

RELATÓRIO DE ENSAIO N° 1 154 475-203**CLIENTE:** União TB importação e exportação LTDA.**CNPJ:** 49.040.592/0001-64**Rua Castro Alves, 63 – Aclimação****01532-000 – São Paulo – SP****NATUREZA DO TRABALHO:** Ensaio em material polimérico**REFERÊNCIA:** Orçamento FIPT N° 5251/24 de 27.06.2024**Aprovação do orçamento recebida em 02.09.2024****1 MATERIAL**

Foi fornecido pelo Cliente, em 18.07.2024, quarenta placas de material polimérico, na cor amarela, com dimensões aproximadas de (310 x 280 x 2) mm. A designação fornecida pelo cliente e o respectivo número de identificação no laboratório estão descritos na **Tabela 1**.

Tabela 1 – Designação dos materiais analisados.

Designação fornecida pelo Cliente	Identificação do Laboratório
“Revestimento PEAD”	LCPE 524-24

2 MÉTODOS UTILIZADOS

Os ensaios e métodos empregados estão apresentados na **Tabela 2**.

Tabela 2 – Métodos dos ensaios.

Ensaio	Método
Densidade relativa	ASTM D 792-20
Avaliação da resistência a líquidos	ASTM D 543-21
Estabilidade dimensional	ASTM D 543-21
Resistência à tração	ASTM D 6693/D6693M-20

O ensaio de determinação da densidade relativa foi realizado conforme método B da norma de referência, utilizando como líquido de imersão álcool etílico com densidade de 0,789 g/cm³, na temperatura de (23 ± 2) °C. A partir do material fornecido pelo Cliente foram preparados cinco corpos de prova no formato quadrado, com massa entre (1 e 2) g cada. Os corpos de prova foram condicionados em atmosfera padrão de (50 ± 10) % U.R e (23 ± 2) °C por um período mínimo de 40 h e, em seguida, foram pesados na condição emersa e imersa em álcool etílico. A partir dos resultados obtidos, foi calculada a densidade relativa, em g/cm³, de cada corpo de prova, a média e a incerteza com um intervalo de 95 % de confiança para a densidade relativa. O ensaio foi realizado no período de 14.10.2024 a 16.10.2024.

Na avaliação da resistência a líquidos, foram expostos duzentos e dezoito corpos de prova, sendo quarenta e oito corpos de prova para o ensaio de estabilidade dimensional e cento e setenta corpos de prova para o ensaio de resistência à tração. Foram utilizados oito líquidos de imersão, conforme indicado pelo Cliente e apresentados na Tabela 3 e duas condições de temperatura: ambiente e (60 ± 1) °C. Em cada líquido e

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado ou calibração.
Este documento não dá direito ao uso do nome ou da marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.
A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Laboratório de Celulose, Papel e Embalagem/ MATERIAIS AVANÇADOS

condição de temperatura foram expostos 3 corpos de prova de estabilidade dimensional e dez corpos de prova de resistência à tração (sendo cinco corpos de prova na direção longitudinal e cinco corpos de prova na direção transversal) por um período de 70 dias (1680 h). A exposição foi realizada no período de 12.12.2024 a 28.02.2025.

Tabela 3 – Lista de soluções utilizadas para avaliação da resistência à líquidos.

Líquido de imersão	Concentração
Hipoclorito de sódio	1% (v/v)
Cloreto férrico	1% (m/v)
Cloreto de sódio	5% (m/v)
Ácido sulfúrico	20% (v/v)
Ácido nítrico	1% (v/v)
hidróxido de sódio	5% (m/v)
hidróxido de amônio	5% (v/v)
solução de sabão/detergente	2% (v/v)

Para o ensaio de estabilidade dimensional antes e após exposição à líquidos foram preparados quarenta e oito corpos de prova por usinagem mecânica com dimensões aproximadas de (76,2 x 25,4) mm cada, os quais foram condicionados em atmosfera padrão de (50 ± 10) % U.R. e (23 ± 2) °C por 40 h. Após o condicionamento, foram realizadas as medições iniciais de espessura, largura e comprimento dos corpos de prova em atmosfera padrão, e em seguida, submetidos à exposição aos líquidos, conforme mencionado anteriormente. Ao término da exposição, os corpos de prova foram retirados dos líquidos, lavados com água destilada, secos à temperatura ambiente e condicionados em atmosfera padrão de (50 ± 10) % U.R. e (23 ± 2) °C por 24 h. Após o condicionamento foram realizadas as respectivas medições de espessura, largura e comprimento. A partir dos resultados obtidos, foi calculada a variação dimensional, em % dos corpos de prova individuais, a média e o desvio padrão. O ensaio foi realizado no período de 09.12.2024 a 07.03.2025 com desvio de norma, contemplando somente a avaliação dimensional após condicionamento ambiental, sem a avaliação imediata após a retirada dos líquidos.

Para o ensaio de resistência à tração na condição original e após a exposição à líquidos, foram preparados por estampagem cento e setenta corpos de prova do tipo IV, sendo oitenta e cinco na direção longitudinal e oitenta e cinco na direção transversal. Os corpos de prova foram preparados conforme dimensões estabelecidas na norma ASTM D 638. Para o ensaio na condição original foram utilizados dez corpos de prova, sendo cinco corpos de prova na direção longitudinal e cinco corpos de prova na direção transversal. Os corpos de prova foram condicionados em atmosfera padrão de (50 ± 10) % U.R. e (23 ± 2) °C por 40h e ensaiados nesta condição. Os demais corpos de prova preparados foram submetidos à exposição aos líquidos, conforme mencionado anteriormente. Ao término da exposição, os corpos de prova foram retirados dos líquidos, lavados com água destilada, secos a temperatura ambiente e condicionados em atmosfera padrão de (50 ± 10) % U.R. e (23 ± 2) °C por 24 h. Após o condicionamento foram realizados ensaios de resistência à tração. O ensaio (para os corpos de prova na condição original e após exposição à líquidos) foi realizado utilizando-se distância entre garras de 73 mm e velocidade de deslocamento da garra móvel de 500 mm/min. Os ensaios foram realizados no período de 09.12.2024 a 14.03.2025.

2.1 Equipamentos

- Termohigrômetro digital (PBTH-11), marca Lufft Opus 20. Validade da calibração: dezembro/2025.
- Paquímetro digital (PBPA-004), marca Digimess. Validade de calibração: abril/2025.
- Estufa com circulação e renovação de ar (PBES-012), marca Solab, modelo SL-102/480.
- Máquina universal de ensaios (PBMUE-003), marca Emic, modelo DL 10000. Validade de calibração: março/2025.
- Termômetro digital (PBTD-001), marca Akso, modelo AK02. Validade de calibração: novembro/2026.

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado ou calibração.
Este documento não dá direito ao uso do nome ou da marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.
A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Laboratório de Celulose, Papel e Embalagem/ MATERIAIS AVANÇADOS

- Balança analítica eletrônica (PBBL-006), marca Shimadzu, modelo AX 200. Validade de calibração: abril/2025.

3 RESULTADOS

3.1 Densidade relativa

Os resultados do ensaio de determinação da densidade relativa constam da **Tabela 4**.

Tabela 4 – Densidade relativa.

Corpo de prova	Densidade relativa (g/cm ³)
1	0,9430
2	0,9417
3	0,9432
4	0,9422
5	0,9422
Média	0,943 ± 0,001

Nota da Tabela 4: A incerteza expandida apresentada nesta tabela é baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k com v graus de liberdade, fornecendo um nível de confiança de aproximadamente 95 %, sendo que k = 2,01 e v = 46.

3.2 Determinação da estabilidade dimensional

Os resultados da análise dimensional antes e após à exposição aos líquidos estão apresentados na **Tabela 5 a Tabela 13**.

Valores negativos ou positivos indicam qual o percentual de redução ou aumento, respectivamente, de cada dimensional em comparação a medição original.

Tabela 5 – Estabilidade dimensional – hipoclorito de sódio 1%.

Condição de exposição	Corpo de prova	Comprimento (%)	Largura (%)	Espessura (%)
Temperatura ambiente	1	-0,26	-0,16	0,39
	2	0,56	-1,31	0,39
	3	1,36	-0,93	0,79
	Média	0,56	-0,80	0,52
	Desvio Padrão	0,81	0,59	0,23
60°C	1	0,52	-2,18	0,40
	2	-0,07	2,33	-0,78
	3	-1,48	0,82	0,00
	Média	-0,34	0,33	-0,13
	Desvio Padrão	1,03	2,30	0,60

Laboratório de Celulose, Papel e Embalagem/ MATERIAIS AVANÇADOS

Tabela 6 – Estabilidade dimensional – cloreto férrico 1%.

Condição de exposição	Corpo de prova	Comprimento (%)	Largura (%)	Espessura (%)
Temperatura ambiente	1	-1,97	-0,24	0,00
	2	0,28	0,20	0,39
	3	1,47	-0,12	0,80
	Média	-0,07	-0,05	0,4
	Desvio Padrão	1,74	0,23	0,4
60°C	1	-0,86	0,00	4,52
	2	-2,14	-0,27	4,05
	3	-1,14	1,95	0,00
	Média	-1,38	0,56	2,86
	Desvio Padrão	0,67	1,21	2,49

Tabela 7 – Estabilidade dimensional – cloreto de sódio 5%.

Condição de exposição	Corpo de prova	Comprimento (%)	Largura (%)	Espessura (%)
Temperatura ambiente	1	0,84	-0,08	1,57
	2	0,13	-0,34	2,25
	3	0,29	0,16	1,19
	Média	0,42	-0,09	1,67
	Desvio Padrão	0,37	0,25	0,54
60°C	1	0,20	-0,39	4,76
	2	0,39	0,59	3,48
	3	-0,18	-1,73	0,40
	Média	0,14	-0,51	2,88
	Desvio Padrão	0,29	1,16	2,24

Tabela 8 – Estabilidade dimensional – ácido sulfúrico 20%.

Condição de exposição	Corpo de prova	Comprimento (%)	Largura (%)	Espessura (%)
Temperatura ambiente	1	1,69	0,74	0,00
	2	-0,46	1,31	2,00
	3	0,54	0,54	1,56
	Média	0,59	0,86	1,19
	Desvio Padrão	1,08	0,40	1,05

Continua...

Laboratório de Celulose, Papel e Embalagem/ MATERIAIS AVANÇADOS

Tabela 8 – Estabilidade dimensional – ácido sulfúrico 20% (continuação).

Condição de exposição	Corpo de prova	Comprimento (%)	Largura (%)	Espessura (%)
60°C	1	-0,75	-0,80	2,15
	2	0,76	-0,51	3,48
	3	-1,19	0,83	1,38
	Média	-0,39	-0,16	2,32
	Desvio Padrão	1,02	0,87	1,06

Tabela 9 – Estabilidade dimensional – ácido nítrico 1%.

Condição de exposição	Corpo de prova	Comprimento (%)	Largura (%)	Espessura (%)
Temperatura ambiente	1	0,34	1,42	2,00
	2	-0,87	0,55	1,61
	3	-1,93	1,89	2,53
	Média	-0,82	1,29	2,05
	Desvio Padrão	1,14	0,68	0,46
60°C	1	-0,79	-0,39	3,77
	2	0,14	0,04	1,30
	3	-0,41	-0,99	5,86
	Média	-0,35	-0,45	3,64
	Desvio Padrão	0,47	0,52	2,28

Tabela 10 – Estabilidade dimensional – hidróxido de sódio 5%.

Condição de exposição	Corpo de prova	Comprimento (%)	Largura (%)	Espessura (%)
Temperatura ambiente	1	0,58	0,43	2,43
	2	1,22	0,39	1,19
	3	0,46	0,12	-1,18
	Média	0,75	0,32	0,81
	Desvio Padrão	0,41	0,17	1,83
60°C	1	-0,28	-0,56	5,56
	2	-0,25	-0,93	-1,96
	3	-1,81	-0,16	0,00
	Média	-0,78	-0,55	1,20
	Desvio Padrão	0,89	0,39	3,90

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado ou calibração.
Este documento não dá direito ao uso do nome ou da marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.
A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Laboratório de Celulose, Papel e Embalagem/ MATERIAIS AVANÇADOS

Tabela 11 – Estabilidade dimensional – hidróxido de amônio 5%.

Condição de exposição	Corpo de prova	Comprimento (%)	Largura (%)	Espessura (%)
Temperatura ambiente	1	0,17	0,15	-1,18
	2	-0,33	3,31	0,41
	3	0,05	0,27	2,42
	Média	-0,03	1,25	0,55
	Desvio Padrão	0,26	1,79	1,80
60°C	1	0,08	-0,35	1,32
	2	-0,10	0,44	-2,52
	3	-0,66	-1,32	2,20
	Média	-0,23	-0,41	0,33
	Desvio Padrão	0,39	0,88	2,51

Tabela 12 – Estabilidade dimensional – solução de sabão/detergente 2%.

Condição de exposição	Corpo de prova	Comprimento (%)	Largura (%)	Espessura (%)
Temperatura ambiente	1	0,66	0,20	-1,57
	2	-0,09	-0,28	-1,57
	3	0,63	-0,44	-0,79
	Média	0,40	-0,17	-1,31
	Desvio Padrão	0,42	0,33	0,45
60°C	1	-0,66	-0,53	3,07
	2	0,84	-1,29	0,00
	3	-0,24	-1,11	0,44
	Média	-0,02	-0,98	1,17
	Desvio Padrão	0,77	0,40	1,66

3.3 Determinação de resistência à tração

Os resultados dos ensaios de resistência à tração na condição original e após exposição aos líquidos constam na **Tabela 13** a **Tabela 21**.

Para todos os líquidos avaliados, ΔV (%) representa a variação entre valores da condição original e da condição após exposição ao respectivo líquido. Valores negativos ou positivos indicam qual o percentual de redução ou aumento, respectivamente, de cada propriedade em comparação a condição original.

Laboratório de Celulose, Papel e Embalagem/ MATERIAIS AVANÇADOS

Tabela 13 – Resistência à tração – condição original.

Direção	Corpo de prova	Alongamento no escoamento (%)	Alongamento na ruptura (%)	Tensão no escoamento (MPa)	Tensão na ruptura (MPa)
Longitudinal	1	13,85	63,31	19,15	10,83
	2	13,76	54,28	18,72	10,90
	3	14,09	61,46	19,36	10,92
	4	13,61	50,33	19,55	11,19
	5	15,71	64,22	19,63	11,12
	Média	14,20	58,72	19,28	10,99
	Desvio Padrão	0,86	6,10	0,36	0,15
Transversal	1	14,04	62,55	19,95	11,21
	2	18,08	62,41	20,13	11,77
	3	13,85	157,67	19,08	11,18
	4	15,80	103,31	18,60	11,34
	5	15,56	197,62	18,79	12,11
	Média	15,47	116,71	19,31	11,52
	Desvio Padrão	1,70	59,76	0,69	0,40

Tabela 14 – Resistência à tração – hipoclorito de sódio 1%.

Condição de exposição	Direção	Corpo de prova	Alongamento no escoamento (%)	Alongamento na ruptura (%)	Tensão no escoamento (MPa)	Tensão na ruptura (MPa)
Temperatura ambiente	Longitudinal	1	7,05	46,24	18,01	9,62
		2	7,15	44,05	17,47	9,35
		3	7,24	97,79	18,76	10,40
		4	7,00	88,80	18,37	10,07
		5	7,05	71,92	17,39	9,01
		Média	7,10	69,76	18,00	9,69
		Desvio Padrão	0,10	24,33	0,58	0,55
		ΔV (%)	-50,03	18,80	-6,65	-11,84
	Transversal	1	6,58	48,43	18,48	9,78
		2	6,58	49,76	18,10	9,45
		3	6,91	51,42	19,38	10,90
		4	6,77	50,71	20,27	11,05
		5	6,96	45,57	19,42	10,63
		Média	6,76	49,18	19,13	10,36
		Desvio Padrão	0,18	2,31	0,86	0,71
		ΔV (%)	-56,29	-57,86	-0,93	-10,07

Continua...

Laboratório de Celulose, Papel e Embalagem/ MATERIAIS AVANÇADOS

Tabela 14 – Resistência à tração – hipoclorito de sódio 1% (continuação).

Condição de exposição	Direção	Corpo de prova	Alongamento no escoamento (%)	Alongamento na ruptura (%)	Tensão no escoamento (MPa)	Tensão na ruptura (MPa)
60 °C	Longitudinal	1	7,19	42,58	17,72	8,57
		2	7,67	35,25	16,70	8,58
		3	8,1	45,76	17,96	10,18
		4	7,72	46,14	17,93	10,24
		5	7,91	45,38	18,08	10,33
		Média	7,72	43,02	17,68	9,58
		Desvio Padrão	0,34	4,57	0,56	0,92
		ΔV (%)	-45,66	-26,73	-8,32	-12,85
	Transversal	1	7,43	63,74	17,73	10,88
		2	7,86	46,48	19,05	11,90
		3	8,19	39,39	20,72	13,33
		4	7,76	45,81	18,74	11,28
		5	7,95	35,54	18,77	11,84
		Média	7,84	46,19	19,00	11,85
		Desvio Padrão	0,28	10,82	1,08	0,93
		ΔV (%)	-49,32	-60,42	-1,60	2,81

Tabela 15 – Resistência à tração – cloreto férrico 1%.

Condição de exposição	Direção	Corpo de prova	Alongamento no escoamento (%)	Alongamento na ruptura (%)	Tensão no escoamento (MPa)	Tensão na ruptura (MPa)
Temperatura ambiente	Longitudinal	1	8,00	46,05	19,37	11,31
		2	7,34	57,56	19,64	10,91
		3	7,57	51,71	20,03	11,63
		4	7,62	43,39	19,39	11,34
		5	7,57	44,67	18,53	10,74
		Média	7,62	48,68	19,39	11,19
		Desvio Padrão	0,24	5,90	0,55	0,36
		ΔV (%)	-46,35	-17,10	0,57	1,76
		Desvio Padrão	0,16	14,57	0,77	0,84

Continua...

Laboratório de Celulose, Papel e Embalagem/ MATERIAIS AVANÇADOS

Tabela 15 – Resistência à tração – cloreto férrico 1% (continuação).

Condição de exposição	Direção	Corpo de prova	Alongamento no escoamento (%)	Alongamento na ruptura (%)	Tensão no escoamento (MPa)	Tensão na ruptura (MPa)
Temperatura ambiente	Transversal	1	6,91	54,28	18,85	10,66
		2	6,77	48,62	17,52	9,04
		3	6,82	45,24	17,44	9,03
		4	6,67	50,81	17,28	8,39
		5	7,10	81,48	16,79	9,14
		Média	6,85	56,09	17,58	9,25
		Desvio Padrão	0,16	14,57	0,77	0,84
		ΔV (%)	-55,68	-51,94	-8,98	-19,70
60 °C	Longitudinal	1	7,91	46,90	18,50	9,96
		2	7,48	55,99	17,15	8,62
		3	7,91	52,80	19,08	10,99
		4	7,10	40,58	16,90	8,39
		5	7,34	44,62	17,64	9,09
		Média	7,55	48,18	17,85	9,41
		Desvio Padrão	0,36	6,21	0,92	1,07
		ΔV (%)	-46,86	-17,95	-7,41	-14,39
	Transversal	1	7,48	42,86	17,33	8,91
		2	7,62	45,86	19,61	11,27
		3	6,77	42,72	17,30	8,35
		4	7,15	46,90	16,76	8,06
		5	6,86	42,24	16,89	8,36
		Média	7,18	44,12	17,58	8,99
		Desvio Padrão	0,37	2,11	1,16	1,31
		ΔV (%)	-53,60	-62,20	-8,97	-21,98

Tabela 16 – Resistência à tração – cloreto de sódio 5%.

Condição de exposição	Direção	Corpo de prova	Alongamento no escoamento (%)	Alongamento na ruptura (%)	Tensão no escoamento (MPa)	Tensão na ruptura (MPa)
Temperatura ambiente	Longitudinal	1	7,24	42,62	18,50	10,15
		2	7,53	55,28	19,05	10,43
		3	7,67	50,47	19,17	10,79
		4	6,72	49,33	18,31	9,93
		5	7,67	50,09	19,45	11,36
		Média	7,37	49,56	18,90	10,53
		Desvio Padrão	0,42	4,53	0,48	0,56
		ΔV (%)	-48,14	-15,60	-2,00	-4,18

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado ou calibração.
Este documento não dá direito ao uso do nome ou da marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.
A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Laboratório de Celulose, Papel e Embalagem/ MATERIAIS AVANÇADOS

Tabela 16 – Resistência à tração – cloreto de sódio 5% (continuação).

Condição de exposição	Direção	Corpo de prova	Alongamento no escoamento (%)	Alongamento na ruptura (%)	Tensão no escoamento (MPa)	Tensão na ruptura (MPa)
Temperatura ambiente	Transversal	1	6,58	53,18	16,54	8,47
		2	6,82	62,17	19,03	10,47
		3	6,82	50,57	18,91	10,42
		4	7,29	139,50	18,23	10,62
		5	7,24	50,61	20,14	11,28
		Média	6,95	75,71	18,57	10,25
		Desvio Padrão	0,30	42,87	1,33	1,05
		ΔV (%)	-55,06	-35,13	-3,83	-11,02
60 °C	Longitudinal	1	8,19	51,19	17,32	8,91
		2	8,19	43,58	20,13	11,69
		3	8,14	42,39	19,46	10,99
		4	8,14	58,75	20,23	11,94
		5	8,24	45,72	20,27	11,50
		Média	8,18	48,33	19,48	11,01
		Desvio Padrão	0,04	6,73	1,25	1,22
		ΔV (%)	-42,41	-17,70	1,04	0,13
	Transversal	1	8,00	53,47	20,46	11,45
		2	7,72	53,18	20,84	11,94
		3	8,05	89,28	16,40	8,18
		4	7,05	45,67	16,84	8,09
		5	8,05	55,80	19,43	10,97
		Média	7,77	59,48	18,79	10,13
		Desvio Padrão	0,43	17,09	2,06	1,85
		ΔV (%)	-49,73	-49,04	-2,67	-12,12

Tabela 17 – Resistência à tração – ácido sulfúrico 20%.

Condição de exposição	Direção	Corpo de prova	Alongamento no escoamento (%)	Alongamento na ruptura (%)	Tensão no escoamento (MPa)	Tensão na ruptura (MPa)
Temperatura ambiente	Longitudinal	1	7,38	48,85	17,90	9,84
		2	7,62	47,57	19,31	10,75
		3	7,05	45,67	16,68	8,15
		4	7,00	49,43	17,53	9,26
		5	7,10	46,67	17,01	8,49
		Média	7,23	47,64	17,69	9,30
		Desvio Padrão	0,26	1,54	1,02	1,05
		ΔV (%)	-49,10	-18,87	-8,28	-15,41

Continua...

Laboratório de Celulose, Papel e Embalagem/ MATERIAIS AVANÇADOS

Tabela 17 – Resistência à tração – ácido sulfúrico 20% (continuação).

Condição de exposição	Direção	Corpo de prova	Alongamento no escoamento (%)	Alongamento na ruptura (%)	Tensão no escoamento (MPa)	Tensão na ruptura (MPa)
Temperatura ambiente	Transversal	1	6,72	51,99	18,96	10,19
		2	6,72	61,70	17,76	8,70
		3	6,82	47,52	18,58	9,47
		4	6,44	53,80	16,70	7,85
		5	6,48	54,61	17,41	8,78
		Média	6,64	53,92	17,88	9,00
		Desvio Padrão	0,17	5,14	0,91	0,88
		ΔV (%)	-57,09	-53,80	-7,40	-21,91
60 °C	Longitudinal	1	8,00	46,24	19,30	10,36
		2	8,00	40,91	17,76	9,41
		3	8,14	40,29	19,06	10,58
		4	7,95	44,86	18,90	10,48
		5	7,95	50,95	18,12	9,18
		Média	8,01	44,65	18,63	10,00
		Desvio Padrão	0,08	4,34	0,66	0,66
		ΔV (%)	-43,62	-23,96	-3,39	-9,01
	Transversal	1	7,53	40,25	19,99	10,77
		2	7,43	50,42	18,64	10,04
		3	7,43	44,34	18,12	9,49
		4	7,86	63,41	19,49	10,77
		5	7,00	48,09	18,60	10,02
		Média	7,45	49,30	18,97	10,22
		Desvio Padrão	0,31	8,78	0,75	0,55
		ΔV (%)	-51,83	-57,76	-1,77	-11,32

Tabela 18 – Resistência à tração – ácido nítrico 1%.

Condição de exposição	Direção	Corpo de prova	Alongamento no escoamento (%)	Alongamento na ruptura (%)	Tensão no escoamento (MPa)	Tensão na ruptura (MPa)
Temperatura ambiente	Longitudinal	1	7,24	64,31	17,06	8,91
		2	6,86	52,33	16,18	8,19
		3	7,38	54,18	17,72	9,62
		4	7,15	43,67	17,71	9,69
		5	7,00	50,76	17,17	9,22
		Média	7,13	53,05	17,17	9,13
		Desvio Padrão	0,20	7,45	0,63	0,61
		ΔV (%)	-49,83	-9,66	-10,96	-16,98

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado ou calibração.
Este documento não dá direito ao uso do nome ou da marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.
A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Laboratório de Celulose, Papel e Embalagem/ MATERIAIS AVANÇADOS

Tabela 18 – Resistência à tração – ácido nítrico 1% (continuação).

Condição de exposição	Direção	Corpo de prova	Alongamento no escoamento (%)	Alongamento na ruptura (%)	Tensão no escoamento (MPa)	Tensão na ruptura (MPa)
60 °C	Transversal	1	6,67	55,75	17,71	8,75
		2	6,77	52,99	18,09	9,41
		3	6,96	59,46	18,75	9,48
		4	6,77	49,57	17,27	8,26
		5	6,63	49,62	18,65	9,59
		Média	6,76	53,48	18,09	9,10
		Desvio Padrão	0,13	4,22	0,63	0,57
		ΔV (%)	-56,29	-54,18	-6,30	-21,04
	Longitudinal	1	7,72	46,52	18,45	10,30
		2	7,76	42,20	19,56	10,79
		3	8,14	51,71	18,22	10,35
		4	8,05	43,81	18,99	10,62
		5	8,48	55,47	18,30	10,92
		Média	8,03	47,94	18,70	10,60
		Desvio Padrão	0,31	5,54	0,56	0,27
		ΔV (%)	-43,47	-18,35	-3,00	-3,60
	Transversal	1	8,24	96,89	18,68	10,89
		2	7,81	87,14	18,49	10,81
		3	7,05	55,56	19,09	9,77
		4	7,19	40,10	19,29	9,99
		5	7,38	57,23	19,00	9,49
		Média	7,53	67,38	18,91	10,19
		Desvio Padrão	0,49	23,71	0,32	0,63
		ΔV (%)	-51,29	-42,26	-2,07	-11,56

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado ou calibração.
Este documento não dá direito ao uso do nome ou da marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.
A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Laboratório de Celulose, Papel e Embalagem/ MATERIAIS AVANÇADOS

Tabela 19 – Resistência à tração – hidróxido de sódio 5%.

Condição de exposição	Direção	Corpo de prova	Alongamento no escoamento (%)	Alongamento na ruptura (%)	Tensão no escoamento (MPa)	Tensão na ruptura (MPa)
Temperatura ambiente	Longitudinal	1	7,24	48,71	17,87	9,37
		2	6,53	44,57	15,58	7,37
		3	7,76	50,76	18,30	10,33
		4	7,15	62,69	18,33	9,70
		5	7,43	43,49	17,87	9,81
		Média	7,22	50,04	17,59	9,32
		Desvio Padrão	0,50	7,67	1,15	1,14
		ΔV (%)	-49,16	-14,78	-8,78	-15,25
	Transversal	1	7,00	51,90	17,78	9,31
		2	6,91	46,86	17,82	9,30
		3	6,91	48,38	18,73	10,13
		4	6,82	50,38	17,98	9,30
		5	6,53	44,38	19,16	10,04
		Média	6,83	48,38	18,29	9,62
		Desvio Padrão	0,18	2,95	0,62	0,43
		ΔV (%)	-55,81	-58,55	-5,26	-16,54
60 °C	Longitudinal	1	8,33	46,38	18,92	10,15
		2	7,86	43,43	18,37	9,62
		3	7,53	44,43	18,74	9,90
		4	7,24	42,81	18,10	9,40
		5	7,62	43,77	17,83	9,28
		Média	7,72	44,16	18,39	9,67
		Desvio Padrão	0,41	1,37	0,45	0,36
		ΔV (%)	-45,68	-24,79	-4,62	-12,03
	Transversal	1	7,62	43,96	18,39	9,44
		2	7,62	65,64	17,46	9,19
		3	7,53	62,88	17,89	9,79
		4	7,53	73,16	17,50	10,17
		5	7,86	66,26	19,10	10,79
		Média	7,63	62,38	18,07	9,88
		Desvio Padrão	0,14	10,97	0,69	0,63
		ΔV (%)	-50,65	-46,55	-6,43	-14,29

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado ou calibração.
Este documento não dá direito ao uso do nome ou da marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.
A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Laboratório de Celulose, Papel e Embalagem/ MATERIAIS AVANÇADOS

Tabela 20 – Resistência à tração – hidróxido de amônio 5%.

Condição de exposição	Direção	Corpo de prova	Alongamento no escoamento (%)	Alongamento na ruptura (%)	Tensão no escoamento (MPa)	Tensão na ruptura (MPa)
Temperatura ambiente	Longitudinal	1	7,29	49,52	17,33	9,40
		2	7,38	45,81	17,49	9,54
		3	7,15	48,24	18,10	9,58
		4	6,63	50,19	17,29	8,64
		5	6,82	51,14	16,59	7,96
		Média	7,05	48,98	17,36	9,02
		Desvio Padrão	0,32	2,06	0,54	0,71
		ΔV (%)	-50,34	-16,59	-9,97	-17,90
	Transversal	1	6,63	57,99	18,37	9,64
		2	6,86	46,62	19,42	10,45
		3	6,67	49,66	18,67	9,79
		4	6,53	50,66	17,84	9,00
		5	6,53	40,77	18,95	10,10
		Média	6,64	49,14	18,52	10,11
		Desvio Padrão	0,14	6,27	0,58	1,02
		ΔV (%)	-57,04	-57,90	-4,08	-12,24
60 °C	Longitudinal	1	7,57	48,28	18,80	9,66
		2	8,24	42,67	18,59	10,18
		3	8,00	41,67	17,92	9,86
		4	7,67	48,76	17,06	8,44
		5	8,10	47,29	17,91	9,18
		Média	7,92	45,73	18,06	9,46
		Desvio Padrão	0,29	3,32	0,68	0,68
		ΔV (%)	-44,27	-22,12	-6,36	-13,90
	Transversal	1	7,95	77,96	17,11	9,17
		2	7,53	55,66	17,65	10,23
		3	7,67	69,50	18,30	9,96
		4	7,53	67,07	17,52	9,42
		5	7,67	77,68	18,66	10,50
		Média	7,67	69,57	17,85	9,86
		Desvio Padrão	0,17	9,16	0,62	0,55
		ΔV (%)	-50,41	-40,39	-7,57	-14,46

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado ou calibração.
Este documento não dá direito ao uso do nome ou da marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.
A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Laboratório de Celulose, Papel e Embalagem/ MATERIAIS AVANÇADOS

Tabela 21 – Resistência à tração – solução de sabão/detergente 2%.

Condição de exposição	Direção	Corpo de prova	Alongamento no escoamento (%)	Alongamento na ruptura (%)	Tensão no escoamento (MPa)	Tensão na ruptura (MPa)
Temperatura ambiente	Longitudinal	1	7,57	56,08	20,34	11,33
		2	7,15	43,86	18,70	10,02
		3	7,34	37,20	19,74	11,14
		4	6,91	47,24	17,97	9,34
		5	7,05	47,19	18,31	9,26
		Média	7,20	46,31	19,01	10,22
		Desvio Padrão	0,26	6,82	1,00	0,98
		ΔV (%)	-49,28	-21,13	-1,40	-7,04
	Transversal	1	7,05	260,26	18,07	11,43
		2	7,53	141,64	19,07	12,66
		3	7,76	182,78	19,58	12,13
		4	7,48	198,10	19,24	12,05
		5	7,38	250,70	19,08	11,85
		Média	7,44	206,70	19,01	12,02
		Desvio Padrão	0,26	49,20	0,56	0,45
		ΔV (%)	-51,89	77,10	-1,56	4,36
60 °C	Longitudinal	1	7,95	39,72	18,26	9,58
		2	7,72	46,71	17,99	9,47
		3	7,53	44,62	17,85	9,31
		4	8,24	41,72	17,72	9,41
		5	8,00	46,62	18,50	9,62
		Média	7,89	43,88	18,06	9,48
		Desvio Padrão	0,27	3,08	0,32	0,13
		ΔV (%)	-44,47	-25,28	-6,32	-13,77
	Transversal	1	7,24	43,96	17,78	9,66
		2	7,57	50,00	20,45	11,27
		3	7,05	45,29	19,25	9,92
		4	6,91	47,05	17,18	8,14
		5	6,91	41,53	18,80	10,24
		Média	7,14	45,57	18,69	9,85
		Desvio Padrão	0,28	3,19	1,28	1,13
		ΔV (%)	-53,86	-60,96	-3,20	-14,55

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado ou calibração.
Este documento não dá direito ao uso do nome ou da marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.
A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Laboratório de Celulose, Papel e Embalagem/ MATERIAIS AVANÇADOS

4 EQUIPE TÉCNICA

Técnico Adrian Batista Franco – FIPT
Técnico Renato Barros Araújo – IPT
Técnica Sthefany Salvador – FIPT
Pesquisadora Jordana Rodrigues de Castro – IPT
Pesquisadora Martha González Pérez – IPT
Pesquisador Victor Nieto Carmona – FIPT

Caso o presente Relatório venha a ser utilizado em processo judicial, solicita-se comunicação ao IPT, por meio do e-mail atendimentosjudiciais@ipt.br.

São Paulo, 28 de março de 2025.

MATERIAIS AVANÇADOS
Laboratório de Celulose, Papel e Embalagem

Assinado digitalmente

Química Dra. Martha González Pérez
Pesquisadora
CRQ-IV 04164029 – RE 8892

MATERIAIS AVANÇADOS
Laboratório de Celulose, Papel e Embalagem

Assinado digitalmente

Eng. Quím. Dra. Patrícia Kaji Yasumura
Gerente Técnica do Laboratório
CREA SP n° 5061113813/D – RE 8462



Documento assinado digitalmente.
Sua validade legal e autenticidade são vinculadas às assinaturas digitais do(s) responsável(is) técnico(s) e à assinatura digital certificada do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT.