

Defesa

“Desenvolvimento de um sistema para separação de componentes eletrônicos e elaboração de materiais para reciclagem”

Aluna: Monique Pacheco do Amaral

Orientador: Roberto de Oliveira Magnago

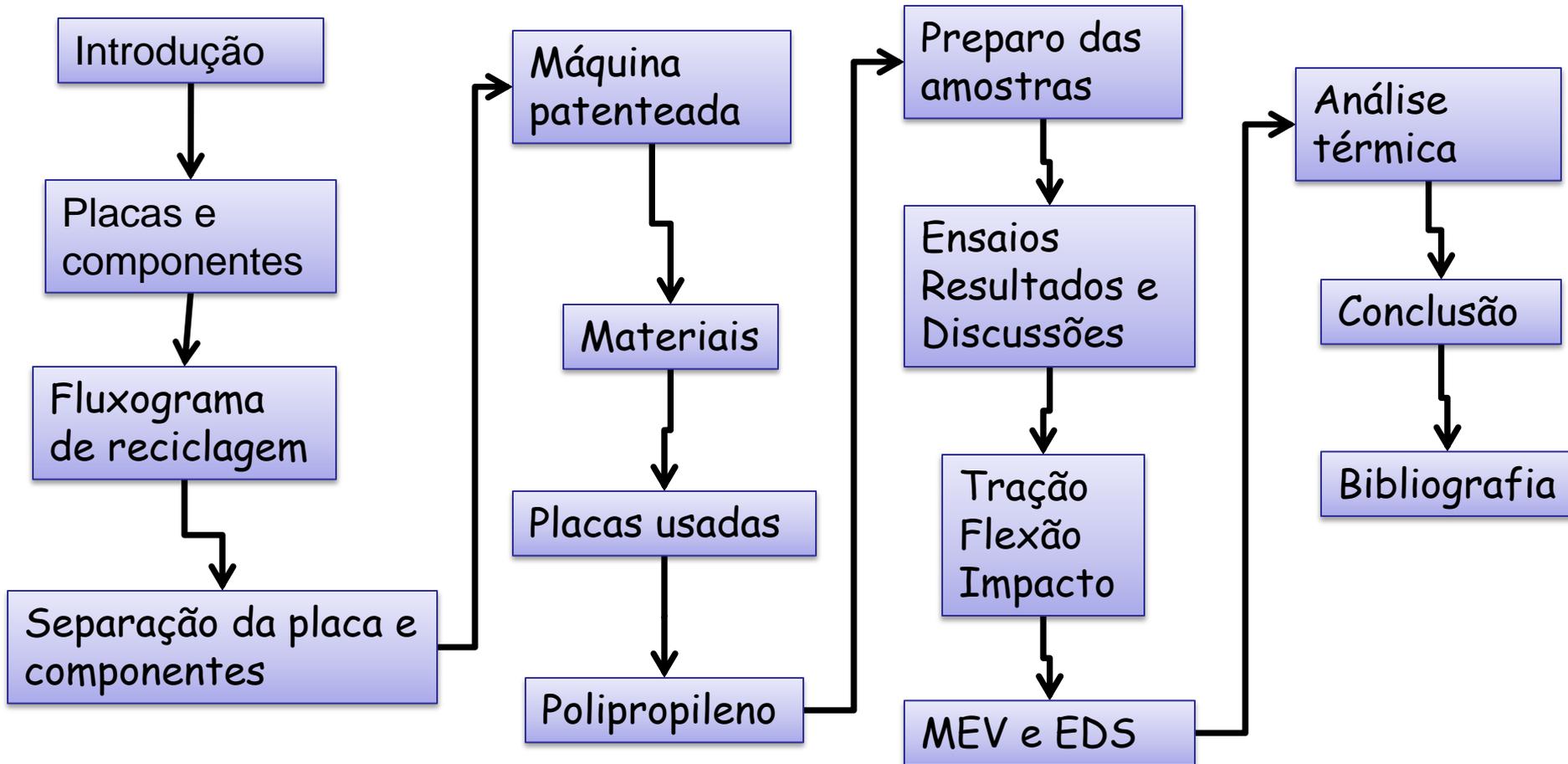
OBJETIVO

O objetivo do trabalho é separar os componentes eletrônicos da placa de circuito impresso e reciclar as placas de circuitos impressos de equipamentos eletroeletrônicos descartados.

JUSTIFICATIVA

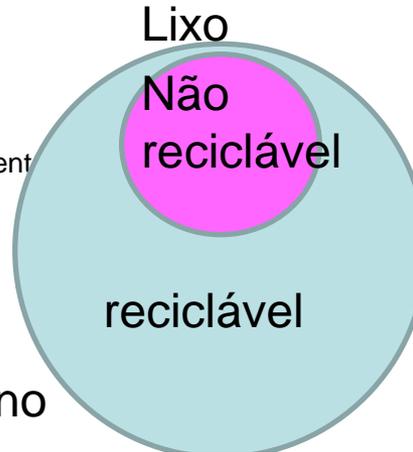
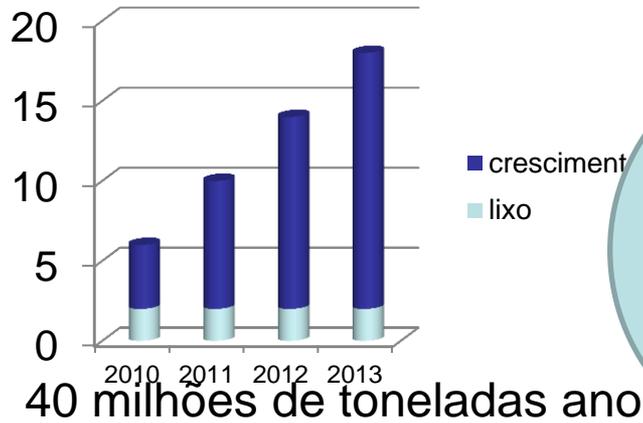
Observando o grande potencial de obtenção de componentes nobres, os problemas causados pelo descarte inadequado, leis mais rigorosas quanto ao descarte e a quantidade de e-lixo produzido foi proposto o trabalho de reciclagem de placas de circuitos impressos.

Organização da Apresentação (RESUMO)



Introdução

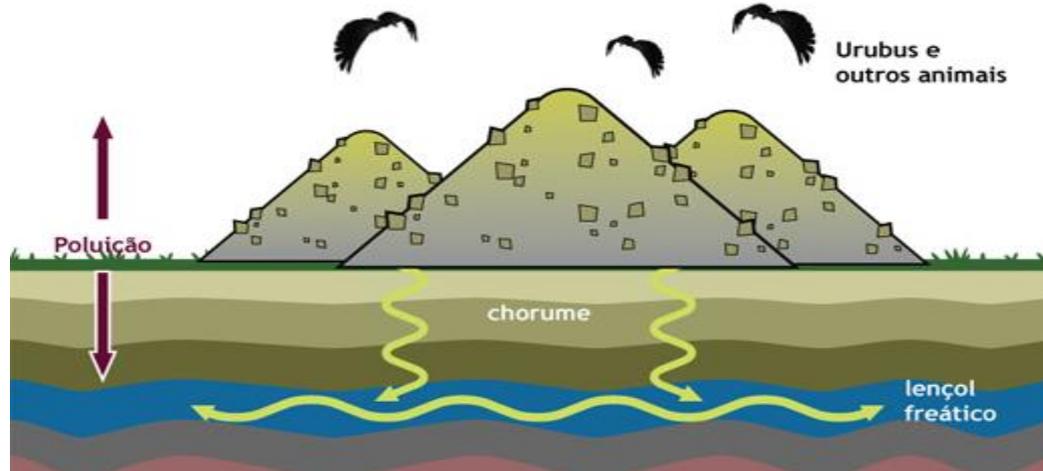
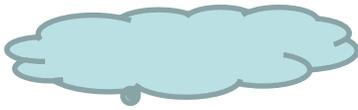
ONU 2010



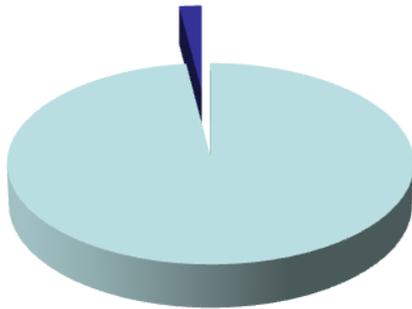
Aterro sanitário



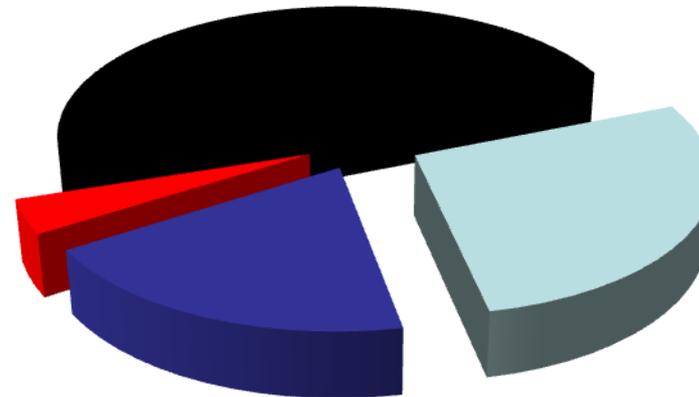
Lixão



98% de um PC é reciclável



Placa



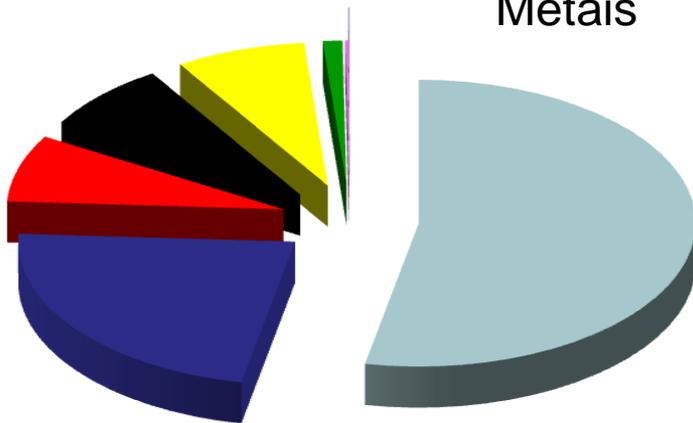
Metals 28%

Plásticos 19%

Bromo 4%

Materials Cerâmicos 49%

Metais



Cu 14%
Fe 6%
Ni 2%
Zn 2%
Sn 2%
Ag 0,3%
Au 0,04%
Pd 0,02%

Fonte:(VEIT, 2010)

Elementos que contém uma placa de circuito impresso.

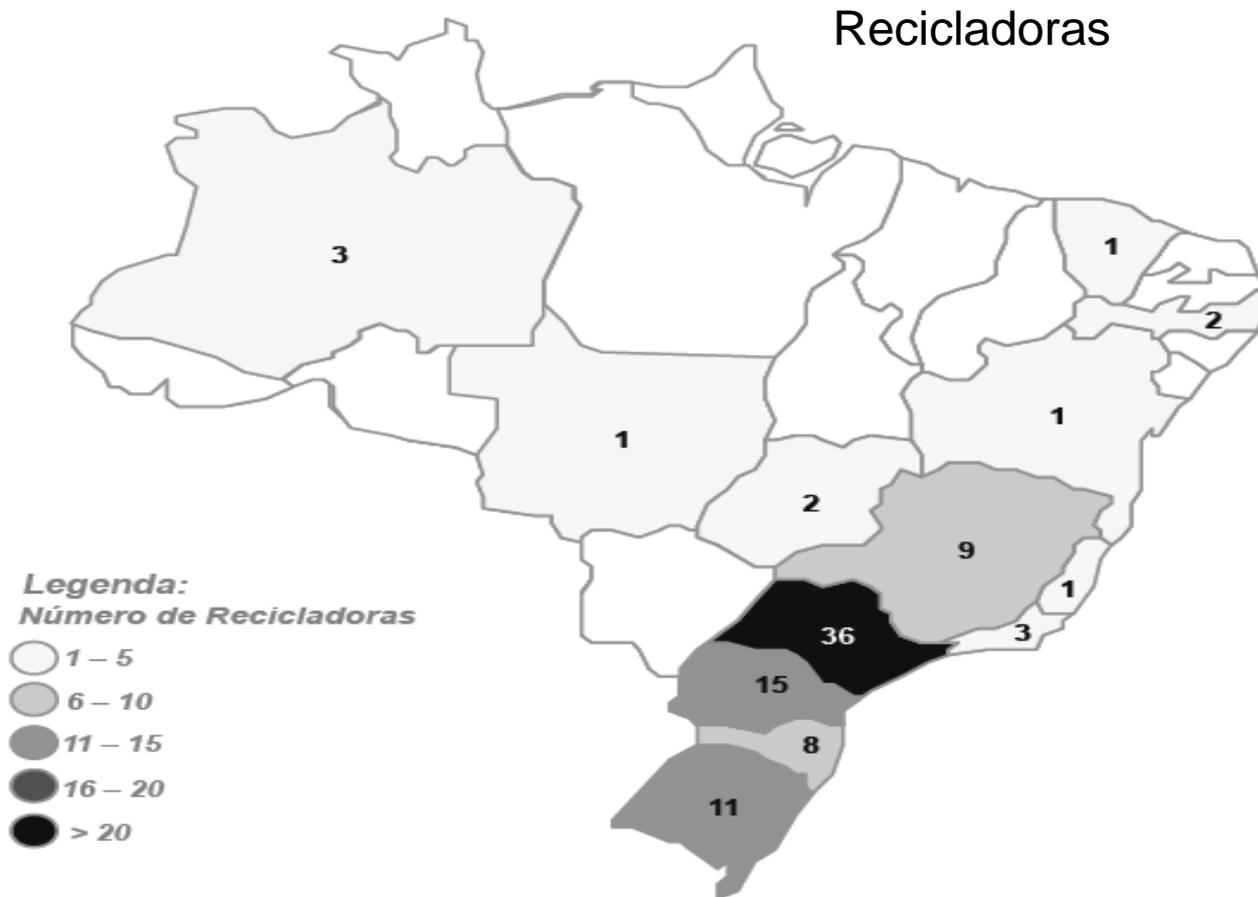
	Be										B								
	Mg										Al	Si						Cl	
	Ca	Ti		Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn			As					Br	
	Sr			Mo			Rh	Pd	Ag	Cd		Sn	Sb	Te					
			Ta	W				Pt	Au	Hg		Pb	Bi						

	Elementos constituintes da solda
	Elementos presentes nos dielétricos (Constituinte dos condensadores)
	Elementos presentes nos retardadores de chama
	Elementos presentes nos contactos das placas de circuito impresso (PCB)
	Elementos usados para o isolamento e chapa
	Elementos constituintes da base dos semicondutores

Fonte: OLIVEIRA,2010

Obsolescência Programada





Fonte: Análise Inventta. 2013

ROTAS DO LIXO ELETRÔNICO

Caminhos comprovados e suspeitos revelam migração do e-lixo



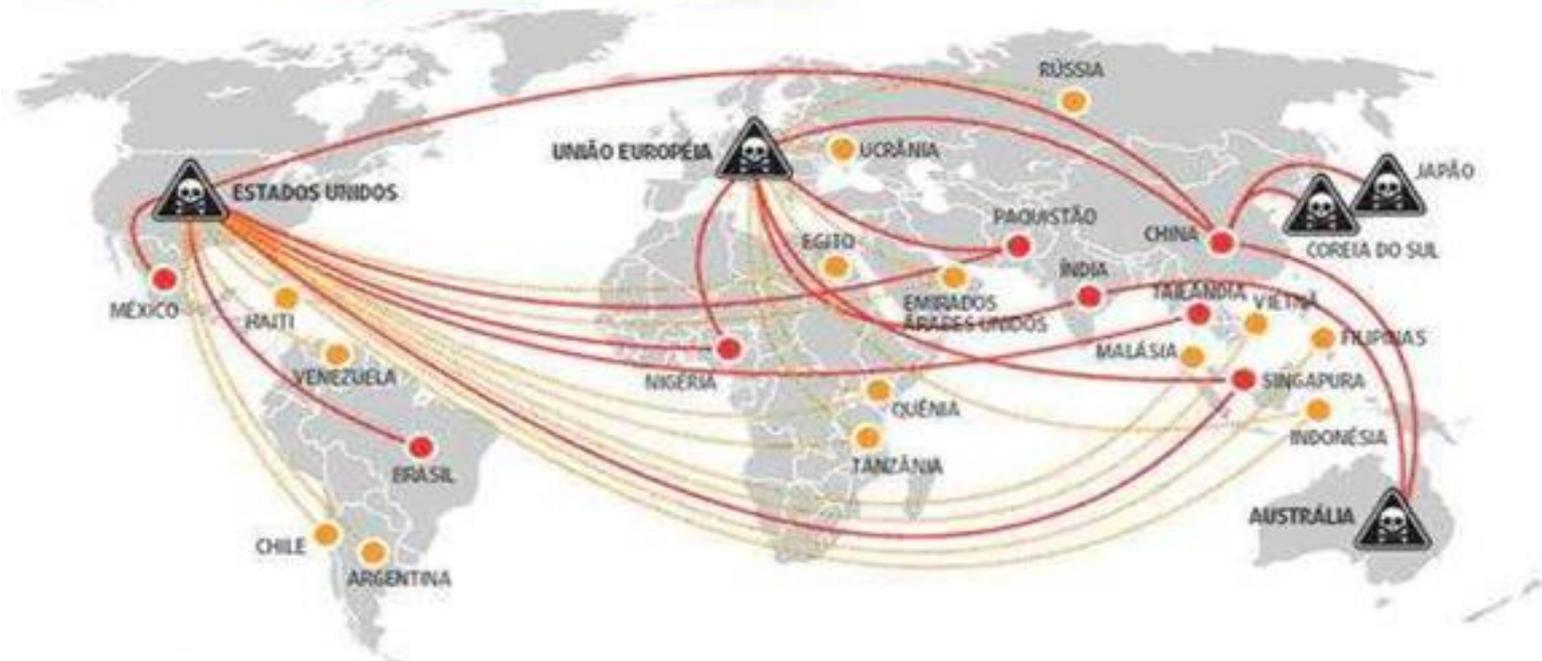
Fonte conhecida



Destino conhecido

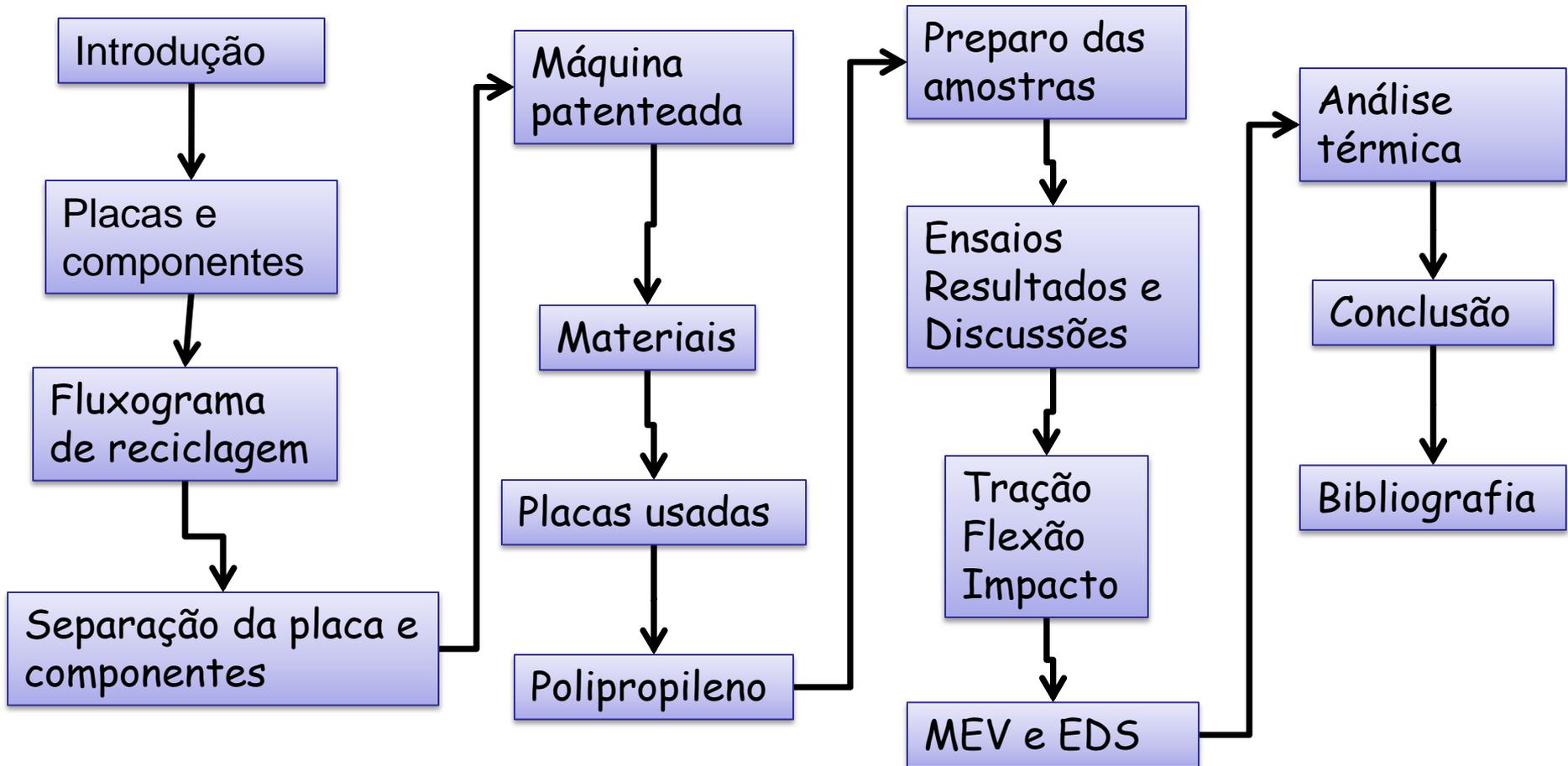


Destino suspeito

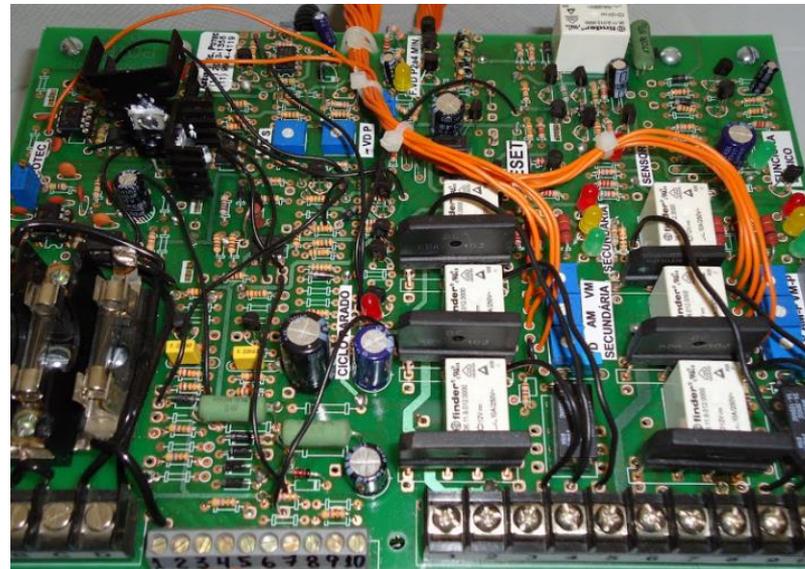


Fonte: Silicon Valley Toxics

Organização da Apresentação

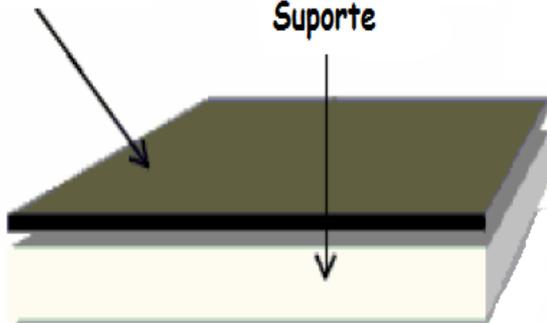


Placa



Condutor superior

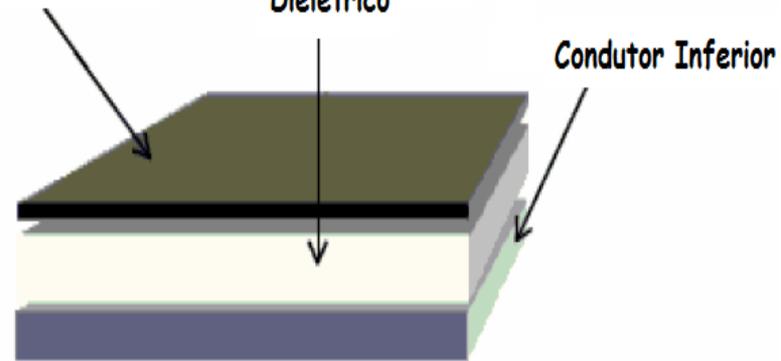
Suporte



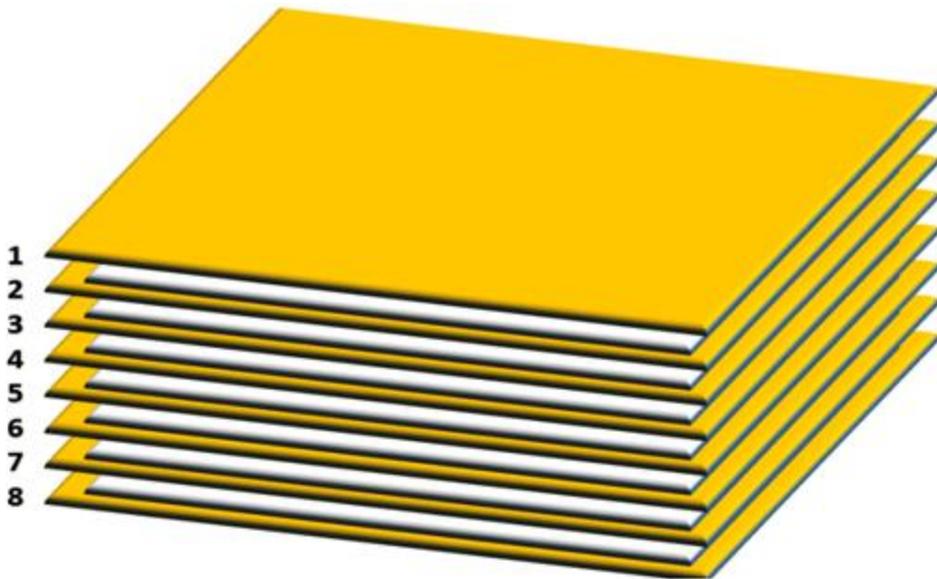
Condutor superior

Dielétrico

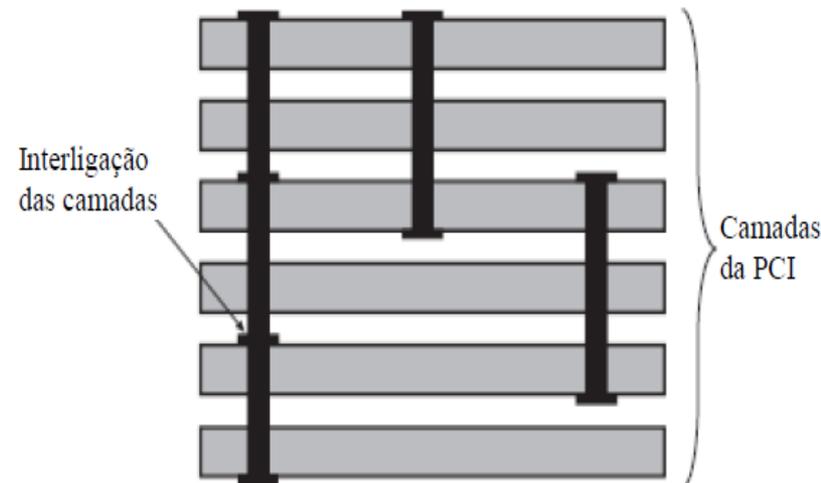
Condutor Inferior



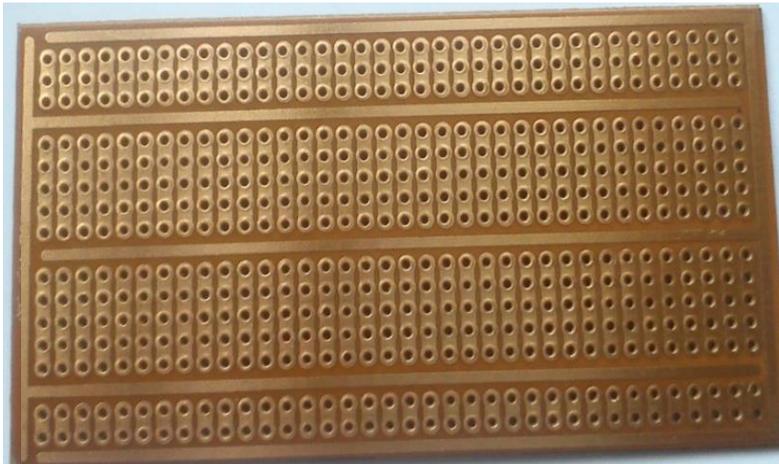
Tipos de Placas



Via passante Via cega Via interna

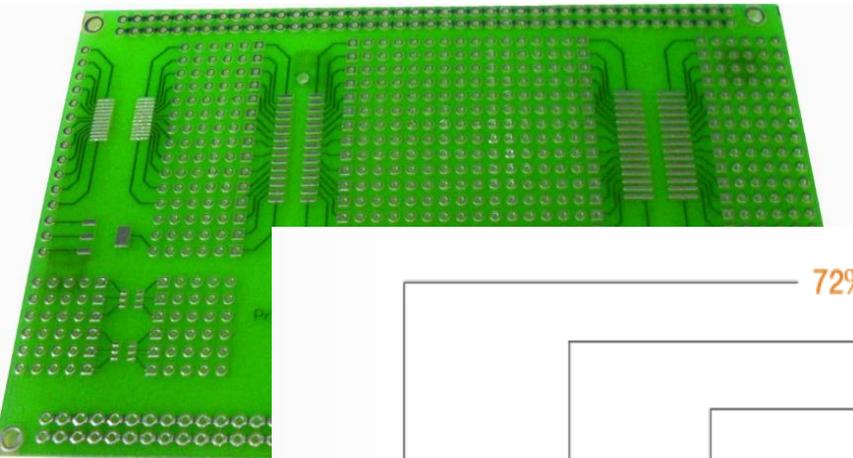


Placa de Fenolite



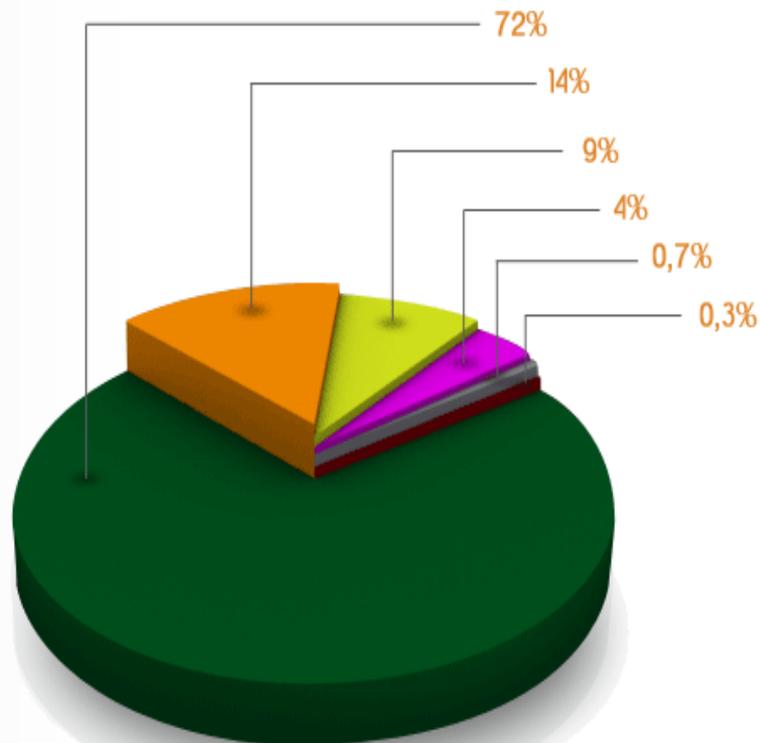
Resina Fenólica + papel ou serragem
Problema: Umidade
Pequenos fabricantes e Hobbistas

Placa de Fibra de Vidro



Resina Epóxi + fina camada de fibra de vidro

Problema: Difícil corte e furação
20% mais caro que fenolite

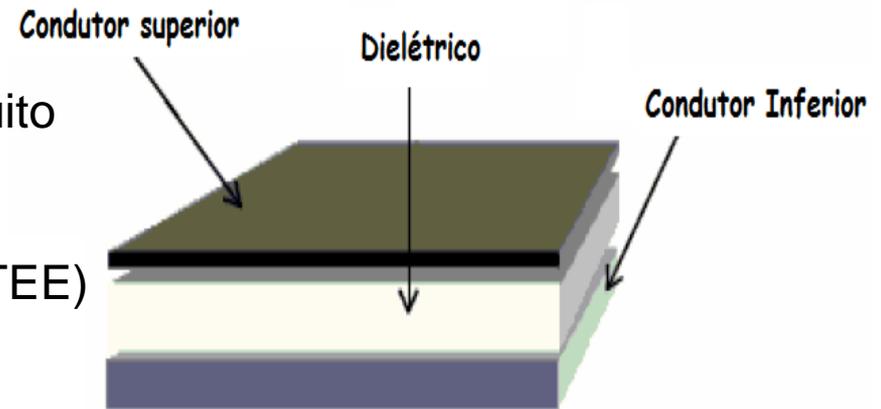


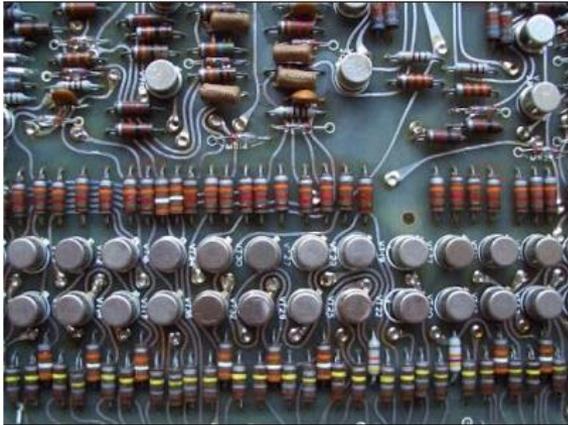
Legenda:

-  Silica (SiO₂)
Matéria prima básica (areia) com função vitrificante.
-  Sódio (Na₂SO₄)
-  Cálcio (CaO)
Proporciona estabilidade ao vidro contra ataques de agentes atmosféricos.
-  Magnésio (MgO)
Garante resistência ao vidro para suportar mudanças bruscas de temperatura e aumenta a resistência mecânica.
-  Alumina (Al₂O₃)
Aumenta a resistência mecânica.
-  Potássio (K₂O)

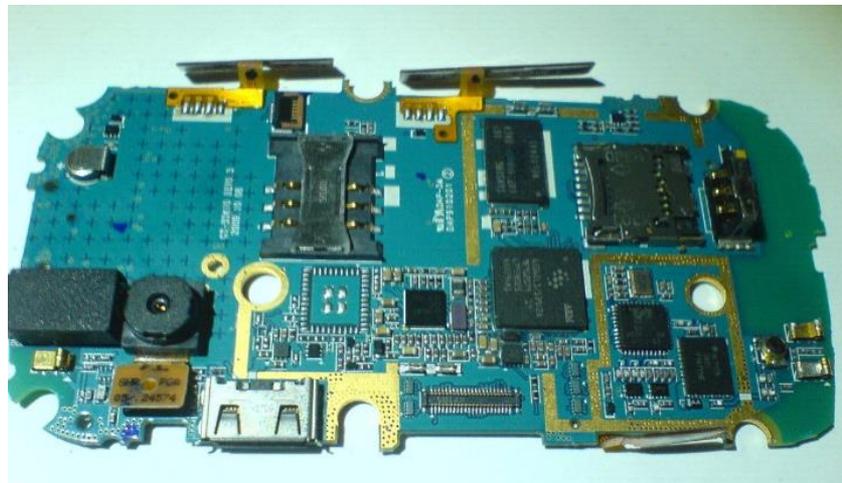
Problema: Fenolite e Fibra de vidro –
Polarização dielétrica (para frequências muito
altas)

Solução: Placas de Politetrafluoretileno (PTEE)
Conhecido como Teflon
São placas caras



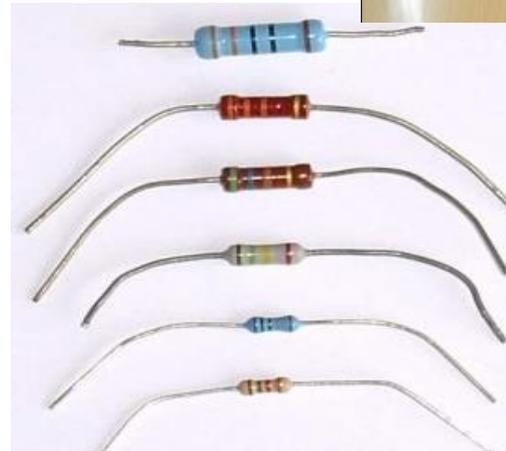
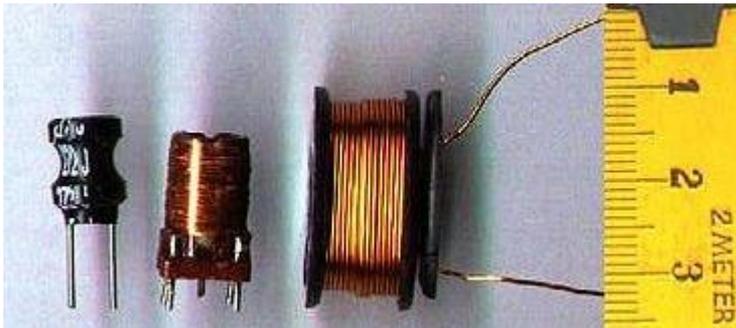
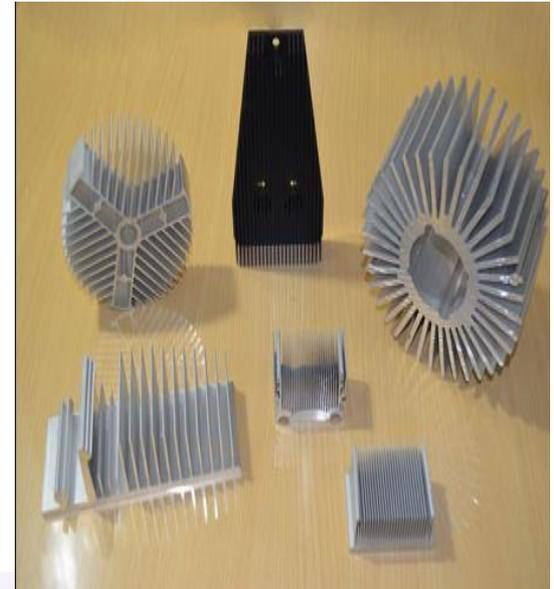
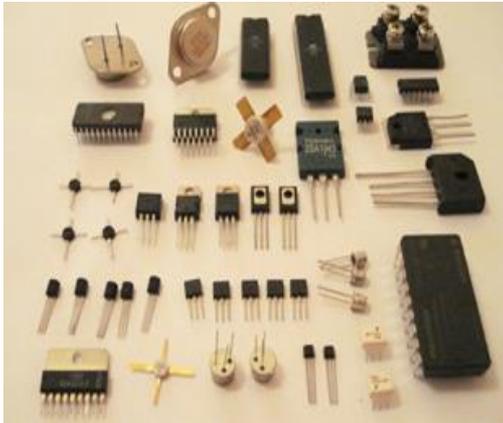


Montagem
comum

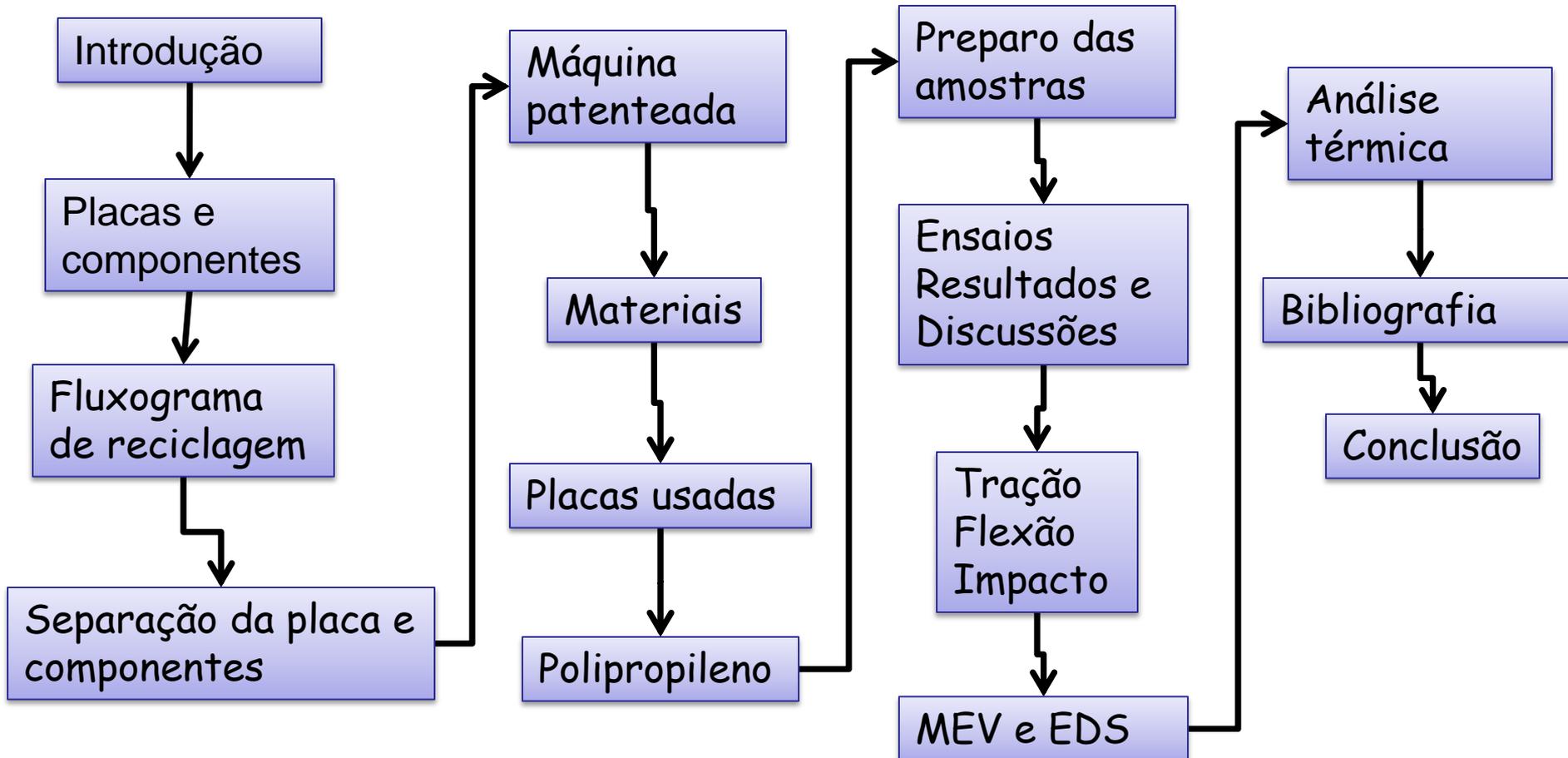


Montagem SMD

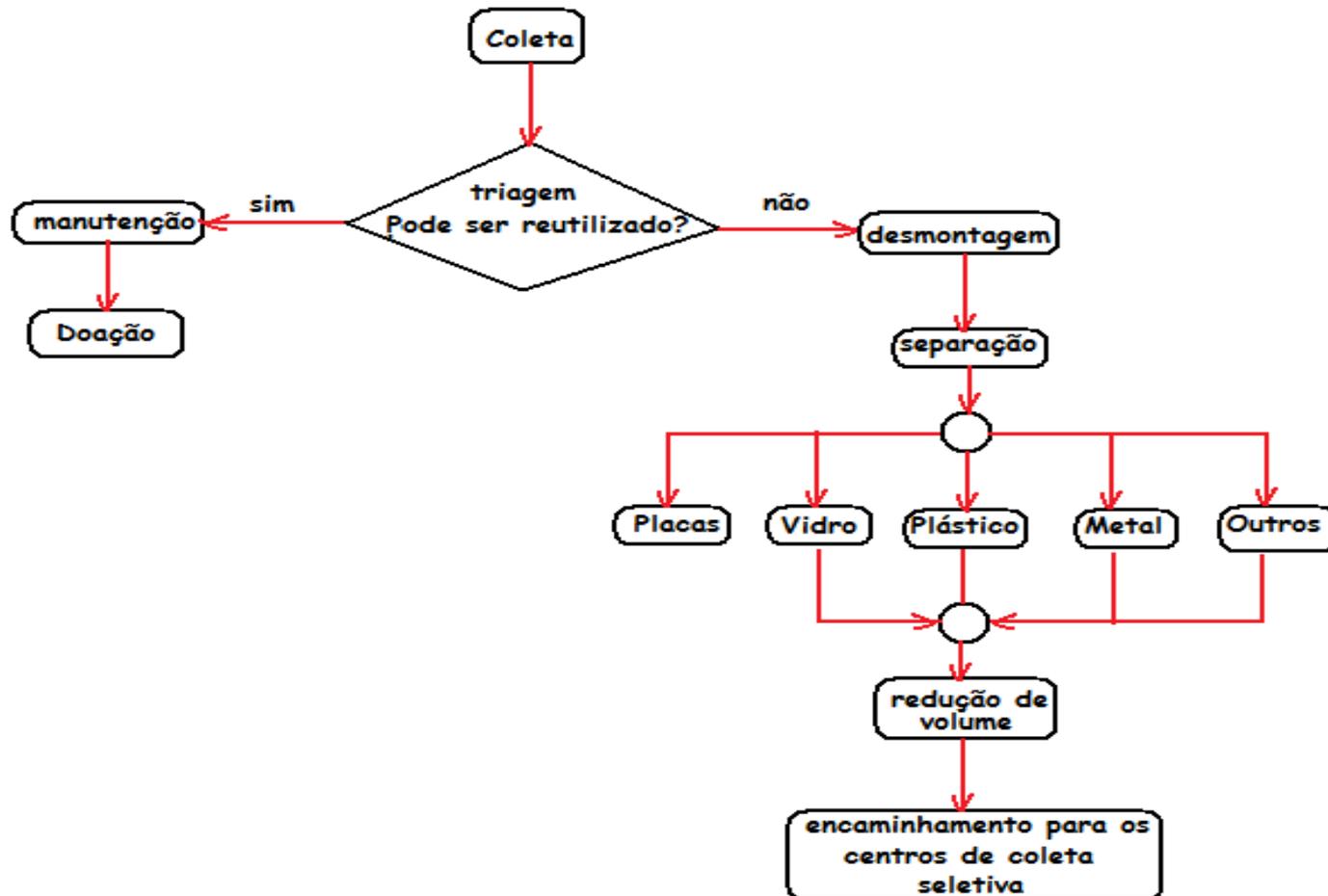
COMPONENTES

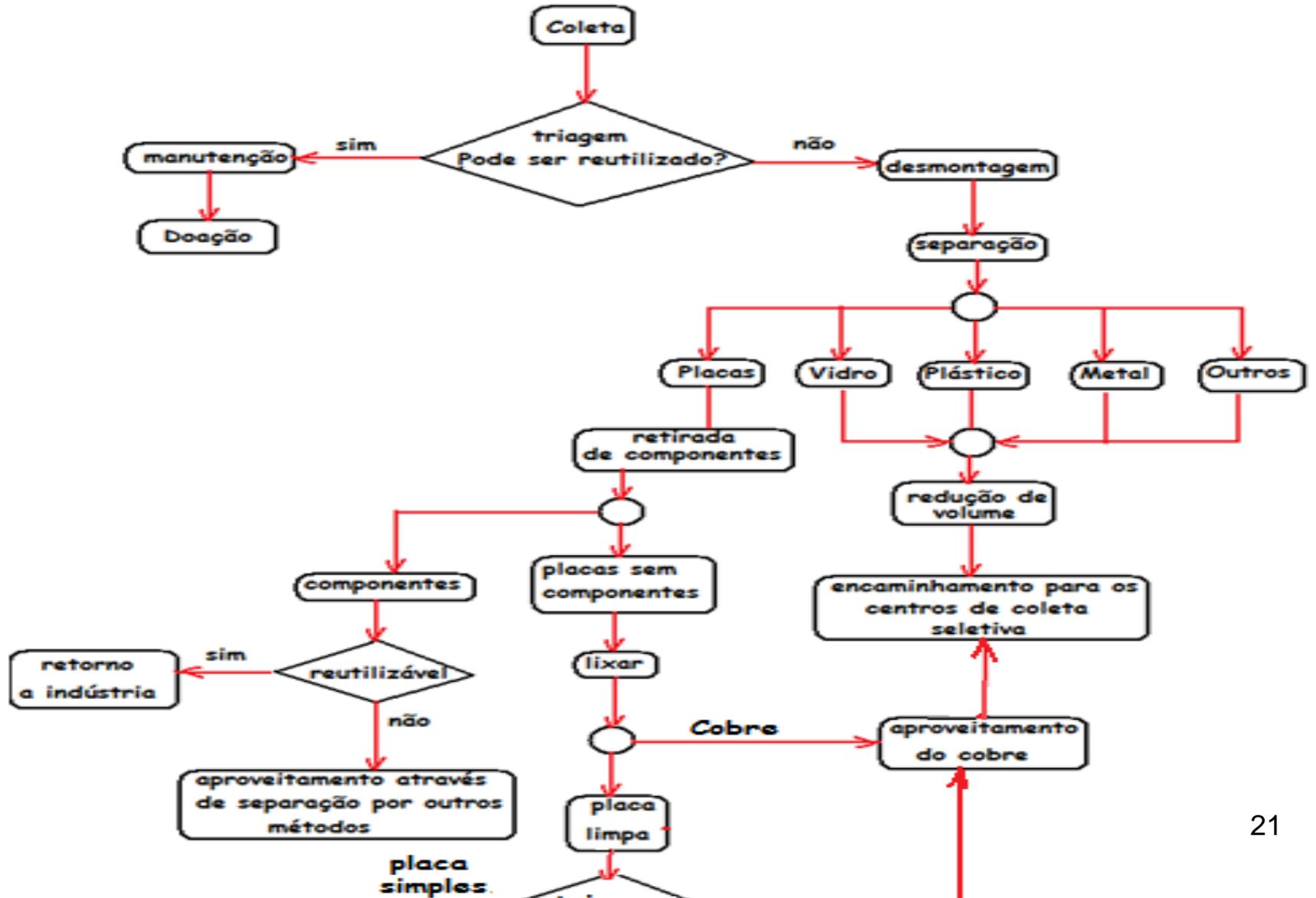


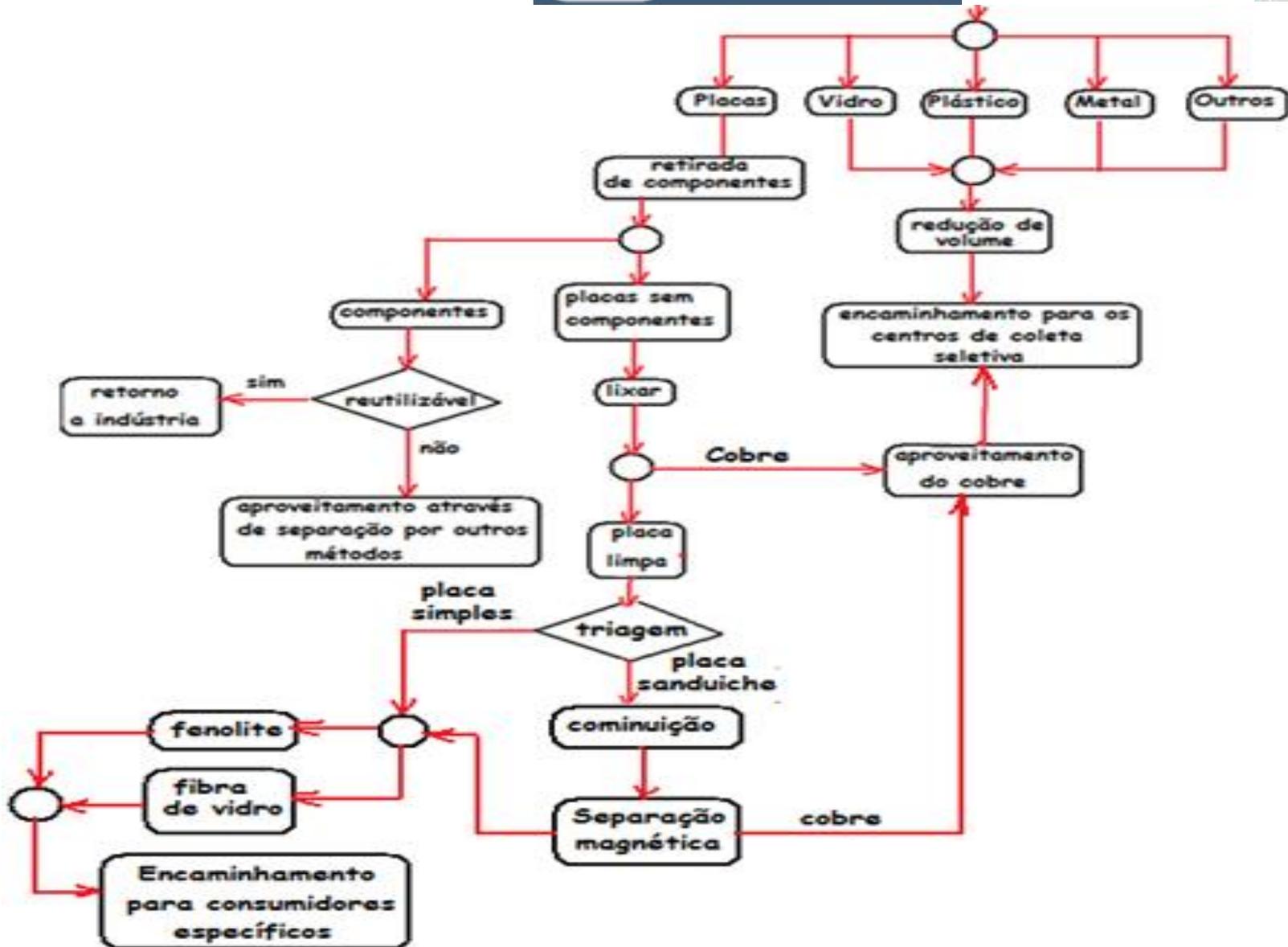
Organização da Apresentação



Fluxograma do processo de reciclagem de equipamentos eletrônicos resumido

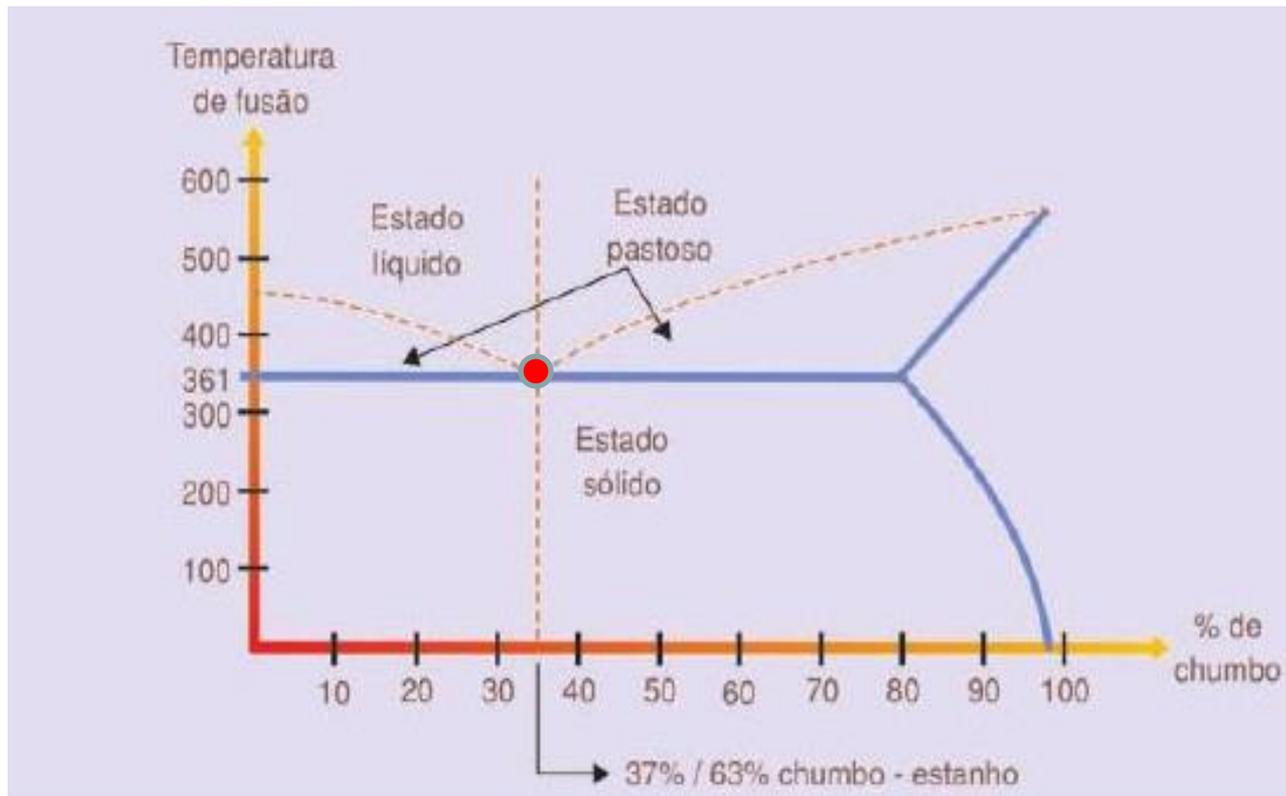




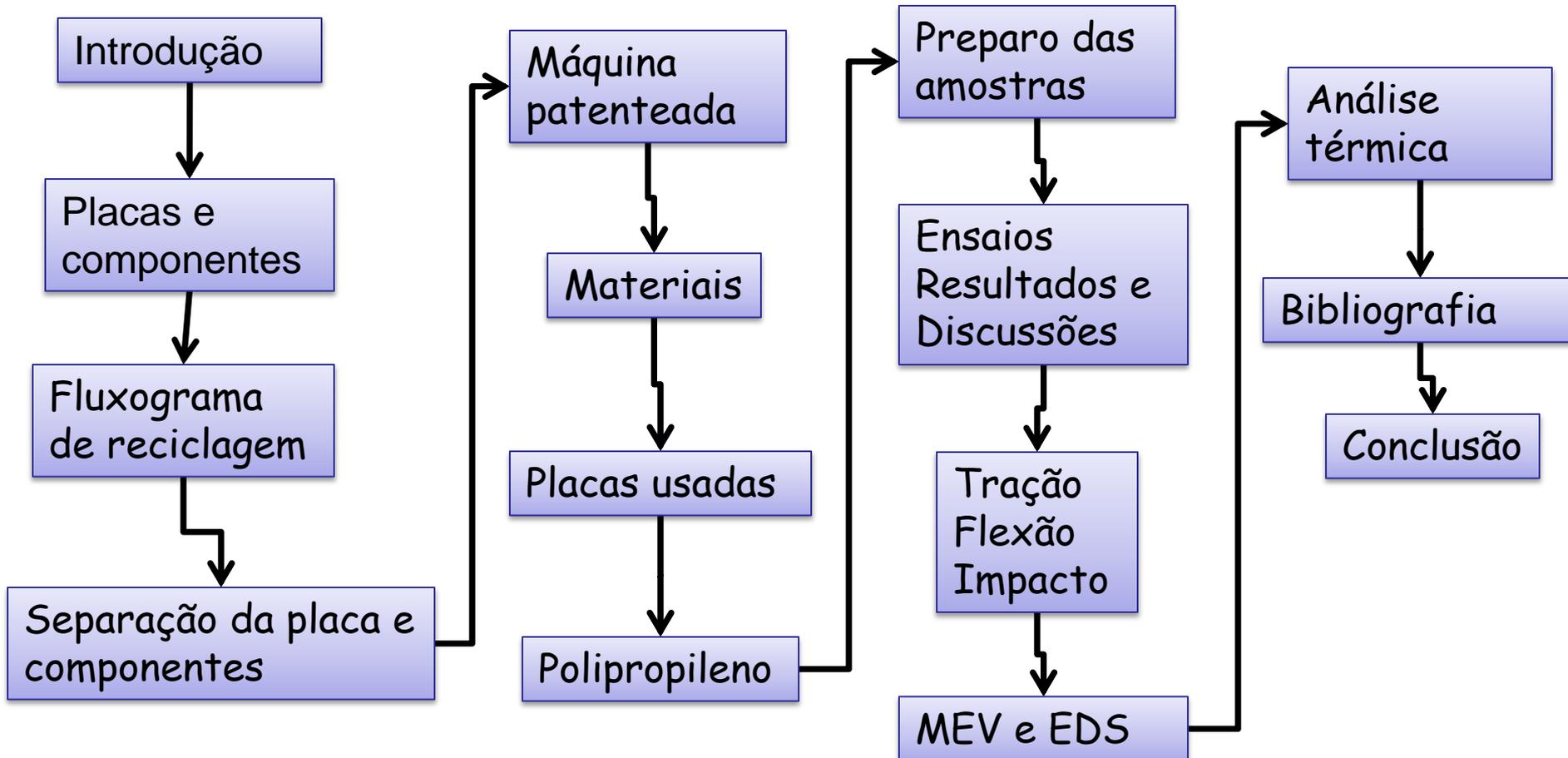


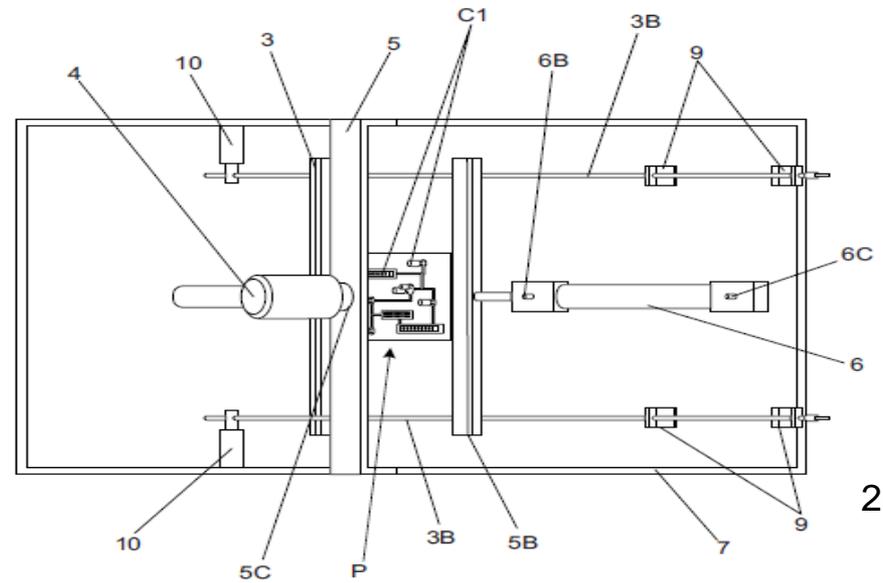
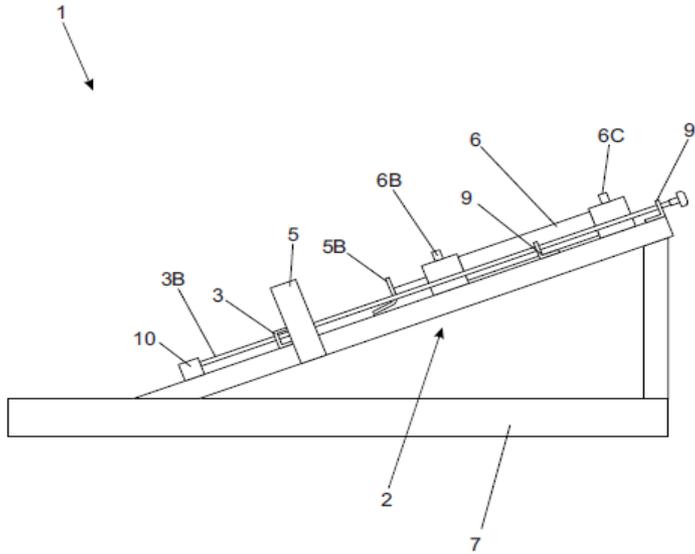
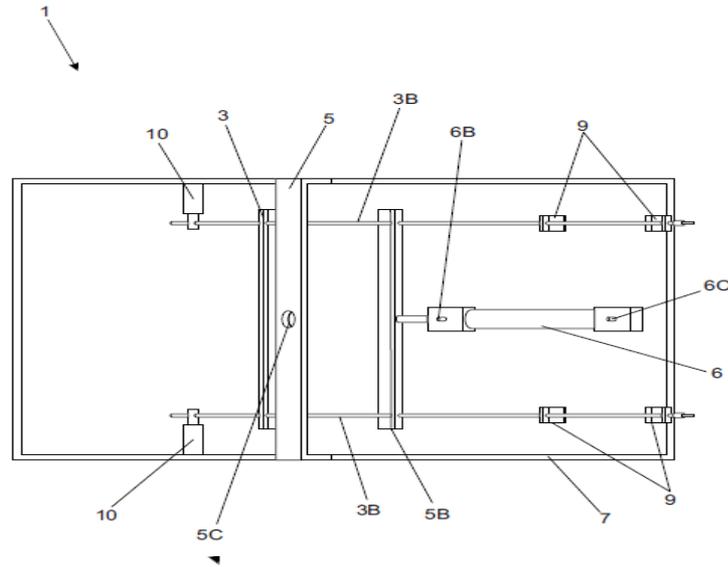
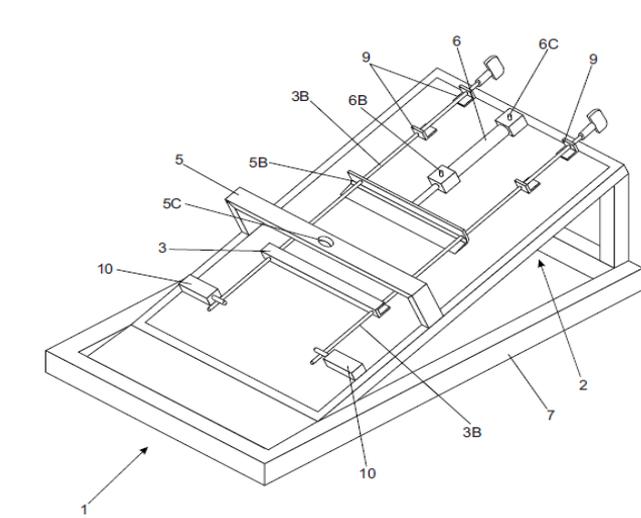
Estudo da retirada de componentes Equipamento para retirada Patente

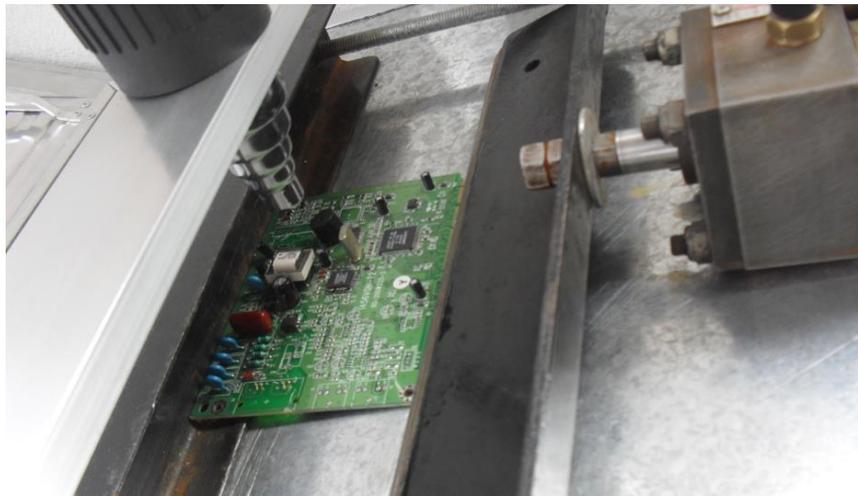
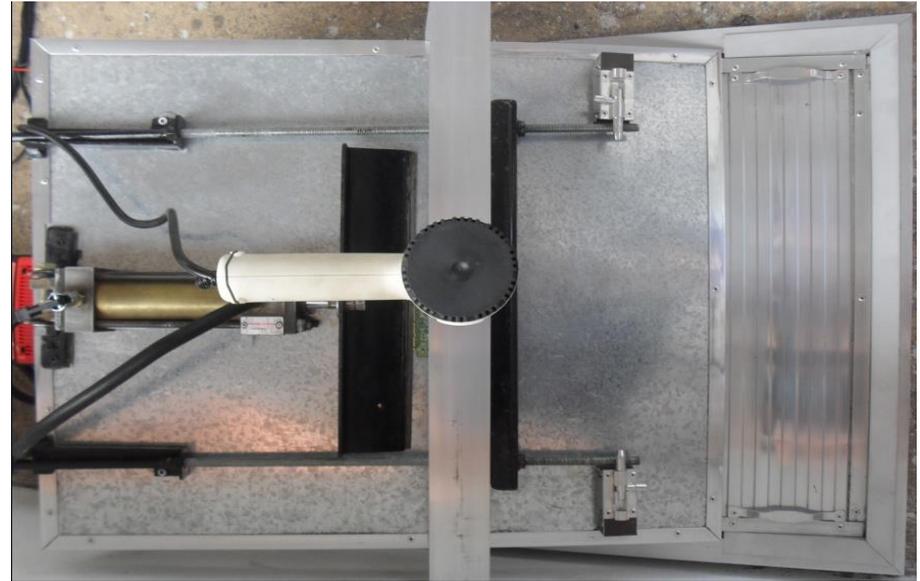
Estudo - Diagrama de fase

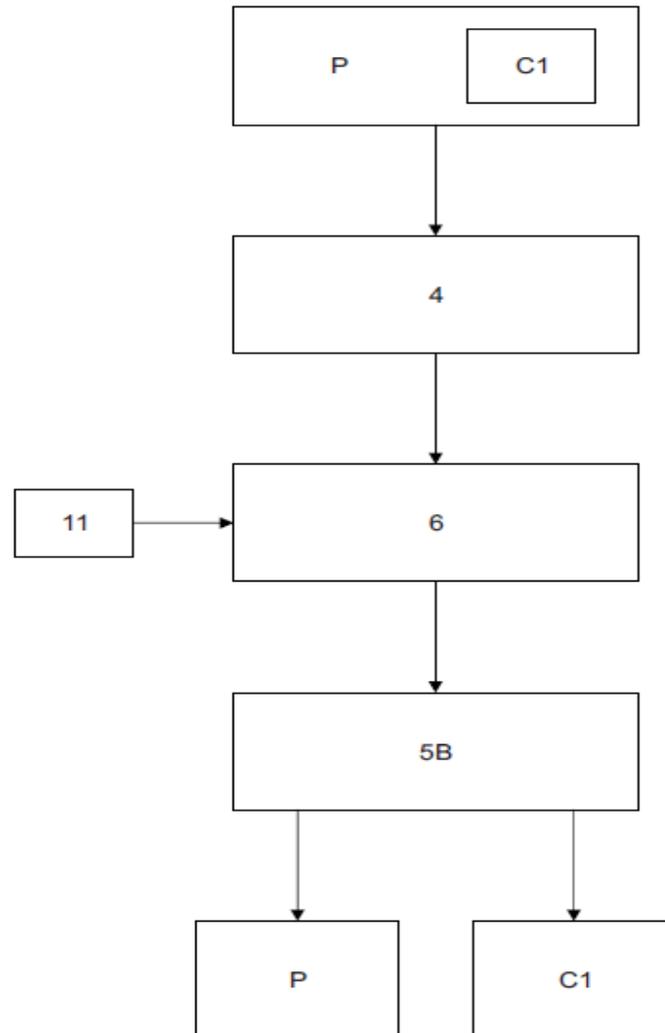


Organização da Apresentação



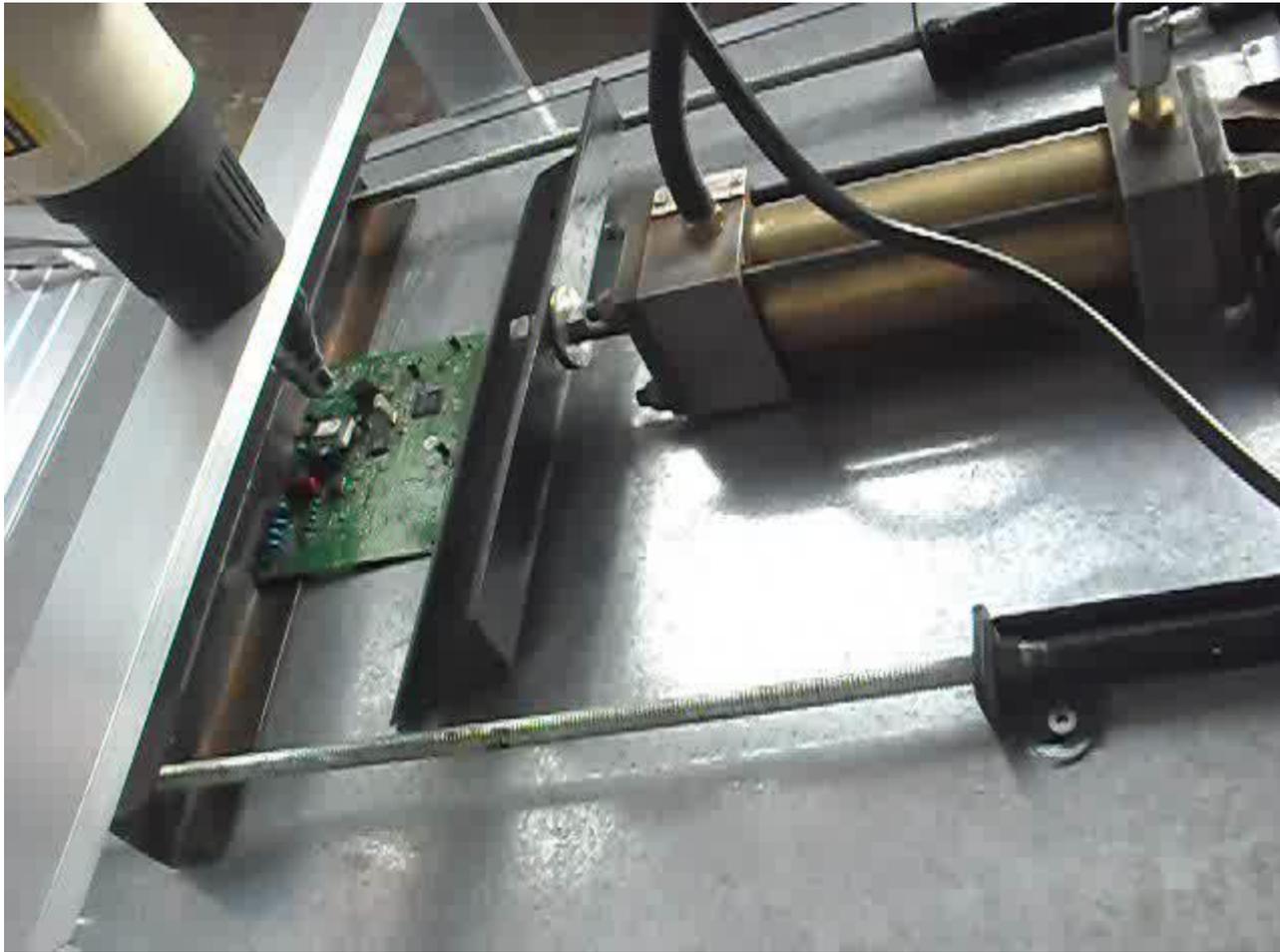






Placa de circuito impresso (P)
Placa com os componentes (C1)
Soprador de ar quente (4)
Navalha (5B)
Pistão pneumático (6)
Apoios (10)
Compressor (11)

**Fluxograma da
retirada de
componentes**



Patente



Protocolo



Número



Código QR



INPI INSTITUTO
NACIONAL
DA PROPRIEDADE
INDUSTRIAL

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL
Diretoria de Patentes
Sistema e-Patentes/Depósito

DIRPA PATENTES

Tipo de Documento:

Recibo de Peticionamento Eletrônico

DIRPA

Página:

1 / 2

Título do Documento:

Recibo

Código:
RECIBO

Versão:
01

DIRPA-FQ001 - Depósito de Pedido de Patente ou de Certificado de Adição

Modo:

Produção

O Instituto Nacional da Propriedade Industrial informa:

Este é um documento acusando o recebimento de sua petição conforme especificado abaixo:

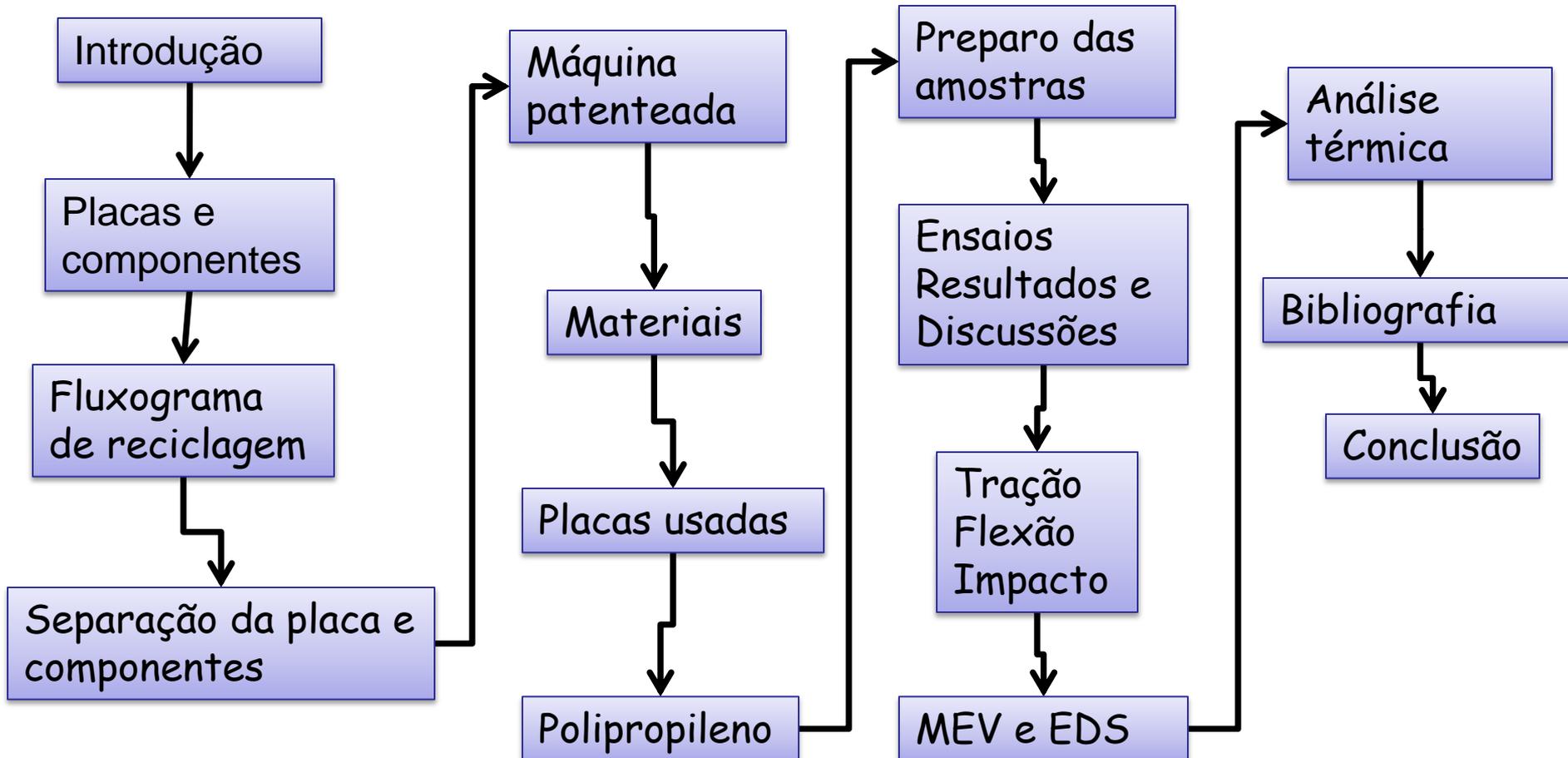
Dados do INPI:

Número de processo: BR 10 2014 006973 9
 Número da GRU principal: 00.000.2.2.14.0196043.4 (serviço 200)
 Número do protocolo: 860140036891
 Data do protocolo: 24 de Março de 2014, 13:19 (BRT)
 Número de referência do envio: 27366

Dados do requerente ou interessado:

Tipo de formulário enviado: DIRPA-FQ001 v.005
 Referência interna: 114601-224969
 Primeiro requerente ou interessado: MONIQUE PACHECO DO AMARAL
 CPF do primeiro requerente ou interessado: 079.137.767-90
 Número de requerentes ou interessados: 2
 Título do pedido: EQUIPAMENTO E PROCESSO PARA RETIRAR COMPONENTES DE PLACAS DE CIRCUITOS ELETRÔNICOS.

Organização da Apresentação

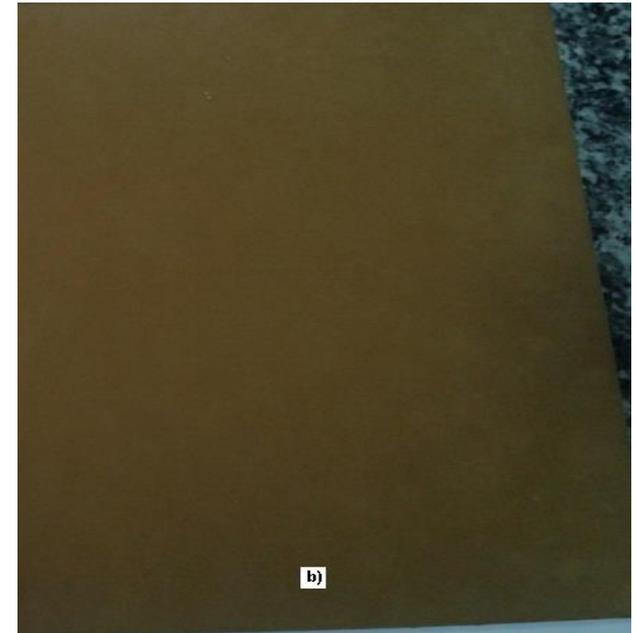


Placas

Numeração	Tipo de Placa
1	Placa nova sem componentes sem cobre (Fenolite)
2	Placa usada sem componentes sem cobre (Fibra de vidro)
3	Placa usada sem componentes com trilha de cobre (Fibra de vidro)
4	Placa nova sem componentes com cobre (Fenolite)
5	Placa usada sem componentes com trilha de cobre (com problema)*(Fibra de vidro)
6	Placa usada com componentes(Fibra de vidro)

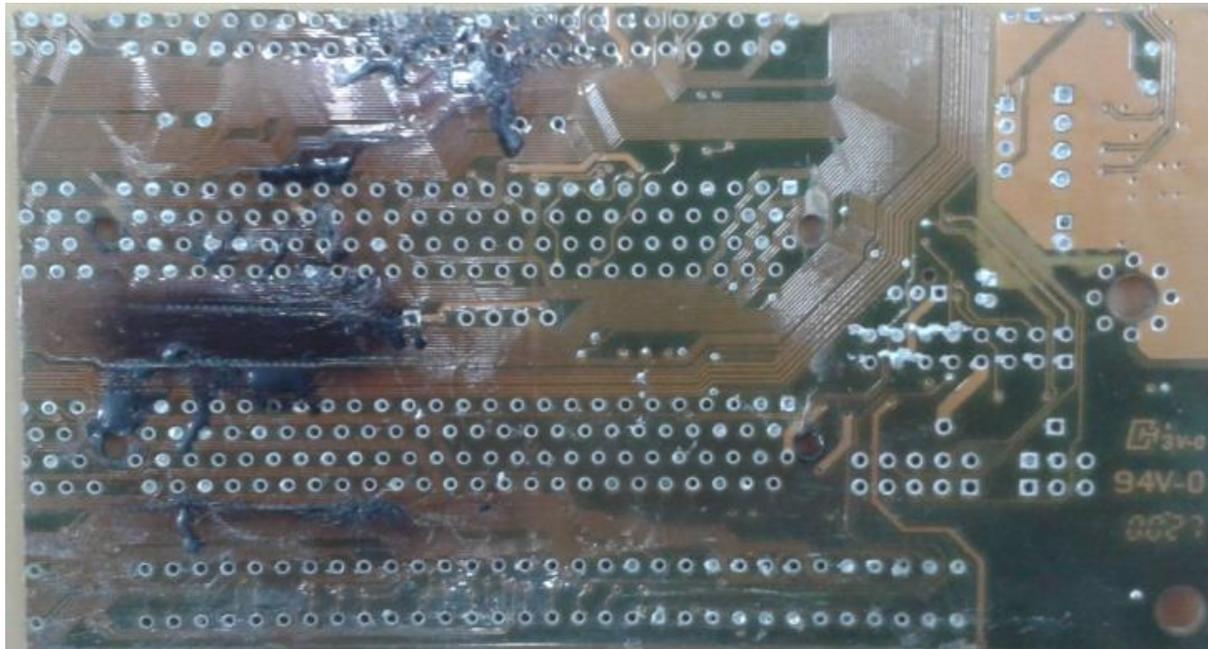


4- Placa nova sem componentes
com cobre (placa de Fenolite)

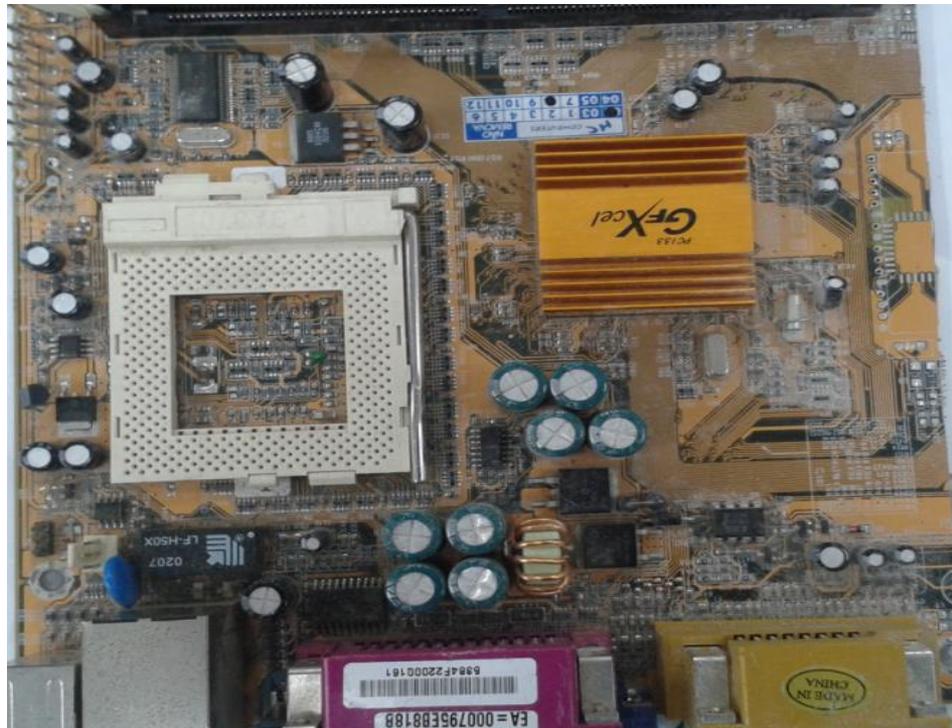


1- Placa nova sem componentes
sem cobre (placa de Fenolite)





5 - Placa usada sem componentes com trilha de cobre (com problema)*



6 - Placa usada com componentes

Polipropileno

O material escolhido como matriz para o trabalho foi o polipropileno (PP), devido a algumas características observadas: baixo custo, facilidade de processamento e **reciclagem**, boa resistência química, bom isolante térmico, fácil coloração, fácil moldagem.

Aplicações para o Polipropileno



BubbleDeck (Fonte: BubbleDeck, 2013)



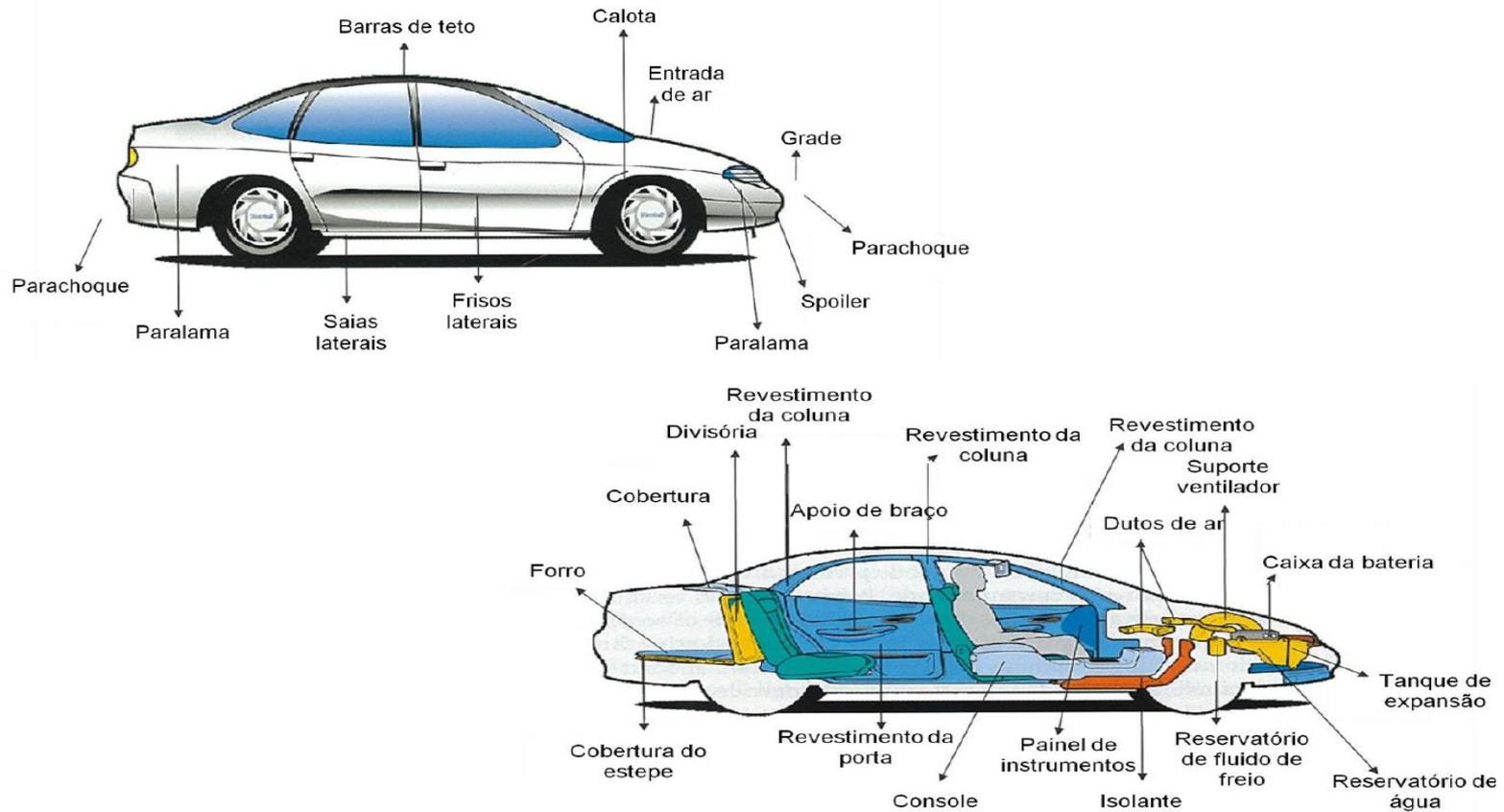
Pack Less (Fonte: PACKLESS, 2013)



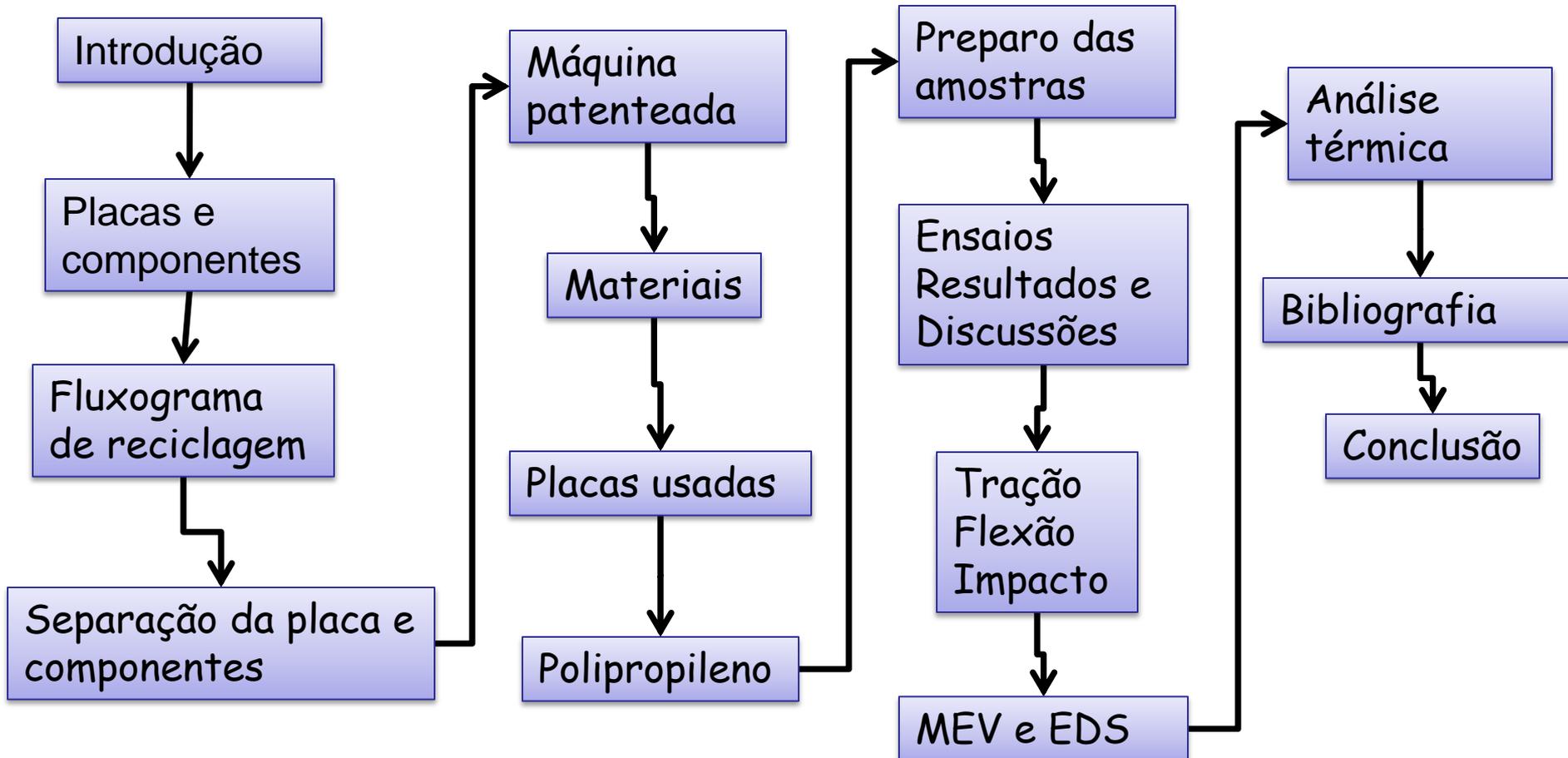
Grama Sintética (JRCC, 2014)

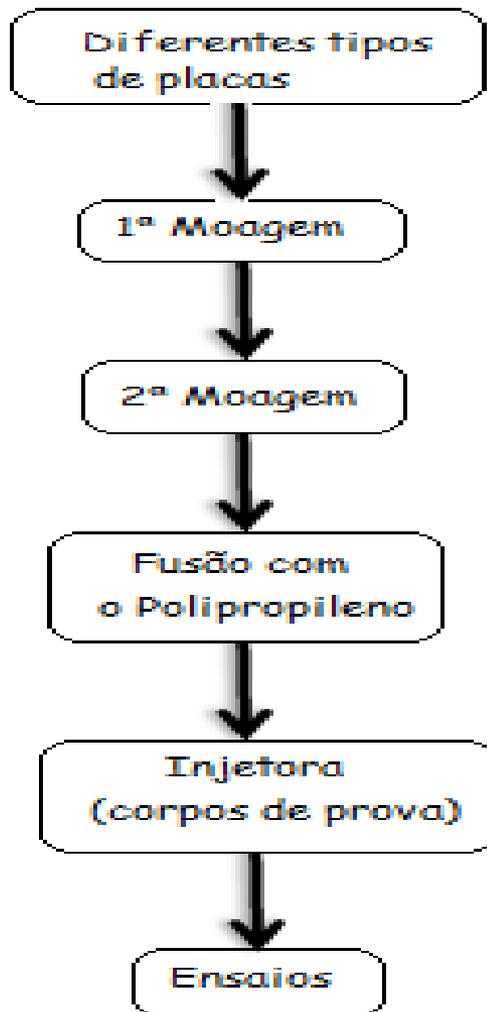


Aplicações para o Polipropileno (Fonte: PETRY, 2011)



Organização da Apresentação





1ª Moagem



Moinho granulador do fabricante Plastimax no Laboratório de Ensaios Mecânicos do Centro Universitário de Volta Redonda UniFOA para redução da granulometria

2ª Moagem



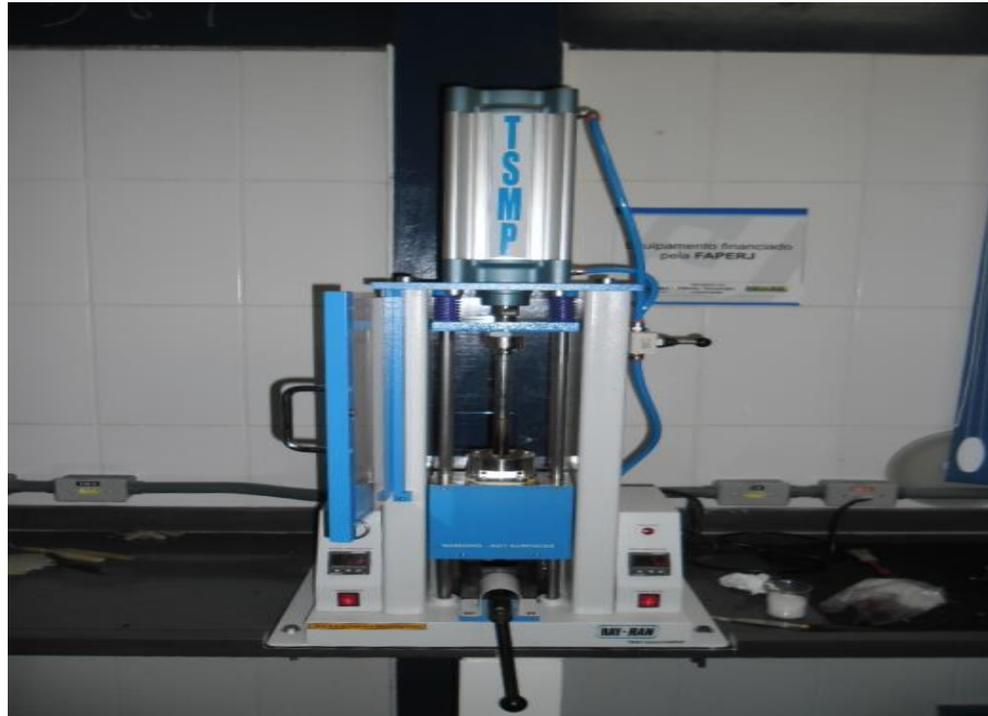
Moinho MA48 do fabricante Marcom. (USP Lorena)



95% de PP e
5% de placas

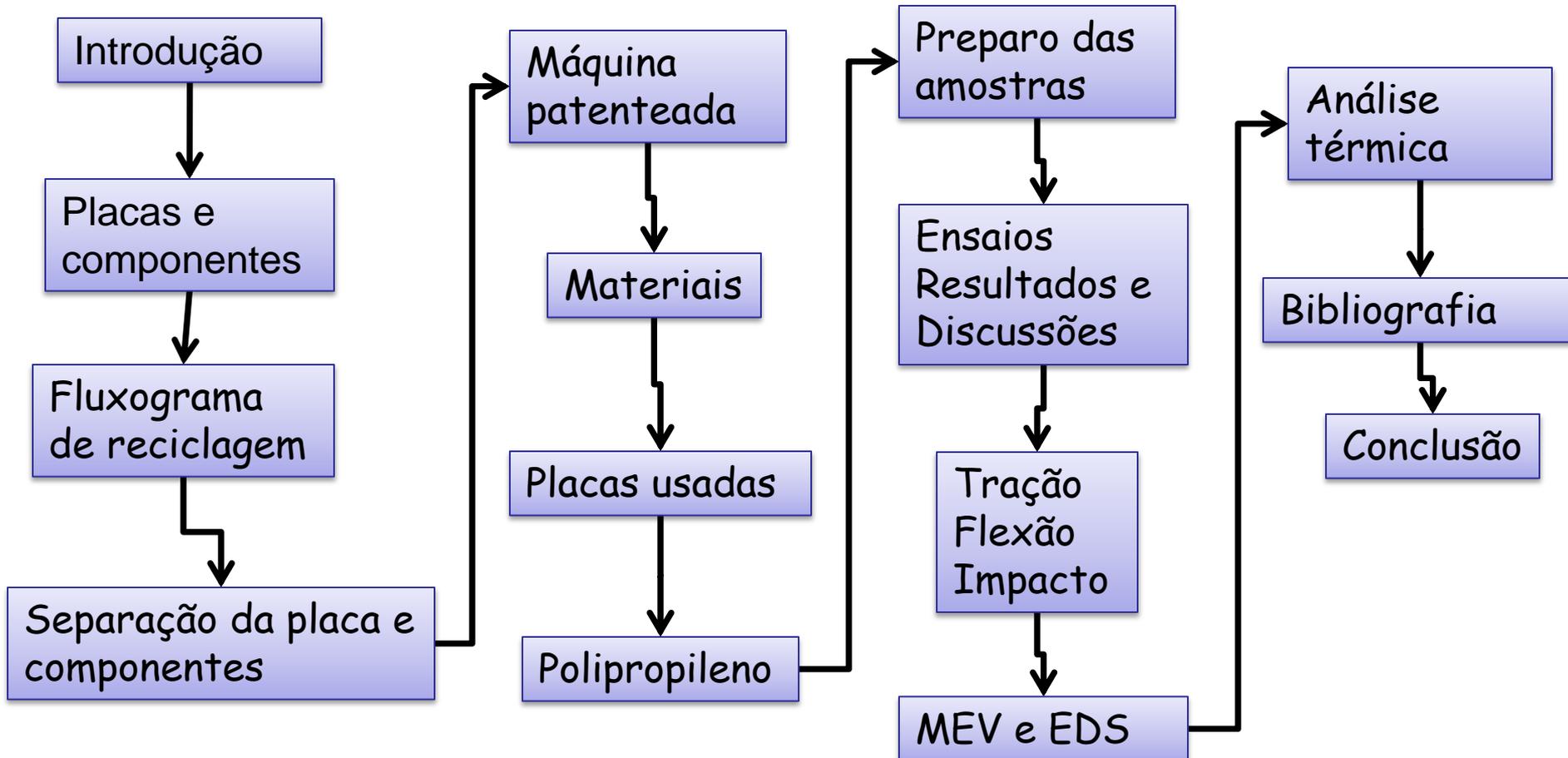
Misturador termocinético



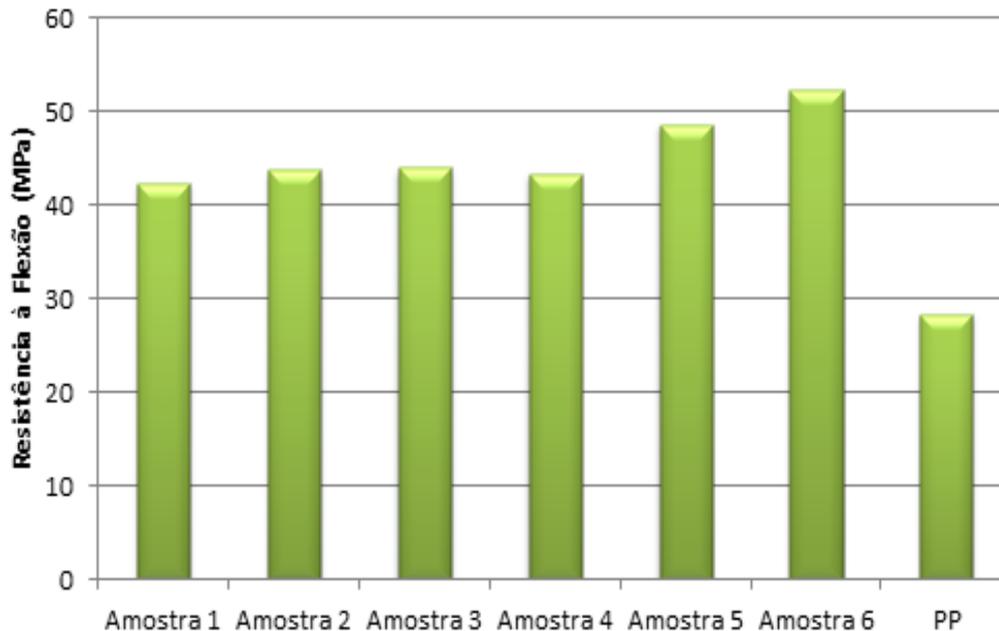


Injetora marca Ray-Ran modelo RR/TSMF do Laboratório da UniFOA, com temperatura de processo de 300°C

Organização da Apresentação

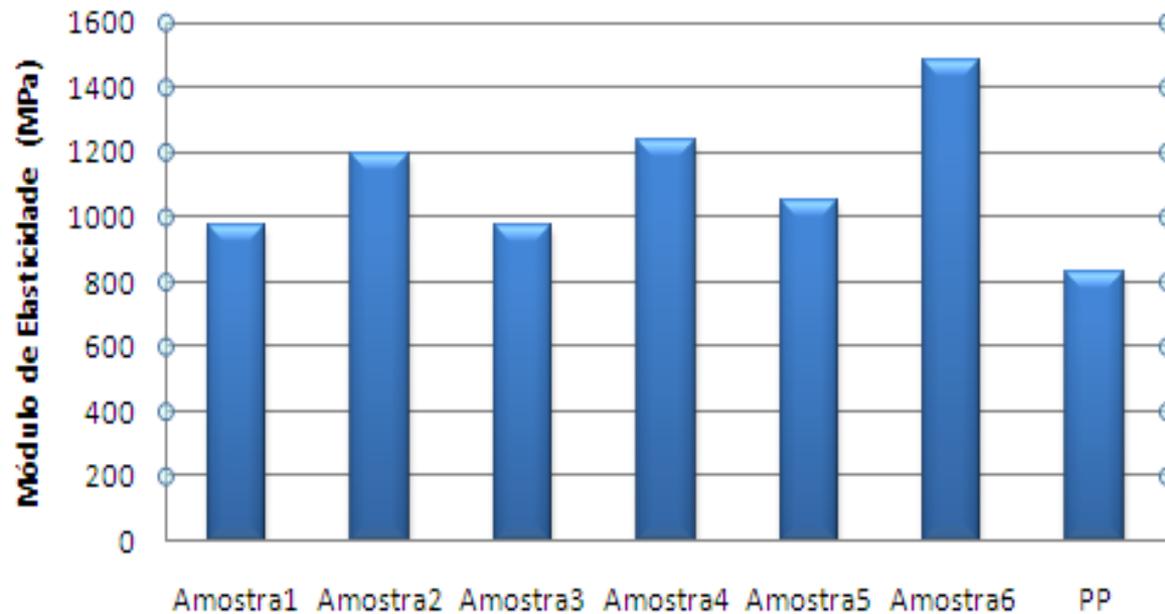


Ensaio de Flexão

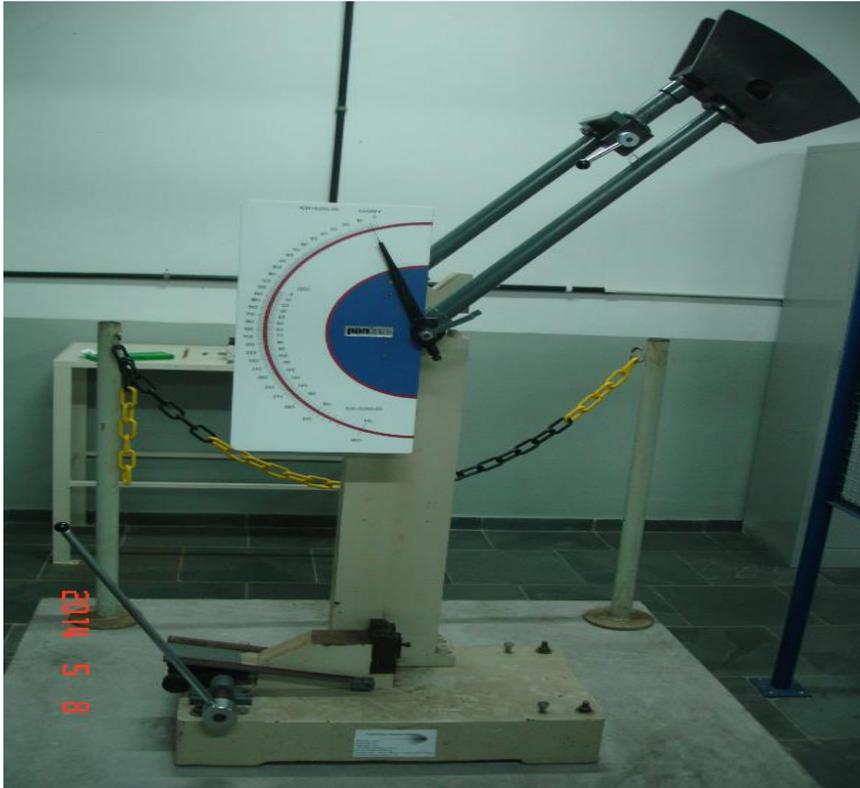


Analisando as amostras 2 e 3 de resistência a Flexão observa-se que aconteceu um aumento de 54,5% em comparação ao PP puro. Como a fase particulada (placa) é mais dura e rígida do que o PP, as partículas reforçantes tendem a restringir o movimento da fase matriz (PP) na vizinhança de cada partícula. Em essência, a matriz transfere alguma tensão aplicada às partículas, que suportam uma fração da carga. Enquanto que a matriz suporta a maior porção de uma carga aplicada, as pequenas partículas dispersas dificultam ou impedem o movimento das discordâncias. Assim deformação plástica é restringida.

Módulo de Elasticidade (Ensaio de Flexão)

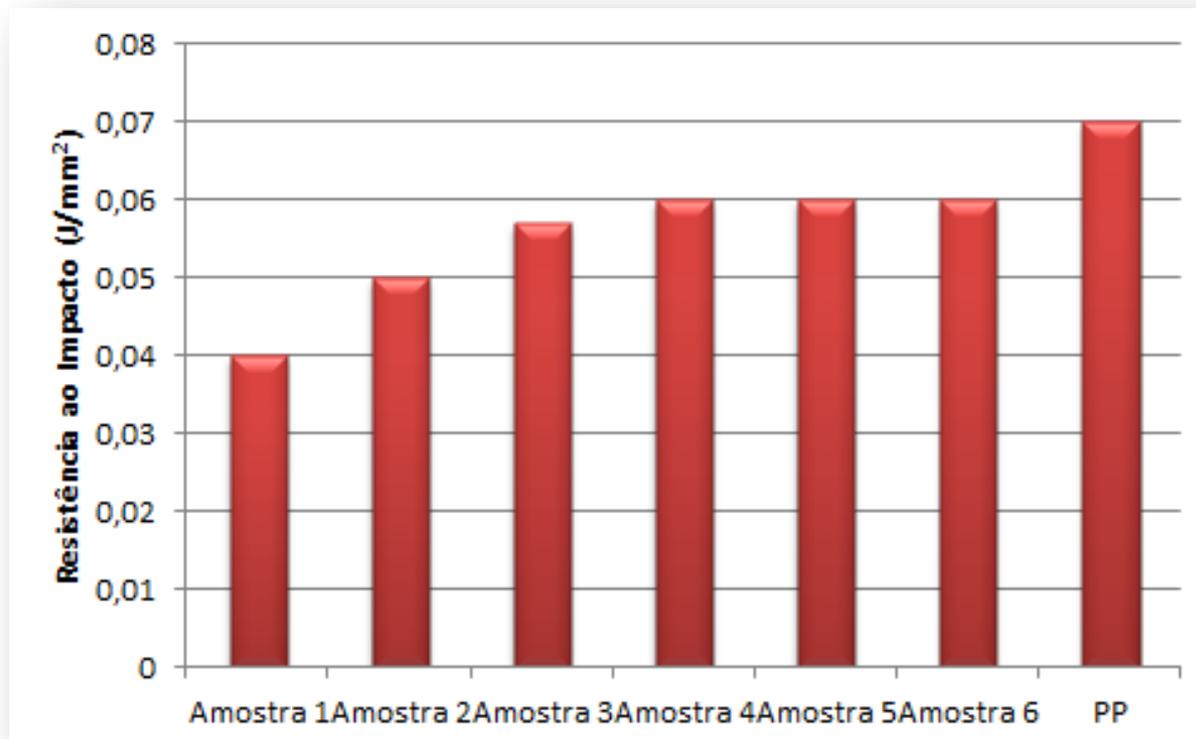


Ensaio de Impacto

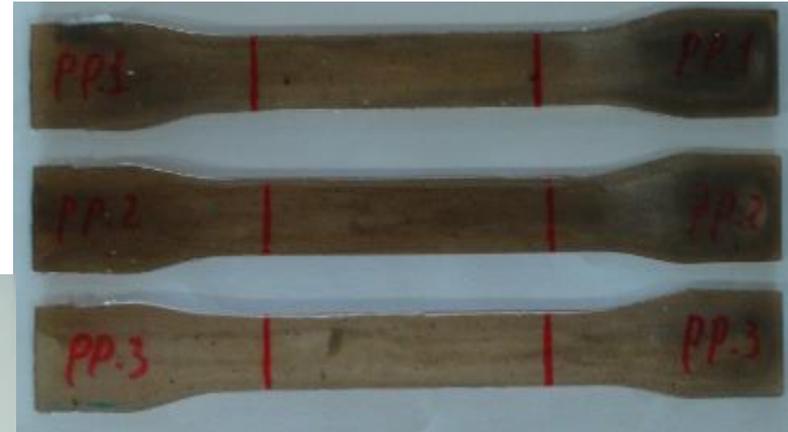


O ensaio de impacto foi realizado com a máquina PANTEC PS 30 de capacidade de 300J.

Ensaio de Impacto

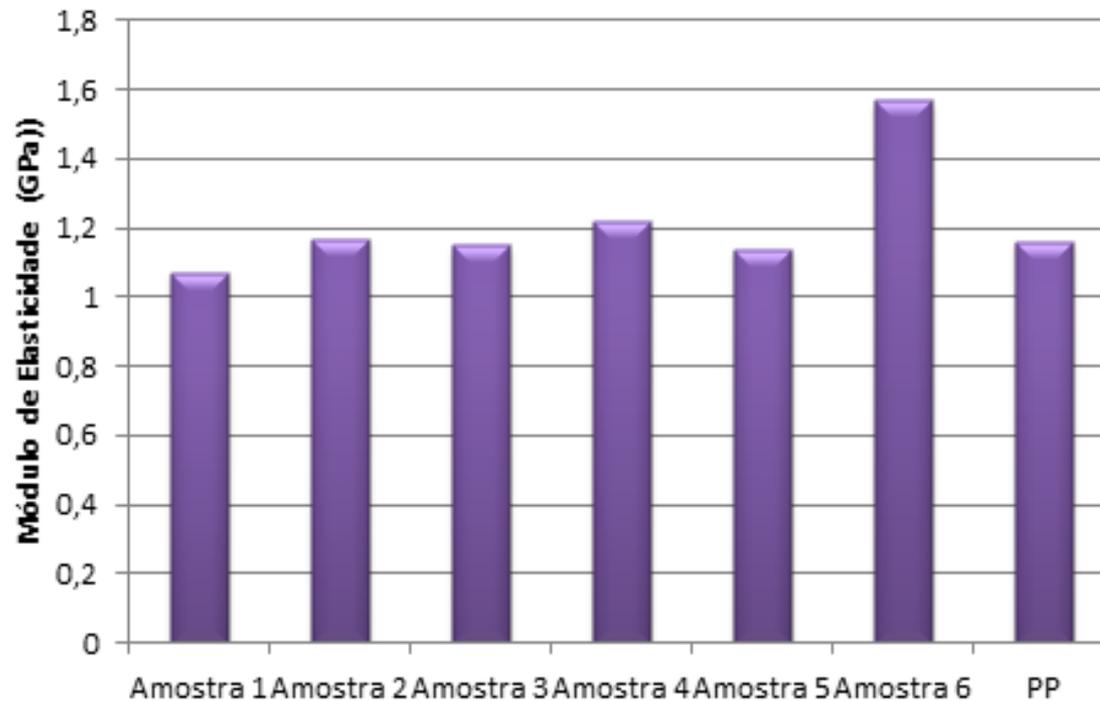


Ensaio de tração

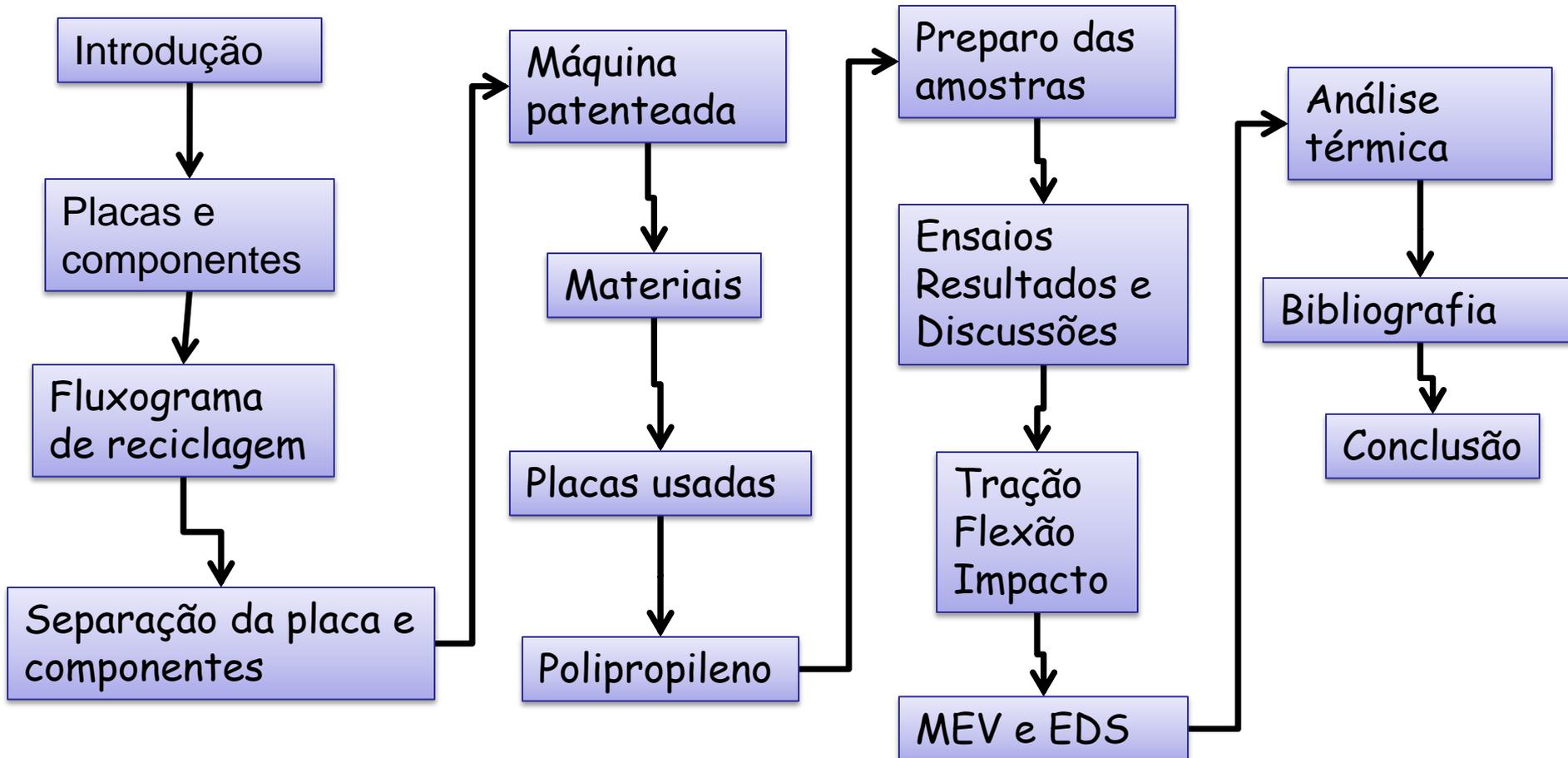


O ensaio de tração foi realizado com a máquina EMIC DL 10000 com capacidade de 100 KN e célula de carga de 5 KN e velocidade de ensaio de 3mm/min. Segundo a Norma ASTM D638. Do laboratório da UniFoa

Módulo de Elasticidade (Ensaio de Tração)



Organização da Apresentação



EDS



Foi utilizado o EDS do Laboratório da UFF (Universidade Federal Fluminense) modelo EVO MA10 da Zeiss.

Amostras sem PP.

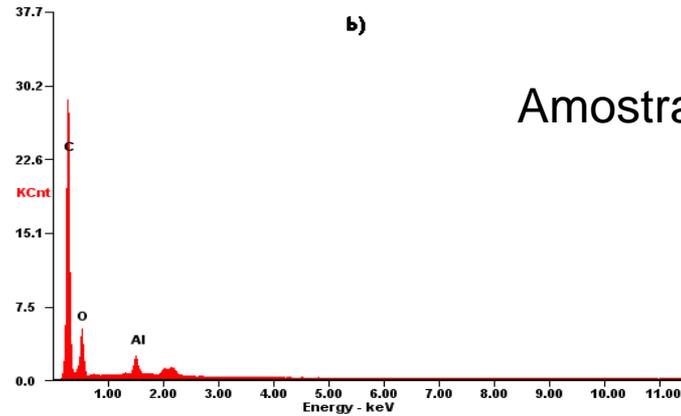
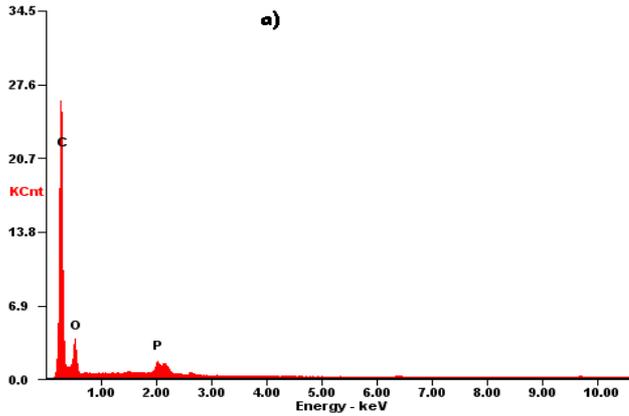
MEV



Foi utilizando um microscópio eletrônico de varredura modelo Hitachi –TM -3000 do laboratório da UniFOA operado com uma tensão de 15KV de aceleração.

Amostras preparadas para o MEV



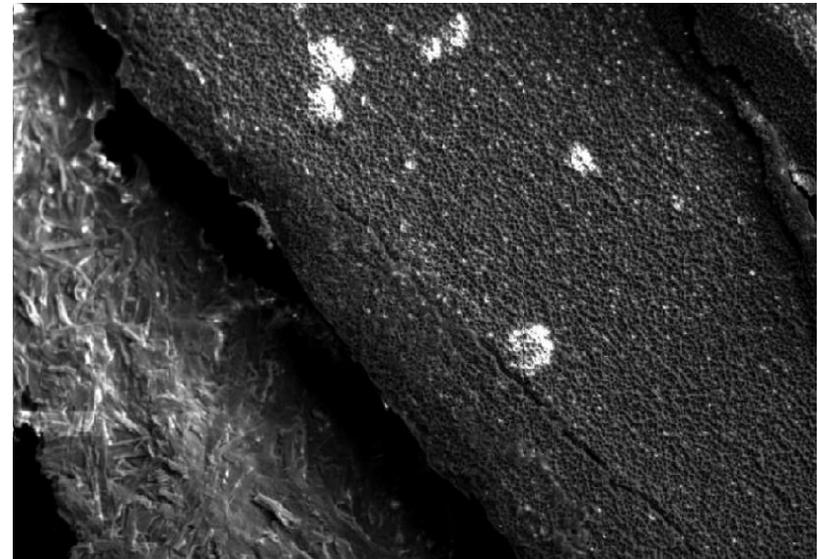
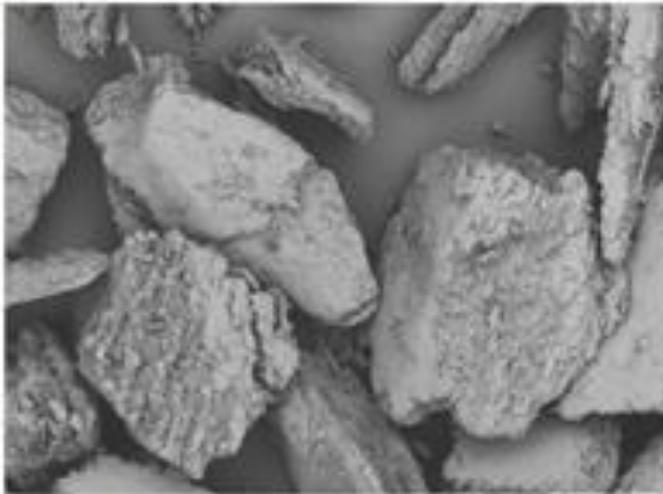


Amostra 1 - MEV para EDS

placa

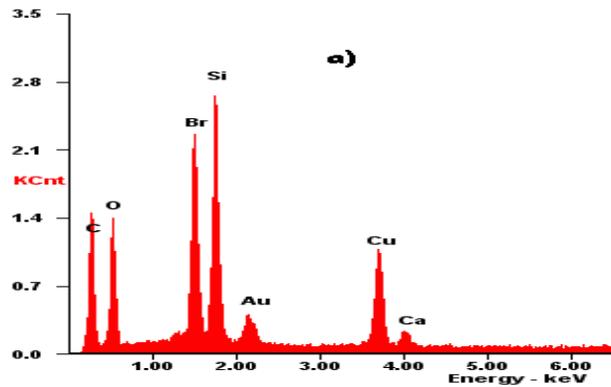
Element	Wt %	At %
C K	80.50	85.01
O K	18.28	14.49
P K	01.23	00.50

Element	Wt %	At %
C K	77.12	82.22
O K	21.24	17.00
Al K	01.64	00.78

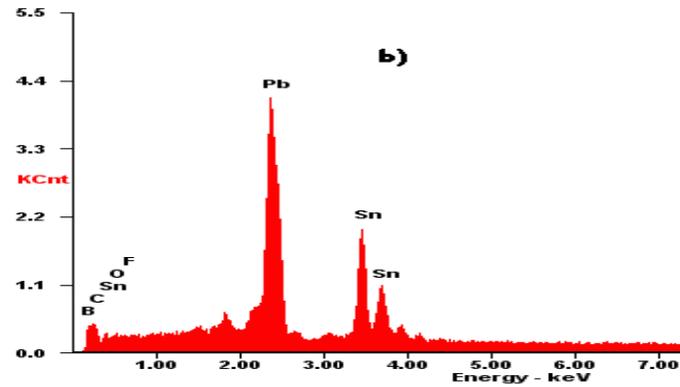


100 µm
Placa nova sem componentes - 1
Signal A = SE1 EHT = 20.00 kV
WD = 14.5 mm Mag = 80 X

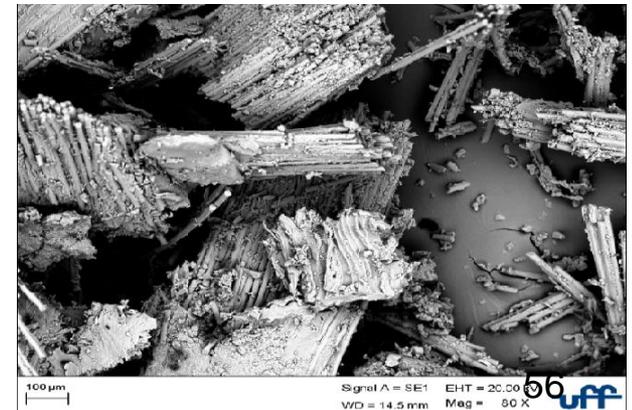
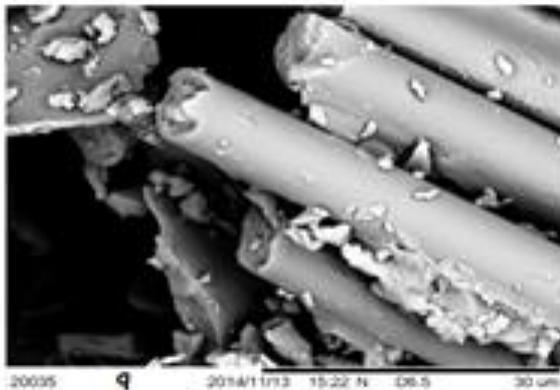
Amostra 2 - MEV para EDS



Element	Wt %	At %
C K	40.65	64.95
O K	17.71	21.25
SiK	08.78	06.00
CuK	05.11	02.45
AuL	09.24	00.90
BrK	18.51	04.45



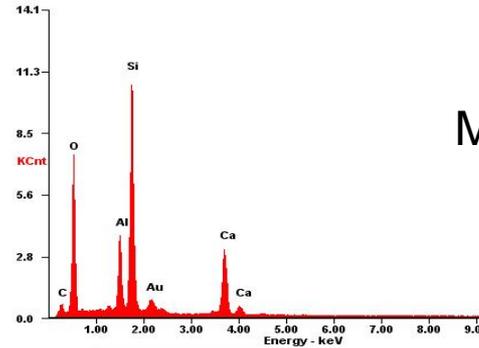
Element	Wt %	At %
B K	15.35	49.03
C K	10.18	29.27
O K	02.37	05.11
F K	00.97	01.76
SnL	23.87	06.94
PbL	47.25	07.87





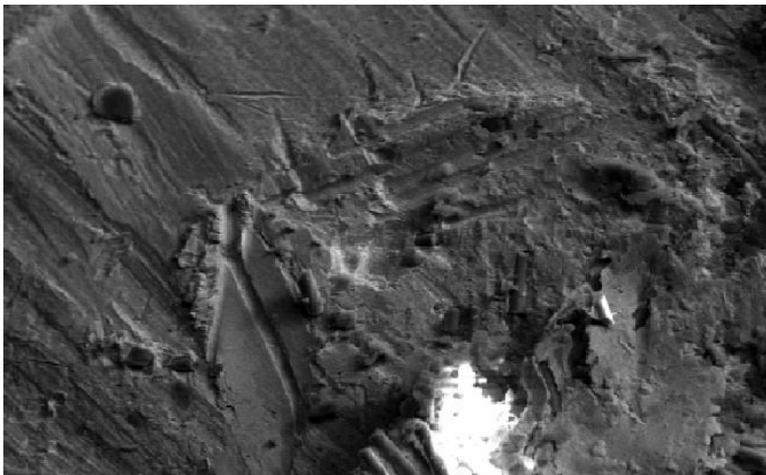
20 μm
H

Signal A = SE1 EHT = 20.00 kV
WD = 15.0 mm Mag =



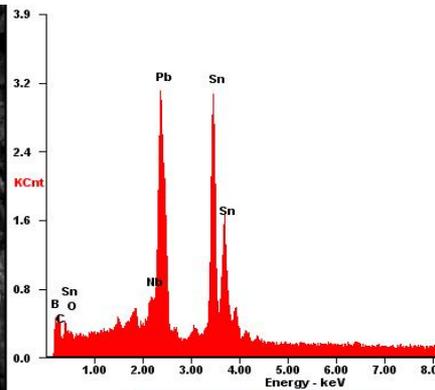
Element	Wt %	At %
C K	12.13	19.67
O K	45.64	55.56
Al K	06.73	04.86
Si K	21.11	14.64
Au M	04.46	00.44
Ca K	09.93	04.83

MEV e EDS - Amostra 3

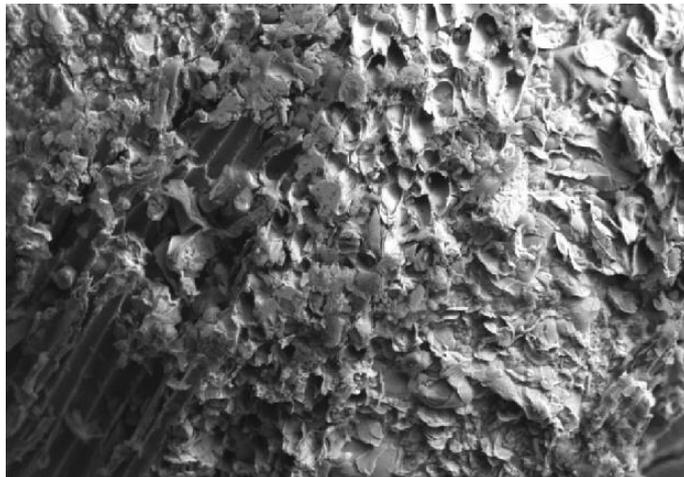


20 μm
H

Signal A = SE1 EHT = 20.00 kV
WD = 15.0 mm Mag = 244 X

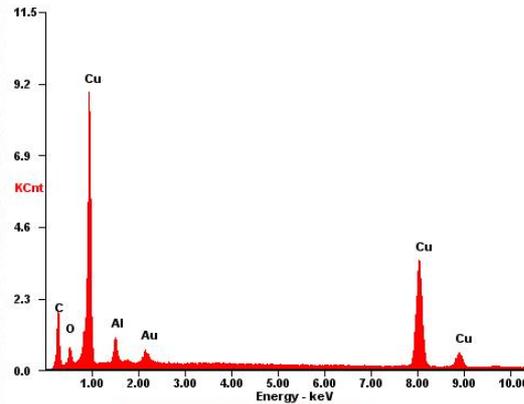


Element	Wt %	At %
B K	16.96	51.72
C K	10.02	27.49
O K	02.44	05.02
Nb L	02.45	00.87
Sn L	34.25	09.51
Pb L	33.88	05.39



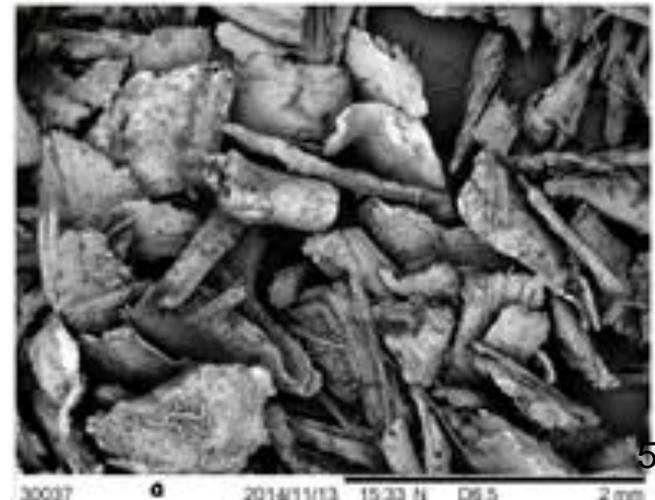
20 µm

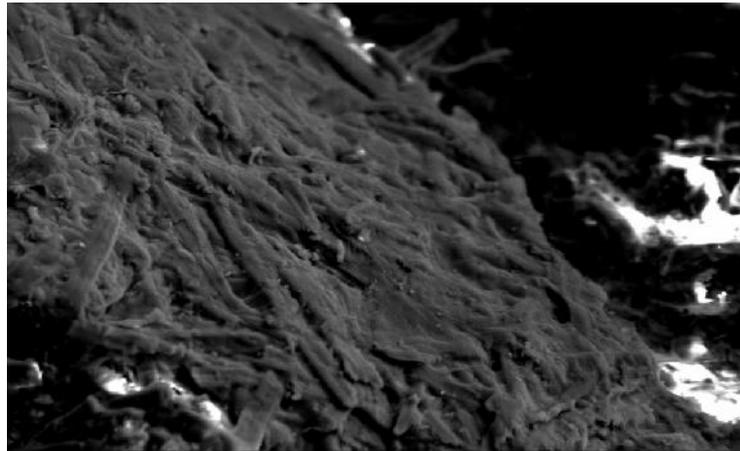
Signal A = SE1 EHT = 20.00 kV
WD = 15.0 mm Mag = 394 X



Element	Wt %	At %
C K	34.17	69.20
O K	04.46	06.79
Al K	02.78	02.50
Au M	03.55	00.44
Cu K	55.04	21.07

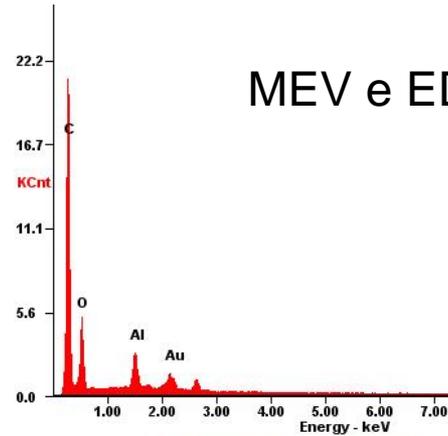
MEV e EDS - Amostra 3



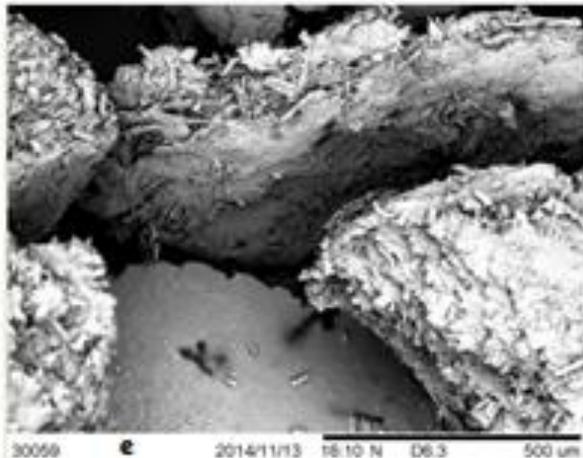


20 μm

Signal A = SE1 EHT = 20.00 kV
WD = 15.0 mm Mag = 265 X



Element	Wt %	At %
C K	71.93	80.08
O K	22.17	18.53
AlK	02.31	01.15
AuM	03.59	00.24

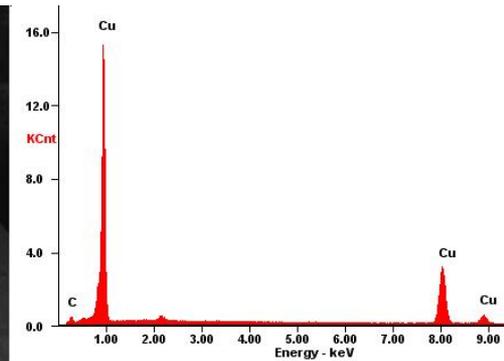


30059 e 2014/11/13 16:10 N D6.3 500 μm

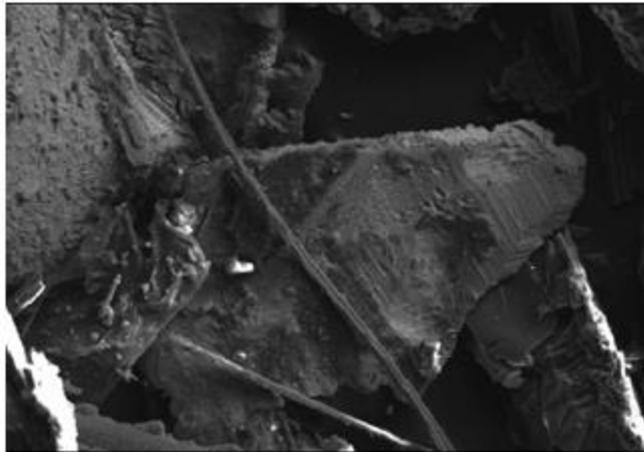


20 μm

Signal A = SE1 EHT = 20.00 kV
WD = 15.0 mm Mag = 400 X

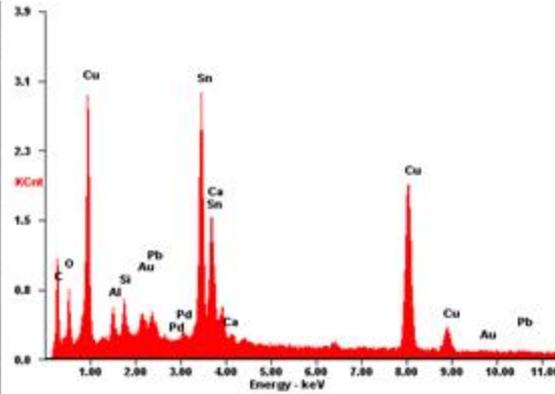


Element	Wt %	At %
C K	11.43	40.57
CuK	88.57	59.43

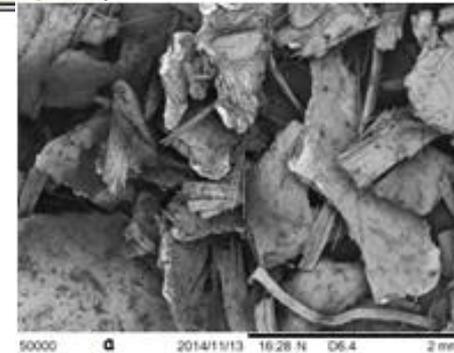


20 μm

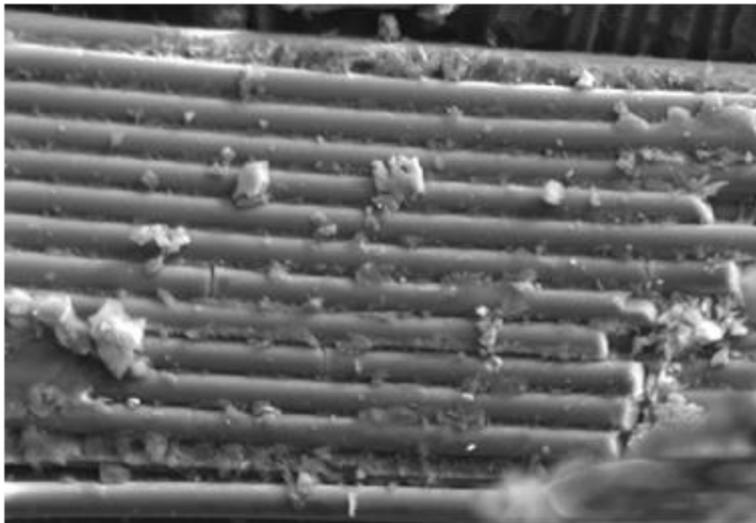
Signal A = SE1 EHT = 20.00 kV
WD = 15.5 mm Mag = 150 X



Element	Wt %	At %
C K	19.01	54.36
O K	05.78	12.41
Al K	01.28	01.63
Si K	01.33	01.63
Pd L	00.00	00.00
Sn L	27.78	08.04
Ca K	01.11	00.95
Cu K	36.55	19.76
Au L	03.93	00.69
Pb L	03.22	00.53

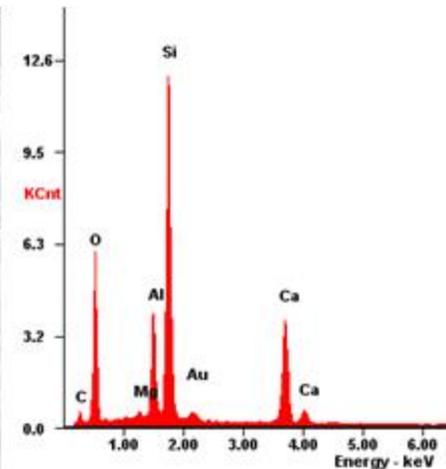


50000 2014/11/13 16:28 N 06.4 2 mm

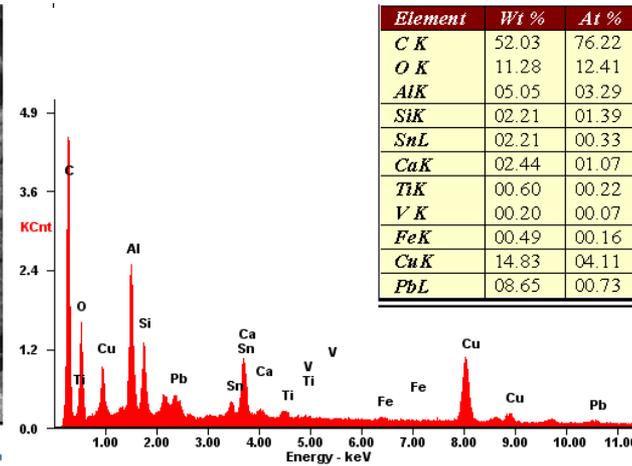


10 μm

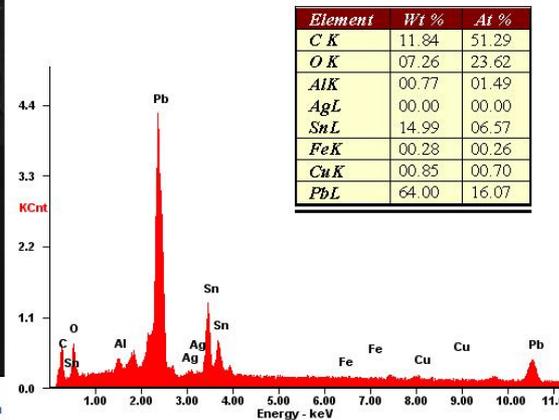
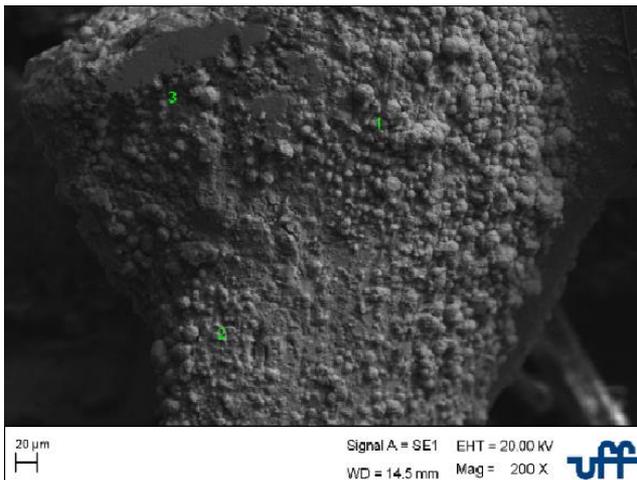
Signal A = SE1 EHT = 20.00 kV
WD = 15.5 mm Mag = 550 X

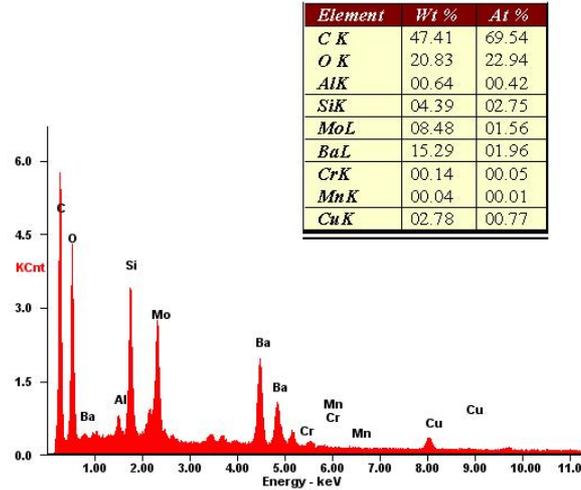
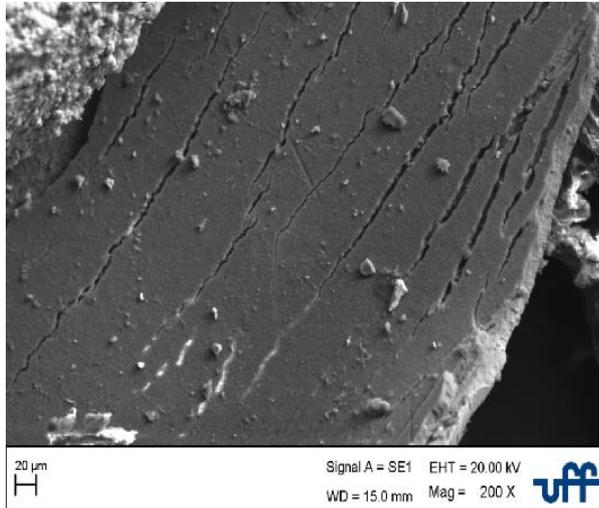


Element	Wt %	At %
C K	10.11	17.01
O K	41.05	51.84
Mg K	00.50	00.41
Al K	07.59	05.68
Si K	25.59	18.41
Au M	02.48	00.25
Ca K	12.69	06.39

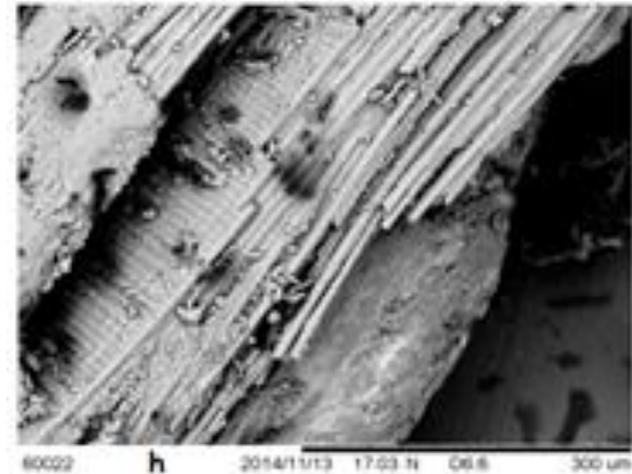
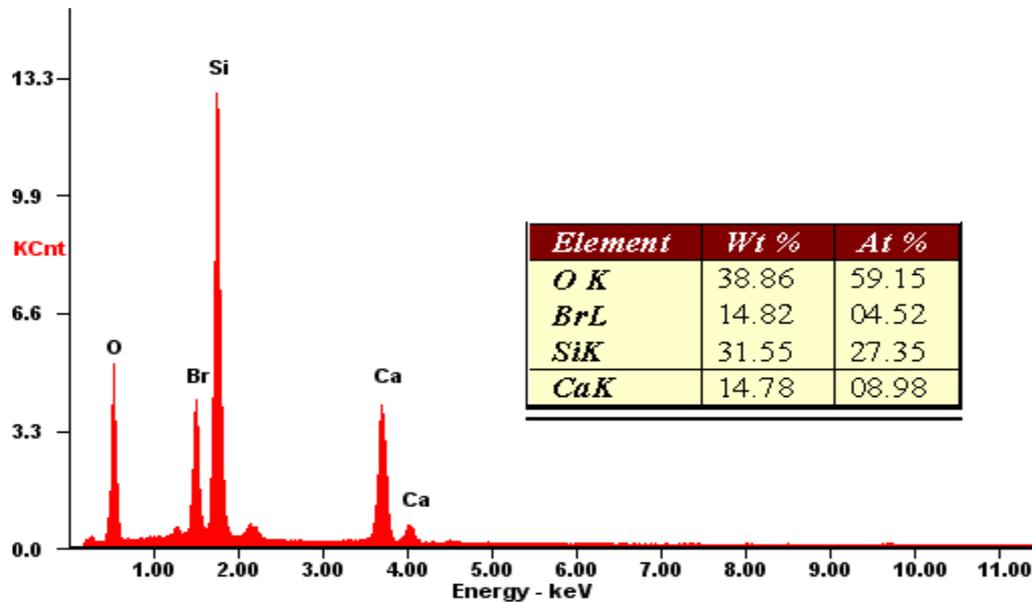


MEV e EDS - Amostra 6

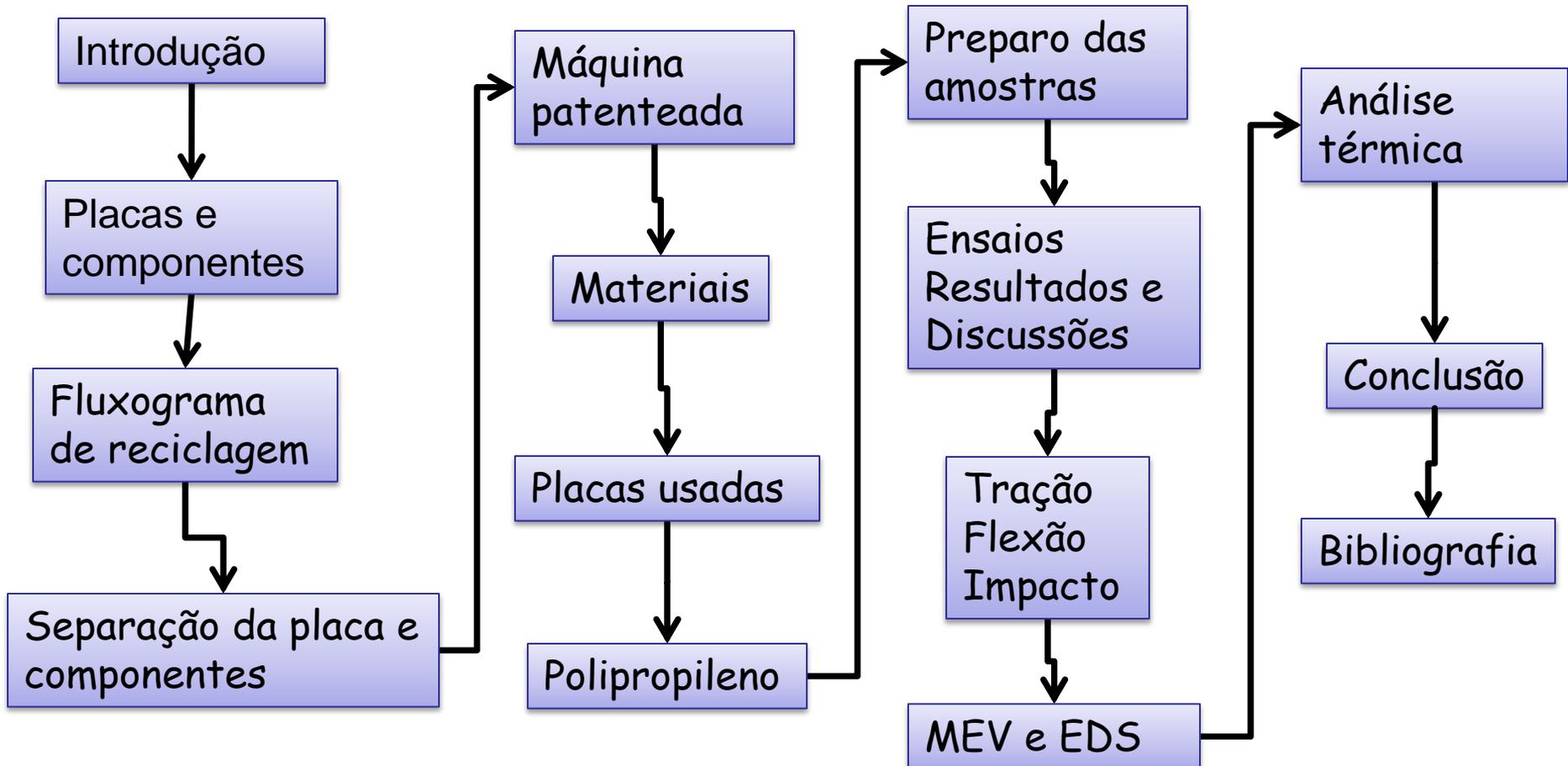




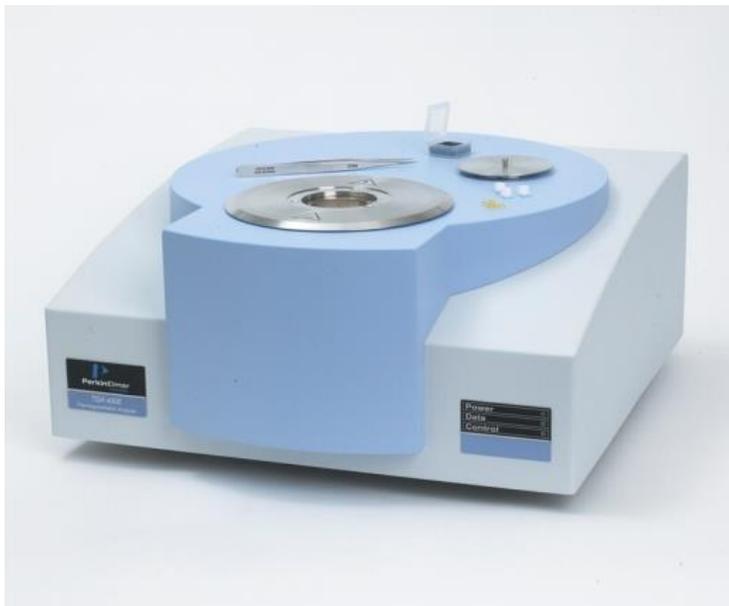
MEV e EDS - Amostra 6



Organização da Apresentação



DSC (calorimetria diferencial de varredura), ATG (análise termo-gravimétrica)



Os ensaios de caracterização térmica foram realizados na PUC – Rio no analisador térmico simultâneo da Perkin-Elmer modelo STA-6000 e foram utilizadas as seguintes condições de análises:

Faixa de temperatura: 25 a 550°C;

Taxa de aquecimento: 10°C/min;

Atmosfera na amostra: N₂;

Vazão do gás: 20 mL/min;

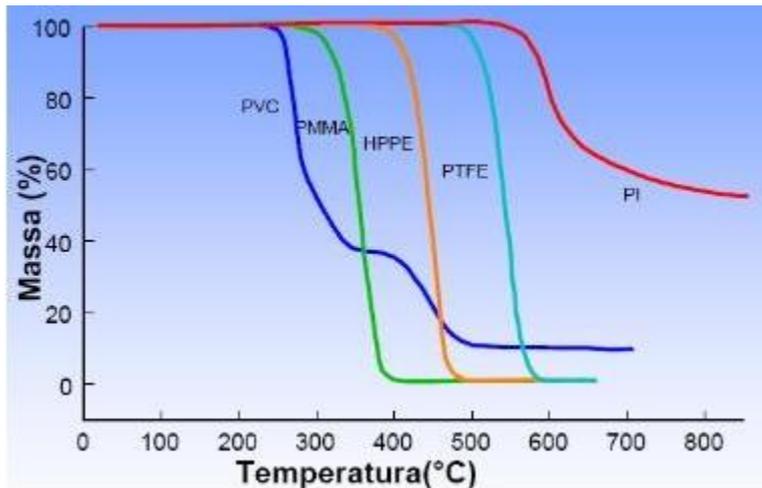
Volume do cadinho de alumina: 180 µl;

Quantidade de material ~ 12 mg.

Analizador Térmico

Fonte: Laboratório de difração de Raio X – PUC Rio

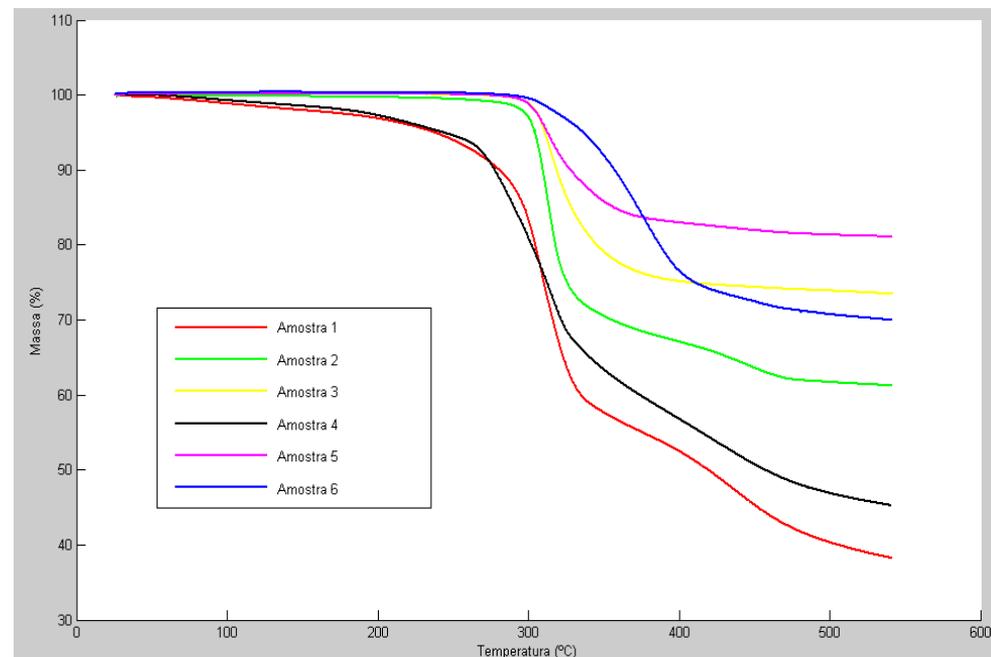
Termograma de alguns materiais poliméricos comuns



Adaptada de (Chiu, 1996)

PVC = cloreto de polivinila; PMMA = metacrilato de polimetila; LDPE = polietileno de baixa densidade; PTFE = politetrafluoroetileno ; PI = Polipirometilimida aromática

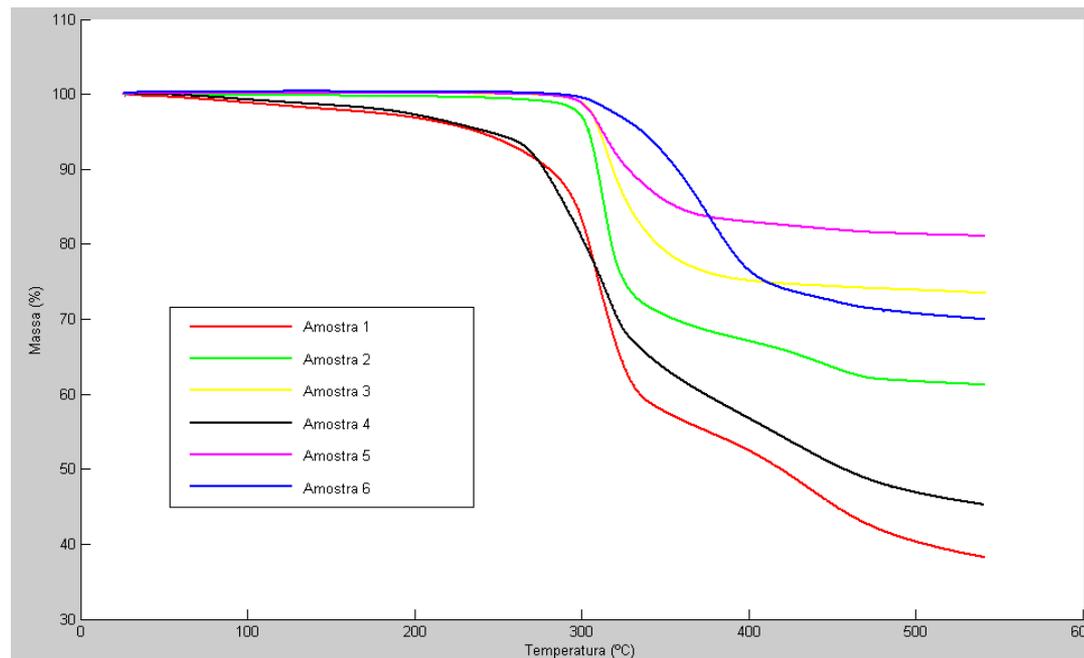
• Os termogramas fornecem informações sobre a decomposição de diferentes tipos de polímeros. Além disso, os padrões de decomposição são característicos para cada tipo de polímero e, em alguns casos pode ser usado para propósito de identificação.



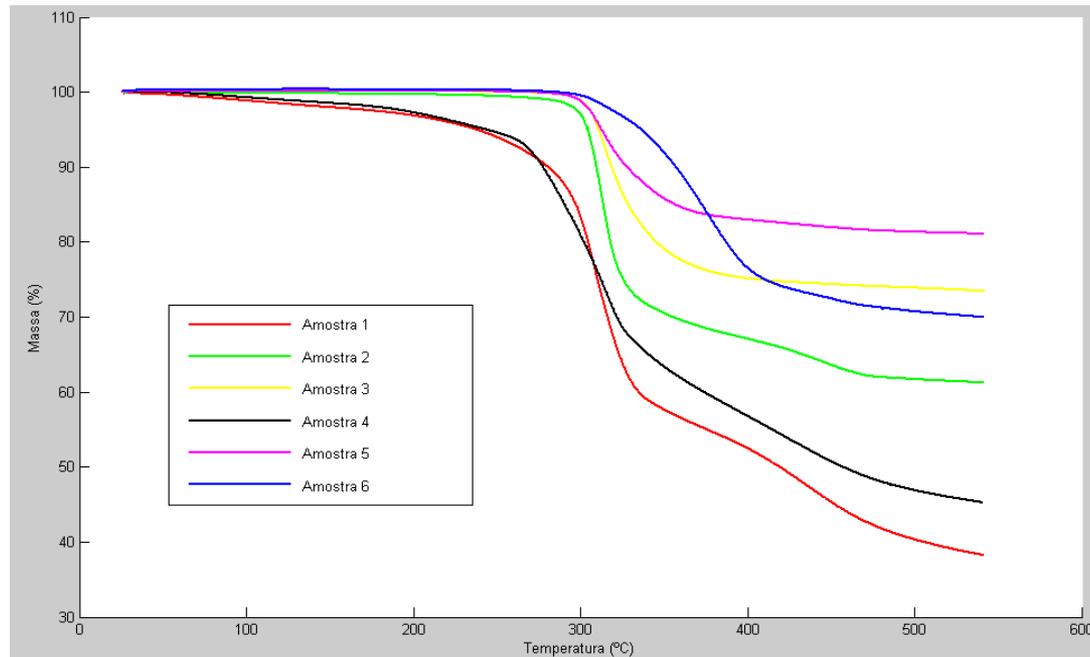
Observando a curva da amostra 1 e comparando com a curva apresentada pelo PVC notamos características parecidas.

Observando as curvas de TGA das amostras verifica-se que a amostra 1 e a amostra 4 obtiveram resultados parecidos, as duas amostras são compostas por fenolite, a amostra 1 não tem cobre, já amostra 4 apresenta cobre.

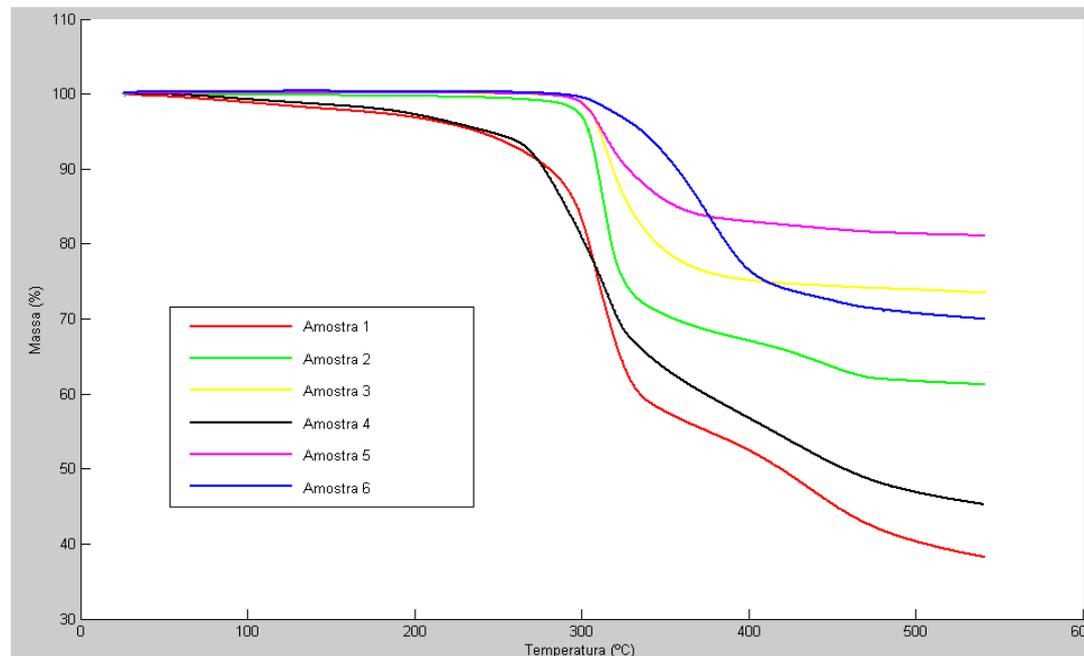
A presença do cobre teve pequena relevância na análise do TGA na comparação das duas amostras, pois a amostra 1 apresentou dois estágios de decomposição do material. Na amostra 4 esse segundo estágio não foi evidenciado. O material residual da decomposição da amostra 1 é aproximadamente 35% na amostra 4 essa porcentagem aumenta para 45%.



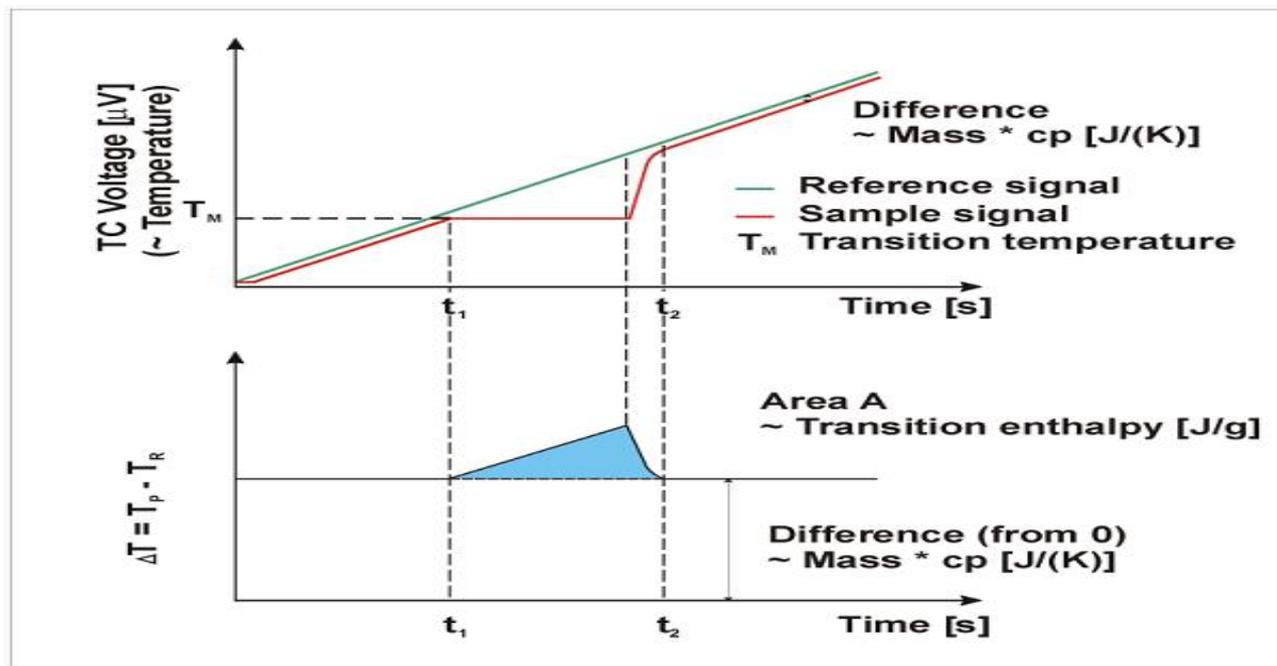
As amostras 3 e 5 são muito parecidas a única diferença foi a queima parcial da amostra 5. As proximidades das amostras 3 e 5 podem ser observadas no TGA, a diferença que pode ser observada é o resíduo da decomposição, no caso a quantidade de carga inorgânica que não se decompõe termicamente. A amostra 3 apresenta aproximadamente 75 % de material que não se decompõe já a amostra 5 apresenta 85%.



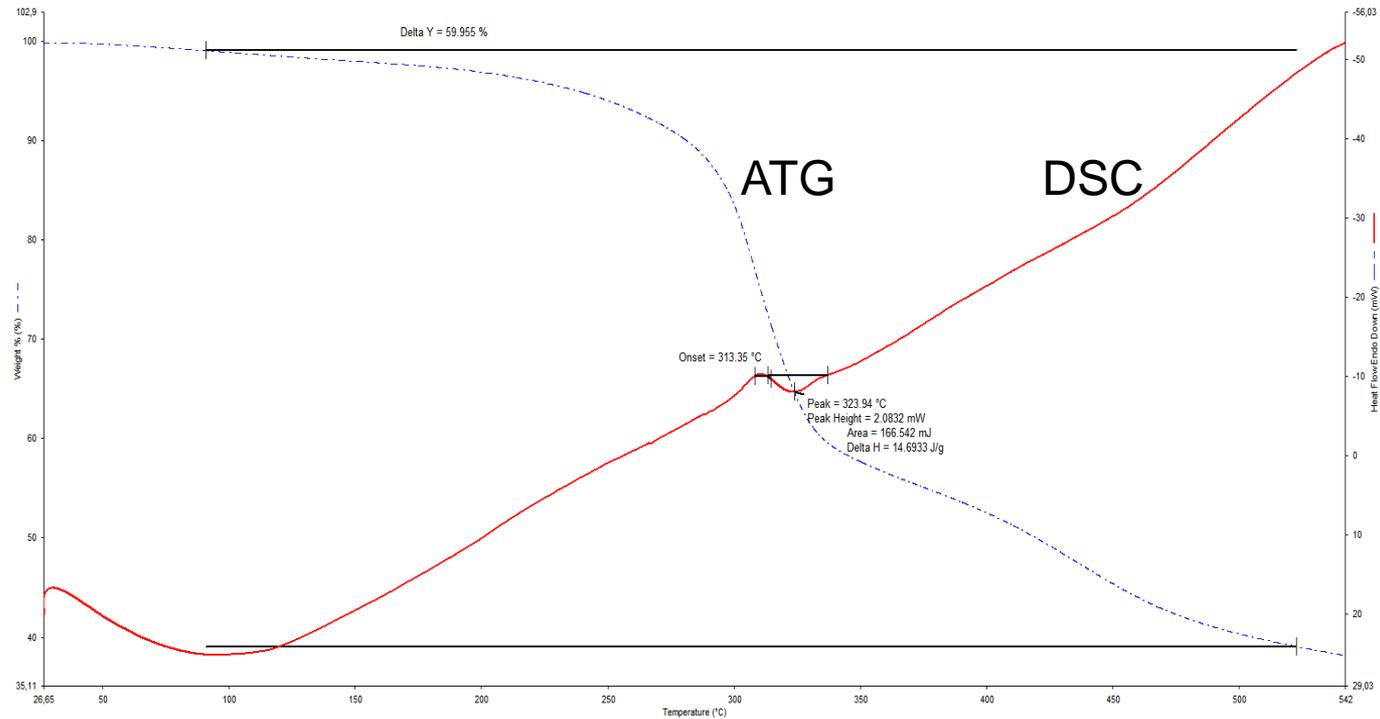
A amostra 6 por conter uma composição variada apresenta uma temperatura de decomposição mais elevada que as outras amostras ficando na faixa de 380°C a 400°C, enquanto as outras amostras estão na faixa de 300°C a 320°C. A porcentagem de resíduos que não se decompõe termicamente ficou em uma faixa intermediária em comparação com as outras amostras, inicialmente se esperava que a mostra 6 apresentasse a maior porcentagem de resíduos, mas a diversificação dos mesmos contribuiu para a redução do percentual



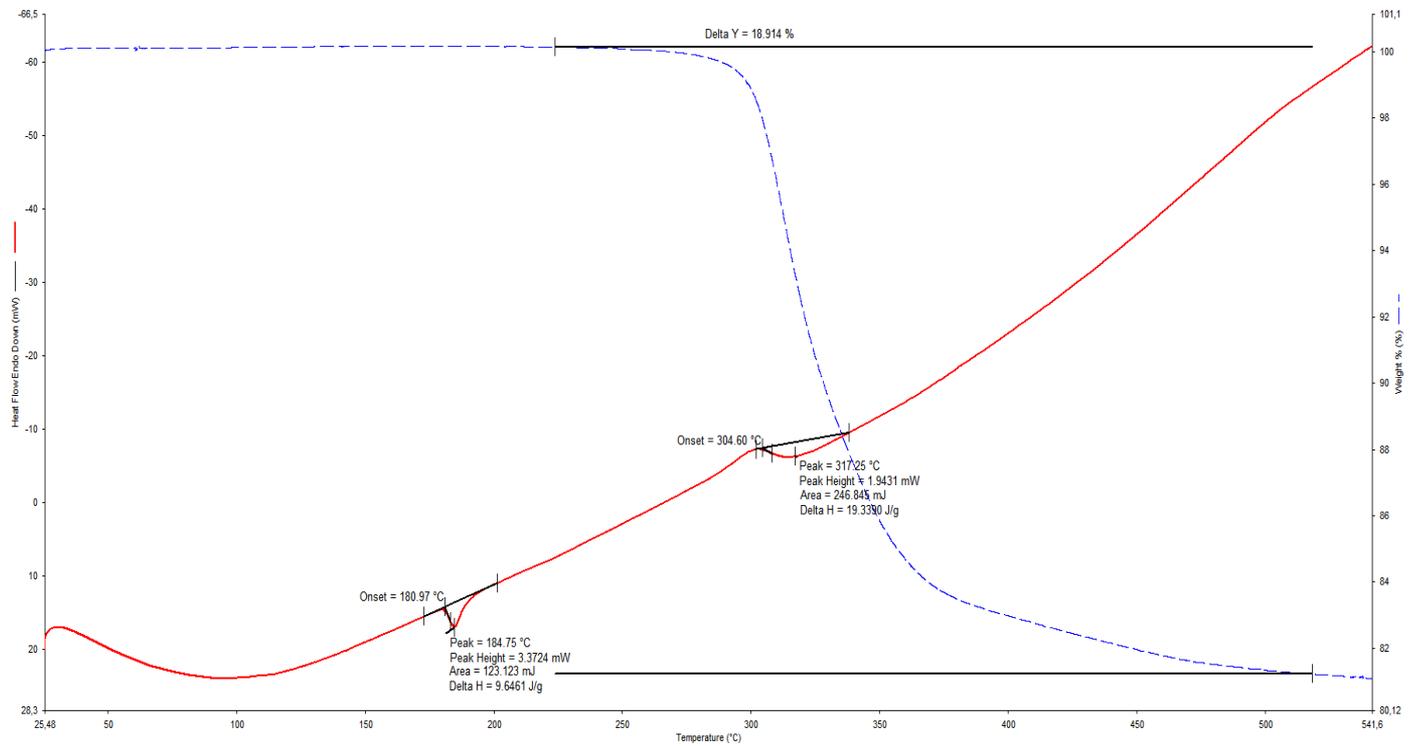
DSC (calorimetria diferencial de varredura),

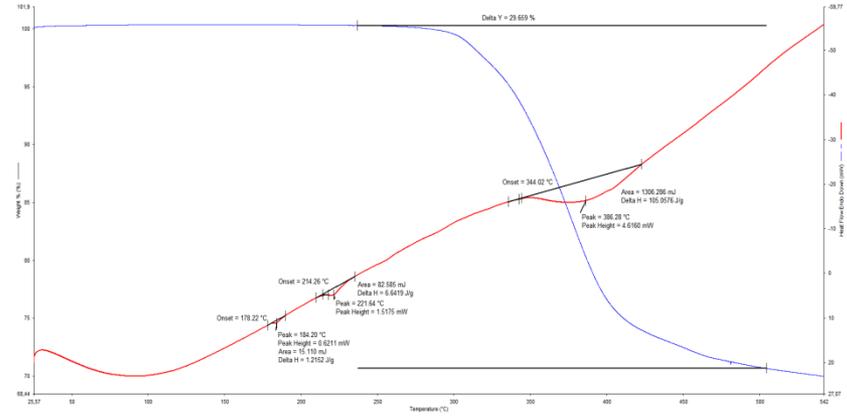
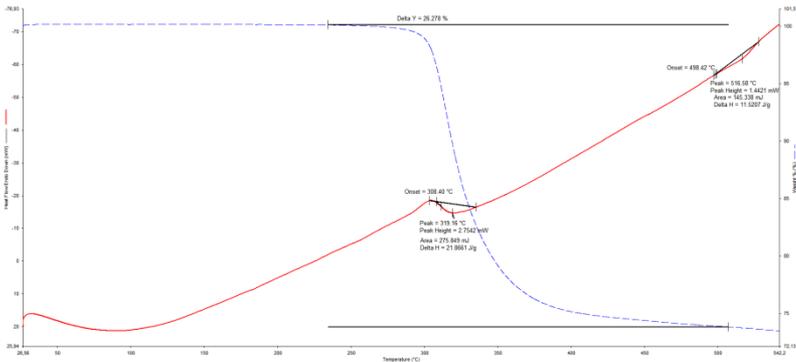
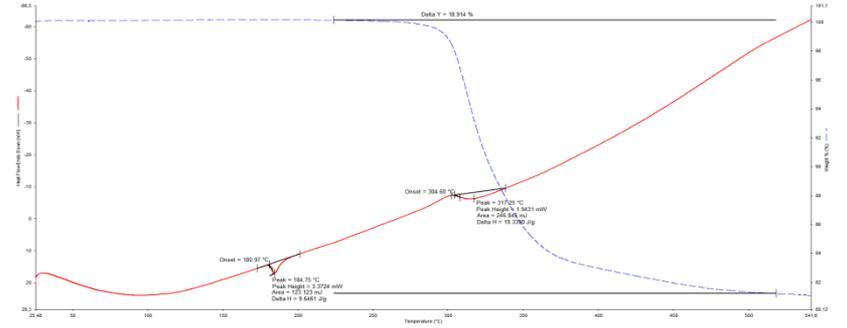
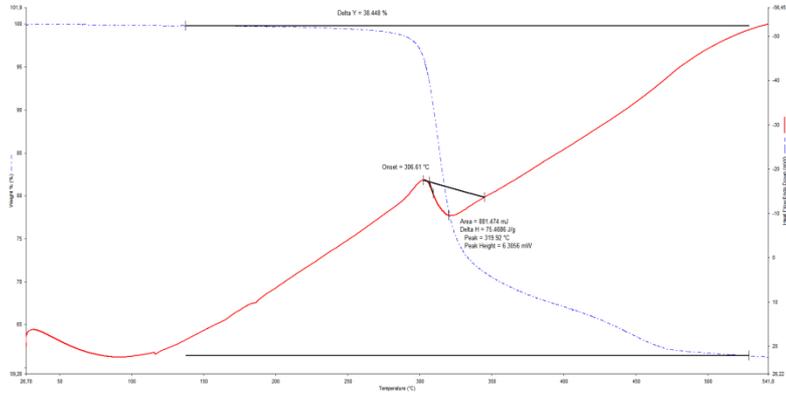
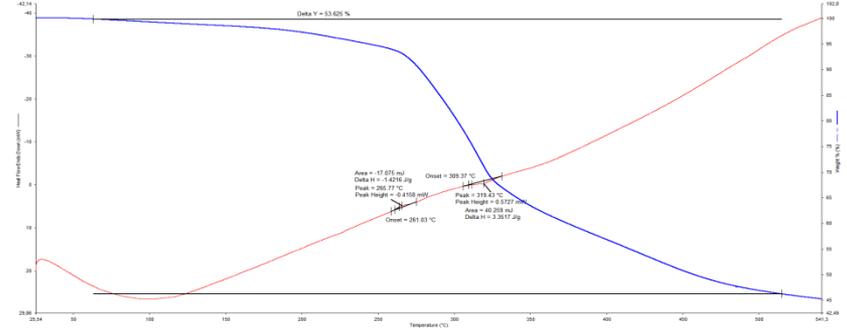
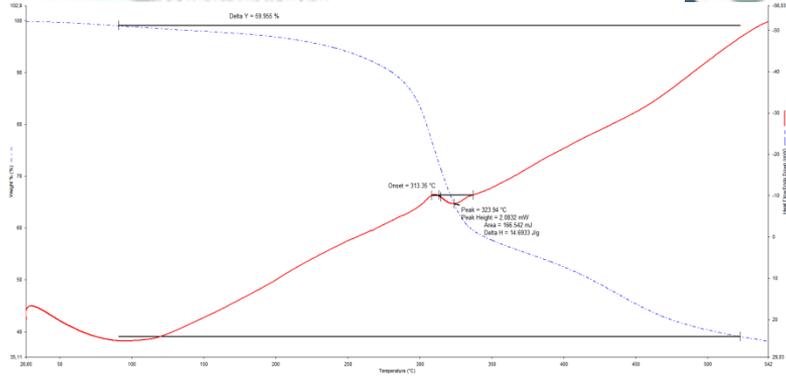


Fonte: Fornecedor de DSC - NETZSCH



Análise térmica da amostra 1



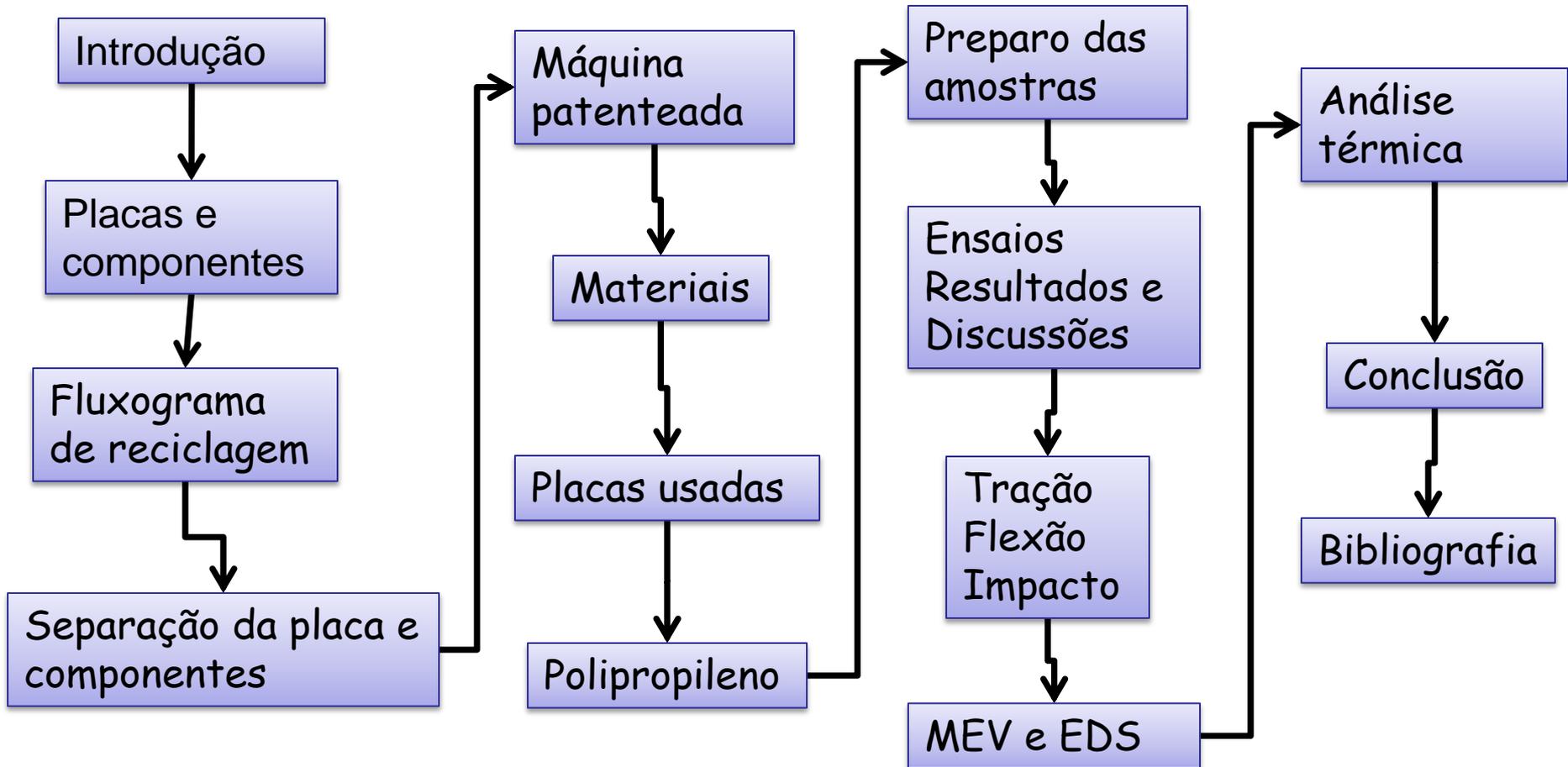


DSC

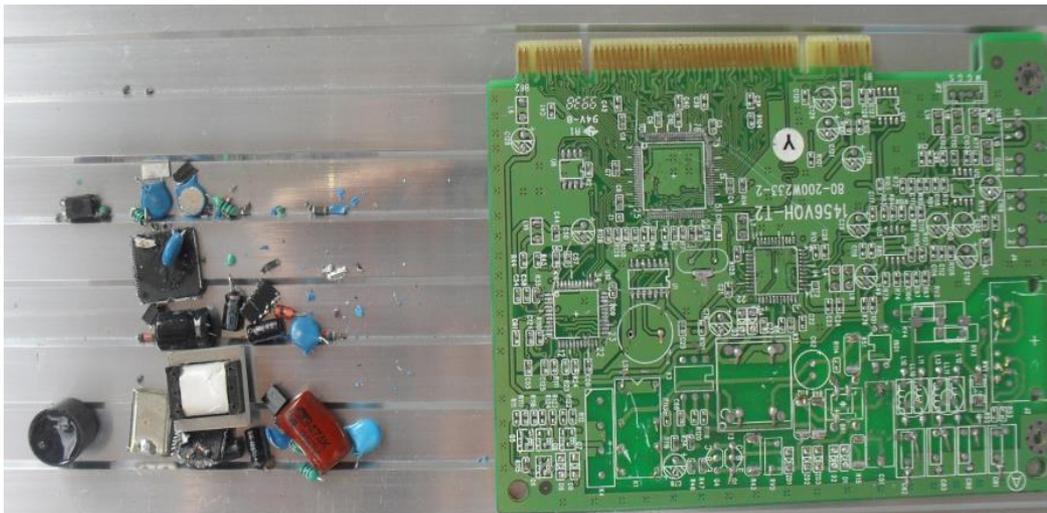
Amostras	Entalpia (J/g)	Temperatura °C *	Tipo
Amostra 1	14,69	323,94	Endotérmico
Amostra 2	75,47	319,92	Endotérmico
Amostra 3.1	21,86	319,16	Endotérmico
Amostra 3.2	11,52	516,58	Endotérmico
Amostra 4.1	-1,42	265,77	Exotérmico
Amostra 4.2	3,35	319,43	Endotérmico
Amostra 5.1	9,64	184,75	Endotérmico
Amostra 5.2	19,34	317,25	Endotérmico
Amostra 6.1	1,21	184,20	Endotérmico
Amostra 6.2	6,64	221,64	Endotérmico
Amostra 6.3	105,05	386,28	Endotérmico

*Temperatura no pico endotérmico/ exotérmico

Organização da Apresentação



- Equipamento de retirada de componentes eletrônicos das placas de circuitos impressos agrega maior viabilidade à reciclagem.



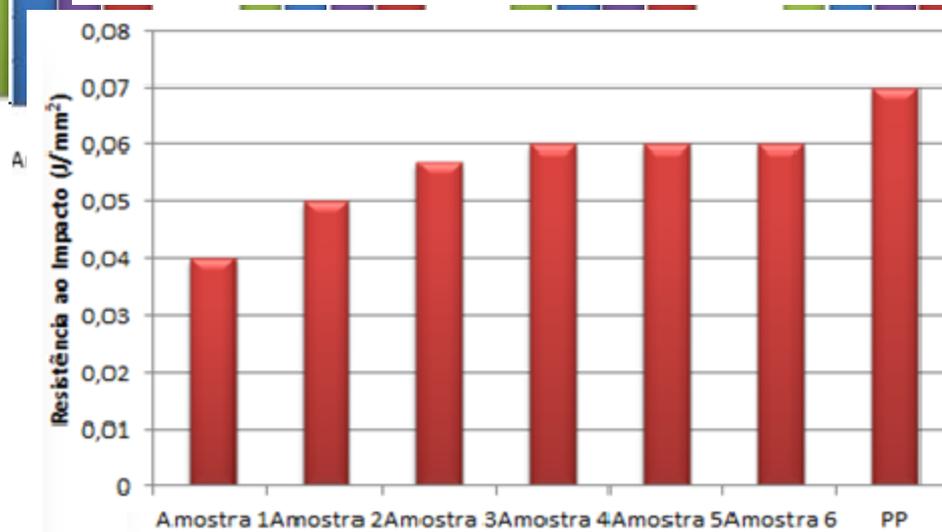
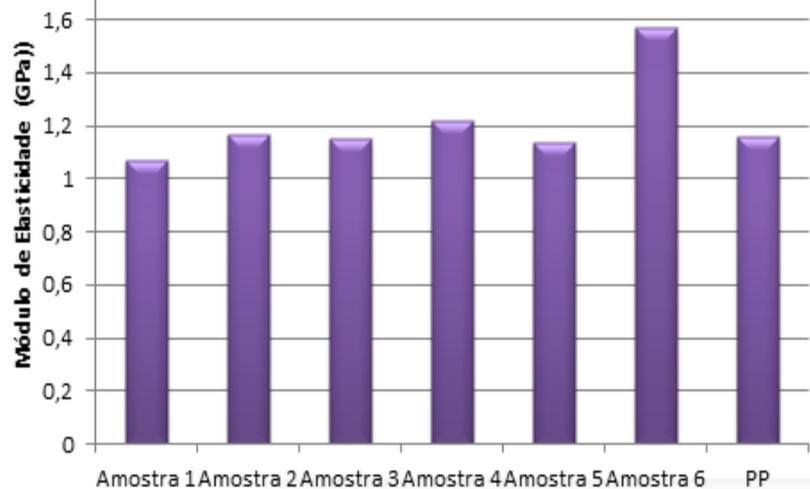
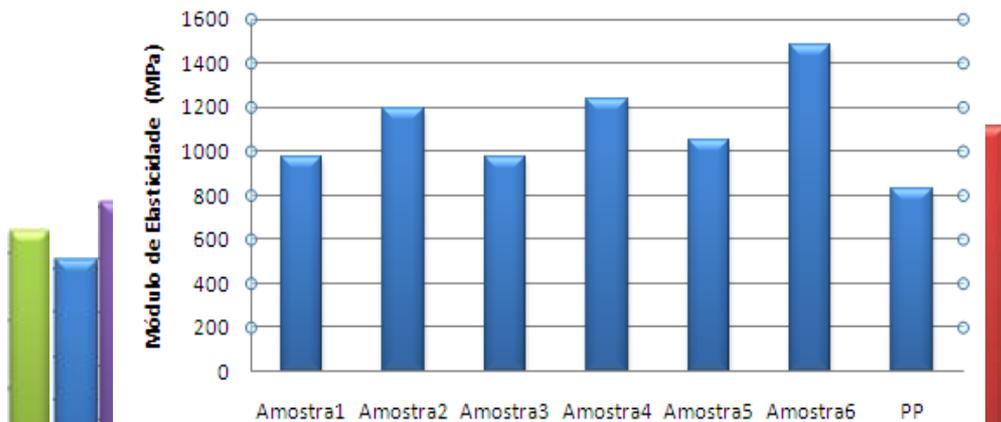
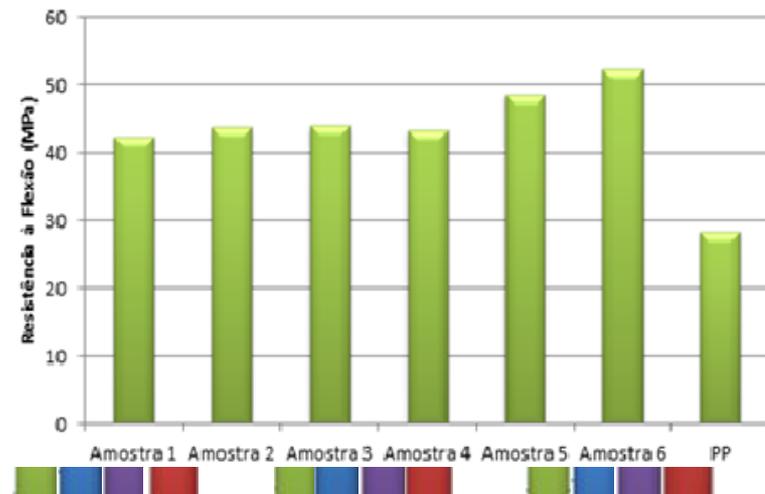
Amostras

Ensaio de flexão: valores superiores ao PP

Ensaio de tração: valores iguais ou ligeiramente superiores ao PP

Ensaio de Impacto: valores abaixo ao PP

Verifica-se também que a presença de cobre não mostrou mudanças nas informações fornecidas pelos gráficos de ensaios mecânicos.



Com os dados fornecidos pelo MEV e EDS verifica-se que as amostras de placas feitas com fenolite (amostras 1 e 4) apresentam uma grande porcentagem de carbono, pois a base desse tipo de placa é a celulose. Não sendo indicada a substituição do PP puro em situações onde necessita-se de pouca umidade. Um bom exemplo da **não** utilização do compósito feito com as amostras 1 e 4 é a carcaça e partes internas de equipamentos eletroeletrônicos, pois a exposição do circuito à umidade retida na carcaça poderia danificar ou reduzir a vida útil dos equipamentos.



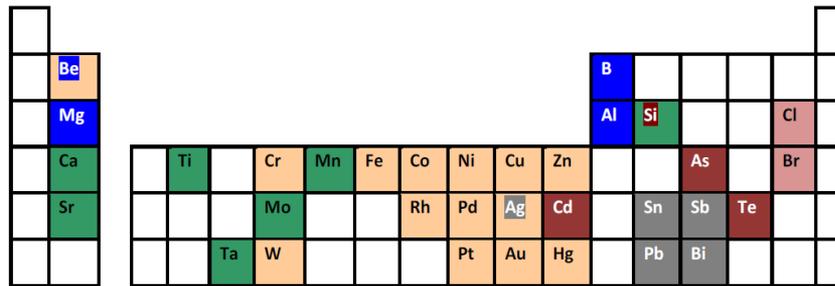
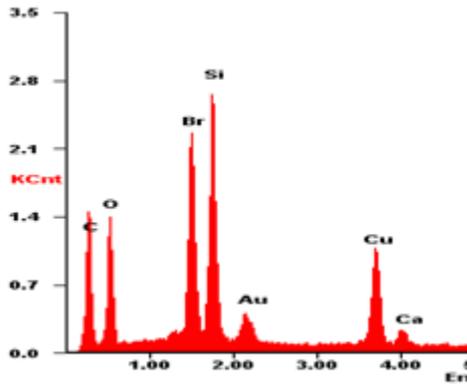
EDS amostra 1



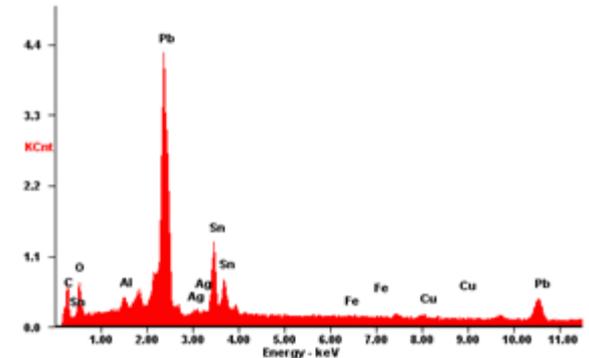
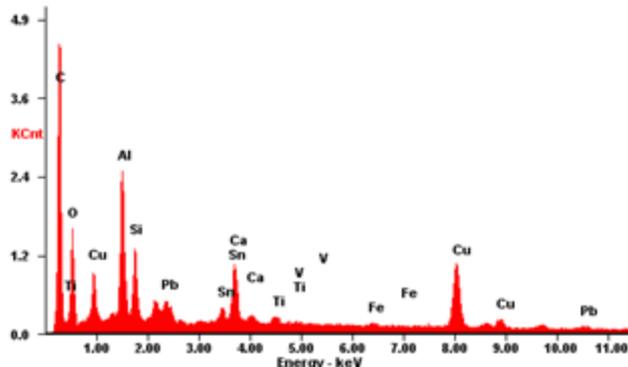
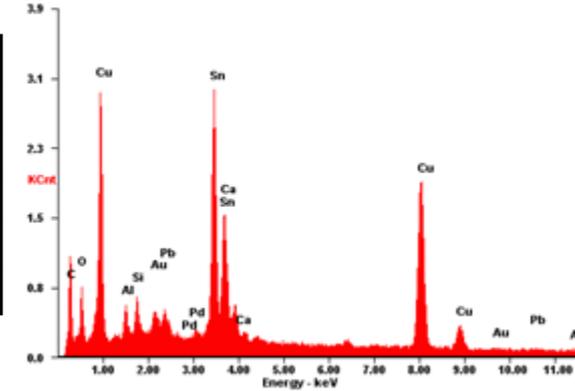
EDS amostra 4



• Com os dados fornecidos pelo MEV e EDS verifica-se que as amostras de placas apresentam realmente composições muito variadas



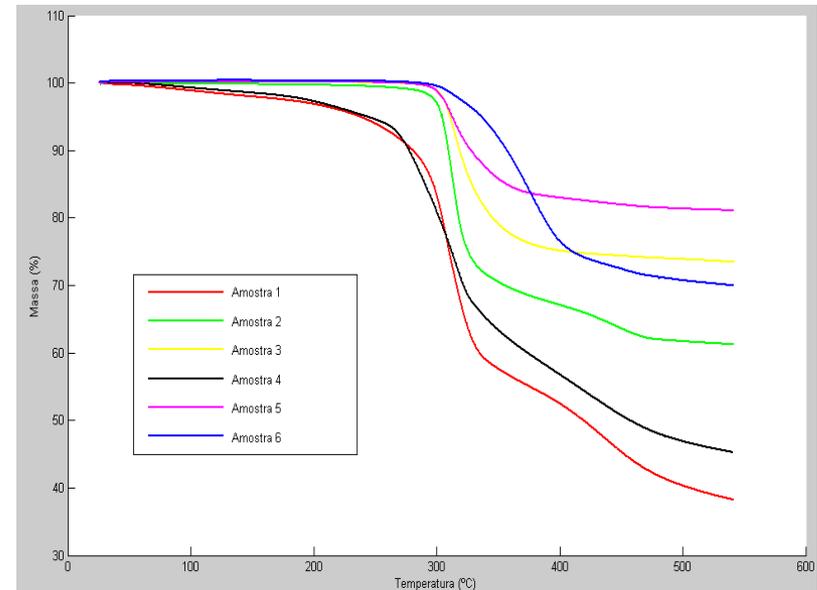
Elementos constituintes da solda
Elementos presentes nos dielétricos (Constituinte dos condensadores)
Elementos presentes nos retardadores de chama
Elementos presentes nos contactos das placas de circuito impresso (PCB)
Elementos usados para o isolamento e chapa
Elementos constituintes da base dos semicondutores



- Analisando os resultados dos ensaios térmicos pode-se verificar que as amostras de placas sem (quantidade reduzida) apresentaram mudanças de fase entre as temperaturas de 319°C a 323°C que são valores maiores que a fusão do polipropileno que é de 165°C.

DSC

Amostras	Entalpia (J/g)	Temperatura a °C *	Tipo
Amostra 1	14,69	323,94	Endotérmico
Amostra 2	75,47	319,92	Endotérmico
Amostra 3.1	21,86	319,16	Endotérmico
Amostra 3.2	11,52	516,58	Endotérmico
Amostra 4.1	-1,42	265,77	Exotérmico
Amostra 4.2	3,35	319,43	Endotérmico
Amostra 5.1	9,64	184,75	Endotérmico
Amostra 5.2	19,34	317,25	Endotérmico
Amostra 6.1	1,21	184,20	Endotérmico
Amostra 6.2	6,64	221,64	Endotérmico
Amostra 6.3	105,05	386,28	Endotérmico

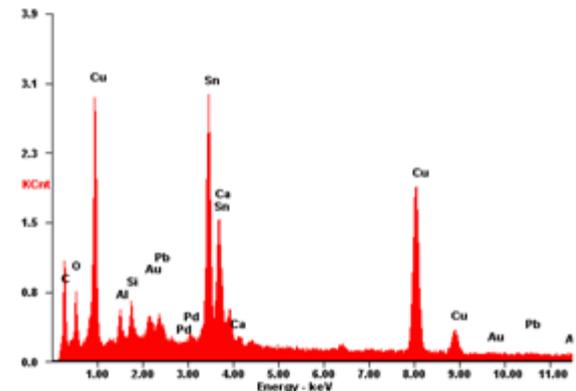


*Temperatura no pico endotérmico/ exotérmico

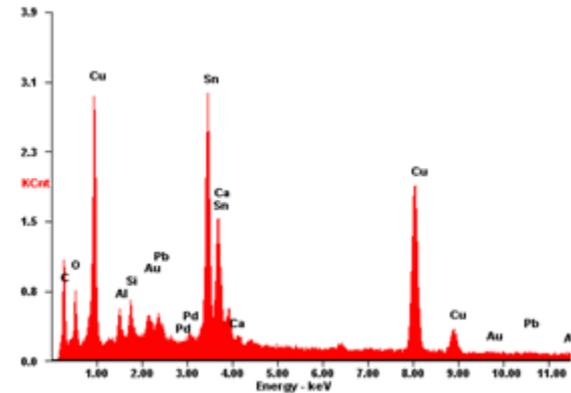
•Com o compósito feito com a matriz polimérica de polipropileno e carga de placas de circuitos eletrônicos indica-se uma aplicação na construção civil, onde aplica-se o polipropileno puro (com seus aditivos usuais: antioxidantes, anti UV etc). Por exemplo Lajes como o Bubbles Deck, ou em transporte de material como o pallet Pack Less. Uma outra aplicação para o compósito é em grama sintética que é feita de polipropileno.



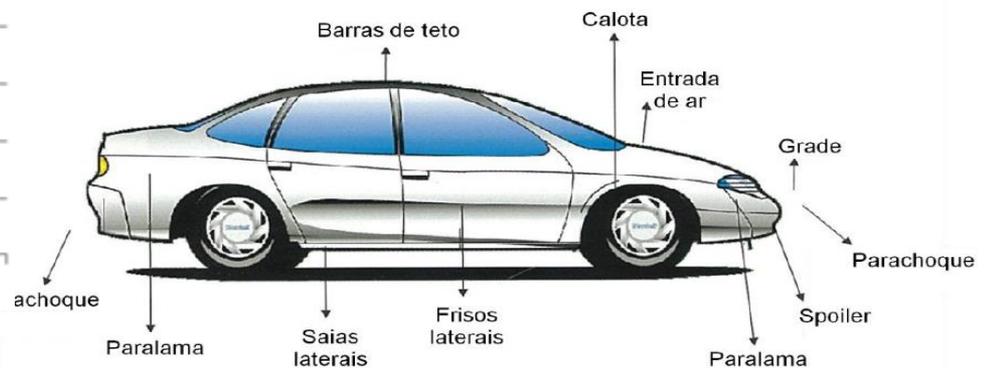
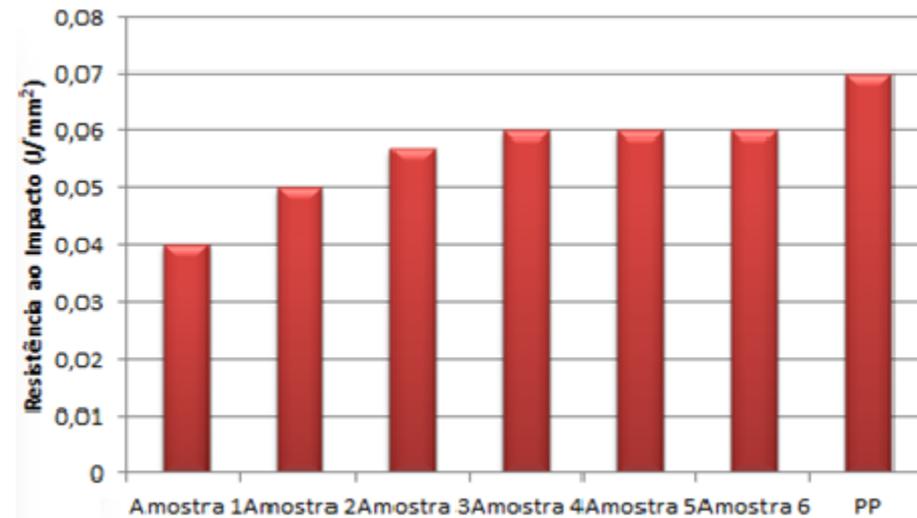
- Esse compósito (polipropileno + placa de circuito impresso) **não** é indicado para embalagens de produtos alimentícios, pois apresenta traços de cobre ou chumbo, pois esses traços poderiam interferir na qualidade e segurança dos alimentos.



- Uma outra aplicação que o compósito **não** é indicado é para material de suporte para sistemas elétricos (caixas de passagem, corrugados, suporte de disjuntores etc), por possuir traços de cobre poderia causar prejuízos aos sistemas elétricos ou potencializar a eletricidade estática.



• Outra aplicação que o compósito **não** é indicado é em situações onde se exige maiores valores de resistência ao impacto, um bom exemplo para a **não** substituição é o pára choque de carros. Onde necessita-se de uma resistência ao impacto mínima.



É necessário viabilizar um destino para os eletroeletrônicos descartados e a placa reciclada tem um baixo custo tornando-se então interessante utilizá-la como reforço em matriz polimérica. Assim se obtém um produto com um custo reduzido e com propriedades úteis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGENDA 21. Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Brasília: Câmara dos Deputados, 1995.

ALBERTO, R.: Introdução a Análise Térmica de Materiais 2. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAetaYAK/introducao-a-analise-termica-materiais-2?part=3>. Acesso em 16 mar 2015.

ALUMINUM. Disponível em: www.aluminumextrusionb2b.com. Acesso em 15ago 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. NBR 8188/83: Guia de projeto e uso de placa impressa: procedimento. Rio de Janeiro, 1983.

BRASKEN, Polipropileno H 301. Disponível em <<http://www.brasken.com.br/site.aspx/consultar-produtos>>. Acesso em 20junho. 2014.

CALLISTER JR, W. D.: Fundamentos da Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Abordagem Integrada. 2 ed. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2006, p.591.

CANEVAROLO, S. V.: Técnica de Caracterização de Polímeros. São Paulo: Artliber Editora, p.209-229, 2004.

CEBRACE: Componentes do vidro. Disponível em:
<http://www.cebrace.com.br/v2/vidro/composicao-quimica>. Acesso em 10 out 2013.

CHADE, J. Brasil é o 50 maior mercado para celular e Internet do mundo. *O Estado de São Paulo*, seção economia, 22 out. 2009.

CERRI, A.: Mercúrio, cádmio e chumbo: os inimigos íntimos presentes nos eletrônicos. Disponível em <http://www.ecycle.com.br/component/content/article/35-atitude/428-mercurio-cadmio-e-chumbo-os-inimigos-intimos-presentes-nos-eletronicos.html> . Acesso em 13 jan. 2013

CERVO. A.L. Metodologia Científica. 3ª Edição 2007. São Paulo: Brasil.

CHIU J.: Thermal analysis of fibre forming polymers. Journal of thermal analysis
August 1996, Volume 47, pp 463-473.

CONTEÚDO aberto. In: Wikipédia: a enciclopédia livre. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Inductors-photo.JPG>. Acesso em 10 ago 2013.

EMBARCADOS. Disponível em:

<http://www.embarcados.com.br/pcismulticamadas/>. Acesso em 18 jul 2014.

ELETRODEX: Disponível em: www.eletrodex.com.br Acesso em 17 ago 2013.

FERREIRA, M. S., MARÇAL, M. P. V. Lixo eletrônico em Patos de Minas: desafios e descarte. Revista do Núcleo Interdisciplinar de Pesquisa e Extensão do UNIPAM. Patos de Minas/MG, 2009.

INVENTTA. Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos - Análise de Viabilidade Técnica e Econômica .ABDI Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. 2012

JRCC: Disponível em www.jrcc.com.br. Acesso em jul 2014.

KESTEMNBACH H.; Microscopia Eletrônica de Transição e Varredura. São Paulo: Associação Brasileira de Metais, 1994.

KHON. S: Aparelhos Eletrônicos: Programados para Estragar. Disponível em <http://m.olhardigital.uol.com.br/noticia/aparelhos-eletronicos-programados-para-estragar/> 23839. Acesso em 16 out 2013.

LUZ, S. M., 2008, Estudo das propriedades mecânicas, interface morfologia de compósitos de polipropileno reforçados com fibras de bagaço e palha de cana. Tese de D.Sc., Departamento de Biotecnologia, Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, SP, Brasil..

MANNHEIMER W.A; Microscopia dos Materiais: Uma Introdução. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Microscopia, 221p., 2002.

MACOHIN, A. A Sustentabilidade na informática – Reciclagem e Eliminação dos Produtos Tóxicos das Peças de Computadores. Centro Universitário Franciscano UNIFAE, 2007.

MECATRÔNICA FÁCIL. São Paulo: Editora Saber , n 50, pag 25, ano 6, 2001

MOREIRA, D. Brasil tem problema de Estrutura e Legislação para Enfrentar o Lixo Eletrônico. Disponível em: http://idgnow.uol.com.br/computação_pessoal/2007/04/26/idgnoticia.2001-04-25.2669597646/Acessado em 15ago2013

MULINARI, D. R. Comportamento térmico, mecânico e morfológico dos compósitos de polietileno de alta densidade reforçados com fibras de celulose do bagaço de cana de açúcar. 2009, 112 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica). Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, SP.

NETZSCH. Fornecedor de Equipamentos. Princípio Funcional de um fluxo de calor DSC Disponível em: <http://www.netzsch-thermal-analysis.com/pt/landing-pages/principio-funcional-de-um-fluxo-de-calor-dsc.html>. Acesso em 20 ago. 2013.

OLIVEIRA, R. S.; GOMES, E. S. e AFONSO, J. C. O Lixo Eletroeletrônico. *Química Nova na Escola* n.4, p.240 - 248, 2010.

PACKLESS: <http://www.packless.com.br>Acessoem 10ago 2013.

PASSOS, A. C.: Considerações em Análise Térmica: Calorimetria Diferencial de Varredura. Monografia do curso de especialização em engenharia de materiais para o setor elétrico, Curitiba 1998.

PETRY, A. Mercado Brasileiro de Polipropileno com Ênfase no Setor Automobilístico. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Química – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2011

PORTAL SÃO FRANCISCO. Polímeros, s.d.. Disponível em <<http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/polimeros/polimeros-5.php>>. Acesso em 15 ago. 2013

RAZERA, I. A. T. Fibras Lignocelulósicas como Agente de Reforço de Compósito de Matriz Fenólica e Lignofenólica. 2006. 189f. Tese Doutorado - Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo. 2006.

REIS .M: PCI de celular com componentes SMD Disponível em: baudaeletronica.blogspot.com. Acesso em 18 ago 2013

RICARDO, S.: Corram! Tem ouro no lixo. Disponível em: <http://www.recantodasletras.com.br/cronicas/858498>. Acesso em 20 ago. 2013.

ROTULAGEM AMBIENTAL: Disponível em: <http://embalagensustentavel.com.br/2010/09/02/dica-rotulagem-reciclagem/>. Acesso em 10 ago 2013.

SILVA, J. R. N. Lixo eletrônico: um estudo de responsabilidade ambiental no contexto do instituto de educação ciência e tecnologia do Amazonas - IFAM CAMPUS MANAUS CENTRO.I Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 2010a.

SUKIGARA, S.; Gandhi, M.; Aytsede, J.; Micklus, M. & Ko, F. - Polymer, 45, p.3701 (2004).

SPITZCOVSKY, D. Reciclagem de lixo eletrônico deixa a desejar. *Planeta Sustentável*, 8 jun. 2009.

STURARO, L.: Capacitores. Disponível em <http://www.py2bbs.qsl.br/capacitores.php>. Acesso em 20 ago. 2013.

TROMBETTA, E. Utilização de fibra natural de *pinus* (serragem) como reforço em componentes automotivos compostos de polipropileno. 2010, 104 f. Dissertação 76 (Mestrado em Engenharia Mecânica). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

VEIT, H. M.; VII Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental, Porto Alegre, Brasil, 2010.

VEIT, H. M.; Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil, 2005.

VEIT, H. M.;Reciclagem de Carcaças de Monitores: Propriedades Mecânicas e Morfológicas. Disponível em:
<http://revistapolimeros.org.br/doi/10.4322/polimeros.2014.004>. Acesso em 30 out2013.

Agradecimentos

