

**PROGRAMA INTERLABORATORIO PARA ENSAYOS
EN CHAPAS DE CARTÓN CORRUGADO
CICLO 2026**

PROTOCOLO

SUMARIO

1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 PÚBLICO OBJETIVO	2
3 ENSAYOS OFRECIDOS.....	2
4 INSCRIPCIÓN EN EL PROGRAMA	3
5 ÍTEMES DE ENSAYO	3
5.1 Preparación.....	3
5.2 Análisis y envío de los resultados	4
6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS	4
6.1 Para ensayos con menos de 6 participantes	4
6.2 Para ensayos con 6 o más participantes (método robusto Q/Hampel)	5
6.3 Construcción del Diagrama de Youden.....	5
7 CONFIDENCIALIDAD.....	7
8 PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL PROGRAMA.....	7
9 RECLAMACIÓN.....	8
10 APELACIÓN	8
11 CRONOGRAMA.....	9
11.1 Actividades	9
11.2 Cobranza	9
12 BIBLIOGRAFÍA.....	10

PROGRAMA INTERLABORATORIO PARA ENSAYOS EN CHAPAS DE CARTÓN CORRUGADO – CICLO 2026 PROTOCOLO

1 INTRODUCCIÓN

Los laboratorios constituyen los principales ambientes de práctica de la metrología, y se espera de ellos la emisión de resultados con calidad asegurada. Para tal fin, necesitan un sistema de calidad que garantice la emisión de resultados metrológicamente confiables y una comprobación externa de su competencia.

La participación en Programas Interlaboratorios (PIs) está indicada en la norma ABNT NBR ISO/IEC 17025, para la comprobación externa de la proficiencia de un laboratorio. Estos PIs consisten en la medición de uno o más parámetros, realizada de manera independiente por un grupo de laboratorios, en muestras de un material. Su aplicación requiere un proveedor y laboratorios participantes. Entre las funciones del proveedor están: elaborar instrucciones, enviar las muestras (ítems de ensayo) para análisis y tratar los resultados obtenidos por los laboratorios participantes. La función principal del participante es seguir las instrucciones del coordinador.

Las etapas principales de un PI son las presentadas en la **Figura 1**.

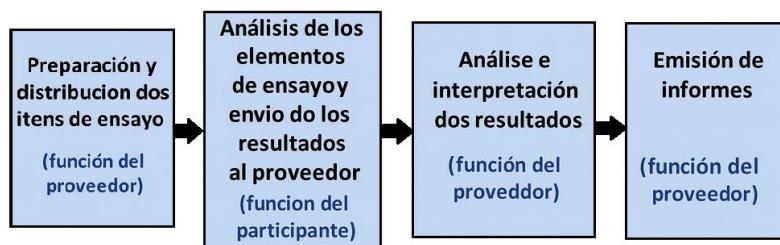


Figura 1 – Etapas principales de un PI

El IPT posee una amplia experiencia en la coordinación de PIs, datando de 1977 el primer programa ofrecido, referente a ensayos en papel.

La coordinación del PI para Ensayos en Cartón Corrugado está bajo la responsabilidad de la investigadora Patrícia Kaji Yasumura, del *Laboratório de Celulose, Papel e Embalagem* (Laboratorio de Celulosa, Papel y Embalaje), quien, junto con su equipo, ofrece un programa que permite a los laboratorios participantes verificar su desempeño en relación con un conjunto de laboratorios e identificar la naturaleza de eventuales desvíos de sus resultados, así como problemas de calibración de equipos y entrenamiento de sus técnicos.

Este PI es anual y consiste en tres rondas.

2 PÚBLICO OBJETIVO

Laboratorios que ejecutan ensayos en cartón corrugado, pertenecientes a industrias, empresas privadas, asociaciones, institutos de investigación o universidades.

3 ENSAYOS OFRECIDOS

Cuadro 1 – Ensayos ofrecidos

Ensayo	Norma ISO o TAPPI	Norma Brasileña Correlata
Gramaje	ISO 536:2019	ABNT NBR NM ISO 536:2000 Versão corrigida 2002
Espesor	ISO 3034:2011	ABNT NBR ISO 3034:2012
Resistencia al estallido	ISO 2759:2014	ABNT NBR NM ISO 2759:2007
Resistencia al aplastamiento (Flat Crush)	ISO 3035:2025 TAPPI/ANSI T 825 om-14	ABNT NBR ISO 3035:2012
Resistencia a la compresión de columna (Edge Crush)	-	ABNT NBR 6737:2024
Capacidad de absorción de agua, Cobb	ISO 535:2023 TAPPI/ANSI T 441 om-20	ABNT NBR NM ISO 535:1999 Versão corrigida 2011

ABNT = *Associação Brasileira de Normas Técnicas* (Asociación Brasileña de Normas Técnicas).

ISO = International Organization for Standardization.

NBR = *Norma Brasileira* (Norma Brasileña).

NM = *Norma Mercosur* (Norma Mercosur).

4 INSCRIPCIÓN EN EL PROGRAMA

El laboratorio interesado en participar del Programa Interlaboratorio debe completar la ficha de inscripción que acompaña la Carta Invitación, también disponible en: (<https://ipt.br/papel-e-celulose>)

5 ÍTEMOS DE ENSAYO

5.1 Preparación

En cada ronda, el laboratorio recibe, para cada ensayo en el que está inscrito, un par de muestras denominadas **Muestra A** y **Muestra B**. Cada muestra procede de un lote de chapas de cartón corrugado. El lote, a su vez, está compuesto por unidades de chapas de cartón corrugado de donde serán extraídos los especímenes.

Una gráfica puede ser contratada para el corte de las chapas en especímenes. Este corte se realiza bajo el acompañamiento de asistentes del programa.

El IPT garantiza que todas las muestras recibidas por los participantes tienen la misma variabilidad, pues solo son enviadas después de la verificación de la homogeneidad. El parámetro estipulado para la verificación de la homogeneidad es la resistencia al aplastamiento. El transporte de las muestras es realizado por una empresa subcontratada.

Para la determinación de la homogeneidad, se extrae un número definido de especímenes para ensayo de cada lote de muestras (A y B). Los valores obtenidos son tratados por medio de Análisis de Varianza (ANOVA) de un factor, cuyo resultado indica si el lote es o no homogéneo.

La prueba de estabilidad se realiza con acompañamiento constante de los resultados de homogeneidad de la muestra utilizada en cada ronda, siendo determinada con base en la ISO 13528:2022 — Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparison, demostrando que las muestras son estables durante el período que comprende su envío y la recepción de los resultados (alrededor de treinta días).

5.2 Análisis y envío de los resultados

Los participantes analizan las muestras recibidas siguiendo las orientaciones descritas en un Manual de Instrucciones enviado por el IPT. En dicho manual también se indica cómo deben ser enviados los resultados al IPT.

No serán aceptados resultados después de la fecha límite. Si hubiera retrasos por causas ajenas a la responsabilidad del participante, este hecho debe ser informado al IPT antes de la fecha límite, y la aceptación o no de los resultados atrasados será evaluada caso por caso.

La veracidad de los resultados de los ensayos es responsabilidad del participante.

6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS

El tratamiento estadístico aplicado a los resultados de los participantes tiene como objetivo la determinación de valores de consenso y la evaluación del desempeño de los laboratorios, de acuerdo con los principios de la ISO 13528:2022 — *Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparison*.

Los cálculos son realizados mediante métodos robustos, que reducen la influencia de valores discrepantes, asegurando estimaciones estables y representativas del conjunto de resultados.

6.1 Para ensayos con menos de 6 participantes

En este caso, los resultados recibidos son presentados en tablas o gráficos, ya que los tratamientos estadísticos con pocos datos presentan baja confiabilidad. También son presentados en tablas o gráficos los resultados de los ensayos para los cuales no corresponde tratamiento estadístico.

6.2 Para ensayos con 6 o más participantes (método robusto Q/Hampel)

Para conjuntos de datos con seis o más resultados válidos, se aplica el **método robusto Q/Hampel**, compuesto por dos estimadores principales:

- **Desviación estándar robusta (s^*)**: Calculada por el **estimador Qn** (Croux & Rousseeuw, 1992), definido como el primer cuartil de las distancias absolutas entre pares de resultados, multiplicado por 2,2219. Este estimador es insensible hasta un 50 % de valores discrepantes.
- **Valor de consenso (x^*)**: Calculado por el **estimador de localización de Hampel**, obtenido iterativamente a partir de la mediana de los resultados y ponderado según la desviación robusta s^* . Este procedimiento reduce el peso de valores alejados y converge hacia un consenso estable.

Para cada resultado xi , o **z-score robusto** se calcula como:

$$zi = \frac{xi - x^*}{s^*}$$

La interpretación del desempeño sigue los criterios de la norma ISO 13528:2022:

$ z \leq 2$	→ desempeño satisfactorio;
$2 < z < 3$	→ desempeño cuestionable;
$ z \geq 3$	→ desempeño insatisfactorio.

6.3 Construcción del Diagrama de Youden

El desempeño de los laboratorios para las dos muestras (A y B) es presentado gráficamente mediante el **Diagrama de Youden**. Cada punto representa un laboratorio, y sus coordenadas corresponden a los resultados obtenidos en las muestras A (eje X) y B (eje Y).

El centro del diagrama es determinado por los valores de consenso robustos (x_A^*, x_B^*) , obtenidos mediante los estimadores Q/Hampel.

La variación conjunta de los resultados es representada por una elipse de **confianza del 95 %**, construida a partir de la matriz de covarianza entre los resultados de las muestras A y B:

$$(x - \mu)' \Sigma^{-1} (x - \mu) = \chi^2_{2;0,95}$$

Donde $\mu = (x_A^*, x_B^*)$, y Σ es la matriz de covarianza estimada, y $\chi^2_{2;0,95} = 5,991$ es el valor crítico de la distribución chi-cuadrado con 2 grados de libertad.

Además, el gráfico presenta una región alargada en la dirección del mayor autovector de Σ , representando la zona donde predominan errores sistemáticos. Desplazamientos paralelos a esta dirección indican tendencia común entre las muestras A y B (valores consistentemente altos o bajos).

Dispersión perpendicular a esta dirección caracteriza error aleatorio.

Zonas rectangulares centradas en el punto de consenso, correspondientes a $\pm 2\sigma$ y $\pm 3\sigma$ en cada eje, son añadidas para auxiliar la interpretación, representando aproximadamente el z-score.

El diagrama de Youden se genera individualmente para cada prueba y permite la evaluación inmediata de:

- la coherencia entre las muestras A y B
- la presencia de tendencias sistemáticas
- la dispersión aleatoria de los resultados
- la posición relativa de cada participante respecto al consenso

7 CONFIDENCIALIDAD

Se garantiza confidencialidad absoluta al participante, quien es identificado mediante un código conocido únicamente por él y por el IPT. En los documentos emitidos por el IPT constan únicamente los códigos de los laboratorios, sin información que pueda identificar su origen.

NOTE Los participantes pueden optar por renunciar a la confidencialidad dentro del programa de ensayos de aptitud para fines de debate y asistencia mutua, por ejemplo, para mejorar el rendimiento. También pueden renunciar a la confidencialidad con fines de regulación o reconocimiento. En la mayoría de los casos, los propios participantes pueden proporcionar los resultados del ensayo de aptitud a una autoridad competente.

Cuando una parte interesada solicita que los resultados sean entregados directamente por el proveedor del ensayo de proficiencia, esto solo será posible con la aprobación del participante.

8 PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL PROGRAMA

Al final de cada ronda, el participante recibe un informe personalizado, donde puede visualizar su posicionamiento respecto al conjunto de laboratorios participantes. El informe contiene informaciones y comentarios para el entendimiento de los resultados y orientaciones en caso de desempeños no satisfactorios.

Al final de la última ronda, el participante recibe un documento que resume su desempeño en el PI.

9 RECLAMACIÓN

Para registrar una reclamación, el participante debe contactar a la Ouvidoria del IPT a través del correo ouvidoria@ipt.br.

La Ouvidoria recibirá y registrará la reclamación en el sistema destinado a tal finalidad. El participante será comunicado del recibimiento, de las acciones a ser tomadas y del plazo de respuesta.

La Ouvidoria evaluará la procedencia de la reclamación junto con el área involucrada y acompañará la resolución del proceso hasta su finalización.

Después de concluido el proceso, la Ouvidoria contactará al participante para verificar su satisfacción.

10 APELACIÓN

Para apelar la evaluación de desempeño del programa, comuníquese por correo electrónico a interlab@ipt.br. El plazo para apelar será de 15 días calendario a partir de la presentación del informe.

La apelación será enviada al Representante de Calidad, quien recibirá y registrará la solicitud en el formulario correspondiente. El participante será informado del recibimiento, de las acciones a tomar y del plazo de respuesta.

El Representante de Calidad evaluará la procedencia de la apelación y dará seguimiento al proceso hasta la corrección del problema.

Después de concluido el proceso, el Representante de Calidad contactará al participante para verificar su satisfacción.

11 CRONOGRAMA

11.1 Actividades

PRIMERA RONDA

PASO	MARZO	ABRIL	MAYO
Envío de muestras internacionales	06		
Envío de muestras nacionales	13		
Realización de ensayos y envío de resultados al IPT		20	
Elaboración del informe y envío a participantes			22

SEGUNDA RONDA

PASO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
Envío de muestras internacionales	12		
Envío de muestras nacionales	19		
Realización de ensayos y envío de resultados al IPT		27	
Elaboración del informe y envío a participantes			28

THIRD ROUND

PASO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
Envío de muestras internacionales	04		
Envío de muestras nacionales	11		
Realización de ensayos y envío de resultados al IPT		19	
Elaboración del informe y envío a participantes			19
Envío del resumen de desempeño y declaración de participación			11/ 12

11.2 Cobranza

Cobranza	Meses								
	Mar.	Abr.	May	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.
Parcela única									

12 BIBLIOGRAFÍA

- 1) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR ISO/IEC 17025 Requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaio e calibração. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.
- 2) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR ISO/IEC 17043 Avaliação de conformidade: Requisitos gerais para a competência de provedores de ensaio de proficiência. Rio de Janeiro: ABNT, 2024.
- 3) EURACHEM. *Selection, use and interpretation of proficiency testing (PT) schemes by laboratories - 2000*. Eurachem proficiency testing group. United Kingdom, Eurachem, 2000. Ed 01.
- 4) D'ALMEIDA, M.L.O., KAWAUCHE, T.M.; NEVES, J.M.; LIMA, A.C.P.; SINGER, J.M. Software para programas interlaboratoriais. In: ENQUALAB 2003 - CONGRESSO E FEIRA DA QUALIDADE EM METROLOGIA - REDE METROLÓGICA DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2003, São Paulo. Anais... São Paulo: REMESP, 2003. p.256-260.
- 5) Commonwealth of Australia, Department of Industry, Science and Resources, Chemical Proficiency Testing Statistical Manual, 2024.
- 6) INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 13528:2022 – Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparison. Geneva, Switzerland: ISO, 2022.
- 7) HAMPEL, F. R. The influence curve and its role in robust estimation. 1974.
- 8) CROUX, C.; ROUSSEEUW, P. J. Time-efficient algorithms for two highly robust estimators of scale (Sn and Qn). 1992.
- 9) YOUDEN, W. J. Graphical diagnosis of interlaboratory test results. 1959.