

Universidade de Brasília
Faculdade UnB Gama
Engenharia e Ambiente

**Análise do ciclo de vida de uma bateria de celular produzida pela empresa Nokia, com
ênfase no elemento químico Lítio**

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.

Felipe Thiago
Filipe Duerno
Higor Barbosa
Isaac Borges
Luan Henrique
Lucas Coelho
Lucas Gallerani
Lucas Magno
Túlio Monteiro

Revisão em fevereiro 2012 – Renata C. Roncoleta

Resumo

As baterias de lítio usadas pela Nokia, empresa de celulares, são compostas basicamente de células de lítio metálico, que se mostram bastante viáveis do ponto de vista econômico, pois produzem uma tensão cerca de duas vezes maior que as outras baterias comuns ou alcalinas. Porém, após algumas análises sobre todo o seu processo de fabricação e comercialização, é possível notar algumas controvérsias, com conclusões feitas através de uma consistente revisão bibliográfica, percebe-se que apesar da lucratividade esse tipo de bateria, se não usada de forma correta e consciente pode acarretar impactos ao meio ambiente, desde a sua extração no solo através de escavações, até o seu uso particular. Por isso, a importância de se cobrar que a Nokia cumpra os artigos dispostos sobre a logística reversa da Política Nacional dos Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010). Com objetivos definidos foi possível elaborar fluxos, fluxogramas que abordam todo o ciclo do Lítio até a sua destinação final, a bateria, e montar uma planilha com dados quantificados sobre o lucro, quantidade e rendimento final de baterias formadas, em relação ao Lítio extraído.

Palavras-chave: Baterias de Celulares, Lítio, Análise do ciclo de vida.

Abstract

The lithium batteries used by Nokia, a mobile phone Company, are basically composed of lithium metal cells, which appear quite feasible in the economic point of view. They produce a voltage approximately two times larger than the other common or alkaline batteries. However, after some analysis of the entire process of manufacturing and marketing, there is can see some controversy, with conclusions made through a consistent review of the literature we find that despite the profitability this type of battery, if not used so correctly and consciously can cause impacts on the environment, their extraction from the soil from excavation, to the intended use. So the importance of collecting that Nokia complies with the items arranged on the reverse logistics of the National Solid Waste (Law No. 12305 of August 2, 2010). With defined objectives it was possible to draw up flow charts that cover the whole life of lithium to the final destination, the battery, and set up a spreadsheet with figures on the profit amount and final yield batteries formed in relation to lithium extracted.

Key words: Cell phone batteries, Lithium, life cycle analysis

Índice

1. Introdução	6
2.Objetivos	8
2.1. Objetivo geral	
2.2. Objetivos específicos	
3. O lítio.....	9
4. Baterias de telefones celulares.....	10
5. Ciclo de vida das baterias de lítio.....	12
6. Fluxogramas.....	13
6.1. Fluxograma de extração do carbonato de lítio	
6.2. Fluxograma de formação do lítio metálico	
6.3. Fluxograma de fabricação de uma bateria de lítio	
7. Métodos.....	17
8. Resultados e Análises.....	18
9. Conclusão.....	20
10. Referencias Bibliográficas.....	21

Lista de figuras e tabelas

Figuras:

Figura 1. Bateria de lítio.....	10
Figura 2. Mapa das principais fontes lítio no mundo.....	11
Figura3. Ciclo de vida de uma bateria de lítio.....	12
Figura 4. Primeira parte do fluxo que mostra o processo de extração do carbonato de lítio.....	13
Figura5. Fluxograma da bateria de lítio.....	14
Figura6. Primeira parte do processo de produção de uma bateria.....	15
Figura7. Primeira parte do fluxo de fabricação da bateria.....	15
Figura7.1. Segunda parte do fluxo de fabricação da bateria.....	16

Tabelas:

Tabela1. Quantidade de lítio produzida pelos principais países (2000-2006).....	9
Tabela 2. Composição de uma bateria de lítio.....	10

1. Introdução

As baterias de Lítio usadas em celulares possuem em sua composição células de lítio que contêm ânodos de lítio metálico, estas células chegam a produzir uma capacidade de tensão cerca de duas vezes maior que a de uma bateria comum ou alcalina.

O elemento químico, Lítio, é um metal alcalino de alto potencial oxidativo, conhecido por ser o metal mais leve já descoberto, e apesar de sua disponibilidade ser escassa, pois é um elemento raro na crosta terrestre, o seu valor comercial não é caro e sua maior reserva natural localiza-se na Bolívia, porém o seu maior produtor e exportador é o Chile.

Logo, por ser um metal, de baixo valor comercial agregado, e de bom rendimento energético, pelo fato de ser capaz de produzir uma tensão relativamente maior que outros elementos, a sua produção vêm aumentando drasticamente e passando a ser muito utilizado em baterias.

As famosas baterias de Lítio foram de grande importância para o avanço da tecnologia eletrônica, pois apresentam longos ciclos de vida e são extremamente leves, ideais para serem usadas em aparelhos pequenos, como celulares, mp3 e câmeras digitais, e vêm ganhando cada vez mais o seu espaço no mercado. Isto porque, além das vantagens, elas proporcionaram uma enorme redução nos custos de fabricação, além de apresentarem um melhor desempenho.

A Nokia, uma das maiores empresas fabricantes de celulares do mundo, usa na composição das baterias de seus aparelhos o lítio, mas para importar este produto, e poder exportar os seus produtos segue uma série de leis e políticas como, por exemplo, a lei dos resíduos sólidos, a logística reversa. A lei visa a destinação final de suas baterias para que não acabem sendo jogadas em lugares inapropriados, degradando assim o meio ambiente. A Nokia possui também sua política ambiental, onde expõem suas ações e seus padrões seguidos para que não se envolvam em problemas de poluição, impactos negativos ao ambiente, etc.

Essas leis e normas são importantes, pois regem e cobram comprometimento das empresas com o bem estar do meio ambiente e com a sociedade em geral.

A Nokia tem em sua política ambiental informações sobre a destinação final de seus aparelhos celulares e suas baterias, e investe em campanhas de reciclagem, para que seus clientes se conscientizem e sempre devolvam produtos inutilizados aos locais apropriados.

Com a reciclagem das baterias de Lítio ela consegue manter sua produção de acordo com os regulamentos e aproveitam essa reciclagem para maximizar os seus lucros, pois recuperam parte de materiais que podem ser reutilizados na fabricação novas a novas baterias.

O presente relatório demonstra todo o processo de fabricação do lítio, desde a sua extração até o seu destino final em uma bateria, e também todo o ciclo dessa bateria, da sua fabricação até se tornar inutilizável, algumas caminhando para a reciclagem e outras sem destino certo.

2. Objetivos

2.1. Objetivo geral:

- O objetivo principal da pesquisa é elaborar uma Análise do ciclo de vida de baterias de celulares produzidas pela Nokia, dando ênfase ao elemento químico lítio presente nessas baterias.

2.2. Objetivos específicos:

- Identificar local de fabricação das baterias, produção em larga escala pela empresa quantificar as vendas de produtos Nokia (uma das maiores fabricas de aparelhos telefônicos celulares e baterias).
- Verificar se a empresa (Nokia) possui alguma política de responsabilidade ambiental e social;
- Verificar se a empresa cumpre o disposto nos artigos 4º, 5º e 6º sobre logística reversa da Política Nacional dos Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010);
- Identificar todos os componentes de uma bateria de celular;
- Elaborar fluxograma de produção da bateria:
 - Identificando componentes entradas de matéria-prima, energia e água e saídas de produtos e resíduos;
 - Esquematizar o ciclo de vida do Lítio utilizado para produzir 100 mil baterias (energia gasta, emissões de poluentes, resíduos gerados), identificando origens possíveis do lítio e uma fábrica dedicada à produção de baterias;
 - Mapear as origens possíveis de lítio para fabricação de celulares;
- Analisar os dados;
- Produzir o um relatório final, redigindo todas as descobertas a respeito da pesquisa;
- Elaborar apresentação de slides;

3. O lítio

O lítio é um metal leve e o mais eletropositivo dos elementos metálicos, tem brilho prateado e é encontrado nas rochas magmáticas. Não é possível encontrá-lo livre na natureza e, mesmo combinado, está longe de ser abundante. Na crosta terrestre, encontra-se bastante distribuído, sendo-lhe atribuída uma percentagem da ordem de 0,004%. Os compostos de lítio são obtidos nos minerais: espodumênio, lepidolita, amblygonita ou petalita, que são aluminossilicatos de lítio. Atualmente, as principais fontes de lítio são os evaporitos (salmouras com alto teor de lítio) (BRAGA, SAMPAIO, 2008).

O lítio é utilizado na fabricação de baterias recarregáveis, com elevado potencial de armazenamento, menores dimensões e menos impactantes ao meio ambiente, comparando-se às similares de cádmio e níquel. É usado em ligas metálicas, soldas, cerâmicas, na construção de prismas, em vidros especiais, no fabrico de esmaltes, em sínteses orgânicas, em lubrificantes, entre outros.

Na indústria metalúrgica ele é empregado como desgaseificante e agente de refinação de metais fundidos (na produção de cobre e suas ligas), em ligas de alta resistência para suportes de linhas de trem e em ligas de baixa densidade para aeronaves. Suas ligas são também usadas em veículos espaciais e militares (BARBOSA, 1999).

Dentre os países produtores destaca-se a Bolívia: detentor de quase metade das reservas mundiais, cuja meta é produzir quase 30 mil toneladas por ano até 2012. Correspondendo assim, a 25-30% da produção mundial (estimada em 100 mil toneladas métricas por ano) (LIRA, 2010).

Tabela1. Quantidade de lítio produzida (2000 - 2006)

Países	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Argentina	1.426	884	1.097	1.457	2.174	2.118
Australia	1.970	2.400	2.370	2.370	3.550	3.600
Chile	6.740	5.890	6.630	7.830	8.270	8.200
China	2.440	2.440	2.440	2.540	2.630	2.740
Others	3.083	2.715	2.722	3.576	2.168	2.226
Total	15.659	14.329	15.259	17.773	18.792	18.884

Fonte: Roskill, 2006.

4. Baterias de Telefones celular

A bateria que analisamos foi a BL-4CT (Figura 1) que é produzida pela Nokia. A empresa não declara informações sobre a composição da bateria em seu *web site* oficial. Também não se disponibilizou a responder perguntas enviadas por e-mail pelo grupo, onde declarou que essas informações eram confidenciais. A tabela mostra e quantifica os principais componentes das baterias de lítio (Tabela 2).

Figura 1. Bateria de lítio



Tabela 2. Composição de uma bateria de lítio.

COMPONENTE	MASSA (g)	VALOR APROXIMADO (dólares)
Cobalto	6,5	0,248
Eletrólito	5,0	0,232
Alumínio	1,6	0,002
Cobre	2,8	0,005
Lítio	0,8	0,006

Fonte: AFONSO, 2004.

Algumas das principais características das baterias de lítio são: alta densidade de energia, longos ciclos de vida, baixíssima taxa de auto-descarga e segurança no manuseio. Além disso, o fato de empregarem materiais de baixa densidade permite que sejam projetadas para terem massa e tamanho reduzidos. (AFONSO, 2004)

Em seu *web site* a Nokia declara cumprir as políticas ambientais de resíduos sólidos e logística reversa. Com iniciativas de usar papéis reciclados em seus manuais e facilitar o recolhimento das baterias, componentes, partes desmembradas dos aparelhos celulares e embalagens de seus produtos em alguns postos espalhados pelo país.

Com base em sua localização e os principais produtores de lítio elaborou-se um mapa (Figura 2) com a relação de distribuição desse elemento o mundo com a sede da empresa que produz a bateria.

Figura2. Mapa das principais fontes lítio no mundo.



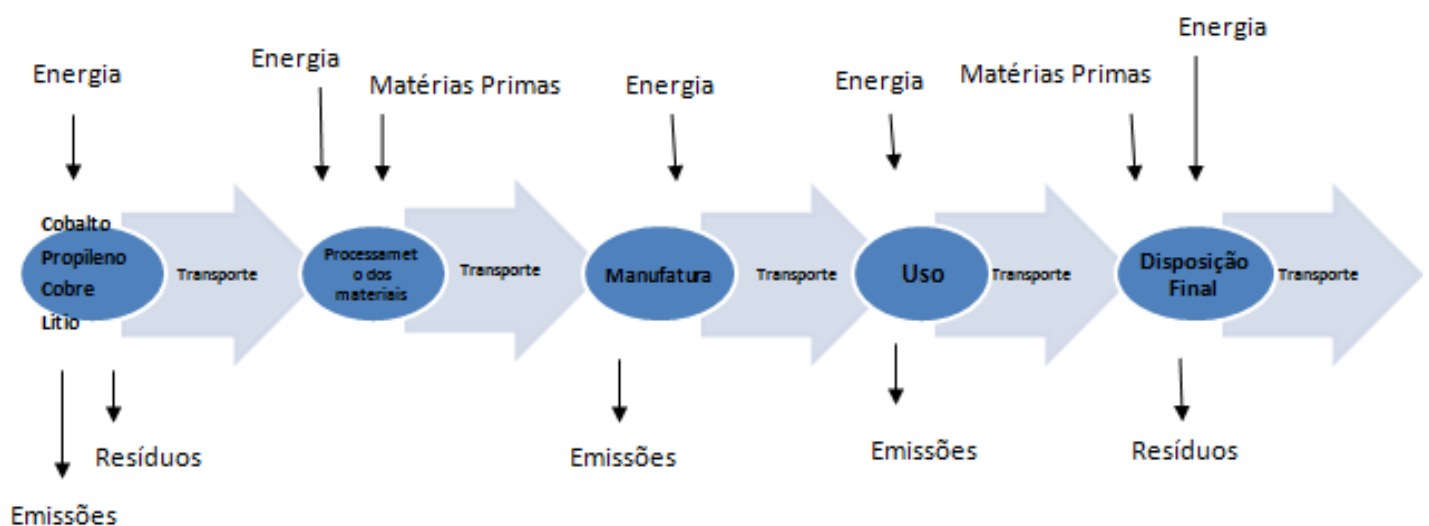
Como mostrado na figura acima (Figura 2), as principais fontes de lítio no mundo, são quatro países: Chile e Bolívia na parte sul do continente sul-americano, a China no continente asiático e a Austrália na Oceania, na parte sul a direita do mapa(figura2).

5. Ciclo de vida das baterias de Lítio

O ciclo de vida de um produto compreende os estados consecutivos e interligados de um produto desde a extração das matérias que o constituem até à deposição final do produto (e dos seus resíduos) na natureza (SILVA, 2007).

A Análise de Ciclo de Vida (ACV) é a compilação e avaliação das entradas, saídas e dos potenciais impactos ambientais de um sistema de produto ao longo do seu ciclo de vida. O termo “ciclo de vida” refere-se à maioria das atividades no decurso da vida do produto desde a sua fabricação, utilização, manutenção, e deposição final; incluindo aquisição de matéria-prima necessária para a fabricação do produto (FERREIRA, 2004).

Figura3. Ciclo de vida de uma bateria de lítio.

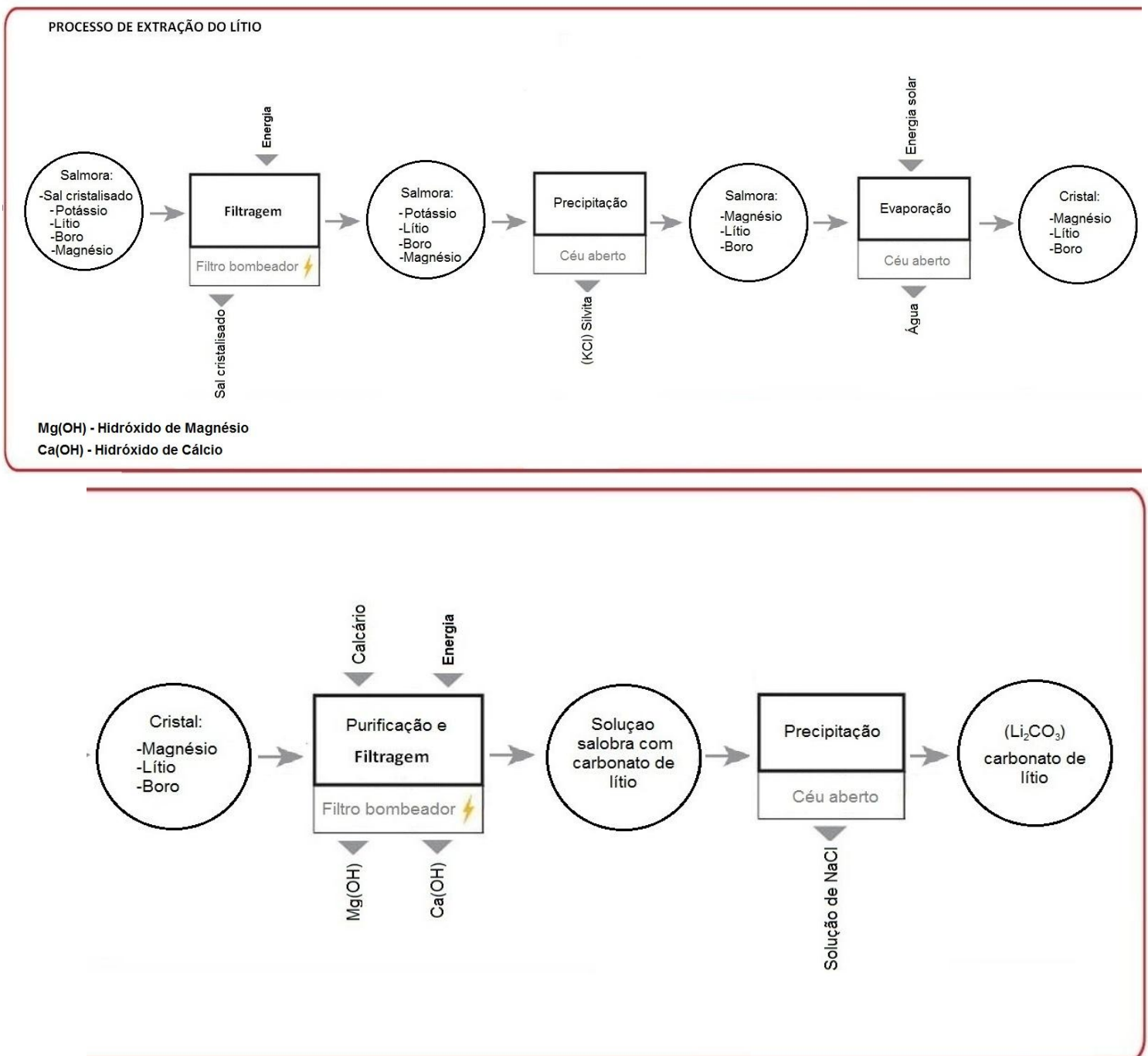


6. Fluxogramas

6.1. Fluxograma de extração do carbonato de lítio

Fluxo que mostra a forma como o lítio é encontrado na natureza e como é extraído para se transformar futuramente nas baterias de lítio (Figura 4), passando primeramente pelo elemento carbonato de lítio (Li_2CO_3).

Figura 4. Fluxo que mostra o processo de extração do carbonato de lítio.

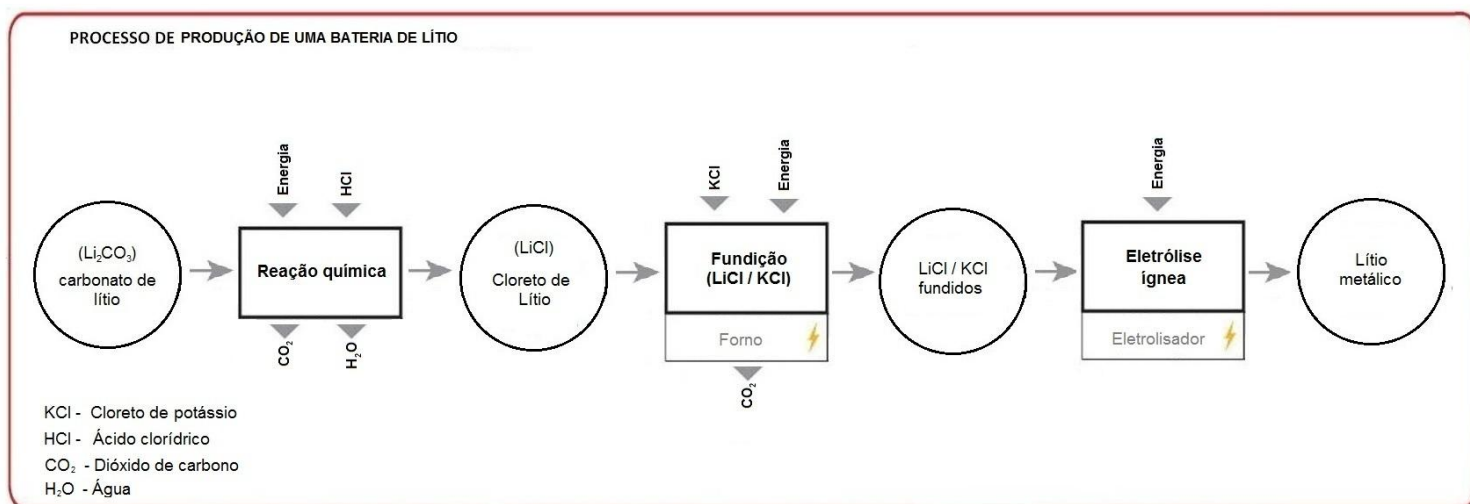


Fonte: Artigo científico de Paulo Fernando e João Aives
Centro de tecnologia mineral - RJ/2008

6.2. Fluxograma de formação do lítio metálico

Fluxo para desmembração do lítio a partir do elemento químico carbonato de lítio (Li_2CO_3), transformando-o em carboneto de lítio, onde passa por um processo de fundição com o potássio, este sub produto fundido passa pelo processo chamado eletrólise, que tem como material final o lítio metálico (Figura 5).

Figura5. Fluxograma da bateria de lítio

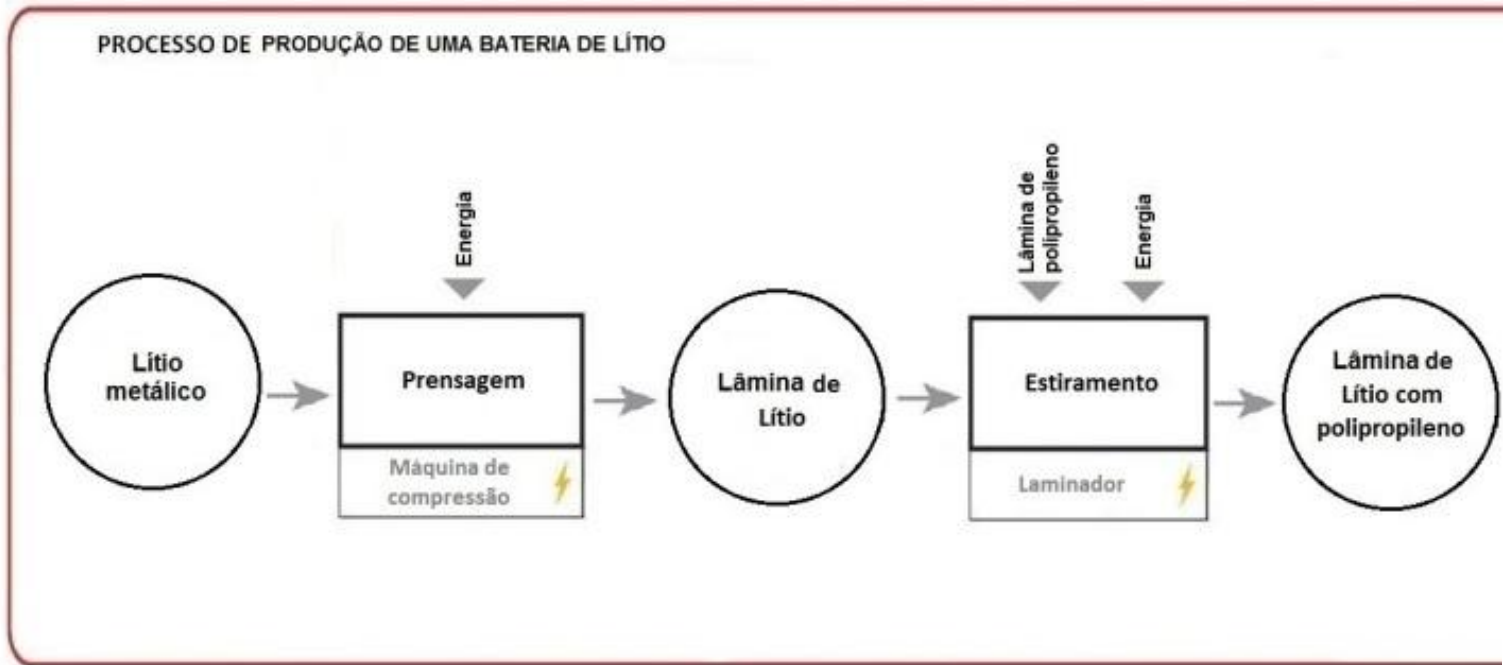


Fonte: Revista time magazine U.S. 15/11/2011

Após obtenção do lítio metálico, este passa para o processo de prensagem sendo transformado em uma lâmina muito fina aproximadamente 6×10^{-9} cm, a lâmina é estirada e é agregada a uma lâmina de polipropileno (Figura 6).

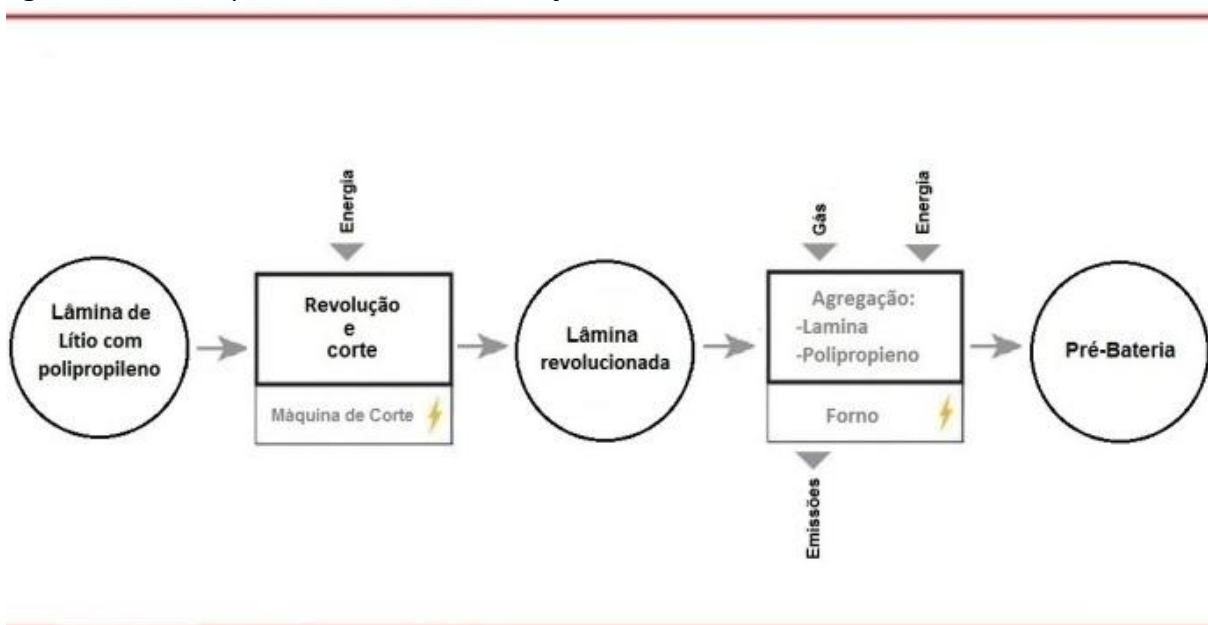
6.3. Fluxograma de fabricação de uma bateria de lítio

Figura6. Primeira parte do processo de produção de uma bateria.



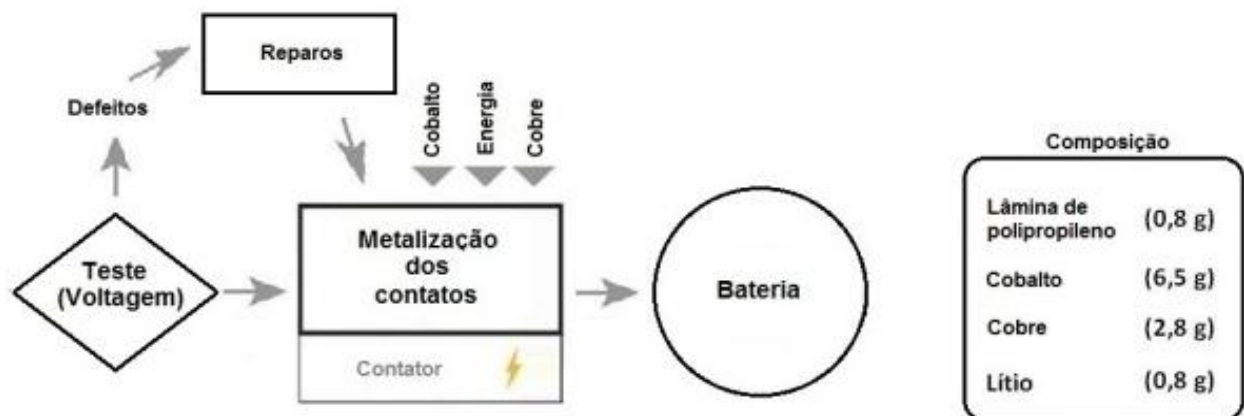
A segunda parte do fluxo de fabricação de uma bateria: onde a lâmina de lítio com uma camada de polipropileno é revolucionada em 16 voltas em torno de si mesma, e então a lâmina revolucionada é levada ao forno durante 40 minutos à 90°C (Figura 7).

Figura7. Primeira parte do fluxo de fabricação da bateria.



Terceira parte do fluxo de fabricação de uma bateria: onde a “pré-bateria” é testada, para verificar se está gerando os 3,7 v de tensão, se a bateria estiver em perfeito estado ela é levada para outro processo, a metalização dos contatos, se possuir algum problema ela é submetida a um processo de reparo e depois são metalizados os contatos (Figura 7.1).

Figura 7.1. Segunda parte do fluxo de fabricação da bateria.



Fontes: Discovery channel e Escola interativa

7. Métodos

Para identificação das fábricas de baterias e pontos de produção e vendas, pesquisou-se no site oficial da empresa Nokia, além de contato via e-mail e telefonemas. A empresa Nokia não pode informar o processo de produção nem quantidades mais específicas, relativas a venda de certo produto, por se tratar de informações sigilosas, segundo a empresa.

Para verificar se a empresa cumpre a política de responsabilidade social e ambiental, pesquisou-se na política da empresa disponível em seu *web site* oficial, onde existe um programa já bem desenvolvido voltado ao recolhimento dos aparelhos lixo (aparelhos que não tem alguma utilidade funcional).

Para identificar e quantificar os componentes das baterias de celulares da Nokia baseou-se as informações em trabalhos e artigos científicos, onde foram colhidas importantes informações a respeito da composição da bateria de lítio e quantificação de seus componentes.

Para a elaboração do fluxograma, primeiramente utilizou-se os dados de pesquisas em artigos científicos que mostra todo o processo de fabricação de uma bateria de lítio. Após as análises de todos os dados foi feito um esboço manual para posterior mente ser digitalizado pelo *software* Photoshop cs4, seguindo todas as orientações e especificações próprias para elaboração e construção de um fluxograma.

8. Resultados e Análises

O Lítio presente na natureza é encontrado principalmente em lagoas salobras congeladas. Nesses lagos é retirado um líquido chamado de salmoura, que contém diversos elementos como o sal cristalizado, potássio, lítio, boro e magnésio. Ela é retirada a 30 metros abaixo do solo por um filtro bombeador, que recebe energia elétrica. Esta salmoura passa por um processo de filtração, que elimina o sal cristalizado. Desse processo, o material resultante da salmoura entra em um novo processo, onde a céu aberto esse material é precipitado e nele é liberado o KCl (Silvita). O novo material que ainda é um tipo de salmoura é constituída de Magnésio, Lítio e Boro. O próximo processo que ainda é em céu aberto é feita o processo de evaporação que, com a energia solar, é liberado água. O resultado disso é um cristal constituído de Magnésio, Lítio e Boro.

Esse cristal entra em um processo de purificação e filtração dentro de um filtro bombeador para produção de uma solução salobra, os resíduos desse processo são hidróxido de magnésio ($Mg(OH)$) e hidróxido de cálcio ($Ca(OH)$). O material resultante é uma solução salobra com carbonato de lítio. Essa solução entra em outro processo chamado de precipitação. Esse processo é realizado a céu aberto e nele é liberado uma solução de NaCl. O resultado do processo é o carbonato de lítio (Li_2CO_3). Este subproduto do processo de extração do lítio é transportado para a indústria onde será transformado em lítio metálico.

Na indústria acontece a segunda parte do processo de produção da bateria de lítio, que é desmembrar o lítio do carbonato de lítio. Para isso, o carbonato de lítio entra em um processo de reação química, recebendo energia elétrica e ácido clorídrico (HCl), para após a reação química ocorrer a liberação dióxido de carbono (CO_2) e a água (H_2O). O material resultante é o cloreto de lítio (LiCl). O cloreto de lítio entrará em um forno onde será fundido com o cloreto de potássio (KCl), desse processo de fundição será liberado CO_2 , pela queima do gás butano no forno. O material resultante é o LiCl e KCl fundidos. Esse último material formado entrará em um eletrolisador cujo princípio de funcionamento utiliza a energia elétrica para separar os elementos químicos fundidos, este processo é chamado de eletrólise ígnea. O material resultante é o lítio metálico.

Com a obtenção do Lítio metálico, este subproduto do processo de fabricação de uma bateria é submetido a outro processo em que o resultado é a bateria pronta.

Primeiramente o lítio metálico entra em uma máquina de compressão, em que com a entrada de energia elétrica passará por um processo de prensagem. O material resultante será uma lâmina de lítio. Essa lâmina entrará junto com uma lâmina de polipropileno mais energia elétrica, e passará por um processo de estiramento dentro de um laminador e o material resultante será uma lâmina de lítio com polipropileno.

A lâmina de lítio com polipropileno entrará em uma máquina de corte em que com a entrada de energia elétrica, passará por um processo de revolução e corte, e o material resultante será uma lâmina revolucionada. Essa lâmina revolucionada entra em um forno, em que com a entrada de gás e energia elétrica, passará por uma agregação que envolve a lâmina e o polipropileno, e o material resultado será uma pré-bateria.

A terceira parte do processo de produção da bateria de lítio é fazer o teste de voltagem. A pré-bateria é submetida a um teste de voltagem para verificar se está gerando os 3,7 v de tensão. Se nesse teste apresentar algum defeito, a pré-bateria é submetida a um processo de reparo, mas se o resultado do teste for de acordo, a pré-bateria entrará em um contator, em que com a entrada do cobalto, cobre e a energia elétrica, passará pelo último processo que é a metalização dos contatos, em que o material resultante, é a bateria de lítio final.

A composição final da bateria:

- 6,5 gramas de cobalto;
- 0,8 gramas de polipropileno;
- 2,8 gramas de cobre;
- 0,8 gramas de lítio.

9. Conclusão

Ao longo de pesquisas foi possível determinar alguns aspectos específicos sobre a produção de uma bateria de celular. Com esses dados adquiridos sobre a bateria de lítio metálico, como sua formação e composição, observa-se que a presença do ânodo de lítio na bateria proporciona uma melhor eficiência quanto às outras baterias compostas por materiais alcalinos, pois as baterias de lítio metálico trabalham à uma tensão maior, trazendo benefícios para sua produção.

O lítio é um elemento com grande capacidade oxidativa e o mais eletropositivo dos materiais metálicos e também o metal mais leve já descoberto, outros fatores favoráveis para a sua utilização em equipamentos eletrônicos como em baterias recarregáveis de celulares mais leves com grande capacidade de armazenamento, materiais ou baterias com menores dimensões. Outro fator relevante é que o lítio pode ser um elemento menos prejudicial ao meio ambiente comparado a outros elementos com a mesma utilidade.

Através dos estudos sobre o ciclo de vida do lítio, é possível ver que um dos maiores problemas para realização da produção do elemento lítio começa em sua extração, por ser um elemento de difícil acesso pois não é encontrado livre na natureza. É um composto obtido por alguns minerais bastante distribuídos na crosta terrestre como espodumênio, lepidolita, ambligonita ou petalita, que são aluminossilicatos de lítio, além de ser um elemento encontrado em pouca quantidade na crosta terrestre.

Portanto para ter a eficiência desejada, a Nokia, dentro de um limite estabelecido por leis e normas, estabelece algumas políticas para tornar a utilização do lítio em suas baterias um processo mais lucrativo e eficiente.

10. Referências bibliográficas

- ABNT NBR ISO 14040:2009, Gestão Ambiental – Avaliação do Ciclo de Vida – Princípios e Estrutura.
- AFONSO, Júlio Carlos. (Instituto de Química- Universidade Federal do Rio de Janeiro). **“Baterias de Lítio”**, 2004. Disponível em: <<http://www.geocities.ws/etermecanica/litio.pdf> >
- BARBOSA, Jorge Fontes. (Departamento de Hidráulica e Saneamento). **“Impacto de Baterias de Telefones Celulares no Meio Ambiente”**, 1999. Disponível em: <http://teclim.ufba.br/site/material_online/monografias/mono_barbosa_e_araujo_e_gomes.pdf >
- BRAGA, Paulo Fernando A. e SAMPAIO, João Alves (CETEM-MCT). **“Lítio”**, 2008. Disponível em: < <http://pt.scribd.com/doc/31678866/litio-2> >
- BRAGA, Paulo Fernando e SAMPAIO, João Alves. (Ministério da Ciência e Tecnologia). **“Comunicação Técnica elaborada para o Livro Rochas Minerais Industriais: Usos e Especificações”**, 2008. Disponível em: <<http://www.cetem.gov.br/publicacao/CTs/CT2008-178-00.pdf> > 2008.
- COSTA, Rodrigo Calçada (Universidade Federal do Rio Grande do Sul). **“Reciclagem de baterias de íons de lítio por processamento mecânico / Reciclagem de baterias de íons de lítio”**, 2010. Disponível em: < <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/28071> >
- COSTA, Rodrigo Calçada da (Universidade Federal do Rio Grande do Sul). **“Reciclagem de Baterias de íons de lítio por processamento mecânico”**, 2010. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/28071/000768713.pdf?sequence=1> >
- FERREIRA, José Vicente Rodrigues. **“Análise de Ciclo de Vida dos Produtos”**, 2004. Disponível em:<<http://www.estv.ipv.pt/PaginasPessoais/jvf/Gest%C3%A3o%20Ambiental%20-%20An%C3%A1lise%20de%20Ciclo%20de%20Vida.pdf>>
- FLORIPANO, Ricardo (Universidade Estadual de Londrina). **“ Caracterização de baterias de níquel hidreto metálico e de íon-lítio de telefone celular”**. Disponível em: <<http://189.90.64.145/document/?code=vtls000148698> >

- LIRA, Júlio César Lima. “**Lítio**”, 2010. Disponível em: < <http://www.infoescola.com/elementos-quimicos/litio>>
- Marin, Bianca; Pilatti, Luiz Alberto (UTFPR) e Pedroso, Bruno (CAPES/UTFPR). “**Meios para a redução dos impactos ambientais causados pelo descarte inadequado de pilhas e baterias**”. Disponível em: < <http://www.pg.cefetpr.br/incubadora/wp-content/themes/utfpr-gerec/artigos/48.pdf> >
- SILVA, Carla. (Universidade Lusíada – Lisboa). “**Avaliação do Ciclo de vida**”, 2007. Disponível em: < http://www.ceifa-ambiente.net/servicos/formacao/cursos-seminarios/historico/arquivo/lusiada/eco-eficiencia-de-produtos-e-processos/ACV_SIMAPRO.pdf >.
- Suporte *web site* da Nokia - Perguntas Frequentes. Disponível em: < <http://www.nokia.com.br/a-nokia/empresa/perguntas-frequentes>>
- TAKAHASHI. Vivian Cristina Inacio (Universidade de São Paulo). “**Reciclagem de baterias de íon de Li: condicionamento físico e extração do Co.**”, 2008. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3133/tde-01042008-112312/pt-br.php>>