

A logística reversa de eletrônicos no ensino de química

The reverse logistics of electronics in chemistry teaching

Paula da Costa G. Teixeira

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
IFSP- *Campus* São Paulo
paulacgteixeira@gmail.com

Elaine Pavini Cintra

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
IFSP- *Campus* São Paulo
elainecintra@ifsp.edu.br

Resumo

Este trabalho investiga o conhecimento de discentes sobre resíduos eletrônicos na busca de argumentações que possibilitem a reflexão sobre os benefícios e as limitações da logística reversa (LR) para esses resíduos. Para isso, utilizou-se da pesquisa *survey*, em formato de questionário semiaberto, como instrumento para caracterizar concepções sobre uso, consumo e descarte de aparelhos celulares. Fizeram parte desta pesquisa alunos de um curso técnico em eletrônica de uma escola pública federal. Os questionamentos foram organizados em três perspectivas: Consumo, Tecnológica-Científica e Cidadã. Os resultados permitiram traçar perfis para o grupo considerando os seus conhecimentos técnicos acerca dos celulares, os aspectos atitudinais frente ao descarte dos eletrônicos e a responsabilidade do grupo enquanto consumidores. Os resultados apontaram a potencialidade da temática para ser trabalhada na sala de aula, norteadas pelas vertentes social, política, econômica, tecnológica e ambiental.

Palavras chave: Resíduos eletrônicos, ensino de química, CTSA, PNRS.

Abstract

This paper investigates the knowledge of students on electronic waste in search of arguments that allow reflection on the benefits and limitations of reverse logistics for those wastes. For this, we used the survey research in semi-open questionnaire as a tool to characterize actions and views on the use, consumption and disposal of mobile devices. The studies was developed with students of a technical course in electronics a federal public school. The questions were organized into three perspectives: Consumer, Scientific - technologically and Citizen, The results allowed to draw a profile for the Study Group, which is noted for consumption of mobile; attitudinal aspects against the disposal of electronics; consumer responsibility; the basics of recycling metals in electronics. The results indicate the potential

of the theme to be worked in the classroom , guided by the aspects : social, political, economic, technological and environmental .

Key words: Electronic waste, chemistry teaching, STSE, PNRs.

1. Introdução

Dentre as tecnologias portáteis que mais atendem às exigências imediatas dos consumidores estão os aparelhos celulares. Por serem lançados no mercado de forma rápida são caracterizados como produtos de vida útil curta, isto é, são trocados constantemente por versões mais aprimoradas (PERES e BERTUOL, 2012; SCROSATI e GARCHE, 2010). Contudo, se a inovação tecnológica tem contribuído com a economia, atendido aos lazeres e tarefas pessoais, por outro lado, o consumo acelerado dos eletrônicos tem concebido um cenário não sustentável, visto que na fabricação destes produtos a matéria – prima é predominantemente oriunda da atividade extrativista (XAVIER e CARVALHO, 2014; TARASCON e ARMAND, 2008).

Os resíduos provenientes dos aparelhos inutilizados são, muitas vezes, descartados sem qualquer planejamento de reutilização, e os próprios consumidores não possuem ciência do desperdício econômico e dos impactos ambientais ocasionados pelo descarte inadequado (XAVIER e CARVALHO, 2014). As baterias, presentes nestes aparelhos, são constituídas de materiais de alto valor agregado e potencialmente insalubres, motivos pelos quais sugeram espaços nas legislações brasileiras para tratar da gestão e disposição final deste resíduo.

No Brasil, a mais recente legislação que trata da gestão de resíduos sólidos é a Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010 (BRASIL, 2010), conhecida como Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRs, que estabelece diretrizes e metas para o gerenciamento de resíduos no país, além de criar instrumentos para que os três entes federados (União, Estados e Municípios), o setor produtivo e a sociedade civil se articulem no sentido de garantir o descarte ambientalmente adequado dos resíduos sólidos. A responsabilidade compartilhada abordada nesta legislação atribui aos fabricantes, comerciantes e importadores de produtos eletrônicos e de baterias funções que visam o destino ambientalmente adequado aos resíduos sólidos, sendo deles a tarefa de implementação e a estruturação da logística reversa desta categoria de produtos. Entende-se o termo “Logística Reversa” (LR) como a devolução do produto aos fabricantes, para que os mesmos sejam reaproveitados como matérias-primas em novos ciclos produtivos (SENA, 2012).

Os benefícios do descarte seletivo, da reutilização e da reciclagem de resíduos são inquestionáveis. Tais ações, porém, pressupõem a existência de uma estrutura logística cuja implantação não costuma ser trivial. Uma cadeia reversa opera sobre uma rede de atores – cada qual agindo segundo um conjunto próprio de motivações e restrições. A eficiência da LR depende da dinâmica desta rede, no sentido do quanto a comunicação entre os atores – setor privado, Estado, catadores e consumidores – e seus desempenhos individuais são capazes de garantir o fluxo adequado de retorno de materiais. Somente com uma logística reversa eficiente é possível reduzir a parcela de produtos que se torna rejeito e é lançada nos aterros sanitários (AGOSTINHO e SILVA, 2013).

Muitos são os motivos que sustentam a problemática dos resíduos eletroeletrônicos como uma situação-problema em potencial no ensino de química. De acordo com Xavier e

Carvalho (2014) esse é um assunto que motiva discussões e embates em diferentes esferas. Gerbase e Oliveira (2010) afirmam que esta temática oferece a oportunidade de se discutir questões ambientais, sociais e políticas de forma integrada aos conceitos de eletroquímica e propriedades químicas dos materiais. Essa abordagem pode ser associada ao estudo do ciclo de vida de baterias, visando à formação de estudantes capazes de aplicar o conhecimento científico para resolver situações-problema (SMITH e GRAY, 2010). Na pesquisa de Pereira et al. (2012) a discussão sobre o descarte de resíduos eletrônicos possibilitou articular os conceitos de Química Analítica e Química dos Materiais com o ensino Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Ainda, essa abordagem pode ser associada ao estudo do ciclo de vida de baterias, visando a formação de estudantes capazes de aplicar o conhecimento científico para resolver situações problemáticas em contextos industriais (SMITH; GRAY, 2010). Nesse contexto a educação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) com enfoque na corrente “*Logical Reasoning Current*” (PEDRETTI, 2011) apresenta-se como uma possibilidade de abordagem da temática criando oportunidade de desenvolvimento do senso crítico, responsabilidade cívica e cidadania do discente.

2. Objetivos

Este trabalho teve como objetivos investigar o conhecimento acerca da PNRS e dos pressupostos da LR de resíduos eletrônicos, compartilhados por um grupo de estudantes de um curso técnico em eletrônica, buscando responder as seguintes questões de investigação:

- a) *Qual o perfil do grupo com relação ao consumo de aparelhos celulares?*
- b) *Os alunos têm conhecimento da lei que determina a logística reversa de baterias?*
- c) *O grupo reconhece o papel e a responsabilidade do consumidor no descarte correto dos aparelhos eletrônicos?*

Traçar perfis para o grupo a partir da pesquisa *survey* (FREITAS et al., 2000) buscando as concepções do grupo sobre o descarte dos resíduos eletrônicos.

Proporcionar discussões que favoreçam o reconhecimento das potencialidades de atuação para o profissional da área técnica de eletrônica no processo de logística reversa e de sua postura cidadã frente ao problema da destinação adequada do resíduo sólido.

3. Metodologia

Buscando investigar a relação do contexto da bateria íon lítio com o cotidiano dos alunos, adotou-se a pesquisa *survey* em formato de questionário semiaberto, perguntas abertas e fechadas, para caracterizar as ações e opiniões do grupo a respeito do uso, consumo e descarte de aparelhos celulares. O método da pesquisa *survey* é apropriado quando se deseja obter informações ou dados sobre um grupo de pessoas, cujo instrumento de investigação ocorre por meio da aplicação de um questionário (FREITAS et al., 2000).

A caracterização do grupo foi feita por meio das respostas de alunos do curso técnico em eletrônica. O questionário foi construído através da plataforma Google Docs®, sendo constituído por 20 questões elaboradas pelos autores deste trabalho mediante os referenciais teóricos (MORETTI, LIMA e CRNKOVIC, 2011; SOUZA et al., 2013), que outrora

investigaram o comportamento dos consumidores de eletrônicos.

Para traçar os perfis do grupo foram criadas três perspectivas, que descrevem qualitativamente o comportamento dos alunos frente à problemática de pós-consumo dos aparelhos celulares, considerando a situação nas vertentes social, tecnológica e ambiental. As perspectivas foram desenvolvidas conforme os referenciais teóricos Mortimer e Santos (2002); Carvalho e Sasseron, (2008) que tratam da Alfabetização Científica aplicada nos aspectos do ensino (CTS/CTSA).

3. Desenvolvimento

A construção dos perfis foi orientada por três perspectivas de análises: Consumo, Tecnológica - Científica e Cidadã, definidas com base no currículo CTSA (MORTIMER e SANTOS, 2002). A partir das questões elaboradas e das perspectivas de interesse foram elaborados três perfis A, B e C descritos na tabela 1.

Tabela 1. Perspectivas e descrições de perfis adotados como critérios para descrição dos atores da pesquisa.

PERSPECTIVA CONSUMO
Perfil A: Consumidores ávidos por inovações tecnológicas: fazem uso intensivo dos recursos tecnológicos disponíveis nos celulares atuais (citam seis ou mais funções). Permanecem com o celular em uso por até seis meses. A razão da troca de aparelhos celulares é a disponibilidade de modelos mais novos com tecnologia sofisticada no mercado.
Perfil B: Consumidores moderados: fazem uso moderado dos recursos tecnológicos disponíveis nos celulares atuais, citando entre quatro e cinco funções. Permanecem com o aparelho em uso por um ano, e só o trocam por motivo de problemas técnicos no mesmo.
Perfil C: Consumidores conservadores: fazem uso básico dos recursos tecnológicos disponíveis nos celulares atuais, citando três ou menos funções. Tempo de permanência mais prolongado com o aparelho, sendo mais de dois anos, pois o trocam apenas em casos de perda, furto ou roubo e danificado sem possibilidade de reparo.
PERSPECTIVA TÉCNOLÓGICA CIENTÍFICA
Perfil A: Conhecimento básico dos componentes químicos nos aparelhos celulares, citando um a quatro deles e não conhecem os pressupostos da logística reversa das baterias.
Perfil B: Conhecimento intermediário dos componentes químicos nos celulares, citando cinco a nove deles e entendem que a logística reversa envolve o descarte correto do material e devolução para lojas autorizadas.
Perfil C: Conhecimento avançado sobre componentes químicos nos celulares, citando dez a quinze deles e entendem que a logística reversa envolve a reciclagem, devolução para lojas autorizadas e recuperação dos materiais das pilhas e baterias.
CIDADÃ
Perfil A: Descartam as baterias em lixo comum. Não têm ou tiveram acesso a nenhuma das atividades relacionadas ao pós-consumo de baterias. Consideram que a responsabilidade no descarte deste resíduo não é do consumidor.
Perfil B: Doam, vendem ou guardam os aparelhos celulares obsoletos. São alunos que têm

ou tiveram proximidade com alguma atividade relacionada ao pós-consumo de baterias, pois citaram uma ou duas delas. Consideram que a responsabilidade no descarte correto deste resíduo é do grupo (consumidor, comerciante, fabricante, recicladora, prefeitura).

Perfil C: Descartam as baterias em pontos de coletas. São alunos que têm ou tiveram proximidade com mais de três atividades relacionadas ao pós-consumo de baterias. Consideram que a responsabilidade no descarte correto deste material é atribuída ao consumidor.

4. Resultados e Discussões

A análise das respostas apresentadas pelos discentes mostrou que na perspectiva relacionada ao **Consumo** destaca-se o **perfil A** aproximando-se do **perfil B** que se configura como consumidor ávido a moderado por inovações tecnológicas. Este conceito foi estruturado com base na análise das questões: *Q5) De que maneira o celular facilita sua rotina? Q6) Há quanto tempo você usa o mesmo celular? Q8) Por qual motivo o trocou?*

O questionamento (*Q.5*) busca identificar a intensidade no uso do dispositivo móvel pelo grupo. Para tanto, foram apresentados aos respondentes uma lista com nove funções presentes nos aparelhos celulares, contemplando desde as mais básicas até as inovadoras. Funcionalidades básicas: fazer e receber ligações; enviar e receber mensagens; despertador; jogar. Funcionalidades inovadoras: acessar a internet e rede sociais, GPS, assistir novelas/seriados; usar aplicativos (ABINEE, 2011).

Os questionamentos *Q6* e *Q8* avaliaram o tempo de vida útil do celular, bem como o motivo de sua troca, respectivamente. Nos referenciais teóricos consultados (FEAM, 2009; GRENPEACE, 2010; GEYER e BLASS, 2010) o tempo de uso de aparelhos celulares não excede três anos, isto é, são considerados produtos que se tornam desatualizados rapidamente, indicando obsolescência programada no mercado deste portátil. Na figura 1 são apresentados os percentuais dos perfis dos respondentes para os questionamentos *Q5*, *Q6* e *Q8* referente à perspectiva do Consumo.

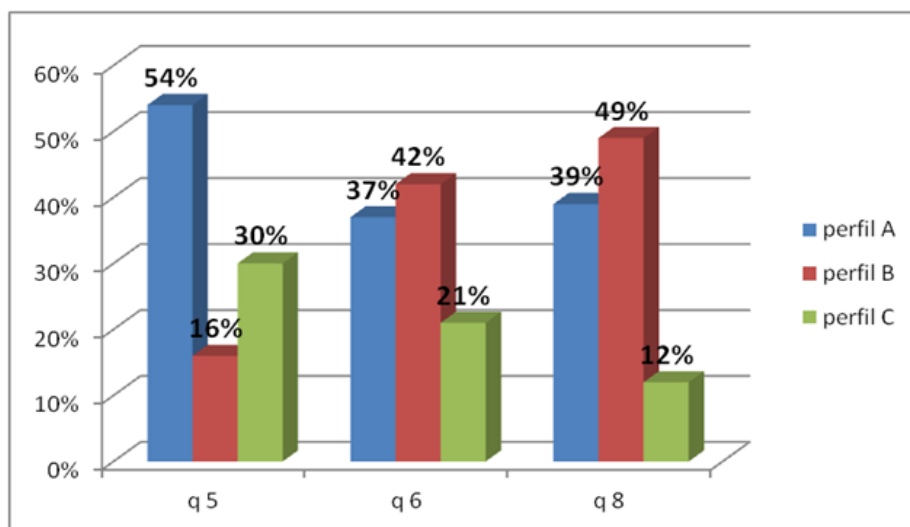


Figura 1: Percentuais dos perfis dos respondentes para as questões *Q5*, *Q6* e *Q8* sob a perspectiva do

CONSUMO.

O uso intensivo das funcionalidades em dispositivos móveis é uma realidade constatada (AOKI; DOWNES, 2003; NONNENMACHER, 2012; SOUZA et al., 2013). No grupo, formado por respondentes de uma faixa etária de 15 a 17 anos, essa afirmação se sustenta e corresponde ao comportamento de 54% dos respondentes, que citaram seis a oito delas, sendo que, “fazer e receber ligações, enviar e receber mensagens, usar internet, redes sociais, despertador e os aplicativos” foram as mais citadas.

Os resultados da (Q.6) indicam que 42% dos respondentes permanecem por até um ano com este dispositivo em uso, em seguida 37% por até seis meses e 21% usam por dois anos. Esses resultados confirmam o fato de que os consumidores são os alvos da obsolescência programada, na qual o equipamento apresenta itens de durabilidade limitada, influenciando o consumidor a adquirir novos produtos para aumentar o lucro e a produtividade (SENA, 2012). Esta realidade é corroborada pelas respostas da Q8 em que 49% dos respondentes trocam seus celulares quando estes apresentam problemas técnicos, outros 39% por buscarem inovações tecnológicas e 12% por perdas/roubos.

Por se tratar de alunos de um curso técnico de eletrônica na perspectiva **Tecnológica Científica** foi investigado o conhecimento que o grupo possuía a respeito da constituição dos celulares, uma vez que esse conhecimento é de relevância sob o ponto de vista da implantação da LR para esses equipamentos. Os questionamentos Q14 e Q16 caracterizam o conhecimento do grupo sobre materiais nobres presentes nesses eletrônicos e o conhecimento da legislação que determina a LR de baterias.

Q14) Indique os materiais que podem ser encontrados nos celulares atuais. Nessa questão o respondente tinha à sua disposição cerca de 18 substância que ele poderia identificar como possíveis constituintes dos aparelhos celulares e baterias.

Q16) O que você conhece sobre logística reversa de pilhas e baterias? Trata-se de um questionamento discursivo que buscou levantar o conhecimento do grupo sobre a PNRS. Segundo Sena (2012) esta é uma lei abrangente e complexa por abordar diferentes interesses nas esferas ambientais, sociais e econômicas, porém, importa para análise desta questão as normas que tratam da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto e da LR.

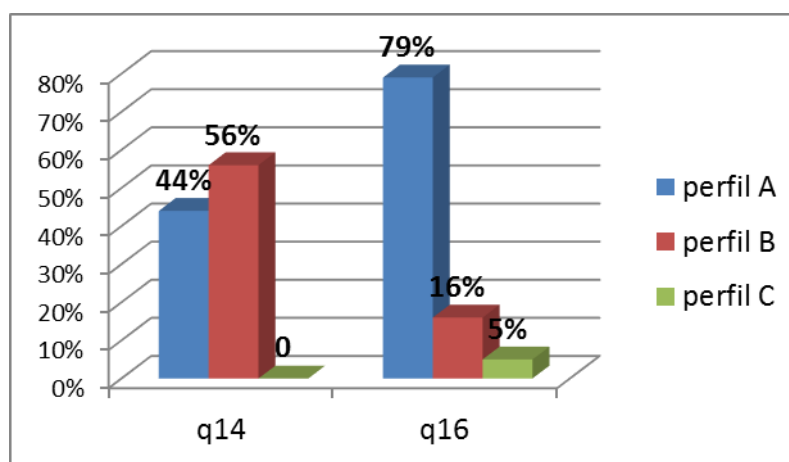


Figura 2: Percentuais dos perfis dos respondentes sob a Perspectiva TECNOLÓGICA-CIENTÍFICA.

As respostas fornecidas para a *Q14* foram resumidas em números de ocorrência das dezoito opções de substâncias, dentre elas: polímeros, silício, lítio, cobalto, metais de base, metais tóxicos e metais preciosos, que o respondente tinha à sua disposição. Na figura 2, nos resultados correspondentes à *Q14* verifica-se que 56% dos participantes citaram de cinco a seis substâncias; 44% de uma a quatro substâncias e 0% de dez a quinze. Na classificação estabelecida por Shinkuma e Huang (2009 apud MORAES; ESPINOSA e LUCENA, 2014, p.134) os materiais metálicos presentes nos eletroeletrônicos podem ser divididos em: metais preciosos (ouro, prata, paládio e platina); metais base (cobre, alumínio, níquel, estanho, zinco e ferro); metais tóxicos (mercúrio, berílio, índio, chumbo, cádmio, arsênio e antimônio). O resíduo de eletrônico torna-se valioso em virtude da presença dos metais preciosos. Segundo Davenport et al. (2002 apud MORAES, 2011, p.11) eles são os principais fomentadores do mercado de reciclagem de eletrônicos, seguidos do cobre e zinco.

As substâncias mais citadas pelos respondentes foram lítio, silício, alumínio, níquel e cobre, sugerindo que essas citações podem estar associadas ao conhecimento proporcionado pelo currículo do ensino técnico de eletrônica, por se tratar de metais de base. O silício empregado em chips e nos semicondutores, bem como o lítio nas baterias que foram os mais citados (KASPER et al., 2011; PERES; BERTUOL, 2012). No entanto, metais nobres como ouro, prata, paládio e platina, bastante importantes e os mais valiosos neste tipo de resíduo, pouco foram citados.

Na figura 2, as respostas para o *Q16* mostram que 79% dos respondentes desconhecem completamente o que é LR de um produto, 16% afirmaram que “*tem relação com descarte correto do resíduo*” e/ou “*devolução para loja autorizada*” e 5% “*reciclagem e recuperação dos materiais nas pilhas e baterias*”.

Diante deste cenário, sob a perspectiva **Tecnológica-Científica** o grupo apresentou uma mescla de **Perfis A e B**, ou seja, possui um conhecimento pequeno ou intermediário sobre a constituição dos aparelhos eletrônicos (apesar desses materiais serem objetos de estudos nas atividades acadêmicas que eles realizam), e desconhece os pressupostos da LR, o que inviabiliza sua participação como ator no cenário da responsabilidade compartilhada. Pesquisas realizadas (Giaretta et al., 2010; Souza et al., 2013) com a comunidade da saúde pública (professores, alunos, funcionários) da Universidade de São Paulo e os munícipes de Campina Grande-PB indicaram inviabilidade de coleta seletiva de resíduo eletrônico devido, precipuamente, ao desconhecimento dos pressupostos que orientam o descarte de pilhas e baterias.

Na perspectiva **Cidadã** a caracterização do grupo derivou de dois questionamentos:

Q15) Qual o destino que você dá ao celular que não usa mais?

Q19) Indique a quem é atribuída a responsabilidade pelo descarte adequado de pilhas e baterias celulares.

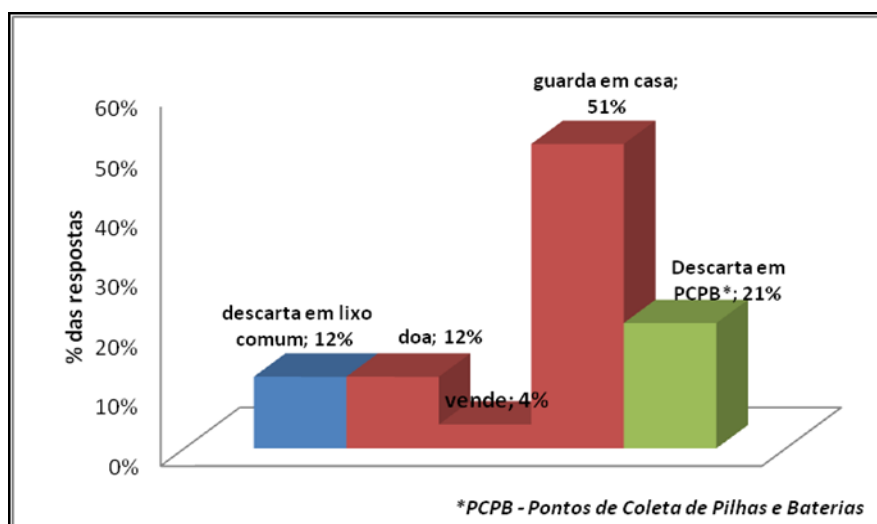


Figura 3: Respostas evocadas para o questionamento Q15: Qual o destino que você dá ao celular que não usa mais?

Os resultados apontam que 51% dos alunos guardam celulares em casa, 21% descartam em pontos de coleta de pilhas e baterias, 12% descartam em lixo comum e 12% doam para amigos, parentes e instituição de caridade. A doação prolonga o ciclo de vida útil do eletrônico. Carvalho et al. (2014) consideram como uma atividade pós-consumo ambientalmente válida. Quanto ao aspecto social, essa prática é uma demonstração de generosidade, uma ação para o bem do coletivo (MORTIMER e SANTOS, 2002).

O questionamento Q19 é uma adaptação de Moretti et al. (2011) e busca identificar se o grupo reconhece a responsabilidade compartilhada na LR. A figura 4 mostra as respostas evocadas pelo grupo neste questionamento.

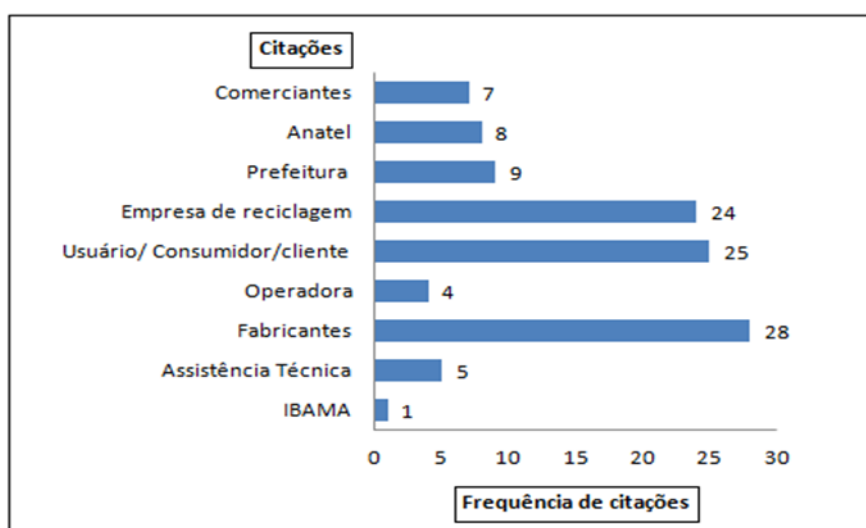


Figura 4: Respostas evocadas para o questionamento: Q19: Indique a quem é atribuída a responsabilidade pelo descarte adequado de pilhas e baterias celulares.

Os resultados apresentados na figura 4 apontam que, na opinião dos alunos, essa

responsabilidade é atribuída aos fabricantes, à empresa de reciclagem e aos consumidores. Apesar do grupo não conhecer os pressupostos da LR, aparentemente há consciência de que o consumidor tem um papel importante no cenário de descarte dos resíduos. Essa percepção é relevante, pois para que os pressupostos da PNRS sejam estabelecidos é necessária mudança de paradigma, isto é, o tratamento de resíduos deixa de ser uma tarefa única do poder público e passa ser um sistema interdependente de atores envolvidos no ciclo dos produtos.

5. Considerações finais

A análise dos perfis do grupo nos permite destacar a necessidade de se trabalhar o conhecimento e reflexão sobre os obstáculos existentes no Brasil, no que diz respeito à LR de resíduos eletrônicos. Para que a PNRS seja uma realidade é imprescindível a participação da comunidade, uma vez que o cidadão é um dos atores. O estudo mostrou que os discentes participantes dessa pesquisa são: a) consumidores ávidos por inovações tecnológicas b) fazem uso intensivo dos recursos tecnológicos disponíveis nos celulares c) possuem conhecimento básico/intermediário dos componentes químicos nesses eletrônicos d) a grande maioria desconhece os pressupostos da LR d) consideram que a responsabilidade no descarte correto deste resíduo é dos atores: fabricantes, às empresas de reciclagem e aos consumidores.

Diante deste cenário, esse estudo coloca em evidência a necessidade de levarmos para a sala de aula a reflexão sobre: a) a implantação da LR de produtos, buscando soluções para o problema dos resíduos sólidos gerados por nossa sociedade; b) a avaliação de nossas atitudes frente ao consumo e responsabilidades compartilhada na destinação correta para os produtos pós-consumo; c) a abrangência e limitação das Legislações vigentes e a necessidade de normas que regulamentam os resíduos eletrônicos no Brasil; d) o reconhecimento da necessidade de tecnologias existentes para reciclagem dos materiais presentes nos resíduos eletrônicos.

Sob o ponto de vista da educação CTSA, essa temática permite o desenvolvimento de estudos que propiciarão aos alunos conhecimentos em diferentes esferas: acadêmica, econômica, social, ambiental, tecnológica e jurídica. Como consequência, eles terão a oportunidade de desenvolver habilidades de pesquisa, análise, argumentação, julgamento e criação de propostas para a resolução de problemas.

Agradecimentos e apoios

Os pesquisadores agradecem aos alunos do curso técnico de eletrônica que gentilmente colaboraram com a pesquisa, aos professores da disciplina de química e ao coordenador do curso. Agradecimento ao CNPq pela bolsa de indicação científica oferecida à licencianda.

Referências

ABINEE, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA. Audiência Pública - Comissão de Defesa do Consumidor - Pós-vendas de aparelhos de

Telefonia Móvel Celular. Brasília, 4 de maio de 2011. Disponível em:<<http://www.abinee.org.br/informac/arquivos/cdcab.pdf>>. Acesso em 21 julho 2014.

AGOSTINHO, M. C. E.; SILVA, N. F. O consumidor como fator crítico na logística reversa de eletrônicos. XXXIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Salvador, 2013.

AOKI, K.; DOWNES, E. J. An analysis of young people's use of and attitudes toward cell phones. **Telematics and Informatics**, v. 20, n. 4, p. 349-364, 2003.

BRASIL. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília: Distrito Federal: Diário Oficial da União, 2010.

CARVALHO, A. M. P.; SASSERON, L. H. Almejando a Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: a proposição e a procura por indicadores do processo. **Investigações no Ensino de Ciências**, v.13, n. 3, p. 333- 352, 2008.

FEAM, FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. Diagnóstico da Geração de Resíduos Eletroeletrônicos no Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, Junho de 2009. Disponível em:<http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/4E1B1104/DiagGer_REE_MG_FEAM_EMPA.pdf>. Acesso em: 21 julho 2014.

FREITAS, H.; OLIVEIRA, M.; SACCOL, A. Z.; MOSCAROLA, J. O método de pesquisa survey. **Revista de Administração**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 105-112, 2000.

GERBASE, E. A.; OLIVEIRA, C. R. Reciclagem do lixo de informática: uma oportunidade para química. **Química Nova**, v. 35, n. 7, 2012.

GEYER, R.; BLASS, V. D. The economics of cell phone reuse and recycling. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 47, n. 5-8, p. 515-525, 2010.

GIARETTA, J. B. Z. et al. Hábitos Relacionados ao Descarte Pós-Consumo de Aparelhos e Baterias de Telefones Celulares em uma Comunidade Acadêmica. **Saúde e Sociedade**, v. 19, n. 3, p. 674-684, 2010.

GREENPEACE. Basura Eletrônica: El Lado Tóxico de la Telefonía Móvel. Buenos Aires, março de 2010. Disponível em: <<http://www.greenpeace.org/argentina/es/informes/basura-electronica-el-lado-toxico-de-la-telefonía-movil/>>. Acesso em: 21 julho 2014.

KASPER, A. C. et al. Caracterização e Processamento Mecânico de Placas de Circuito Impresso de Telefones Celulares. In: 26º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Anais...** Porto Alegre – RS: CBESA, 2011.

MORAES, V. T. **Recuperação de metais a partir do processamento mecânico e hidrometalúrgico de placas de circuito impressos de celulares obsoletos**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Metalúrgia e de Materiais. São Paulo. 2011.

MORAES, V. T.; ESPINOSA, D. C. R.; LUCENA, L. L. Tecnologia de tratamento para resíduos de equipamentos eletroeletrônicos. In: XAVIER, L. H. ; CARVALHO, T. C. M. B (orgs.). **Gestão de Resíduos Eletroeletrônicos: Uma abordagem prática para a sustentabilidade**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. p. 240p.

- MORETTI, S. L. A.; LIMA, M. C.; CRNKOVIC, L. H. Gestão de Resíduos pós-consumo: avaliação do comportamento do consumidor e dos canais reversos do setor de telefonia móvel. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 5, n. 1, p. 1-14, 2011.
- MORTIMER, E. F.; SANTOS, W. L. P. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio Pesquisa em educação em ciências**, v. 02, n. 02, 2002.
- NONNENMACHER, R. F. **Estudo do comportamento do consumidor de aplicativos móveis**. Departamento de ciências administrativas - Universidade do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2012.
- PEDRETTI, E. NAZIR, J. Currents in STSE Education: Mapping a Complex Field, 40 Years On. **Science Education**, p.601-626, 2011.
- PEREIRA, L.A.; NICÁCIO, N.A.; BOTELHO, M.L.S.T.; SILVA, G.F. Descarte de equipamentos eletroeletrônicos: Uma abordagem CTS no ensino profissionalizante de Química. In XVI Encontro Nacional de Ensino de Química. **Atas...** Salvador: ENEQ, 2012.
- PERES, B. A.; BERTUOL, D. A. Reciclagem de baterias de íons de lítio de aparelhos celulares: recuperação do solvente orgânico do eletrólito através da adsorção em carvão ativado. **Revista eletrônica em gestão, educação e tecnologia ambiental**, v. 5, n. 5, p. 850-856, 2012.
- SCROSATI, B.; GARCHE, J. Lithium batteries: Status, prospects and future. **Journal of Power Sources**, v. 195, n. 9, p. 2419-2430, 2010.
- SENA, F. R. **Evolução da Tecnologia Móvel Celular e o Impacto nos Resíduos de Eletroeletrônicos**. 2012. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.
- SHINKUMA, T.; HUONG, N. T. M. The flow of e-waste material in the Asian region and a reconsideration of international trade policies on e-waste. **Environmental impact assessment review**, v. 29, p. 25-31, 2009.
- SMITH, M.J & GRAY, F.M. Batteries, from Cradle To Grave. **Journal of Chemical Education**, vol.87, pp 162-167, 2010.
- SOUZA, V. O. et al. O comportamento dos usuários de celulares em relação ao processo de descarte no município de Campina Grande – PB. **Qualit@s Revista Eletrônica**, v. 14, n. 2, p. 1-18, 2013.
- TARASCON, J. M.; ARMAND, M. Building better batteries. **Nature**, v. 45, p. 652-657, 2008.
- XAVIER, L. H.; CARVALHO, T. C. M. B. Introdução à Gestão de Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos. In: XAVIER, L. H. . CARVALHO, T. C. M. B. (orgs.). **Gestão de resíduos eletroeletrônicos: uma abordagem prática para a sustentabilidade**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. p. 1-17.