



Congresso Internacional de Pintura e
Revestimentos Anticorrosivos



Medição da Condutividade de Extratos Aquosos de Abrasivos – Comparação dos Resultados Obtidos Utilizando-se as Normas ASTM D4940 e ISO 11127-6

Fernando Fragata

Pedro Gomes
Adalberto Gomes



Motivação

Tabela 1 - Antes do Jateamento Abrasivo ou Hidrojateamento

Inspeção a realizar	Método	Quando	Critérios de aceitação
Limpeza da superfície	ABNT NBR 15185	Antes jateamento abrasivo ou hidrojateamento	Superfície isenta de óleo, graxa, gordura, tintas, sais ou outros contaminantes em toda a área a ser tratada
Grau de intemperismo da superfície sem pintura	ISO 8501-1	Antes do jateamento abrasivo ou hidrojateamento	Conforme padrões da ISO 8501-1
Grau de intemperismo		Antes do jateamento abrasivo	Conforme padrões da ASTM

ASTM D4940

1.2 This test method does not identify the ionic species present nor provide quantitative results on each species.

			peneira de número 40
Impurezas no abrasivo	-	Antes do jateamento abrasivo	Isentos de sinais visíveis de impurezas
Teor de cloretos no abrasivo	ASTM D 4940	Antes do jateamento abrasivo	Inferior a 40 ppm
Oxidação no abrasivo	-	Antes do jateamento abrasivo	Isento

Preparação de Superfície – Detalhe Importante Publicado

Após o Jateamento Abrasivo

- Grau de limpeza
- Perfil de rugosidade
- Avaliação de pó na superfície
- Etc

Antes do Jateamento Abrasivo

- Qualidade do ar comprimido
- Avaliação do desgaste do bico
- Avaliação das condições técnicas dos abrasivos
- Etc

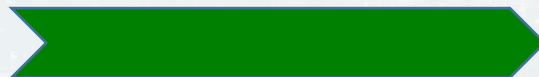


Tabela 1 - Antes do Jateamento Abrasivo Seco ou Úmido e Hidrojateamento

Inspeção a realizar	Método	Quando	Critérios de aceitação
Contaminação Iônica no Abrasivo novo ou reutilizado	ASTM D4940	Antes do jateamento abrasivo seco ou úmido	Condutividade elétrica máxima: 1000 $\mu\text{mho/cm}$ Nota: 1 $\mu\text{mho/cm} = 1 \mu\text{S/cm}$
Análise de óleo em abrasivos reutilizados	ASTM D7393	Antes do jateamento abrasivo seco ou úmido ou hidrojateamento com abrasivo	Deve estar isento de óleo

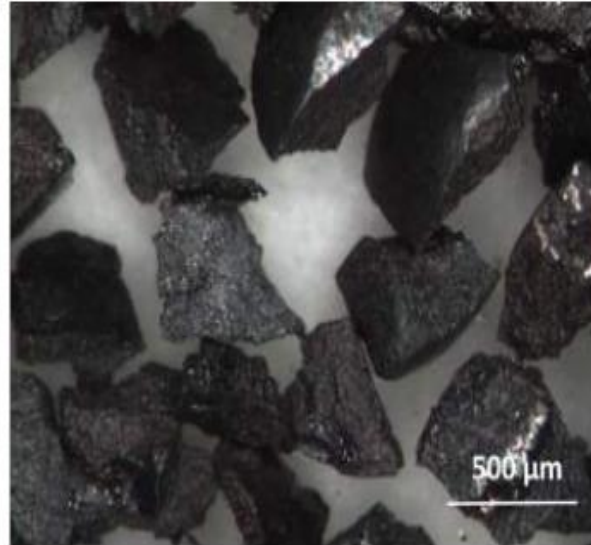
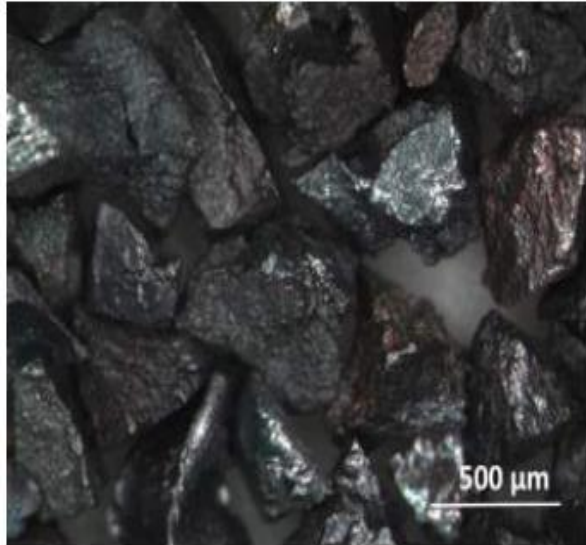
Pode prejudicar a aderência do revestimento ao substrato e ainda causar o aparecimento de falhas (olho de peixe/cratera)

Pode ocasionar falhas prematuras: empolamento osmótico e corrosão do substrato

Ex.: sais solúveis

	W Abrasives		Competitor	
Conductivity (ASTM D4940, $\mu\text{S}/\text{cm}$)	17	17	627	627

Table 2: Conductivity of abrasives ($\mu\text{S}/\text{cm}$)



W Abrasives grit (left) and competitor grit (right)

Metal Finishing

Separate Print: Vol. 16, July issue, 2015
 Effect Of Soluble Salts Of Steel Abrasives
 On Blasted Steel Surfaces (p. 18-21)

Table 3: Surface density of soluble contaminants in $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ (Bresle, ISO 8502-6/9)

Bresle Test Method: ISO 8502-6/9	Test Number	Steel plate before blasting ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)	Steel plate after blasting with W Abrasives ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)	Steel plate after blasting with competitor product ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)
	1	1,1	1,0	3,0
	2	1,2	0,8	2,8
	3	1,0	1,0	2,8
	4	1,1	0,8	2,3
	5	1,0	0,8	2,6
	Average	1,1	0,9	2,7

Autor da busca do artigo técnico: **Felipe NACIUK**

Requisito das Normas SSPC-AB (Partes 1 a 4)



**SSPC: The Society for Protective Coatings
Abrasive Standards
Mineral and Slag Abrasives**

SSPC-AB 1
January 12, 2015

4.1.4 Water Soluble Contaminants: The conductivity of the abrasive shall not exceed 1000 micromhos/cm (1 mho = 1 siemen) when tested in accordance with ASTM D4940 (see Note 8.1).



**SSPC: The Society for Protective Coatings
ABRASIVE STANDARD
Cleanliness of Recycled Ferrous Metals**

4.4 WATER-SOLUBLE CONTAMINANTS: A single random sample of approximately 300 milliliters (10 fluid ounces) of cleaned work mix shall be tested for conductivity in accordance with ASTM D4940. The conductivity of the abrasive work mix shall not exceed 1000 micromhos/cm (1 mho = 1 siemen). The test shall be performed once every 12 hours or once every work shift, whichever period is shorter (see Notes 6.2 and 6.3).

Table 2 — Particular requirements for olivine abrasives $MgO.SiO_2.Fe_2O_3$

Property		Requirement	Test method
Particle size range and distribution		See Table 1	ISO 11127-2
Apparent density	kg/m ³ (kg/dm ³)	(3,0 to 3,3) × 10 ³ (3,0 to 3,3)	ISO 11127-3
Mohs hardness ^a		min. 6	ISO 11127-4
Moisture	% (mass fraction)	max. 0,2	ISO 11127-5
Conductivity of aqueous extract	μS/cm	max. 250	ISO 11127-6 ←
Water-soluble chlorides	% (mass fraction)	max. 0,002 5	ISO 11127-7

^a Another method for assessing hardness may be used, together with an appropriate minimum requirement, by agreement between the interested parties.

**ISO
11126-8**
 $MgO.SiO_2.Fe_2O_3$

Table 2 — Particular requirements for almandite garnet abrasives

Property		Requirement	Test method
Particle size range and distribution		See Table 1	ISO 11127-2
Apparent density	kg/m ³ (kg/dm ³)	(4,0 to 4,2) × 10 ³ (4,0 to 4,2)	ISO 11127-3
Mohs hardness ^a		min. 6	ISO 11127-4
Moisture, % mass fraction		max. 0,2	ISO 11127-5
Conductivity of aqueous extract, μS/cm		max. 250	ISO 11127-6 ←
Water-soluble chlorides, % mass fraction		max. 0,002 5	ISO 11127-7

^a Another method for assessing hardness may be used, together with an appropriate minimum requirement, by agreement between the interested parties.

**ISO
11126-10**
 $Fe_3Al_2(SiO_4)_3$
 $Ca_3Fe_2(SiO_4)_3$

SSPC-AB (1 a 4)

Máximo de 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$

ISO 11126

Máximo de 250 $\mu\text{S}/\text{cm}$

ASTM D4940

**Metodologías
Diferentes**

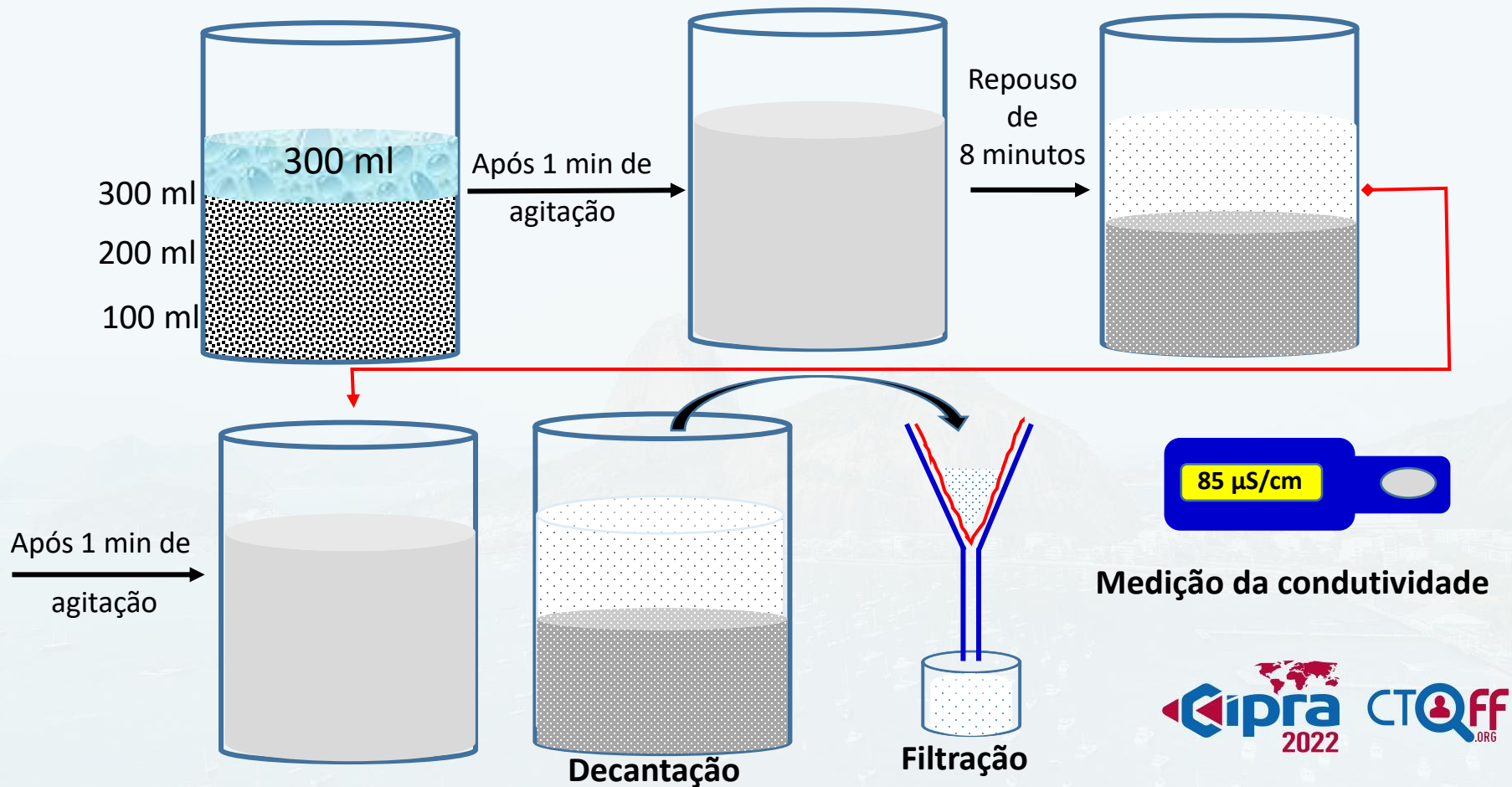
ISO 11127-6

Objetivos do Estudo

Realização de um estudo comparativo, com diferentes abrasivos, para se avaliar os resultados de condutividade dos extratos aquosos, obtidos pela utilização das duas metodologias estabelecidas nas normas ASTM D4940 e ISO 11127-6.

- Obtenção de dados técnicos que possam ser usados, quando necessário, por nossos profissionais da área de proteção anticorrosiva, especialmente os inspetores de pintura.
- Contribuir, caso seja possível, com informações técnicas que possam ser úteis aos organismos de normatização .

ASTM D4940

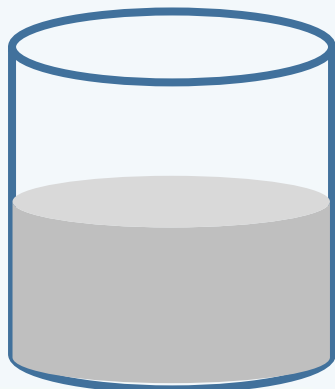


ISO 11127-6

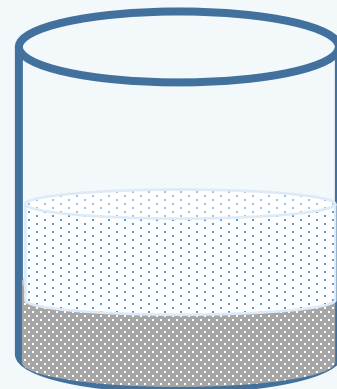
100 g



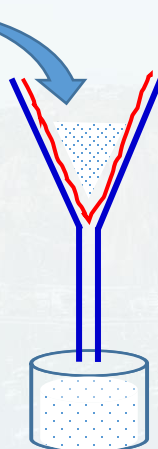
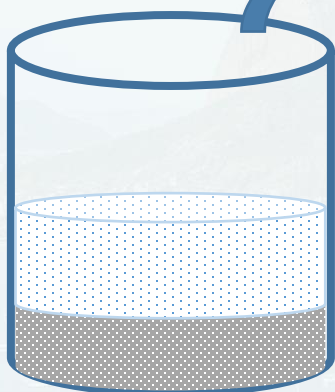
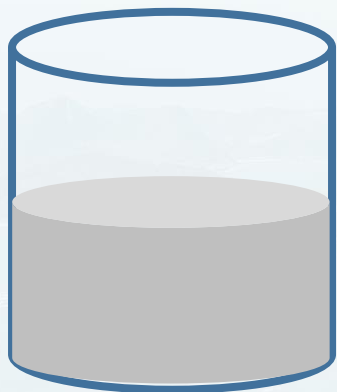
Agitação
(5min)



Após 1 h
repouso



+Agitação
(5min)



Filtração



Medição da condutividade

Repetibilidade e Reprodutibilidade

ASTM D4940

Repetibilidade – Dois resultados, cada um com a média de dois ensaios obtidos com o mesmo operador, podem ser **considerados suspeitos se diferirem relativamente mais do que 5%**.

Reprodutibilidade – Dois resultados, cada um a média de dois ensaios, obtidos por operadores em diferentes laboratórios devem ser **considerados suspeitos se eles diferirem relativamente mais do que 22%**.

ISO 11127-6

Se os resultados, em duplicata, apresentarem uma **diferença superior a 10 % (relativa ao maior resultado), o ensaio deverá ser repetido.**

Informações Sobre os Ensaios Realizados

Água:

Condutividade: (0,6 a 1,7) $\mu\text{S}/\text{cm}$

pH (papel indicador universal): entre 5 e 6

Papel de filtro (importado):

Para atender ao requisito da norma ASTM D4940

Funil de vidro + papel de filtro + água:

Condutividade do filtrado: (5 a 6) $\mu\text{S}/\text{cm}$

Condutímetro:

Zero km, compensação de temperatura, soluções novas, com certificados e resultados operacionais excelentes.

Outros materiais:

Vidraria limpa, rinsada e seca em estufa, pelo menos 30 minutos a $(105\pm 5)^\circ\text{C}$.

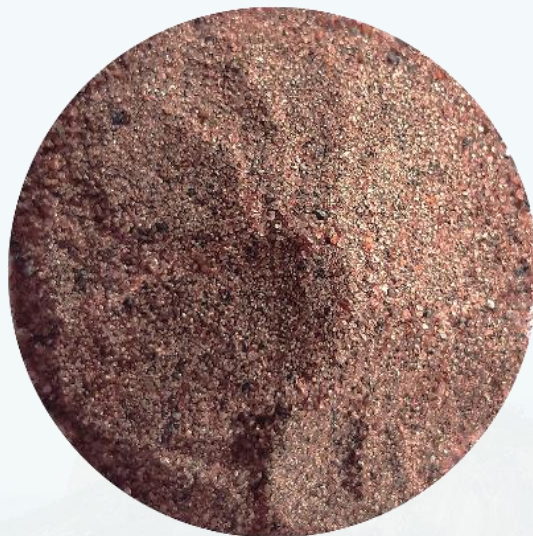
Para Lembrar:

- **Materiais limpos e “rinsados”, com a água usada no ensaio.**
- **Testar o condutímetro com as soluções de referência certificadas.**
- **Condutímetro com compensação de temperatura.**
- **Medição da condutividade da água usada nos ensaios.**
- **Recomendação: medir a condutividade do conjunto (água+ funil de vidro com papel de filtro). Valor será deduzido da leitura obtida do extrato aquoso dos abrasivos.**
- **Descartar os primeiros 10 ml do filtrado.**
- **Rinsar, com o filtrado, a célula de medição (recomendação). Fazer pelo menos três leituras para obter a média.**

ABRASIVOS UTILIZADOS



Granalha de aço
angular nova: GH 25
(GA-Nv)



Garnet: #30/60/80
(Garnet)



Granalha MIX usada:
S330/G25
(GEA-Us)

ABRASIVOS UTILIZADOS



α -Al₂O₃: # 16/30
(α -Al₂O₃)

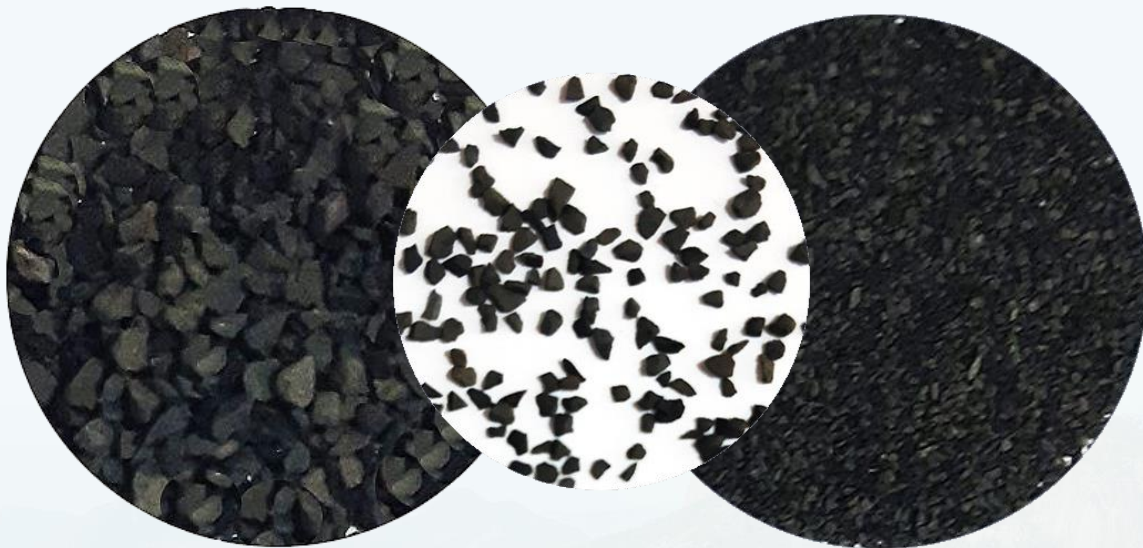


Areia lavada: # "12/40"
(Areia)



Z-SiO₂: # 20/80
(Z-SiO₂)

ABRASIVOS UTILIZADOS




Rocha basáltica:# 10/12
(RB-G)

Rocha basáltica:# 60
(RB-F)

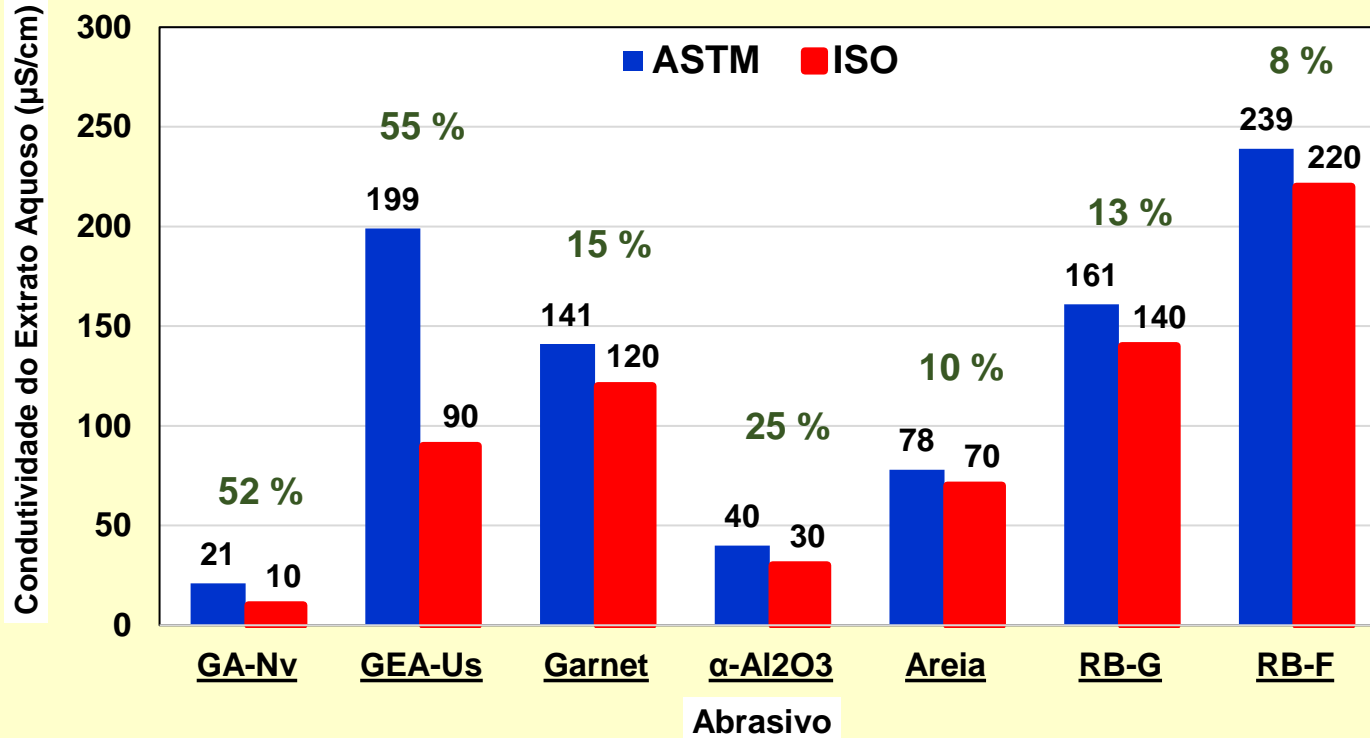
Vidro triturado:# 80/100
(Vd-T)

Resultados de Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

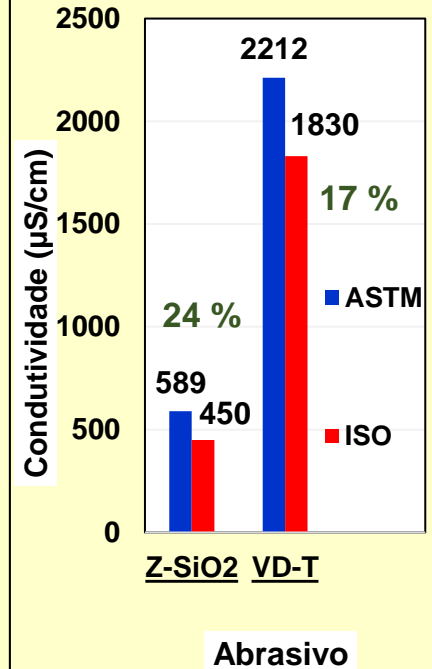
Abrasivo	ASTM (D4940)	ISO 11127-6	Diferença R (%)	pH
GA-Nv	21	10	52	
GEA-Us	199	90	55	
Garnet	141	120	15	
$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$	40	30	25	
Areia	78	70	10	
RB-G	161	140	13	6
RB-F	239	220	8	6
Z-SiO ₂	589	450	24	10 (ASTM) e 9 e 10 (ISO)
VD-T	2212	1830	17	10

RESULTADOS

ASTM D4940 x ISO 1127-6



ASTM D4940 x ISO 1127-6



Experimento Extra (ASTM D4940)

Relação em Volume	Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
300 ml Abrasivo / 300 ml H ₂ O	161
100 ml Abrasivo / 100 ml H₂O	152
Diferença	5,6 %

- É um resultado para ser pensado !!!
- Também seria interessante inverter a ordem de colocação do abrasivo e da água.
- Certamente, estas ações poderiam facilitar a execução do teste em campo.

	ASTM	ISO
Abrasivo	300 ml	100 g
GA-Nv	1092 g	25 ml
GEA-Us	1327 g	20 ml
Garnet	741 g	43 ml
RB-G	495 g	70 ml
α -Al ₂ O ₃	571 g	50 ml
Z-SiO ₂	407 g	76 ml

Observação: com estes dados não se pode calcular a massa específica.

Relação, V/V e M/V

X (abrasivo)

Y (água)

Relação	Volume/Volume		Massa/Volume	
	Abrasive	ISO	ASTM	ISO
GA-Nv	300 ml	75 ml	1092 g	300 g
	300 ml	300 ml	300 ml	300 ml
GEA-Us	300 ml	60 ml	1327 g	300 g
	300 ml	300 ml	300 ml	300 ml
Garnet	300 ml	129 ml	741 g	300 g
	300 ml	300 ml	300 ml	300 ml

Relação, V/V e M/V

X (abrasivo)

Y (água)

Relação	Volume/Volume		Massa/Volume	
	ASTM	ISO	ASTM	ISO
α -Al ₂ O ₃	<u>300 ml</u>	<u>150 ml</u>	<u>571 g</u>	<u>300 g</u>
	300 ml	300 ml	300 ml	300 ml
RB-G	<u>300 ml</u>	<u>210 ml</u>	<u>495 g</u>	<u>300 g</u>
	300 ml	300 ml	300 ml	300 ml
Z-SiO ₂	<u>300 ml</u>	<u>228 ml</u>	<u>407 g</u>	<u>300 g</u>
	300 ml	300 ml	300 ml	300 ml

SSPC-AB (1 a 4)

ASTM D4940

Máximo de 1000 $\mu\text{S/cm}$

**Metodologias
Diferentes**

ISO 11126

ISO 11127-6

Máximo de 250 $\mu\text{S/cm}$

Requisitos x Valores e Diferenças de Condutividade ?

8.1 The limitation for abrasive conductivity is based on results reported in SSPC 91-07, "Effect of Surface Contaminants on Coating Life."

Atenção com as especificações e contratos de pintura industrial, para evitar conflitos futuros.

Considerações Finais e Conclusões

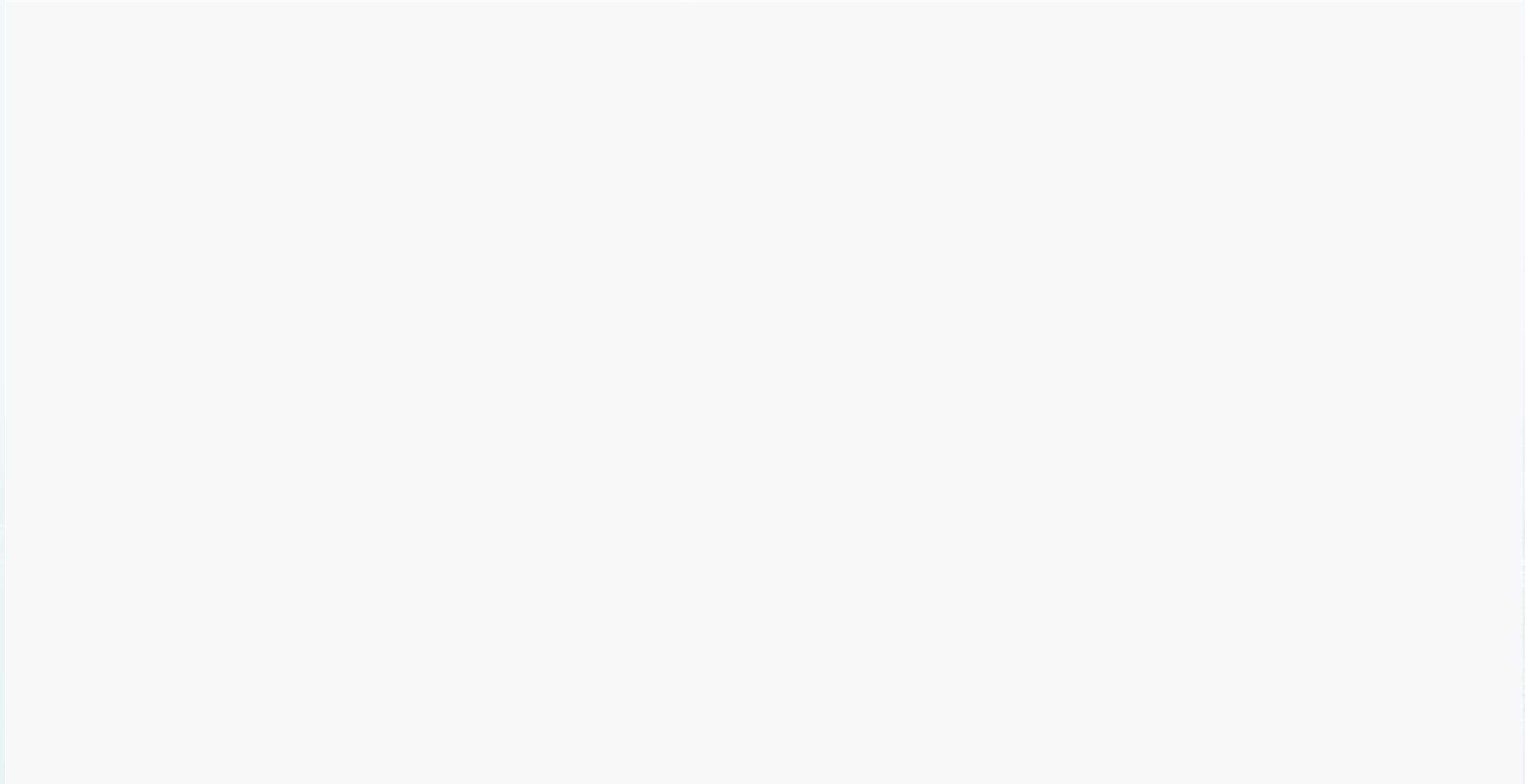
- Os resultados de condutividade, dos extratos aquosos dos abrasivos, obtidos pelo uso da metodologia descrita na norma ASTM D4940 são mais altos que aqueles obtidos pelo uso da norma ISO 11127-6.
- Tal fato deve-se à relação abrasivo/água, tanto em volume (V/V) quanto em massa (M/V). No caso da norma ASTM D4940, o volume e a massa de abrasivo são maiores do que no caso da norma ISO 11127-6.
- De acordo com os resultados obtidos, a diferença pode ser maior ou menor dependendo da massa específica dos abrasivos, o que ficou comprovado pelos resultados obtidos com as amostras de granalha de aço em relação aos demais abrasivos.

Considerações Finais e Conclusões

- Para um mesmo abrasivo, a granulometria tem influência nos valores de condutividade, em função dos resultados dos abrasivos RB-G e RB-F. Nestes casos, a granulometria mais fina apresentou valores mais altos, por ambos métodos de análise, ASTM e ISO. Isto pode ser decorrente da maior área superficial, no caso do abrasivo de menor tamanho de partícula.
- Requisitos técnicos máximos (250 e 1000) $\mu\text{S}/\text{cm}$): Tema que merece ser discutido entre os comitês técnicos de normatização das duas instituições (AMPP e ISO). Não esquecer dos dados apresentado no trabalho da MF.

Os resultados apresentados neste estudo, bem como as respectivas considerações técnicas, referem-se somente às amostras analisadas nas datas de realização dos ensaios.

Agradecimientos



FIM

Muito Obrigado

Fernando Fragata
E-mail: fragata200@gmail.com