

## RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 1 157 925-203

**CLIENTE:** HOTWORK BRASIL ENGENHARIA TÉRMICA LTDA  
Est. Pref. Wilson Pedro Francisco, nº 663, Quadra 46, Lote 38  
CEP 23826-600 – Itaguaí – RJ

**CONTATOS:** Uataul Teixeira - [uataul@hotworkbrasil.com.br](mailto:uataul@hotworkbrasil.com.br)  
Robson Pereira Lago - [robson@hotworkbrasil.com.br](mailto:robson@hotworkbrasil.com.br)  
Gilberto Alves - [gilberto@hotworkbrasil.com.br](mailto:gilberto@hotworkbrasil.com.br)  
Maurice White - [maurice@hotworkbrasil.com.br](mailto:maurice@hotworkbrasil.com.br)  
Julio Blanco - [julio@hotworkbrasil.com.br](mailto:julio@hotworkbrasil.com.br)

**MATERIAL:** Material líquido (bloqueador e extintor de chamas)

**NATUREZA DO TRABALHO:** Análise Microbiológica (Determinação da Biodegradabilidade Imediata)

**REFERÊNCIA** Solicitação de 22.07.2025

:

Orçamento IPT 6205/25 de 28.07.2025, aprovado mediante pedido de compra Nº 2025001554 enviado em 01.08.2025.

### 1 MATERIAL

O material para análise foi recebido no Laboratório de Biotecnologia Industrial do IPT (LBI) e identificado conforme apresentado no **Quadro 1**.

**Quadro 1** – Descrição do item recebido.

Identificação do cliente	Descrição do material	Data de recebimento	Identificação do item no LBI Nº
Ecofire Industry	1 frasco de 200 mL com líquido marrom escuro	08/08/2025	153-25

Uma amostra do material foi encaminhada para realização de análise de teor de carbono no Laboratório de Bioenergia e Eficiência Energética (LBE) do IPT, com a emissão de um laudo analítico com o resultado obtido, informando a porcentagem do elemento Carbono presente no material (conforme Anexo A). Com este resultado disponível, a avaliação de biodegradabilidade no material foi iniciada.

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado ou calibrado.  
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.

## 2 MÉTODO UTILIZADO

O Quadro 2 apresenta o método utilizado no ensaio.

**Quadro 2 – Ensaios realizados no item e normas de referência.**

Ensaio	Normas técnicas de referência
<b>Determinação da Biodegradabilidade Imediata de amostras solúveis em água</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- OECD GUIDELINE FOR TESTING OF CHEMICALS 301 - Ready Biodegradability (1992)</li> <li>(Item B: CO<sub>2</sub> Evolution - Modified Sturm Test)</li> <li>- Manual de Testes para Avaliação da Ecotoxicidade de Agentes Químicos do IBAMA (1991)</li> </ul>

Biodegradabilidade imediata é a propriedade de uma substância orgânica ser consumida por microrganismos naturais do meio ambiente, e avaliada sob condições que sejam similares, tanto quanto possível, às do ambiente. Neste meio, as oportunidades de ocorrer seleção e adaptação microbiana devem ser limitadas. As substâncias poderão apresentar resultados classificados em “prontamente biodegradável”, “biodegradável” ou somente “não prontamente biodegradável”. As substâncias classificadas em prontamente biodegradáveis ou biodegradáveis frente a este teste serão degradadas de maneira mais rápida e mais completa no ambiente.

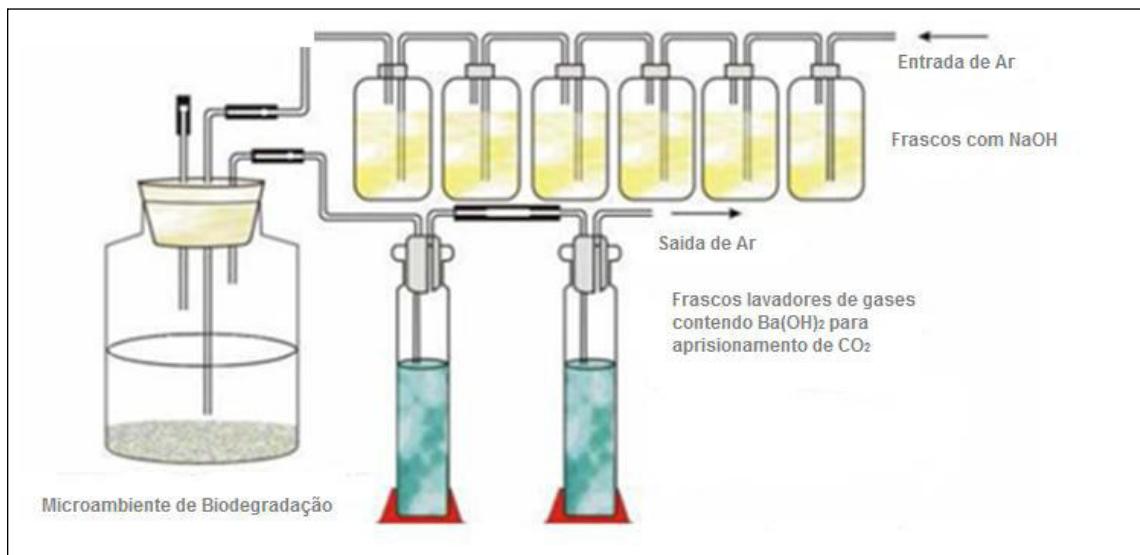
### 2.1 Execução do ensaio.

Foi empregado o Teste de biodegradabilidade imediata de substâncias orgânicas solúveis ou pouco solúveis em água (porém não voláteis), pela medida do dióxido de carbono desprendido em sistema aberto (evolução de CO<sub>2</sub>), em acordo às normas técnicas adotadas como referência para o ensaio.

A Figura 1 apresenta um desenho esquemático do sistema utilizado para avaliação da biodegradabilidade.

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado ou calibrado.  
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.

**Figura 1** – Desenho esquemático do sistema utilizado para avaliação da biodegradabilidade.



De acordo com o método proposto, foram preparadas 4 condições de ensaio, em duas réplicas. Massas conhecidas da amostra e do padrão biodegradável foram colocadas em frascos com solução nutritiva. Cada frasco foi inoculado com uma concentração padronizada de microrganismos oriundos de mistura de solo e água. Todos os frascos preparados foram incubados à temperatura ambiente. A qualidade do ar utilizado para aeração do ensaio foi controlada para eliminar a presença de CO<sub>2</sub> atmosférico.

Na saída de ar de cada frasco incubado, foram instalados frascos lavadores de gases contendo solução de Ba(OH)<sub>2</sub> para o aprisionamento do CO<sub>2</sub> produzido e desprendido ao longo dos 28 dias de operação do sistema de aeração. O CO<sub>2</sub> reage com a base resultando em carbonato de bário e água. As determinações de CO<sub>2</sub> foram realizadas indiretamente, por titulometria da base restante com solução de ácido clorídrico.

O **Quadro 3** apresenta as condições utilizadas no ensaio.

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado ou calibrado.  
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.

**Quadro 3** - Condições do experimento para avaliação da biodegradabilidade no material.

Condição	Conteúdo
Branco (controle negativo)	Solução de sais e inóculo microbiano.
Padrão Biodegradável (controle positivo)	Solução de sais, glicose e inóculo microbiano.
<b>Teste (LBI 153-25)</b>	<b>Material em teste, solução de sais e inóculo microbiano.</b>
Controle de inibição (LBI 153-25 + padrão biodegradável)	Material em teste, solução de sais, glicose e inóculo microbiano.

## 2.2 Validação e interpretação do ensaio.

O material em teste será classificado como “prontamente biodegradável” quando atingir **60%** de biodegradação (baseado no total de dióxido de carbono teórico - ThCO<sub>2</sub>) em um intervalo de **10 dias** contados a partir do dia em que se observar 10% de biodegradação. No entanto, se o critério da janela de 10 dias não fôr alcançado, mas houver degradação maior que 60% em até 28 dias, o material poderá ser considerado apenas como “biodegradável”. Para valores de degradação abaixo de 60%, o material será considerado “não prontamente biodegradável”.

Adicionalmente, o material em teste será considerado inibitório quando a porcentagem de biodegradação obtida em 14 dias de teste for menor que 25% no controle de inibição.

Os dados relativos aos equipamentos utilizados no ensaio e respectivos status de calibração constam no **Quadro 4**

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado ou calibrado.  
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.

**Quadro 4** – Identificação dos equipamentos utilizados no ensaio.

Equipamento	Certificado de Calibração	Validade da calibração
Cabine de Segurança Biológica Filterflux SBIIA 1 <b>(CFL-004)</b>	rt-csb-9578-2024 Empresa “PPM”	<b>dezembro/2025</b>
Balança analítica dig. Mettler AB 204-S/FACT <b>(BAL-004)</b>	208 074-101 Laboratório de Metrologia Mecânica (IPT)	<b>março/2026</b>
Pipetador de 5 a 10 mL <b>(PA-011)</b>	RBC 2429/24 Empresa “Masterlabor”	<b>março/2026</b>
Micropipetador de 200 a 1000 µL <b>(PA-013)</b>	LV00158-27390-23-R0 Empresa “VISOMES”	<b>outubro/2025</b>

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado da análise de teor de carbono está apresentado na **Tabela 1**, sendo a porcentagem de carbono considerada para os cálculos do teste de biodegradabilidade.

**Tabela 1** – Resultado da análise de teor de carbono no material LBI 153-25.

Componente	Composição (%)
Carbono	<b>14,4</b>

**Fonte:** Relatório de Ensaio nº 1 156 856-203, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 12/08/2025.

O inóculo microbiano utilizado no ensaio é avaliado quanto a concentração de microrganismos tem seus resultados de contagem apresentados na **Tabela 2**. Pelos valores apresentados, o inóculo preparado para este ensaio apresentou contagem adequada para permitir o prosseguimento do ensaio.

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado ou calibrado.  
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.

**Tabela 2** – Contagem de Inoculo preparado para o ensaio conduzido no material LBI 153-25.

Contagem do inoculo – meio R2A			
Ordem de grandeza da Diluição Decimal Seriada	UFC/ml (24h)	UFC/ml (48h)	UFC/ml (72h)
10000x	$2,7 \times 10^5$	$9,8 \times 10^5$	$> 10^6$

A **Tabela 3** apresenta os valores obtidos da biodegradação medida pelo percentual de CO<sub>2</sub> que efetivamente foi detectado como desprendido, em relação ao total de CO<sub>2</sub> que poderia ser formado pela biodegradação completa da quantidade de carbono adicionada a cada frasco do ensaio nas diferentes condições.

**Tabela 3** – Degradação observada nas diferentes condições do ensaio para o material LBI 153-25, determinada como percentual de CO<sub>2</sub> detectado em relação ao total de carbono adicionado aos frascos.

Tempo (dias)	Condição 2 Padrão biodegradável (% CO <sub>2</sub> )		Condição 3 Teste (% CO <sub>2</sub> )		Condição 4 Inibição (% CO <sub>2</sub> )	
	A	B	A	B	A	B
1	0,0	0,0	1,9	1,6	0,4	1,8
2	28,3	27,4	16,3	15,1	32,3	34,5
3	40,0	38,2	28,7	26,7	34,8	39,0
6	49,2	46,1	37,2	34,4	41,1	43,6
8	56,7	52,3	45,1	41,7	51,0	53,4
10	67,0	62,0	54,9	51,2	52,3	54,9
13	70,1	64,2	62,8	56,6	56,4	58,9
16	72,0	67,4	69,2	62,4	62,6	63,1
20	75,8	70,3	74,7	67,8	69,0	68,5
24	79,0	72,7	79,2	72,0	73,4	73,0
28	82,1	75,2	84,3	77,4	78,0	77,6

A **Tabela 4** apresenta os valores médios obtidos da biodegradação medida pelo percentual de CO<sub>2</sub> que efetivamente foi detectado como desprendido, em relação ao total de CO<sub>2</sub> que poderia ser formado pela biodegradação completa da quantidade de carbono adicionada a cada frasco do ensaio nas diferentes condições.

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado ou calibrado.  
 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.

**Tabela 4** – Média dos valores obtidos para a biodegradação nas diferentes condições do ensaio no material LBI 153-25, determinada como percentual de CO<sub>2</sub> detectado em relação ao total de carbono adicionado aos frascos.

Tempo (dias)	Condição Padrão (% CO <sub>2</sub> )	Condição Amostra LBI 153-25 (% CO <sub>2</sub> )	Condição Inibição LBI 153-25 (% CO <sub>2</sub> )
1	0,0	1,7	1,1
2	27,9	15,7	33,4
3	39,1	27,7	36,9
6	47,7	35,8	42,4
8	54,5	43,4	52,2
10	64,5	53,0	53,6
13	67,2	59,7	57,7
16	69,7	65,8	62,8
20	73,1	71,3	68,8
24	75,8	75,6	73,2
28	78,6	80,9	77,8

A **Tabela 5** apresenta o resultado final do ensaio com os dados obtidos.

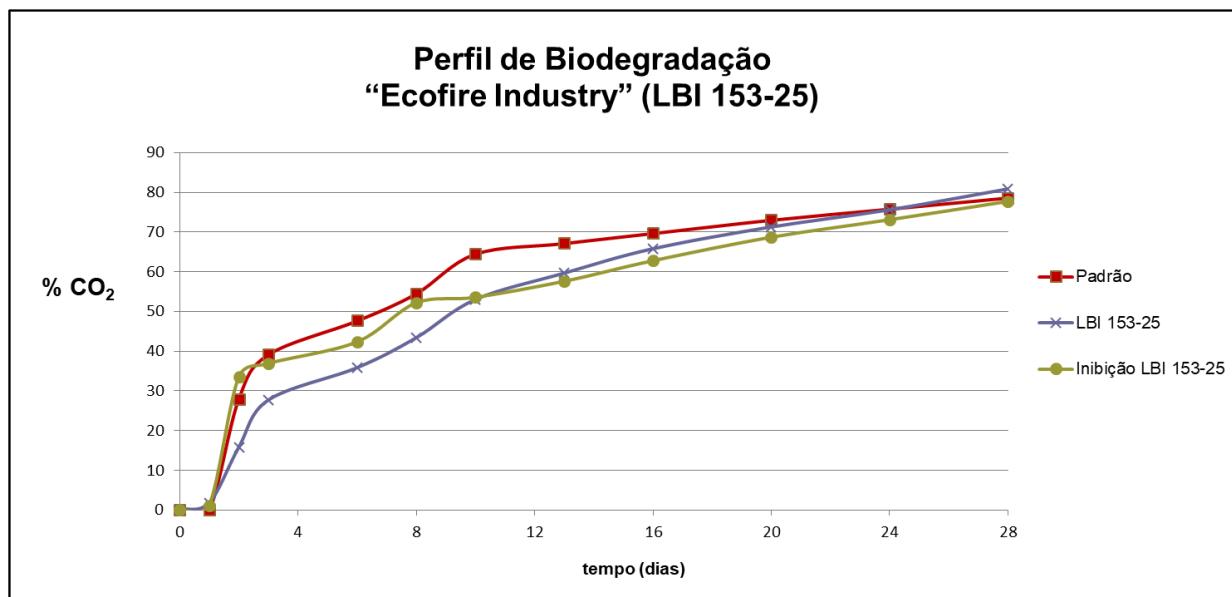
**Tabela 5** – Biodegradação observada nas diferentes condições do ensaio para o material LBI 153-25, determinada como percentual de CO<sub>2</sub> detectado em relação ao total de carbono adicionado aos frascos. Resultados consolidados ao final de 28 dias (valor médio ± desvio padrão).

Condição do Ensaio	Biodegradação em 28 dias
Padrão Biodegradável	<b>78,6% ± 4,9%</b>
Teste (LBI 153-25)	<b>80,9% ± 4,9%</b>
Inibição (LBI 153-25 + Padrão)	<b>77,8% ± 0,2%</b>

Os resultados obtidos também representados graficamente na **Figura 2**, para melhor visualização do perfil de biodegradação obtido do material analisado.

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado ou calibrado.  
 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.

**Figura 2 – Perfil de biodegradação, expresso em porcentagem (valores médios), observado para o material “Ecofire Industry” (LBI 153-25).**



(Fonte: autoria própria)

Pelos valores apresentados na tabela 2, o inóculo preparado para este ensaio apresentou contagem adequada para permitir o prosseguimento do ensaio. Os testes com o padrão biodegradável (Tabela 4) apresentaram resultados de porcentagem de biodegradação que atendem aos requisitos do Guia “OECD Guideline for Testing of Chemicals (item 301B, 1992)”, com biodegradação superior a 60%, permitindo considerar o ensaio válido. Os resultados do teste de inibição (Tabela 4) demonstram que o material avaliado não exerceu efeito inibitório sobre a microbiota utilizada no ensaio, pois em 2 (dois) dias esta condição já apresentava o valor médio de **33,4%** de desprendimento de CO<sub>2</sub>.

A condição teste (Tabela 4) consistiu no ensaio de biodegradação propriamente dito do material “Ecofire Industry” (LBI 153-25), que apresentou resultado de **80,9%** de biodegradação em 28 dias. Sob as condições do ensaio executado e de acordo com as especificações do Guia OECD 301B (1992) e do Manual do IBAMA (1991), o material foi considerado biodegradável pois atingiu o valor mínimo de 60% de liberação de CO<sub>2</sub> ao final de 28 dias de ensaio, ainda que tal valor não tenha sido atingido dentro do intervalo de 10 dias a partir do momento em que foi detectado 10% de liberação de CO<sub>2</sub>.

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado ou calibrado.  
 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.

## 4 INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

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

## 5 EQUIPE TÉCNICA IPT

### Laboratório de Biotecnologia Industrial (LBI)

Farmº. Me. Henrique Moreira Simon – Pesquisador Assistente  
Biol.º Oderlei Rocha dos Santos – Técnico Especializado

São Paulo, 09 de outubro de 2025.

BIONANOMANUFATURA  
Laboratório de Biotecnologia Industrial  
**Assinado digitalmente**  
Farmº. Me. Henrique Moreira Simon  
Pesquisador Assistente  
CRF-SP 56.972 – RE Nº 8976

BIONANOMANUFATURA  
Laboratório de Biotecnologia Industrial  
**Assinado digitalmente**  
Engº de Alimentos Me. Eliza Mami Ota  
Gerente Técnica do Laboratório  
CREA Nº 5.060.566.048 - RE Nº 8725



Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado ou calibrado.  
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.

---

## ANEXO A

---

(Determinação de Carbono - Relatório de Ensaio 1 156 856-203)  
3 páginas

---

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado ou calibrado.  
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 Bioenergia e Eficiência Energética / Energia

## RELATÓRIO DE ENSAIO N° 1 156 856-203

**CLIENTE:** Laboratório de Biotecnologia Industrial/BIONANO.

**NATUREZA DO TRABALHO:** Determinação do teor de carbono.

**REFERÊNCIA:** Orçamento IPT n° 6204/25.

### 1 DESCRIÇÃO DO MATERIAL

Fornecido pelo cliente com a seguinte designação: "LBI 153-25", recebido em 08/08/2025 e identificado no laboratório como LBE 460/25.

Quantidade aproximada de material: 200 mL.

### 2 MÉTODO UTILIZADO

Determinação do teor carbono, ASTM D5291-23, método D.

Equipamentos:

Analisador de carbono, hidrogênio e nitrogênio, cód.: 018793, verificado com material de referência antes do ensaio.

Balança analítica, cód.: LCL-433. Validade da calibração: abr/2026.

O ensaio foi executado em 11/08/2025.

### 3 RESULTADO

Carbono – % massa .....	14,4
-------------------------	------

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado ou calibrado.  
 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 Bioenergia e Eficiência Energética / Energia

## EQUIPE TÉCNICA

Técnica Carina Ferrari Braga - IPT.

São Paulo, 12 de agosto de 2025.

### ENERGIA

Laboratório de Bioenergia e Eficiência Energética

#### Assinado digitalmente

Químico Mestre Danilo Eiji Hirayama  
Pesquisador Assistente  
CRQ nº 04163184- RE nº 09027

### ENERGIA

Laboratório de Bioenergia e Eficiência Energética

#### Assinado digitalmente

Eng. Química Mestra Ligia A. A. Alves de Souza  
Supervisora de Ensaio  
CREA nº 0601053176 - NRE 06840



INSTITUTO DE  
PESQUISAS  
TECNOLÓGICAS

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.

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado ou calibrado.  
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.