



aperam
made for life

AÇOS ELÉTRICOS
de Grão Orientado
de Grão Não-Orientado



A Aperam Bioenergia administra um patrimônio de florestas de eucalipto no Vale do Jequitinhonha, em Minas Gerais e produz energia renovável dentro dos princípios de sustentabilidade, com o objetivo de suprir a demanda de carvão vegetal da Aperam South America, em Timóteo.

Aperam South America

A Aperam South America é a única produtora integrada de aços planos inoxidáveis e elétricos da América Latina, além de deter uma avançada tecnologia na produção de aços cabono ligados.

Com mais de 70% de participação no mercado interno, exporta também para mais de 50 países e tem capacidade instalada para a produção de 900 mil toneladas de aço líquido por ano. É uma empresa de ponta em tecnologia, possuindo um avançado centro de pesquisas.

A Aperam South America conta ainda, na sua estrutura corporativa, com escritórios de vendas no Brasil, Argentina, Chile, Peru, Colômbia, Equador e Venezuela. Além disso, opera com uma rede de centros de serviços e distribuição.

Aços Elétricos

A Aperam produz aços elétricos de grão não orientado (GNO) e orientado (GO). Os aços elétricos da Aperam possuem elevadas propriedades magnéticas e são fornecidos a grandes fabricantes globais de equipamentos elétricos.

A Aperam está presente na geração, transmissão, distribuição e utilização da energia elétrica, desde os aços GNO de baixíssima perda magnética utilizados em hidrogeradores, passando pelos aços GO utilizados em transformadores de força e distribuição e pelos aços elétricos utilizados nos mais diversos equipamentos elétricos, tais como compressores de geladeira e motores elétricos.

Com a eficiência energética cada vez mais importante no mundo atual, os aços elétricos da Aperam contribuem de forma significativa na redução global do consumo de energia e de gases de efeito estufa.

Aperam Bioenergia

Com sede em Belo Horizonte, a empresa é dedicada à produção de madeira e carvão vegetal para uso siderúrgico, através de 76 mil hectares de florestas renováveis de eucalipto em todo Estado de Minas Gerais.

A empresa administra um patrimônio florestal de 126 mil hectares, sendo 20% dessa área como reserva ecológica, além de uma área de preservação permanente. Atualmente possui capacidade de produção de 1,4 milhão de m³ de madeira e carvão vegetal.



Aços elétricos de Grão Orientado

Mais eficiência e mais economia

O Aço Elétrico GO foi desenvolvido para alcançar baixas perdas e elevada permeabilidade magnética, requeridas para a maior eficiência dos equipamentos e economia de energia elétrica.

Principais aplicações: fabricação dos núcleos de transformadores, reatores de potência, hidrogeradores e turbogeradores.

Principais características: excelentes propriedades magnéticas na direção de laminação.

Características Garantidas

Os valores limites para perdas magnéticas referem-se ao produto totalmente processado, testado após recozimento para alívio de tensões introduzidas pelo corte, em amostras cortadas na direção de laminação.

O usuário deve especificar uma única condição de indução e frequência para a garantia da perda magnética máxima.

Quando não especificado, o valor da perda magnética garantida será fornecido a 1,5T e 60Hz.

Esse aço é fornecido com revestimento ASTM C-5.

Características Garantidas												
Produto		Espessura (mm)	Perda Magnética Máxima a (W/kg)				Indução Magnética Mínima a (T)			Densidade Assumida (g/cm ³)	Fator de Empilhamento Mínimo (%)	Índice de Dobramento Mínimo
Referência	Aperam		1,5 T		1,7 T		800 A/m	2500 A/m	10000 A/m			
			50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz						
M108-23	E003-9	0.23	0.73	0.95	1.08	1.40	1.78	1.87	1.97	7.65	94.5	2
M117-23	E003-9	0.23	0.75	0.99	1.17	1.54						
M112-27	E004-7	0.27	0.80	1.05	1.12	1.46						
M125-27	E004-7	0.27	0.85	1.12	1.24	1.63						
M130-30	E005-4	0.30	0.88	1.15	1.30	1.71						
M140-30	E005-4	0.30	0.92	1.21	1.40	1.83						
M150-35	E006-2	0.35	1.05	1.38	1.50	1.97						

O Aço Elétrico de Grão Orientado da Aperam pode ser fornecido conforme as principais normas internacionais ou conforme especificação do cliente. O atendimento a condições especiais depende de consulta prévia.



Características Típicas

Produto		Espessura (mm)	Perda Magnética a (W/kg)				Indução Magnética a (T)		
Referência	Aperam		1,5 T		1,7 T		800 A/m	2500 A/m	10000 A/m
			50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz			
M108-23	E003-9	0.224	0.70	0.91	1.01	1.31	1.87	1.93	1.98
M117-23	E003-9	0.224	0.72	0.94	1.07	1.38	1.85	1.93	1.97
M112-27	E004-7	0.263	0.77	1.01	1.09	1.42	1.86	1.93	1.97
M125-27	E004-7	0.263	0.79	1.04	1.14	1.47	1.85	1.93	1.97
M130-30	E005-4	0.293	0.83	1.10	1.17	1.54	1.86	1.93	1.97
M140-30	E005-4	0.293	0.86	1.14	1.23	1.61	1.84	1.93	1.97
M150-35	E006-2	0.342	0.94	1.25	1.30	1.73	1.85	1.93	1.97

Normas internacionais

APERAM		ASTM A876M		JIS 2553-2000		DIN EN 10107		IEC 60404-8-7	
Aço	W/kg	Aço	W/kg	Aço	W/kg	Aço	W/kg	Aço	W/kg
M108-23	1.08	23H070	1.17	23G110	1.10	M110-23S	1.10	M110-23S 5	1.10
M117-23	1.17	23H070	1.17	23G110	1.10	M120-23S	1.20	M120-23S 5	1.20
M112-27	1.12	27H074	1.24	27G120	1.20	M120-27S	1.20	M120-27S 5	1.20
M125-27	1.24	27H074	1.24	27G130	1.30	M130-27S	1.30	M130-27S 5	1.30
M130-30	1.30	30H083	1.39	30G130	1.30	M130-30S	1.30	M130-30S 5	1.30
M140-30	1.40	30H083	1.39	30G140	1.40	M140-30S	1.40	M140-30S 5	1.40
M150-35	1.50	35H094	1.57	35G155	1.55	M150-35S	1.50	M150-35S 5	1.50

Valores de perda magnética a 1,5T / 50Hz

Revestimento C-5

É um revestimento inorgânico à base de fosfato aplicado sobre uma camada de silicato de magnésio (ASTM C-2) presente na superfície do aço. Esse revestimento possui boa resistividade elétrica e resiste ao tratamento de alívio de tensões.

Revestimento			
Revestimento	Valor Garantido		Valor Típico
	Média Máxima (A) *	Valor Máximo (A) **	Média (A)
C-5	0.300	0.650	0.150

* Média de dez medições (5 na face superior e 5 na face inferior)

** Valor máximo de uma medição.

Propriedades mecânicas

Propriedades mecânicas								
Limite de escoamento (MPa)		Limite de resistência (MPa)		Alongamento (%)		Índice de dobramento		Dureza (HV5)
L	T	L	T	L	T	L	T	
323	337	356	392	17	33	20	8	172

Os valores típicos acima são informativos e não podem ser utilizados como especificação. "L" e "T" correspondem a amostras cortadas longitudinal e transversalmente à direção de laminação.

Dimensões Padrão

Todas as bobinas são fornecidas com diâmetro interno padrão de 610mm, podendo ser também fornecidas com diâmetro interno de 508mm, mediante consulta prévia. O diâmetro interno padrão para tiras é de 508mm.

Em ambos os casos, a tolerância é de (-10 / + 20) mm.

Dimensões						
Espessura (mm)	Fator de Empilhamento (%)		Espessura (mm)	Tolerância (mm)	Largura (mm)	Tolerância (mm)
	Garantido	Típico				
			0.23	+/- 0,025	$30 \leq L \leq 150$	- 0 / + 0,3
0.23	94.5	97.41	0.27	+/- 0,030	$150 < L \leq 500$	- 0 / + 0,5
0.27	95.0	97.44	0.30	+/- 0,030	$500 < L \leq 1020$	- 0 / + 1,0



Aços elétricos de Grão Não-Orientado

Mais eficiência e mais economia no seu dia-a-dia

O Aço Elétrico GNO totalmente processado apresenta suas propriedades magnéticas plenamente desenvolvidas. Possui excelente valor de permeabilidade e baixas perdas magnéticas e pode ser fornecido com revestimento isolante.

Principais aplicações: geradores de usinas hidrelétricas, motores elétricos, reatores de lâmpadas fluorescentes e compressores herméticos para geladeiras, freezers e ar-condicionado.

Principal característica: boas propriedades magnéticas em qualquer direção considerada.

Aplicações	Aço Elétrico de Grão Não Orientado											
	E100	E105	E110	E115	E125	E137	E145	E157	E170	E185	E230	E233
Hidrogeradores e Turbogeneradores	*	*	*	*	*	*	*					
Transformadores para a Indústria Eletroeletrônica							*	*	*	*	*	*
Transformadores para Máquinas de Solda									*	*	*	*
Transformadores Reguladores de Tensão									*	*	*	*
Reatores de Potência e Amplificadores		*	*	*	*							
Grandes Motores de CC e CA		*	*	*	*	*	*	*	*			*
Médios Motores de CC e CA									*	*	*	*
Pequenos Motores de CC e CA									*	*	*	*
Medidores de Energia						*	*	*				
Reatores para Sistemas de Iluminação									*	*	*	*
Compressores Herméticos							*	*	*	*	*	*

Características Magnéticas Garantidas

Os valores limites das perdas magnéticas referem-se ao produto totalmente processado, testado como cortado, sem recozimento para alívio das tensões introduzidas pelo corte, com 50% das amostras cortadas na direção de laminação e 50% na direção transversal.

O usuário deve especificar uma única condição de indução e frequência para a garantia da perda magnética máxima. Quando não especificado, o valor da perda magnética garantida será fornecido a 1,0T e 50Hz.

Características Garantidas																		
Produto		Espessura (mm)	Perda Magnética Máxima a (W/kg)				Indução Magnética Mínima a (T)			Densidade Assumida (g/cm ³)	Fator de Empilhamento Mínimo (%)	Índice de Dobramento Mínimo						
Referência	Aperam		1,0 T		1,5 T		2500 A/m	5000 A/m	10000 A/m									
			50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz												
<i>P800-100A</i> (1)	E233	1.00	3.60	4.55	8.00	10.00	1.64	1.73	1.84	7.75	98.0	5						
<i>P450-65A</i> (1)	E233	0.65	1.95	2.35	4.25	5.40	1.64	1.73	1.84	7.75	97.0	10						
M600-65A	E230		2.60	3.25	6.00	7.70	1.60	1.70	1.80									
M470-65A	E185		2.00	2.50	4.70	6.00												
M450-65A	E170		1.95	2.35	4.25	5.40												
M400-65A	E157		1.70	2.15	3.95	5.00												
M530-54A	E230	0.54	2.30	2.91	5.30	6.66				1.59	1.69	1.79	7.75	97.0	10			
<i>P400-50A</i> (1)	E233	0.50	1.70	2.15	3.68	4.66	1.64	1.73	1.83	7.75	97.0	10						
M530-50A	E230		2.30	2.91	5.30	6.66	1.59	1.69	1.79									
M470-50A	E185		1.85	2.34	4.10	5.19												
M400-50A	E170		1.70	2.15	3.68	4.66												
M370-50A	E157		1.57	2.00	3.42	4.33												
M350-50A	E145		1.45	1.84	3.33	4.22												
M330-50A	E137		1.37	1.74	3.14	3.98												
M310-50A	E125		1.25	1.58	3.05	3.85												
M290-50A	E115		1.15	1.45	2.90	3.65												
M270-50A	E110		1.10	1.40	2.70	3.45												
M250-50A	E105		1.05	1.35	2.50	3.20												
M230-50A	E100		1.00	1.30	2.30	2.95												
M330-35A	E170		1.30	1.70	3.30	4.12							1.56	1.66	1.76	7.75	95.0	3
M300-35A	E157		1.20	1.50	3.00	3.74												
M290-35A	E145	1.15	1.45	2.90	3.50													
M270-35A	E137	1.10	1.40	2.70	3.36													
M250-35A	E125	1.00	1.25	2.50	3.14													
M235-35A	E115	0.95	1.20	2.35	2.90													
M210-35A	E110	0.90	1.15	2.10	2.65													
M195-35A	E100	0.90	1.15	1.95	2.60													

(1) Produtos de alta permeabilidade magnética. Notar que todos os aços possuem valores de indução magnética garantida maiores do que as normas internacionais. OBS: produtos em itálico não existem nas normas internacionais.

Características Típicas

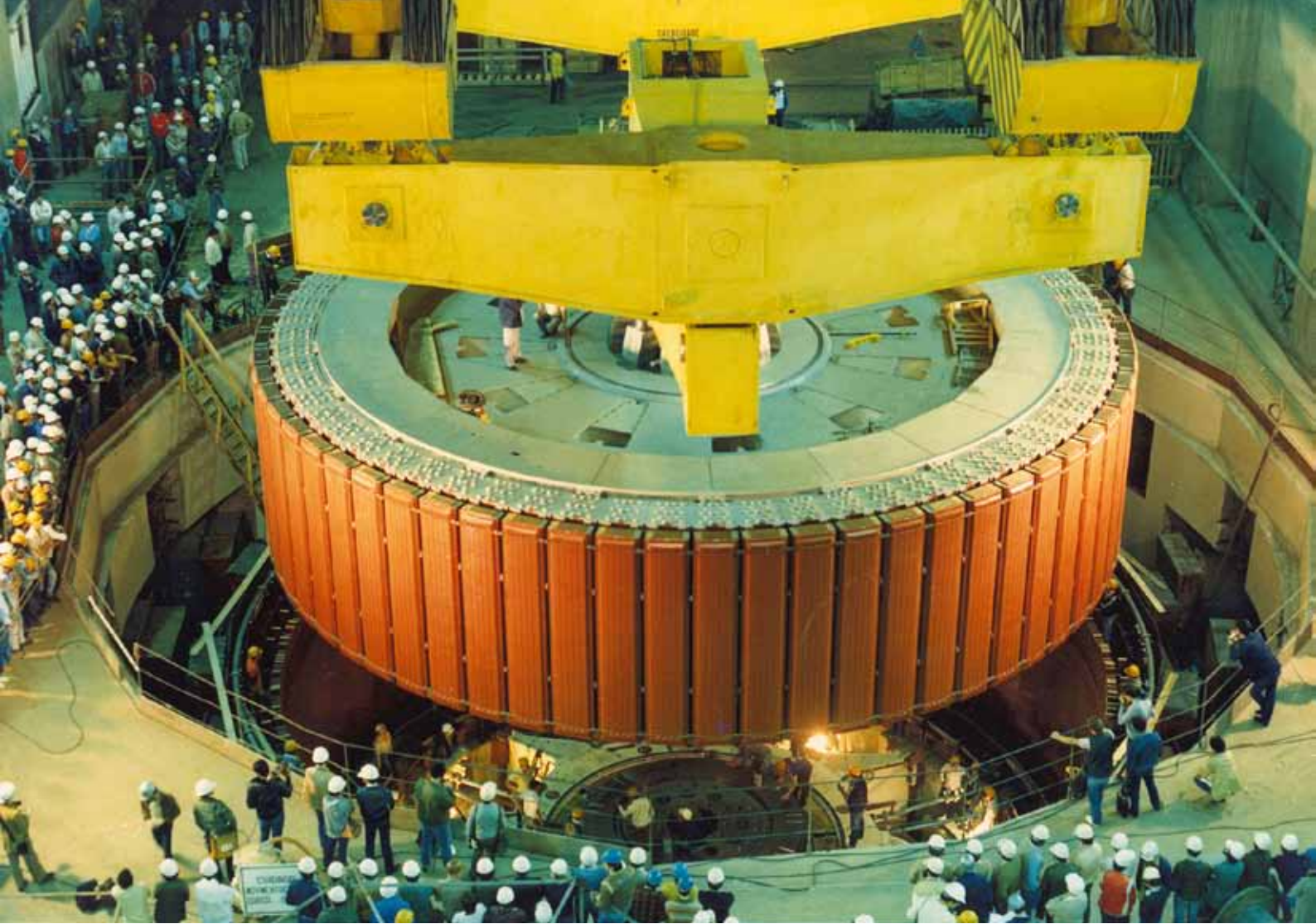
Produto		Espessura (mm)	Perda Magnética a (W/kg)				Indução Magnética a (T)			
Referência	Aperam		1,0 T		1,5 T		2500 A/m	5000 A/m	10000 A/m	
			50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz				
P800-100A (1)	E233	1.00	2.90	3.90	6.25	8.45	1.67	1.75	1.86	
P450-65A (1)	E233	0.65	1.73	2.26	3.74	4.92	1.66	1.76	1.86	
M600-65A	E230		1.83	2.35	3.97	5.16	1.62	1.74	1.82	
M470-65A	E185		1.76	2.27	3.84	5.01				
M450-65A	E170		1.69	2.20	3.70	4.85				
M400-65A	E157		1.61	2.09	3.57	4.70				
M530-54A	E230		0.54	1.53	1.95	3.31				4.27
P400-50A (1)	E233	0.50	1.41	1.81	3.08	3.97	1.66	1.75	1.85	
M530-50A	E230		1.53	1.95	3.31	4.27	1.62	1.72	1.82	
M470-50A	E185		1.46	1.88	3.19	4.10				
M400-50A	E170		1.42	1.83	3.10	4.00				
M370-50A	E157		1.38	1.77	3.02	3.90				
M350-50A	E145		1.33	1.72	2.94	3.82				
M330-50A	E137		1.24	1.60	2.77	3.58				
M310-50A	E125		1.11	1.42	2.54	3.28	1.60	1.70	1.82	
M290-50A	E115		1.08	1.38	2.48	3.21				
M270-50A	E110		1.04	1.34	2.42	3.13				
M250-50A	E105		1.00	1.28	2.35	3.05				
M230-50A	E100		0.93	1.20	2.25	2.91	1.59	1.69	1.81	
M330-35A	E170		0.35	1.23	1.53	2.72	3.41	1.60	1.70	1.80
M300-35A	E157			1.16	1.46	2.59	3.26			
M290-35A	E145	1.10		1.39	2.49	3.15				
M270-35A	E137	1.04		1.31	2.37	2.99				
M250-35A	E125	0.98		1.23	2.25	2.83	1.59	1.70	1.79	
M235-35A	E115	0.93		1.17	2.14	2.69				
M210-35A	E110	0.84		1.08	2.05	2.60				
M195-35A	E100	0.82		1.04	1.93	2.46				1.62

(1) Aços de alta permeabilidade magnética.

Propriedades Mecânicas

Aperam	Limite de Escoamento (MPa)		Limite de Resistência (MPa)		Alongamento (%)		Índice de Dobramento	Dureza (HV5)	Fator de Empilhamento (%)
	L	T	L	T	L	T			
E233	300	304	420	425	31	31	20	147	98.0
E230	311	315	433	438	30	30	20	154	98.0
E185	311	315	433	438	30	30	20	148	98.0
E170	300	304	420	425	31	31	20	147	98.0
E157	300	304	420	425	31	31	20	147	98.0
E145	300	304	420	425	31	31	20	147	98.0
E137	354	379	463	473	23	24	4	183	97.9
E125	354	379	463	473	23	24	4	183	97.9
E115	354	379	463	473	23	24	4	183	97.9
E110	354	379	463	473	23	24	4	183	97.9
E105	354	379	463	473	23	24	4	183	97.9
E100	354	379	463	473	23	24	4	183	97.9

Espessura = 0,50 mm. "L" e "T" correspondem a amostras cortadas na direção de laminação e na direção transversal. Os valores acima indicados são somente referenciais, e não devem ser usados como especificação.



Normas Internacionais

Produto		Espessura (mm)	ABNT NM71 (2000)		antiga AISI	ASTM A677 (2007)		JIS 2552 (2000)		IEC 60404-8-4 (1998)		DIN EN 10106 (2007)	
			Grade	(W/kg)	Grade	Grade	(W/kg)	Grade	(W/kg)	Grade	(W/kg)	Grade	(W/kg)
Referência	Aperam												
P470-65A (1)	E233	0.65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M600-65A	E230		65F 770M	6.10	-	64F 320	5.57	-	-	M600-65A 5	5.30	M600-65A	5.30
M470-65A	E185		65F 600M	4.70	-	64F 275	4.79	-	-	M470-65A 5	4.70	M470-65A	4.70
M450-65A	E170		65F 540M	4.25	-	64F 250	4.35	-	-	-	-	-	-
M400-65A	E157		65F 500M	3.95	-	64F 225	3.92	-	-	M400-65A 5	4.00	M400-65A	4.00
M530-54A	E230	0.54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P400-50A (1)	E233	0.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M530-50A	E230		50F 684M	5.40	M-45	47F 280	4.87	-	-	M530-50A 5	5.30	M530-50A	5.30
M470-50A	E185		50F 570M	4.50	-	47F 240	4.18	50A470	4.70	M470-50A 5	4.70	M470-50A	4.70
M400-50A	E170		50F 519M	4.10	M-43	47F 210	3.65	50A400	4.00	M400-50A 5	4.00	M400-50A	4.00
M370-50A	E157		50F 466M	3.68	M-36	47F 200	3.48	-	-	-	-	-	-
M350-50A	E145		50F 433M	3.42	M-27	47F 190	3.31	50A350	3.50	M350-50A 5	3.50	M350-50A	3.50
M330-50A	E137		50F 422M	3.33	M-22	47F 180	3.13	-	-	M330-50A 5	3.30	M330-50A	3.30
M310-50A	E125		50F 385M	3.05	M-19	-	-	50A310	3.10	M310-50A 5	3.10	M310-50A	3.10
M290-50A	E115		50F 370M	2.90	M-15	47F 165	2.87	50A290	2.90	M290-50A 5	2.90	M290-50A	2.90
M270-50A	E110		-	-	-	-	-	50A270	2.70	M270-50A 5	2.70	M270-50A	2.70
M250-50A	E105		-	-	-	-	-	50A250	2.50	M250-50A 5	2.50	M250-50A	2.50
M230-50A	E100		-	-	-	-	-	50A230	2.30	-	-	-	-
M330-35A	E170		0.35	35F 420M	3.32	M-36	36F 195	3.39	35A360	3.60	M330-35A 5	3.30	M330-35A
M300-35A	E157	35F 395M		3.11	M-27	36F 175	3.04	35A300	3.00	M300-35A 5	3.00	M300-35A	3.00
M290-35A	E145	35F 371M		2.93	M-22	36F 165	2.87	-	-	M290-35A 5	2.90	M290-35A	2.90
M270-35A	E137	35F 349M		2.75	M-19	36F 155	2.70	35A270	2.70	M270-35A 5	2.70	M270-35A	2.70
M250-35A	E125	35F 320M		2.53	M-15	36F 145	2.52	35A250	2.50	M250-35A 5	2.50	M250-35A	2.50
M235-35A	E115	-		-	-	-	-	35A230	2.30	M235-35A 5	2.35	M235-35A	2.35
M210-35A	E110	-		-	-	-	-	35A210	2.10	-	-	-	-
M195-35A	E100	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Obs: Perdas magnéticas a 1,5T / 50 Hz. Normas ASTM A677: espessuras 0,36 / 0,47 / 0,64mm.
 Valores de perda magnética da norma ASTM A677 convertidos para 1,5T/50Hz conforme valor de conversão (P1 7/60 x 0,79)

Revestimentos

Os aços elétricos são usualmente revestidos para minimizar a ocorrência de correntes parasitas nos núcleos das máquinas elétricas e reduzir o consumo de energia.

Revestimento		Características
Aperam	ASTM	
C-0	C-0	Aço sem revestimento, mas pode conter na superfície uma fina camada de estável óxidos. A resistividade elétrica na superfície não é garantida.
C-4	C-4	Revestimento inorgânico formado por um tratamento de fosfatização na superfície do aço. Este tipo de revestimento é usado em aplicações que requerem moderados níveis de isolamento elétrica na superfície. Resiste ao recozimento para reforma de motores e alívio de tensões. Melhora a estampabilidade quando comparado ao material sem revestimento.
C-6	C-5	Revestimento híbrido inorgânico/orgânico aplicado à superfície do aço. É utilizado em aplicações que requerem isolamento elétrica e boa estampabilidade. Esse revestimento resiste aos tratamentos térmicos de reforma de motores e alívio de tensões.
C-3	C-6	Revestimento de base orgânica com adição de pigmentos inorgânicos para melhorar sua capacidade isolante. É utilizado em aplicações que requerem excelente resistividade elétrica na superfície e boa estampabilidade. Resiste ao tratamento térmico de reforma de motores, mas não resiste ao recozimento para alívio de tensões.

A composição do revestimento determina a maior parte das suas propriedades.

A composição orgânica privilegia resistividade e estampabilidade, e a composição inorgânica privilegia resistência térmica e soldabilidade. Todos os revestimentos da Aperam são isentos de cromo.

Revestimento		Valor Garantido - Teste de Franklin		Valor Típico	Espessura (por face)
Aperam	ASTM	Média Máxima * (A)	Ponto Máximo ** (A)	Média (A)	Típica (μ m)
C-4	C-4	0.700	0.800	0.470	0.6
C-6	C-5	0.400	0.600	0.150	2.5
C-3	C-6	0.300	0.500	0.100	3.5

* Média de dez medições (cinco na face superior e cinco na face inferior).

** Valor máximo de uma medição.

Dimensões	
Espessura (mm)	Tolerância (mm)
1.00	+/- 0,05
0.65	+/- 0,05
0.54	+/- 0,04
0.50	+/- 0,04
0.35	+/- 0,03

Dimensões		
Borda	Largura (mm)	Tolerância (mm)
Aparada	$30 \leq L \leq 150$	- 0 / + 0,3
	$150 < L \leq 500$	- 0 / + 0,5
	$500 < L \leq 1060$	- 0 / + 1,5
Não Aparada	1010	+/- 10
	1020	- 15 / + 10
	1080	+/- 10

A espessura de 0,47 mm pode ser atendida sob consulta. Os aços E230 e E185 podem ser fornecidos na largura de 1080 mm. Observação: para os aços E100 a E137, só bordas aparadas, com largura máxima de 1040 mm.

Embalagem - GO/GNO

Mercado Interno	Espaçadores para tiras
	Com ou sem estrado de madeira
	Proteção de borda
	Strech ou lona terreiro
	Cinta metálica ou poliéster
	Eixo vertical / horizontal
Mercado Externo	Espaçadores para tiras
	Estrado de madeira
	Papel orvic, inibidor de corrosão
	Proteção de borda
	Strech ou lona terreiro
	Invólucro e tampas de chapas metálicas
	Cinta metálica
Eixo vertical	

Aperam South America

Av. Carandaí, 1.115 – 23º andar
30130-915 – Belo Horizonte – MG – Brasil
Tel.: 55 (31) 3235-4200 – Fax: 55 (31) 3235-4294

Usina

Praça 1º de Maio, 9 – Centro
35180-018 – Timóteo – MG – Brasil
Tel.: 55 (31) 3849-7000 – Fax: 55 (31) 3848-4699

Escritório Comercial

Av. Brigadeiro Faria Lima, 1.355 – 20º andar
01452-919 – São Paulo – SP – Brasil
Tel.: 55 (11) 3818-1700 – Fax: 55 (11) 3816-1812