

---

*Copyright 2018, ABRACO*

*Trabalho apresentado durante o INTERCORR 2018, em São Paulo, no mês de maio de 2018.*

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

## **Influência da variação anual da resistividade elétrica do solo no desempenho de sistema de proteção catódica de dutos terrestres**

**José Leonardo Resende<sup>a</sup>**

### ***Abstract***

---

One of field parameters collected for the preparation of cathodic protection design of buried pipelines is the electrical soil resistivity of duct nesting sites and anode beds. This parameter influences mainly on demand density of electric current and the electrical resistance of the sacrificial material in contact with the ground. This study aims to evaluate the weekly performance of the variation of soil resistivity and its impact on the design and cathodic protection system performance for one year in the depths practiced by designers. It known that the soil is a generally heterogeneous medium, so that the value of resistivity varies from location to location depending on the type, humidity level, the depth of the layers, age geological formation, temperature, salinity and other natural factors also being affected by external factors such as contamination and compaction. The results show that the soil resistivity variation reached about 85 %, and the electrical current injected by some rectifiers reduced by 37 %, thus requiring adjustments to the rectifiers to maintain the level of cathodic protection during periods of elevated soil resistivity.

**Keywords:** performance, cathodic protection, soil resistivity.

### **Resumo**

---

Um dos parâmetros de campo levantado para a elaboração de projeto de proteção catódica de dutos enterrados é a resistividade elétrica do solo dos sítios de assentamento do duto e dos leitos de anodos. Esse parâmetro influencia, principalmente, na demanda densidade de corrente elétrica e na resistência elétrica do material de sacrifício em contato com o solo. Este estudo tem como objetivo avaliar o comportamento semanal da variação da resistividade do solo e seu impacto no projeto e no desempenho de sistema de proteção catódica durante um ano nas profundidades praticadas pelos projetistas. Sabe-se que o solo é um meio geralmente heterogêneo, de modo que o valor de sua resistividade varia de local para local em função do tipo, nível de umidade, profundidade das camadas, idade de formação geológica, temperatura, salinidade e outros fatores naturais, sendo também afetado por fatores externos como contaminação e compactação. Os resultados mostram que a variação de resistividade do solo alcançou cerca de 85 % e a corrente elétrica injetada por alguns retificadores reduziu cerca de 37 %, exigindo assim ajustes nos retificadores para manter o nível de proteção catódica nos períodos de elevação da resistividade do solo.

---

<sup>a</sup>Engenheiro de Manutenção e Operação - GASMIG

---

**Palavras-chave:** desempenho, proteção catódica, resistividade do solo.

## Introdução

---

Após o início do monitoramento remoto de alguns retificadores de proteção catódica notou-se que determinados sistemas sofriam grandes variações de corrente elétrica ao longo do ano, mesmo com a tensão de saída constante. Uma das variáveis que impacta diretamente no valor de corrente é a resistividade elétrica do solo do sítio de acomodação dos anodos de sacrifícios, influenciando tanto na resistência do circuito quanto na demanda de corrente necessária para proteger contra corrosão eletrolítica um sistema de dutos enterrados.

A resistividade do solo é dependente das características físico-químicas do tipo de solo, do nível de umidade, da profundidade das camadas, da intervenção humana e de outros fatores naturais. Dessa forma, a norma [1] exemplifica valores típicos de resistividades em função de alguns desses parâmetros, sobretudo em relação ao teor de umidade retida no solo, à salinidade e à temperatura. Além disso, a resistividade é um dos parâmetros de base para diversos processos elétricos, tais como: projeto de sistemas de aterramentos, estudos de interferências eletromagnéticas em dutos enterrados, projetos de sistemas de proteção catódica, etc.

Assim sendo, este trabalho tem como objetivo levantar a curva de variação da resistividade do solo durante um ano e quantificar seu impacto na demanda de corrente de proteção catódica de novos projetos e dos sistemas em operação.

## Metodologia

---

Para o levantamento dos valores de resistividades do solo adotou-se o Método dos quatro eletrodos - Arranjo dos quatro pontos igualmente espaçados ou arranjo de Wenner [1] [2] [3] com medições semanais nas distâncias típicas de projeto de proteção catódica, isto é, 1,5 m, 3,0 m, 4,5 m e 6,0 m durante o período de 1 ano entre agosto de 2014 e julho de 2015. A Figura 1 retrata o local do ensaio. Assim, para garantir que as medições fossem realizadas sempre no mesmo local, demarcou-se as distâncias anteriores com estacas de madeira e a irrigação foi abolida no período de ensaio para evitar sua influência nos resultados.

O instrumento utilizado para o levantamento de campo foi o Conjunto Testador de terra Fluke 1625, calibrado em 22/01/2014.

No dimensionamento de um sistema de proteção catódica por corrente impressa, a resistência do circuito é basicamente a resistência de contato anodo/eletrolito, principalmente em eletrólitos de resistividade média e alta [2]. Para a configuração de vários anodos enterrados, a resistência do circuito é dada pelas Equação 1 e 2. Sendo a Equação 1 para anodos de superfície dispostos verticalmente e a Equação 2 para a disposição horizontal.

$$R_{AV} = \frac{\rho}{2\pi N L} \left( \ln \frac{8L}{D} - 1 + \frac{2L}{S} \ln 0,656N \right) \quad (1)$$

Em que:

$R_{AV}$  – resistência dos diversos anodos verticais dispostos em linha reta e com espaçamento uniforme [ $\Omega$ ]

$\rho$  – resistividade do solo [ $\Omega\text{cm}$ ]

N – número de anodos em paralelo

L – comprimento de cada anodo [cm]

D – diâmetro de cada anodo [cm]

S – espaçamento entre os anodos [cm]

$$R_{AH} = \frac{\rho}{2\pi L} \left( \ln \frac{8L^2}{DS} - 2 \right) \quad (2)$$

Em que:

$R_{AH}$  – resistência dos diversos anodos na posição vertical [ $\Omega$ ]

$\rho$  – resistividade do solo [ $\Omega\text{cm}$ ]

L – comprimento de cada anodo [cm]

D – diâmetro de cada anodo [cm]

S – dobro da profundidade em que o anodo será enterrado [cm]



**Figura 1 – Local do ensaio de medição de resistividade do solo**

Pelas Equações 1 e 2 observa-se que a resistência do circuito é diretamente proporcional a resistividade elétrica do solo. Então, nos sistemas analisados, os valores de resistência de cada sistema foram considerados como parâmetro de correção para o valor da resistividade do solo de projeto de cada leito de anodo analisado, pois retratam, de certa forma, o comportamento do solo no período.

A corrente de proteção é dada pela Equação 3 [2]. Já a densidade de corrente de proteção é dada pela Equação 4 [2]. Observa-se que no cálculo da densidade de corrente a única variável é a resistividade do solo de acomodação da estrutura a proteger.

$$I = S.j.(1 - E) \quad (3)$$

Em que:

- $I$  – intensidade de corrente [A]
- $S$  – área total da superfície a proteger [m<sup>2</sup>]
- $j$  – densidade de corrente de proteção [A/m<sup>2</sup>]
- $E$  – eficiência do revestimento [fração decimal]

$$j = 73,73 - 13,35 \log \rho \quad (4)$$

Em que:

- $j$  – densidade de corrente de proteção [A/m<sup>2</sup>]
- $\rho$  – resistividade do solo [ $\Omega$ cm]

De posse dos dados levantados em campo e dos históricos de monitoramento remoto dos retificadores de proteção catódica da Companhia de Gás de Minas Gerais (GASMIG), será retratado o comportamento de dois sistemas, conforme Tabela 1. O Sistema 1 é composto por 32 anodos de titânio instalados na superfície a uma profundidade de 2,0 m, cuja corrente nominal de projeto é 0,25 A. Já o Sistema 2 é composto por 14 anodos de ferro-silício-cromo instalados, também, na superfície a uma profundidade de 1,5 m, em que a corrente nominal de projeto é 2,09 A. Ambos os sistemas não possuem quaisquer tipos de interferências de sistemas em corrente contínua e os gasodutos são revestidos com polietileno extrudado de tripla camada.

**Tabela 1 - Características dos sistemas de proteção catódica analisados**

Local	Modelo do retificador	Material anodo	Número de anodos	Posição dos anodos	Profundidade [m]	Tipo de solo [4]	Tipo de cobertura do leito
Hum - Brumadinho	100V-10A	Ti	32	Vertical	2,0	Neossolo litólico distrófico	Solo natural
Embrapa - Sete Lagoas	100V-10A	Fe-Si-Cr	14	Vertical	1,5	Latossolo vermelho distrófico	Solo natural

## Resultados e discussão

O perfil de resistividade do solo semanal mensurado nas dependências da GASMIG no período de agosto/2014 a julho/2015 é retratado na Tabela 2 e na Figura 2. Observa-se que as frações do ano que apresentaram as menores magnitudes foram: primeira quinzena de dezembro, segunda quinzena de fevereiro, mês de março com valor mínimo anual de 76,84  $\Omega$ .m e primeira quinzena de maio, pois houve considerável quantidade de chuva no período e o solo estava bastante úmido durante as medições. Entretanto, o valor da resistividade do solo aumenta significativamente a partir do final da estação chuvosa até o início da próxima tendo em vista a queda na umidade retida no solo, isto é, de junho até a primeira quinzena de

outubro, que apresentou o valor máximo de 348,35  $\Omega$ .m. Nota-se que a diferença entre as magnitudes máxima e mínima é cerca de 453%. Portanto, o intervalo do mês setembro até a primeira quinzena de outubro torna-se ideal para dimensionar a maior resistência de contato dos anodos com o eletrólito para a região do ensaio.

**Tabela 2 – Resistividade do solo semanal de agosto/2014 a julho/2015**

Data		1,5m	3m	4,5m	6m	Média	Condição solo
		[ $\Omega$ .m]	[ $\Omega$ .m]	[ $\Omega$ .m]	[ $\Omega$ .m]	[ $\Omega$ .m]	
04/08/2014	Ago S1	287,46	130,50	69,46	20,73	127,04	Superfície seca
11/08/2014	Ago S2	349,66	158,08	94,25	45,24	161,81	Superfície seca
18/08/2014	Ago S3	403,38	200,37	119,60	60,32	195,92	Seco
25/08/2014	Ago S4	465,58	250,70	144,20	82,94	235,86	Seco
01/09/2014	Set S1	507,05	276,46	161,16	91,73	259,10	Seco
08/09/2014	Set S2	572,08	292,17	170,59	168,39	300,81	Seco
15/09/2014	Set S3	604,44	304,11	175,30	103,04	296,72	Seco
24/09/2014	Set S4	620,46	312,90	238,45	129,43	325,31	Seco
29/09/2014	Set S5	630,52	307,88	189,44	110,58	309,60	Seco
08/10/2014	Out S1	653,14	314,79	205,46	177,19	337,64	Seco
15/10/2014	Out S2	644,03	333,64	235,62	179,70	348,25	Seco
23/10/2014	Out S3	282,49	129,31	61,36	27,65	125,20	Molhado
31/10/2014	Out S4	227,70	107,82	51,46	25,01	103,00	Molhado
07/11/2014	Nov S1	279,35	130,12	69,74	35,06	128,57	Meio seco
14/11/2014	Nov S2	244,20	119,19	58,81	26,77	112,24	Molhado
21/11/2014	Nov S3	247,68	114,10	58,81	28,65	112,31	Superfície seca
05/12/2014	Dez S1	195,75	90,67	47,78	23,37	89,39	Molhado
19/12/2014	Dez S3	196,04	91,23	49,76	25,26	90,57	Superfície seca
30/12/2014	Dez S4	248,88	136,22	78,41	41,47	126,24	Seco
09/01/2015	Jan S1	344,95	191,89	114,32	62,83	178,50	Seco
20/01/2015	Jan S3	470,30	247,56	152,68	95,50	241,51	Seco
29/01/2015	Jan S4	320,44	172,16	71,91	34,31	149,70	Molhado
03/02/2015	Fev S1	357,20	183,59	79,73	38,45	164,75	Superfície seca
10/02/2015	Fev S2	178,69	87,71	39,58	18,47	81,12	Molhado vários dias de chuva)

Data		1,5m	3m	4,5m	6m	Média	Condição solo
		[ $\Omega$ .m]	[ $\Omega$ .m]	[ $\Omega$ .m]	[ $\Omega$ .m]	[ $\Omega$ .m]	
20/02/2015	Fev S3	215,39	104,55	52,31	23,00	98,81	Molhado
04/03/2015	Mar S1	198,99	92,24	46,18	22,24	89,91	Úmido
13/03/2015	Mar S2	167,38	81,37	39,02	19,60	76,84	Úmido
26/03/2015	Mar S4	171,97	81,62	40,53	20,73	78,71	Úmido
15/04/2015	Abr S2	255,95	128,99	75,21	40,72	125,22	Seco
27/04/2015	Abr S4	237,13	106,31	59,94	30,16	108,38	Seco/pouco úmido
06/05/2015	Mai S1	199,74	90,98	47,22	24,13	90,52	Úmido
11/05/2015	Mai S2	192,27	88,59	46,46	22,62	87,49	Úmido
28/05/2015	Mai S4	246,14	121,77	71,63	39,33	119,72	Seco
11/06/2015	Jun S2	292,17	152,93	91,89	51,02	147,00	Seco
25/06/2015	Jun S4	353,43	192,27	123,84	68,36	184,47	Seco
03/07/2015	Jul S1	397,73	211,12	135,72	79,17	205,93	Seco
09/07/2015	Jul S2	414,69	218,65	139,49	82,94	213,94	Seco
22/07/2015	Jul S3	466,53	240,02	151,74	94,25	238,13	Seco
Média	-	345,81	173,54	101,55	59,75	170,16	-

Já para dimensionar a maior quantidade de corrente necessária para a proteção de um duto enterrado nesta mesma região, os meses de solos úmidos são mais convenientes por apresentarem os menores gradientes, tais como, segunda quinzena de dezembro, fevereiro e março.

A média anual ficou em torno de 161,58  $\Omega$ .m. Dessa forma, a variação máxima foi de cerca de 85,0 % e a mínima, 39,0 %, respectivamente em setembro e maio, em relação à média anual. Os meses que o valor médio mensal da resistividade se aproxima da média anual são os meses de janeiro e junho. Caso opte por dimensionar a partir da média anual, esses meses tornam-se bastantes representativos.

Comparando as resistividades em relação a cada profundidade mensurada, a amplitude é menor à medida que se aprofunda por haver maior percentual de umidade retida como pode ser constatado na Figura 3. Assim, as magnitudes médias para as profundidades de 1,5 m, 3,0 m, 4,5 m e 6,0 m são, respectivamente, 407,46  $\Omega$ .m, 213,63  $\Omega$ .m, 145,08  $\Omega$ .m, 99,78  $\Omega$ .m. Nota-se que é mais vantajoso para a dispersão de corrente optar por acomodar os anodos numa profundidade maior que 3,0 m, por apresentarem menores amplitudes de resistividade do solo e pelo fato desse valor aproximar da média anual (161,58  $\Omega$ .m).



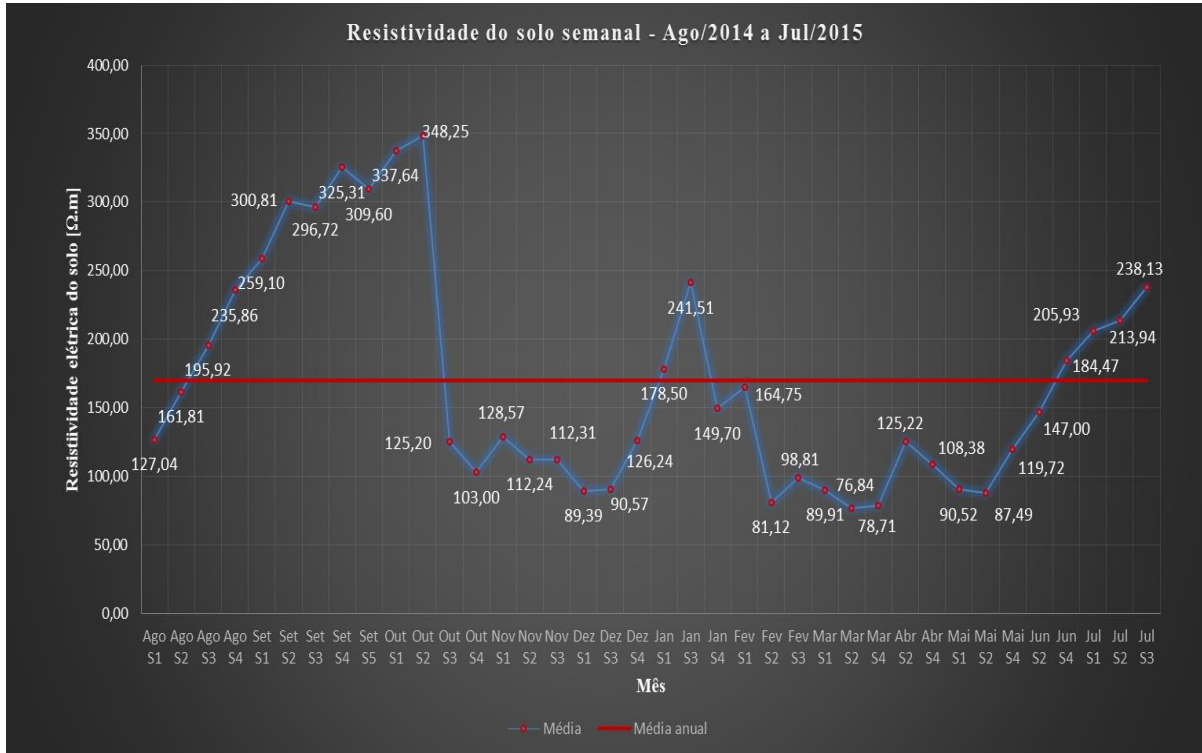


Figura 2 – Resistividade do solo semanal de agosto/2014 a julho/2015

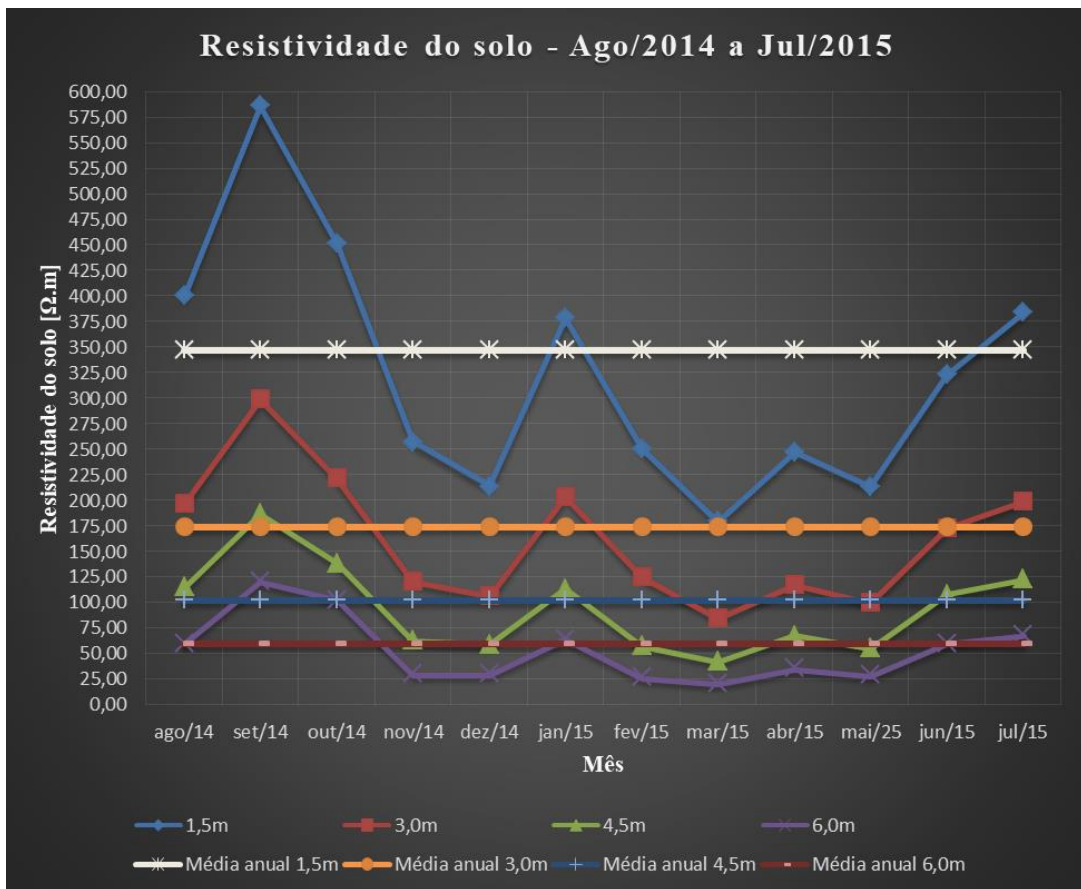


Figura 3 – Resistividade do solo média mensal por profundidade

Analisando os dados de monitoramento – tensão de saída, corrente de saída e potencial duto/solo – dos retificadores e pontos de testes dos Sistemas 1 e 2 descritos anteriormente, obtém-se na Tabela 3 os dados relativos ao Sistema 1 e na Tabela 4, os dados relativos ao Sistema 2. No Sistema 1 também foi levantado os valores médios mensais de potencial duto-solo do tipo ON no ponto de teste, Vale Vargem Grande, situado a 18,8 km do retificador Hum, Brumadinho. Já no Sistema 2, que possui uma extensão maior de dutos, há dois pontos de teste com monitoramento: Posto Bahia, situado a 11,5 km, e no lado oposto, Posto 1000, situado a 24,2 km do retificador Embrapa, Sete Lagoas.

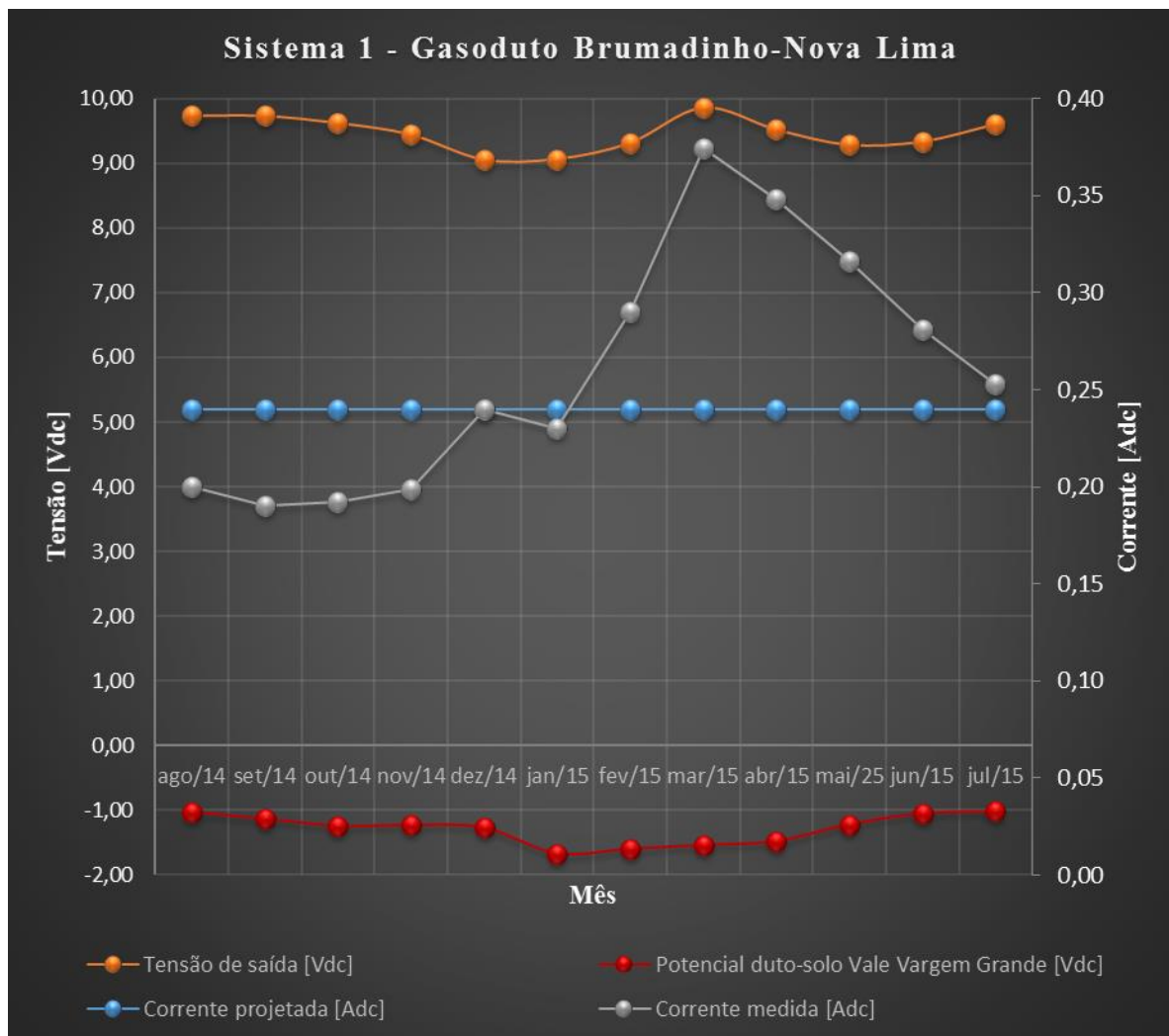
**Tabela 3 – Sistema de proteção catódica Gasoduto Brumadinho-Nova Lima**

Mês	Corrente projetada [A <sub>dc</sub> ]	Tensão de saída [V <sub>dc</sub> ]	Corrente medida [A <sub>dc</sub> ]	Diferença de corrente	Potencial duto-solo Vale Vargem Grande [V <sub>dc</sub> ]
ago/14	0,24	9,73	0,20	-16,67%	-1,03
set/14	0,24	9,73	0,19	-20,83%	-1,13
out/14	0,24	9,62	0,19	-20,00%	-1,24
nov/14	0,24	9,44	0,20	-17,08%	-1,23
dez/14	0,24	9,05	0,24	0,00%	-1,27
jan/15	0,24	9,06	0,23	-4,17%	-1,67
fev/15	0,24	9,31	0,29	20,83%	-1,60
mar/15	0,24	9,86	0,37	55,83%	-1,54
abr/15	0,24	9,52	0,35	45,00%	-1,48
mai/25	0,24	9,28	0,32	31,67%	-1,22
jun/15	0,24	9,33	0,28	17,08%	-1,05
jul/15	0,24	9,60	0,25	5,42%	-1,02
Média	0,24	9,46	0,26	8,09%	-1,29

A partir da Tabela 3 e Figura 4, referente ao Sistema 1, observa-se que a tensão de saída permaneceu, praticamente, constante ao longo do ano, com média de 9,46 V<sub>dc</sub>. Já corrente teve oscilação entre -20,83% e +55,83% em relação à corrente nominal de projeto. Observa-se ainda que as magnitudes do potencial duto/solo acompanhou o acréscimo/decaimento da corrente ao longo do ano, sendo que nos meses da maior módulo de corrente – março, abril e maio – o potencial duto/solo apresentou maiores valores negativos, e em contrapartida, nos meses – junho, julho e agosto – os menores valores negativos de potencial duto/solo. Considerando o histórico de medição de potencial do tipo ON/OFF, nos gasodutos da



GASMIG nos últimos seis anos, a diferença entre o valor ON e OFF para os dutos revestidos com polietileno extrudado de tripla camada nos solos mineiros é da ordem de -0,20 Vdc. Dessa forma, constata-se que nos meses julho e agosto, no ponto de teste Vale Vargem Grande, o gasoduto apresentará potencial do tipo OFF maior que -0,85 Vdc [3], isto é, estará com subproteção. Por outro lado, nos meses de janeiro, fevereiro, março e abril, apresentará potencial duto/solo mais negativo que -1,25 Vdc [3], isto é, estará com superproteção catódica.



**Figura 4 – Desempenho Sistema 1**

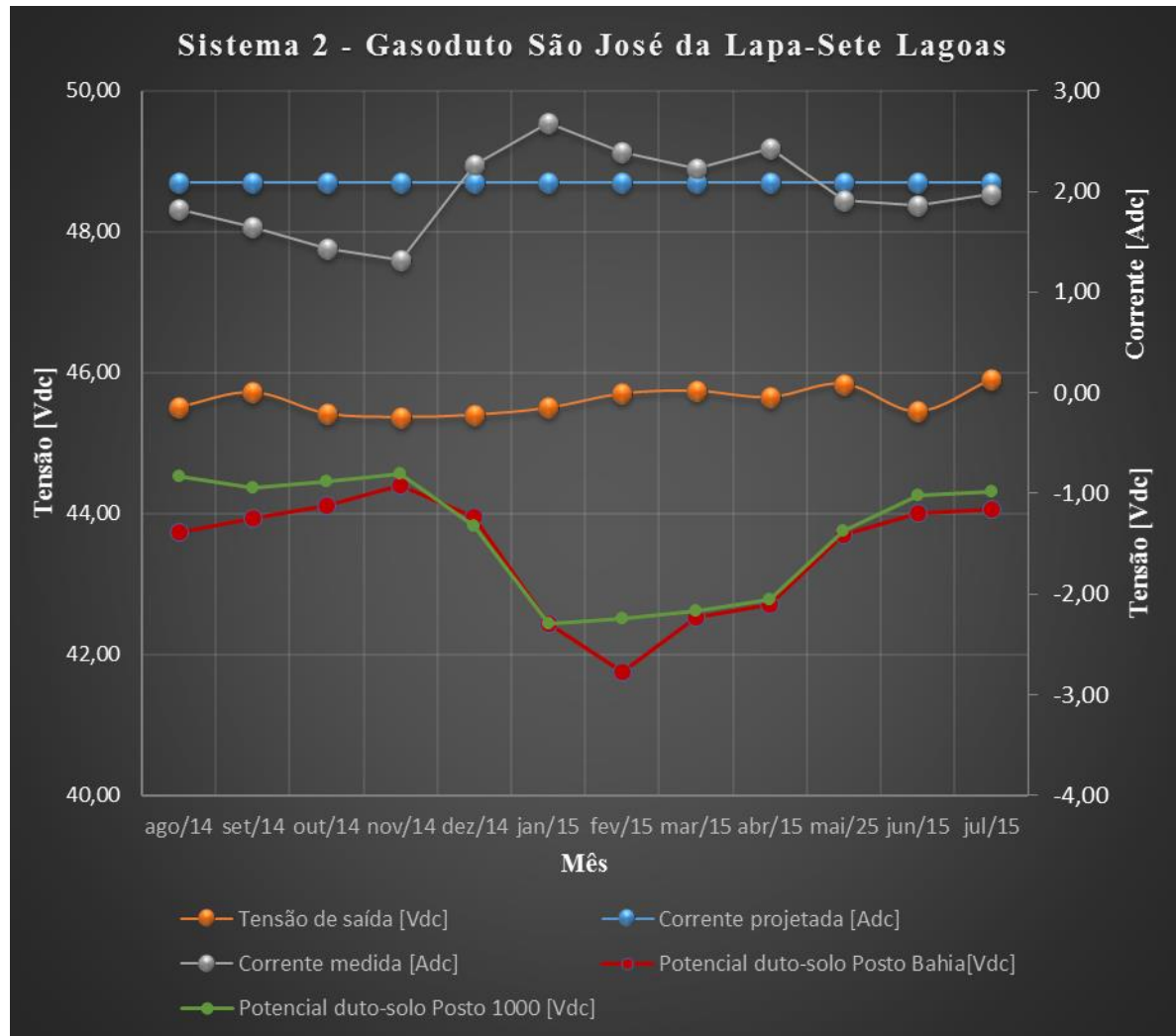
Analisando o Sistema 2 a partir da Tabela 4 e Figura 5, observa-se que a tensão de saída permaneceu, praticamente, constante ao longo do ano, com média de 45,60 Vdc. Já corrente teve oscilação entre -36,93% e +28,21% em relação à corrente nominal de projeto. Observa-se ainda que as magnitudes do potencial duto/solo acompanharam o acréscimo/decaimento da corrente ao longo do ano, sendo que nos meses do maior módulo de corrente – janeiro a abril – o potencial duto/solo apresentou maiores valores negativos, e em contrapartida, nos meses – agosto a novembro – os menores valores negativos de potencial duto/solo. Considerando o histórico de medição de potencial do tipo ON/OFF, nos gasodutos da GASMIG nos últimos seis anos, a diferença entre o valor ON e OFF para os dutos revestidos com polietileno extrudado de tripla camada nos solos mineiros é da ordem de -0,20 Vdc. Dessa forma,

constata-se que nos meses agosto a novembro, no ponto de teste Posto 1000 (mais distante do retificador), o gasoduto apresentará potencial do tipo OFF maior que -0,85 Vdc [3], isto é, estará com subproteção. Por outro lado, nos meses de janeiro, fevereiro, março e abril, apresentará potencial duto/solo mais negativo que -1,25 Vdc [3], isto é, estará com superproteção catódica. O perfil de potencial duto/solo no ponto de teste Posto Bahia (mais próximo do retificador) apresenta a ordem de amplitude similar, com também superproteção nos meses de janeiro, fevereiro, março e abril, e subproteção, apenas em novembro.

**Tabela 4 – Sistema de proteção catódica Gasoduto São José da Lapa-Sete Lagoas**

Mês	Corrente projetada [Adc]	Tensão de saída [Vdc]	Corrente medida [Adc]	Diferença de corrente	Potencial duto-solo Posto Bahia[Vdc]	Potencial duto-solo Posto 1000 [Vdc]
ago/14	2,09	45,51	1,82	-13,05%	-1,39	-0,83
set/14	2,09	45,72	1,65	-21,17%	-1,25	-0,94
out/14	2,09	45,42	1,43	-31,68%	-1,12	-0,88
nov/14	2,09	45,37	1,32	-36,93%	-0,92	-0,8
dez/14	2,09	45,40	2,27	8,40%	-1,24	-1,32
jan/15	2,09	45,50	2,68	28,21%	-2,29	-2,3
fev/15	2,09	45,70	2,39	14,26%	-2,78	-2,24
mar/15	2,09	45,74	2,23	6,54%	-2,23	-2,17
abr/15	2,09	45,65	2,43	16,10%	-2,11	-2,06
mai/25	2,09	45,84	1,91	-8,75%	-1,41	-1,38
jun/15	2,09	45,45	1,86	-11,13%	-1,2	-1,02
jul/15	2,09	45,90	1,97	-5,88%	-1,16	-0,98
Média	2,09	45,60	2,00	-4,59%	-1,59	-1,41

Comparando os dois sistemas, observa-se comportamento congruente quanto à variação da corrente de proteção catódica injetada pelos respectivos retificadores em função da variação anual da resistividade elétrica do solo. Nota-se variação quanto ao período de menores e maiores intensidade em virtude das características físico-químicas de cada tipo de solo e da quantidade e sazonalidade das chuvas, pois tanto o solo neossolo litólico distrófico apresenta como comportamento baixa retenção de umidade [6], quanto o solo latossolo vermelho distrófico [8].



**Figura 5 – Desempenho Sistema 2**

Considerando que a norma [3] retrata que a periodicidade mínima da medição de potencial em dutos é de um ano, podendo chegar a três anos para potencial do tipo OFF para sistemas estáveis, sem interferências. Como as medições anuais e/ou trienais são realizadas no mesmo período, isto é, no mesmo mês de referência, não detectará os intervalos de subproteção e superproteção ao longo do ano, conforme analisados anteriormente. Nota-se ainda que os valores médios anuais de corrente aproximam-se das correntes de projeto, o que pode levar a uma falsa conclusão de que os sistemas são estáveis.

## Conclusões

Conclui-se que a resistividade do solo varia consideravelmente ao longo do ano, alcançando diferença de cerca de 85,0 % entre a máxima e a média anual, e 50 % entre a mínima e a média. Esta variação impacta, principalmente, na resistência de contato do leito de anodos com o solo e na demanda de corrente de proteção, que dependendo do tipo de solo e do período de chuvas provoca deficiência de até 37 % e superproteção de até 56 % nos sítios analisados.

As medições mostraram ainda, que a amplitude da resistividade é menor para profundidades maiores, principalmente, as superiores a 3,0 m. Então, a fim de minimizar a variação da resistência de contato do leito, os anodos devem ser alocados em profundidades superiores a esta.

Nota-se também que os meses em que as correntes se aproximam da média anual são basicamente os meses de dezembro, janeiro e julho para os sistemas analisados, mas este período pode variar em decorrência das características físico-químicas de cada tipo de solo e da sazonalidade da estação chuvosa.

Quanto a variação de potencial duto/solo, é fundamental que faça o monitoramento de algum ponto de teste de cada sistema de pelo menos 1 ano para levantar os períodos de subproteção e superproteção. Uma forma de minimizar as oscilações de corrente e controlar o valor do potencial de proteção em todos os pontos de testes é trabalhar com retificador automático contendo algoritmo retroalimentado pelas medições de potencial duto/solo nos pontos de testes.

### Referências bibliográficas

---

- [1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7117**: medição da resistividade e determinação da estratificação do solo. Rio de Janeiro, 2012.
- [2] DUTRA, Aldo; NUNES, Laerce. **Proteção Catódica: Técnica de combate à corrosão**. 5. ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2011. 344p.
- [3] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15589 Parte 1: Indústrias de petróleo, petroquímica e gás natural - Proteção catódica de sistemas de transporte por dutos Parte 1: Dutos terrestres**. Rio de Janeiro, 2015.
- [4] FEAM. **Banco de solos de Minas Gerais**. Disponível em: <<http://www.feam.br/noticias/1/949-mapas-de-solo-do-estado-de-minas-gerais>>. Acesso: 25 fev 2018. 12:10:25.
- [5] AGEITEC. **Neossolos litólicos**. Disponível em: <[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos\\_tropicais/arvore/CONT000gn230xho02wx5ok0liq1mqxhk6vk7.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000gn230xho02wx5ok0liq1mqxhk6vk7.html)>. Acesso: 25 fev 2018. 12:33:05.
- [6] IAC. **Neossolos**. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/solosp/pdf/Neossolos.pdf>>. Acesso: 25 fev 2018. 12:35:15.
- [7] AGEITEC. **Latossolos**. Disponível em: <[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01\\_96\\_10112005101956.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_96_10112005101956.html)>. Acesso: 21 jan 2016. 17:30:05.
- [8] IAC. **Latossolos**. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/solosp/pdf/Latossolos.pdf>>. Acesso: 25 fev 2018. 12:44:20.