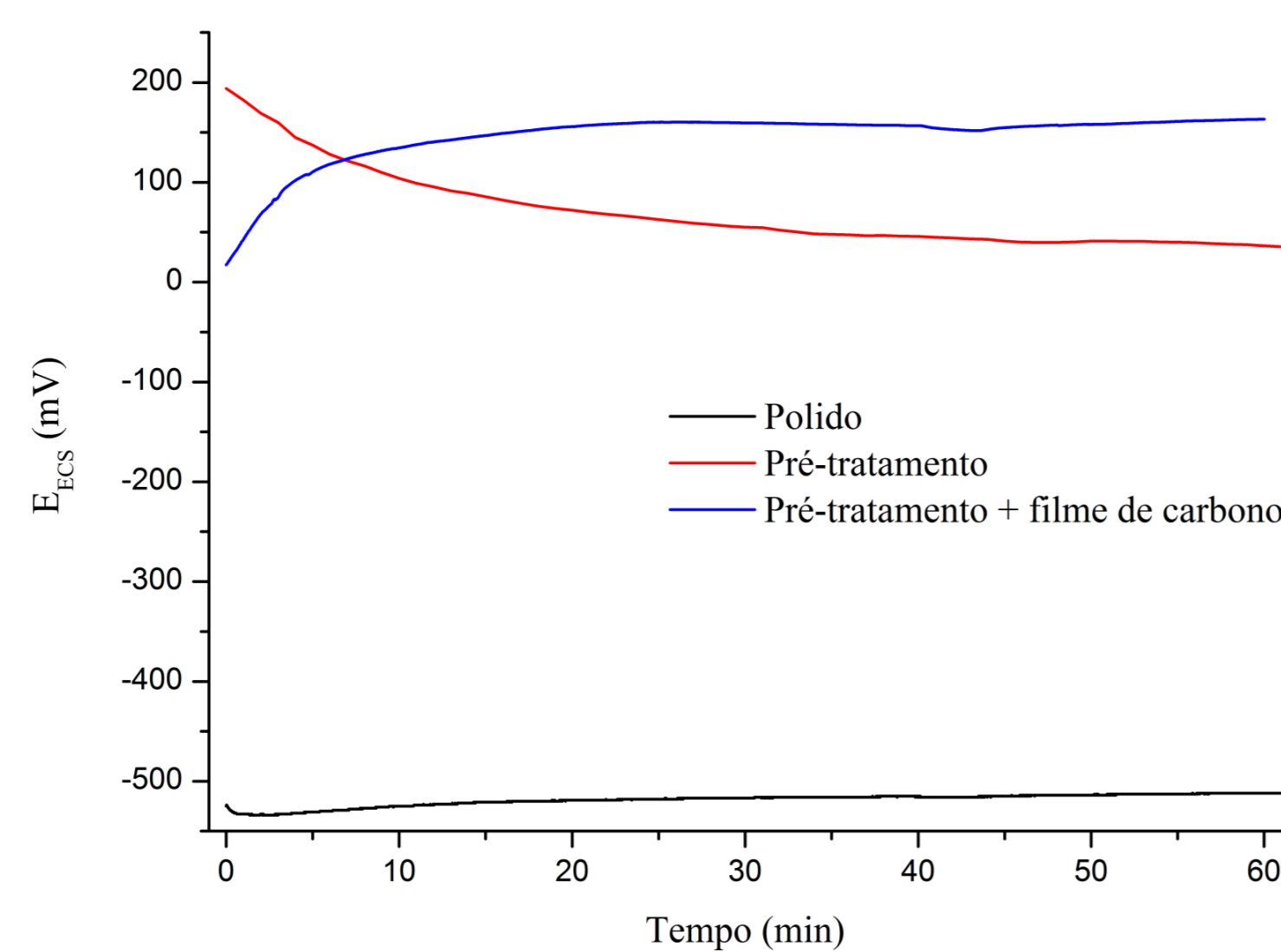
Preparação das amostras

O substrato utilizado no presente estudo foi o aço inoxidável ferrítico ABNT 430 no formato de disco com um diâmetro de 15,00 mm e espessura de 0,95 mm.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

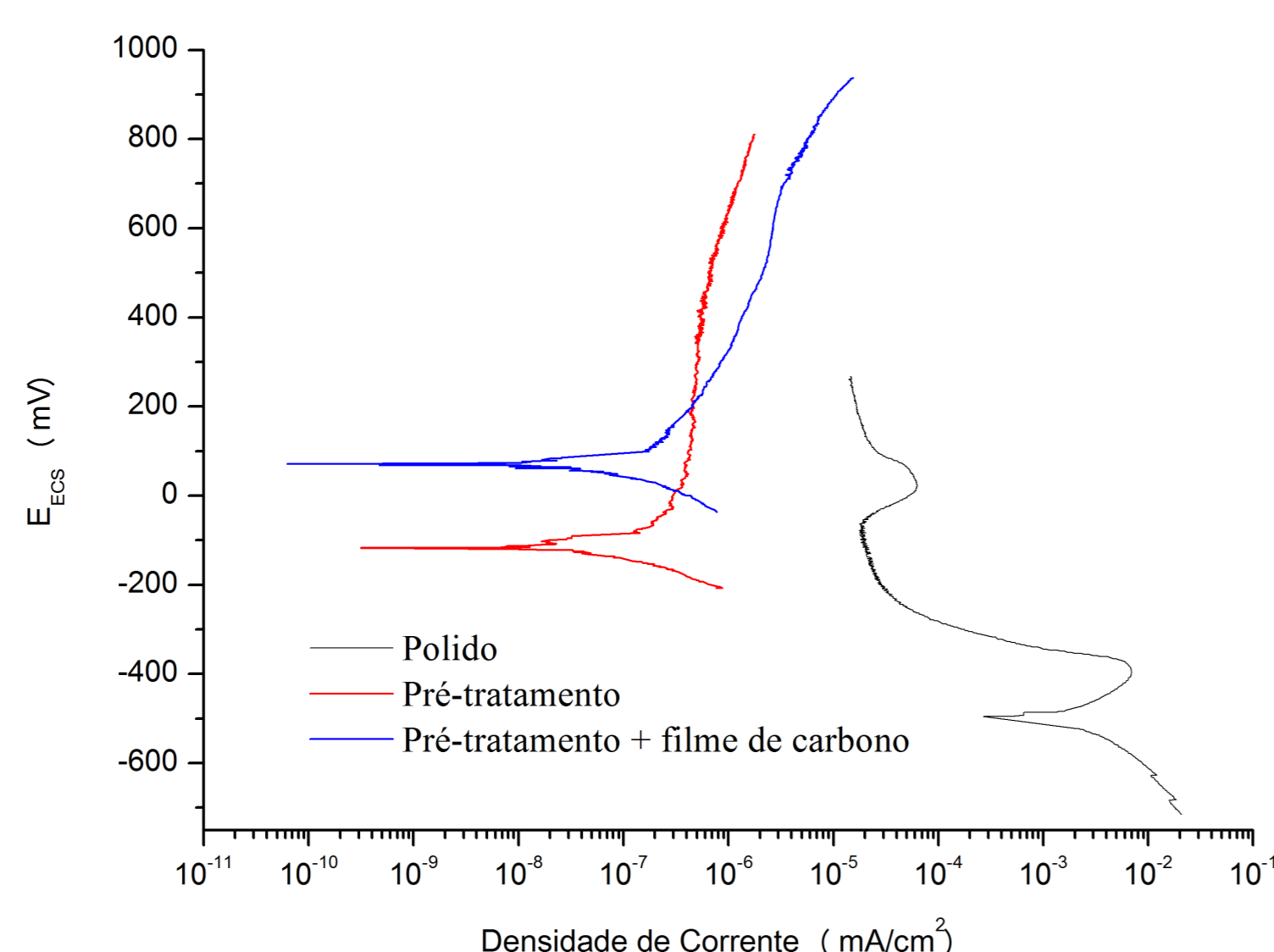
Medida do potencial de circuito aberto (OCP)



Para as análises de OCP e polarização, foi utilizada uma célula de três eletrodos, tendo platina como contra-eletródo e calomelano saturado como referência. Sendo o eletrólito utilizado, composto de 1M de etanol e 0,5 M de ácido sulfúrico, pH=0.

Em relação ao OCP, pode-se observar inicialmente que o valor de OCP é maior daquele obtido pelo sistema revestido, no entanto, ao longo do monitoramento, o valor de OCP começa a diminuir, estabilizando por volta de 30 mV. Isso indica que a camada do pré-tratamento é porosa e que a deposição do filme de carbono auxilia no preenchimento destes poros, formando uma barreira mais efetiva contra a chegada do eletrólito ao substrato.

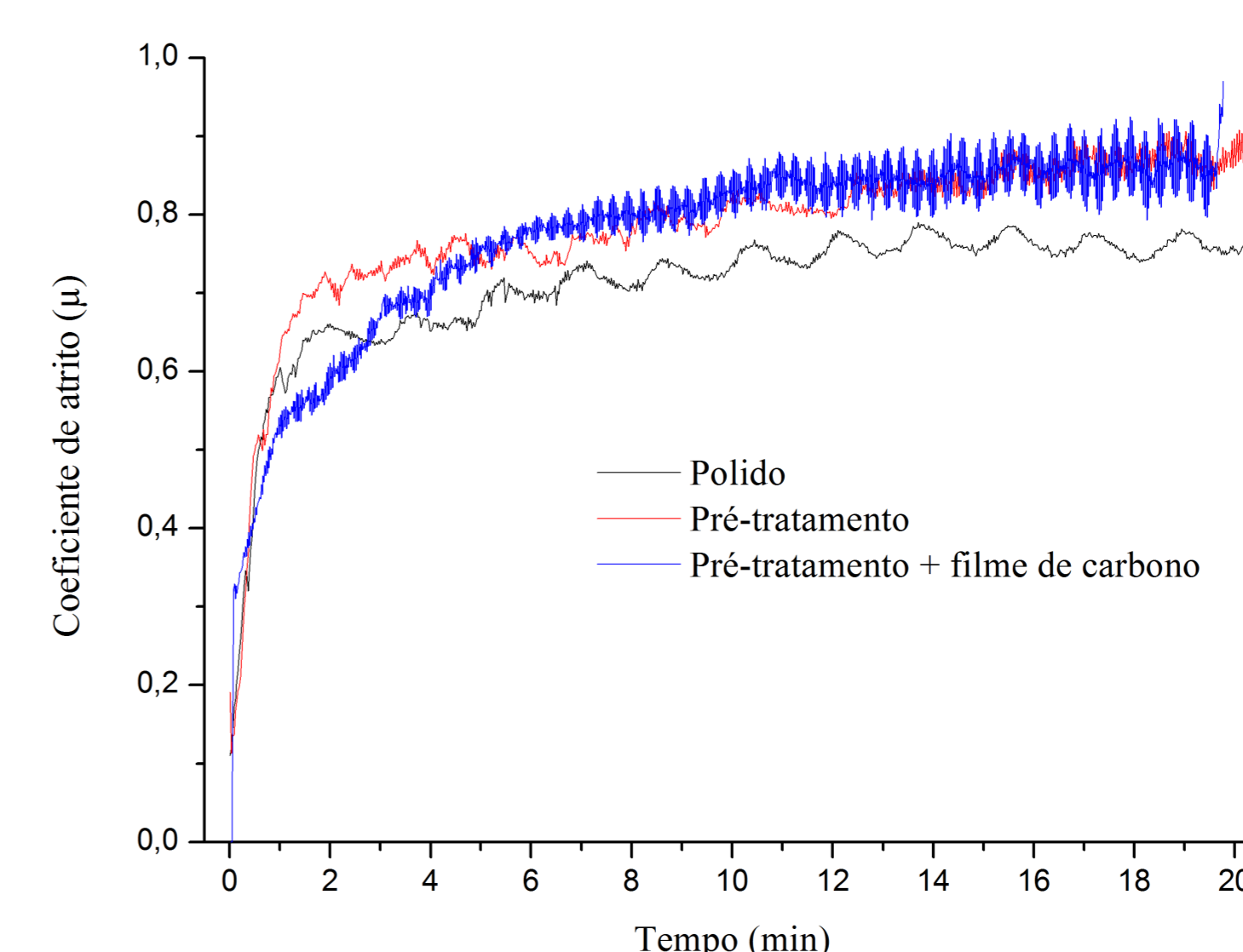
Ensaio de polarização potenciodinâmica



Em relação às análises de polarização potenciodinâmica, é possível observar uma zona ativa na amostra de aço inoxidável, até o potencial de Flade, por volta de -400 mV em relação ao eletrodo de calomelano saturado, quando ocorre a passivação da superfície. A passivação é bastante eficiente, com densidade de corrente passiva na ordem de 10⁻⁴ mA/cm².

Tanto as amostras pré-tratadas, quanto as revestidas com filme de carbono apresentaram comportamento superior em termos de resistência à corrosão, quando avaliada por polarização. Mesmo apresentando uma zona ativa desde o início da polarização anódica, as densidades de corrente anódica foram inferiores até mesmo da densidade de corrente passiva do aço inoxidável, ficando na ordem de 10⁻⁶ mA/cm².

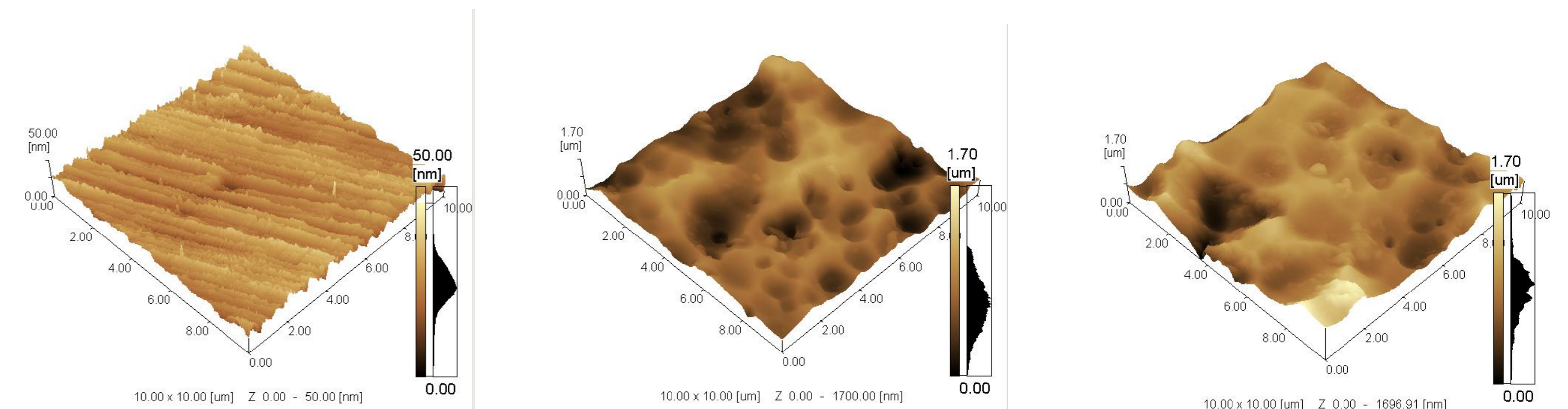
Ensaio de Desgaste



Para o ensaio de desgaste, realizado em tribômetro (CETR) do tipo *ball-on-plate*, utilizou-se como parâmetros: amplitude de trilha de 1,5mm; frequência de 1Hz; força de 0,1N e contra face esférica de alumina com diâmetro de 7,75mm. O ensaio foi realizado em ambiente controlado de temperatura de 24°C e umidade de 37%.

Na interpretação do gráfico, o coeficiente de atrito da amostra polida é de aproximadamente 0,7 estando, este valor, de acordo com a literatura para o aço inoxidável ferrítico. Em adição, o coeficiente de atrito é levemente inferior ao de 0,8 apresentado pelas amostras pré-tratadas eletroquimicamente, o que também está em concordância com a literatura. Isso leva a crer que a camada de óxido obtida durante o pré-tratamento apresenta um papel importante no comportamento frente ao atrito dos sistemas estudados. Quanto ao sistema revestido, para os primeiros ciclos de atrito, o valor do coeficiente de atrito é levemente inferior ao do substrato, evidenciando certas características lubrificantes dos revestimentos de carbono. Entretanto, em poucos minutos o coeficiente de atrito do revestimento atinge os valores do coeficiente de atrito da amostra pré-tratada eletroquimicamente, o que indica a ruptura do filme.

Morfologia



Amostra/Rugosidade	R _a [nm]	R _z [nm]
Polido	21 ± 3	221 ± 38
Pré-tratamento	199 ± 15	3592 ± 453
Pré-tratamento + Filme	72 ± 26	3290 ± 779

A imagem em AFM não apresenta diferenças significativas na morfologia da superfície, quando comparada com a obtida na amostra pré-tratada eletroquimicamente. No entanto, os dados obtidos do AFM mostra uma diminuição de 300 nm na distância entre pico e vale. Essa diminuição pode estar relacionada à deposição preferencial do filme na superfície dos vales em relação à superfície dos picos do substrato, devido ao efeito de deposição e crescimento nodular, característico do processo de eletrodeposição.

CONCLUSÕES

A camada de óxido é capaz de permitir a eletrodeposição de filmes de carbono aderentes ao substrato de aço inoxidável. O filme de carbono obtido apresentou elevada resistência à corrosão comparativamente aos demais sistemas estudados. Observou-se certa melhora da resistência ao desgaste abrasivo do sistema revestido em comparação ao substrato sem revestimento. No entanto, não foram observadas mudanças significativas entre o sistema revestido e o sistema pré-tratado, indicando que o pré-tratamento desempenha papel fundamental no aumento da resistência ao desgaste. Os resultados de scratch test indicam que o revestimento possui boa adesão ao substrato, não apresentando deslocamento do filme, apenas deslocamento lateral de material.