

AValiação DA AÇÃO CORROSIVA DE SOLOS DOS MUNICÍPIOS ACEGUÁ, BAGÉ E CANDIOTA SOBRE ESTRUTURAS METÁLICAS

Jessica Ayres¹

Jessica Oliveira Ayres²

Matthews Teixeira Coutinho Devai³

Luciana Machado Rodrigues⁴

Resumo:

A corrosão é o ataque destrutivo de um material, ocasionado pela sua reação química ou eletroquímica com o meio onde está inserido. A corrosão pode comprometer a segurança das pessoas e a preservação do meio ambiente. A corrosão pode ocorrer em diferentes meios, como na atmosfera, em solos, em águas naturais, etc. O comportamento do solo como meio corrosivo deve ser considerado de grande importância, devido às grandes extensões de tubulações e tanques metálicos enterrados. Na região do Pampa Gaúcho os solos são férteis e normalmente empregados para o desenvolvimento de atividades agrícolas. A maioria destes solos é avermelhado, argiloso, e úmido, no entanto, algumas áreas do Pampa tem apresentado processo de desertificação, tornando-se arenoso, devido a retirada da vegetação nativa e sua substituição por monoculturas ou pastos. A variação do tipo de solo encontrado nesta região torna difícil a previsão do seu comportamento frente ao contato com materiais metálicos. Este trabalho tem como objetivo avaliar o comportamento de solos coletados nos municípios de Aceguá, Bagé e Candiota sobre amostras de ferro e aço carbono, enterradas e monitoradas durante 120 dias de exposição, a fim de conhecer a ação corrosiva dos solos sobre estes metais. As coletas de solos foram procedidas conforme metodologia descrita na literatura. Foram caracterizadas a morfologia dos solos, por microscopia óptica em estereomicroscópio, a condutividade elétrica, e o valor de pH. Os materiais metálicos avaliados foram o ferro Armco e o aço carbono API 5L Grau B. A preparação dos metais foi realizada por corte e lixamento. A morfologia das amostras foi analisada em estereomicroscópio. As amostras metálicas foram enterradas nos solos, e mantidas por 120 dias, sendo monitorada sua variação de peso, e morfologia, por microscopia. Ao final da exposição das amostras metálicas em solos foi determinada a taxa de corrosão conforme norma técnica ASTM G1-90 (Standard Practice for Preparing, Cleaning, and Evaluation Corrosion). As amostras de aço e ferro expostas aos solos foram susceptíveis a um ataque corrosivo, detectado em curto tempo de exposição (30 dias), aumentando com o tempo de contato com os solos. Este ataque se observou pela formação de depósitos de produtos de corrosão na superfície metálica, sendo provavelmente Fe_2O_3 . O solo de Bagé apresentou uma maior ação corrosiva sobre os metais, apresentando-se com o maior valor de condutividade elétrica, menor valor de pH e argiloso. Os

maiores valores de taxa de corrosão metálica foram Fe 0,45mm/ano e aço 0,38mm/ano.

Palavras-chave: CORROSÃO, SOLO, QUÍMICA

Modalidade de Participação: Iniciação Científica

AVALIAÇÃO DA AÇÃO CORROSIVA DE SOLOS DOS MUNICÍPIOS ACEGUÁ, BAGÉ E CANDIOTA SOBRE ESTRUTURAS METÁLICAS

¹ Aluno de graduação. kidaseryaas@gmail.com. Autor principal

² Aluno de graduação. kidaseryaas@gmail.com. Apresentador

³ Aluno de graduação. devai.matthews@gmail.com. Co-autor

⁴ Docente. luciana.rodrigues@unipampa.edu.br. Orientador

AValiação DA AÇÃO CORROSIVA DE SOLOS DOS MUNICÍPIOS DE ACEGUÁ, BAGÉ E CANDIOTA SOBRE ESTRUTURAS METÁLICAS

1 INTRODUÇÃO

A corrosão é o ataque destrutivo de um material, ocasionado pela sua reação química ou eletroquímica com o meio onde está inserido. As sérias conseqüências do processo de corrosão tem sido discutidas como uma problemática de abrangência mundial. A corrosão pode provocar paralisações de plantas industriais de produção, perda ou contaminação de produtos, redução da eficiência de equipamentos, custo de manutenção e reposição de materiais, comprometendo a segurança das pessoas e a preservação do meio ambiente (PANOSSIAN *et al.*, 1993).

A corrosão pode ocorrer em diferentes meios, como na atmosfera, em solos e carvões, em águas naturais, em produtos químicos, a altas temperaturas, em presença de microrganismos, entre outros (GENTIL, 2011).

O comportamento do solo como meio corrosivo deve ser considerado de grande importância, devido às grandes extensões de tubulações metálicas enterradas, como oleodutos, gasodutos, adutoras e minerodutos, e a grande quantidade de tanques metálicos enterrados para o armazenando de combustíveis (GENTIL, 2011).

A corrosão em tubulações ou tanques contendo combustíveis pode causar perfurações que provocam vazamentos, com a conseqüente contaminação de solos ou de lençóis freáticos, e com a possibilidade de incêndios e explosões (PANOSSIAN *et al.*, 1993).

As tubulações enterradas em solos, utilizadas em plantas de indústrias e nos sistemas urbanos de transporte de fluidos, são geralmente fabricadas em aço carbono ou ferro, pois estes metais apresentam boa relação custo/resistência mecânica, além de ser de fácil soldagem e conformação (TELLES, 2014). No entanto, estes metais são suscetíveis ao processo corrosivo por conter impurezas, inclusões não-metálicas, por estar sob tensão, por operar a grandes pressões e diferenciadas temperaturas, e ainda, por estar enterrado em um ambiente rico em heterogeneidades e características promotoras da corrosão (CALLISTER, 2008).

Como o solo é um agregado de minerais, matéria orgânica, água, gases e microrganismos, pode causar corrosão por vários aspectos, como os elevados valores de acidez, condutividade elétrica, teor de umidade, grau de aeração, e sais (GENTIL, 2011).

Na região do Pampa Gaúcho os solos são férteis e normalmente empregados para o desenvolvimento de atividades agrícolas. A maioria destes solos é avermelhado, argiloso, e úmido, no entanto, algumas áreas do Pampa tem apresentado processo de desertificação, tornando-se arenoso, devido a retirada da vegetação nativa e sua substituição por monoculturas ou pastos (STRECK *et al.*, 2008). A variação do tipo de solo encontrado nesta região torna complexa e difícil a previsão do seu comportamento frente ao contato com materiais metálicos, fazendo com que a problemática necessite de pesquisas *in locu*.

O tema do trabalho se justifica pela região do Pampa Gaúcho abrigar variadas indústrias, como de grãos e cereais, termoeletricas, de cimento, de abate e processamento de carnes, vinícolas, de mineração, têxtil, que empregam estruturas metálicas enterradas como tubulações, tanques de armazenamento, fundações, para sua produção e escoamento de produtos, sofrendo a influência do contato direto com os diferentes tipos de solos desta região.

Este trabalho tem como objetivo avaliar o comportamento de solos coletados nos municípios de Aceguá, Bagé e Candiota sobre amostras de ferro e aço carbono, enterradas e monitoradas durante 120 dias de exposição, a fim de conhecer a ação corrosiva dos solos sobre estes metais.

2 METODOLOGIA

Os 3 municípios da região do Pampa Gaúcho nos quais foram coletadas amostras de solos foram Aceguá (1), Bagé (2), e Candiota (3) indicados no mapa da Figura 1. As coletas das amostras de solos foram cuidadosamente procedidas, durante o mês de março de 2018, evitando-se o contato das amostras com qualquer utensílio metálico e empregando-se materiais plásticos novos e limpos, para se evitar contaminações, conforme a metodologia de coleta de solos descrita por Tedesco, 1995.

Figura 1- Mapa dos municípios gaúchos de coleta dos solos.



Fonte: dos autores, 2018.

Foram caracterizadas a morfologia dos solos, por microscopia óptica, em estereomicroscópio Motic, a condutividade elétrica, em condutivímetro digital portátil Hanna, e o valor de pH, por medidor de bancada Metrohm.

Os materiais metálicos avaliados foram o ferro Armco e o aço carbono API 5L Grau B. Para a maioria das aplicações industriais, o aço empregado é de baixo carbono, como os aços API (“American Petroleum Institute”). O aço API 5L Grau B apresenta teor de C máximo de 0,27%, contendo ainda Mn, P, S, Si e Al. Nesta categoria dos aços de baixo carbono pode-se incluir o ferro comercialmente puro, cujo tipo mais comum, é o chamado “ferro Armco”.

O ferro Armco, marca registrada pela “American Rolling Mills Company”, é um material de elevada pureza, pois apresenta um teor de impurezas, inclusive o carbono, inferior a 0,16%.

Tanto o ferro Armco, quanto o aço API, possuem boa soldabilidade e trabalhabilidade. No entanto, o ferro Armco possui maior resistência à corrosão. Ambos os metais são empregados na construção de estruturas industriais.

As amostras metálicas foram cedidas por empresa petroquímica. A preparação das amostras foi realizada por corte e lixamento até granulometria #2000 em lixas de carbetto de silício (lixas d’água). A morfologia das amostras foi analisada em estereomicroscópio Motic.

As amostras metálicas foram enterradas nos solos, e mantidas por 120 dias, sendo monitorada sua variação de peso, em balança analítica Mettler Toledo com resolução 0,1 mg, e morfologia, por microscopia óptica, em estereomicroscópio. Ao final da exposição das amostras metálicas em solos foi determinada a taxa de corrosão de acordo com a metodologia apresentada na norma técnica ASTM G1-90 (*Standard Practice for Preparing, Cleaning, and Evaluation Corrosion*), utilizando-se a equação (1).

$$\text{Taxa de Corrosão (mm/ano)} = (K \times W) / (A \times t \times d) \quad (1)$$

Na qual: K = constante para definir as unidades ($8,76 \times 10^4$ mm/ano); t = tempo de exposição em horas; A = área da amostra em cm^2 ; W = perda de massa em g (após decaapagem química com solução de Clarke); d = densidade do metal em g.cm^{-3} (aço carbono = $7,86 \text{ g.cm}^{-3}$).

3 RESULTADOS e DISCUSSÃO

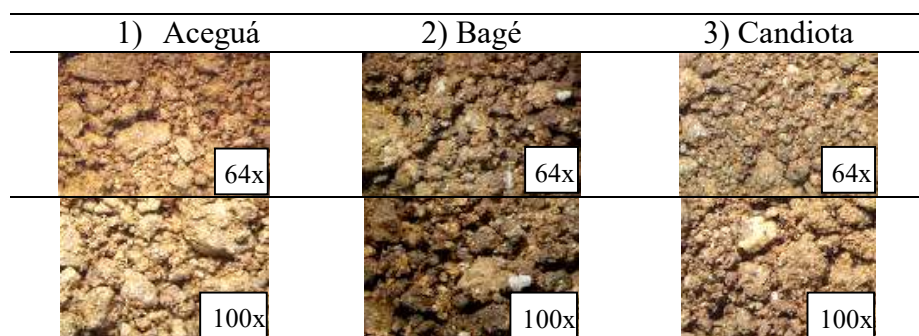
A condutividade elétrica das amostras de solos variou de $0,77 \mu\text{S.cm}^{-1}$ (Aceguá) a $6,70 \mu\text{S.cm}^{-1}$ (Bagé), e os valores de pH dos solos ficaram em cerca de 5,5, e 8,1 (Tabela 1). A textura observada para as amostras de solos de Aceguá e Candiota foi arenosa, enquanto o solo de Bagé foi argiloso (Figura 2). Na corrosão metálica em solos, o menor valor de pH e a maior condutividade elétrica implica em maior agressividade do meio (GENTIL, 2011).

Tabela 1- Caracterização dos solos.

Amostra de Solo	pH	Condutividade Elétrica ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)
Aceguá	7,6	0,77
Bagé	5,5	6,70
Candiota	8,1	2,55

Fonte: dos autores, 2018.

Figura 2- Morfologia dos solos por microscopia.



Fonte: dos autores, 2018.

A variação da massa das amostras metálicas enterradas, durante o tempo de exposição total de 120 dias, monitoradas a cada mês, refletiu, em geral, um aumento de peso para aço e Fe, em todos os solos (Tabela 2). Foi observado durante as pesagens que alguns depósitos já aderidos à superfície metálica se destacavam, o que produzia um valor de variação de massa menor do que realmente era constatado ao se remover o metal do solo. A tendência constatada foi de aumento da massa aderida às amostras metálicas, sendo que o solo de Bagé se sobressaiu quanto à sua ação corrosiva, promovendo as maiores variações de massa sobre as superfícies metálicas. Analisando o comportamento dos solos de Aceguá e Candiota, pode-se verificar uma menor ação corrosiva, observando-se um menor e mais homogêneo ataque entre os dois metais. Quando o solo foi fortemente agressivo aos metais enterrados (Bagé) ambos, aço e Fe apresentaram densa camada de depósitos de corrosão aderidos à sua superfície.

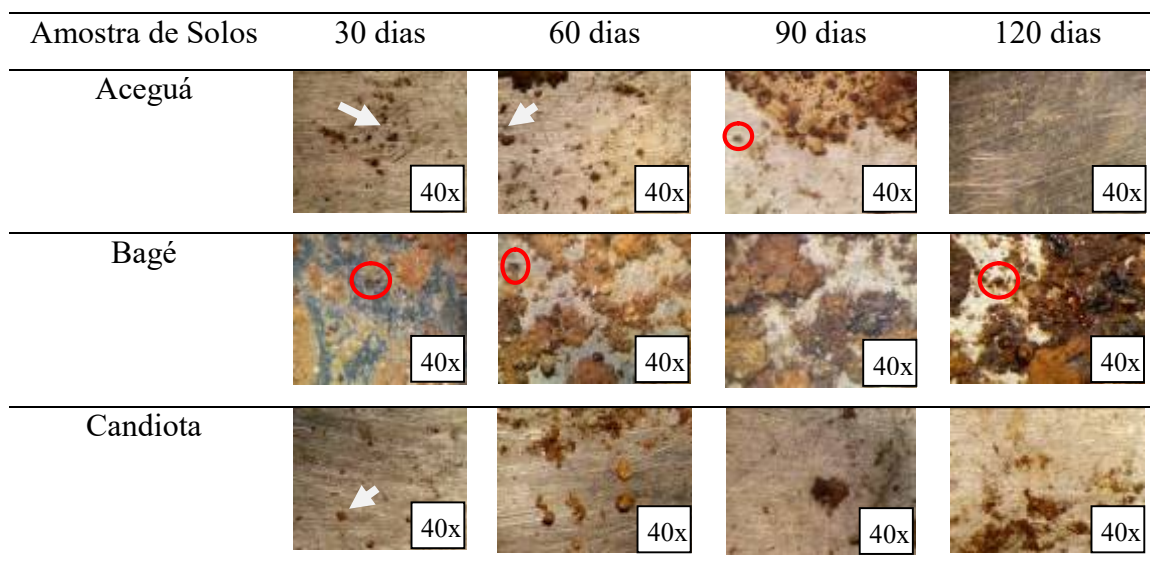
Tabela 2- Variação de massa das amostras de aço e Fe durante a exposição nos solos.

Amostra de Solo	Amostra Metálica	30 dias	60 dias	90 dias	120 dias
Aceguá	Aço	0,2	2,1	0,7	2,2
	Fe	0,3	0,9	0,5	0,7
Bagé	Aço	8,8	7,9	7,0	12,4
	Fe	5,0	12,0	12,0	17,1
Candiota	Aço	0,9	1,5	2,1	1,1
	Fe	0,3	0,4	0,0	2,0

Fonte: dos autores, 2018.

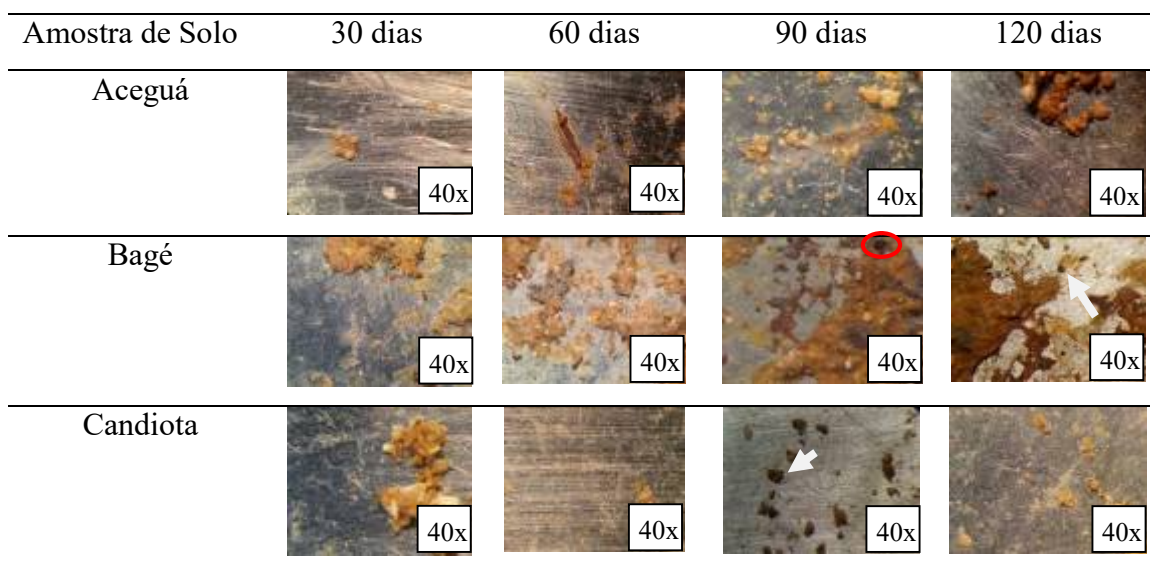
A morfologia do metal, observada por microscopia a 40x de aumento após exposição nos solos (Figuras 3 e 4), indicou a formação de depósitos de solos, de óxidos alaranjados, sendo provavelmente Fe_2O_3 , oriundo do ataque à matriz metálica, e alguns pontos escuros de nucleação de ataque localizado ao metal. Nas imagens são destacados os pontos escuros nos metais, os quais provavelmente indicam a nucleação de ataques de corrosão localizada.

Figura 3- Morfologia do Fe após exposição nos solos por microscopia.



Fonte: dos autores, 2018.

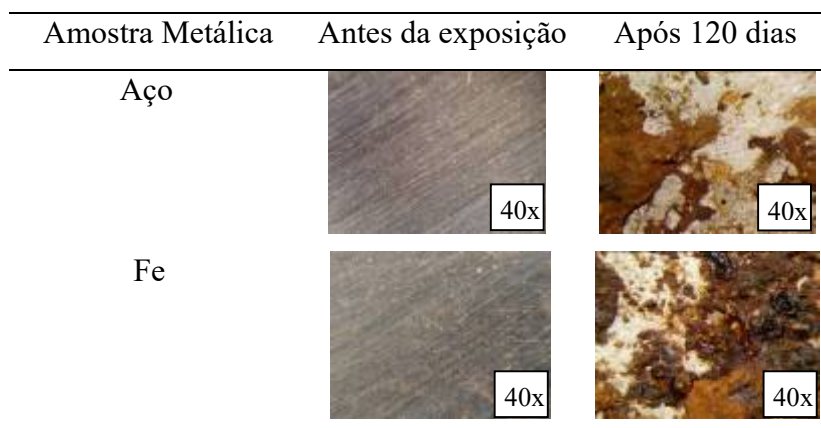
Figura 4- Morfologia do aço após exposição nos solos por microscopia.



Fonte: dos autores, 2018.

Uma comparação final entre a morfologia das amostras metálicas antes e após 120 dias de exposição no solo de maior ação corrosiva, Bagé, é apresentada na Figura 5. Constatou-se a intensa formação de depósitos de produtos de corrosão e possíveis pontos de nucleação de ataques localizados de corrosão.

Figura 5- Morfologia do aço e Fe antes e após a exposição no solo de Bagé por microscopia.



Fonte: dos autores, 2018.

Após a exposição nos solos, as amostras metálicas foram limpas dos depósitos aderidos na sua superfície, por decapagem química em solução de Clarke e pesadas para a determinação da taxa de corrosão, conforme a norma técnica. Os valores para as amostras enterradas no solo de Bagé foram Fe 0,45 mm/ano e aço 0,38 mm/ano; em Aceguá, aço 0,12 mm/ano e Fe 0,05 mm/ano; e em Candiota, Fe 0,10 mm/ano e aço 0,07 mm/ano.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluiu-se que amostras de aço carbono e ferro Armco expostas aos solos coletados nos municípios de Aceguá, Bagé e Candiota foram susceptíveis a um ataque corrosivo, detectado já em curto tempo de exposição (30 dias), aumentando com o tempo de contato com os solos. Este ataque inicial se observou pela formação de depósitos de produtos de corrosão na superfície metálica, sendo composto provavelmente por Fe_2O_3 .

O solo de Bagé apresentou uma maior ação corrosiva sobre os metais analisados, apresentando-se com o maior valor de condutividade elétrica, menor valor de pH e argiloso. Os maiores valores de taxa de corrosão metálica foram Fe 0,45 mm/ano e aço 0,38 mm/ano.

É de suma importância o conhecimento das características e do comportamento de solos para prever a degradação de metais enterrados e seu tempo de vida útil. Esta pesquisa continua para contribuir com o conhecimento sobre a ação corrosiva dos solos da região do Pampa Gaúcho.

REFERÊNCIAS

- CALLISTER JR., W. D. **Ciência e engenharia de materiais: uma introdução**. LTC, Rio de Janeiro, 2008. 705p.
- GENTIL, V. **Corrosão**. LTC, Rio de Janeiro, 6ª Ed., 2011. 392p.
- PANOSSIAN, Z., ALMEIDA, N. L., OHBA, M. **Corrosão e proteção contra corrosão em equipamentos e estruturas metálicas**. IPT, São Paulo, 1993. 2v. 636p.
- STRECK, E. V.; KAMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C. **Solos do Rio Grande do Sul**. EMATER, Porto Alegre, 2ª Ed., 2008. 126p.
- TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2ª Ed., Depto. de Solos, Porto Alegre, UFRGS, 1995. 174p.
- TELLES, P. C. S. **Tubulações Industriais: Materiais, Projeto, Montagem**. LTC, Rio de Janeiro, 10ª Ed., 2014. 252p.