

**Nº 176957**

**Caracterização de resíduos sólidos urbanos - RSU**

**Adriana Garcia**

*Palestra on line apresentado WEBINAR ABREN:*

*LICENCIAMENTO AMBIENTAL DE USINAS WASTE-TO-ENERGY, 6., 2020, São Paulo.*

A série "Comunicação Técnica" compreende trabalhos elaborados por técnicos do IPT, apresentados em eventos, publicados em revistas especializadas ou quando seu conteúdo apresentar relevância pública.

# 6º Webinar



**ABREN**  
WtERT – Brasil

*Licenciamento ambiental  
de usinas  
Waste-to-Energy*



## **CARACTERIZAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS - RSU**

**MSc. Adriana Garcia ([adrianag@ipt.br](mailto:adrianag@ipt.br))**

**Laboratório de Combustíveis e Lubrificantes – LCL**

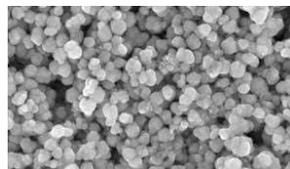
**Centro de Química e Manufaturados – CQuiM**



PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA QUÍMICA



Vida acadêmica em 98-03



Mestrado em 2003

Ingressei em 2005 no IPT



INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS



Em 2007 LCL

Doutorado em Andamento

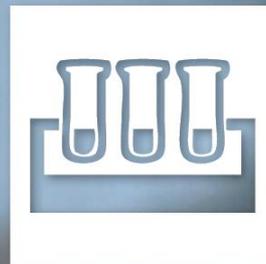




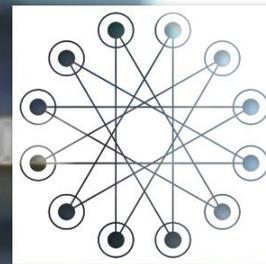
# dados rápidos



120 anos  
de existência



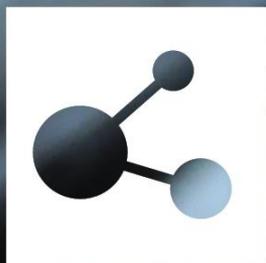
37  
laboratórios



12 centros  
tecnológicos



>1000  
funcionários



>2900 clientes  
atendidos\*



>20500  
documentos  
técnicos  
emitidos\*



>4000 notícias  
veiculadas na  
mídia\*



35% da  
receita com  
projetos de  
inovação

\* em 2018

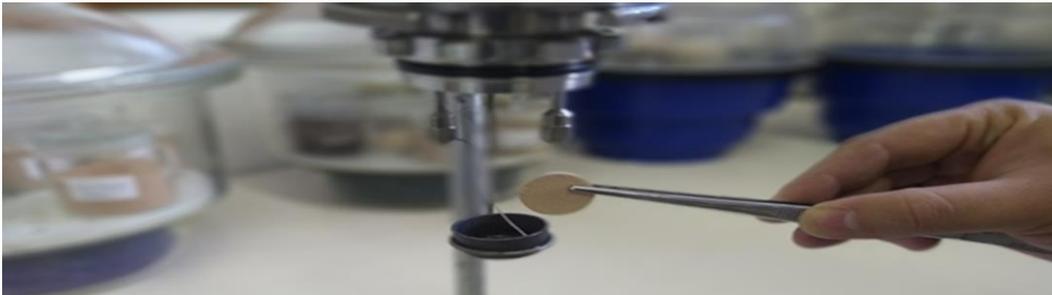
# CQuiM-Centro de Química e Manufaturados



**LRM – Laboratório de Referências  
Metrológicas**  
Fornecimento de materiais de referência  
certificados e proficiência



**LAQ – Laboratório de Análises Químicas**  
Análises químicas de diversos materiais e  
métodos



**LCL – Laboratório de Combustíveis e  
Lubrificantes**  
Ensaio, caracterização e avaliação de  
combustíveis e lubrificantes



**LCPP – Laboratório de Calçados e Produtos  
de Proteção (Franca)**  
Laudos, ensaios especializados e serviços  
tecnológicos para calçados e EPI  
**LTT – Laboratório de Tecnologia Têxtil**  
Ensaio e desenvolvimento de  
soluções para têxteis técnicos

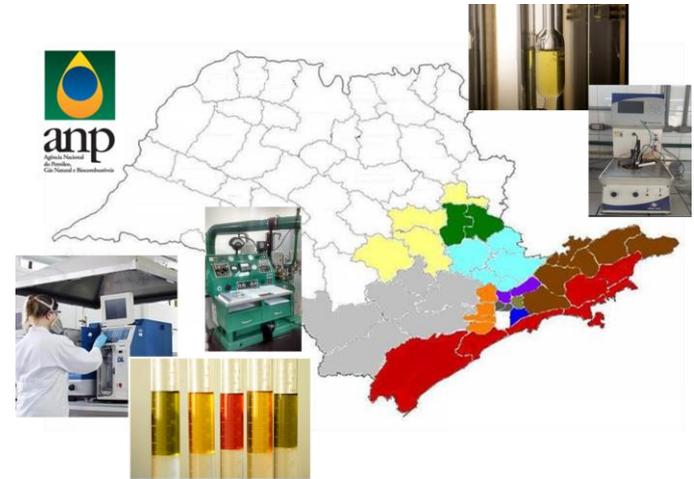
# LABORATÓRIO DE COMBUSTÍVEIS E LUBRIFICANTES - LCL

## COMBUSTÍVEIS AUTOMOTIVOS

Avaliação da qualidade de combustíveis, biocombustíveis líquidos, lubrificantes e aditivos;

## BIOMASSA E BIOCOMBUSTÍVEIS SÓLIDOS

Caracterização de biomassa, madeira, carvão vegetal, carvão mineral, coque, RSU, CDR e produtos de processos de tratamentos térmicos





LEI N. 12.305 de 2010

**POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS**

Fonte: inovarambiental



## Resíduos Sólidos

- ✓ Material descartado proveniente de atividade humana

## Diretrizes no processo de gestão

- ✓ A reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético dos resíduos sólidos.

## Rejeito

- ✓ São os resíduos depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação.

## Disposição Final Ambientalmente Adequada

- ✓ Disposição final em Aterros Sanitários dos Rejeitos.



---

Resíduos sólidos – Classificação

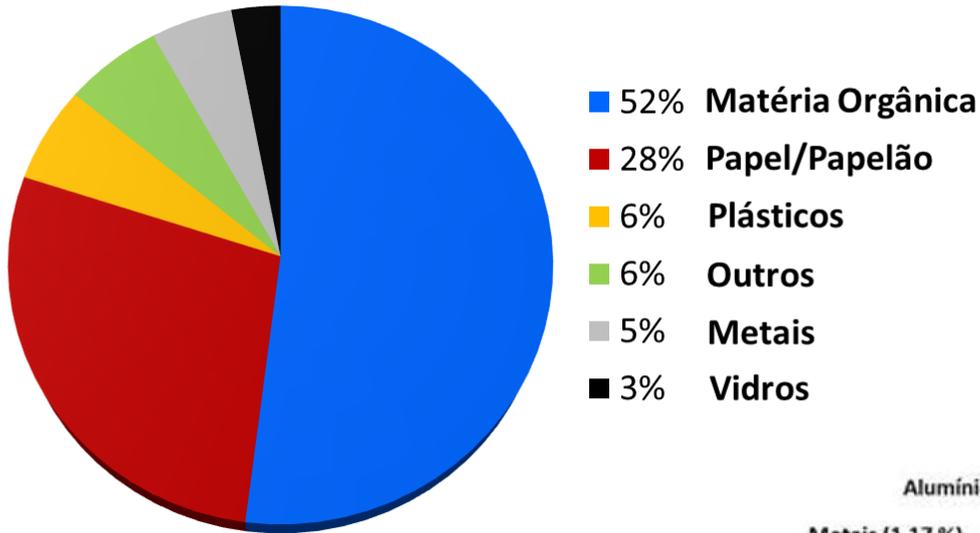
Solid waste – Classification

*Fonte: IPT, 2018*

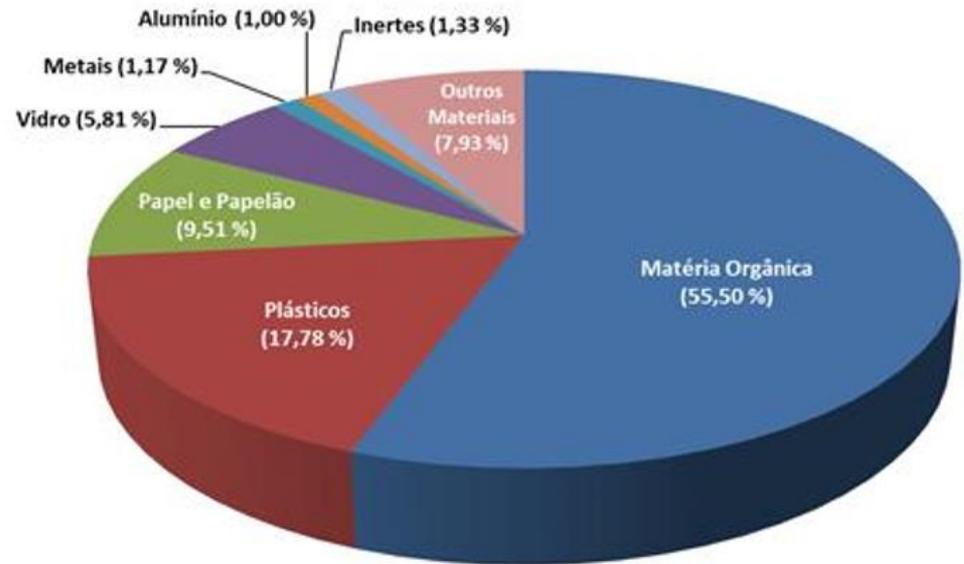
**“Resíduos sólidos: resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades comunitárias. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes dos processos industriais” (NBR 10004).**

# CLASSIFICAÇÃO DO RESÍDUO SÓLIDO URBANO

## Composição do RSU no Brasil



Fonte: (ABEPET, 2014)



FONTE: IPT, 2018

# RESOLUÇÕES



## Resolução SMA nº 38/2018

Estabelece diretrizes e condições para o licenciamento e a operação da atividade de recuperação de energia proveniente do uso de Combustível Derivado de Resíduos Sólidos

O aproveitamento Energético de RSU em Usina de Recuperação de Energia (URE), estabelece diretrizes e condições para a operação e o licenciamento da atividade de tratamento térmico de resíduos sólidos em Incineradores com geração de energia elétrica e/ou geração de vapor (**Resolução SMA 79 de 14/12/2009**).

## Resolução da SMA nº 47/2020

Estabelece diretrizes e condições para o licenciamento de unidades de preparo de Combustível Derivado de Resíduos Sólidos - CDR e da atividade de recuperação de energia proveniente do uso de CDR

## CO-PROCESSAMENTO

### Resolução Conama nº 264/1999

Dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos.

Art. 1º Esta Resolução aplica-se ao licenciamento de fornos rotativos de produção de clínquer para atividades de co-processamento de resíduos, excetuando-se os resíduos: **domiciliares brutos, os resíduos de serviços de saúde, os radioativos, explosivos, organoclorados, agrotóxicos e afins.**



CETESB



**Licenciamento junto à CETESB.**

Norma Técnica CETESB P4.263/2003  
Procedimento para utilização de resíduos em fornos de produção de clínquer

# O que o IPT tem a oferecer?



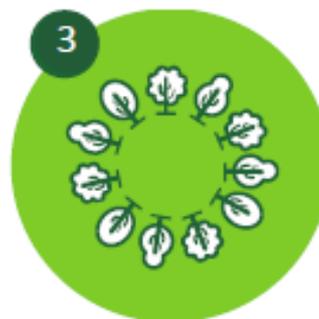
## Avaliação e desenvolvimento de tecnologias

- Dimensionamento de plantas
- Elaboração de modelos conceituais
- Escalonamento de tecnologias
- Avaliação de eficiência de sistemas
- Monitoramento de emissões
- Estruturação de cadeias de valor



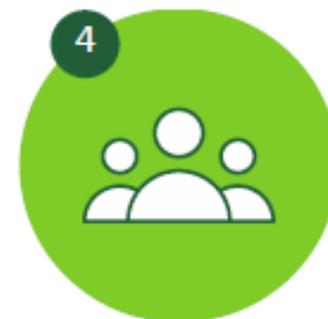
## Estudos para gerenciamentos de resíduos

- Planos de gestão integrada de resíduos sólidos urbanos, bem como para outros resíduos
- Planos de educação ambiental e de mobilização social
- Estudos de viabilidade técnico-econômica-ambiental de rotas tecnológicas
- Levantamento de áreas potenciais para instalação de sistemas de gerenciamento de resíduos



## Recuperação de passivos ambientais

- Estudos de encerramento de aterros e lixões
- Avaliação e monitoramento da qualidade do solo, águas subterrâneas e águas superficiais
- Avaliação e monitoramento de gases
- Planos de usos futuros para a área



## Capacitação de recursos humanos

- Educação ambiental (população, servidores, funcionários)
- Capacitação tecnológica (catadores, unidades de triagem, técnicos e servidores públicos)
- Cursos *in company* (gestão e alternativas para resíduos)

## Infraestrutura física para execução de ensaios, serviços e P&D&I no IPT (LRAC)



Fonte: IPT

- Amostragem de RSU;
- densidade aparente total;
- Composição física e gravimétrica;
- Análise granulométrica;
- Determinação de pH;
- Parecer de classificação de resíduos;
- Obtenção de extrato lixiviado de resíduos;
- Obtenção de extrato solubilizado de resíduos;
- Determinação da biodegradação anaeróbica de resíduos em condições de aterro





Fonte: IPT

## Infraestrutura física para execução de ensaios, serviços e P&D&I no IPT (LPM)

- Avaliação do impacto da semi-mecanização da triagem no aumento da qualidade dos resíduos;
- Geração de Combustível Derivado de Resíduo (CDR) para processos térmicos;
- Adequação granulométrica: cominuição e classificação do resíduo, após a triagem.



**Secador e peletizadora de RSU**

*Fonte: IPT*



**Análise granulométrica: cominuição e classificação**

# Infraestrutura física para execução de ensaios, serviços e P&D&I no IPT (LCL)



**Analizador elementar**



**Analizador de enxofre por Infravermelho**



**Mufla**



**Calorímetro automático**

Ensaio	Unidade	Método
Umidade Total	% Massa	ASTM E1756
Umidade Residual	% Massa	ASTM E1756
CHN	% Massa	ASTM D5373
Matérias Voláteis	% Massa	ASTM D1762
Teor de Carbono Fixo	% Massa	ASTM D3172
Teor de Enxofre	% Massa	ASTM D4294
Teor de Oxigênio	% Massa	ASTM D3176
Teor de Cinzas	% Massa	ASTM E1755
Poder Calorífico Superior	MJ/Kg	ASTM D5865

## Infraestrutura física para execução de ensaios, serviços e P&D&I no IPT (LAQ E LRM)

- Dioxinas e furanos;
- Cloretos;
- Fluoretos;
- Metais pesados;
- Gases ácidos;
- Líquidos de processo (chorume);
- Biogás;



IC



ICP-OES  
LRM



GCMS para análise de dioxinas e furanos



## Infraestrutura física para execução de ensaios, serviços e P&D&I no IPT (LBI)



- ✓ Alcalinidade;
- ✓ Aeróbios totais;
- ✓ Pesquisa de patógenos;
- ✓ DQO e DBO;
- ✓ Nitrogênio;



# RESULTADOS DE RSU DE BERTIOGA

## Resultados (em base seca)

Amostra	C (% m)	H (% m)	N (% m)	Cinza (% m)	Voláteis (% m)	CF (% m)	S (% m)	O (% m)	PCS (% m)	PCI (% m)
RSU (fração orgânica) – 2016	46	6,7	1,8	17,6	71,2	11,2	0,12	27,8	18,8	16,8
RSU (fração orgânica) - 2018	45	6,2	1,0	18,8	70,9	10,3	0,10	28,8	19,7	18,4
Lixo orgânico - 2019	51	7,7	1,2	13,0	75,4	11,6	0,11	26,6	21,0	19,3
Rejeito Bertioiga - 2019	45	7,2	1,1	18,3	66,3	15,3	0,13	28,8	18,9	17,4

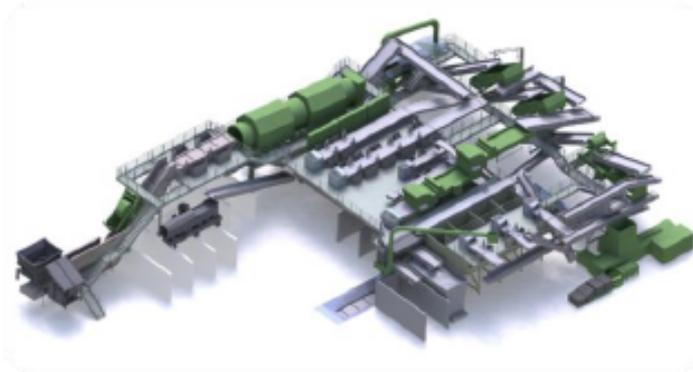
Umidade: 50%

Unidade PCS/PCI: MJ/Kg

Elemento	Unidade	Método	LAQ 3372-18 (RSU esterelizado)
Flúor (determinado como Fluoreto, F <sup>-</sup> )	mg/kg	Cromatografia de íons	0,0030 ± 0,0006
Cloro (determinado como Cloreto, Cl <sup>-</sup> )	%	Cromatografia de íons	0,73 ± 0,07
Bromo (determinado como Brometo, Br <sup>-</sup> )	mg/kg	Cromatografia de íons	0,0025 ± 0,0002
Alumínio (Al)	%	Espectrometria de plasma (ICP)	1,54 ± 0,08
Arsênio (As)	mg/kg	Absorção atômica	73 ± 15
Bário (Ba)	mg/kg	Espectrometria de plasma (ICP)	62 ± 21
Berílio (Be)	mg/kg	Espectrometria de plasma (ICP)	< 1
Cálcio (Ca)	%	Espectrometria de plasma (ICP)	2,17 ± 0,10
Antimônio (Sb)	mg/kg	Espectrometria de plasma (ICP)	51 ± 30
Cadmio (Cd)	%	Espectrometria de plasma (ICP)	< 1
Chumbo (Pb)	mg/kg	Espectrometria de plasma (ICP)	25 ± 8
Cobalto (Co)	mg/kg	Espectrometria de plasma (ICP)	15 ± 1
Cromo (Cr)	mg/kg	Espectrometria de plasma (ICP)	51 ± 21
Cobre (Cu)	mg/kg	Espectrometria de plasma (ICP)	107 ± 86
Ferro (Fe)	%	Espectrometria de plasma (ICP)	0,24 ± 0,02
Estanho (Sn)	mg/kg	Espectrometria de plasma (ICP)	94 ± 85
Manganês (Mn)	mg/kg	Espectrometria de plasma (ICP)	206 ± 12
Molibdênio (Mo)	mg/kg	Espectrometria de plasma (ICP)	30 ± 15
Mercúrio (Hg)	mg/kg	Absorção atômica	15 ± 9

# Plataforma tecnológica para RSU

Conjunto de equipamentos, em escala de bancada e/ou piloto de campo, que visam a obtenção de parâmetros de controle e de eficiência das tecnologias em avaliação, associado ao desenvolvimento de métodos e procedimentos de ensaios.



1

Segregação na fonte (recicláveis, orgânicos e rejeitos)

2

Triagem mecanizada

3

Biodigestão anaeróbia

4

Tratamento térmico – combustão completa

## Módulo 1

Segregação  
na fonte



Trommel: Peneirador rotativo para recuperação de matéria orgânica

Separador Magnético

## Módulo 2

Triagem  
mecanizada



Triagem mecanizada na Cooperativa de Bertiooga

# Túneis de metanização

## Módulo 3

Digestão anaeróbia



- Comissionamento a frio – ajustes
- Comissionamento com resíduo – ajustes
- Vivência do processo

Túnel 2: SESC – 2210 kg  
Túnel 4: SESC – 2050 kg  
Túnel 1: SESC 2370 kg + orgânico amostral e residencial 1307 kg (3677 kg)  
Túnel 3: orgânico área amostral – 3740 kg



Picos de geração de biogás  
~ 250l/h

# Módulo 4

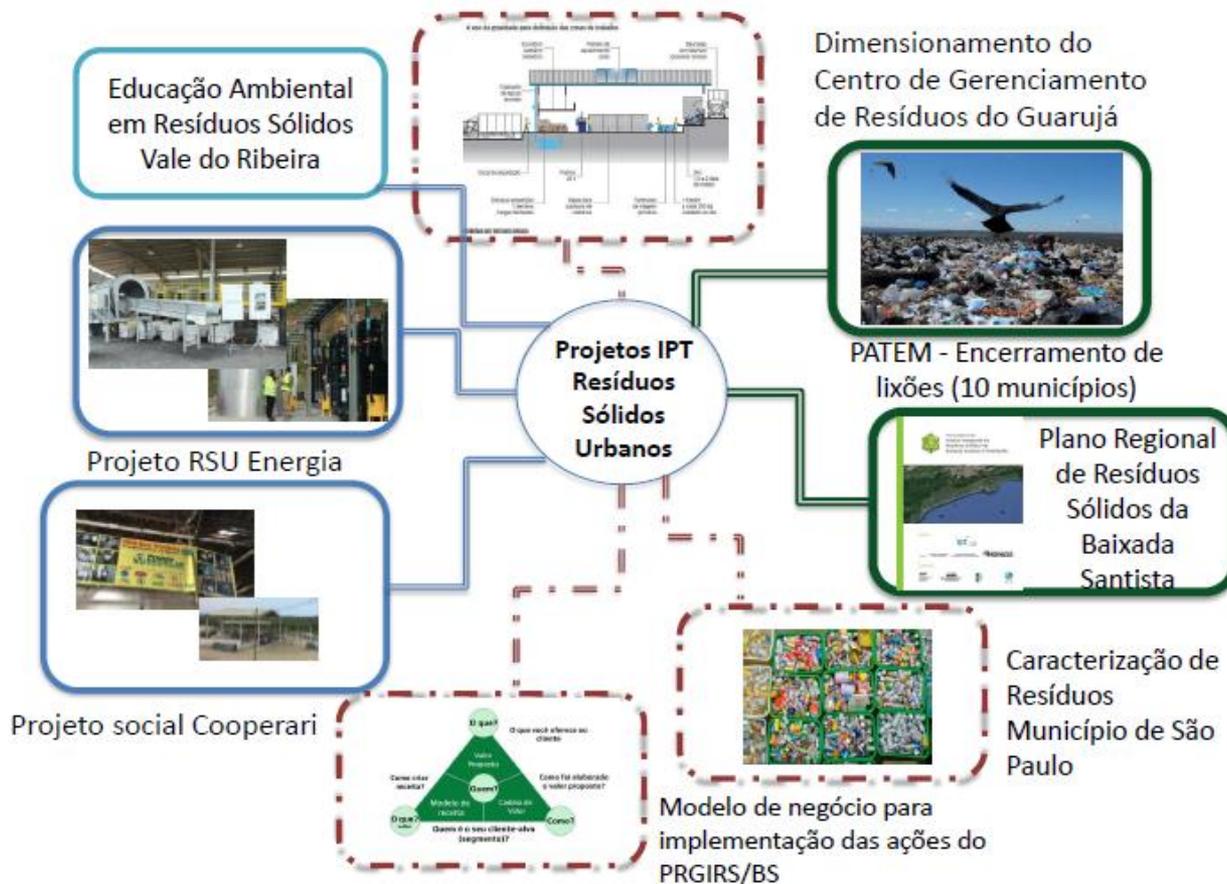
Tratamento  
térmico

Capacidade de  
processamento  
**5 kg/h**



<http://www.reciclos.ipt.br/index.aspx>

endereço: [https://www.ipt.br/download.php?filename=1654-PRGIRS\\_BS.pdf](https://www.ipt.br/download.php?filename=1654-PRGIRS_BS.pdf). Link para acesso ao Vídeo do Plano Regional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Baixada Santista (<https://www.youtube.com/watch?v=9OjEmqhA6Ho>).



# Contatos



**lcl@ipt.br**



**(11) 3767-4552**

