

A eletroquímica como fonte de energia no cotidiano do ser humano

O ser humano utiliza de várias fontes de energia para seu desenvolvimento desde tempos remotos. O uso da energia química, como a conhecemos atualmente, foi desenvolvida cientificamente no século XVIII com a invenção da pilha pelo físico Alessandro Volta. O dispositivo possibilitou entre outros, a invenção do telégrafo, iluminação elétrica e vários aparelhos portáteis. Com o avanço tecnológico, as pilhas e baterias se popularizaram e estão por toda parte, entretanto, ainda não é de conhecimento de todos os usuários seu conceito, composição e forma correta de descarte. A presente pesquisa buscou determinar através de ponto de coleta, a quantidade de pilhas e baterias recolhidas em uma das regiões na cidade de Itajaí (SC). Outro objetivo, além de quantificar, é instruir e sensibilizar a população local sobre a importância de conhecer e destinar corretamente o descarte destes dispositivos. Para atender aos objetivos, foram instalados pontos de coleta no Colégio São José. Através de questionário e panfletos informativos foram entrevistados e informados aos usuários das pilhas e baterias sobre funcionamento, composição e a forma correta de descarte. Durante a análise dos materiais coletados, foram observados 20 diferentes fabricantes de pilhas, sendo 68,6% alcalinas e 77,5% no modelo AA. Com relação às baterias, apenas 37,5% eram de íons lítio. A análise do questionário demonstrou que 58% dos usuários não têm ou têm pouco conhecimento da forma correta de descarte. Sobre a composição química, 67% desconhecem e têm pouco interesse em saber, a respeito dos danos à saúde e meio ambiente, somente 58% demonstraram possuir certos conhecimentos. É importante considerar que apesar das informações estarem disponíveis à população, de modo geral, ainda se desconhece políticas públicas como, por exemplo, a Logística Reversa e Política Nacional de Resíduo Sólido que definem de forma clara os ciclos e as formas corretas de descartes desses dispositivos, responsabilizando os consumidores, distribuidores, órgãos públicos e fabricantes pelo destino correto.

Palavras-chave: Pilhas; Bateria; Descarte; Meio Ambiente.

Electrochemistry as a source of energy in the everyday of human beings

Human beings have used various sources of energy for their development since ancient times. The use of chemical energy, as we know it today, was scientifically developed in the XVIII century with the invention of the battery by the physicist Alessandro Volta. The device made possible, among others, the invention of the telegraph, electric lighting and several portable devices. With technological advances, batteries have become popular and nowadays they are everywhere, however, their concept, composition and correct form of disposal are not yet known to all users. This research sought to determine through the collection point, the amount of batteries collected in one of the regions in the city of Itajaí (SC). Another objective, in addition to quantifying, is to instruct and sensitize the local population on the importance of knowing and correctly disposing of these devices. In order to meet the objectives, collection points were installed at Colégio São José and, through a questionnaire and informational pamphlets, the users of the batteries were interviewed and informed of their functioning, composition and the correct form of disposal. During the analysis of the collected materials, 20 different battery manufacturers were observed, 68.6% alkaline and 77.5% in the AA model. Regarding the batteries, only 37.5% are lithium ion. The analysis of the questionnaire showed that 58% of users have no or little knowledge of the correct way of disposal. About the chemical composition, 67% are unaware and have little interest in knowing, regarding damage to health and the environment, only 58% demonstrate having certain knowledge. It is important to consider that although the information is available to the population, in general, they are still unaware of public policies such as Reverse Logistics and the National Solid Waste Policy that clearly define the cycles and the correct ways of disposing of these devices, holding consumers responsible, distributors, government agencies and manufacturers for the correct destination.


Keywords: Batteries; Battery; Disposal; Environment.


Topic: **Desenvolvimento, Sustentabilidade e Meio Ambiente**


Received: **11/03/2020**

Approved: **08/04/2020**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Rafaela Vogel Vieira Janke 
Universidade do Vale do Itajaí, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/4319262746226202>
<http://orcid.org/0000-0003-1027-194X>
rafaela6377@gmail.com


Andrieli de Fátima dos Anjos 
Universidade Estadual do Paraná, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/4845009219902504>
<http://orcid.org/0000-0003-4032-0415>
andrielianjoss@outlook.com

Paulo Henrique Santos 
Universidade do Vale do Itajaí, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/5454170480475253>
<http://orcid.org/0000-0002-3979-662X>
santosph14@yahoo.com.br

Francini Binotto Missiura 
Universidade de Passo Fundo, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/1530239586453372>
<http://orcid.org/0000-0002-3108-8071>
fbmissiura@gmail.com

Isabella Souza de Santana 
Universidade do Vale do Itajaí, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/5797151290785192>
<http://orcid.org/0000-0002-6642-7467>
isasantana2001@hotmail.com

Marina Bernardes 
Universidade do Vale do Itajaí, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/7924600693962434>
<http://orcid.org/0000-0003-0847-8431>
marinabernardessi@hotmail.com

Rhaina Liz Venturi 
Universidade do Vale do Itajaí, Brasil
<http://orcid.org/0000-0002-9623-3591>
rhainalizventuri@hotmail.com



DOI: 10.6008/CBPC2318-2881.2020.002.0007

Referencing this:

SOBRENOME, N. N.; SOBRENOME, N. N.. A eletroquímica como fonte de energia no cotidiano do ser humano. **Nature and Conservation**, v.13, n.2, p.67-76, 2020. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2318-2881.2020.002.0007>

INTRODUÇÃO

A energia liberada a partir da formação de ligações entre compostos químicos é utilizada pela humanidade desde o início dos tempos, segundo Feitosa et al. (2016). A conversão proposital da energia química em energia elétrica foi explorada no século XVIII, com a invenção da pilha de Alessandro Volta (1745-1827). A partir de Volta, as descobertas no campo da Eletroquímica se deram em um ritmo mais acelerado, na linha de ideias de Novelli (2007): o espanhol Francisco Salva constrói o primeiro telégrafo elétrico em 1804; o inglês Humphry Davy inventa a iluminação elétrica em 1810. A estrutura da pilha moderna foi concebida por John Frederic Daniell em 1836, embora os materiais utilizados tenham variado com o tempo.

Foi ao longo das últimas décadas do século XX, que as pilhas e baterias fizeram parte do cotidiano da população de forma inseparável. A invenção dos aparelhos eletrônicos portáteis ocasionou “o aumento da demanda por pilhas e baterias cada vez menores, mais leves e de melhor desempenho. [...] existe atualmente no mercado uma grande variedade de pilhas e baterias a fim de atender às inúmeras exigências” (BOCCHI et al., 2000).

Com a criação de produtos modernos, pilhas e baterias passaram a ser utilizadas com maior frequência, tomando duas vertentes. Se por um lado estes dispositivos são considerados soluções para muitas situações da rotina de residências, empresas e escolas, devido a produtos requisitados no mercado, por outro, elas podem ser causa de um grande problema ambiental (CABRAL et al., 2014). As primeiras preocupações acerca do perigo oferecido pelo descarte inadequado de pilhas e baterias começaram no final da década de 70, devido ao uso de metais pesados perigosos em grandes quantidades na fabricação de algumas, tendo pilhas que chegavam a conter até 30% do peso total de mercúrio (Hg), elemento muito perigoso para a vida. Até a década de 1980, normalmente eram utilizadas para o uso doméstico as baterias em forma de bastonetes, principalmente de Zn-C, as quais, quando exauridas, eram descartadas como resíduo domiciliar, o que causou grande preocupação para estudiosos principalmente em países da Europa. (REIDLER et al., 2002).

O progresso trouxe um preço, com a descoberta dos danos que os materiais utilizados na construção das pilhas ocasionam no ambiente e nos seres humanos, tornou-se necessária a imposição de padrões de produção e de descarte de pilhas e baterias, inclusive no Brasil. Grande parte da população, desconhece esses procedimentos (ALVEZ, 2016). Torna-se, portanto, pertinente que o povo brasileiro seja devidamente informados do funcionamento básico destes sistemas eletroquímicos e dos riscos que podem trazer, bem como a forma correta de descartá-los sem que causem danos ao meio ambiente. Mesmo com os avanços tecnológicos na produção de pilhas e baterias os seres humanos ainda não se preocupam com os riscos de contaminação do meio em que se vive. O objetivo desta pesquisa foi estudar a energia química e a forma como está inserida no cotidiano do ser humano.

REVISÃO TEÓRICA

A pilha é a manifestação máxima da eletroquímica, ramo dedicado ao estudo da conversão de energia química em energia elétrica. Sua estrutura mais antiga é a concebida por Alessandro Volta constituída por uma sucessão em forma de coluna de discos de cobre, feltro embebido em uma solução de ácido sulfúrico e zinco. Os discos tinham furos por onde passava um fio condutor. A pilha de Daniell, por outro lado, possuía duas semicelas distintas que continham sulfato de cobre e sulfato de zinco. Tiras de cobre e zinco metálicos, unidas por um fio conector, eram mergulhadas nas soluções de seus respectivos sulfatos, onde a reação ocorria. Essa pilha, como aponta Bocchi et al. (2000), só podia suprir equipamentos que exigissem baixas cargas elétricas, como lâmpadas de farolete de 1,5 V.

A estrutura de Daniell é mais semelhante à moderna do que a de Volta, embora os materiais tenham sido alterados ao longo do tempo para maximizar a corrente elétrica. Seu princípio, porém, é o mesmo. A reação de oxirredução, na qual os eletrodos anodo realiza uma reação de oxidação espontaneamente, liberando elétrons que são conduzidos até o eletrodo cátodo que realiza a reação de redução com os elétrons recebidos; tudo enquanto imersos no eletrólito, a solução condutora de íons (VIEIRA et al., 2009). Sendo gerado um fluxo contínuo de elétrons, na linha de ideias de Bocchi et al. (2000). Apesar dos termos pilha e bateria serem utilizados indiscriminadamente no cotidiano da população, eles correspondem a sistemas distintos. Uma bateria, é na verdade, “um conjunto de pilhas agrupadas em série ou paralelo, dependendo da exigência por maior potencial ou corrente” (BOCCHI et al., 2000). Agrupamentos em paralelo fornecem maiores potenciais, e agrupamentos em série, maiores correntes. Outra distinção importante é o conceito de baterias primárias (não recarregáveis) e secundárias (recarregáveis). A demanda destas últimas vem aumentando - o volume global, cresce 15% ao ano.

Quanto às baterias primárias, há tipos especiais que merecem menção: Baterias de reserva, que requerem ativação - mecânica ou pirotécnica - na qual o eletrólito é injetado na câmara que contém os eletrodos. Um exemplo é o magnésio ativado com água/cloreto de chumbo. Baterias térmicas são semelhantes, porém sua ativação é feita especificamente a altas temperaturas. Um exemplo é o cálcio/óxido tungstênio. Esses dois subtipos são bastante utilizados em artefatos militares ou aeroespaciais (BOCCHI et al., 2000). As baterias primárias que mais se destacam no mercado brasileiro, segundo Bocchi et al. (2000), são: zinco/dióxido de manganês (Leclanché), zinco/dióxido de manganês (alcalina) e lítio/dióxido de manganês. Todas estas são distintas apenas em sua estrutura interna, pois seu exterior é padronizado internacionalmente em formas cilíndricas e de tamanhos específicos (AA; AAA; entre outros). O tipo zinco/dióxido de manganês, concebido por George Leclanché em 1860, é o mais comum, sofrendo poucas modificações, e ainda consiste de um bastão de grafite e pó de manganês (cátodo) ao centro; de uma chapa protetora de zinco metálico com pequenas quantidades de chumbo e cádmio (anodo); e de uma pasta de cloreto de amônio e cloreto de zinco (eletrólito). Tem um custo vantajoso para valores baixos de corrente, com seu potencial de 1,55 V a 1,74 V, porém os metais pesados adicionados para evitar vazamentos podem representar sérios riscos ambientais (BOCCHI et al., 2000).

Sobre as pilhas zinco/dióxido de manganês (mais conhecidas como alcalinas), Bocchi et al. (2000) as descrevem como versões modificadas do tipo zinco/dióxido de manganês. Os eletrodos permanecem, porém, o eletrólito é uma solução aquosa de hidróxido de potássio e óxido de zinco. Além disso, o revestimento é de chapa de aço para garantir melhor vedação. Apresenta desempenho muito superior à pilha de Leclanché sob valores altos de corrente, além de não conter metais tóxicos. De acordo com Bocchi et al. (2000), pilhas primárias que utilizam o lítio como anodo são as mais diferenciadas entre as citadas. Devido à alta reatividade do lítio metálico com água, empregam eletrólitos não aquosos; seus eletrodos são forjados em formato de tiras enroladas. São pilhas de alto desempenho (potencial de 3,0 V a 3,5 V), alto custo e alto risco.

As baterias secundárias que dominam o mercado nacional são, ainda consoante Bocchi et al. (2000): chumbo/óxido de chumbo (chumbo/ácido), cádmio/óxido de níquel (níquel/cádmio), hidreto metálico/óxido de níquel e íons lítio. São geralmente utilizadas em aplicações que requerem maior potência. O tipo chumbo/ácido tem uma característica pouco usual - um mesmo elemento químico para ambos os eletrodos. Seu potencial vai de 1,98 V até 2,15 V. Seus principais tipos são as automotivas, industriais e seladas. A respeito dessas classificações, Bocchi et al. (2000) colocam:

As automotivas são usadas em veículos em geral para alimentar os sistemas de partida, iluminação e ignição e consistem de seis conjuntos de eletrodos na forma de placas, contidos em vasos independentes. As baterias industriais são utilizadas para tracionar motores de veículos elétricos e também em serviços que não podem ser interrompidos em caso de queda de energia elétrica (companhias telefônicas, hospitais etc.). Já as seladas, de menor tamanho, são usadas para alimentar computadores, luzes de emergência etc., em caso de queda de energia. As baterias automotivas e industriais requerem adição periódica de água no eletrólito.

Bocchi et al. (2000) ainda acrescentam que, por ser feito à base de chumbo, um metal pesado e tóxico, pode causar sérios danos ao meio ambiente. Felizmente, muitos fabricantes nacionais já recolhem essas baterias para reutilizar o chumbo, cujo preço é relativamente alto no mercado internacional. As baterias níquel/cádmio consistem de um ânodo formado por uma liga de cádmio e ferro e um cátodo de hidróxido de níquel (III) imersos em uma solução de hidróxido de potássio. Possuem um potencial aproximado de 1,15 V, e podem ser produzidas numa grande variedade de tamanhos. Assim como as baterias alcalinas, o tipo níquel/cádmio é selado para evitar vazamentos. Tem potencial constante e vida longa tais benefícios, porém, são contrabalanceados pelo custo alto de produção e o grande impacto ambiental que causam (BOCCHI et al., 2000).

Por fim, as baterias de íons lítio utilizam sais de lítio no eletrólito e são geralmente compostas de cátodos feitos de óxido de cobalto e ânodos de grafite. Apresentam bom desempenho e segurança aos usuários e riscos ambientais razoáveis. Apesar disso, “uma estimativa de Pilhas e Baterias da Secretaria do Meio Ambiente mostrou que, em 1999, das 5 milhões de baterias de telefones celulares existentes no Brasil, 80% ainda eram de níquel/cádmio e apenas 2% de íons lítio “ (BOCCHI et al., 2000). Analisando o aspecto ambiental da eletroquímica, parte das baterias primárias e secundárias comercializadas no país podem conter em sua composição metais pesados altamente tóxicos, seja na forma de eletrodos ou de aditivos estabilizadores. Assim, Bocchi et al. (2000) ressaltam a natureza poluente de tais pilhas se descartadas

incorretamente. Além disso, como bem colocam Reidler et al. (2003, citado por ALVEZ, 2016):

Nem todos os tipos de pilhas e baterias apresentam o mesmo grau de periculosidade. No entanto, do ponto de vista químico, mesmo os metais que representam menores riscos em sua forma elementar, quando descartados sem controle junto com o resíduo sólido comum podem se transformar em substâncias extremamente perigosas e tóxicas à saúde e ao ambiente.

Medeiros (2005) detalha tais perigos para o ser humano: O cádmio e o chumbo provocam disfunção renal e problemas pulmonares; o manganês e o mercúrio afetam o sistema neurológico e o cérebro; o zinco e o cloreto de amônia atacam o pulmão. Alvez (2016) também acrescenta os perigos do zinco e do manganês para a composição do solo em que for depositado, incluindo a alteração do pH e da concentração de metais. Entre as legislações vigentes mais pertinentes, estão a Resolução CONAMA Nº 401/2008, que estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado; a Instrução Normativa Nº 8, de 2012, que institui, para fabricantes nacionais e importadores, os procedimentos relativos ao controle do recebimento e da destinação final de pilhas e baterias ou produto que as incorporem; e a Lei Nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. O artigo dois da Resolução CONAMA Nº 401 reforça políticas fiscalizadoras para os produtores nacionais ou importadores de baterias, como o Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras dos Recursos Ambientais. O artigo 7, estabelece os teores máximos dos metais listados a seguir: 0,0005% ou 2,0% em peso de mercúrio de acordo com diferentes tipos de pilhas/baterias; 0,002% em peso de cádmio; e 0,1% em peso de chumbo. O capítulo V do artigo 14 a 18 é reservado à determinação de informações explícitas por parte dos produtores e/ou distribuidores nas embalagens dos produtos - quanto ao manuseio - e nos estabelecimentos - quanto às orientações de descarte (CONAMA, 2008).

Alvez (2016) ainda ressalta dois outros artigos na Resolução CONAMA Nº401, o 19 e o 22, o artigo 19 coloca que os estabelecimentos de venda de pilhas e baterias devem obrigatoriamente conter pontos de recolhimento adequados, nos quais o consumidor possui o dever de levar o produto consumido e o 22 proíbe a deposição de pilhas e baterias usadas em aterros sem licença; queimas a céu aberto; ou lançamentos em corpos d'água. A Instrução Normativa Nº8/2012 basicamente expande e detalha a Resolução citada anteriormente. O artigo 8 define a reciclagem de pilhas e baterias como "o processo de transformação das pilhas e baterias usadas ou inservíveis, envolvendo a alteração de suas propriedades físico-químicas, com vistas à transformação em insumos destinados à produção de novas pilhas e baterias ou de novos produtos" (BRASIL, 2010).

A Lei Nº 12.305/2010 é a mais extensa até então, inserida em um contexto maior de gerenciamento dos resíduos sólidos - que além de pilhas e baterias, também incluem agrotóxicos, pneus, óleos lubrificantes, lâmpadas fluorescentes e produtos eletroeletrônicos, como listado no artigo 33 (BRASIL, 2010). O Artigo 6 expõe os princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos, no qual o item III merece destaque: Visão sistêmica, na gestão dos resíduos sólidos, que considere as variáveis ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública (BRASIL, 2010). O Artigo 13 destaca as diversas origens dos resíduos sólidos domiciliares, comerciais, industriais, mineradores, agrossilvipastoris, de órgãos e serviços públicos como

saúde e transporte, entre outros. Outro Artigo importante é o 30, que determina a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida das pilhas e baterias abrangendo os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, os consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos. Ressalta-se, portanto, a importância de diversas esferas para a fiscalização da produção, comercialização e descarte adequado desses sistemas eletroquímicos (BRASIL, 2010). Outro aspecto importante da Lei nº 12.305/2010 é a Logística Reversa definida como:

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. (BRASIL, 2010).

Vários estudos apontam que a contaminação através das pilhas e baterias chega até a população por descartes incorretos, pelo vazamento do líquido contido em seus interiores, acumulando no meio ambiente, pois, em geral, não são biodegradáveis. Os metais oriundos das pilhas e baterias podem causar disfunções digestivas e do sistema respiratório, lesões renais e no pâncreas, e até mesmo câncer, sendo importante que a população esteja ciente do perigo que esses materiais podem causar (REIDLER et al., 2000; ESPINOSA et al., 2004). Quando todos os envolvidos no processo de utilização das baterias e pilhas seguirem as leis que orientam a maneira correta de fazer os descartes, o meio ambiente e todos os seres vivos não serão alvos das contaminações causadas pelo mau uso destes dispositivos (CABRAL et al., 2014).

METODOLOGIA

Realizado campanha de arrecadação de pilhas e baterias em estado de desuso na Instituição Escolar Colégio São José, na cidade de Itajaí, utilizando um ponto fixo de descarte e cartaz expositivo nos meses de setembro e outubro de 2019. Aplicado questionário sob forma oral, com gravações e escrita, usando a plataforma digital 'Forms', para analisar o nível conhecimento do público referente ao manuseio e descarte correto de pilhas e baterias. As perguntas do questionário foram: 1. Pilhas e baterias estão muito presentes em nosso dia a dia?. Cite alguns lugares onde elas podem ser encontradas. 2. Você sabe como realizar o descarte correto de pilhas e/ou baterias?. 3. Por que as pilhas e baterias podem causar danos ao meio ambiente e ao corpo?. Se puder, detalhe alguns desses danos. Após a coleta foi analisada a quantidade de pilhas e baterias. Com o propósito de tentar conscientizar a população, foram elaborados panfletos e apresentados durante a Mostra do Conhecimento do Colégio São José.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No decorrer da pesquisa, o ponto de coleta e cartazes, figura 1 foram confeccionados e implementados na Instituição Escolar Colégio São José/Itajaí SC. A quantidade de pilha coletadas foram 102 pilhas. Ao realizar um balanço dos itens adquiridos, percebe-se a persistência de pilhas comuns, ou zinco-carbono, ou zinco-dióxido de manganês; sem dúvidas devido a seu valor/custo vantajoso. Muitas marcas mais conhecidas (Panasonic, Rayovac) promovem amplamente esse tipo de pilha, foram observados 20 fabricantes diferentes. Pilhas alcalinas representaram 68,6%, dados que revelam sua recente popularidade,

marcas como Duracell apostam nos danos mais controlados e no desempenho superior desse tipo de pilha para promover suas vendas, tabela 1.



Figura 1: À esquerda ponto de coleta de bateria e pilhas, à direita cartazes instrutivos sobre manuseio e descarte de pilhas e baterias.

Além das citadas, as pilhas Ni-MH (níquel-hidreto metálico) têm uma aparição razoável, com capacidade elétrica levemente menor, porém capaz de recarga, e, portanto, com valor custo mais elevado. Outras observações relevantes a respeito das pilhas: algumas das pilhas com marcas mais questionáveis ou em desuso encontravam-se em um estado bastante deteriorado; algumas pilhas com indicação ‘industrial’, apesar de possuírem capacidade supostamente igual a comum, apresentavam um destaque no rótulo para os metais pesados ali presentes. Uma das marcas de pilha (AVE) não parece fornecer informação alguma a respeito da composição, manuseio ou descarte das pilhas, o que é altamente irregular. Por fim, vale notar a predominância dos modelos AA com 77,5% sobre 22,5% AAA.

Tabela 1: Descrição da quantidade de pilhas e baterias coletadas na Instituição Colégio São José em Itajaí (SC), cujo período da coleta foi de setembro e outubro 2019.

Quantidade	Marca	Modelo	Composição	Voltagem/V	Quantidade	Marca	Modelo	Composição	Voltagem/V
33	Duracell	AA	Alcalina	1,5	1	Everready	AA	Alcalina	1,5
3	Duracell	AAA	Alcalina	1,5	2	Energizer	AA	Alcalina	1,5
2	EcoMania	AA	Ni-MH rec.	1,2	2	Philips	AA	Alcalina	1,5
2	GermanTech	AA	Zn/C	1,5	2	Sony	AA	Ni-MH rec.	1,2
2	Powerhaus	AA	Ni-MH rec.	1,2	3	Elgin	AA	Alcalina	1,5
4	Br55	AA	Zn/C	1,5	1	Rayovac	AA	Zn/C	1,5
4	FoxLux	AA	Alcalina	1,5	6	Rayovac	AAA	Alcalina	1,5
10	Panasonic	AA	Zn/C	1,5	4	Alfacell	AAA	Alcalina	1,5
2	Panasonic	AA		1,5	2	CE	AAA	Alcalina	1,5
2	Panasonic	AA	Alcalina	1,5	2	Fiat-Lux	AAA	Alcalina	1,5
2	Panasonic	AAA	Alcalina	1,5	1	Leadership	AAA	Ni-MH rec.	1,2
2	Super Energia	AA	Zn/C pes.	1,5	2	AVE	AAA	Sem identificação	
2	Everready	AA		1,5	4	Sanyo	AA	Alcalina	1,5

Rec. = recarregável; pes. = pesado

As baterias coletadas somaram total de 08, tabela 2 apresentam duas variações em sua composição química chumbo-ácido com 62,5% e 37,5 % de íons lítio. As primeiras, mais presentes, apresentam tamanho e capacidade elétrica distintamente maiores todas com indicações adequadas, mas apresentam composição

tóxica e a impossibilidade de descarte em lixo comum. As segundas, menores em quantidade e capacidade, são, porém, parte expressiva do dia a dia do público geral, sob a forma de baterias para celulares.

Tabela 2: Descrição da quantidade de baterias coletadas no Colégio São José, em Itajaí (SC), no período de setembro e outubro de 2019.

Quantidade	Marca	Composição	Voltagem/V
3	HW (Hi-Watt)	Chumbo-ácido	9,0
1	Pako	Chumbo-ácido	9,0
1	PowerPlus	Chumbo-ácido	9,0
2	Alcatel	Íons lítio	3,7
1	CE	Íons lítio	3,8

Os questionários, a respeito do conhecimento dos cidadãos itajaienses, no que se refere a pilhas e baterias, foram elaborados e aplicados totalizando 12 entrevistas, com usuários de diversas faixas etárias entre 10 a 60 anos, tabela 3. A primeira questão; Pilhas e baterias estão muito presentes em nosso dia a dia? Cite alguns lugares onde elas podem ser encontradas. As respostas se caracterizam como uma forma de contextualização e de trazer o assunto em questão próximo do cotidiano. Todos os entrevistados, independente da faixa etária, possuíam ao menos uma resposta de prontidão, embora as interpretações tenham variado. Algumas respostas foram celulares, computador, calculadora, controle remoto, caixa de som e outros. Pilhas podem ser compradas em supermercados e lojas de eletrônicos.

Tabela 3: Quantidade de entrevistados em Itajaí (SC) período da coleta de agosto a outubro 2019.

Faixa etária	Nº de entrevistados	Percentual
10 aos 20 anos	5	41,6
21 aos 30 anos	2	16,7
31 aos 40 anos	2	16,7
41 aos 50 anos	2	16,7
51 aos 60 anos	1	8,3
Total	12	

A segunda questão: você sabe como realizar o descarte correto de pilhas e ou baterias?. As respostas trazem à tona os conhecimentos e a postura dos entrevistados a respeito do descarte desses sistemas eletroquímicos. Destes, 33% admitiram não fazer ideia da forma correta de descarte, 25% não demonstraram firmeza em suas respostas, 42% citaram o supermercado ou a lotérica como pontos de descarte, apesar de todos os estabelecimentos que vendem pilhas serem legalmente obrigados a possuírem pontos, ou ao menos indicar a existência de tais. Em todas as faixas etárias os entrevistados tinham dúvidas sobre a forma correta de fazer o descarte, entretanto, na faixa etária entre os 10 a 20 anos que representam 41,6% dos entrevistados, 40% não sabiam como fazer o descarte corretamente.

A terceira questão: por que as pilhas e baterias podem causar danos ao meio ambiente e ao corpo?. Se puder, detalhe alguns desses danos. Das três questões, esta foi a mais complexa e revela a incompletude das informações apresentadas ao público, 33% possuem pouca ou nenhuma informação a respeito dos danos possíveis, 67% possuía um conhecimento vago a respeito da composição dos itens em questão. Sobre os danos causados pelas pilhas e baterias, 42% não souberam responder, 58% responderam com convicção. Do total dos que responderam, 28,5% citaram as palavras 'metais pesados' e dos riscos, com os mais citados sendo danos ao solo e à água, 14,5% mencionaram os riscos aos animais marinhos, 28,5% citaram os lençóis

freáticos e 28,5% detalharam os possíveis efeitos sobre o metabolismo. Já na faixa etária entre os 10 a 20 anos que representam 41,6% dos entrevistados, 80% sabiam dos danos causados ao meio ambiente.

É importante destacar a apresentação realizada na Mostra do Conhecimento na Instituição Escolar Colégio São José em Itajaí/SC. Os recém-chegados eram surpreendidos com a entrevista, escrita ou gravada, antes de qualquer explicação. Depois, com o auxílio dos panfletos informativos, pilhas e baterias coletadas foram usados como modelo para informar ao público o funcionamento de um sistema eletroquímico, a legislação brasileira para descarte de resíduos e algumas dicas sobre o manuseio correto. Sendo esta, uma forma eficiente de coletar informações sobre níveis de conhecimento e, ao mesmo tempo, promover a ação conscientizadora de forma mais direta.

CONCLUSÕES

Esta pesquisa foi realizada em nível local, entretanto, foi possível observar a falta de informação dos usuários com relação ao conceito, composição, funcionamento e descarte correto das pilhas e baterias. Compreendemos que a realização deste estudo, em nível regional, nacional e até mesmo internacional não irá divergir muito dos resultados encontrados. As informações relacionadas às pilhas e baterias ainda não fazem parte da preocupação dos seres humanos (em sua maioria).

A apresentação na Mostra do Conhecimento na Instituição Escolar Colégio São José foi ponto chave que interligou todas as outras ações promovidas e cumpriu com um dos objetivos da pesquisa, que foi o de promover a conscientização da população local a respeito do uso e descarte correto das pilhas e baterias, tão úteis e presentes em seu cotidiano. A legislação, apesar de ser desconhecida pela maioria da população, orienta de forma clara como deve ser o ciclo de vida das pilhas e baterias, destaca que a responsabilidade deve ser compartilhada por produtores, distribuidores, consumidores. Todos os usuários desta tecnologia que veio para ficar têm dever legal, moral e ético com a proteção do meio em que se vive.

AGRADECIMENTOS: À Rede Santa Paulina de Educação, Unidade Escolar Colégio São José, cidade de Itajaí (SC) e demais colaboradores do estudo.

REFERÊNCIAS

ALVEZ, A. M.. **Descarte de pilhas e baterias:** uma análise do comportamento da população conquistense. Monografia (Bacharelado em Direito) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2016.

BOCCHI, N.; FERRACIN, L. C.; BIAGGIO, S. R.. Pilhas e Baterias: Funcionamento e Impacto Ambiental. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v.11, n.2, p.3-9, 2000.

BRASIL. **Instrução Normativa n. 8, de 03 de setembro de 2012.** Brasília: DOU, 2012.

BRASIL. **Lei n. 12.305, de 02 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Brasília: DOU, 2010.

CABRAL, U. S.; SALZER, B. L.; VASSOLER, J.; SANTOS, M. C.. Uso e descarte correto de pilhas e baterias: uma campanha para conscientização ambiental. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 10. **Anais.** Aracruz: FAACZ, 2014.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução n. 401 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) de 04/11/2008.** Brasília: DOU, 2008.

ESPINOSA, D. C. R.; TENÓRIO, J. A. S.. Reciclagem: Reciclagem de baterias: análise da situação atual no Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, São Paulo, v.2, p.14-20, 2004

FEITOSA, E. M. A.; BARBOSA, F. G.; FORTE, C. M. S.. **Química Geral I**. 3 ed. Fortaleza, 2016.

MEDEIROS, S.. **Química Ambiental**. 3. ed. Recife: Copysim, 2005.

NOVELLI, L.. **Volta e a Alma do Robô**. 2 ed. São Paulo: Ciranda Cultural, 2007.

REIDLER, N. M. V. L.; GUNTHER, W. M. R.. Gerenciamento de Resíduos Constituídos por Pilhas e Baterias Usadas. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 27. **Anais**. Porto Alegre: ABES, 2000.

VIEIRA, K. N.; SOARES, T. O. R.; SOARES, L. R.. A logística reversa do lixo tecnológico: um estudo sobre o projeto de coleta de lâmpadas, pilhas e baterias da Braskem. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v.3, n.3, p.120-136, 2009.

A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detém os direitos materiais desta publicação. Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas sob coordenação da **Sustenere Publishing**, da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.