

Universidade de Brasília
Faculdade UnB Gama
Engenharia e Ambiente

Avaliação do ciclo de vida dos aparelhos celulares Motorola com ênfase no elemento químico Chumbo.

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 Engenharia Automotiva, Eletrônica, Energia e Software.

Ana Paula Castro
Amanda Leite
Filipe Miranda
Frederico Delano
Henrique Costa
Jessica Badu
Jose Roberto
Marcos Antonio
Mariana Andrade

Revisado em fevereiro 2012 - Ana Paula Castro de Paula Nunes

Gama, dezembro 2011

Resumo

Este relatório teve como objetivo fazer uma avaliação do Ciclo de Vida dos aparelhos celulares MOTOROLA, analisando o processo de fabricação e uso dos mesmos, desde o início da produção até o descarte ou reaproveitamento dos aparelhos. Para a realização do relatório, foram feitas diversas pesquisas e contatos com a empresa, através de *emails*, a fim de obter dados para quantificar e especificar processos de produção, emissões e insumos utilizados. Os dados coletados foram aplicados em fluxogramas que especificam as etapas da vida útil dos aparelhos, estudando os impactos da produção. Assim, viabiliza-se um estudo que torna públicos os processos que envolvem o modo de produção do aparelho pela empresa e os impactos causados pelos mesmos.

Palavras chave: AVC. Celular. Fabricação. Motorola. Fluxograma.

Abstract

This report was made to evaluate the life cycle of MOTOROLA cellphones móbile, analyzing its fabrication process and use, since its first production until the discart or reuse of the device. For making this report, several researches and contacts with the company were made, through emails, with the purpose of obtaining data to quantify and specify production processes, emissions and inputs used. The data collected were applied in flowcharts wich specify steps of the device's useful life, studying production impacts. This way, enables to be public the study of those processes wich involves the company's production way and the impacts of the use caused by they.

Sumário

Resumo	2
Abstract	2
Introdução	4
Objetivos	7
Objetivos Específicos	7
Métodos	8
Resultados e Análise	9
Conclusões	18
Referências Bibliográficas	29
Anexos	20

Introdução

A análise do Ciclo de Vida de um Produto compreende desde a extração dos recursos naturais ou matérias primas, necessários à sua produção, até a disposição final do produto ao fim de sua vida útil. (VALLE, 2002). Do ponto de vista da gestão ambiental, a avaliação de impacto do ciclo de vida de um produto é regulada pelas normas ISO 14040 e 14044.

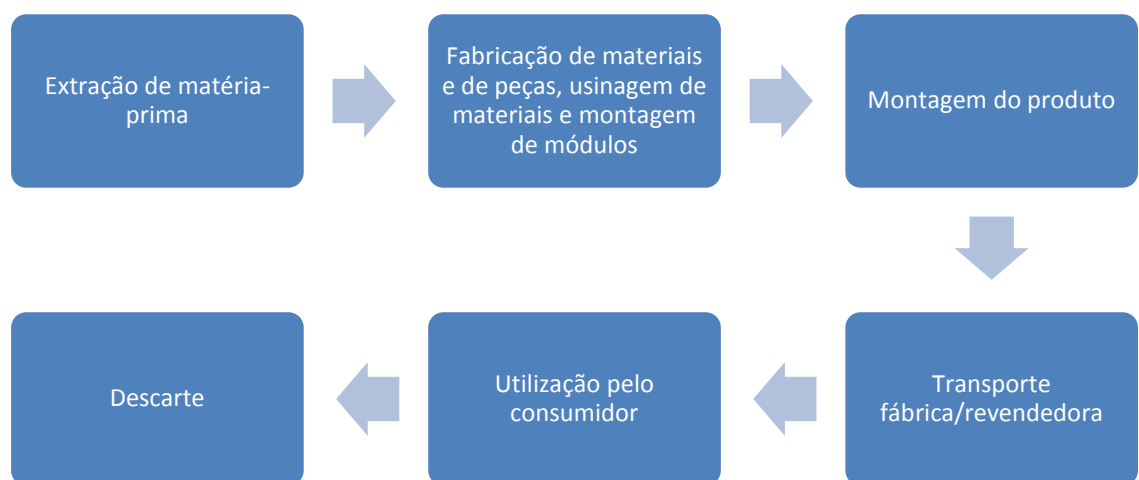
Diante dessa perspectiva, esse trabalho tem como objetivo apresentar a análise do ciclo de vida de um celular fabricado pela empresa Motorola, tendo como ênfase a análise do ciclo de vida do chumbo, presente na composição de uma liga utilizada para soldar os componentes eletrônicos na placa de circuito impresso (um dos componentes do celular). (VEIT, 2004)

Levando-se em conta a análise do ciclo de vida de um celular Motorola, são relevantes os aspectos ligados às questões de ecologia industrial, visando o processamento e meios de produção ligados a confecção deste bem, desde a extração da matéria prima (ex.: metais pesados, como ouro, chumbo e paládio) até o descarte residual. (COSTA, 2003)

Além das questões de ecologia industrial, as questões ambientais são de grande importância, tanto para o consumidor final, quanto na esfera industrial, sendo assim, parâmetros como medida do potencial poluidor e medida do potencial degradante do produto analisado, aparecem como destaque da análise aqui desenvolvida, buscando sempre observar o meio afetado, como também a sua “área de influência direta”. (LOUCKS e VAN BEEK, 2005; GWP)

É preciso também levantar responsabilidades vinculadas diretamente ao processo de fabricação, ao fornecimento e gasto de energia envolvido, e o fim do ciclo de vida do celular, visando sempre o descarte consciente ou reaproveitamento da matéria utilizada, buscando assim a maximização e otimização dos materiais envolvidos, da energia e dos processos de fabricação em si.

Podemos exemplificar, de um modo geral, o processo de fabricação de um produto qualquer dessa forma (FERREIRA, 2004):



Desse modo, o processo de fabricação de um celular não poderia ser diferente. Para fabricar um telefone móvel são necessários centenas de componentes, assegurados por fornecedores especializados. Estes componentes usam uma grande diversidade de materiais.

Dentre as substâncias, presentes nesses materiais, nocivas ao meio ambiente e ao homem no processo em aparelhos celulares a mais nociva é o chumbo, cuja participação na solda gira em torno de 37%, em peso da liga de solda tin-lead, utilizada nas soldagens de placas de circuito eletrônico. Uma nova liga adotada é a lead-free, ela é isenta de chumbo, denominada SAC 305 e sua composição é Sn 96,5%, Ag 3,0% e Cu 0,5%. Há também outras alternativas de ligas, possuindo diferentes composições. (LOPES, 2008). No entanto não foi possível obter informações pertinentes à liga utilizada pela empresa Motorola.

Depois de fabricada as partes de um celular, ele pode, enfim, ser montado e distribuído para o consumidor.

Após o uso deste aparelho, ele é descartado. E para que ele não cause prejuízo ao meio ambiente, as empresas devem por em prática a “logística reversa”, onde Segundo os autores Rogers e Tibben-Lembke (1998), pode ser definida como: "o processo de planejamento, implementação e controle da eficiência e eficácia e dos custos, dos fluxos de matérias-primas, produtos em curso, produtos acabados e informação relacionada, desde o ponto de consumo até ao ponto de origem, com o objetivo de recapturar valor ou realizar a deposição adequada". Em resumo, a Logística Reversa tem como objetivo, planejar, implementar e controlar de um modo eficiente e eficaz: o retorno ou a recuperação de produtos, a reciclagem, a substituição e a reutilização de materiais e é instrumento da Política Nacional de Resíduos Sólidos de acordo com a Lei Nº 12.305, cap. III, art. 8º.

Desta forma, fabricantes, importadores, comerciantes, distribuidores e consumidores devem contribuir para que o meio ambiente não seja afetado pela poluição de substâncias nocivas encontradas nos aparelhos celulares. (BRASIL, 2010).

De acordo com a Teleco (2008), o ciclo de vida dos aparelhos sofisticados é de, em média, um ano, e mais de cem milhões de celulares deixam de ser usados a cada ano que passa. Porém se descartados de forma certa, esses aparelhos podem ser reciclados corretamente, evitando assim, um desperdício de matéria prima e reaproveitando componentes.

Por fim, a análise de ciclo de vida compreende fundamentos para o desenvolvimento e a melhoria de produtos, o marketing ambiental e a comparação de diferentes opções de produtos e/ou materiais. Também ajuda na identificação de possíveis melhorias ao longo do ciclo de vida do produto e no fornecimento de dados ambientais complementares e informações úteis para as tomadas de decisão. A análise do ciclo de vida tem sua estrutura normatizada pela série ISO 14040.

Objetivo

O trabalho tem como objetivo realizar uma análise do ciclo de vida dos aparelhos celulares Motorola, por meio de revisão bibliográfica e contato direto com a empresa, com ênfase na declaração da empresa sobre a Logística Reversa, no fluxo de massa e energia do ciclo de vida do chumbo.

Objetivos Específicos

- Identificar uma empresa de celulares para realizar o estudo de casos.
- Verificar se a empresa selecionada possui uma política de responsabilidade ambiental e social publicada.
- Verificar se a empresa cumpre o artigo 18 do Decreto 7404/2010 que regulamenta a Lei 12.305/2010 (Política Nacional de Resíduos Sólidos) quanto à Logística Reversa
- Avaliar o ciclo de vida dos celulares da empresa, quantificando os fluxos mássicos, de energia e rastreando o elemento químico chumbo, desde sua extração na natureza até o produto final.

Métodos

O trabalho foi realizado durante as aulas de Engenharia e Ambiente, na Faculdade UnB Gama. Para coleta de dados, houve identificação da empresa para realização do estudo de caso e verificação da uma Política de Responsabilidade Ambiental e ou social publicada pela mesma.

Assim, foi realizada a identificação das ações utilizadas pela empresa para cumprir o disposto na Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei Nº 12.305.

Depois do recolhimento de informações, foi preparado um fluxograma específico sobre o tratamento e ciclo do Chumbo feito com as ferramentas símbolos no PowerPoint, e um geral sobre a produção de Placa de Circuito Impresso – feito de modo similar ao fluxograma anteriormente citado -, onde o elemento químico escolhido entra como matéria-prima, identificando as entradas e saídas de insumos, energia, resíduos e emissões. Com base nestes dados, foram identificadas as quantidades de Chumbo necessárias para a produção dos aparelhos. A coleta de dados para a montagem do fluxograma foi organizada como na tabela 1.

Quadro 1 – Coleta de Dados para o Fluxograma

	Entradas			Saídas			
Processo 1	Máquina/Equipamento	Matéria prima	Combustível	Emissões	Efluentes	Resíduos sólidos	Produtos

Resultados e Análise

Com uma publicação em seu *web site*, a Motorola apresenta sua Responsabilidade Corporativa com o meio ambiente, onde ela assegura que novos produtos consumam menos energia do que modelos anteriores e que sejam utilizados materiais ambientalmente preferíveis e de fácil reciclagem, já que a mesma possui uma política de coleta de seus eletrônicos para reutilização, o que evita o desperdício dos mesmos.

A empresa informa que, ao mesmo tempo que ajuda os consumidores a reduzir suas pegadas ambientais, continua a reduzir seus próprios impactos. Informa ainda que adota as gestões **ISO 14001** e **OHSAS 18001**, e mantém o compromisso de reduzir a própria pegada da empresa.

Nesse mesmo sistema de gestão, a empresa apresentou os seguintes tópicos:

“A Motorola também adota a política de ECO-INOVAÇÃO, ou seja, criação de produtos que diminuam os impactos negativos ao meio ambiente. “

“Na fabricação de telefones móveis usa-se energia renovável e plásticos reciclados para que os impactos do ciclo de vida sejam reduzidos.”

“Em 2009, um novo plástico foi utilizado no TM MOTO W233 Renew, o primeiro telefone móvel do mundo feito de plástico de garrafas de água recicladas. “

“Desde 2004, a Motorola recolhe os próprios equipamentos usados para depois reaproveitar a matéria-prima na linha de produção. Recolhe por ano duas mil e quinhentas toneladas de equipamentos, o equivalente a cerca de 3,5% de suas vendas (e é uma das poucas a publicar esse tipo de estatística).”

De acordo as informações institucionais, a Motorola registra um nível de retorno de aparelhos celulares de cerca de 0,5% em relação às vendas ou vinte a vinte e cinco mil unidades por mês. As principais razões que motivam esse retorno dos produtos são: problemas com a qualidade; não adaptação do consumidor ao produto e insatisfação do cliente com o produto. O canal reverso - linha da logística reversa - de celulares na empresa busca tratar os aparelhos.(MOTOROLA, 2011).

Em sua política declarada, a Motorola afirma estar comprando 119 milhões de quilowatts-hora (kWh) de energia verde – energia renovável e limpa, anualmente, o que é

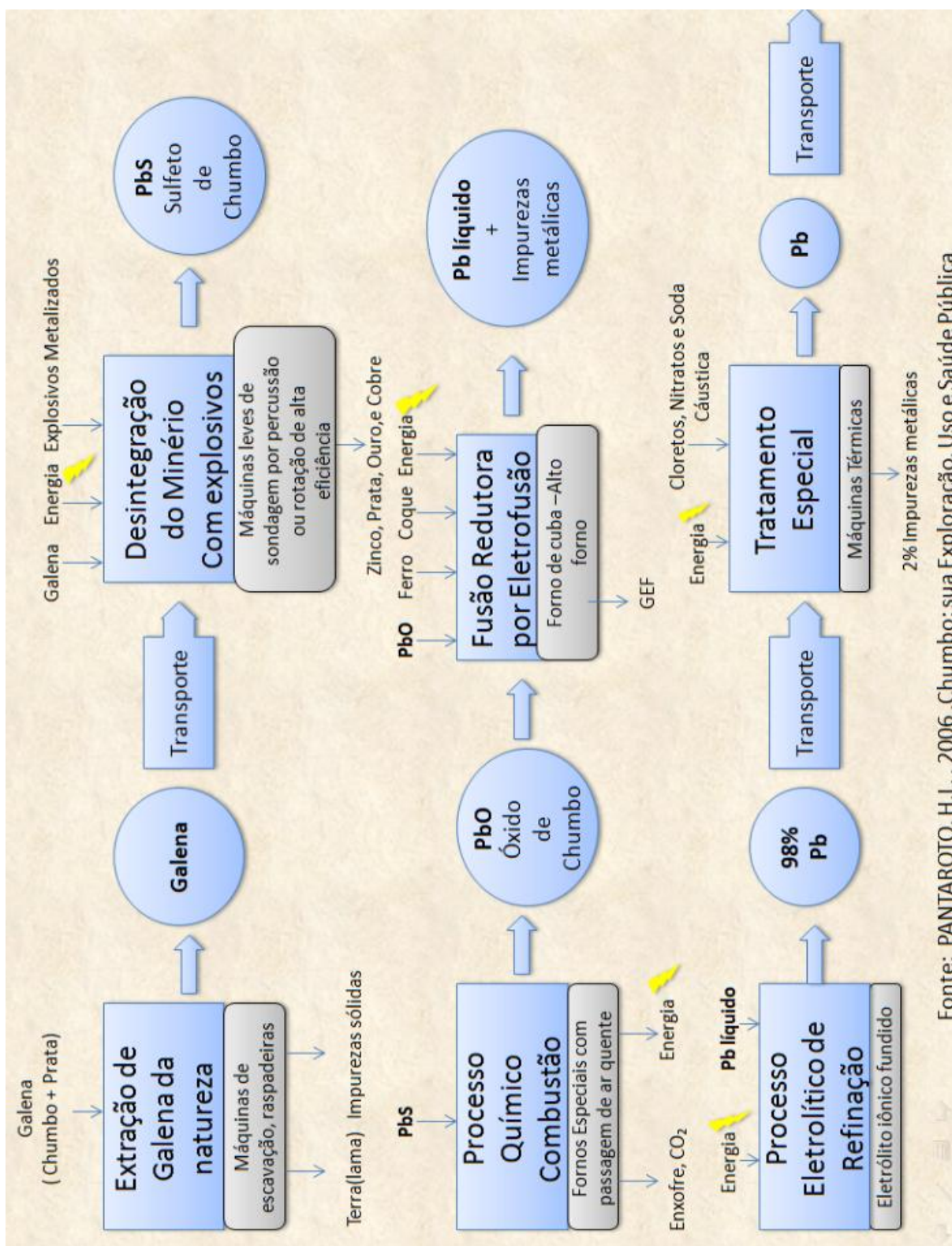
suficiente energia verde para atender mais de 30% do uso da empresa de eletricidade comprada em os EUA

O objetivo declarado da empresa é que o Serviço Autorizado Motorola devolva o aparelho consertado em 48 horas, necessitando, para tanto, “manter uma logística reversa ao longo de toda a cadeia de forma a manter estoques de componentes e garantir as substituições aos centros de atendimentos. “. Em sua política, a empresa informa a compra de certificados de energia renovável (RECs) de Energia Nativa, o que permite que os geradores de energia renovável tenham maior flexibilidade na distribuição dos seus produtos e, portanto, incentivando o desenvolvimento futuro do mercado de energia renovável.

De acordo com informações da Responsabilidade Corporativa publicada em seu *site*, a compra da Motorola verde atual equivale a 119 milhões de kWh, o necessário para evitar o dióxido de carbono (CO₂) de mais de 16.000 veículos de passageiros por ano, correspondendo à quantidade equivalente de eletricidade necessária para alimentar mais de 10.000 d lares americanos anualmente. (MOTOROLA, 2011)

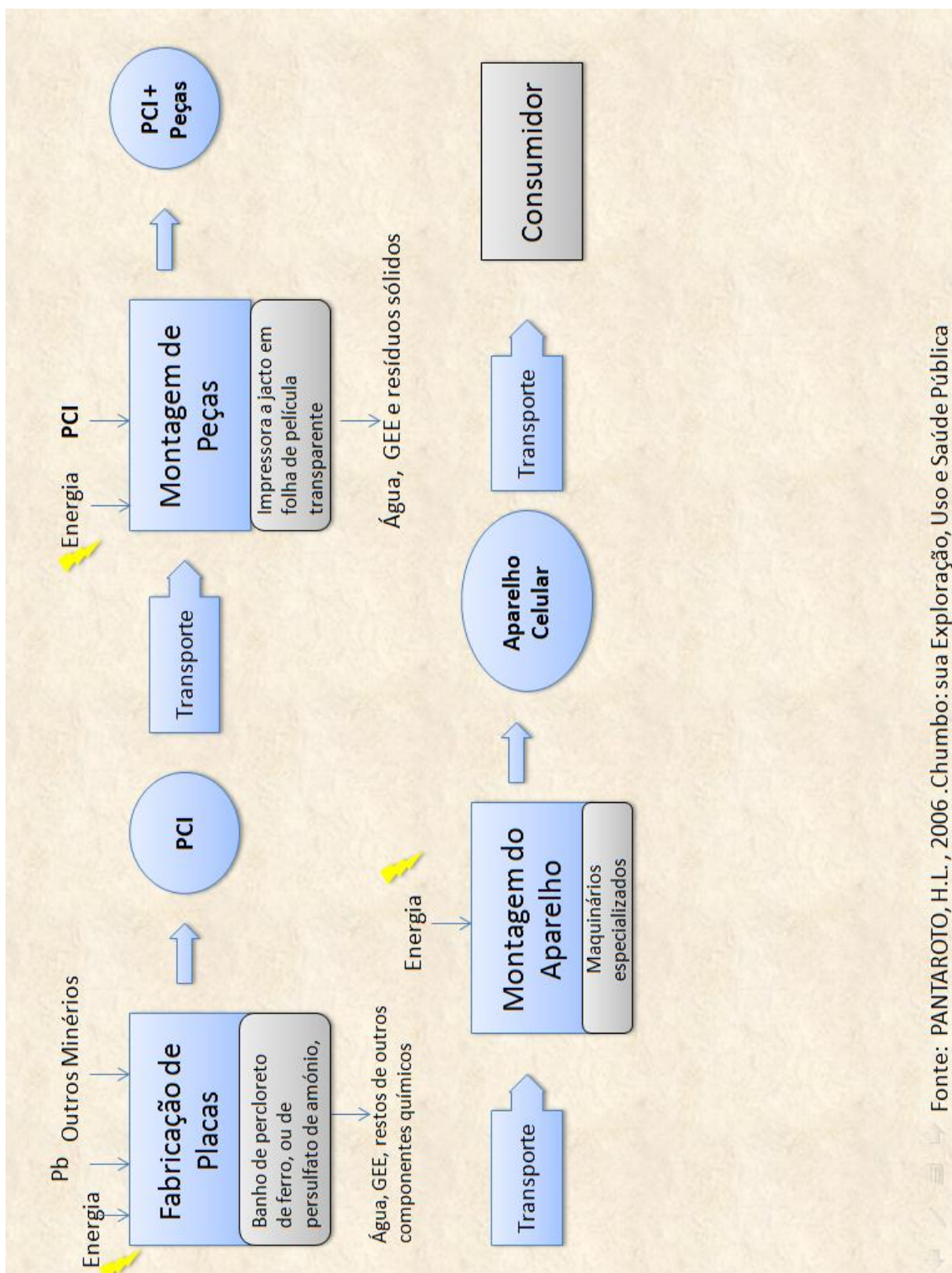
Uma vez com as políticas empresariais a respeito do meio ambiente identificadas, tentou-se o contato por *email* com a empresa, e após várias semanas sem retorno, recebemos a informação de que os dados referentes a tais variáveis não poderiam ser fornecidas a terceiros. (Anexo 1)

A coleta de material e informações baseados em diversos artigos científicos sobre mineração e afins publicados, resultou em dois fluxogramas que especificam os processos de obtenção da Placa de Circuito Impresso e o aparelho celular como produto final.(Figuras 1 e 2).



Fonte: PANTAROTO, H.L., 2006 .Chumbo: sua Exploração, Uso e Saúde Pública

Figura 1 – Ciclo de Vida do Chumbo da extração à montagem do celular.



Fonte: PANTAROTO, H.L., 2006. Chumbo: sua Exploração, Uso e Saúde Pública

Figura 1 – Ciclo de Vida do Chumbo.

No fluxograma 1, está representada a galena, um mineral composto de sulfeto de chumbo (II), e o mais importante dos minérios do chumbo. Sua extração da natureza é feita a partir de processos físicos e termoquímicos. Depois, máquinas leves de sondagem por percussão ou rotação de alta eficiência e explosivos metalizados são usados para desintegrar o minério, resultando em sulfeto de chumbo. A figura 1 ilustra as principais origens do minério utilizado na fábrica da Motorola no interior de São Paulo – Brasil (figura 2).



Figura 2 – Principais fontes de extração de Chumbo

Figura 3– Fábrica da Motorola em Jaguariúna, no interior de São Paulo



De acordo com o Fluxograma do Ciclo de Vida do Chumbo (Figura 1), há uma primeira fase onde ocorre o processo de combustão ao ar livre, onde há eliminação do enxofre utilizando forno com concavidade, com insuflação de ar na presença de cal e de gipso, proveniente do sulfato de cálcio hidratado. Daí há a formação de óxido de chumbo.

No processo seguinte, é feito uma fusão redutora em forno tipo "Waterjacket", adicionando ao minério traços de ferro e coque. O óxido de chumbo é reduzido e o chumbo líquido agrupa-se no fundo da concavidade. (PANTAROTO, 2006)

Para purificar se esse chumbo bruto utiliza-se o processo de refinação que contém 2% de impurezas metálicas diversas, por meio de um processo de eletrolítico, denominado processo eletrolítico de Betts, que permite obter o chumbo em proporção de 98% utilizando eletrólitos iônicos fundidos.

O chumbo, depois de purificado, recebe um tratamento especial conhecido como "processo Harris", que consiste em eliminar as impurezas por um fluxo oxidante de soda, cloreto e nitrato de sódio, misturado ao banho de chumbo fundido. Nele as impurezas são

eliminadas em forma de espuma dando origem ao chumbo pronto para ser utilizado industrialmente. (LMT-USA, 2009)

Assim, o chumbo já tratado é encaminhado para a fabricação de placas de circuito impresso que é feito do seguinte modo:

Primeiro, imprime-se a matriz com o desenho do circuito em um papel transparente especial e depois se transfere a imagem contida na folha transparente para o cobre da placa - pulverizada com um verniz fotossensível. Na produção industrial de placas de circuito impresso utiliza-se uma mistura de dois produtos químicos para destruir a superfície de cobre que sobra sobre o desenho, deixando apenas as pistas e pastilhas onde está depositada a camada de verniz fotossensível, a qual é resistente ao ataque químico. (MOGE, 2003)

Depois da remoção do cobre, acontece a lavagem com água da placa. Uma vez limpa, a camada de verniz fotossensível que se encontra por cima do caminho de cobre é retirado com uma solução contendo acetona.

“Após projetar os furos para os terminais dos componentes e para evitar que o cobre oxide em contacto com o ar, convém pulverizar a placa com um verniz que propicia uma proteção antioxidante e facilita as operações futuras de soldadura.”(MOGE, 2003)

Um banho de percloroeto de ferro é feito para conservar o produto e guardado dentro de frascos apropriados e encaminhado para a fábrica montadora. (MOGE, 2003)

A montagem dos componentes é feita a partir de maquinários e funcionários especializados, que utilizam tecnologias avançadas como ferramentas de produção, fazendo a ligação entre os componentes e apresentando para o consumidor, como produto final, o aparelho celular.

No Quadro 2 estão esquematizados os processos de obtenção da Placa de Circuito Impresso como produto final.

Quadro 2 – Dados do Fluxograma 1

	Entradas			Saídas			
	Máquina/Equipamento	Matéria prima	Combustível	Emissões	Efluente	Resíduos sólidos	Produtos
Extração de Galena	Máquinas de escavação, raspadeiras	Galena (chumbo+prata)	Fóssil	GEE	Lama	Terra	Galena
Desintegração do Minério	Máquinas leves de sondagem por percussão ou rotação de alta eficiência	Galena e explosivos metalizados	Não especificado	GEE	Não especificado	Zinco, Prata, Ouro e Cobre	Sulfeto de Chumbo
Processo Químico de Combustão	Fornos especiais com passagem de ar quente	Sulfeto de Chumbo	Não Especificado	GEE e Enxofre	Não especificado	Não especificado	Óxido de Chumbo
Fusão Redutora por Eletro fusão	Forno de Cuba-Alto forno	Óxido de Chumbo	Energia Elétrica	GEE	Não especificado	Não especificado	Chumbo Líquido
Processo Eletrolítico de Refinação	Eletrólito Iônico Fundido	Chumbo Líquido	Energia Elétrica	Não especificado	Espuma com as impurezas metálicas	Não especificado	98% Chumbo
Tratamento Especial	Máquinas Térmicas	98% Chumbo	Energia Térmica	Não especificado	Não especificado	2% impurezas metálicas	Chumbo
Fabricação de Placas	Banho de Percloroeto de Ferro	Chumbo	Não especificado	GEE	Água	Não especificado	Placa de Circuito Impresso
Montagem de Peças	Impressora a jacto	Placa de Circuito Impresso	Energia Elétrica	GEE	Água	Não especificado	PCI + peças
Montagem do Aparelho	Maquinários especializados	PCI + peças	Energia Elétrica	Não especificado	Não especificado	Não especificado	Aparelho Celular

Utilizando-se de revisão bibliográfica e das ferramentas de animação do programa para computador PowerPoint, foi produzido o Fluxograma referente ao processo geral de fabricação do celular(Figura 2), cujo processo de fabricação é especificado juntamente ao processo de obtenção da Placa de Circuito Impresso (Figura 1).

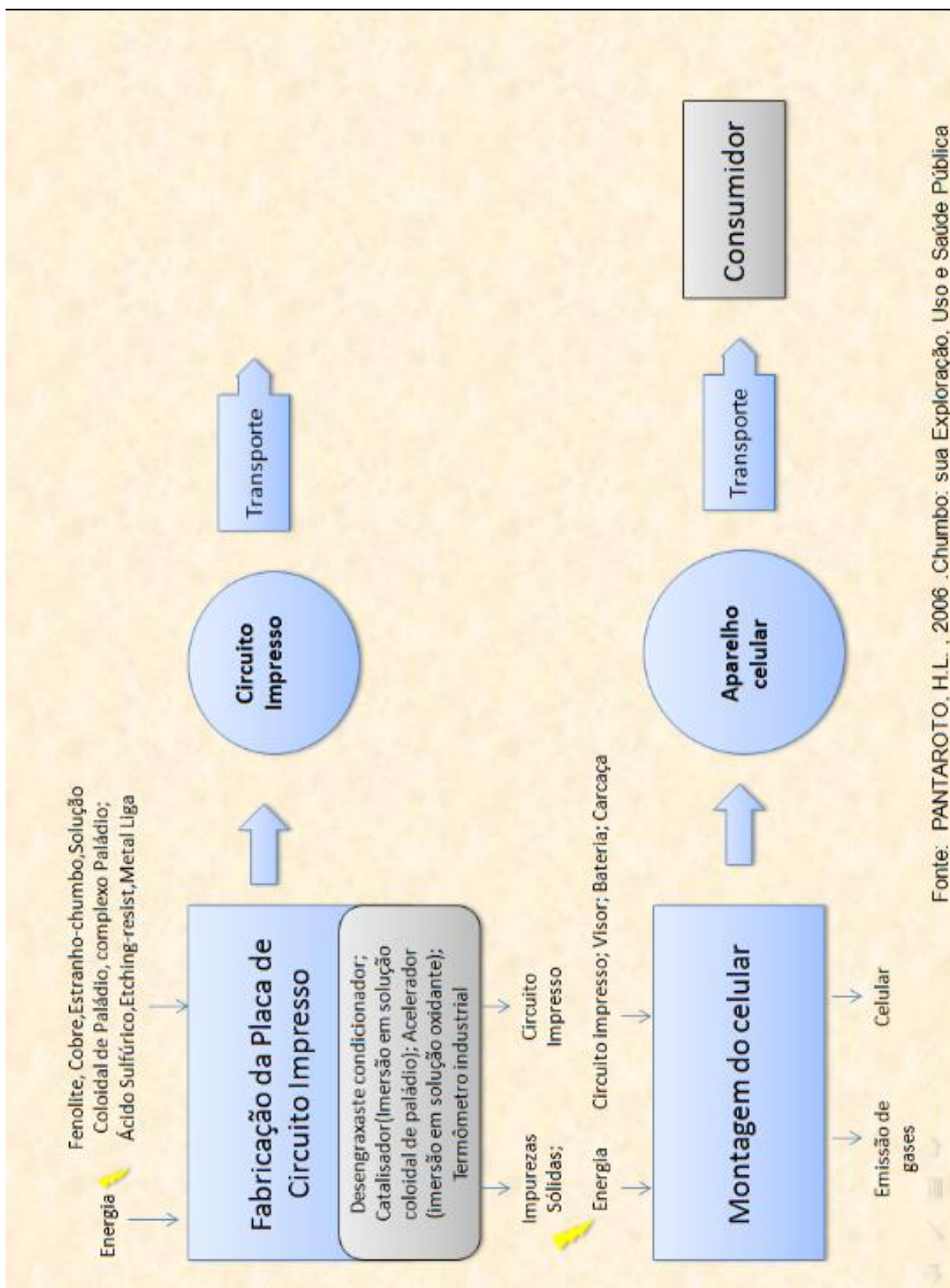


Figura 2 – Processo geral de fabricação do celular

Conclusões

Ao avaliar a Política Nacional de Resíduos Sólidos nota-se que existem especificações em relação ao dever das empresas, companhias e instituições para diminuir o nível de emissões, resíduos e diminuir o gasto de energia em seus processos.

A empresa Motorola, com suas políticas como o sistema de gestão EHS, declara-se eficiente em relação. Prova disso é o aparelho Moto™ W233 Eco. O material utilizado em sua fabricação é o plástico reciclado de garrafas PET. Além disso, o aparelho possui um kit 100% reciclável, com embalagem e manual produzidos a partir de papel reciclado.

A identificação de todas as etapas dos ciclos produtivos e suas conexões é importante para o desenvolvimento da visão sistêmica, porém, é essencial que se quantifiquem os insumos, energia gasta no processo, a emissão de gases de efeito estufa, bem como os impactos ambientais e sociais associados.

Este estudo teve como principal ponto ressaltar a importância do estudo do ciclo de vida dos aparelhos eletrônicos, identificando os impactos ao longo das etapas do processo de produção que necessitam de um estudo aplicado, o que aponta a necessidade de uma política efetiva a respeito de reciclagem e que envolva coleta e armazenamento e disponibilização de dados pelos agentes envolvidos, para viabilizar estudos quantitativos.

Abordagens como a análise do ciclo de vida levantam questionamentos acerca dos futuros profissionais que irão gerir processos industriais. Muito se fala sobre sustentabilidade e redução da pegada ambiental, mas processos e atitudes de extrema relevância são deixados a mercê da discussão da sustentabilidade.

É a gestão ambiental e socialmente responsável dos insumos, produtos e resíduos dos processos e definição de processos de reciclagem economicamente viáveis que possibilitarão a existência e efetividade do manejo sustentável e da formação de uma geração de profissionais sensibilizados e capacitados para agir.

Referências Bibliográficas

ABRANTES, José. Ciclo de vida de um produto: considerações mercadológicas, da produção e de conservação do meio ambiente. Resende-RJ: 2006. Disponível em: <<http://www.aedb.br/seget/artigos2006.php?Pag.=14>>. Acesso em: 22 out. 2011.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.

FERREIRA, José Vicente. Análise de Ciclo de Vida dos produtos. Instituto Politécnico de Viseu: 2004. Disponível em: <<http://www.estv.ipv.pt/PaginasPessoais/jvf/Gest%C3%A3o%20Ambiental%20-%20An%C3%A1lise%20de%20Ciclo%20de%20Vida.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2011.

LMT-USA. Lead Metals Technology USA. Disponível em: <<http://leadmetaltch.com/index.php?page=/pt/processes.php>>; Acesso em: 20 dez. 2011

LOPES, L. M. A.; **MANZATO**, L.; **SIQUEIRA**, A. M. O. A fabricação de Aparelhos celulares contribuindo para o desenvolvimento sustentável: um estudo de casa em uma empresa no pólo industrial de Manaus. Rio de Janeiro: 2008. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_TN_STO_077_543_11424.pdf>. Acesso em: 12 out. 2011.

MACHADO, I.P. (2002) – Avaliação Ambiental do Processo de Reciclagem de Chumbo. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Térmica e Fluídos. Unicamp. Biblioteca do Instituto de Geociências.

MÖGE, M. Como Fabricar Placas de Circuito Impresso, 2003. Disponível em: <<http://www.editorialbolina.com/elektor/downloads/placasCI.pdf>> Acesso em: 17 nov. 2011

MOTOROLA. Coporate Responsibility. Recycling. Disponível em: <<http://responsibility.motorola.com/index.php/environment/>>. Acesso em: 11 out. 2011

PANTAROTO, L. H. Chumbo: sua Exploração, Uso e Saúde Pública. Dezembro 2006

TELECO. Produção, Exportação e Importação de Telefones Celulares, de 20 abr. 2008. Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/celprod.asp>>. Acesso em: 11 out. 2011.

VALLE, Cyro Eyer do. Qualidade ambiental. ISO 14000. 5 ed. Editora Senac: São Paulo, 2004

Anexos

1- Email para a Empresa Motorola

Icaro Rodrigues
qpj367@motorola.com

8 out

Ana Paula,

Quero lhe informar que estamos tratando do seu caso.

Creio que até o final desta semana teremos uma resposta.

Desculpe pela demora, mas existe uma certa burocracia devido a termos de segurança da empresa para que possamos passar este tipo de informação.

Nos falaremos novamente.

Att,

Icaro Rodrigues

Motorola Business Analyst

[+55 11 3847 - 3408](tel:+551138473408) || [+55 11 6706 - 1672](tel:+551167061672) || [+55 11 9962 - 3351](tel:+551199623351)



Ana Paula Castro de Paula Nunes

para Icaro 16 out

Ícaro,

Agradeço a atenção e informo que ainda esperamos resposta, pois conseguimos prolongar o prazo para a entrega dos dados.

Obrigada,
Ana Paula Castro

Icaro Rodrigues 2
qpj367@motorola.com 27 out

Ana,

Após diversas solicitações, infelizmente não consegui aprovação para enviar este tipo de informação.

Segundo a Diretoria responsável por este tipo de informação, nem mesmo funcionários da Motorola podem inserir estes dados em trabalhos de faculdade ou qualquer outro meio de veiculação de informação externo a empresa.

Somente os dados presentes em nosso site podem ser acessados e divulgados.

Desculpe, mas infelizmente não poderemos lhe auxiliar com estas informações.