

Universidade de Brasília  
Faculdade UnB Gama  
Engenharia e Ambiente

## **Análise do ciclo de vida de celular SONY ERICSSON com ênfase no estudo do elemento**

### **Estanho (Sn)**

Este relatório contém os resultados de pesquisa aplicada em Avaliação de Ciclo de Vida realizado no segundo semestre de 2011, como parte das exigências da disciplina 'Engenharia e Ambiente', do primeiro semestre dos Cursos de Engenharias Automotiva, Eletrônica, Energia e Software.

Alex Sampaio Silva

Allyson Reis Vieira de Aguiar

Aroldo Kenkichi Inazawa

José Mauro Mendes da Fonseca Junior

Katharinne Gomes Lima

Leandro Mendes de Souza

Michael Douglas Alves da Silva

Priscilla Dayane Cardoso de Souza

Raphael Augusto de Carvalho Silva

Revisão em fevereiro 2012 – Renata C. Roncoleta

Gama, Dezembro de 2011

## **Resumo**

A importância de analisar o ciclo de vida de celulares é fundamental, a partir da ideia da sustentabilidade no mundo. As principais empresas fabricantes de telefonia móvel já possuem programas de controle de produção e meio renováveis para que a produção não seja um completo desfalque para o meio ambiente.

A ideia de transformar elementos e ajustá-los de acordo com suas principais características deve-se ao fato de que o planeta precisa urgentemente de medidas que sejam econômicas aos desgastes do meio ambiente e aos desgastes de energia não renováveis. Multinacionais como a Sony Ericsson que fabrica uma enorme variedade de eletrônicos e aparelhos celulares criaram já medidas sócio educativo para combater esse dano ao meio ambiente.

A análise do elemento estanho (Sn) como exemplo na produção de aparelhos celulares mostra desde o elemento em estado bruto, até o fim dele em acessórios de produção de celulares, como a bateria, a tela LCD, e demais funções.

## **Abstract**

The importance of analyzing the life cycle of mobile phones is fundamental, from the idea of sustainability in the world. The leading mobile phone manufacturers already have programs for production control and renewable means that the production is not a complete embezzlement to the environment.

The idea of turning elements and adjust them according to their main characteristics is due to the fact that the planet needs urgent measures that are economic to environmental wear and wear non-renewable energy. Multinationals such as Sony Ericsson manufactures a wide variety of electronics and mobile phones has created socio-educational measures to combat this damage to the environment.

The analysis of the element tin (Sn) as an example in the production of mobile phones shows from the raw element to the end of it in the production of mobile accessories such as battery, LCD, and other functions.

## Sumario

Resumo.....	2
Abstract .....	3
Lista de siglas .....	5
Lista de figuras .....	6
Lista de Tabelas e Planilhas .....	7
Introdução .....	8
Objetivo .....	10
Métodos .....	11
Resultados e análise.....	13
Fabricação do Aparelho Xperia ARC S.....	19
Baterias de Íons Lítio .....	19
Vantagens.....	20
Como melhorar a vida útil.....	21
Cuidados.....	21
Cristal Líquido (LCD) .....	21
Placa de Circuito Impresso.....	22
Estanho.....	23
Obtenção e processamento do estanho (Sn): .....	24
Processos (Martins, Afonso H. 2007) .....	27
Logística Reversa.....	28
Logística Reversa nas Empresas Fabricantes .....	28
Iniciativas internas para sustentabilidade da Sony Ericsson.....	29
Redução no número de viagens.....	30
Edifícios ecológicos.....	30
Desempenho da Sony Ericsson .....	31
Abordagem .....	31
Perspectiva geral .....	33
Conclusão .....	33
Referências Bibliográficas .....	36
Anexos: .....	38

### Lista de siglas

Ag:	Prata	Mg:	Magnésio
Al:	Aluminio	Mn:	Manganês
Al:	Aluminio	Ni:	Níquel
As:	Arsênio	OLED:	Organic Light-Emitting Diode
Au:	Ouro	Pb:	Chumbo
Ba:	Bário	PBB:	Difenil polibromados
Be:	Berílio	PBDE:	Éteres Difenil polibromados
Ca:	Cálcio	PCI:	Placa de Circuito Impresso
Cd:	Cádmio	Pd:	Paládio
CO <sub>2</sub> :	Dióxido de carbono	PNRS:	Política Nacional de Resíduos Sólidos
Cr(VI):	Cromo hexavalente,	Sn:	Estanho
Cr:	Cromo	SUFRAMA:	Superintendência da Zona Franca de Manaus
Cu:	Cobre	Ta:	Tântalo
Fe:	Ferro	Ti:	Tálio
Hg:	Mercúrio	Ti:	Titânio
In:	Índio	TIC:	Tecnologia da Informação e Comunicação
La:	Lantânio	Zn:	Zinco
LCD:	Display de Cristal Líquido		
Li+:	Lítio		

## Lista de figuras

Figura 1: Aparelho escolhido - modelo Xperia ARC S,

Página 13

Figura 2: Gráfico: Energia gasta para obtenção de matéria prima em MJ/Aparelho

Página: 18

Figura 3: Fluxograma Fabricação do aparelho

Página: 20 / 39

Figura 4: Fluxograma de fabricação das placas de circuito interno (P.C. I)

Página: 24 /40

Figura 5: Fluxograma obtenção do Estanho (Sn)

Página: 26 / 39

Figura 6: Fluxograma Logística Reversa

Página: 27 / 40

## **Lista de Tabelas e Planilhas**

Planilha 1: Modelo de coleta de dados do fluxograma

Página: 14

Planilha 2- Planilha de coleta de dados de Fluxograma

Página: 26

Tabela 1: Principais metais em aparelhos produzidos antes de 1997

Página: 16

Tabela 2: Principais elementos encontrados nas partes funcionais em aparelhos celulares.

Página 17

Tabela 3: Dados básicos sobre o aparelho estudado

Página: 19

Tabela 4: Estimativa para emissão de CO<sup>2</sup> e consumo de água na produção de Sn necessários para a fabricação de cem mil unidades de aparelhos celulares.

Página: 19

## **Introdução**

A produção de eletrônicos está em constante evolução. Segundo a consultoria Decision (*World electronic industries 2008-2013*), entre 1996 e 2006 foi diagnosticado um aumento de 7% ao ano na produção mundial de eletrônicos, ou seja, maior que a indústria aeroespacial, farmacêutica ou automobilística. Assim como o PIB mundial – Produto Interno Bruto- que foi de 3% ao ano (GUTIERREZ, sd).

Em 1991, o governo federal lançou a Lei 8.248, mais conhecida como lei da informática, que incentiva a produção de eletrônicos no país. Essa lei abrange as tecnologias de informação e comunicação, ou seja, os chamados TICs, e incentivam a produção de bens eletrônicos da Superintendência da Zona Franca de Manaus (SUFRAMA), (GUTIERREZ, sd).

Com o passar dos anos, a produção eletrônica apresentou resultados significativos. O avanço na fabricação de aparelhos para telefonia móvel e fixa, informática, compartilhamento de dados, difusão de sons e imagens, entre outros, assumiu um lugar privilegiado no comércio brasileiro. A partir da junção de diferentes funções em um único aparelho, aumentando assim o seu valor agregado e valorização no comércio, a produção de bens eletrônicos ganhou força para crescer e dominar uma região do país conhecida como SUFRAMA (GUTIERREZ, sd).

O Brasil é o décimo na lista dos fabricantes de eletrônicos. A produção brasileira restringe apenas ao comércio interno. Para exportação, a prática é feita a partir de incentivos de empresas privadas com foco em celulares. Já que esses aparelhos são os únicos produzidos em grande escala no país (GUTIERREZ, sd).

Assim como toda produção industrial, o processo de fabricação desses bens de consumo tecnológicos usa elementos químicos e libera resíduos que não devem ser liberados diretamente no meio ambiente. Para o controle do descarte correto desses resíduos uma lei foi criada para ser seguida pelos produtores, Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305, 2010).

Entre as produções tecnológicas estão os aparelhos de telefonia móvel. E este trabalho é o resultado de uma pesquisa feita baseada na produção, ou seja, no ciclo de vida



dos celulares da marca Sony Ericsson com ênfase no estudo do elemento estanho. E aborda áreas como: extração dos materiais, fabricação e montagem do aparelho.

## **Objetivo**

O objetivo inicial é identificar o uso do elemento químico Estanho (Sn) no ciclo de vida de um aparelho celular, abrangendo sua extração, utilização e possível recuperação. Para isso foi escolhida a empresa Sony Ericsson e verificados elementos sobre a fabricação de celulares e também a atitude do fabricante em relação aos resíduos e ao meio ambiente.

Os principais Objetivos são:

- Determinar os principais elementos químicos utilizados em um aparelho celular.
- Determinar os materiais utilizados para a fabricação de um aparelho celular Sony Ericsson
- Determinar a atitude da empresa em relação ao plano nacional de resíduos sólidos
- Definir a quantidade de elemento estanho (Sn) em um aparelho celular- sem bateria
- Pesquisar sobre o processo de mineração e purificação do estanho. (Energia, Água e CO<sup>2</sup> liberado.)
- Verificar se a empresa atende a lei dos resíduos sólidos e como ela atende

## Métodos

Análise do ciclo de vida de aparelhos celulares com ênfase no elemento químico – Estanho (Sn) com a marca Sony Ericsson da multinacional Sony Entertainment.

A análise começou em outubro de 2011 com nove integrantes pesquisando em sites governamentais, revistas e trabalhos científicos relacionados a processos químicos e físicos e diversos conteúdos relacionados com política de desenvolvimento sustentável, transformações químicas, e fabricação de aparelhos celulares.

Na fabricação de aparelhos celulares a análise foi descoberta por informações da fabricante em paginas de internet – [www.sonyericsson.com.br](http://www.sonyericsson.com.br) onde a fabricante posta em seu domínio algumas informações a cerca de aparelhos celulares e sua fabricação.

O modelo escolhido foi o modelo Xperia ARC S (figura 1), da linha de Smartphones inteligentes da própria empresa. A companhia esta investindo em desenvolvimento sustentável através de medidas sócio-educativas e campanhas de reciclagem de celulares como recolhimento de baterias e aparelhos já descartados para a reciclagem.



Figura 1 – Xperia Arc S

A pesquisa foi feita atendendo a alguns itens principais: O estanho – desde sua origem, em estado bruto até a utilização em partes de um aparelho celular e a política reversa na empresa que engloba itens de desenvolvimento sustentável até políticas de reciclagem.

Com o intuito de coletar informações junto ao fabricante, foram realizadas várias tentativas de comunicação por meio de email, chat (disponível no site da empresa), telefone e pessoalmente em uma assistência técnica.

Sem sucesso na coleta de dados junto ao fabricante optou-se pela utilização de informações gerais obtidas nas pesquisas para determinar, mesmo que de forma aproximada, a quantidade de Sn utilizada no aparelho de referência.

Para a análise do ciclo do estanho foi produzida a planilha 1 onde estão registrados, entre outras informações, os processos, insumos e emissões para a produção do material a ser utilizado no processo produtivo.

### Planilha 1 – Coleta de dados

Entradas				Saídas			
	Máquinas e equipamentos	Matéria prima	Combustível	Emissões	Efluentes	Resíduos sólidos	Produtos
Processo 1							
Processo 2							
Processo 3							
Processo 4							

Por fim a compilação das informações obtidas no processo de pesquisa e análise gerou este relatório e os diagramas com o fluxo dos processos que ocorrem no ciclo de vida do aparelho.

### Resultados e análise

A coleta de dados através de comunicação com assistências técnicas em Brasília não foi bem sucedida já que os responsáveis não tinham nenhuma informação sobre

características básicas. A comunicação por email também não teve resultados, já que foram enviados dezoito emails para a fabricante apenas retornaram emails confirmando a recepção das solicitações.

Sem informações por parte do fabricante, iniciaram-se pesquisas em artigos científicos de instituições de pesquisa e universidades brasileiras e estrangeiras. A maioria das informações foi encontrada com ferramentas de pesquisa disponibilizadas na rede de pesquisa da UnB e na internet.

A telefonia móvel se tornou uma indústria global com aproximadamente 5 bilhões de usuários onde somente em 2009 foram vendidos mais de 1 bilhão de novos aparelhos. Isso torna evidente não apenas a pressão sobre a demanda de matérias primas, mas também a questão da destinação dos aparelhos substituídos a cada nova geração.

Uma visão geral dos materiais aplicados à manufatura em um aparelho celular demonstra que em média seu peso bruto é composto por 40% de metais, 40% de plásticos e 20% de compostos como cerâmicas, vidros e outros materiais diversos. Essas proporções tendem a mudar devido a fatores como, por exemplo, o desenvolvimento tecnológico e leis ambientais mais rígidas que restringem a utilização de compostos nocivos ao meio ambiente.

A seguir temos uma estimativa dos metais encontrados em um aparelho produzido antes de 1997 (Tabela 1).

Percentual dos principais elementos encontrados (SEM bateria)		
Cobre	Cu	49,0%
Zinco	Zn	21,8%
Ferro	Fe	11,6%
Níquel	Ni	6,5%
Alumínio	Al	5,5%
Chumbo	Pb	1,9%
Estanho	Sn	1,7%
Prata	Ag	1,5%
Cromo	Cr	0,5%
Ouro	Au	0,1%
Paladium	Pd	Traços

Tabela 1 – Principais metais em aparelhos produzidos antes de 1997

### ECTEL (1997)

Um exemplo de como a normatização pode alterar a quantidade de determinados materiais na fabricação de produtos eletrônicos ocorre na União Europeia. Conhecida como diretiva RoHS ou *“Restriction of the Use of Certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment”* (2002/95/CE) que entrou em vigor em julho de 2006, determina uma redução de substâncias como metais pesados e retardantes de chamas utilizados nestes equipamentos.

Substâncias como Cádmio (Cd), Chumbo (Pb), Mercurio (Hg), Cromo hexavalente (Cr (VI)), Difenil polibromados (PBB) e Éteres Difenil polibromados (PBDE) tiveram suas concentrações limitadas.

No Brasil a lei nº 12.305/2010 *“institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispendo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis.”*

Um estudo mais recente aponta quais os principais metais encontrados em cada componente funcional de um aparelho celular (Tabela 2).

Componente	Principais elementos por componente funcional	Componente	Principais elementos por componente funcional
Circuito impresso	Au	Display de Cristal Liquido	Au
	Ag		Ag
	As		As
	Ba		Ba
	Bi		Ca
	Cr		Cu
	Cu		In
	Ga		Ni
	Mn		Sb
	Mi		Si
	Pb		Sn
	Pt	Motor	Au
	Si		Ag
	Sn		As
	Ta		Cu
	Ti	Câmera	Pt
	Zn		Au
	Zr		Cu
Substratos Flexíveis	Au	Speaker/Microphone	Ni
	Ag		Cu
	Cu		Mn
	Pt		Zn
			Takahashi - 2008

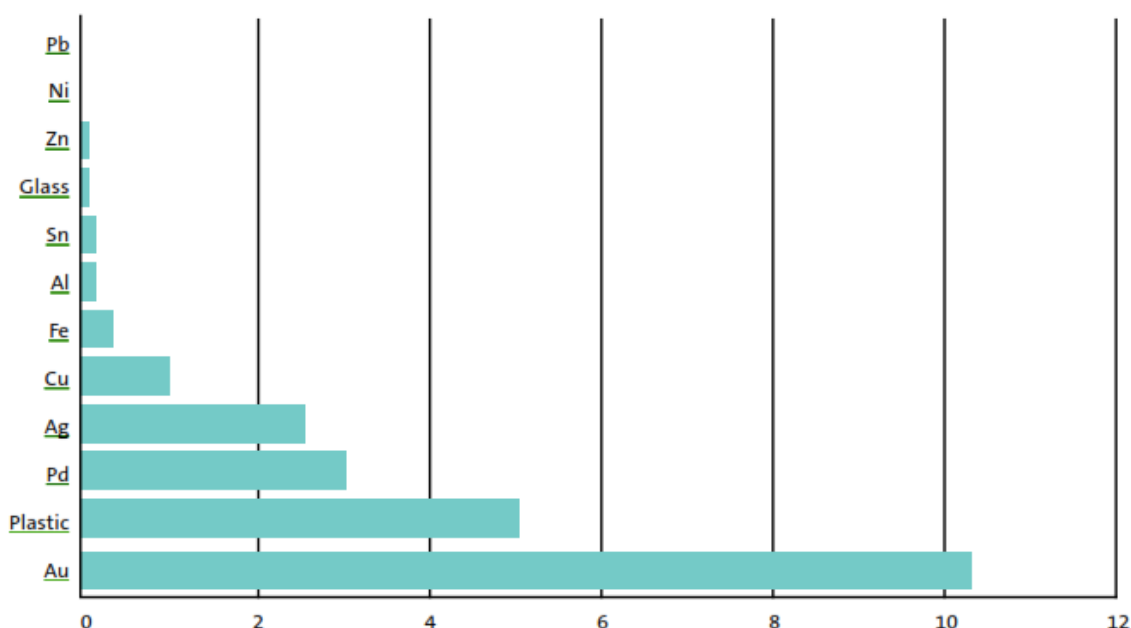
Tabela 2 – Principais elementos encontrados nas partes funcionais em aparelhos celulares

Fatores econômicos e ecológicos são os responsáveis pela mudança da forma como são tratados os equipamentos eletrônicos descartados.

Nos aparelhos celulares são utilizados metais como ouro (Au), prata (Ag), paládio (Pd) e o cobre (Cu), que demandam grande quantidade de energia para sua obtenção na natureza tendo assim um alto valor agregado (Sullivan, 2006) que ao serem recuperados tem um fim mais nobre que o simples descarte.



O consumo de energia para obtenção dos principais elementos necessários para confecção de um aparelho celular é apresentado na figura 2.



*Figura 2 – Energia gasta para obtenção de matéria prima em MJ /Aparelho.  
(YU 2010, UL, Underwriters Laboratories)*

Aparelhos sem a correta destinação acabam descartados em aterros sanitários, o que é inadequado, pois muitas substâncias utilizadas em sua construção são nocivas ao meio ambiente. Metais como cobre, níquel, antimônio, chumbo e zinco podem sofrer lixiviação contaminando o solo e a água (Lincoln, 2007).

Analisando-se a utilização do Sn na fabricação de aparelhos celulares, verificamos que sua participação no peso total do aparelho é pequena sendo utilizado para conexão de terminais elétricos, a fixação de componentes no processo de soldagem e em processos químicos para a produção do LCD.

Foram feitas varias tentativas sem êxito para obtenção do valor exato ou estimado da quantidade de Sn utilizado na confecção do aparelho apresentado na tabela 3. Assim neste trabalho determinamos a quantidade utilizada no aparelho Xperia Arc S, fabricado pela Sony Ericsson, comparando-se os dados da tabela 3 (disponíveis no site da empresa) com os dados apresentados na tabela 1.

Fabricante	Modelo	Peso Bruto	Peso da bateria	Peso sem bateria
Sony Ericsson	XPÉRIA Arc S	114 g	30,5 g	83,5 g

Tabela 3 – Dados básicos sobre o aparelho *estudado* (site Sony Ericsson)

A quantidade de Sn utilizada em um aparelho está estimada em 1,4195 g ou 1419,5 kg para a fabricação de cem mil unidades. Na tabela 4 é apresentada a quantidade de água e a emissão de CO<sup>2</sup> para a obtenção desta quantidade de estanho.

Estimativa p/ utilização de Estanho por unidade (g)
<b>1,4195</b>

Sn (kg)	Energia (kW)	Água (m <sup>3</sup> )	CO <sup>2</sup> (kg)
1000	8000	25000	3000
1419,5	11356	4435,9375	4258,5

Tabela 4 – Estimativa para emissão de CO<sup>2</sup> e consumo de água na produção de Sn necessários para a fabricação de cem *mil* unidades de aparelhos celulares.

## Fabricação do Aparelho Xperia ARC S

O fluxo abaixo representa de forma simplificada as etapas para a fabricação de um aparelho até o usuário final.

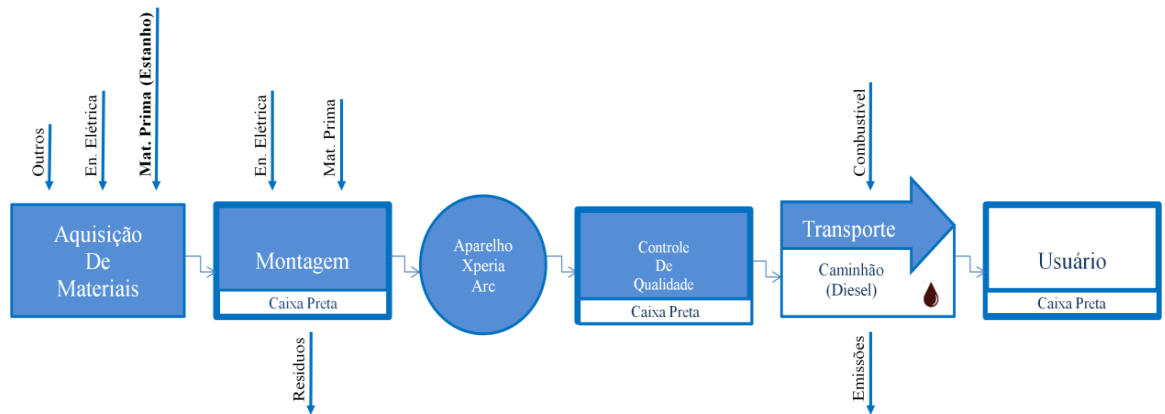


Figura 3

Outros: mão de obra, equipamentos e materiais que não estão diretamente vinculados à fabricação do celular.

Resíduos: Aparas e pequenas sobras de materiais.

Emissões: Basicamente constituídas de monóxido de carbono, gás inodoro, incolor, insípido produzido por queima incompleta de combustíveis.

Caixa Preta: Detalhes do processo (na sua maioria) desconhecidos.

A seguir apresentamos algumas partes funcionais do aparelho celular.

## Baterias de Íons Lítio

Baterias são dispositivos que transformam energia química em energia elétrica por meio de reações eletroquímicas. As vantagens destes dispositivos são: a maior densidade de energia (Wh/g) e o baixo peso. Esta combinação é excelente para utilização em aparelhos móveis.

O princípio de funcionamento das baterias de íon lítio baseia-se no fenômeno de intercalação iônica. Este fenômeno é descrito pela difusão dos íons de lítio ( $\text{Li}^+$ ) através da rede cristalina tanto do catodo como do anodo, com a diferença que quando intercala em um, de intercala do outro, e vice-versa. A intercalação de um  $\text{Li}^+$  num eletrodo requer, obrigatoriamente, para manter sua neutralidade, a intercalação de um elétron. O eletrodo que recebe o íon intercalante sofre a redução de um elétron. Enquanto o outro eletrodo que cede o íon intercalante e sofre a oxidação de um elétron. Os principais eletrodos positivos

(CATODOS) em estudo atualmente são compostos de óxidos de metais de transição litiados, como os à base de: manganês ( $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ ), cobalto ( $\text{LiCoO}_2$ ) e níquel ( $\text{LiNiO}_2$ ). O eletrodo negativo (ANODO) mais usado é o carbono grafite (Cg). O eletrólito é uma mistura de solventes orgânicos apróticos (PC, EC, DMC, ...) e sais de lítio ( $\text{LiClO}_4$ ,  $\text{LiPF}_6$ , ...).

Quando este tipo de bateria é confeccionado o catodo está repleto de íons de lítio e o anodo vazio dos mesmos. A primeira reação possível é a de intercalação dos íons  $\text{Li}^+$  do catodo para o eletrólito e a consequente intercalação do  $\text{Li}^+$  do eletrólito para o anodo.

Um elétron deve deixar o catodo e migrar para o anodo, via circuito externo. Este processo de carga não é espontâneo, sendo necessária a utilização de uma fonte de energia elétrica externa para sua realização. A tensão elétrica inicial entre os eletrodos (dependendo da composição do catodo) é de aproximadamente 3,00V indo para 4,20V quando a bateria atinge sua carga máxima (catodo empobrecido de  $\text{Li}^+$  e anodo rico em  $\text{Li}^+$ ). Já o processo de descarga é espontâneo.

### **Vantagens**

- Densidade da energia elevada: potencial para capacidades mais elevadas.
- Carregamento: Não é necessário o carregamento total máximo nem a descarga máxima da bateria antes de uma recarga.
- Capacidade: A bateria de íons de lítio tem o dobro da capacidade das baterias de níquel.
- Efeito memória: Não existe o efeito memória, ou seja, a bateria não "vicia".
- Carga muito maior
- Pronta para Usar: Diferentemente de outros tipos de baterias recarregáveis, não é preciso passar horas carregando antes de usar pela primeira vez.

- Menor peso: a baixa densidade do lítio possibilita a criação de baterias com alta capacidade e bem mais leves, o que facilita o seu uso em equipamentos portáteis.

#### **Como melhorar a vida útil**

- Carregando: A bateria deve ser frequentemente carregada e descarregada (pelo uso).
- Descarregando: Deve ser evitado ao máximo que a bateria chegue em sua carga mínima, "desligando" o aparelho.
- Aquecimento: A bateria é sensível ao calor, deve-se evitar expor a bateria ao calor. Quando a bateria estiver totalmente carregada, deve ser retirada do carregador, evitando-se assim que a mesma aqueça.

#### **Cuidados**

As baterias de íon de lítio são facilmente corrompidas, inflamáveis e podem até explodir em altas temperaturas. Não devem ser expostas diretamente à luz do sol, curto-circuito ou a abertura da embalagem também podem fazer com que a bateria se inflame. O uso do aparelho enquanto a bateria está em carregamento também causa aquecimento da mesma.

#### **Cristal Líquido (LCD)**

O cristal líquido tem uma estrutura molecular alterada por diversos materiais usados em sua composição o que os torna de difícil separação, muitas vezes não sendo possível descobrir quais são utilizados em sua produção.

Sem ser envolvido por corrente elétrica ele é transparente, porém por se tratar de líquido ele é facilmente controlado eletricamente. Os primeiros LCD's eram de tecnologia simples sendo monocromáticos de baixo custo com pequenas dimensões e apresentando apenas dois estados, transparente quando desligado e opaco quando ativado.

Nos aparelhos celulares são utilizados LCD'S pois tem como das principais características a sua leveza, o baixo consumo de energia elétrica podendo ser utilizados nos aparelhos alimentados por baterias.

O LCD foi a primeira tecnologia adotada e está amplamente disseminada, apesar das limitações de campo de visão. O OLED, resultado de pesquisas mais recentes mostra-se uma alternativa promissora, porém ainda apresenta problemas tecnológicos a serem solucionados.

### **Placa de Circuito Impresso**

Na montagem SMT (Surface Mount Technology) por refusão a primeira etapa a ser feita é a deposição da pasta de solda sobre as ilhas, localizadas na superfície da placa (DORO, 2004).

O material que compõem a pasta de solda é constituído por um pó metálico e uma combinação de materiais (resina, ativadores, aditivos reológicos e solventes) chamada de fluxo de solda. A deposição da pasta de solda é feita normalmente por um processo de impressão gráfica. Neste processo um rodo pressiona e espalha a pasta de solda sobre um estêncil, permitindo a passagem da pasta somente sobre as ilhas da placa (KOH, 2003).

A próxima etapa consiste na inserção de componentes sobre a pasta de solda aplicada, esta operação é executada através das máquinas de inserção automática. Existem basicamente duas topologias de máquinas de inserção de componentes SMT: a Turret Head e a Pick & Place. As máquinas Turret Head foram projetadas para inserirem pequenos componentes em alta velocidade, enquanto que as máquinas Pick & Place inserem componentes maiores, tais como fine pitches e Ball Grid Array (TIMMS, 2003).

A última etapa a ser realizada é a soldagem entre o componente e a placa, através do processo de refusão da pasta de solda. Normalmente esta etapa é realizada em um forno que aquece a placa por convecção forçada, denominado de forno de refusão. Uma esteira rolante possibilita que a placa avance através do forno. O forno possui zonas com temperaturas diferenciadas ao longo do caminho percorrido pela placa.

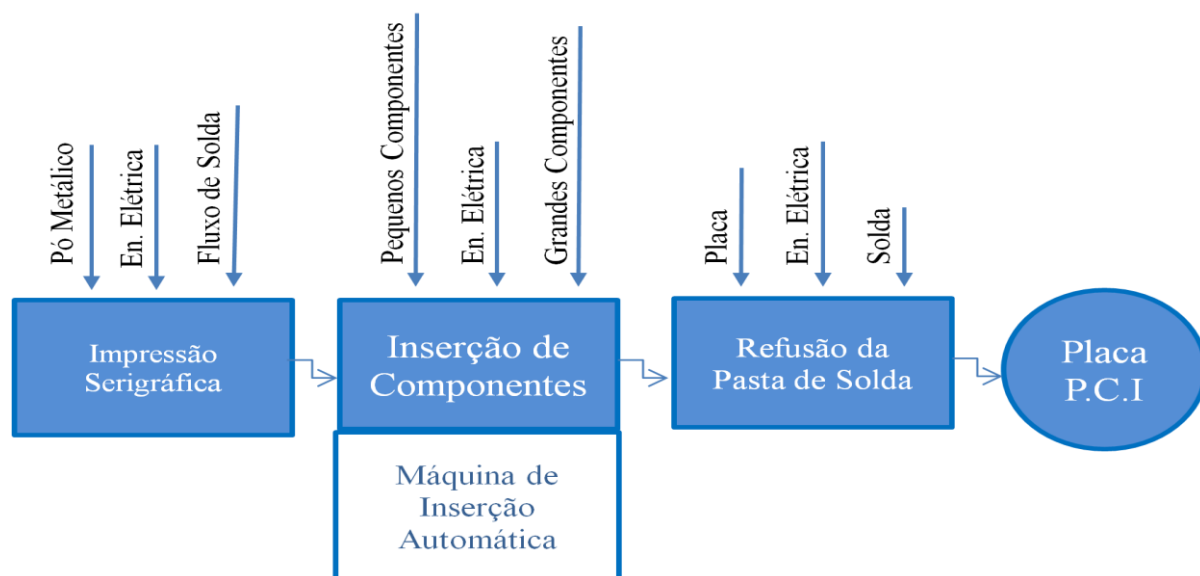


Figura 4 – Fluxograma da Fabricação de Placas de Circuito Impresso (P.C.I)

### Estanho

Um dos metais mais usuais, branco, relativamente leve e muito maleável. Empregado em forma de bronze desde o III milênio, o estanho já era conhecido como metal no início da nossa era. É o mais fusível dos metais comuns (ponto de fusão: 232º C) e sua densidade é 7,2. A frio, pode tomar outra forma alotrópica, o estanho cinzento, de densidade 5,8. À temperatura ordinária, não é oxidável pelo ar.

Divalente nos compostos *estanosos*, como o óxido  $\text{SnO}$  e o cloreto  $\text{SnCl}_2$ , ele é quadrivalentemente nos compostos *estânicos* ( $\text{SnO}_2$ ,  $\text{SnCl}_4$ ). Esses compostos não são tóxicos.

O estanho é extraído de seu principal minério, a *cassiterita* ( $\text{SnO}_2$ ), por tratamentos sucessivos de enriquecimento, combustão e redução pelo carbono. Em virtude de sua resistência a certos agentes corrosivos, o metal puro é utilizado em forma de revestimento para utensílios de cozinha, nas indústrias alimentícias e farmacêuticas, bem como a proteção de peças mecânicas. A estanhagem do aço (folha-deinflandores) pode ser praticada à *têmpera*, por imersão das peças num banho de metal fundido, ou por *eletrólise* (estanhagem em contínuo de folhas de aço). O estanho entra na composição de ligas como elemento base ou como aditivo, devido à sua fusibilidade (soldas, tipos de impressão), seu poder de resistência ao atrito (ligas antifricativas), facilidade com que se deixa moldar (vasilhas, objetos de arte) e a ação endurecedora que exerce (bronzes).

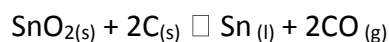
### Obtenção e processamento do estanho (Sn):

Primeiramente o estanho é extraído do solo através da mineração manual ou mecânica, com uso de jatos de água, nesse processo os resíduos são:

- Sulfato de ferro
- Cobre
- Lama.

Na segunda etapa o  $\text{SnO}_2$  sofre cozimento em fornos, de modo a oxidar os sulfetos de ferro, cobre, enxofre e arsênio presentes nos cristais, esse processo é chamado de calcinação. As calcinações ocorrem em temperaturas da ordem de  $1000^\circ\text{C}$ . Em uma segunda lavagem o minério é reduzido por carbono em um forno reverberatório, após esse aquecimento do forno existem resíduos como o ferro que fica em forma de liga mais difícil de fundir.

Aquecimento com coque: aquecimento com carbono, entrada de carbono e energia em forma de calor.



Posteriormente o estanho é derretido e coletado no fundo e moldado em formato de blocos. Nesse formato o estanho é novamente fundido sob temperaturas mais baixas, para que as impurezas formem uma massa insolúvel a ser extraída.



Entradas				Saídas			
	Máquinas e equipamentos	Matéria prima	Combustível	Emissões	Efluentes	Resíduos sólidos	Produtos
Processo 1	Escavadeira	Terra Água Energia elétrica	Diesel	Co2		Lama	SnO2 bruto
Processo 2	Forno de calcinação	SnO2 bruto Água Energia térmica	Energia elétrica			Arsênio	SnO2
Processo 3	Forno Reverberatório	Carbono SnO2 Energia elétrica	Energia elétrica	Co2		Ferro fundido	Sn
Processo 4	Caminhão		diesel	Co2			

Planilha 2- Planilha de coleta de dados de Fluxograma (estanho. In Infopédia)

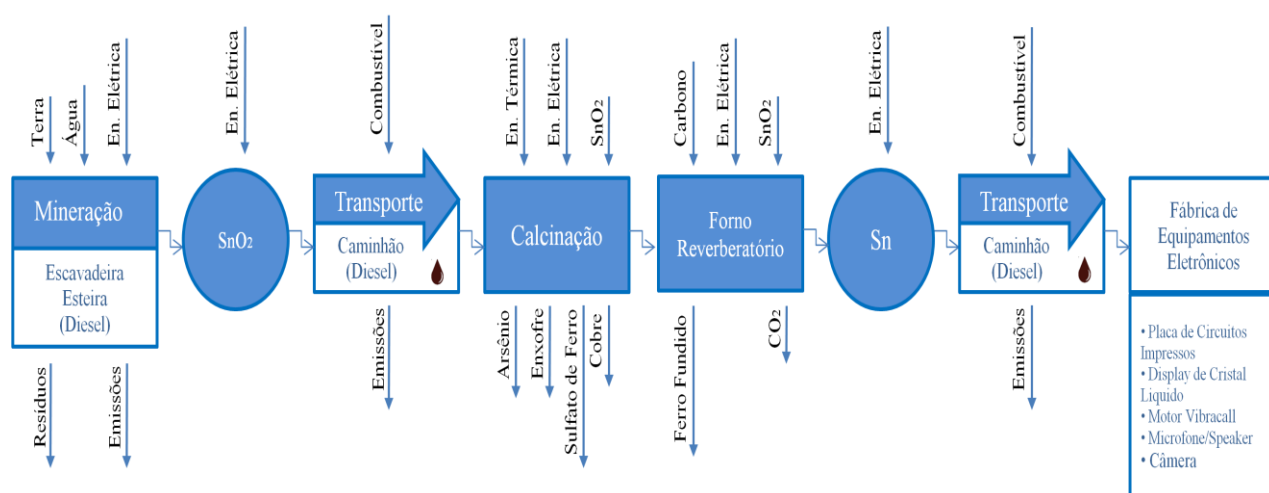


Figura 5 – Fluxograma da obtenção do Estanho (Sn)

Legenda:

🔥 Uso de combustível

SnO<sub>2</sub>: Dióxido de Estanho.

Resíduos: Restos de terra, rocha e outros elementos.

Emissões: Basicamente constituídas de monóxido de carbono, gás inodoro, incolor, insípido produzido por queima incompleta de combustíveis.

Arsênio: Elemento químico não-metal utilizado na produção de veneno, reforço de ligas metálicas, dentre outros.

Enxofre: Elemento químico não-metal utilizado na produção de fertilizantes, inseticidas, medicamentos, dentre outros.

Sulfato de Ferro: Composto químico (FeSO<sub>4</sub>) utilizado como precursor de outros compostos de ferro.

Cobre: Elemento químico metal de transição utilizado na produção de materiais condutores de eletricidade e afins.

Ferro Fundido: Mistura de ferro, carbono e silício (podendo haver outros elementos).

CO<sub>2</sub>: Dióxido de carbono.

Mineração: Processo cujo objetivo é a extração de substâncias minerais a partir de depósitos ou massas minerais.

Calcinação: Processo em que se oxidam substâncias utilizando calor.

Forno Reverberatório: Forno no qual as substâncias são aquecidas indiretamente, por meio de um arco voltaico que, posto em temperatura elevada pelas chamas e pelos gases quentes, irradia forte calor sobre o chão do forno.

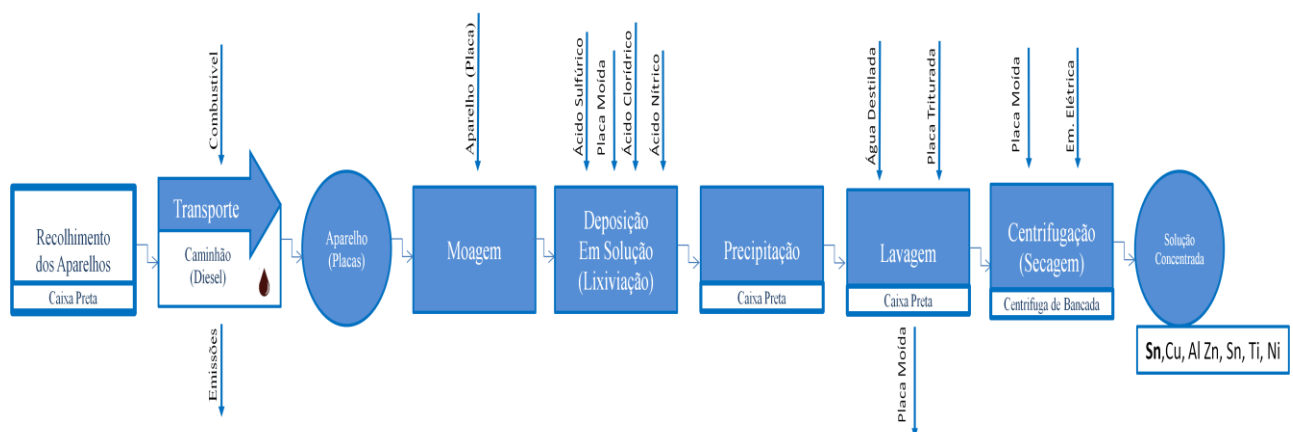


Figura 6 – Fluxograma Logística Reversa

## Uso de combustível

**Emissões:** Basicamente constituídas de monóxido de carbono, gás inodoro, incolor, insípido produzido por queima incompleta de combustíveis.

**Lixiviação:** Trata-se da separação de metais.

**Caixa Prata:** Detalhes do processo (na sua maioria) desconhecido.

**Sn:** Estanho

**Cu:** Cobre

**Al:** Alumínio

**Zn:** Zinco

**Ti:** Titânio

**Ni:** Níquel

## **Processos** (Martins, Afonso H. 2007)

Antes do processo de moagem, todos os componentes não metálicos são retirados.

Após o processo de moagem, o subproduto é peneirado e a sobra é redirecionada para nova moagem.

O equipamento utilizado para a moagem é uma de panela com temporizador.

O pó resultante da moagem é lavado retirando-se a parte não-metálica que é armazenada para descarte. Durante o processo ocorre a perda de 13% de Cu e 9% de Sn.

Há a lixiviação de uma amostra de 50g com os produtos químicos, Nos experimentos de lixiviação, 50g de amostra de pó lavado, oriundo do processamento das placas de circuito eletrônico foram alimentadas em um béquer de vidro borossilicato com capacidade nominal de 1,0L contendo 500ml de solução de lixiviação (2,18N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 2,18N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>+3,0N HCl, 3,0N HCl ou 3,0N HCl+1,0N HNO<sub>3</sub>). A polpa formada foi mantida à temperatura de 60±2°C e sob intensa agitação por meio de uma placa aquecedora com agitação magnética (marca Fisaton, modelo 752A). A medição da temperatura ocorreu com o uso de um termômetro de mercúrio (-10°C/110°C).

Após, a centrifugação para recolhimento das partes sólidas ( centrifuga de bancada), a parte líquida é neutralizada (Não é informado o destino final). A parte sólida é seca.

O produto final é um concentrado de Sn e outros metais (Cu, Al Zn, Sn, Ti, Ni)

No processo de lavagem o estanho teve perda de 9% da quantidade inicial. Para obter os dados sobre a quantidade de elementos contidos no produto triturado, foi utilizado o método de espectrometria de absorção atômica.

Ao final das etapas de retirada dos elementos da placa, obteve-se mais concentração de Al, Sn e Cu. Sendo o estanho compondo 3,09% do material moído.

### **Logística Reversa**

O aumento da população com o passar dos anos tem como consequência a maior geração de lixo tornando mais evidente os problemas causados pela degradação ambiental. Uma alternativa para solucionar este problema é a logística reversa.

A Logística Reversa tinha a função somente de que as empresas fabricantes recolhessem o material anteriormente vendido, o contrario do que é hoje (atualmente, além de recolher as empresas devem reciclar). A Logística Reversa hoje tem um papel muito mais abrangente sendo esse para fins lucrativos financeiramente, incentivando as empresas a melhorar os seus serviços de coleta dos resíduos descartados.

A degradação ambiental causada pela produção indiscriminada e o descarte incorreto do lixo gera diversos problemas que vão do simples aumento da área necessária para sua acomodação, piora da qualidade de vida, agressões à saúde e o aumento dos custos governamentais para enfrentar tais situações.

### **Logística Reversa nas Empresas Fabricantes**

A Logística reversa pressiona as empresas fabricantes de várias formas, sendo algumas delas pela Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) criada com a função de aumentar a responsabilidade das empresas fabricantes em geral com relação à geração de resíduos sólidos e também responsabilidade ambiental. Para melhor fiscalização e ordem na coleta de lixo por meio das empresas, também se aplica a Lei dos resíduos sólidos.

Os fabricantes e geradores de lixo sólido devem seguir os seguintes artigos da lei PNRS citados a seguir:

**“Art. 33.** *São obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de:*

*I - agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, assim como outros produtos cuja embalagem, após o uso, constitua resíduo perigoso, observadas as regras de gerenciamento de resíduos perigosos previstas em lei ou regulamento, em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa, ou em normas técnicas;*

*II - pilhas e baterias;*

*III - pneus;*

*IV - óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens;*

*V - lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista;*

*VI - produtos eletroeletrônicos e seus componentes.*

**Art. 49.** *É proibida a importação de resíduos sólidos perigosos e rejeitos, bem como de resíduos sólidos cujas características causem dano ao meio ambiente, à saúde pública e animal e à sanidade vegetal, ainda que para tratamento, reforma, reuso, reutilização ou recuperação. “*

De acordo com os artigos citados anteriormente, a logística deve ser seguida por empresas fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, geradoras de lixo tóxico. Dessa forma consolida a pressão legal fazendo com que o descarte de materiais inutilizáveis sejam jogados em locais impróprios dando-lhes a destinação correta.

### **Iniciativas internas para sustentabilidade da Sony Ericsson**

Uma iniciativa para reduzir o impacto negativo da Sony Ericsson no clima global é a aquisição de eletricidade renovável para os nossos escritórios. Desde 2008, todas as instalações da Sony Ericsson na Suécia adquirem apenas eletricidade que tenha sido definida como uma "boa escolha ambiental" (em sueco "Bra Miljöval") pela Sociedade Sueca para a Conservação da Natureza. Esta eletricidade é exclusivamente produzida a partir de fontes renováveis de energia, ou seja, energia eólica, solar e hidroelétrica. A eletricidade utilizada nos escritórios na Suécia representa cerca de 53% do total da eletricidade utilizada em todos os escritórios da Sony Ericsson.

A Sony Ericsson está empenhada em utilizar tanta energia renovável quanto for possível e estamos a trabalhar na identificação de formas de aumentar a quantidade de energia renovável.

### **Redução no número de viagens**

As viagens de negócios são um dos elementos que mais contribui para a pegada de carbono interna da Sony Ericsson e trata-se de uma área que estamos a tentar melhorar. Ao sermos uma empresa global com escritórios em todo o mundo, por vezes é necessário viajar para os colegas se encontrarem e debaterem problemas que não são facilmente resolvidos por telefone. Para diminuir a carga ambiental do nosso negócio pretendemos aumentar a utilização de reuniões virtuais na Sony Ericsson como uma alternativa às viagens. Em 2007, investimos num sistema avançado de videoconferência, com capacidade simultânea para várias instalações e que nos permite ter reuniões cara-a-cara sem viajar. O sistema é bastante utilizado e é uma excelente alternativa às viagens.

### **Edifícios ecológicos**

A Sony Ericsson recentemente construiu um grande novo edifício de escritórios em Lund, na Suécia. Quando construámos o edifício, tomamos o máximo cuidado para assegurar que os métodos de construção seriam também tão ecológicos quanto possível. Eis alguns exemplos:

Os materiais foram escolhidos levando em consideração a proteção ambiental. Isto significa que não foi utilizado PVC (aplica-se a revestimento do solo, materiais de cobertura e canos de esgoto) e todos os fios elétricos são isentos de halogênio.

- O reboco exterior é ventilado para evitar problemas de umidade e foi aplicado diretamente num painel de vidro reciclado.
- Algum do vidro que fica virado para o exterior é constituído por painéis duplos para reduzir a possibilidade de a radiação solar aquecer o espaço interior, o que reduz a necessidade de utilizar ar condicionado.

- O edifício é arrefecido com ar forçado. Este design permite o arrefecimento do edifício utilizando o ar frio exterior durante uma grande parte do ano, ao invés de recorrer a aparelhos de ar condicionado.
- Os detectores de movimento desligam automaticamente vários equipamentos quando os mesmos não estão a ser utilizados.
- Concentramo-nos muito na redução do consumo de energia com, por exemplo, o arrefecimento com ar forçado, reciclagem de calor e iluminação eficientes. O consumo de energia estimado está bastante abaixo dos novos requisitos legais mais rigorosos.
- Uma percentagem significativa do transporte do material foi feita por comboio e barco, em vez de recorrer a caminhões.
- Todos os detritos da construção foram reciclados.

### **Desempenho da Sony Ericsson**

A natureza não se importa com a quantidade de telefones que vendemos. Importa-se com a quantidade de gases com efeito de estufa que libertamos para a atmosfera. Por esse motivo, definimos os nossos objetivos de redução de carbono como valores absolutos, ou seja, uma quantidade específica de quilos de dióxido de carbono, em vez de nos basearmos no desempenho das vendas. Deste modo, saberemos que a quantidade total de gás com efeito de estufa libertado será reduzida, independentemente da quantidade de produtos que vendermos. Para ver os nossos resultados até agora, consulte Resultados da pegada de carbono (PDF - apenas em inglês).

### **Abordagem**

A Sony Ericsson programou uma abordagem de ciclo de vida no desenvolvimento de produtos que tem em conta os materiais, o design, a cadeia de abastecimento, o fabrico, a logística, a utilização do produto e o tratamento de fim de vida de todos os nossos produtos.

Desde a fundação da empresa, a Sony Ericsson concentrou-se nas áreas seguintes, que têm por base estudos herdados das nossas empresas-mãe:

- Controlo de substâncias que representem potenciais problemas ao nível da reciclagem ou dos aterros
- Redução da pegada de carbono no ciclo de vida útil dos nossos produtos.
- Melhoramento das condições de mão-de-obra na cadeia de fornecimento.

Na Primavera de 2008, a Sony Ericsson encomendou uma Análise do Ciclo de Vida (ACV) realizada como uma tese de mestrado. A ACV inclui a extração de matérias-primas, o fabrico de componentes, o transporte no interior e no exterior, a utilização e o tratamento do fim do ciclo de vida de um tele móvel com uma duração de 3,5 anos. O impacto dos escritórios e das viagens da Sony Ericsson também foi incluído e dividido numa base anual para fazer parte das despesas gerais de produção de telefones. A ACV demonstrou que um W890 com uma duração prevista de 3,5 anos produz um total de 23,8 kg de CO<sub>2</sub>. Isto é o equivalente a conduzir 150 km num automóvel familiar normal. O diagrama mostra-lhe como as emissões são distribuídas entre as subcategorias do ciclo de vida útil.

A tese de mestrado resultou num modelo de parâmetros incorporado nos resultados da ACV. A Sony Ericsson utiliza este modelo para avaliar as pegadas de carbono dos nossos produtos e para identificar áreas de melhoramento no ciclo de vida útil dos tele móveis. Para cada tele móvel, o impacto das atividades da Sony Ericsson é até 0,85 kg de equivalentes de CO<sub>2</sub>\*/tele móvel ou 3,6% do impacto total. É por isso que a Sony Ericsson tem dedicado muito mais atenção na redução do impacto dos nossos produtos do que nas suas atividades. Além disso, apresentamos relatórios do impacto a nível interno em linha com o Protocolo de Gases com Efeito de Estufa. Esta é uma ferramenta de contabilização internacional amplamente utilizada para quantificar e gerir emissões de gás com efeito de estufa.

Desde 2008, têm ocorrido muitas alterações no mercado dos tele móveis e a Sony Ericsson está agora concentrada na expansão da sua gama de produtos smartphone. Regra geral, os tele móveis de topo de gama, como os smartphones, libertam mais carbono durante a produção do que os tele móveis de gama mais baixa. A nova estratégia é um desafio adicional para a obtenção dos nossos objetivos, mas nós estamos empenhados em



atingi-los e a centrar os nossos esforços na minimização do impacto sobre o ambiente através da análise do ciclo de vida útil.

Para alguns exemplos do que estamos a fazer para reduzir a nossa pegada ecológica, visite Iniciativas internas

### **Perspectiva geral**

A chave para a mudança é o trabalho em conjunto. Sabemos que temos de colaborar com os nossos fornecedores para que possamos minimizar a pegada ambiental de CO2 dos nossos produtos, e para inspirarmos os nossos clientes a tomarem boas decisões.

O trabalho em conjunto, tanto a montante como a jusante da cadeia de abastecimento, é realmente a única opção se pretendermos reduzir substancialmente o impacto ambiental de um produto. Reconhecemos plenamente este fato. Assim sendo, definimos objetivos de emissões que abrangem não só as operações internas da Sony Ericsson, mas também emissões de todo o ciclo de vida dos nossos produtos.

Estes são seus objetivos:

- Até 2015, reduzir o total das emissões de gases causadores do efeito de estufa de todo o ciclo de vida dos produtos da Sony Ericsson em 15%\*
- Até 2015, reduzir o total de emissões de gases causadores do efeito de estufa das atividades internas da Sony Ericsson em 20%\*

*\* com base no nível do ano de 2008*

## **Conclusão**

Após a realização da análise do ciclo de vida do celular Sony Ericsson com ênfase no estudo do elemento estanho, nota-se que o processo é longo e possui suas vantagens e desvantagens que devem ser avaliadas e levadas em conta. Já que esse tipo de processo ocorre em todo o mundo às vezes com marcas diferentes, mas com o mesmo princípio.

Quanto ao uso das baterias de lítio é considerável o fato de haver diversas vantagens como: peso reduzido, maior duração e flexibilidade em relação às recargas, entre outros pontos. O que gera valorização do produto por parte do consumidor e, com isso, aumento das vendas de eletrônicos que possuem esse mecanismo.



## Referências Bibliográficas

ANUÁRIO MINERAL BRASILEIRO. 2006. Departamento Nacional de Produção Mineral, Ministério da Minas e Energia-Brasil, Brasília, DF, ano XXXV. Acessado em: 02/08/2007. Disponível em: <<http://www.dnrm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=68&IDPagina=789>>

BITTENCOURT, Anderson; CRUZ, Antonia F ; ROSSI, Nereu. Artigo Científico: Prata, Bronze e Estanho: Características e Aplicações na Engenharia Elétrica.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. 2010. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, v. 147, n.147, p.3, 03 ago. 2010. Seção 1. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm)>. Acesso em: 26 abr. 2011.

BROCHI, Eduardo de Albuquerque, Artigo Científico: Os metais. PUC-RIO, 2010

Complexo eletrônico: Lei da informática e competitividade – eletrônico - *BNDES Setorial* 31, p. 5-48.

[default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set3101.pdf](http://default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set3101.pdf)

Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais. Recuperação de estanho e cobre a partir da reciclagem de placas de circuito eletrônico de microcomputadores sucata. Disponível em Estudos tecnológicos - Vol. 3, nº 2:124-131 (jul/set 2007)

Directive 2002/95/EC, restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment (RoHS).

ECTEL (1997), “End-of-Life Management of Cellular Phones.” European Trade Organisation for the Telecommunications and Professional Electronics Industry”.

*Estanho*. In Infopédia [Em linha]. Porto: Porto Editora, 2003-2011. [Consult. 2011-11-03]. Disponível em: <[http://www.infopedia.pt/\\$estanho](http://www.infopedia.pt/$estanho)>.

GUTIERREZ, Regina Maria Vinhais. “Complexo eletrônico: Lei de Informática e competitividade”. Disponível em: < <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/>

[http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SL os metais.pdf](http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SL_os_metais.pdf).

Lei nº 12.305/2010 de 2 de Agosto de 2010, “Política Nacional de Resíduos Sólidos”, Presidência da República do Brasil.

MARTINS, Afonso Henrique, Professor Associado, Universidade Federal de Minas Gerais

MARTINS, Afonso Henriques. Estudos tecnológicos - Vol. 3, nº 2:124-131 (jul/set. 2007)

MENETTI, R.P.; CHAVES, A.P. e TENÓRIO, J.A.S. 1995. Reciclagem de metais a partir de sucata eletrônica. In: 50º Congresso Anual da ABM , São Pedro, SP, 1995. Anais...São Pedro. 4:625-635.

MENETTI, R.P.; CHAVES, A.P. e TENÓRIO, J.A.S. 1996a. Obtenção de concentrados metálicos não ferrosos a partir de sucata eletrônica. In: 51º Congresso Anual da ABM , Porto Alegre, RS, 1996. Anais. 4:205-216.

MENETTI, R.P.; CHAVES, A.P. e TENÓRIO, J.A.S. 1996b. Recuperação de Au e Ag de concentrados obtidos a partir de sucata eletrônica. In: 51º Congresso Anual da ABM , Porto Alegre, RS, 1996.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – MME, Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral- SGM PRODUTO 18,Minério de Estanho ,Relatório Técnico 27, Perfil da Mineração do Estanho, CONSULTOR :José Maria Gonçalves de Lima

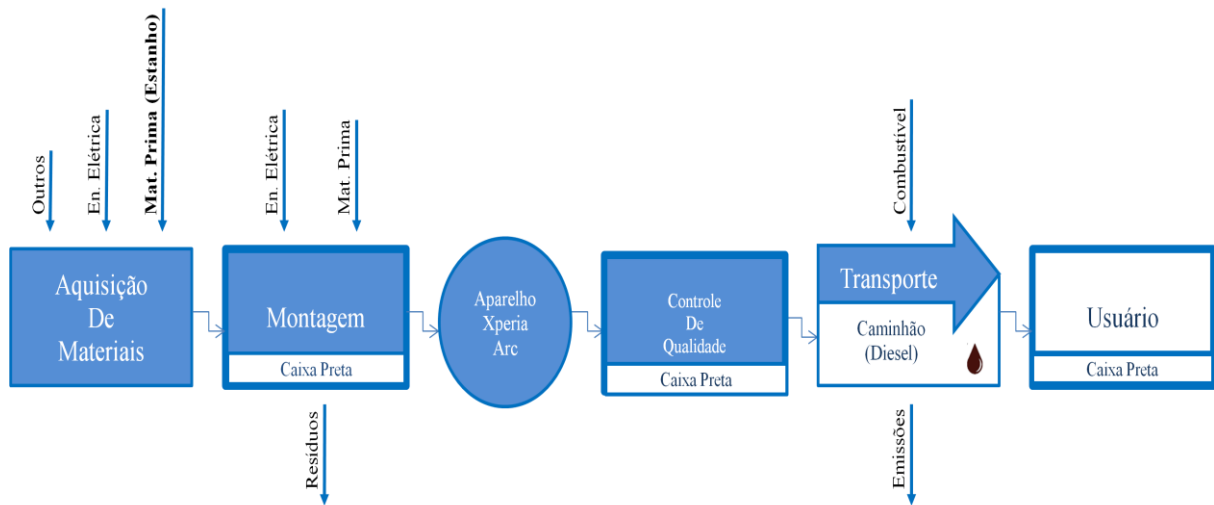
RUSSEL, John Blair. Química Geral. vol II, 2. ed. São Paulo, Makron Books, 1997, p. 1076-1078.

Takahashi, K.I., M. Tsuda, J. Nakamura, K. Otabe, M. Tsuruoka, Y. Matsuno and Y. Adachi (2008), “Elementary Analysis of Mobile Phones for Optimizing End-of-Life Scenarios,” Journal of Environmental Science 20:1403-1408.

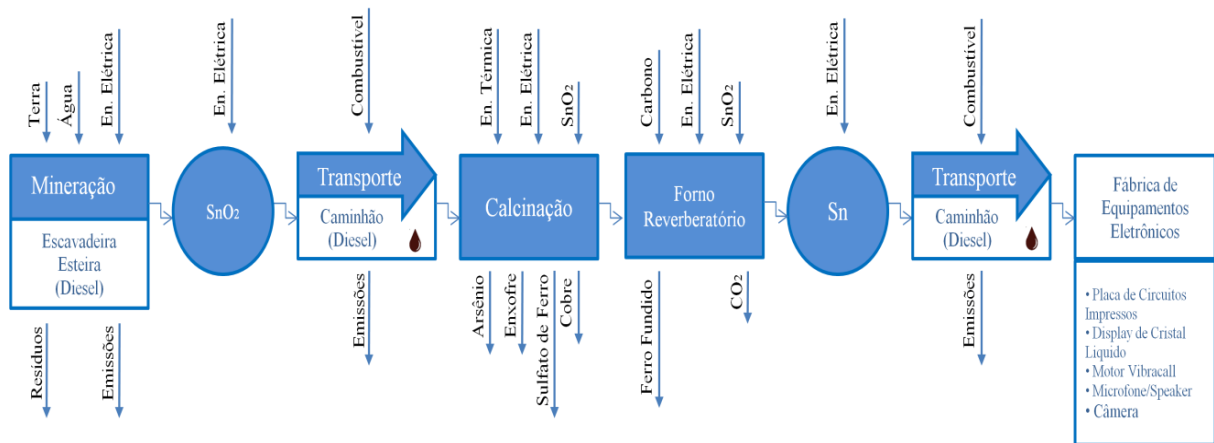
UL, Underwriters Laboratories - White Paper –“The Life Cycle of Materials in Mobile Phones”, Vol. 2, No. 4. 13 May 2011 4/11 BDI 110421

Yu, J., E. Williams and M. Ju (2010), “Analysis of Materials and Energy Consumption of Mobile Phones in China,” Energy Policy 38: 413-4141.

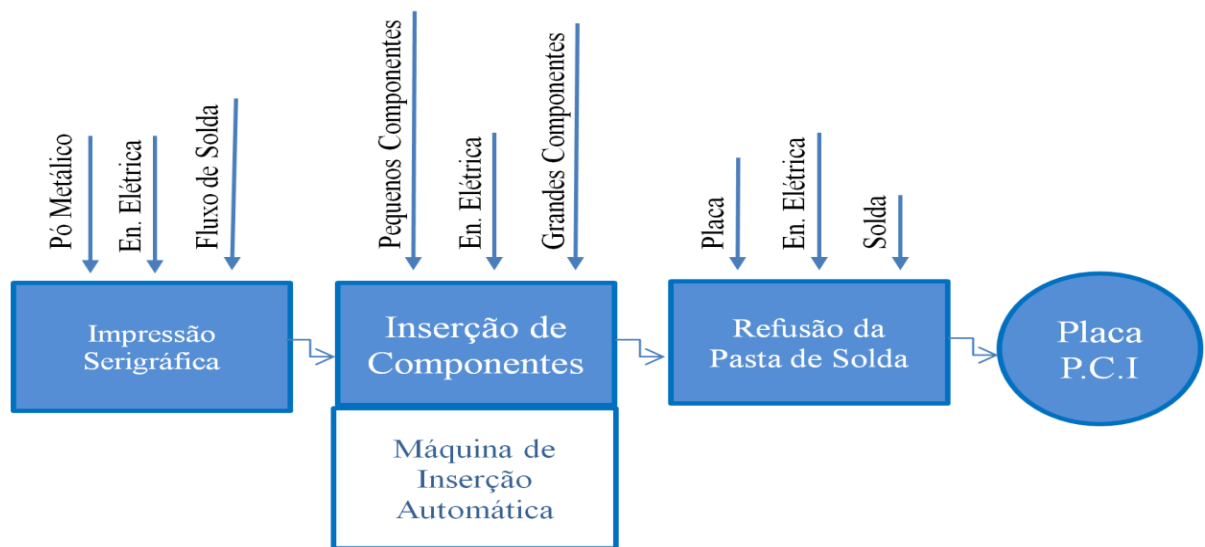
## Anexos:



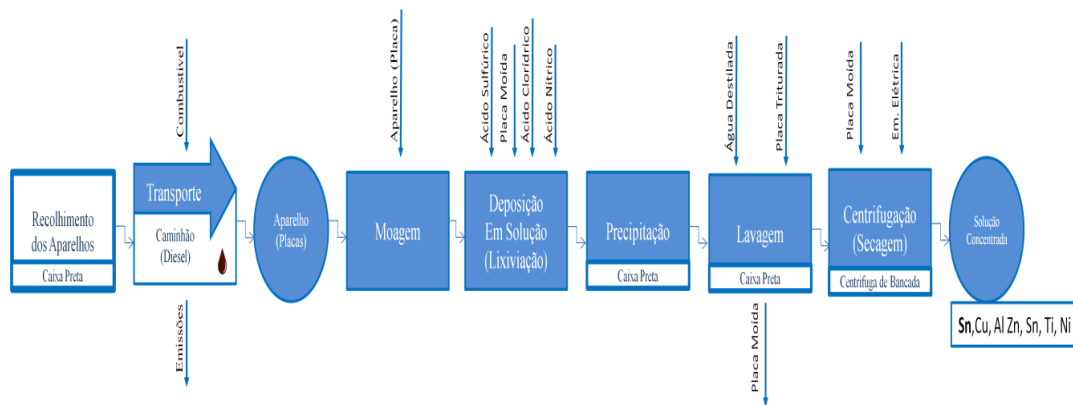
Fluxograma da Fabricação do Aparelho Sony Ericsson XPeria Arc S



Fluxograma da Obtenção do Estanho



Fluxograma da Fabricação de Placas de Circuito Impresso (P.C.I)



Fluxograma Logística Reversa