

Decifrando os Mecanismos de Falhas no sistema de Gases no setor sucroenergetico

aperam

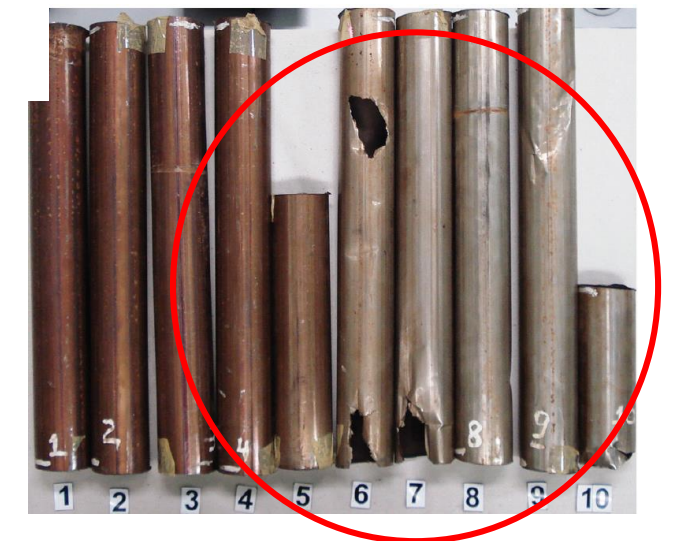
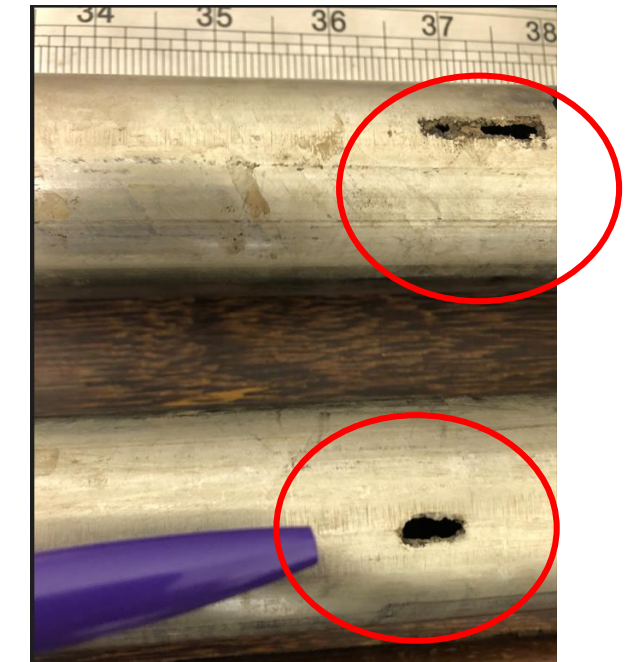
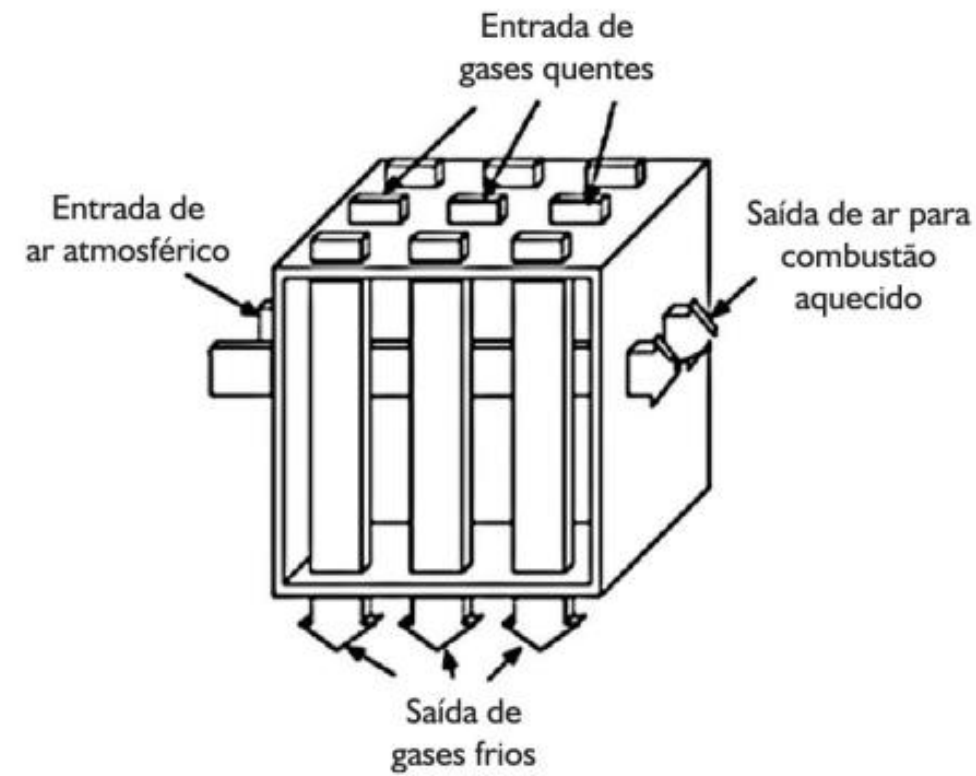


Nome: Rafael Lopes Fialho Penedo
Pesquisador - Aperam
Mestre em Metalurgia Física - UFMG

Objetivo



- Entender “de forma mais aprofundada” quais eram os motivos da redução de vida útil dos aços inoxidáveis nos sistema de lavagem de gases e quais as possíveis solução para Inox.



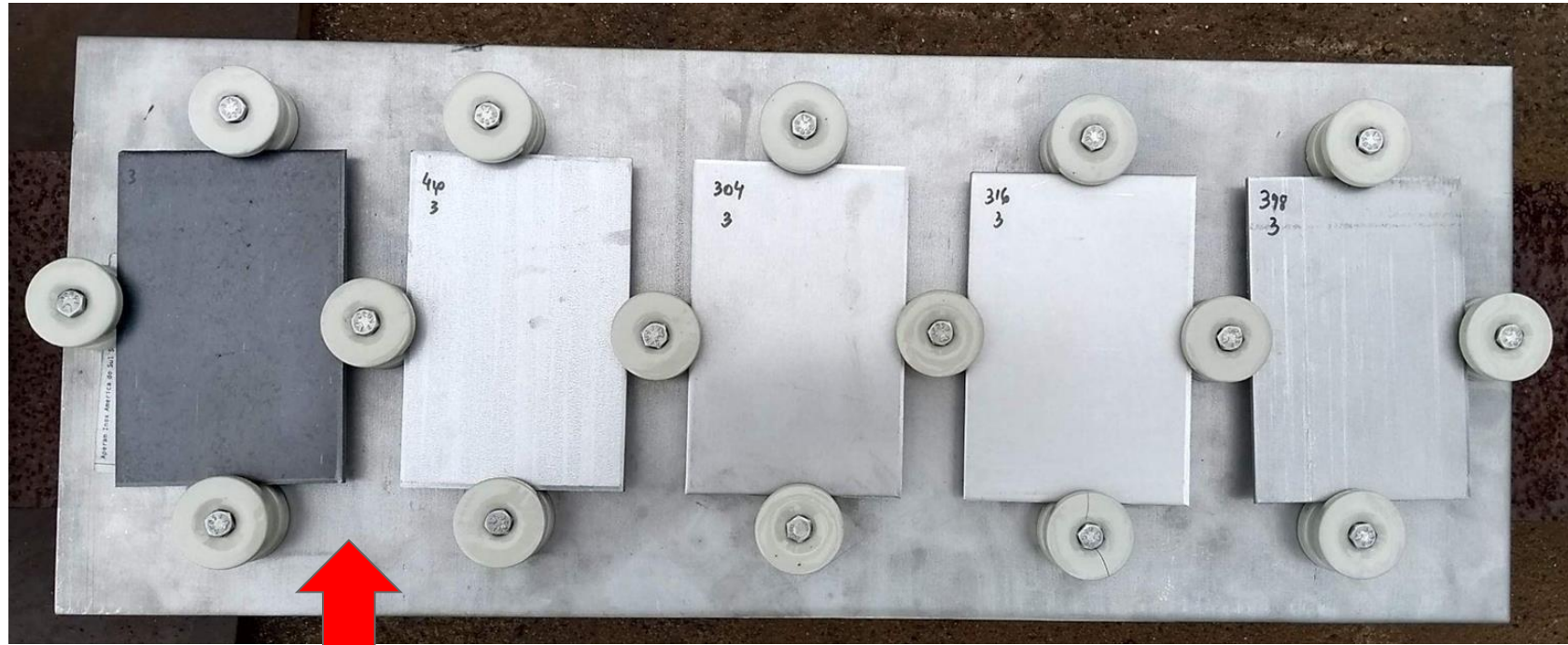
Falha em Sistema de Lavagem

Falha Tudo Pré-Ar

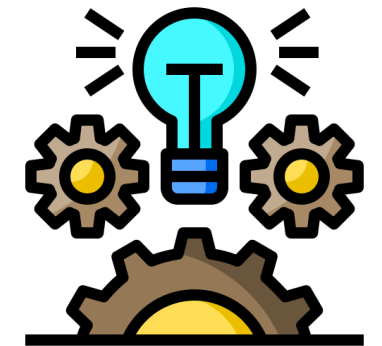
Metodologia



Para garantir a confiabilidade e o teste em reais condições, foram confeccionados pela Aperam um Rack de amostras conforme mostrado abaixo:



- Os racks foram disponibilizados para 6 diferentes usinas, (aqui denominadas A, B, C, D, E e F para efeitos de confidencialidade).
- 1 safra de Duração;



➤ Amostras com 5mm de espessura

Aço	Composição Química (Peso %)				
	C	Cr	Ni	Mo	Mn
A36	0,12	-	-	-	-
410	0,008	11,03	-	-	-
304	0,005	17,5	8,00	-	1,12
316	0,014	16,76	10,02	2,06	1,32
Duplex	0,028	22,08	4,00	-	1,32

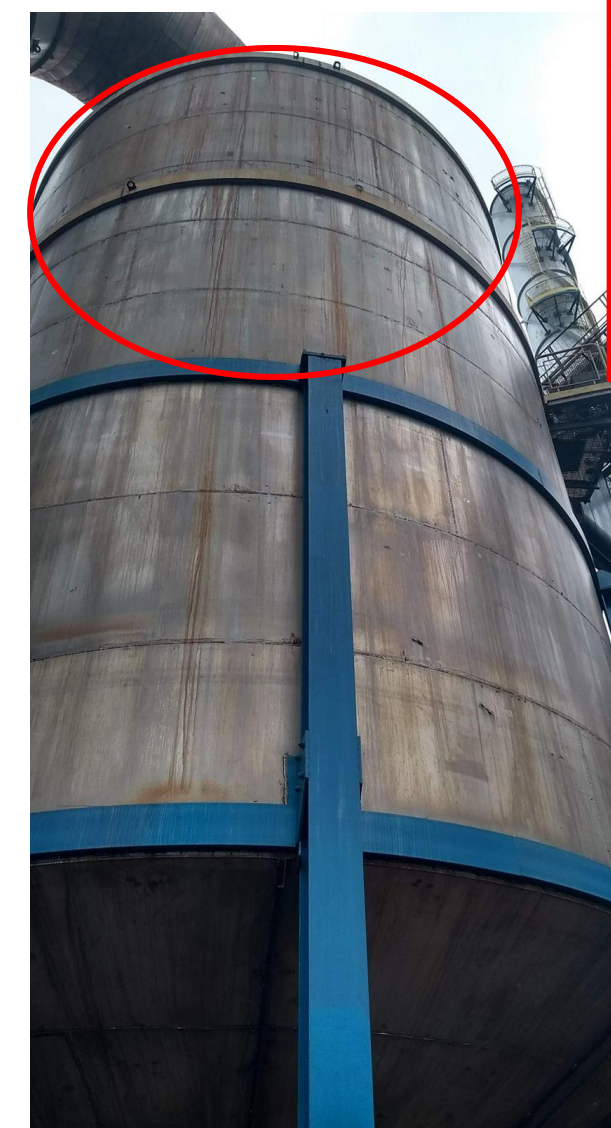
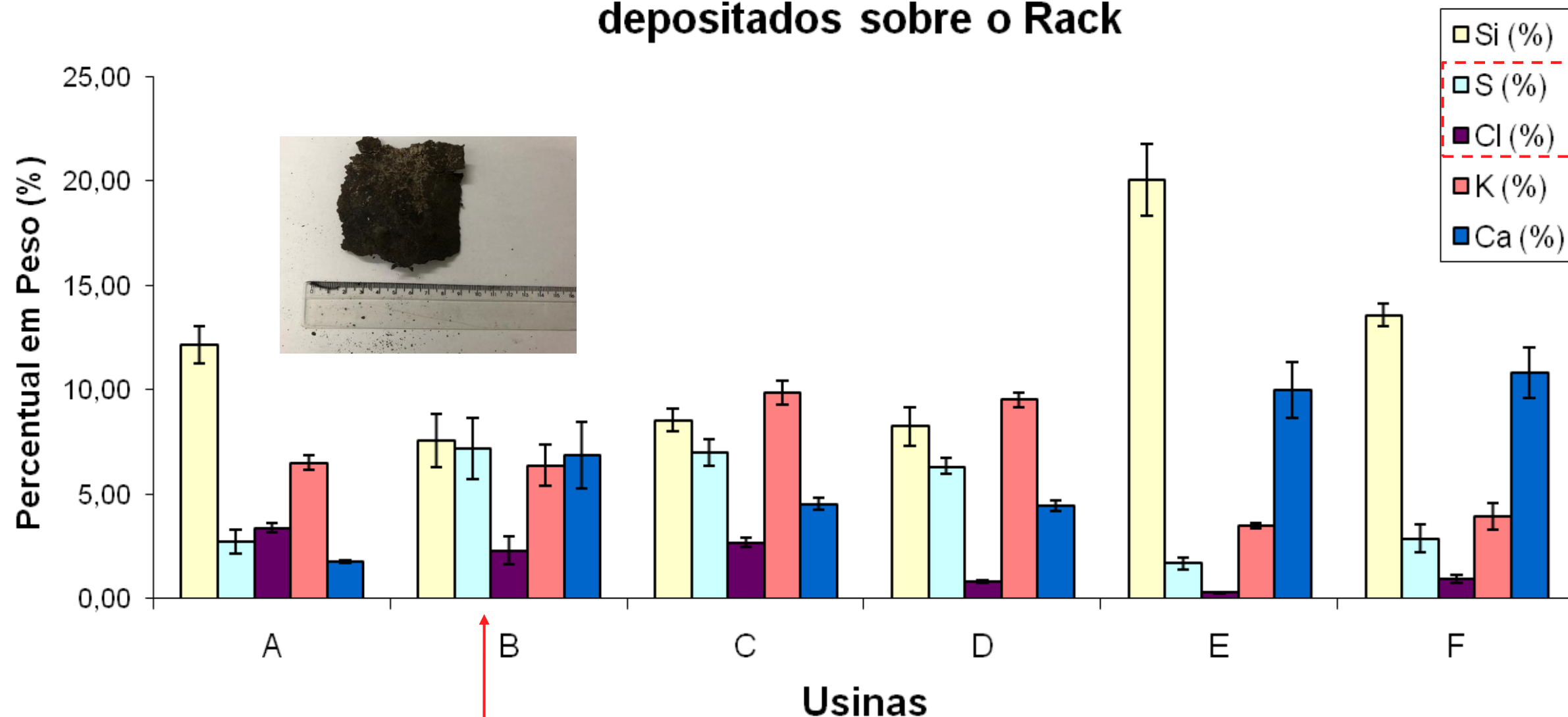
Análises Realizadas:

- Análise Resíduos depositados na Superfície;
- Avaliação Superficial;
- Taxa de Corrosão;
- Interação Impurezas Aço;

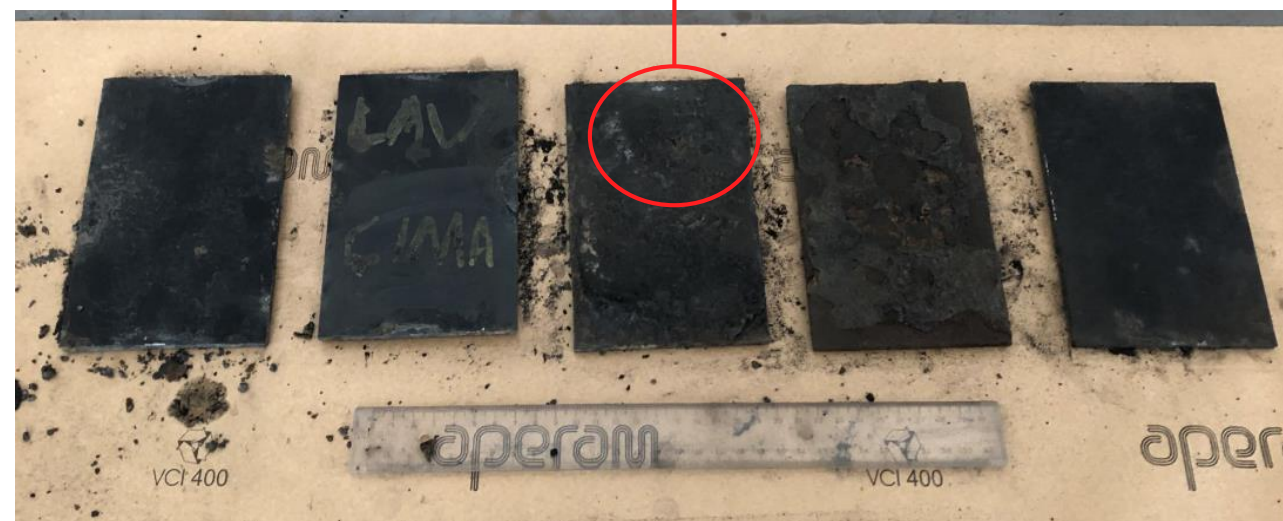
Resultados e Discussões



Percentual dos Elementos Químicos depositados sobre o Rack



Início de Safra



Após uma Safra

Resultados e Discussões



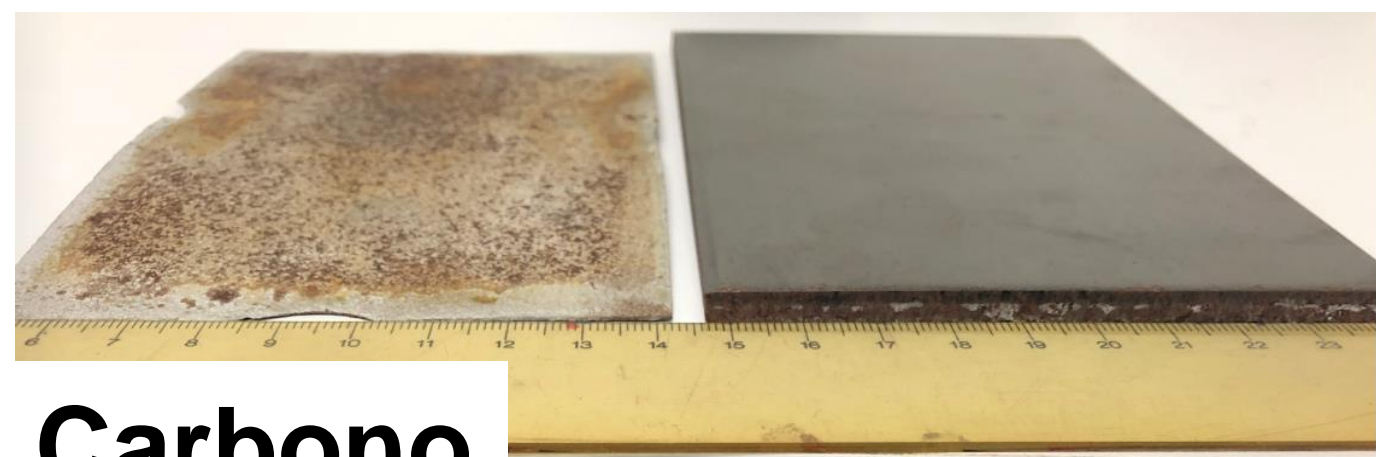
Data Análise	Elemento (%)							
	O	Mg	Al	Si	K	Ca	S	Cl
2008	31,46	0,41	3,18	2,9	1,4,	2,17	-	-
2018	34,18	2,59	7,68	5,5	3,96	2,56	0,66	1,19

➤ As diferenças entre a concentração de alguns elementos podem ser explicadas pelas condições do tipo de solo, processamento das caldeiras, limpeza da biomassa, contaminação da água utilizada nos processos, dentre outros;

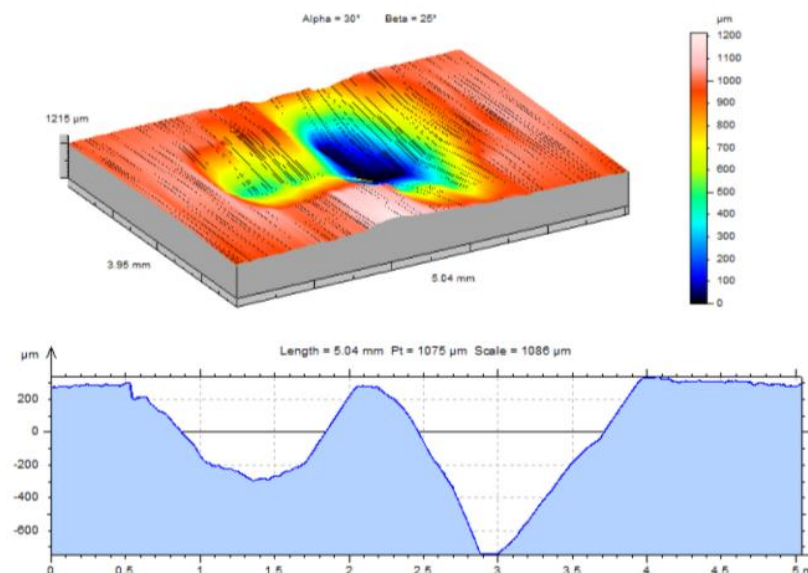
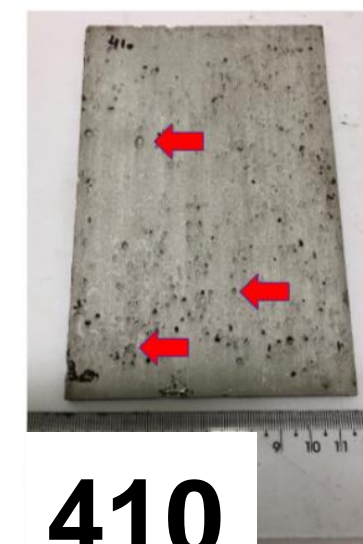
➤ Destaque para as concentrações de Cloro e Enxofre; Em presença de umidade possibilidade formação de ácidos;

Componente	(HASSUANI, LEAL e MACEDO, 2005)				(BIZZO, et al., 2014)		(JENKINS, et al., 1998)
	Folhas Secas	Folhas Verdes	Pontas	Bagaço	Palha	Bagaço	Bagaço
Análise Imediata							
Umidade	13,5*	67,7*	82,3*	50,2*	-	-	-
Cinzas	3,9	3,7	4,3	2,2	7,5	2,93	2,44
Carbono Fixo	11,6	15,7	16,4	18	10,1	6,93	11,95
Voláteis	84,5	80,6	79,3	79,9	82,25	90,03	85,61
HHV (MJ kg-1) b.s.	17,4	17,4	16,4	18,1	17,1	17,74	18,99
Análise elementar							
Carbono	46,2	45,7	43,9	44,6	42,5	42,62	48,64
Hidrogênio	6,2	6,2	6,1	5,8	6,02	5,92	5,87
Nitrogênio	0,5	1	0,8	0,6	0,6	0,63	0,16
Oxigênio	43	42,8	44	44,5	50,2	50,9	42,82
Enxofre	0,1	0,4	0,1	0,1	0,24	0,12	0,04
Cloro	0,1	0,4	0,7	0,002	0,44	0,1	0,03
Análise elementar das cinzas (matéria inorgânica)							
P ₂ O ₅	1,3	5,4	5,8	2,3	1,77	5,82	2,72
K ₂ O	6,9	35,9	68,6	7,7	8,03	14,14	0,15
CaO	12,1	10,5	6,0	3,2	21,15	12,75	4,47
MgO	5,4	5,9	5,8	2,3	4,49	6,7	3,33
Fe ₂ O ₃	2,3	1,4	0,5	10,5	4,47	5,23	14,14
Al ₂ O ₃	9,0	3,8	1,2	10,5	9,64	7	17,69
CuO	0,0015	0,0016	0,0014	-	-	-	-
ZnO	0,023	0,041	0,081	-	-	-	-
MnO ₂	0,43	0,32	0,36	0,28	0,68	0,53	-
Na ₂ O	0,32	0,35	0,28	0,20	0,54	0,2	0,79
TiO ₂	-	-	-	-	1,17	1,56	2,63
SiO ₂	-	-	-	-	40,81	43,01	46,61

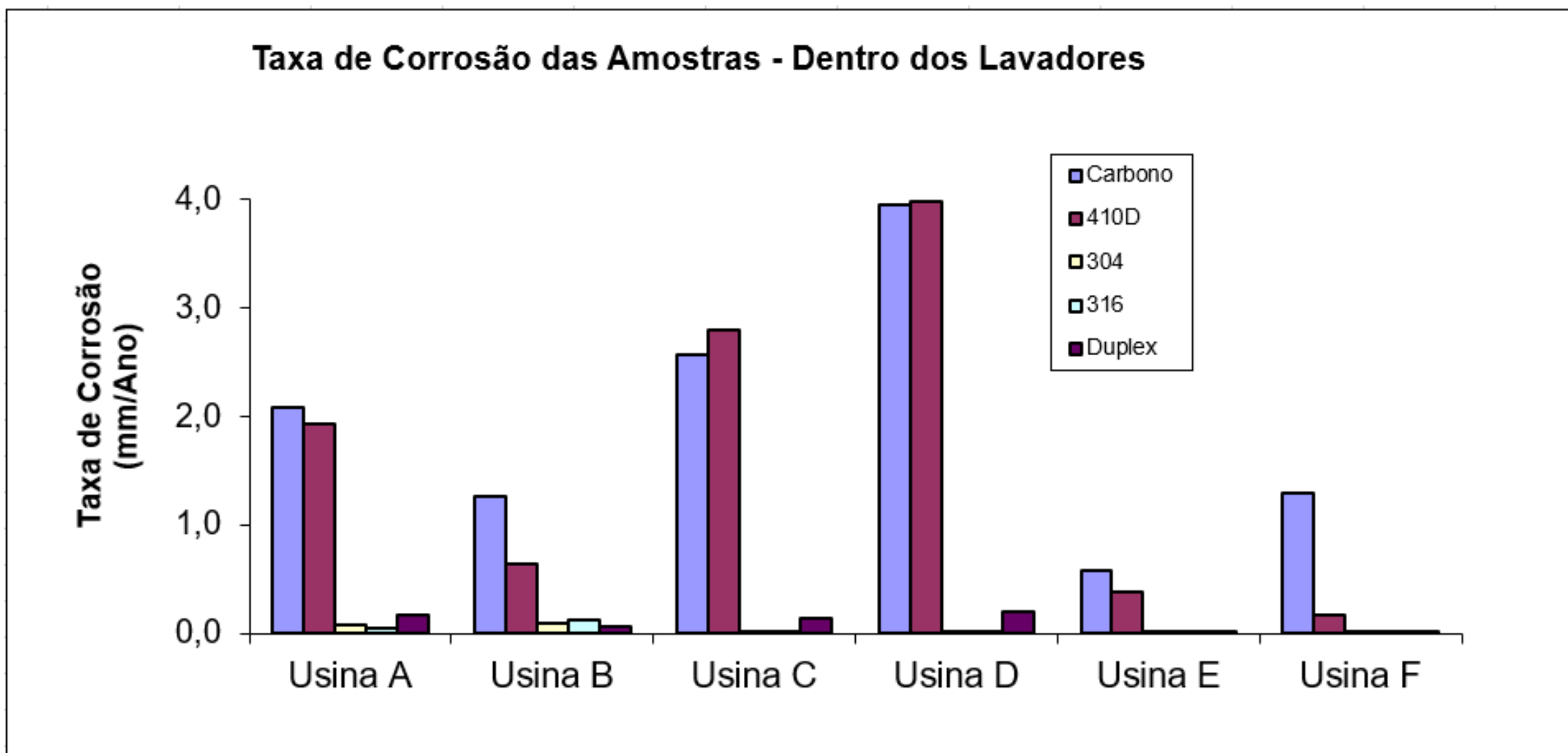
Resultados e Discussões



Carbono



410



- Amostras de Aço Carbono - Corrosão Generalizada;
- Aço 410 - Corrosão Generalizada e com presença de Pites;
- Aços 304, 316 e Duplex isentos de Corrosão;

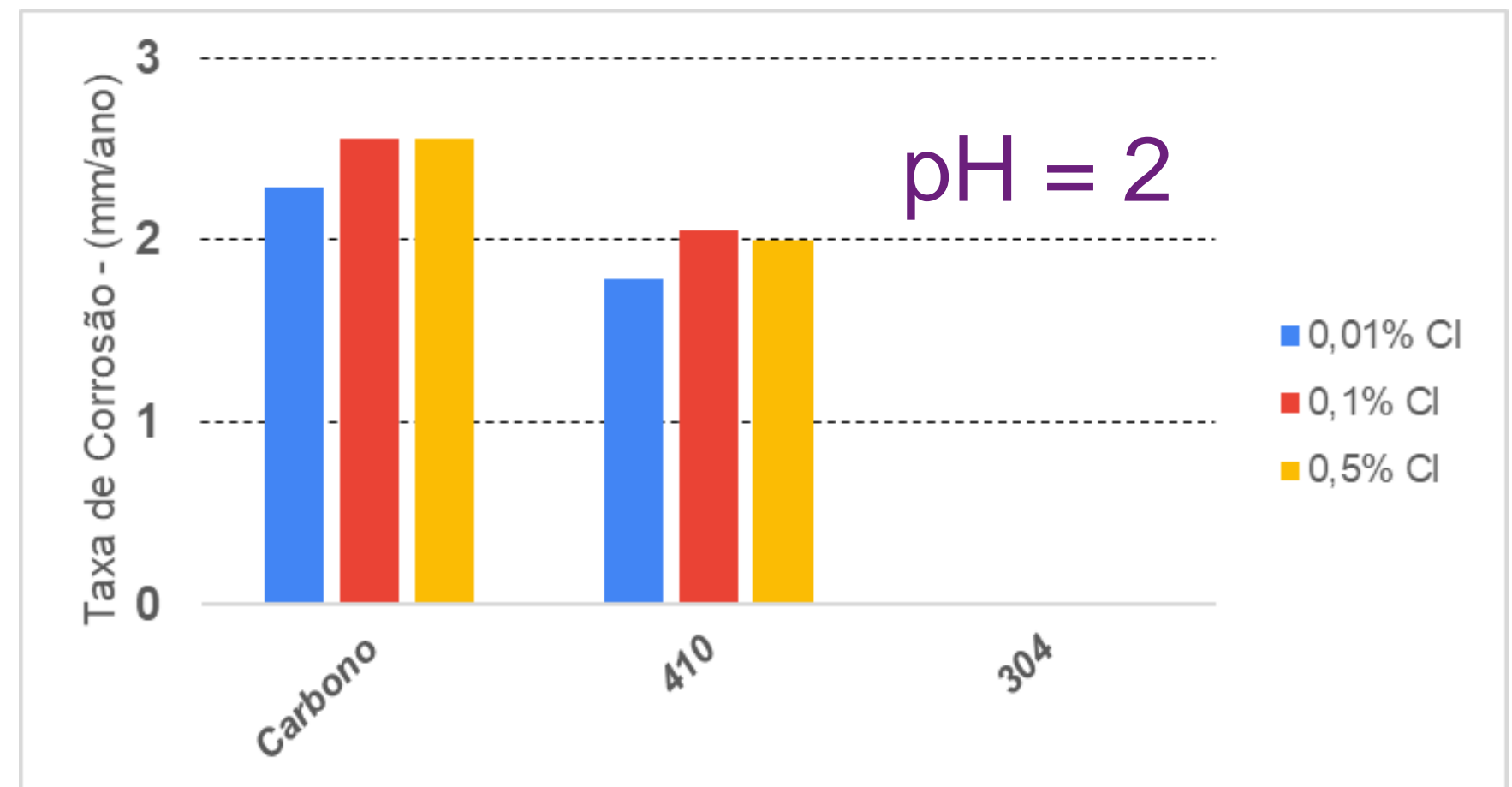
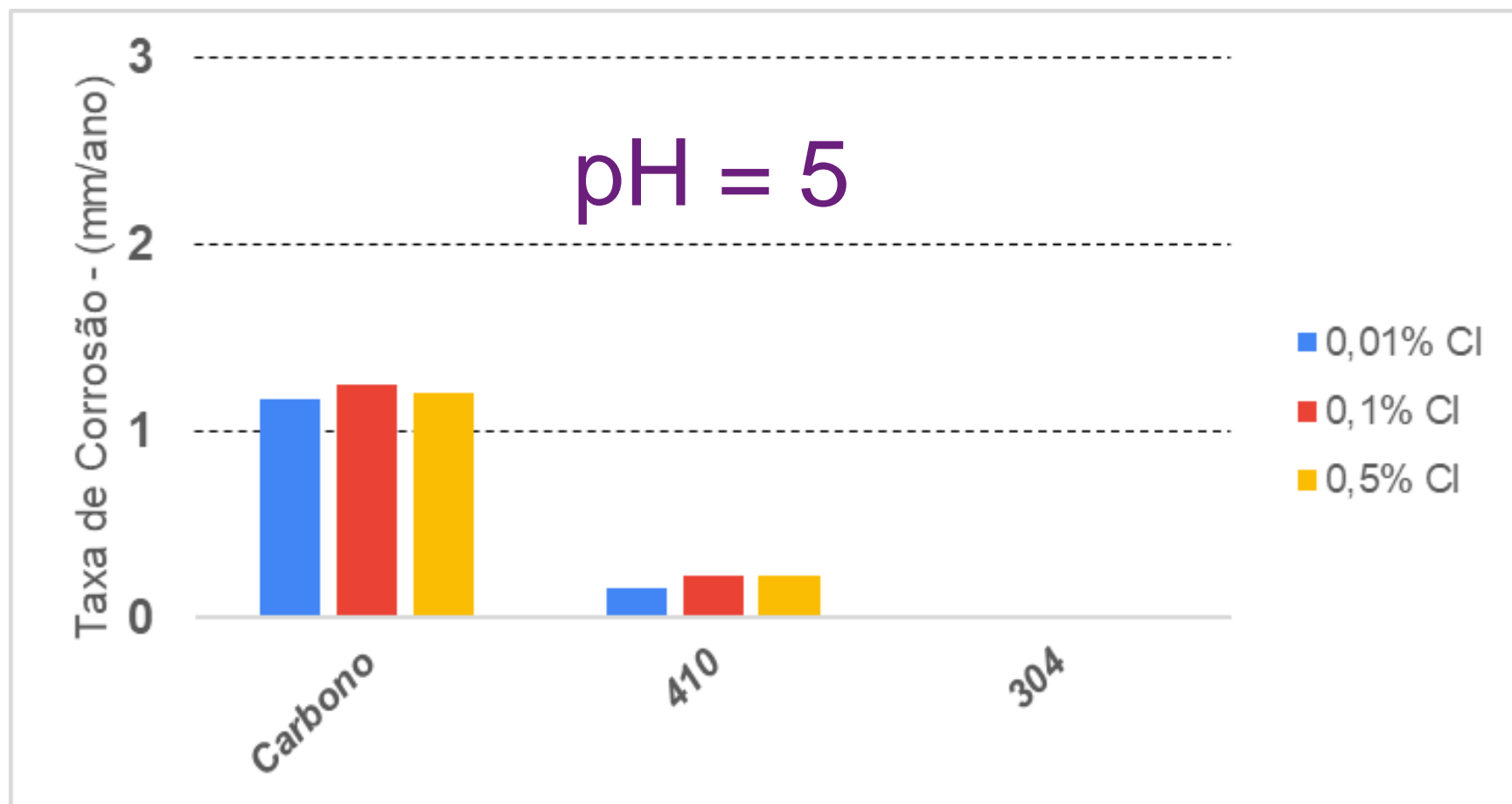
Resultados e Discussões



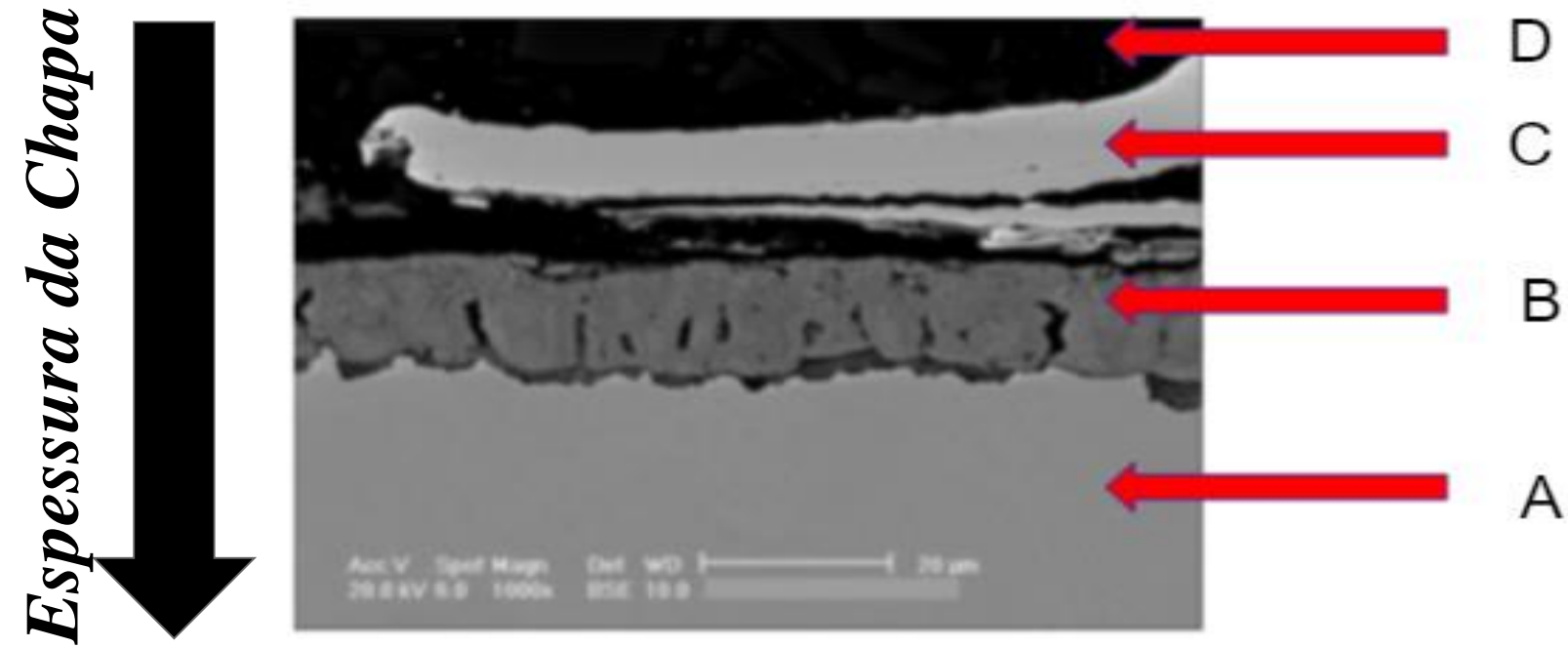
Ensaio de Imersão com chapas de aço Inox e Carbono em meio contendo H_2SO_4 + Cloreto / por 36h + Temperatura $60^\circ C$.

Imagem Ilustrativa

Comportamento 410 x Carbono semelhante apenas no pH ácido!!!

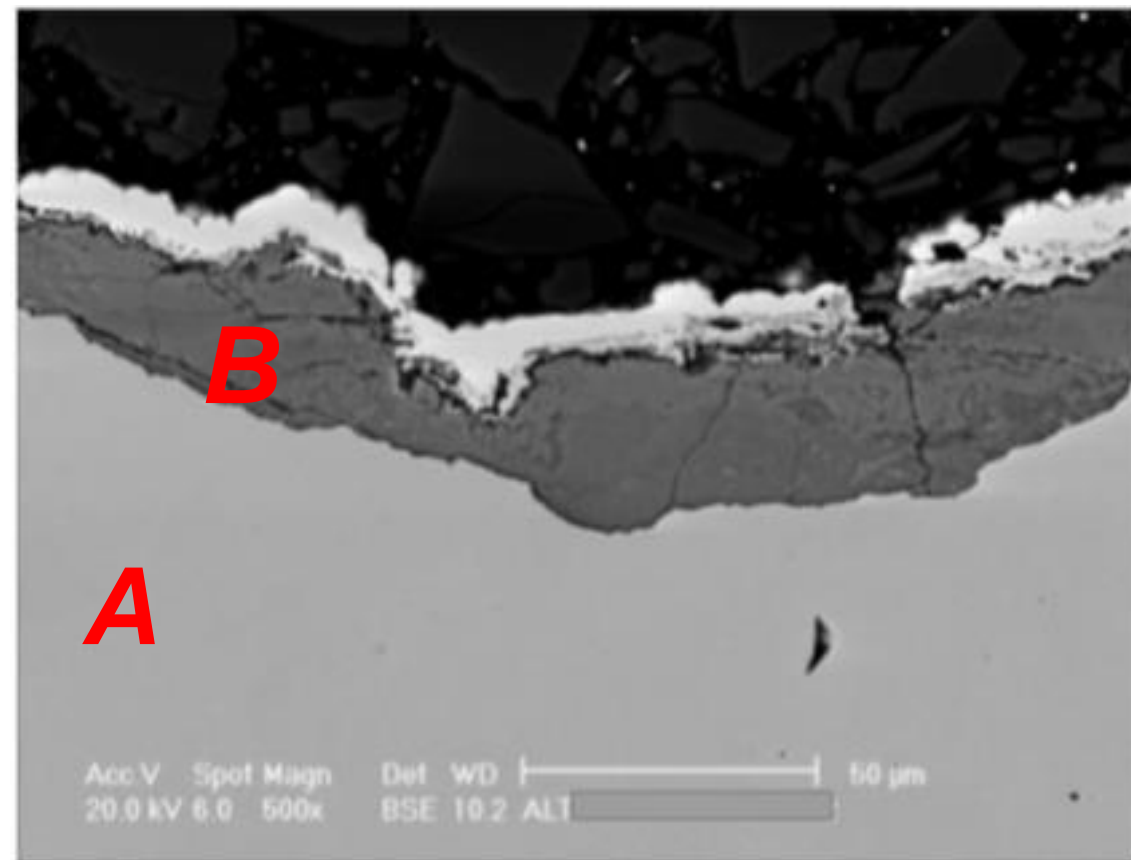


Resultados e Discussões

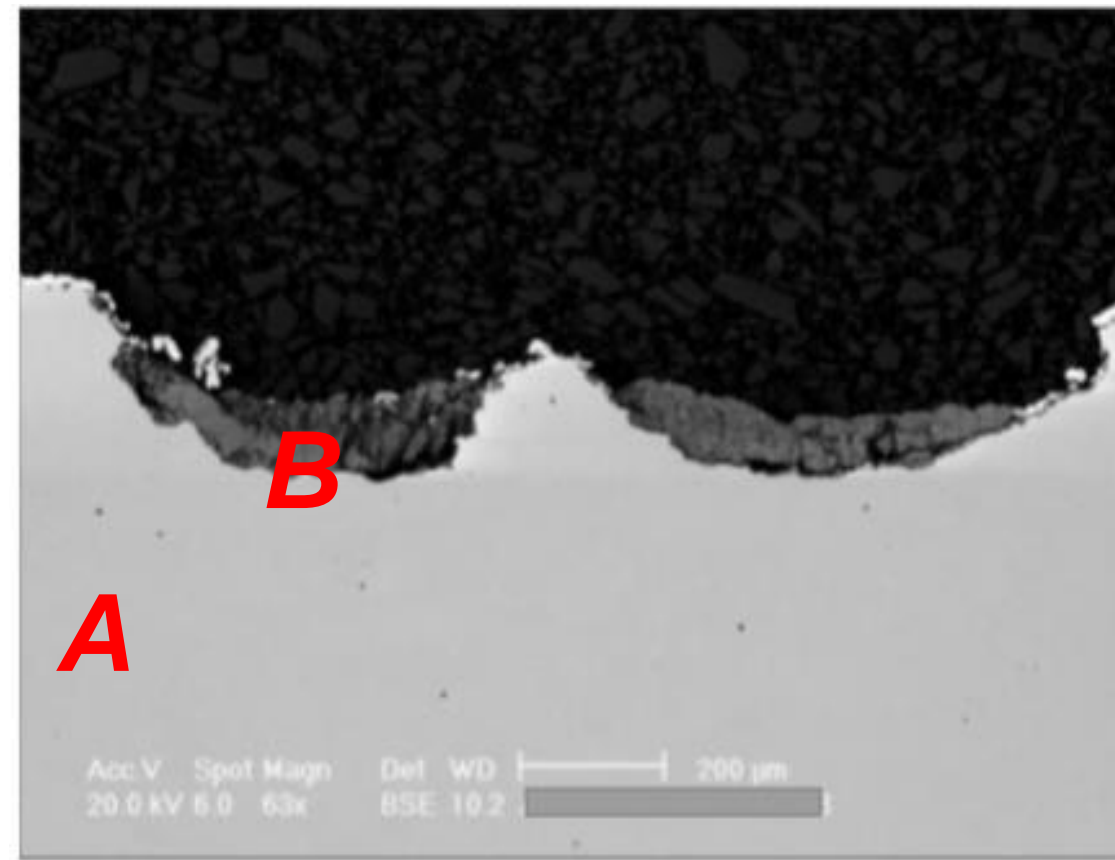


Exemplo de imagem Obtidas durante Análise identificando as regiões separadamente onde

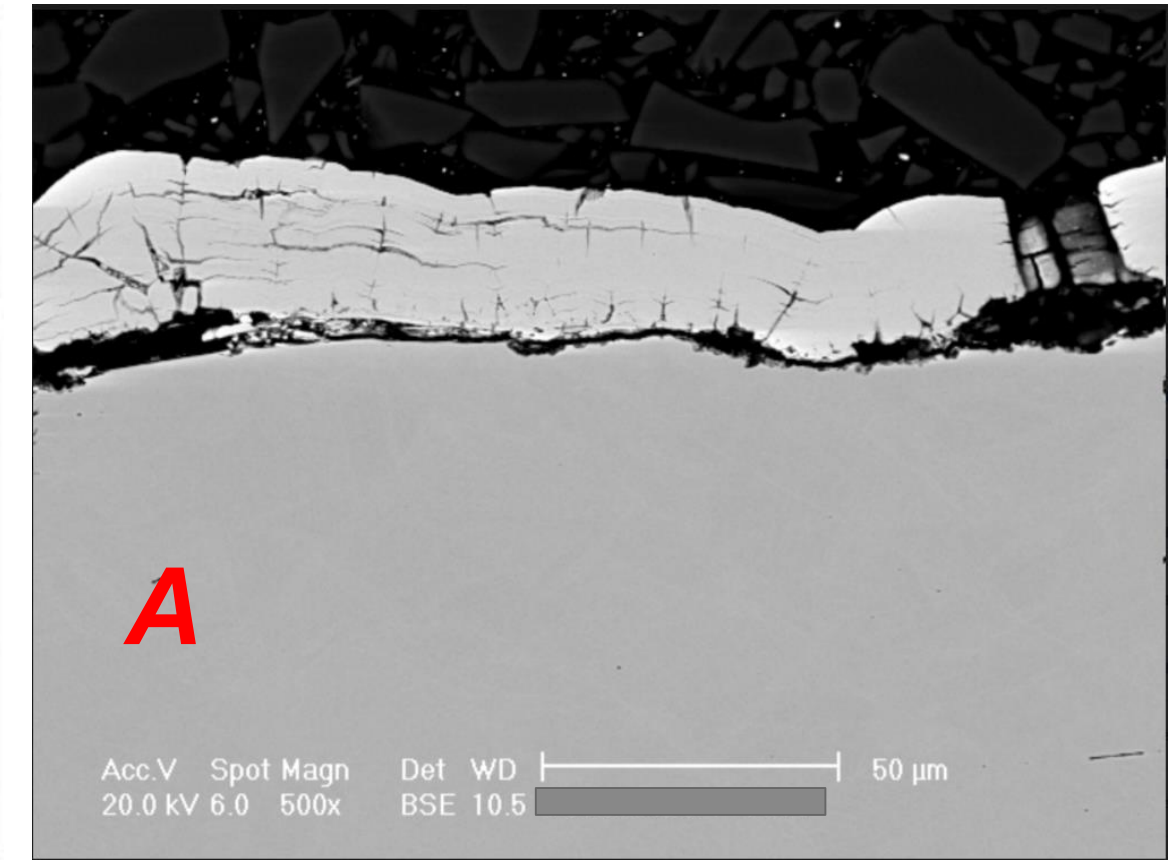
- A) Metal Base ,
- B) Camada Oxidada ,
- C) Níquel,
- D) Região da Baquelite



A) Aço Carbono



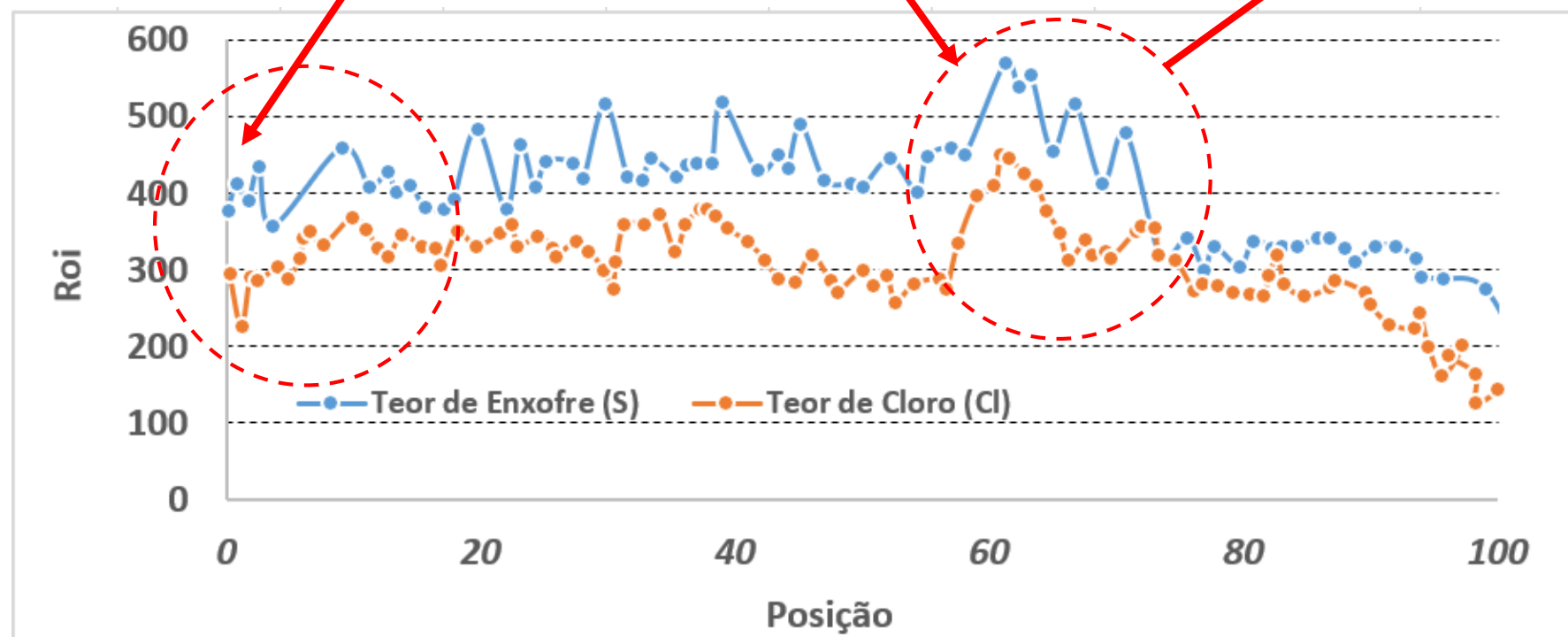
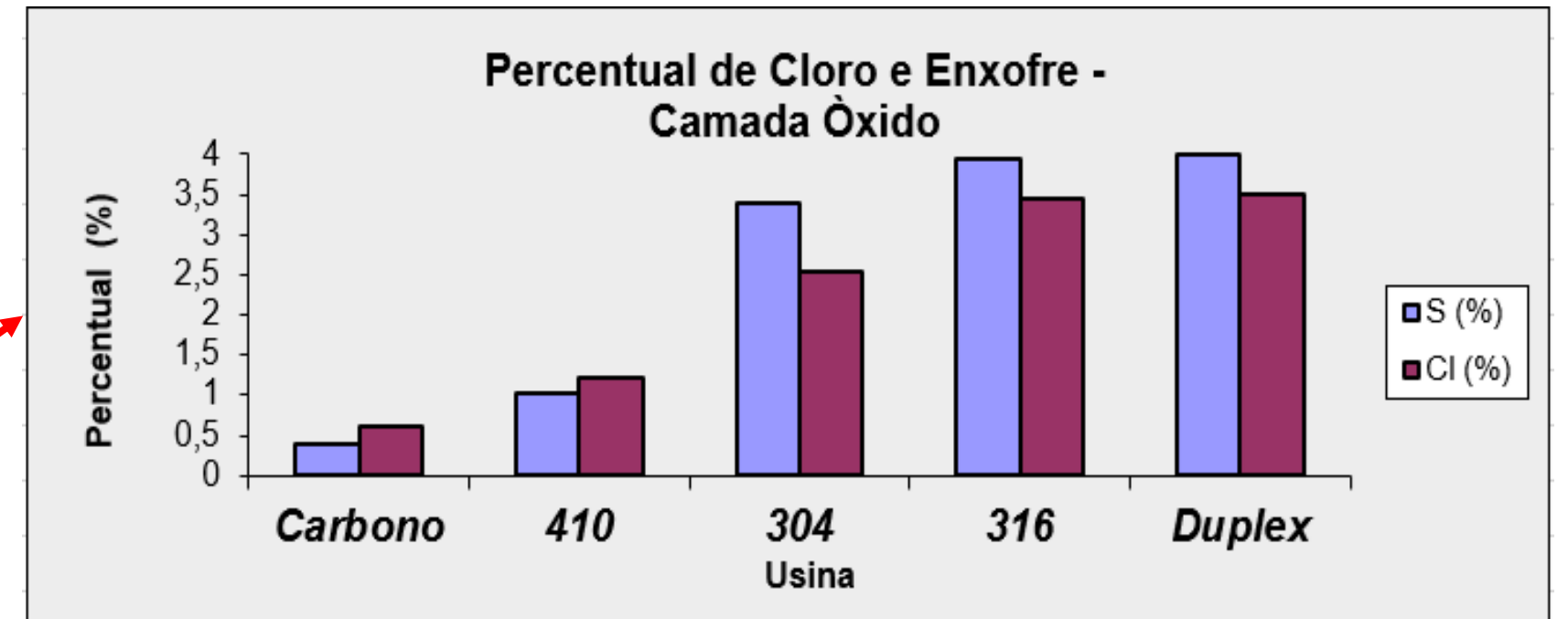
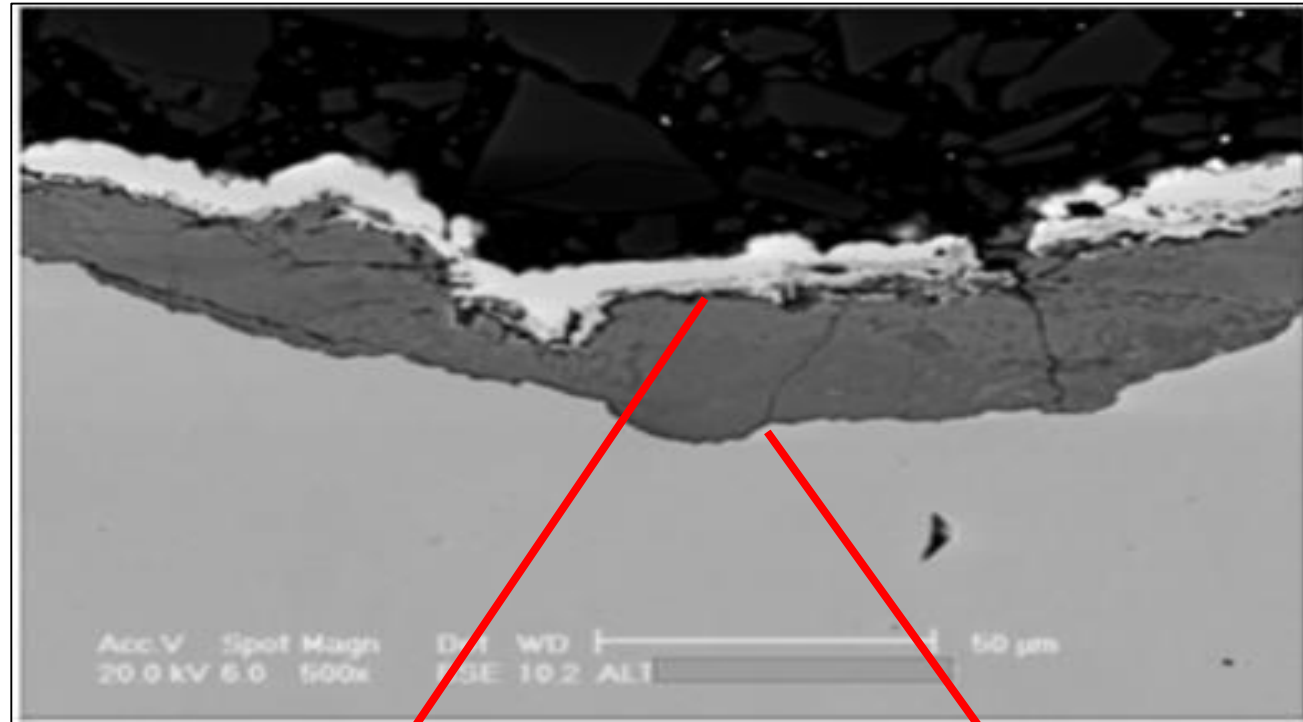
B) Aço 410



C) Aço 304

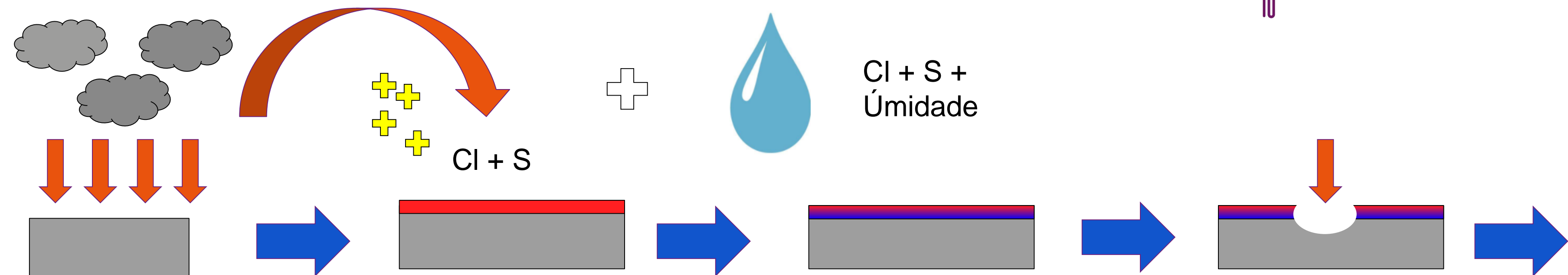
Resultados e Discussões

➤ Composição da Camada Oxidada



- Concentração elevada na camada oxidada e na região de intersecção entre esse a camada e o aço as concentrações são mais elevadas.
- Quanto mais resistente é o aço mais difícil será romper a camada de proteção para que a corrosão ocorra

Resultados e Discussões



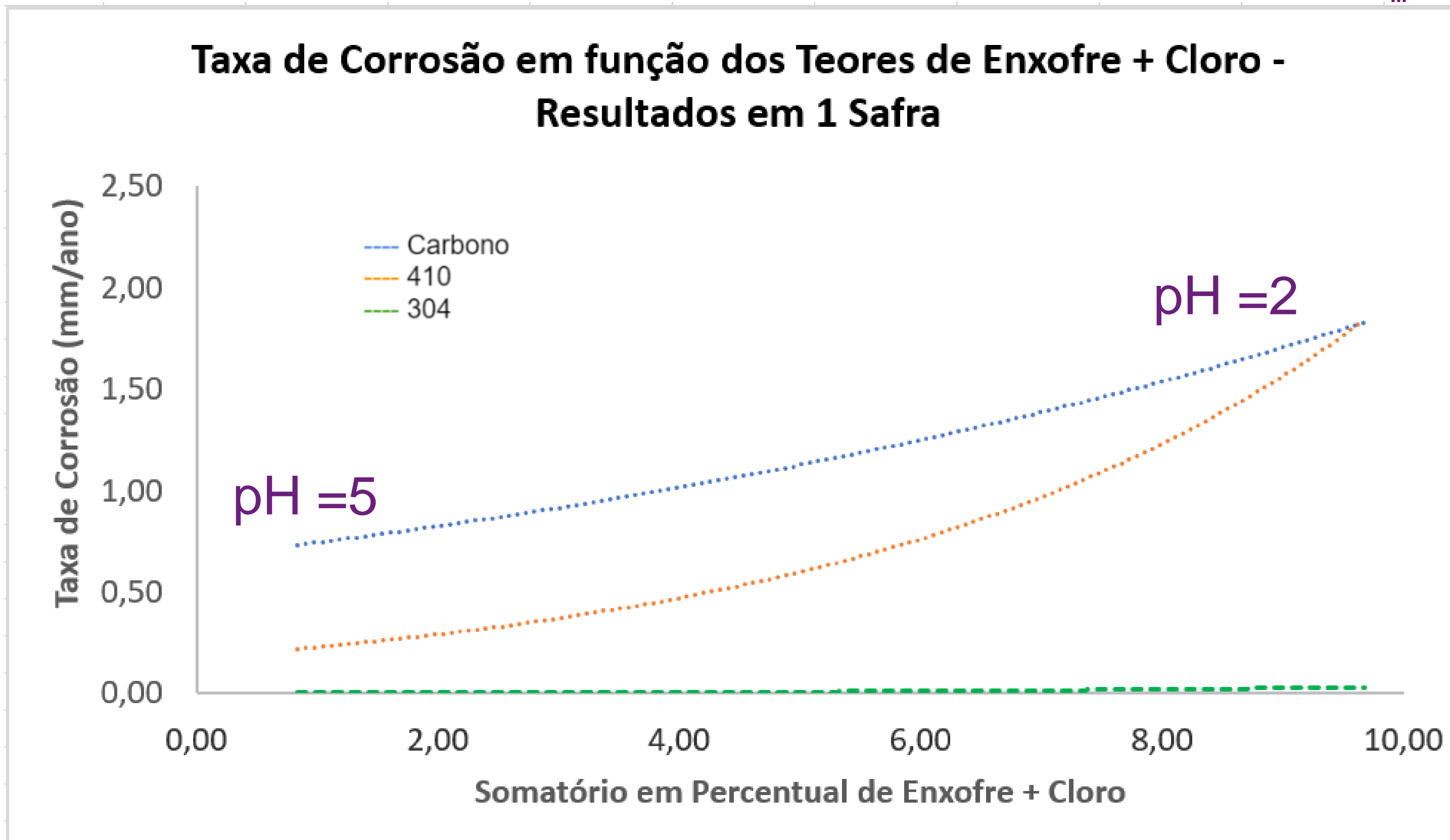
1° - O Produto da queima das caldeiras entra em contato com a Superfície . As concentrações de elementos como K, Ca , Si, Mg, etc. promovem a formação de incrustações.

2° - Os produtos de combustão também contém teores de Cl e S. A contínua deposição destes elementos ao longo do processo promovem o aumento de suas concentrações.

3°- O aumento das concentrações destes elementos (difusão) associados a umidade provocam a formação de ácidos a base de Cl e S tais como KCl, NaCl, CaCl₂, H₂SO₄ que por consequência abaixam o pH da região deixando mais agressivo para os materiais.

4° - Ao chegar em um determinado nível de agressividade a proteção dos materiais é rompida dando início a corrosão.

Nota : A velocidade de deterioração é dependente da formação de incrustações e das quantidades de S e Cl no sistema.



Conclusões:



- É possível relacionar taxa de corrosão dos aços em função da quantidade de S e Cl no meio (acidez);
- Para garantir um bom resultado do aço 410 (Vida útil elevada) nestes sistemas é necessário: Reduzir a ocorrência de incrustações ou reduzir a disponibilidade de S e Cl;
- Aços tipo 304 ou mais “nobres” são resistentes a este meio;
- Não funciona para aços carbono;

Obrigado!

Rafael Lopes
rafael.lopes@aperam.com

aço verde
aperam



Produzido com energia limpa e 100% sustentável