

ANÁLISE DO CICLO DE VIDA DE PILHAS E A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

Elizabeth Maria Bellini¹ (elizbellini@gmail.com), Ronualdo Marques¹ (ronualdo.marques@gmail.com), Claudia Regina Xavier¹ (cxavier.utfpr@gmail.com), Carlos Eduardo Fortes Gonzalez¹ (cefortes@yahoo.com)

1 UTFPR - UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

RESUMO

O objetivo do presente trabalho é apresentar, através de um levantamento bibliográfico, a definição de análise do ciclo de vida (ACV) de um produto e avaliar os impactos ambientais causados durante todo o ciclo de vida do produto desde a extração da matéria-prima até a disposição do produto e seu retorno ao meio ambiente (do berço ao túmulo). Esta pesquisa teórica foi realizada por estudantes do segundo ano do Ensino Médio da Rede Estadual de Ensino do Paraná. O material selecionado para o estudo da ACV foi pilha, comum em uso doméstico, sendo que, o conteúdo de Eletroquímica está inserido no currículo básico dos educandos. Esta análise teve suas limitações por se tratar somente de uma pesquisa bibliográfica, porém, os discentes compreenderam, através da construção da ACV das pilhas, a importância da inter-relação entre a ACV e a sustentabilidade ambiental no Ensino de Química.

Palavras-chave: Análise do ciclo de vida (acv), Educação ambiental, Ensino de química.

LIFE CYCLE ASSESSMENT OF BATTERIES AND ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY

ABSTRACT

The objective of the present work is to present, through a bibliographical survey, the definition of life cycle analysis (LCA) of a product. This proposal assesses the environmental impacts caused throughout the product life cycle from the extraction of the raw material to the disposal of the product and its return to the environment (from cradle to grave). This theoretical research was carried out by students of the second year of High School of the State Education Network of Paraná. The materials selected for the study of LCA were batteries, common in domestic use, considering that the subject of Electrochemistry is inserted in the basic curriculum of the students. This analysis had its limitations because it was only a bibliographical research, but the students understood, through the construction of the LCV of the batteries, the importance of the interaction between the LCV and the environmental sustainability in the Teaching of Chemistry.

Keywords: Analysis of the life cycle (lca), Environmental education, Chemistry teaching.

1. INTRODUÇÃO

Frequentemente, noticiários informam sobre problemas ambientais ocasionados por determinados produtos de origem industrial. O que comumente não se percebe é que os impactos ambientais destes produtos não começam onde se tornam visíveis, isto é, na fase de pós-consumo quando estão poluindo o ar, contaminando água e solo, locais usados como descarte ao término da vida útil destes materiais. Os danos ambientais têm início na fase do projeto, ou seja, na concepção, no desenvolvimento e na seleção dos materiais. O delineamento de um produto definirá a extração dos minerais para seu beneficiamento (berço) e sua transformação em matéria-prima na

produção de bens de consumo até seu retorno após os descartes dos resíduos (túmulo), sendo possível prever as possíveis contaminações ao meio ambiente no decorrer da cadeia produtiva desses materiais (MEDINA, 2006).

No que concerne à preservação do equilíbrio ambiental, a Análise do Ciclo de Vida (ACV) de um produto pode ser considerada como um estudo apropriado para a correta destinação ou para o retorno dos resíduos ao ciclo produtivo, uma vez que traz a possibilidade de reduzir os possíveis subprodutos do processo. Considerando que os descartes são uma agressão ao meio, faz-se necessário um planejamento para o pós-consumo visando à recuperação dos produtos utilizados no ciclo produtivo (MOTTA, 2013).

Neste contexto, Sachs (1993), refere-se à Sustentabilidade Ambiental como sendo “a manutenção da capacidade de sustentação dos ecossistemas, o que implica a capacidade de absorção e recomposição dos ecossistemas em face das agressões antrópicas”. Posto que, a sustentabilidade é uma responsabilidade coletiva e ações para melhorar o ambiente são necessárias, o que engloba a adesão de práticas de produção e consumo sustentáveis (HINZ, VALENTINA e FRANCO, 2006).

Segundo Sottoriva (2011), a geração de resíduos é resultado do processo produtivo que ocorre de duas maneiras distintas: como consequência do ato de produzir (fase industrial) e após o término da vida útil do produto (pós-consumo). Com o crescente aumento de volume de resíduos descartados, em decorrência do aprimoramento tecnológico e o processo de inovação nas organizações que possibilitam o incremento da produção e também do consumo, os aterros sanitários tornam-se escassos e distantes (CARDOSO, ADISSI, XAVIER e XAVIER, 2007). Num breve histórico, pode-se verificar que a partir da Revolução Industrial produziu-se um grande desenvolvimento e aperfeiçoamento tecnológico em um espaço de tempo considerado curto e, como consequência, tornaram-se necessárias adequações na ampliação de descobertas tecnológicas para atender às demandas de diferentes origens (FREEMAN, 1974; SCHAFF, 1995; GIDETTI, 2007 *apud* CARDOSO, ADISSI, XAVIER e XAVIER, 2007), principalmente, no que tange as três dimensões do desenvolvimento sustentável: econômica, ambiental e social (NASCIMENTO, 2012).

A contemporaneidade trouxe uma maior sensibilização populacional quanto aos efeitos negativos da atuação humana sobre o meio ambiente, gerado por um consumo desenfreado produzindo quantidades significativas de resíduos sólidos (MOTTA, 2013). Nesta perspectiva, os resíduos elétricos e eletrônicos – subgrupo dos resíduos sólidos que abrange pilhas e baterias pós-consumo – promovem discussões, ainda que recentes devido à sanção da Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), sobre a gestão destes resíduos, que se destinados inadequadamente conferem contaminação ao meio (RUIZ e RUIZ, CHRISTOFOLETTI e SILVA, 2012). Esses autores afirmam que a ACV de pilhas é incipiente, em razão da maioria da população desconhecer a periculosidade que seus componentes causam ao meio ambiente e à saúde humana. O descarte inapropriado de pilhas acontece junto ao lixo domiciliar, sendo que o procedimento correto seria retorná-las ao comerciante, importador, revendedor ou ao fabricante de modo a colaborar com a articulação de um ciclo reverso desses materiais (RUIZ e RUIZ, CHRISTOFOLETTI e SILVA, 2012).

Levantamento Bibliográfico - Análise de Ciclo de Vida (ACV)

Independente do produto produzido na indústria disponível no mercado, a sua base constitutiva são os materiais. O desenvolvimento desses está atrelado aos prováveis impactos ambientais e à viabilidade econômica em todo o processo produtivo. Ao se obter materiais altamente reciclados, proporciona-se uma economia de materiais produzidos a partir da matéria-prima, gerando um uso mais sustentável. Esses objetos são classificados de acordo com suas funções e características e segundo o material constituinte em: recicláveis, biodegradáveis, verdes e outras denominações (MEDINA, 2006). Nesse contexto, a ACV surge da necessidade de estabelecer uma metodologia para facilitar a análise e a prevenção dos danos ambientais entre as atividades de uma organização empresarial, englobando seus produtos e processos, isto é, pode-se verificar que a

prevenção à poluição se torna menos inconsequente, mais econômica e efetiva do que uma ação na direção dos efeitos gerados (HINZ, VALENTINA e FRANCO, 2006). Para Ferreira e Frank (2000), com a análise do ciclo de vida, agregam-se ao produto valores ambientais, que podem ser obtidos analisando todos os estágios do processo, ou seja, acompanhando desde a extração da matéria-prima (berço), passando pela fabricação, uso e avaliando inclusive o descarte final do produto (túmulo).

Reconsiderar os ciclos de vida de produtos industriais e recriá-los em pilares mais sustentáveis não é, tarefa simples e tampouco evidente. Demanda conhecimentos e informações múltiplas nem sempre disponíveis, as quais devem ser buscadas para cada projeto do produto no qual se pretende intervir, buscando materiais que causem menos danos ambientais e que se tornem opções mais sustentáveis à engenheiro e à designers (MEDINA, 2006). No Brasil a ACV é pouco empregada, porém, por sua importância na gestão ambiental, teve sua estrutura normatizada pela ISO 14000 – definida pela *International Organization for Standardization* (ISO) – o intuito de sua criação foi a redução do impacto causado pelas empresas ao meio ambiente (MOTTA, 2013).

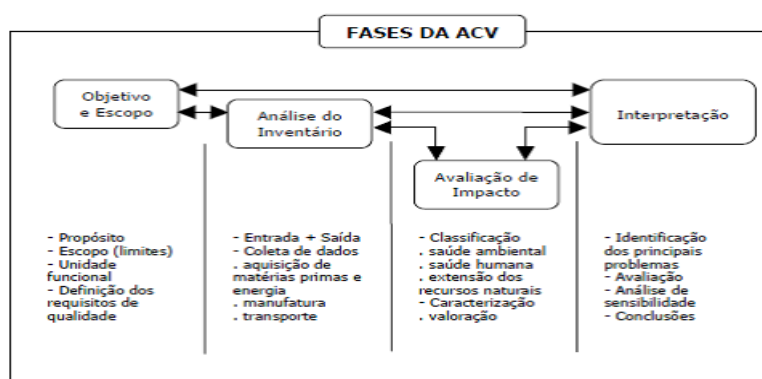
Segundo Graedel (1998; *apud* MEDINA, 2006), considera-se como as cinco grandes fases ou estágios do ciclo de vida de um produto, o seguinte:

1. Extração mineral e produção de materiais;
2. Tratamento de materiais e fabricação de peças;
3. Embalagem, distribuição e vendas;
4. Uso ou consumo
5. Descarte ou reciclagem.

Dessa forma, a ACV supera a visão centrada somente do ciclo produtivo, no tratamento e disposição dos dejetos durante a fabricação, para um olhar mais holístico de todos os impactos ambientais associados a todas as fases ou estágios do ciclo de vida (HINZ, VALENTINA e FRANCO, 2006), segundo Figura 1.

De acordo com Medina (2006), o ideal em uma ACV seria fechar o ciclo de produção e uso dos materiais numa reciclagem que recuperasse o total dos materiais contidos nos produtos ao término da vida útil e com uma qualidade que permitisse sua reinserção total no sistema produtivo. Para o ciclo de vida das pilhas, os altos custos de acondicionamento, triagem, transporte, manufatura e eventual reciclagem tornam o processo de reciclagem inviável economicamente (RUIZ e RUIZ, CHRISTOFOLETTI e SILVA, 2012). O Brasil não dispõe de tecnologia para reciclar completamente as pilhas (RODRIGUES, 2011 *apud* RUIZ e RUIZ, CHRISTOFOLETTI e SILVA, 2012). Geralmente, esses materiais são manufaturados no país, isto é, têm seus componentes substituídos por outros novos de modo a oferecer uma maior sobrevida ao produto, ou têm alguns de seus componentes extraídos e reaproveitados em outros ciclos produtivos (UMICORE BRASIL, 2011 *apud* RUIZ e RUIZ, CHRISTOFOLETTI e SILVA, 2012).

Figura 1 – Fases da ACV (fonte: Chehebe, 1998 *apud* HINZ, VALENTINA e FRANCO, 2006)



Sustentabilidade Ambiental

As demandas ambientais intensificaram-se ao longo dos anos sendo tratadas como prevenção na cadeia produtiva dos materiais, abrangendo todo o processo (do berço ao túmulo). Segundo Demajorovic (2011), na década de 1970 os resíduos eram vistos apenas como subprodutos do sistema de produção e a prioridade era removê-los dos grandes centros urbanos para locais distantes, posto que não se considerava o valor econômico agregado aos mesmos. Devido à necessidade constante de redução do custo da matéria-prima e alternativas que possibilitam acompanhar as tendências de um mercado consumidor exigente (FERREIRA e FRANK, 2000), surgiu a partir de estudos da Organização das Nações Unidas sobre mudanças climáticas, o termo sustentabilidade em resposta à humanidade diante de uma crise social e ambiental pela qual o planeta passaria a partir da segunda metade do século XX (BARBOSA, 2008).

A sustentabilidade mundial é uma responsabilidade coletiva e cada vez mais são necessárias ações globais para melhorar o ambiente, o que inclui a adoção de práticas de produção e consumo sustentáveis (HINZ, VALENTINA e FRANCO, 2006). Para Nascimento (2012), a sustentabilidade está correlacionada com a percepção da finitude dos recursos naturais e sua gradativa e perigosa depleção. Por sua vez, o vocábulo sustentabilidade é usado frequentemente em diversas combinações: desenvolvimento sustentável; crescimento sustentável; comunidade sustentável; indústria sustentável; economia sustentável; agricultura sustentável; dentre outras. Sustentabilidade vem do latim “*sustentare*” que significa sustener, sustentar, suportar, conservar em bom estado, manter, resistir. Dessa forma, sustentável é tudo aquilo que é capaz de ser suportado, mantido (SICHE, AGOSTINHO, ORTEGA E ROMEIRO, 2007).

Para Sachs (1993 *apud* BARBOSA, 2008), sustentabilidade constitui-se num conceito dinâmico que leva em conta as necessidades crescentes das populações num contexto internacional em constante expansão, a qual está vinculada ao uso efetivo dos recursos existentes nos diversos ecossistemas e, como um dos resultados, a mínima deterioração ambiental. São várias as definições, no entanto, é consenso que o desenvolvimento sustentável compõe-se essencialmente de três dimensões, que são: ambiental, econômica, e social (NASCIMENTO, 2012).

A primeira dimensão do desenvolvimento sustentável citada é a ambiental, estabelece que se deva produzir e consumir de forma a garantir que os ecossistemas possam manter sua autorreparação ou capacidade de resiliência. A segunda dimensão, a econômica, supõe um aumento na ecoeficiência da produção e consumo com economia crescente de recursos naturais. A terceira dimensão é a social, uma sociedade sustentável supõe que todos os cidadãos tenham o mínimo necessário para uma vida digna e que ninguém absorva bens, recursos naturais e energéticos que sejam prejudiciais a outros (NASCIMENTO, 2012).

Para Medina (2006), um produto é considerado sustentável se os materiais constituintes tiverem sido selecionados dentre as melhores escolhas ambientais para todas as fases de sua vida desde a extração mineral, passando pela produção até pós-consumo (do berço ao túmulo). As melhores opções ambientais precisam seguir simultaneamente aos princípios da sustentabilidade que são (MEDINA, 2006):

1. Minimizar consumo energético, de materiais, e geração de rejeitos de produção em todas as fases ou estágios;
2. Maximizar a vida de máquinas, componentes e produtos, com melhor uso dos materiais neles contidos;
3. Eliminar substâncias e processos tóxicos ao ambiente e a saúde humana.

A análise do ciclo de vida dos materiais tem um importante papel no desenvolvimento sustentável permitindo a detecção de problemas ou limitações em materiais tradicionais e a busca por soluções para a redução de impactos ambientais indesejáveis, o que auxilia na determinação de materiais a serem escolhidos na construção de projetos de novos produtos (MEDINA, 2006). Ao avaliar a sustentabilidade de pilhas constata-se que os processos de reciclagem seguem três

rotas distintas: a baseada em operações de tratamento de minérios, a hidrometalúrgica e a pirometalúrgica, as quais seguem normas europeias e japonesas (TENÓRIO e ESPINOSA, 2004).

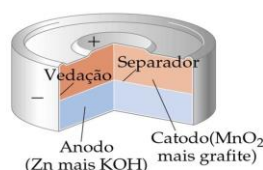
2. OBJETIVO

O objetivo desse trabalho foi propor a estudantes do 2º ano do Ensino Médio, realizar um levantamento bibliográfico sobre a análise do ciclo de vida de pilhas e a descrição do ciclo produtivo desse produto, desde a extração de minerais até o pós-consumo, a partir de dados obtidos na literatura.

3. METODOLOGIA

A partir de um levantamento bibliográfico referente à análise do ciclo de vida das pilhas, foi possível propor a estudantes do 2º ano do Ensino Médio de uma turma do período noturno, com cerca de 40 educandos, de uma escola da Rede Estadual de Ensino do Paraná, localizada no município de Colombo, Região Metropolitana de Curitiba, a elaboração do Ciclo de Vida de pilhas (Fig. 3), desde a extração da matéria-prima (berço) até o pós-consumo (túmulo), a partir de dados obtidos na pesquisa teórica. A proposta surgiu a partir de uma discussão em sala junto aos discentes sobre a maneira que as pessoas descartam as pilhas e o que acontece com esses materiais quando dispostos de forma inadequada no meio ambiente. Foi definido também o tipo de pilha que seria usada e os alunos optaram pelas pilhas alcalinas, pois são as mais encontradas nas residências desses adolescentes. As pilhas alcalinas são compostas de um anodo, composto por um “bastão” de grafite envolto em zinco (Zn) em uma solução de KOH alcalina (pH~14), um catodo de anéis de MnO₂ compactado envolto por uma capa de aço níquelado, um separador de papel e um isolante de *nylon* (CASTELLANI *apud* TENÓRIO e ESPINOSA, 2004), conforme Figura 2.

Figura 2: Pilha alcalina



A partir dessas definições, os educandos foram encaminhados ao laboratório de informática onde, por meio de pesquisa, descreveram o ciclo de vida de uma pilha. Em eletroquímica, utilizam-se conceitos químicos para a produção e condução de energia elétrica a partir de reações químicas, bem como a manutenção e proteção de materiais metálicos quanto à corrosão (PALMA e TIERRA, 2003 *apud* SCAFI, 2010), sem que haja uma contextualização quanto ao término da vida útil de pilhas, isto é, após finalizadas as reações de oxirredução. Tampouco são feitas as correlações com os possíveis impactos ambientais e prováveis danos à saúde que as substâncias contidas nesses produtos podem causar. A avaliação consistiu em duas etapas: a primeira consiste no desenvolvimento da proposta de ACV para pilhas alcalinas (Figura 3); a segunda, nas respostas de questões pertinentes aos estágios do ciclo de vida de um produto. Para tanto, os estudantes foram organizados em cinco grupos, sendo que cada equipe correspondeu a uma fase da ACV, os mesmos puderam realizar intervenções nas respostas dos demais grupos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como comentado anteriormente, a ACV baseia-se em parâmetros que englobam toda a cadeia produtiva do “berço ao túmulo” de um determinado produto, o que significa analisar a extração da matéria-prima, os fluxos de materiais usados, os processos e métodos de fabricação, as formas de transportes empregados, os tipos de embalagens envolvidas até a disposição final do produto, ou seja, a maior preocupação nessa metodologia é com a sustentabilidade de forma ampla, bem como, as análises que enfocam os impactos ambientais relacionados à determinada operação ou produto (HINZ, VALENTINA e FRANCO, 2006). A partir dos dados obtidos na literatura, a proposta elaborada pelos educandos para a análise do ciclo de vida de uma pilha, encontra-se representada na Figura 3.

A análise do ciclo produtivo das pilhas partiu do esquema apresentado pelos educandos na Figura 3, tendo como o ideal, o ciclo com a “seta” preenchida, ou seja, o melhor seria fechar o ciclo de vida numa reciclagem que recuperasse o total dos materiais contidos nas pilhas ao final de sua vida útil e com uma qualidade que permitisse sua reintegração total no sistema produtivo. Todavia, segundo Ruiz *et al.* (2012), o Brasil ainda não dispõe de tecnologia para reciclar completamente as pilhas, além de que, os altos custos de acondicionamento, manufaturados e eventual reciclagem tornam a proposta apresentada na Figura 3 (seta preenchida) inviável economicamente. Nessa perspectiva, o consumidor por desconhecimento da Política Nacional de Resíduos Sólidos e demais leis ambientais vigentes no país, ou por não conhecerem a periculosidade dos compostos contidos nas pilhas alcalinas no pós-consumo, descartam as mesmas em lixo doméstico, causando prováveis danos ao meio ambiente e a saúde dos seres vivos. Em contrapartida, para reduzir os impactos ambientais desencadeados pela disposição inadequado das pilhas, os fabricantes e importadores, deveriam programar sistemas de coleta, transporte, armazenamento, reutilização, reciclagem tratamento e/ou disposição final (TENÓRIO e ESPINOSA, 2004). Quanto aos métodos de reciclagem, primeiramente é preciso conhecer a composição química das pilhas, porém, não há uma correlação entre o tamanho e o formato tampouco da sua composição (TENÓRIO e ESPINOSA, 2004). Como já mencionado, os processos de reciclagem de pilhas podem seguir rotas diferenciadas, no Brasil, a rota mais utilizada é a pirometalúrgica que consiste em processos térmicos como: secagem, calcinação, destilação, pirólise, fundição e incineração (etapa mais comum). A grande vantagem dessa rota é o fato de aceitar os resíduos praticamente sem qualquer pré-processamento. Por outro lado, esta rota normalmente está relacionada com alto consumo energético e a grande possibilidade de geração de gases poluentes durante os processos o que estaria fora dos princípios da sustentabilidade (TENÓRIO e ESPINOSA, 2004).

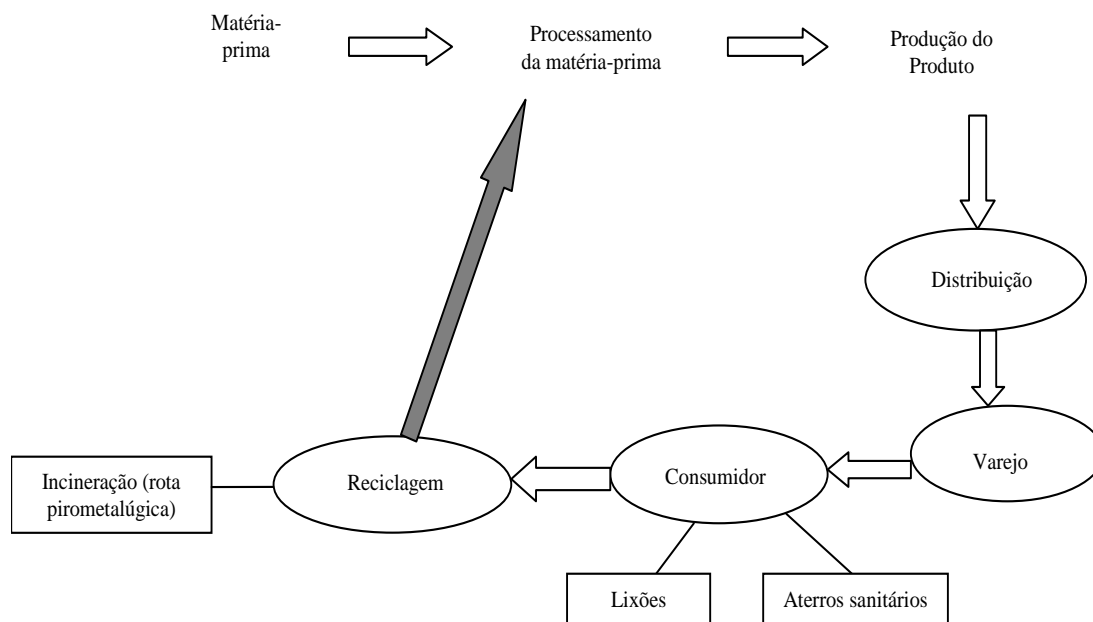
Dessa maneira, a análise do ciclo de vida das pilhas alcalinas ou de outro material precisa incluir as fases contidas na Figura 3. Como sugestão aos discentes, foi proposto que respondessem oralmente a um conjunto de questões referentes aos cinco estágios da ACV.

1. Extração – De que parte do planeta estes materiais provêm? Quais as matérias-primas?
2. Processamento – Inclui geração de resíduos, energia e embalagem?
3. Distribuição – Qual o caminho até o local de venda do produto?
4. Varejo (uso) – A utilização deste produto causa impacto na atmosfera, água ou saúde humana?
5. Disposição (consumidor) – Qual o destino final deste produto? Pode ser reciclado?

As respostas obtidas dos grupos estavam em conformidade com a proposta sugerida por eles (Figura 3) e com a pesquisa teórica realizada por eles. Outra análise realizada, junto aos estudantes, foi quanto à sustentabilidade ambiental da ACV das pilhas alcalinas. Para tanto, buscou-se saber o significado de um produto sustentável, ou seja, um produto é considerado sustentável quando apresenta o melhor desempenho ambiental ao longo de seu ciclo de vida

(BARBOSA, 2008) e atende às dimensões do desenvolvimento sustentável: ambiental, social e econômica. Um dos objetivos da análise do ciclo de vida de um produto é a busca por um material que atenda aos princípios da sustentabilidade, os estágios da ACV e englobe as dimensões do desenvolvimento social. Todavia, quando se analisa o ciclo de vida de uma pilha, percebe-se que esse produto não é sustentável e que promove impactos ambientais bastante relevantes no decorrer do ciclo produtivo e do descarte em lixo doméstico, tais como, contaminação da flora e da fauna, carcinogenicidade e mutagenicidade nos organismos vivos decorrentes de compostos inorgânicos presentes nestes dispositivos. Por sua vez, os metais tóxicos liberados devido à destinação incorreta destes resíduos contaminam o solo e a água (SOTTORIVA, 2011). Uma forma de reduzir os problemas ambientais do uso de pilhas é a substituição de produtos antigos por novos proporcionando um maior tempo desses, como por exemplo, pilhas recarregáveis ao invés de pilhas comuns. Outra ação seria reduzir a quantidade de metais pesados e potencialmente tóxicos na constituição das pilhas (TENÓRIO e ESPINOSA, 2004).

Figura 3 – Proposta de alunos para o Ciclo de Vida das Pilhas



5. CONCLUSÃO

A partir do trabalho desenvolvido com adolescentes de quatro turmas de 2º ano do Ensino Médio, totalizando 96 educandos do Colégio Estadual Zumbi dos Palmares em Colombo, Região Metropolitana de Curitiba, foi possível concluir que os mesmos se apropriaram do conhecimento sobre conhecimentos básicos referentes ao Ciclo de Vida de Materiais, em específico, de pilhas alcalinas. Através desta proposta, os alunos formaram grupos e em seguida, dirigiram-se ao laboratório de informática para um breve levantamento bibliográfico, sob orientação da professora, sobre o tema em questão perfazendo um total de cinco aulas. Decorrido esse período, foi realizado uma sensibilização quanto aos impactos ambientais que o descarte inadequado de pilhas e baterias podem causar ao meio em que vivem e à saúde da população. Os problemas ambientais apresentados foram quanto à possíveis problemas respiratórios causados pela liberação de componentes tóxicos, contaminação do solo, água, ar, flora e fauna devido à

presença de metais pesados na composição desses dispositivos.

A avaliação final da pesquisa foi propor um Ciclo de Vida de pilhas alcalinas a partir dos dados obtidos na literatura para o desenvolvimento do trabalho, a qual está apresentada na Figura 3, que representa, uma síntese da compreensão sobre ciclo produtivo de pilhas a partir do que foi apresentado pelas quatro turmas. Em dado momento, um dos grupos, sugeriu a inserção dos danos ambientais e à saúde no ciclo, porém, optou-se não se colocar, uma vez que, na literatura não observamos nenhum ciclo produtivo de materiais com tal proposta. O presente trabalho apresentou limitações uma vez que se trata de um levantamento bibliográfico e o ciclo de vida de um produto pode apresentar pontos críticos, relacionados a outros indicadores que não estão presentes nos estágios da ACV, tais como: consumo de energia, consumo de recursos naturais, uso do solo, emissão para o ar, emissão para a água e resíduos sólidos gerados, causando impactos não previstos ao longo da vida útil do produto. Porém, atingiu o objetivo em relação à sensibilização de adolescentes para os prováveis impactos ambientais que o descarte inadequado de pilhas pode ocasionar à saúde e ao meio onde estão inseridos. Ao avaliar a construção de ciclo de vida das pilhas, coerente com a pesquisa teórica e, através de discussões realizadas em aula, foi possível observar que os educandos compreenderam a importância da ACV e da sustentabilidade ambiental, bem como, o entendimento de que as pilhas não são produtos totalmente sustentáveis

REFERÊNCIAS

BARBOSA, G.S. O desafio do desenvolvimento sustentável. Revista Visões. 4ª ed., nº4, Vol. 1 – Jan/Jun, 2008

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 providências.

CARDOSO, R. da S., ADISSI, P. J., XAVIER, L. H. e XAVIER, V. De A. Ciclo de vida do produto, tecnologia e sustentabilidade: breve análise da gestão ambiental de resíduos sólidos no Brasil. XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2007.

CASTELLANI, C.V., Rayovac - Grupo Microlite, Comunicação Pessoal. In: TENÓRIO, J. A. S.; ESPINOSA, D. C. R. Reciclagem de Pilhas e Baterias. Disponível em: <<http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsare/e/proypilas/pilas.pdf>> Acesso em: 06 jan. 2017.

DEMAJOROVIC, J. Da política tradicional de tratamento do lixo à gestão de resíduos sólidos – as novas prioridades, 2011. In: Revista de Administração de Empresas. São Paulo: v. 35, n.3., p. 88-93, mai./jun. 1995. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/6019049-Revista-de-gestao-ambiental-e-sustentabilidade-geas.html>> Acesso em: 05 jan 2017.

FERREIRA, G. B., FRANK, B. Avaliação do Ciclo de Vida do Produto: Uma aplicação prática para facilitar a escolha da melhor opção de projeto no desenvolvimento de produto. Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2000.

FREEMAN, C. A teoria econômica da inovação industrial. Alianza Editorial. Madrid. 1974 In: CARDOSO, R. da S., ADISSI, P. J., XAVIER, L. H. e XAVIER, V. De A. Ciclo de vida do produto, tecnologia e sustentabilidade: breve análise da gestão ambiental de resíduos sólidos no Brasil. XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2007.

GRAEDEL T. E. “Streamlined Life-Cycle Assessment”, EUA, New Jersey, Prentice Hall, cap.2, 306 p, 1998. In: MEDINA, H. V. Produção Sustentável de Materiais: Gestão Ambiental e Análise do Ciclo de Vida. 61º Congresso Anual da ABM, 2006.

GUIDETTI, G. E MAZZANTI, M. Firm-level training in local economic systems: Complementarities in production and firm innovation strategies. Journal of Socio-Economics, 2007 In: CARDOSO, R. da S., ADISSI, P. J., XAVIER, L. H. e XAVIER, V. De A. Ciclo de vida do produto, tecnologia e

sustentabilidade: breve análise da gestão ambiental de resíduos sólidos no Brasil. XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2007.

HINZ, R. T. P., VALENTINA, L. V. D., FRANCO, A.C. Sustentabilidade Ambiental das organizações através da produção mais limpa ou pela avaliação do ciclo de vida. Estudos tecnológicos. Vol. 2, nº 2: 91-98, 2006.

MEDINA, H. V. Produção Sustentável de Materiais: Gestão Ambiental e Análise do Ciclo de Vida. 61º Congresso Anual da ABM, 2006.

MOTTA, W. H. Análise do ciclo de vida e logística reversa. Simpósio de Excelência em Gestão Pública, 2013.

NASCIMENTO, E.P. Trajetória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico. Estudos Avançados, 26 (74), 2012.

PALMA, M.H.C. e TIERA, V.A.O. Oxidação de metais. Química Nova na Escola, n. 18, 2003. In: SCAFI, S. H. F. Contextualização do Ensino de Química em uma Escola Militar. Química Nova na Escola. Vol. 32, Nº 3, AGOSTO 2010.

RODRIGUES, R. Estande da Umicore na Feira Brasileira de Meio Ambiente Industrial. São Paulo, 09.11.2011. Entrevista concedida à autora. In: RUIZ, M. R; RUIZ, L. I, R; CHRISITOFOLETTI, R. A.; SILVA, E.L. Desafios para o gerenciamento de pilhas e baterias pós-uso: proposição de projeto de lei sobre o e-lixo na cidade de Rio Claro – SP. Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade – GeAs. V. 1, nº2, p. 29-50, jul/dez, 2012.

RUIZ, M. R; RUIZ, L. I, R; CHRISITOFOLETTI, R. A.; SILVA, E.L. Desafios para o gerenciamento de pilhas e baterias pós-uso: proposição de projeto de lei sobre o e-lixo na cidade de Rio Claro – SP. Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade – GeAs. V. 1, nº2, p. 29-50, jul/dez, 2012.

SACHS, I. Estratégias de Transição para do século XXI – Desenvolvimento e Meio Ambiente. São Paulo: Studio Nobel – Fundação para o desenvolvimento administrativo, 1993. In: BARBOSA, G.S. O desafio do desenvolvimento sustentável. Revista Visões 4ª ed, nº4, Vol. 1 – Jan/Jun, 2008.

SCHAFF, A. A Sociedade informática. São Paulo, Ed. UNESP, 1995. In: CARDOSO, R. da S., ADISSI, P. J., XAVIER, L. H. e XAVIER, V. De A. Ciclo de vida do produto, tecnologia e sustentabilidade: breve análise da gestão ambiental de resíduos sólidos no Brasil. XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2007.

SICHE, R., AGOSTINHO, F., ORTEGA, E., ROMEIRO, A. Índices versus indicadores: precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países. Ambiente & Sociedade. Campinas. V. X, n. 2. p. 137-148, jul.-dez. 2007.

SOTTORIVA, P. R. Análise do ciclo de vida dos resíduos recicláveis e perigosos de origem domiciliar. REDES. V.16, nº 3, p. 62-79, set/dez, 2007.

TENÓRIO, J. A. S.; ESPINOSA, D. C. R. Reciclagem de Pilhas e Baterias. Disponível em: <<http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsare/e/proypilas/pilas.pdf>> Acesso em: 06 jan. 2017.

Umicore Brasil. Reciclagem de sucata eletrônica. Guarulhos: Umicore. Folheto, 2011a In: RUIZ, M. R; RUIZ, L. I, R; CHRISITOFOLETTI, R. A.; SILVA, E.L. Desafios para o gerenciamento de pilhas e baterias pós-uso: proposição de projeto de lei sobre o e-lixo na cidade de Rio Claro – SP. Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade – GeAs. V. 1, nº2, p. 29-50, jul/dez, 2012.