

Universidade de Brasília
Faculdade UnB Gama
Engenharia e Ambiente

Análise do Ciclo de Vida na Produção do Aparelho NOKIA N8-00 com ênfase nos materiais plásticos.

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, Software.

Lucas Fonseca Hilário Vaz
Luiz Felipe Gonçalves de Castro
Marcelo Rodrigues Berçot
Nadja Cardoso Campos Ribeiro

Revisado em Fevereiro de 2012 – Antonio Carvalho de Oliveira Junior

Gama, dezembro 2011

Resumo

A análise do ciclo de vida do aparelho celular Nokia N8-00 com ênfase no Politereftalato de Etileno (PET) tem o objetivo de identificar o processo produtivo do produto, de forma a avaliar os impactos causados em cada parte do processo, desde a extração da matéria-prima até o descarte do aparelho. A pesquisa foi feita através de informações do site da empresa Nokia, artigos científicos e em contato com a empresa. Por meio das pesquisas, o grupo conseguiu apontar quais os princípios utilizados pela empresa Nokia na proteção e respeito pelo meio, destacando também - em números - os variados gastos de energia com transporte e utilização, e também números que apontem as quantidades dos materiais da composição do aparelho Nokia N8-00. Dentre variados resultados, pode-se apontar que categoricamente a Nokia possui uma boa abordagem referente a política nacional de resíduos sólidos, possuindo um bom aproveitamento na reciclagem de aparelhos e margeando níveis desejáveis de coleta de aparelhos mundo afora. Assim como segue a opinião da Nokia, lançada em seu site – “We aim to lead in the reduction of any negative environmental impact. We have a user base of more than one billion people which means that we have a unique opportunity to make an impact that goes beyond our own activities. That’s why we aim to offer people products and solutions that help them make sustainable choices. Also, by closely collaborating with our suppliers, we also hope to improve the environmental performance of our supply chain.” (Nokia, 2011).

Palavras-chave: plástico, análise do ciclo de vida; PET; Nokia.

Abstract

The analysis of the life cycle of the cell phone Nokia N8-00 with emphasis on PET plastic is designed to identify the plastic production process, measuring the impacts on each part of the process, beginning on the extraction of raw-materials until the disposal of the device. The research was made based on information of the Nokia’s company website, scientific papers and contacts with the company in order to get results, since PET is a fully recyclable plastic and pollutes less than other types of polymers (like PVC, which was also excluded of the company’s new devices), besides being a product of an economically viable production, despite the impacts to the environment, both in device production as during its period of use and even in the disposal, such as the gas and harmful substances emissions, that affect the environment and the people who live there.

Sumário

Introdução.....	06
Objetivo.....	11
Métodos.....	12
Resultados e Análises.....	14
Anexos.....	27
Revisão Bibliográfica.....	32

Lista de Figuras

Figura 1 Energia usada e Gases de Efeito Estufa emitidos	8
--	---

Lista de Tabelas

Tabela 1 Modelo de Coleta de dados para quantificação do fluxo de massa.....	12
Tabela 2 Tecnologias específicas usadas para o tratamento de resíduos (inertes, não-inertes, perigosos entre outros mais.) no Brasil em 2006 e 2007, segundo a Abetre (Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos).	14
Tabela 3 Resíduos industriais tratados em relação à sua origem, segundo a Abetre (Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos).....	14
Tabela 4 Consequências do contato com substâncias tóxicas.	18
Tabela 5 Componentes do aparelho para a produção de um celular Nokia N8-00.	22
Tabela 6 Consumo de energia durante o ciclo de vida de um celular Nokia N8-00.....	23
Tabela 7 Emissão de gases durante o ciclo de vida de um celular Nokia N8-00.	23
Tabela 8 Componentes do aparelho para a produção de 100.000 celulares N8-00.	24
Tabela 9 Consumo de energia durante o ciclo de vida de 100.000 celulares N8-00.	24
Tabela 10 Emissão de gases durante o ciclo de vida de 100.000 celulares N8-00.....	24
Tabela 11 Evolução dos percentuais do plástico PET.....	25

Lista de Abreviaturas e Siglas

Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE)

UENF (Universidade Estadual do Norte Fluminense)

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)

FIESP (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO)

Ministério de Minas e Energia - MME

Politereftalato de Etileno (PET)

RoHS (restrição de substâncias perigosas)

1. Introdução

De acordo com a Lei 12.305/2010, resíduos sólidos são materiais, substâncias, objetos ou bens descartados resultantes de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível. (BRASIL, 2010)

Para fabricar um aparelho celular, diferentes tipos de resíduos sólidos são produzidos. Os primeiros resíduos gerados são os de mineração, devido à extração ou beneficiamento de minérios, depois os resíduos gerados pelo transporte, devido à necessidade de transporte da matéria-prima até as fábricas, que geram o resíduo de tipo industrial (geralmente, sob a denominação de resíduos industriais se enquadram sólidos, lamas e materiais pastosos oriundos do processo industrial metalúrgico, químico ou petroquímico, papelheiro, alimentício etc.) – UENF (Universidade Estadual do Norte Fluminense, 2011) . Depois de concluída a produção do aparelho celular, ele vai para as lojas, produzindo assim os resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, para então chegar ao consumidor, e tornar-se resíduo urbano ao ser descartado pelo usuário.

A telefonia móvel destoa-se como um setor em crescimento atualmente. De acordo com a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE), em 2010, 61 milhões de aparelhos celulares foram produzidos no Brasil, e de acordo com a empresa de consultoria americana Gartner (2011), 1,6 bilhões de aparelhos foram vendidos em todo o mundo no ano de 2010, um acréscimo de 31,8% quando comparado ao ano de 2009.

Dentre todas as fabricantes, a Nokia foi a empresa que mais vendeu aparelhos celulares, 28,9% do total. Como os números alegam, pessoas estão constantemente comprando aparelhos novos, e, conseqüentemente descartando muitos aparelhos no ambiente de forma incorreta, causando danos ao meio, já que muitas substâncias presentes nos aparelhos celulares são nocivas e poluentes. Porém, os dispositivos, se descartados em postos de reciclagem, podem ter muitas partes recicladas, e, as substâncias nocivas podem ser devidamente descartadas, diminuindo significativamente o impacto causado.

“De acordo com informações disponibilizadas no site da Nokia, o dispositivo analisado na pesquisa “Nokia N8-00”, é um aparelho composto por metais (zinco, lítio, cobalto, alumínio, cobre, aço inoxidável, metais preciosos e outros), cerâmico (vidro e outros tipo de cerâmica), plástico (ABS/PC, PET, poliamidas, epóxi) e outros (silicone, colas, grafite). Além disso, através de várias pesquisas feitas pela Nokia com o intuito de melhorar a qualidade dos produtos sem degradar o

meio ambiente, a empresa buscou compostos alternativos, fazendo celulares sem PVC, compostos bromados e clorados, e sem tri-óxido de antimônio, que são substâncias poluentes do meio. A embalagem do celular é feita de material 100% reciclável, além da possibilidade de todos os materiais do dispositivo serem recuperados como materiais e energia.” (Nokia, 2011)

Para que os telefones celulares sejam produzidos, é necessário que haja mão-de-obra, matéria-prima e investimentos, pois até o aparelho chegar pronto nas lojas, a matéria-prima deve ser extraída, transportada até a fábrica, transformada no produto através de vários processos, transportada da fábrica até as lojas, para então ser comercializada. Desta forma, um processo complexo como esse, traz impactos negativos para o meio ambiente, assim como apontado nos gráficos da empresa We.Recycle – parceira comercial da Nokia, responsável pelo recolhimento e reciclagem dos aparelhos em sua maioria.

Reciclar é economizar energia, poupar recursos naturais e trazer de volta ao ciclo produtivo o que foi jogado fora.

Grande parte dos materiais que vão para o lixo podem ser reciclados, faz-se necessário o desenvolvimento de uma consciência ambientalista para uma melhoria da qualidade de vida atual e para que haja condições ambientais favoráveis à vida das futuras gerações.

O lixo eletrônico é composto por vários materiais, que além de levarem muito tempo para serem decompostos, são extremamente poluentes, e, se este lixo for descartado de maneira incorreta, pode contaminar o solo e as águas, consequentemente afetando a vida dos animais, da vegetação e da população.

Ao reciclar um produto, evita-se que este seja jogado no lixo e que vá para aterros sanitários, causando danos ao meio ambiente.

Desde o começo do processo, a extração de matéria-prima retira recursos do meio, contribuindo para a diminuição das reservas mundiais. Tal extração pode prejudicar o ecossistema do local explorado e causar impactos como a poluição do ar e das águas. Para o transporte das matérias-primas até as fábricas/montadoras, é necessário o uso de combustíveis, que liberam gases poluentes no ar. Na fábrica, vários processos de transformação da matéria-prima em produtos derivados dela são feitos, até que as peças sejam obtidas para que o aparelho celular finalmente possa ser montado. Tais processos gastam energia e liberam resíduos que vão para o meio, poluindo-o ainda mais. Novamente, o processo de transporte do produto das fábricas até as lojas gasta energia e libera resíduos.

Após o uso do celular, ele é descartado, na maioria das vezes incorretamente assim como apontam as entrevistas feitas pelo grupo – segundo Sergio Marcus Hilário Vaz, advogado e

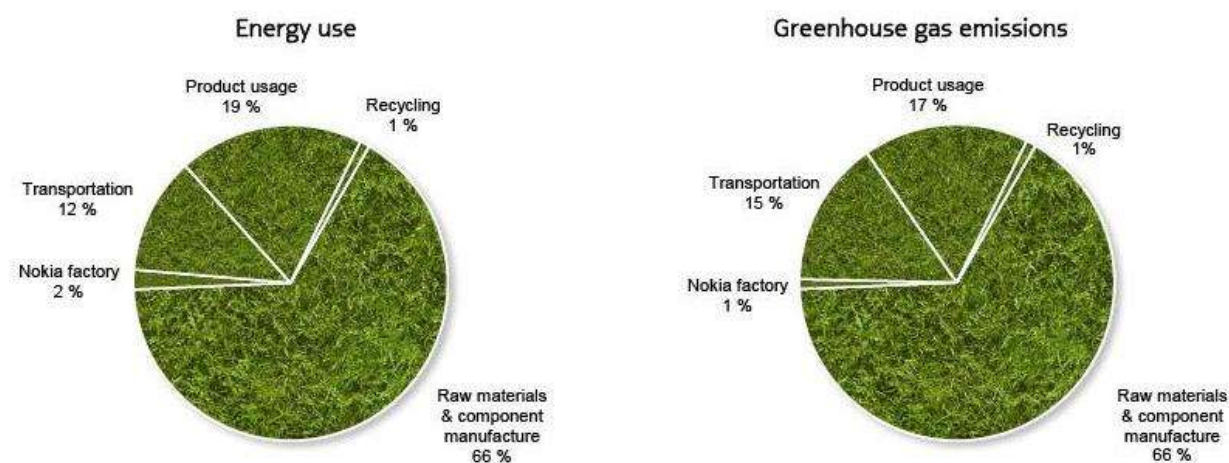
executivo, ele já teve sobre posse aproximadamente 20 celulares durante toda a sua vida, e não se lembra de ter entregado nenhum deles a nenhuma autorizada responsável pela coleta. Essas ações em geral acabam causando danos ao meio, e fazendo com que materiais que levam muitos anos para serem degradados sejam depositados no meio, poluindo o solo, águas e ar, e causando impactos negativos não só para o ambiente, mas para a população que ali vive. Podendo afirmar assim, que o processo de fabricação de um celular causa impacto ao meio, seja este impacto direto ou indireto. Porém, este pode ser minimizado com a reciclagem e a conscientização das pessoas sobre formas de descarte.

“A energia utilizada para a produção do aparelho “Nokia N8-00”, de acordo com informações do site da Nokia, é gasta principalmente no processo de extração de matérias-primas e nas fábricas terceirizadas que transformam a matéria-prima em produtos (exemplo: transformação da bauxita em alumínio): 66%. O uso do produto é o segundo que mais gasta energia: 19%, seguido do transporte (12%), da fábrica de montagem (2%) e por fim, a reciclagem (1%). A emissão de gases do efeito estufa segue basicamente a mesma proporção do gasto de energia.”(Nokia, 2011)

A reciclagem é uma forma de reaproveitar e reutilizar produtos que seriam depositados no meio ambiente causando danos e degradação ao meio em questão. Através deste método, os componentes de um celular usado, podem ser reutilizados para a fabricação de um novo aparelho, economizando assim as matérias-primas, e, conseqüentemente a energia gasta para sua extração, transporte e montagem do aparelho, além de evitar que resíduos sejam depositados no meio, e evitando a contaminação da água, solo e ar pelos resíduos e gases resultantes do processo de fabricação de um aparelho móvel.

Além de ser uma forma sustentável e favorecer não só o meio ambiente, mas também a população que vive neste meio, a reciclagem é um processo economicamente viável (como apontam as pesquisas no site We.Recycle, que relata o quanto é poupado de energia e em compras de novos materiais - FIGURA1) e que utiliza pouca energia (quando comparado ao processo normal de fabricação de um aparelho celular). Desta maneira, a melhor alternativa é não descartar o produto, e levá-lo até a reciclagem, pois lá ele será reaproveitado ou ao menos será tratado devidamente, expondo minimamente o meio aos componentes nocivos que ali residem.

Figura 1 Energia usada e Gases de Efeito Estufa emitidos



“A Nokia sugere aos seus clientes que retornem os produtos usados em postos de coleta dedicados à reciclagem, já que assim, os produtos não serão descartados no meio, contribuindo para a redução do impacto causado. A empresa possui aproximadamente 6000 postos de reciclagem em quase 100 países, além de fazer campanhas em escolas, escritórios e até em algumas lojas.” (Nokia, 2011).

Toda a pesquisa relacionada aos impactos causados, à composição do aparelho celular e da reciclagem do mesmo, foi possível graças à análise do ciclo de vida, que de acordo com pesquisa feita pela ex-aluna da Universidade Federal da Bahia - Ângela Maria Ferreira Lima, que permitiu avaliar mais detalhadamente os processos utilizados para a fabricação do aparelho, se é viável economicamente e ambientalmente, e o que pode ser feito para a otimização do processo, causando o mínimo de impacto possível.

A análise do ciclo de vida é importante, pois permite avaliar o impacto ambiental de um produto durante seu ciclo de vida, desde a extração da matéria-prima até o uso e descarte do produto, podendo também identificar quais processos na produção de tal produto causam mais impactos ambientais, para assim, buscar melhorias ou alternativas mais sustentáveis para tais meios.

Desta forma, pode-se inferir, que uma análise do ciclo de vida permite o gerenciamento e a preservação de recursos naturais, melhorando os serviços e produtos, objetivando reduzir o impacto sobre o meio ambiente, e buscando novas maneiras de reciclar e/ou reaproveitar o produto, já que há a preocupação com o destino final do mesmo, que, se descartado de maneira incorreta, pode trazer muito mais danos ao meio, do que se fosse corretamente descartado. Por

todos estes motivos, a análise do ciclo de vida é uma importante maneira de avaliação ambiental, e deve ser levada com mais seriedade pelos fabricantes dos aparelhos.

2. Objetivo

Analisar o ciclo de vida do aparelho celular N8-00, produzido pela empresa Nokia, desde a extração e uso da matéria-prima (ênfatizando o plástico PET) até a coleta dos aparelhos após usados, realizada em postos da “We Recycle” (empresa de reciclagem associada à Nokia) e enfim até a reciclagem dos materiais que compunham os aparelhos.

2.1 Objetivos específicos

Determinar a quantidade de energia, o fluxo de massa e os resíduos (sólidos, efluentes e emissões) para produzir 100 mil aparelhos celulares do modelo N8-00, da empresa Nokia.

2.2 Metas

- 1) Verificar se a Nokia possui uma política ambiental/responsabilidade social publicada;
- 2) Localizar uma fábrica de aparelhos celulares da Nokia;
- 3) Identificar os componentes do aparelho de modelo N8-00 e calcular a proporção de cada componente na composição do aparelho;
- 4) Determinar a quantidade de energia necessária para produção;
- 5) Desenhar um fluxo de produção para produção de 100 mil aparelhos do modelo N8-00, com ênfase na produção do plástico PET;
- 6) Indicar no fluxo as entradas e saídas de matérias-primas, insumos, produtos e resíduos (sólidos e emissões).

3. Métodos

A pesquisa foi realizada na Universidade de Brasília campus Gama entre os meses de outubro e novembro do ano de 2011, tendo como assunto abordado a análise do ciclo de vida de um aparelho celular da empresa Nokia, sendo o modelo N8-00 escolhido pelo grupo.

Para que a análise do ciclo de vida do aparelho seja feita, devem-se levar em consideração todos os processos que os componentes de tal dispositivo passem, desde a extração das matérias-primas, o transporte, a transformação de tais matérias em produtos derivados dos mesmos, o transporte até a fábrica e a montagem, o transporte até as lojas e o uso do aparelho pelos consumidores até o descarte. Para isso, deve-se analisar separadamente cada componente. Porém, a pesquisa feita pelo grupo enfatizou a produção do politereftalato de etileno (PET), analisando seu processo de fabricação desde a extração da matéria-prima (petróleo), passando pelos processos de transformação até sua chegada às fábricas da Nokia para que seja usado como componente do aparelho celular.

Dessa forma, análise do ciclo de vida permite que se tenha uma visão mais ampla dos impactos causados pela produção do aparelho, os processos utilizados, a energia gasta e os resíduos produzidos, e permite que as empresas busquem melhorar, assim, os processos.

A pesquisa foi feita em partes. Primeiro pesquisou-se sobre a análise do ciclo de vida e sua importância, para após isso procurar sobre a política da empresa Nokia, e buscar informações para que o trabalho fosse feito, através do site da empresa e contato por e-mail, carta e telefone, artigos científicos, sites de instituições e empresas para que fosse feita a coleta de dados.

A coleta de dados foi feita de várias maneiras, começando pela pesquisa na internet no site da empresa Nokia e em artigos acadêmicos.

Para a obtenção de informações adicionais, outros métodos foram utilizados, como o envio de uma carta para a central de relacionamentos da Nokia em São Paulo com aviso de recebimento, o envio de diversos e-mails para a empresa e o contato por telefone (tanto pelo Serviço de Atendimento ao Cliente, como pelo telefone da fábrica da Nokia em Manaus).

Por meio de pesquisas e coleta de dados, foi montado um fluxograma mostrando a todo o processo necessário para a produção do plástico politereftalato de etileno (PET) para a utilização

na produção de um aparelho celular, e outro fluxograma que mostra a produção do aparelho celular Nokia N8-00, mostrando as entradas (equipamento, matéria-prima e combustível) e saídas (emissões, efluentes, resíduos e produtos), que se resume na tabela a seguir:

Tabela 1 Modelo de Coleta de dados para quantificação do fluxo de massa.

	Entradas			Saídas			
Processo 1	Máquina/Equipamento	Matéria prima	Combustível	Emissões	Efluentes	Resíduos sólidos	Produtos
	Caldeira e torre de destilação	Petróleo	Energia Térmica	CO2			Petróleo Refinado
	Máquina de Vácuo	Polietileno Tereftalato	Energia Térmica	Calor		Glicol	Resina PET
	Secador	Resina PET	Energia Térmica	Calor			Resina PET(seca)
	Injetora	Plásticos misturados(PET, ABS/PC, PA e epoxy	Energia Térmica	Calor			Mistura de substâncias plásticas
	Canhão da injetora, parafuso sem fim	Mistura de substâncias plásticas	Energia Térmica	Calor			Plástico
	Molde	Plástico	Energia Térmica (Resfriamento)	Calor		Água	Carcaça do aparelho

4. Resultados e Análises

4.1. Resíduos sólidos

Assim como segue na Introdução à pesquisa - “De acordo com a Lei 12.305/2010, resíduos sólidos são materiais, substâncias, objetos ou bens descartados resultantes de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

Para fabricar um aparelho celular, diferentes tipos de resíduos sólidos são produzidos. Os primeiros resíduos gerados são os de mineração, devido à extração ou beneficiamento de minérios, depois o de transporte, devido à necessidade de transporte da matéria-prima até as fábricas, que geram o resíduo do tipo industrial, gerado nos processos produtivos. Depois de concluída a produção do aparelho celular, ele vai para as lojas, produzindo assim os resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, para então chegar ao consumidor, e tornar-se resíduo urbano ao ser descartado pelo usuário.

Tais resíduos podem ser classificados como perigosos (Inflamáveis, corrosivos, radioativos, tóxicos, patogênicos, carcinogênicos, teratogênicos ou mutagênicos) que apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou técnica.”

4.2. Resíduos Industriais (RSI)

A fábrica da Nokia é um exemplo de estabelecimento que produz resíduos industriais, devido aos processos a quais as peças são submetidas para a montagem do produto final.

A responsabilidade pelo gerenciamento dos resíduos sólidos industriais é do próprio gerador, no caso a empresa Nokia e Tecnologia Brasil Ltda., portanto os dados de coleta apresentados não refletem o total dos resíduos gerados.

Dentro destas condições, foram levantadas quantidades de resíduos sólidos industriais recebidos e tratados no Brasil por empresas privadas, de acordo com a tecnologia utilizada no processo de tratamento. A tabela 2 apresenta estas quantidades no período de 2006 e 2007.

Nas indústrias, o tratamento dos resíduos constituintes de passivos ambientais, apresenta-se de forma crescente. A tabela apresenta as quantidades dos resíduos industriais tratados em relação à origem dos resíduos no Brasil

Tabela 2 Tecnologias específicas usadas para o tratamento de resíduos (inertes, não-inertes, perigosos entre outros mais.) no Brasil em 2006 e 2007, segundo a Abetre (Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos).

Tecnologias	RSI Tratados	
	2006	2007
	Quantidade (t/ano)	Quantidade (t/ano)
Aterro para Resíduos Não-Inertes	2.985.521	3.655.372
Aterro para Resíduos Inertes	342.617	579.247
Aterro para Resíduos Perigosos	170.776	251.646
Coprocessamento em Fornos de Cimento	790.000	981.000
Incineração	64.286	71.265
Outros Tratamentos Térmicos	59.225	69.314
Tratamentos Biológicos	30.683	315.909
Outras Tecnologias	14.584	17.746

:

Tabela 3 Resíduos industriais tratados em relação à sua origem, segundo a Abetre (Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos)

Origem	2006		2007	
	Quantidade (t/ano)	%	Quantidade (t/ano)	%
Oriundos da Geração Normal das Indústrias	3.689.702	82,77	4.358.232	72,23
Oriundo de Passivos Ambientais das Indústrias	767.990	17,23	1.593.268	26,77

4.3. A Lei 12.305/2010: Política Nacional dos Resíduos Sólidos

”Art. 1º Esta Lei institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispondo 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

Art. 2º Aplicam-se aos resíduos sólidos, além do disposto nesta [Lei, nas Leis nºs 11.445, de 5 de janeiro de 2007, 9.974, de 6 de junho de 2000, e 9.966, de 28 de abril de 2000](#), as normas estabelecidas pelos órgãos do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama), do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS), do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (Suasa) e do Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Sinmetro).”

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos foi criada com o objetivo de proteger a saúde pública e o ambiente e buscar reduzir, reutilizar, reciclar e buscar uma disposição final ambientalmente adequada aos rejeitos, buscando sempre maneiras sustentáveis e tecnologias limpas para a produção industrial, para tentar reduzir o volume e a periculosidade dos resíduos perigosos, estimulando a avaliação do ciclo de vida dos produtos produzidos.(BRASIL, 2010)

A PNRS também acaba incentivando a indústria da reciclagem, dando prioridade nas aquisições e contratações governamentais para produtos reciclados e recicláveis além de bens, serviços e obras com padrões de consumo social e ambientalmente sustentáveis, incentivando o desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos, objetivando gerar empregos com capacitação técnica continuada e estimulando a população ao consumo sustentável, alterando toda uma cultura de consumismo desenfreado desenvolvida ao longo dos anos. (BRASIL, 2010)

Diante destes objetivos e das necessidades de uma regulamentação, a perspectiva de se constituir uma Política Nacional para estabelecer princípios, objetivos e instrumentos, bem como suas diretrizes e normas para o gerenciamento dos resíduos no país, é de extrema relevância. Mais relevante ainda é o fato dessa política definir um papel para o Estado na direção de um desenvolvimento socialmente justo e ambientalmente sustentável dos povos e indústrias, fazendo com que a lei envolva mudanças em toda cadeia produtiva, tendo em vista a busca de um novo paradigma – o do crescimento econômico aliado a sustentabilidade ambiental. A responsabilização das indústrias e produtores em geral (responsáveis por outros resíduos como os agropecuários) envolve desde o processo de produção de bens e serviços até o pós-consumo, o que deverá levar à revisão de processos produtivos com vista à redução da geração de resíduos. Esta abordagem requer do setor produtivo uma redefinição e uma nova postura quanto às matérias-primas utilizadas e quanto ao perfil de produtos oferecidos no mercado. (BRASIL, 2010)

Trata-se assim, de se instituir leis que não induzam apenas à diminuição do volume de resíduos gerados, mas à redução da quantidade (massa) produzida, pois está em questão contemplar uma transformação mais ampla e consequente com patamares sustentáveis de produção e consumo. (BRASIL, 2010)

4.4. Logística Reversa

“Art. 3º Para os efeitos desta Lei, entende-se por: XII - logística reversa: instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada;”

O reaproveitamento de produtos não é uma novidade nos dias atuais. Reciclagem, reuso, desmanche e remanufatura no retorno de papéis, metais, plásticos, mesmo os eletrônicos e eletrodomésticos, são processos já realizados e pra muitos bem sucedido. O aumento da preocupação com o meio ambiente vem criando importância na reutilização dos materiais e consequentemente a formação de um ciclo que parte do consumidor e chega novamente no fornecedor. O gerenciamento desse caminho inverso dos materiais, comparado ao fluxo direto da cadeia de suprimentos, é chamado de logística reversa (STOCK, 1998, DYCKHOOF et al, 2004).

Um dos principais fatores estratégicos da Logística Reversa é o crescente número de legislações ambientais que têm surgido, como exemplo no Brasil, a Lei 12.305/2010, da Política Nacional de Resíduos Sólidos, que busca reduzir o impacto causado pelas empresas ao meio ambiente, e orienta a população para reduzir o lixo gerado e reciclar o possível.

4.5. A importância da análise do ciclo de vida

Análise do Ciclo de Vida é um instrumento de avaliação do impacto ambiental associado a um produto ou processo, compreendendo etapas que vão desde a retirada das matérias-primas elementares da natureza que entram no sistema produtivo (berço) à disposição do produto final, após uso (túmulo). Inclui extração, processamento da matéria prima, manufatura, transporte, distribuição, uso, reuso, manutenção, reciclagem e disposição final. Permite uma visão abrangente dos diversos impactos provocados ao meio ambiente, possibilitando a identificação das medidas mais adequadas do ponto de vista ambiental e econômico para sua minimização, constituindo-se assim numa técnica de gerenciamento ambiental e de desenvolvimento sustentável (CHEHEBE, 1998; GRAEDEL, 1998)

A importância da análise do ciclo de vida é que ela permite identificar oportunidade de melhoramento dos aspectos ambientais dos produtos durante seu ciclo de vida, além de selecionar indicadores relevantes da performance ambiental, fazendo com que as empresas busquem melhorias para os processos que tragam muitos danos ao meio ambiente.

4.6. A importância de estudar o ciclo de vida dos aparelhos celulares

Sendo a análise do ciclo de vida de um dispositivo móvel a avaliação de todos os processos que ele passa desde a extração da matéria-prima até o descarte ou a reciclagem, a importância deste estudo é entender os processos que ele passa, levando em conta a quantidade de energia gasta e

as emissões feitas, para que seja levado em conta se os processos são nocivos ao meio ambiente ou não, e caso sejam, como otimizá-los, para que o impacto ambiental seja o menor possível.

Outra questão que pode ser avaliada é a dos componentes do aparelho celular, quais são nocivos ao meio e às pessoas, para que estudos sejam feitos para substituir tais componentes por outros que não sejam nocivos, e ao mesmo tempo que garanta a qualidade do produto, que respeite as leis ambientais, e que busque sempre mais formas de inovar com sustentabilidade.

A Nokia é uma empresa pioneira, que além de fazer a análise do ciclo de vida de seus aparelhos, incentiva a reciclagem e o descarte correto dos mesmos, e investe sempre em pesquisas para melhorar a qualidade de seus produtos, buscando reduzir as agressões ao meio.

4.6. Leis e normas existentes

De acordo com o portal da Fiesp, em âmbito nacional há dez leis que estabelecem diretrizes quanto ao resíduo sólido, porém focando a logística reversa são três (Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, Lei nº 9.974, de 06 de junho de 2000 e Lei nº 12.305 de 2010).

As principais normas padronizadas pela ISO sobre Análise do Ciclo de Vida são:

- ISO 14040 - International Standard. Environmental Management - Life Cycle Assessment - Principles and Framework. 1997.
- ISO 14041 - International Standard. Environmental Management - Life Cycle Assessment Goal and Scope Definition and Inventory Analysis. 1998.
- ISO 14042 - International Standard. Environmental Management - Life Cycle Assessment - Life Cycle Impact Assessment. 2000.
- ISO 14043 - International Standard. Environmental Management - Life Cycle Assessment - Life Cycle Interpretation. 2000.

4.7. A importância da reciclagem

Segundo seu próprio site, a Nokia incentiva seus clientes a reciclarem seus aparelhos, já que segundo a empresa, muitas pessoas ao pararem de usar um aparelho celular, os guardam em algum lugar ou jogam no lixo, enquanto estes poderiam ser reciclados, para que novos aparelhos fossem produzidos, contribuindo assim para o não esgotamento das fontes de matérias-primas, e também reduzindo o gasto energético, já que a reciclagem é uma forma que consome menos energia.

Assim, a empresa possui vários pontos de reciclagem espalhados por todo o país, onde o consumidor pode descartá-lo, para assim, ser reciclado. Se na cidade do cliente não houver um ponto de reciclagem, basta o consumidor ligar para a Central de Atendimento da Nokia, passar seus dados, e enviar o aparelho pelo correio sem nenhum custo, que a Nokia recebe e recicla o celular. Com todos estes incentivos, fica mais fácil para o consumidor descartar corretamente o aparelho celular, tornando desnecessário o descarte incorreto do mesmo, e contribuindo para o meio ambiente.

4.8. Consequências do descarte incorreto dos aparelhos

De acordo com artigo publicado por Juliana Martins de Bessa Ferreira e Antônio Claudio Ferreira, na Revista de Ciências Exatas e Tecnologia (Vol. III, Nº. 3, Ano 2008), o descarte inconsciente de produtos industrializados causam sérios impactos ao meio ambiente.

Os resíduos dos lixos eletrônicos, ao serem encaminhados para os grandes lixões a céu aberto, podem causar danos à saúde, tanto à espécie animal quanto humana. As contaminações destes resíduos podem ser por contato direto na manipulação das placas eletrônicas e seus componentes, como pode também ocorrer de forma acidental com aparelhos que vão para o aterro sanitário, existindo assim, uma grande possibilidade de que os componentes tóxicos contaminem o solo chegando aos lençóis freáticos e consequentemente, afetando a água.

Tabela 4 Consequências do contato com substâncias tóxicas.

Substância	Tipo de contaminação	Efeito
Mercúrio	Inalação e toque	Problemas de estômago, distúrbios renais e neurológicos, alterações genéticas e no metabolismo
Cádmio	Inalação e toque	Agente cancerígeno, afeta o sistema nervoso, provoca dores reumáticas, distúrbios metabólicos e problemas pulmonares
Zinco	Inalação	Provoca vômitos, diarreias e problemas pulmonares
Manganês	Inalação	Anemia, dores abdominais, vômito, seborréia, impotência, tremor nas mãos e perturbações emocionais
Cloreto de Amônia	Inalação	Acumula-se no organismo e provoca asfixia
Chumbo	Inalação e toque	Irritabilidade, tremores musculares, lentidão de raciocínio, alucinação, insônia e hiperatividade

Fonte: GUARITA, Antonio e IMBROISI, Denise.

Os aparelhos celulares, por possuírem várias substâncias que podem ser nocivas ao meio, como cobre, zinco, aço inoxidável, composto de lítio e cobalto e outros, podem contaminar o solo e lençóis freáticos, afetando a vida da comunidade que ali vive. Por isso, a Nokia criou uma lista de substâncias nocivas, e está trabalhando em pesquisas para substituir tais substâncias por outras que não causem danos ao meio, nem às pessoas, além de criar postos de coleta de aparelhos celulares para que sejam reciclados, ao invés de incorretamente descartados no meio, e desta forma, evita com que mais danos sejam causados no ambiente, já que os componentes de um

aparelho celular, levam muito tempo para serem decompostos, logo, poluem o solo por muito tempo.

4.9. O papel dos fabricantes, fornecedores e pessoas no ciclo.

De acordo com a Nokia, ao fazer a avaliação do ciclo de vida dos seus produtos, tem por objetivo quantificar os gastos de energia e matéria-prima usados no processo de fabricação do aparelho celular, calculando as emissões de resíduos. Segundo declaração da empresa, é possível que se tenha uma análise dos impactos causados, permitindo assim, buscar novas formas mais sustentáveis, como o uso de fontes limpas de energia, redução do gasto de energia ou através da reciclagem.

Os fornecedores das matérias-primas e de peças para a montagem do aparelho, muitas vezes por falta de recursos, gastam muita energia e liberam mais poluentes do que deveriam. A análise do ciclo de vida permite identificar se isso acontece, e se acontecer, possibilitar a melhoria nesses aspectos, gastando menos energia e poluindo menos.

Anualmente, o Greenpeace faz o chamado Guia de eletrônicos Verdes. Tal guia mede o impacto ambiental que as emissões de gases do efeito estufa e outros poluentes geram, e o objetivo de tal guia é que ele sirva de motivação para que as empresas busquem soluções para reduzir o problema, e, que as pessoas pensem melhor antes de comprar os produtos de uma empresa que não busca soluções para melhorar sua eficiência energética, ou que não procura formas mais sustentáveis de produzir.

No ano de 2011, a Nokia ocupou o terceiro lugar neste ranking, sendo superada apenas pela HP e Dell. A Nokia liderava o ranking desde 2008, porém, por falta de estratégias de redução de consumo de energia, seja com eficiência energética ou aumento do uso de renováveis, ela caiu para terceiro lugar.

4.10. A política ambiental da Nokia e logística reversa

A Nokia é uma empresa líder no gerenciamento de substâncias. Seu principal objetivo é conhecer todas as substâncias em seus produtos, e não só apenas aquelas que trazem preocupações ao meio, mas priorizam a otimização dos seus aparelhos dando importância também à aquelas substâncias que são seguras para as pessoas e para o ambiente, quando utilizadas de forma adequada.

A Nokia é a primeira fabricante de telefones celulares que, em estreita cooperação com seus fornecedores, tem total declaração de seus materiais para os dispositivos móveis.

Conhecer sobre regulamentos ambientais é um requerimento básico funcional para a empresa, que tem por prática usar a conformidade legal não só como uma mera linha de base, mas como um ponto de partida para crescer e atrair mercados.

A empresa defende o princípio da precaução. Quando eles possuem motivos razoáveis de preocupação sobre a possibilidade de danos graves ou irreversíveis para a saúde ou o ambiente, eles acreditam que mesmo se não tiverem plena certeza de o produto ser ou não nocivo, isto é, mesmo não podendo provar tais possibilidades cientificamente, este não deve ser um obstáculo para desencadear ações para reunir e avaliar os dados. Isso os leva a voluntariamente tomar iniciativas, por exemplo, para substituir substâncias que causam preocupação por alternativas mais seguras, e que sejam viáveis.

Sempre desejando ir além da legislação e das regras, para, de forma proativa, direcionar o desenvolvimento e o uso eficiente de materiais mais sustentáveis, a Nokia escolhe materiais inovadores e sustentáveis, e trabalha com isso em estreita colaboração com seus fornecedores.

Dentre as ambições da empresa tem-se uma pesquisa sobre o desenvolvimento e implantação de biomateriais, que já está sendo feita. Biomateriais que são feitos de recursos naturais renováveis pode reduzir bastante a dependência de combustíveis fósseis com base nas matérias-primas, e, assim, ajudar a minimizar o aquecimento global, através da redução da emissão de dióxido de carbono e a emissão de outros gases do efeito estufa.

Também pesquisando sobre Metais, a empresa pode apontar que os mesmos são reciclados, de certa forma hoje, para que os componentes usados na indústria possam conter uma parte de metal reciclado, além do metal primário. Essa abordagem é diferente da empresa, onde um processo e requisitos para a utilização de metais reciclados foram introduzidos, aumentando significativamente a proporção de material reciclado nos aparelhos fabricados, traz reconhecimento e faz da Nokia uma líder nesse quesito, assim como a própria empresa afirma.

A Nokia também está ativamente pesquisando o uso de plásticos reciclados. Eles estão trabalhando para encontrar maneiras de superar problemas de durabilidade que, atualmente são resultantes da baixa qualidade dos plásticos reciclados disponíveis. Através de P&D e testes, a empresa diz ter certeza que todos seus dispositivos - independentemente dos materiais utilizados - possuem os mesmos padrões e têm a maior qualidade, confiabilidade e longevidade. A empresa continua a pesquisar e implementar plásticos recicláveis quando estes forem uma solução viável e otimizada para dada parte do produto.

Em paralelo aos seus ambiciosos princípios a Nokia criou a Lista de Substâncias da Nokia (LSN) que identifica substâncias que a empresa têm banido, restrito ou direcionados para redução com o objetivo de eliminar seu uso nos produtos, devido a algum motivo de segurança dos consumidores ou do meio. Esta lista está dividida em duas seções: Restrição em Vigor e Substâncias Monitoradas. Onde a empresa, junto com seus fornecedores, procura materiais alternativos e soluções que possam ajudar a eliminar totalmente o uso de tais substâncias em toda linha de produtos.

Em resultado dessa busca da Nokia em aperfeiçoar este quesito, todos os seus dispositivos já são compatíveis com RoHS (restrição de substâncias perigosas) e não possuem PVC. A partir de 2010 todos os produtos também passaram a ser livres de composto bromados e clorados, e compostos de trióxido de antimônio (retardadores de chama), como definido na Lista de Substâncias. E as restrições não pararam por aí, a empresa já alcançou uma meta – proposta por ela mesma - de produzir celulares sem cloro, bromo e trióxido de antimônio, e vem sendo assim desde 2009, a exemplo disso pode-se citar também o banimento do Berílio nos celulares desde o ano de 2004.

A necessidade de gerenciamento de substâncias inclui a necessidade de conhecer, controlar e gerenciar o conteúdo material dos componentes e peças fornecidas, não só da própria empresa, e também de seus parceiros comerciais. A empresa espera que os fornecedores integrem considerações ambientais nos processos de concepção e gestão da cadeia de suprimentos. A postura da Empresa acaba sendo redundante não só no seu território, mas como no de seus fornecedores, que devem registrar o conteúdo do material fornecido à Nokia e fazendo esses registros, disponibilizando-os à empresa - mediante a pedidos - a Nokia verifica se os fornecedores estão a cumprir estes requisitos e outras normas sociais e éticas por meio de auditorias e inspeções. Se algum fornecedor não estiver cumprindo o requerimento, a Nokia solicita que eles tomem medidas para que eles corrijam, e verifica se isso tem sido feito.

A empresa trabalha junto com alguns fornecedores para desenvolver indicadores de desempenho ambiental para os componentes e materiais em seus dispositivos. Envolver fornecedores na gestão de substâncias gera uma velocidade significativa para a empresa, que a partir daí pode introduzir novas exigências ambientais rapidamente.

A Lista de Substâncias então, acaba expressando a opinião da empresa para a necessidade de aplicação do princípio da precaução para substâncias específicas relevantes para o negócio e indústria. A empresa está continuamente e de forma proativa eliminando substâncias de acordo com seus princípios, e se abrindo a novas pesquisas dos riscos ambientais relacionados às substâncias utilizadas na indústria.

A Nokia leva os seguintes princípios em consideração:

- Critérios de restrição a serem baseados no risco potencial em todo o ciclo de vida do produto- o foco deve estar nas substâncias que são relevantes para nossa indústria.
- Processo de avaliação bem alinhado com a legislação existente.
- O envolvimento da indústria na discussão sobre os processos e as implicações práticas.
- Para receber marcação de qualidade nos produtos, a total declaração de materiais deve ser direcionada com uma alternativa para o teste obrigatório, para que em qualquer caso, o cumprimento da legislação possa ser facilmente verificado..

Para acelerar a implementação de chaves de mudança globais, requisitos regulamentadores adicionais podem ser necessários. A Nokia está contribuindo ativamente para o desenvolvimento de critérios e processos para a diretiva de RoHS melhorada. A Nokia continua a apoiar e cumprir a legislação RoHS para complementar, mas sem contradizer com outros requerimentos legais. A empresa também está cumprindo com as novas restrições para os compostos clorados e bromados, como já se comprometeu com alguns objetivos um tanto ambiciosos.

A Nokia por fim, acabou se tornando ciente do potencial de ligação entre a mineração de tântalo e de financiamento do conflito na República Democrática do Congo em 2001 e entrou em ação imediatamente. O tântalo é um material usado em muitos produtos eletrônicos. A indústria de telefones celulares usa uma quantidade muito pequena da reserva mundial de tântalo. A República Democrática do Congo é um dos lugares onde o tântalo, ou melhor, coltan (mistura de dois minerais: columbita e tantalita), um dos minérios que é naturalmente encontrado e extraído. O Congo tem uma pequena quantidade da reserva mundial desse material, mas é encontrada no leste do país, onde há conflito, levando a preocupações de que esse tântalo possa ser minado sobre condições que violem os direitos humanos, ou vendidos para fundo de guerra e atividades ilegais. Assim que a empresa tomou conhecimento deste problema, a Nokia começou a exigir que os fornecedores de capacitores utilizados nos telefones celulares, passassem a confirmar que este material não vinha das áreas de conflito da República Democrática do Congo. Esta informação é verificada em uma base contínua, e também monitorada via Lista de Substâncias da Nokia. A República Democrática do Congo fornece uma pequena quantidade da reserva mundial de tântalo. A grande maioria é extraída em outros lugares ao redor do mundo, incluindo Brasil, Canadá, Rússia, China e uma série de outros países da África Central.

4.11. O aparelho Nokia N8-00

O Aparelho Nokia N8-00, é um aparelho livre de PVC, compostos bromados e clorados, e trióxido de antimônio, como definido na Lista de Substâncias da Nokia. Sua embalagem é feita de papel 100% reciclável e todos os materiais do dispositivo podem ser recuperados como materiais ou energia.

- O celular possui 135 gramas de massa, e o detalhamento da composição esta na tabela 5.

Tabela 5 Componentes do aparelho para a produção de um celular Nokia N8-00.

Composição	Tipos	Massa no aparelho (em gramas)	Percentagem no aparelho
Metais preciosos	Ouro, prata	0,2g	0,15 %
Metais	Aço inoxidável, zinco, alumínio, cobre e outros.	59,2g	43,85 %

Cerâmica	Vidro e outros tipos	10,8g	8%
Plásticos	PET, ABS/PC, Epóxi, PA.	43,2g	32%
Componentes da Bateria	Composto de lítio e colbato, Grafite, Alumínio, Cobre	20,25g	15%
Outros materiais	Silicone, colas	1,35g	1%

A energia utilizada no processo de produção de um aparelho Nokia N8-00 e durante seu ciclo de vida é de 278 MJ³.

Este é o impacto ambiental do dispositivo durante seu ciclo de vida de aproximadamente três anos de uso. Este impacto é equivalente a dirigir 96 quilômetros em um típico carro de família. Os aparelhos celulares com apenas funções básicas possuem impacto ambiental menor que os aparelhos com mais funcionalidades, porém, estes últimos, fornecem ao usuário mais oportunidades para reduzir a pegada ambiental pessoal, reduzindo a necessidade de comprar, usar e carregar vários outros dispositivos.

Durante o ciclo de vida do aparelho Nokia N8-00 (aproximadamente três anos), o consumo de energia esta detalhada na tabela 6:

Tabela 6 Consumo de energia durante o ciclo de vida de um celular Nokia N8-00.

Consumo de energia por:	Quantidade em MJ ³	Porcentagem
Matéria-prima e fabricação de componentes	183,32 MJ ³	66%
Fábrica da Nokia	5,56 MJ ³	2%
Transporte	33,36 MJ ³	12%
Uso do produto	52,98 MJ ³	19%
Reciclagem	2,78 MJ ³	1%

As emissões de gases do efeito estufa foram baseadas na avaliação do ciclo de vida de acordo com o ISO 14040 e o ISO 14044. Estes cálculos levam em conta a aquisição de matéria-prima, a fabricação de componentes, os processos próprios da fábrica da Nokia, a logística reversa, o uso do aparelho (três anos) e a reciclagem dos dispositivos móveis. A fonte dos dados foi medida nas próprias fábricas e operações, e recolhidas de fornecedores. A quantidade de emissão de gases por setor esta detalhada na tabela 7:

Tabela 7 Emissão de gases durante o ciclo de vida de um celular Nokia N8-00.

Emissão de gases por:	Quantidade em KgxCO ₂ -eq ³	Porcentagem
Matéria-prima e fabricação de componentes	10,56 KgxCO ₂ -eq ³	66%
Fábrica da Nokia	0,16 KgxCO ₂ -eq ³	1%
Transporte	2,4 KgxCO ₂ -eq ³	15%

Uso do produto	2,72 KgxCO ₂ -eq ³	17%
Reciclagem	0,16 KgxCO ₂ -eq ³	1%

Para que se tenha uma análise mais clara da análise do ciclo de vida, os valores dos gastos da produção e dos componentes de um aparelho celular foram calculados também para a produção e o ciclo de vida de cem mil aparelhos celulares, para que desta forma, seja possível fazer uma análise mais realista dos gastos, já que os dispositivos são feitos em série, e não separadamente. Os valores dos componentes do celular, da energia gasta e das emissões de gases estão expressos respectivamente nas tabelas 8 e 9.

Tabela 8 Componentes do aparelho para a produção de 100.000 celulares N8-00.

Composição	Tipos	Massa no aparelho (em kg)	Percentagem no aparelho
Metais preciosos	Ouro, prata	20kg	0,15 %
Metais	Aço inoxidável, zinco, alumínio, cobre e outros.	5930kg	43,85 %
Cerâmica	Vidro e outros tipos	1080kg	8%
Plásticos	PET, ABS/PC, Epóxi, PA.	4320 kg	32%
Componentes da Bateria	Composto de lítio e colbato, Grafite, Alumínio, Cobre	2025 kg	15%
Outros materiais	Silicone, colas	135 kg	1%

Tabela 9 Consumo de energia durante o ciclo de vida de 100.000 celulares N8-00.

Consumo de energia por:	Quantidade em MJ ³	Percentagem
Matéria-prima e fabricação de componentes	18.332.000 MJ ³	66%
Fábrica da Nokia	556.000 MJ ³	2%
Transporte	3.336.000 MJ ³	12%
Uso do produto	5.298.000 MJ ³	19%
Reciclagem	278.000 MJ ³	1%

Tabela 10 Emissão de gases durante o ciclo de vida de 100.000 celulares N8-00.

Emissão de gases por:	Quantidade em KgxCO ₂ -eq ³	Percentagem
Matéria-prima e fabricação de componentes	1.056.000 KgxCO ₂ -eq ³	66%
Fábrica da Nokia	16.000 KgxCO ₂ -eq ³	1%
Transporte	240.000 KgxCO ₂ -eq ³	15%

Uso do produto	272.000 KgxCO ₂ -eq ³	17%
Reciclagem	16.000 KgxCO ₂ -eq ³	1%

4.12. O PET

O Polietileno Tereftalato foi desenvolvido em 1941 pelos químicos ingleses Whinfield e Dicson. A partir de 1950, ele foi utilizado na fabricação de fibras pela ICI na Inglaterra e pela E.I. Du Pont de Nemours, nos Estados Unidos. Mas as garrafas produzidas com este polímero só começaram a ser fabricadas na década de 70, após cuidadosa revisão dos aspectos de segurança e meio ambiente.

O Polietileno Tereftalato é um poliéster, transparente, brilhante, leve com boa performance de design e facilidade de moldagem, que proporciona alta resistência mecânica (impactos) e química além de ter barreiras para gases e odores. (CEMPRE, 1998).

Devido às condições citadas acima e por ser mais leve que outros materiais, o PET é um bom tipo de plástico para ser componente principalmente das carcaças dos aparelhos celulares, além de ser um material que pode ser totalmente reciclado e que é barato. Ao usar o PET, a fábrica da Nokia está usando um produto de qualidade, devido à suas características, e ao mesmo tempo em que pode ser reciclado, reduzindo assim os impactos ao meio.

O PET é o tipo de plástico mais reciclado do país. A planilha abaixo expõe a evolução dos percentuais de reciclagem desse material de 2005 a 2008:

Tabela 11 Evolução dos percentuais do plástico PET.

Ano	2005	2006	2007	2008
(%) de Reciclagem	47	51,3	53,5	54,8

Fonte: Abipet – Associação Brasileira da Indústria de PET – Censo 2008

5. Anexos

5.1. Carta a Nokia

“Brasília, 18 de outubro de 2011,

Ao Departamento de Marketing da Nokia,

Somos alunos da Universidade de Brasília no campus do Gama-DF, estudante de Engenharias do primeiro período e, dentro da disciplina de Engenharia e Ambiente, estamos fazendo uma pesquisa sobre a análise do ciclo de vida de um celular, e escolhemos a empresa Nokia para fazer tal pesquisa. O celular que escolhemos foi o aparelho Nokia N8-00.

Porém, as informações que encontramos no site não são suficientes para concluirmos nossa pesquisa, mesmo procurando no site da Nokia em inglês. Então, mandamos um e-mail para a Nokia, e eles nos responderam pedindo que encaminhássemos nossas solicitações através de uma carta para o departamento de marketing da empresa, para que nossas perguntas possam ser respondidas de forma mais específica, para que possamos fazer uma pesquisa concreta com melhores informações, para obter melhores resultados.

As informações que precisamos são:

1. A política ambiental da empresa, tal como a responsabilidade social.
2. Informações sobre a lei 12.305 da Política Nacional de Resíduos Sólidos (no caso, o que a empresa está fazendo para cumprir essa lei).
3. Qual o compromisso da empresa com a Logística Reversa da Política Nacional de Resíduos Sólidos.
4. De onde vem cada componente (matéria-prima) utilizados para a produção do aparelho Nokia N8-00 produzido na fábrica brasileira de Manaus.
5. Dentre os 32% de materiais plásticos que compõem o celular Nokia N8-00 (dados encontrados no site da empresa), qual a percentagem de cada tipo de plástico que fazem parte desses 32% (ex.: PET, ABS/PC, etc.).
6. A perda de energia resultada no processo de fabricação do celular.

Caso não possua todas as informações, favor nos passar um telefone, endereço ou e-mail de algum responsável pela área, que possa nos fornecer a informação, e, se possível, o telefone ou e-mail de alguma pessoa responsável por este setor na fábrica da Nokia em Manaus.

Aguardamos respostas o mais rápido possível.

Atenciosamente,

Nadja Cardoso Campos Ribeiro

Lucas Fonseca Hilário Vaz

Marcelo Rodrigues Berçot”

Luiz Felipe Gonçalves de Castro Nunes.

5.2 E-mail a Nokia

Prezado Marcelo,

Obrigada por contatar a Nokia Brasil.

Em resposta ao seu e-mail, agradeço pelo interesse em nossa Empresa, para realizar o seu trabalho de conclusão de curso.

Informo que os consumidores Nokia podem depositar os seus aparelhos ou baterias em urnas disponibilizadas nas lojas próprias das operadoras e nas assistências técnicas autorizadas Nokia. Posteriormente, os aparelhos e baterias são armazenados e enviados a uma empresa que atua internacionalmente na área de processamento de baterias. Grande parte dos resíduos é transformada em energia elétrica e aço inoxidável.

Para localizar endereços de Assistências Técnicas, acesse o

link: <http://www.nokia.com.br/suporte-e-software/assistencia-tecnica-e-reciclagem/solicite-reparo>

Ressalto que, por política global da empresa, todas as informações públicas sobre a Nokia e seus processos que podem ser oferecidas como fonte para o seu estudo estão disponíveis em dois endereços na Internet: www.nokia.com.br; www.nokia.com/press (em inglês).

Para outras informações, dúvidas ou sugestões, pode entrar em contato com a nossa Central de Relacionamento (capitais e grandes cidades: 4003-2525* ou outras localidades: 0800-88- 66542. Segunda a sábado das 8hs às 22hs. *custo de uma ligação local, onde estaremos á sua disposição.

Pesquisa de Satisfação: Em breve você receberá um e-mail com um link para responder uma pesquisa sobre este atendimento. Sua opinião é muito importante para que possamos melhorar continuamente os nossos serviços.

Atenciosamente,

Meire Cassimiro

CONSULTORA DE RELACIONAMENTO NOKIA

Novo Nokia N8: Mais do que tecnologia, é o que você faz com ela.

Protocolo de Atendimento: 1-11896636011.

Mantenha o software do seu celular atualizado com o Nokia Software Updater. Encontre respostas para perguntas mais frequentes e veja como funciona através do site: www.nokia.com.br/softwareupdate

[Message:Somos estudantes do curso de Engenharias da Universidade de Brasília - campi FGA-Gama, uma universidade que conta com 1400 alunos e é especializada na área de tecnologia, vencedora de vários prêmios nos quesitos "software, eletrônica", entre outras. Este semestre nos foi solicitado pela matéria "Engenharia e Ambiente" uma pesquisa onde necessitamos de detalhes sobre um aparelho qualquer fabricado pela empresa (de preferencia o mais vendido), e detalhes sobre política de responsabilidade e sustentabilidade. Dentre informações, necessitamos:

% metais (todos)

% cerâmica

% polímeros

- Classificação do polímero utilizado pela fábrica para composição do celular

- Ciclo de vida médio de um celular - desenho do fluxo desde a fabricação dos insumos, componentes e montagem do celular

- Caso possua, qual a Política de Logística Reversa da empresa.

Agradecemos a atencao e pedimos desculpas pelo volume de informacoes que foram solicitadas. Cordialmente:

Lucas F. Hilário Vaz – Matricula - 110128974

Luiz Felipe G. de Castro Nunes – Matricula – 110130120

Marcelo Rodrigues B. - 110130898

Obs - por favor, caso nao possua as informacoes pedidas, por favor, passe-nos um e-mail ou telefone de contato onde conseguiremos as informacoes pedidas.]

5.3 Comentarios Fluxograma

Detalhamento do fluxograma para análise do ciclo de vida apresentado:

Processo um (Partes um e dois):

O processo 1 é a descrição de toda a fabricação do plástico PET, desde a sua extração até a última parte da produção do PET para ser utilizado na carcaça do aparelho Nokia N8-00.

A extração do petróleo ocorre na Arábia Saudita e no Irã, e após ser extraído, segue para as refinarias (aqui no Brasil são 14 no total), para ser tratado, refinado e então seguir para a indústria responsável pelos tratamentos especiais dado ao PET para ser utilizado na produção da carcaça.

No processo de tratamento do PET há três fases fundamentais: secagem, plastificação e injeção, sendo a secagem um ponto crítico do processo. Depois o PET é misturado a outros plásticos, como ABS/PC, epoxy e PA, para depois dar forma a carcaça.

Processo dois (Partes um e dois):

O processo 2 mostra como cada outro componente da carcaça é obtido, desde a extração, até o destino final.

A bauxita, o cromo e a antimonita são extraídos respectivamente no Brasil, na África do Sul e na China. Os produtos são tratados e chegam prontos no estado que podem ser usados na carcaça.

Todo o processo 1 e 2 são utilizados para a fabricação da carcaça do aparelho Nokia N8-00, para depois juntá-la ao resto do aparelho e formar o telefone celular.

Processo três (Partes um e dois):

O processo 3 (partes 1 e 2), retratam a retirada dos materiais (extração), qual o tratamento que recebem, para no final, darem origem a tela de LCD do aparelho.

A tela de LCD é onde o usuário pode se “comunicar” com o aparelho, não precisando de teclas, e sim, de gestos *mult-touch* e da tecnologia *touchscreen*.

Processo quatro (Partes um, dois e três):

O processo de número 4 retrata a produção da bateria, composto do aparelho que necessita de mais matérias-primas. Seu processo de montagem é complicado.

Esta etapa foca a extração de materiais como níquel, lítio, cobalto, grafite, potássio e cádmio, para serem juntados no final e formarem a bateria do produto.

Processo cinco (Partes um e dois):

O processo número cinco se relaciona com a produção do circuito impresso do celular Nokia N8-00.

A partir da produção e extração de determinados elementos, tais como: bismuto, ouro, paládio, cromo e chumbo, o circuito impresso é montado.

Cada elemento recebe seu devido tratamento na indústria para chegar na fábrica da Nokia pronto para montagem.

Processo seis (Partes um e dois):

Relaciona-se com a produção de cabos e fios do aparelho, que é produzido a partir do plástico, junto com cobre e berílio.

Processo sete:

O processo sete é de alguma forma, o mais importante. Diz-se respeito à montagem na fábrica da Nokia, no pólo industrial de Manaus, e ao descarte do aparelho

As peças chegam prontas, a Nokia apenas monta as peças, cada uma em seu devido lugar, dando origem ao aparelho celular.

Por sua vez, é embalado, lacrado e mandado para caminhões, que fazem a entrega para as lojas varejistas no Brasil.

A vida útil de um aparelho é de, em média, três anos. Após ser usado, o aparelho deve ser descartado em pontos de coleta da empresa WE;RECYCLE, onde recebe devidos tratamentos e é levado para reciclagem.

6. Revisão Bibliográfica

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Resíduos Sólidos**. Disponível em: <http://www.fiesp.com.br/ambiente/area_tematicas/residuos.aspx>. Acesso em 18 de novembro de 2011.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – Laboratório de Planejamento Municipal. **Gestão de Resíduos- Valorização e Participação**. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/igce/planejamento/lpm/gest%C6o%20de%20residuos.pdf#page=>>. Acesso em 20 de novembro de 2011.

CASA CIVIL- SUBCHEFIA PARA ASSUNTOS JURÍDICOS. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato20072010/2010/Lei/L12305.htm>. Acesso em 20 de novembro de 2011.

TELECO. **Estatísticas de celulares no Brasil**. Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/ncel.asp>>. Acesso em 21 de novembro de 2011.

INTERNATIONAL DATA CORPORATION. **Worldwide Mobile Phone 2011-2015 Forecast and Analysis**. Disponível em: <<http://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=227361>>. Acesso em 21 de novembro de 2011.

NOKIA. **Eco profile N8-00**. Disponível em: <http://nds1.nokia.com/eco_declaration/files/eco_declaration_phones/N8-00_Eco_profile.pdf>. Acesso em 22 de outubro de 2011.

NOKIA. **Strategy and Reports**. Disponível: <<http://www.nokia.com/global/about-nokia/people-and-planet/strategy/strategy-and-reports/>>. Acesso em 22 de outubro de 2011.

NOKIA. **Recycling**. Disponível em: <<http://www.nokia.com/werecycle>>. Acesso em 22 de outubro de 2011.

NOKIA. **Reducing the footprint of our products**. Disponível em: <<http://www.nokia.com/global/about-nokia/people-and-planet/impact/products/products/>>. Acesso em 22 de outubro de 2011.

NOKIA. **Recycling through life cycle**. Disponível em: <<http://www.nokia.com/environment/recycling/recycling-through-life-cycle>>. Acesso em 22 de outubro de 2011.

NOKIA. **Life Cycle Thinking**. Disponível em: <<http://www.nokia.com/environment/devices-and-services/creating-our-products/life-cycle-thinking>>. Acesso em 22 de outubro de 2011.

NOKIA. **Managing our material and substances**. Disponível em: <<http://www.nokia.com/environment/strategy-and-reports/substance-and-material-management>>. Acesso em 22 de outubro de 2011.

PALLONE, Simone. Resíduo eletrônico: redução reutilização, reciclagem e recuperação. **Revista eletrônica de Jornalismo Científico**. 10/02/2008. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/comciencia/index.php?section=8&edicao=32&id=379&tipo=0&print=true>>. Acesso em 20 de novembro de 2011.

FERREIRA, Juliana Martins de Bessa; FERREIRA, Antônio Cláudio. **Revista de Ciências Exatas e Tecnologia**, Vol III, nº 3, ano 2008. Disponível em: <<http://sare.unianhanguera.edu.br/index.php/rcext/article/view/417/413>>. Acesso em 20 de novembro de 2011.

LEITE, Paulo Roberto; LAVEZ, Natalie; DE SOUSA, Vivian Mansano. **Fatores da logística reversa que influem no reaproveitamento do “lixo eletrônico”- um estudo no setor de informática**. Disponível em: <http://www.simpoi.fgvsp.br/arquivo/2009/artigos/E2009_T00166_PCN20771.pdf>. Acesso em 20 de novembro de 2011.

NOKIA. **Pontos de Reciclagem**. Disponível em: <<http://www.nokia.com.br/suporte-e-software/assistencia-tecnica-e-reciclagem/principal/reciclagem/pontos-de-reciclagem>>. Acesso em 20 de outubro de 2011.

GRAEDEL, T. E. Streamlined Life Cycle Assessment. By Bell Laboratories, Lucent Technologies. Published by Prentice Hall, Inc. New Jersey. 1998.

CHEHEBE, José Ribamar B. Análise do ciclo de vida dos produtos - ferramenta gerencial da ISO 14.000. Rio de Janeiro: Ed. Qualitymark. 1998.

FREITAS, Michele Cristiani Barion. **Lixo tecnológico e os impactos no meio ambiente**. Disponível em: <<http://201.77.115.89:8080/ojs2009/index.php/technologies/article/viewFile/67/67>>. Acesso em 21 de novembro de 2011.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Normas Técnicas e Jurídicas Sobre Resíduos Sólidos**. Disponível em: <http://www.fiesp.com.br/ambiente/area_tematicas/residuos/normas.aspx#1>. Acesso em 18 de novembro de 2011.

GREENPEACE. **Quem sabe faz mais limpo.** Disponível em: <<http://www.greenpeace.org/brasil/pt/Noticias/Quem-sabe-faz-mais-limpo/>>. Acesso em 21 de novembro de 2011.

GARTNER. **Gartner Says Worldwide Mobile Device Sales to End Users Reached 1.6 Billion Units in 2010; Smartphone Sales Grew 72 Percent in 2010.** Disponível em: <<http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=1543014>>. Acesso em 17 de novembro de 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA. **Desempenho Setorial.** Disponível em: <http://www.abinee.org.br/abinee/decon/decon15.htm>>. Acesso em 17 de novembro de 2011.

LIMA, Ângela Maria Ferreira. **Estudo da Cadeia Produtiva do Polietileno Tereftalato (PET) na Região Metropolitana de Salvador Como Subsídio Para Análise do Ciclo de Vida.** Disponível em: <http://www.teclim.ufba.br/site/material_online/monografias/mono_angela_m_f_lima.pdf>. Acesso em 17 de novembro de 2011.

Para o Fluxograma –

BATTISON, Leila - Science reporter, Bradford (BBC News), para Antimony, em <<http://www.bbc.co.uk/news/science-environment-14903904>>

Ministério de Minas e Energia- MME, para Bauxita, em <http://www.mme.gov.br/sgm/galerias/arquivos/plano_duo_decenal/a_mineracao_brasileira/P1_1_RT22_Perfil_da_Minerao_de_Bauxita.pdf>

Ministério de Minas e Energia- MME, para Minério de Cromo, em <http://www.mme.gov.br/sgm/galerias/arquivos/plano_duo_decenal/a_mineracao_brasileira/P1_2_RT21_Perfil_da_Minerao_de_Cromo.pdf>

Ministério de Minas e Energia- MME, para Zinco, em <http://www.mme.gov.br/sgm/galerias/arquivos/plano_duo_decenal/a_transformacao_mineral_no_brasil/P39_RT65_Perfil_do_Zinco.pdf>

GONÇALVES JESUS, Carlos Antonio, **Balanço Mineral Brasileiro 2001***, para Zinco, em
<<http://www.dnpm.gov.br/assets/galeriadocumento/balancomineral2001/zinco.pdf>>

FERNANDO DA SILVA RODRIGUES ,Antônio - **Balanço Mineral Brasileiro 2001***, para Estanho, em
<<http://www.dnpm.gov.br/assets/galeriadocumento/balancomineral2001/estanho.pdf>>

SOCORRO DA SILVA,Cristina, **Balança Mineral Brasileiro 2001***, para Níquel.
<<http://www.dnpm.gov.br/assets/galeriadocumento/balancomineral2001/niquel.pdf>>

Ministério de Minas e Energia- MME, para Minério de Chumbo.
<http://www.mme.gov.br/sgm/galerias/arquivos/plano_duo_decenal/a_transformacao_mineral_no_brasil/P40_RT66_Perfil_do_Chumbo.pdf>

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>. Acesso em: 26 abr. 2011.