



PÓS CONSUMO DE LÂMPADAS FLUORESCENTES NA REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM, PA.

POST CONSUMPTION OF FLUORESCENT LAMPS IN THE METROPOLITAN REGION OF BELÉM, PA.

ARTIGO ORIGINAL

Bárbara Uena do Nascimento Abdon

<https://orcid.org/0000-0001-7250-3545>

Vânia Neu

<https://orcid.org/0000-0003-3758-0785>

¹Graduação em Engenharia Ambiental e Energias Renováveis, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, Brasil.

²Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Maria;

Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas, Universidade de São Paulo;

Doutorado em Ecologia Aplicada pela Universidade de São Paulo.

***Autor para correspondência:**

E-mail: – barbaraena@gmail.com

Agradecimentos

Agradecemos a todos os voluntários que participaram da pesquisa.

Resumo: As lâmpadas fluorescentes estão presentes no cotidiano de muitas pessoas, entretanto, poucos têm conhecimento do risco que estas lâmpadas podem oferecer. Em sua composição existe resíduos altamente tóxicos, por esta razão, o descarte deste resíduo deve ser de forma adequada e segura, aplicando-se obrigatoriamente a logística reversa. Para compreender a logística pós-consumo das lâmpadas fluorescentes nas cidades de Belém e Ananindeua, no estado do Pará, foram visitados estabelecimentos que comercializam este produto; aplicados questionários para os consumidores da região estudada; avaliadas as informações contidas nas embalagens das lâmpadas fluorescentes mais comercializados na região. As embalagens foram avaliadas quanto à presença e a legibilidade de informações referentes à composição do produto, grau de periculosidade, cuidados de manuseio e as advertências quanto os danos à saúde e ao meio ambiente. Quanto ao recebimento deste resíduo, foi identificado que apenas 21,5% das empresas visitadas, possuem coletores destinados ao resíduo em questão, e nenhum estabelecimento realiza campanhas educativas sobre o descarte correto. Na região em estudo, ainda é baixo o número de consumidores que realizam o descarte correto das lâmpadas (23,7%); e elevado (55,3%) o número dos que não procuram por informações nos rótulos das embalagens. Portanto, recomenda-se aos consumidores pela escolha por lâmpadas com menor impacto ambiental; e aos fabricantes o cumprimento da legislação e a clareza das informações nos rótulos dos produtos.

Palavras-chaves: Resíduo tóxico; logística pós consumo; mercúrio

Abstract: Fluorescent lamps are present in the lives of many people, however few know of the risk that these lamps can bring. Fluorescent lamps contain highly toxic residues and for this reason, the disposal of this residue must be appropriate and safe following the necessary disposal processes. To understand the post-consumer logistics of fluorescent lamps in Belém and Ananindeua cities, Pará Estate, we visited establishments that sell fluorescent lamps, applied questionnaires to consumers in the region, and evaluated the information contained in the packaging of the most common commercialized fluorescent lamps in the region. The packages were evaluated for the presence and legibility of information regarding the composition of the product, degree of dangerousness, handling care and warnings about damage to health and the environment. Regarding the receipt of this waste, we found that only 21.5% of the companies visited have collectors for the waste in question, and no establishment currently implements educational campaigns for their correct disposal. In the studied cities, the number of consumers who correctly dispose of the lamps is still low at only 23.7%. At 55.3% the number of people who do not look for information on the packaging labels is high. Therefore, our recommendation to consumers is to choose lamps with less environmental impact, to manufacturers our recommendation is to ensure compliance with legislation and improve clarity of information on product labels.

Keywords: toxic residues; post-consumer logistics; mercury

1. Introdução

À medida que a população mundial cresce, a geração de resíduos, a degradação dos ecossistemas e as doenças avançam, assim como a capacidade de suporte do meio chega ao seu limite, afetando o bem-estar humano (HOGAN, 1993). No Brasil, o acelerado avanço tecnológico, o crescimento populacional e uma sociedade altamente voraz em busca dos bens de consumo, associado a uma política de reciclagem pouco eficiente, nos apresenta um cenário insustentável a curto e médio prazo. Na visão de muitos, o consumo, sem a preocupação do correto destino e tratamento dos resíduos é inevitável. Pois na atual sociedade, muitos ainda pensam que o consumo é um direito, sendo o resíduo um dever do Estado, dever dos outros, ou até como oportunidade dada, para os que retiram seu sustento dos resíduos. Esse pensamento, tem resultado num grande descaso e sérios problemas ambientais por todo o planeta, com o material que não se deseja mais.

O descarte inadequado dos resíduos tem colocado em risco a saúde humana e o equilíbrio do meio ambiente. Conhecer o grau de periculosidade e a composição dos resíduos são informações primordiais para dar início ao correto destino de qualquer resíduo, especialmente quando se trata de resíduos tóxicos. Classificados como resíduos perigosos, as lâmpadas fluorescentes (LFs) (tubulares, compactas, de luz mista e as de vapores de mercúrio, sódio e vapor metálico) tem em sua composição o mercúrio, metal pesado extremamente tóxico (JÚNIOR; WINDMÖLLER, 2008). A quantidade média de mercúrio por lâmpada varia conforme o tipo de lâmpada e o fabricante. Lâmpadas compactas, como as utilizadas nas residências e escritórios, possuem em torno de 4 mg de mercúrio, enquanto que, lâmpadas de vapor metálico, comuns nos recintos desportivos, vitrines de lojas e vias de iluminação pública apresentam concentrações em torno de 45 mg de mercúrio (BRANDÃO *et al.*, 2011).

Lâmpada fluorescente é um resíduo pouco reciclado no Brasil, apenas 6% tem esse destino (BACILA *et al.*, 2014). A baixa taxa reciclada é preocupante, dado o montante de resíduo anualmente produzido. Em 2012 o Brasil descartou aproximadamente 260 milhões de unidades, o que deve ter liberado cerca de 2,44 toneladas de mercúrio para o meio ambiente, causando danos irreversíveis e persistentes para os ecossistemas. A baixa taxa de reciclagem é resultado de uma série de fatores, dentre eles podemos destacar a baixa capacidade das empresas recicladoras, o que reflete em poucos pontos de coleta. Em 2012 nos 5.500 municípios brasileiros haviam apenas 264 pontos de coleta.

Devido à dificuldade de acesso ao correto destino, lâmpadas fluorescentes acabam sendo misturadas ao lixo comum, chegando aos lixões e aterros sanitários. Também são encontradas em terrenos baldios, valas, ou em depósitos a céu aberto (RODRIGUES *et al.*, 2019). Quando inalado, o metal chega aos pulmões, sendo posteriormente conduzido pelo sangue até outros órgãos do corpo, acumulando-se nos rins, no sistema nervoso central, fígado, medula óssea, vias aéreas superiores, pele, glândulas salivares, parede intestinal, coração, músculos e placenta (ZAVARIZ; GINA, 1993; MICARONI *et al.*, 2000). Podendo ser encontrado nas fezes, urina e até no leite materno (BISINOTE; JARDIM, 2004).

Nas lâmpadas fluorescentes, o mercúrio está presente na forma inorgânica de gás, (Hg^{2+}), com alta capacidade de dispersão e volatilização em temperatura ambiente. No ambiente, ele persiste na forma de metilmercúrio (metilHg; CH_3Hg^+) (RODRIGUES *et al.*, 2019), a forma mais tóxica do mercúrio (BISSINOTI; JARDIN, 2004). A formação do metilHg ocorre pela ligação covalentemente do mercúrio a um radical orgânico (MICARONI *et al.*, 2000). Nos seres vivos, esta forma, tem a capacidade de se bioacumular ao longo da cadeia alimentar, processo conhecido como biomagnificação (BISSINOTI; JARDIN, 2004; JÚNIOR; WINDMÖLLER, 2008). Esse processo, faz com que o metilmercúrio chegue até o homem, pela alimentação à base de peixes e frutos do mar em regiões onde os corpos d'água estejam contaminados em função de alterações antrópicas, como o garimpo e o descarte inadequado de lâmpadas. Para evitar a contaminação por mercúrio, a concentração de metilHg em peixes comestíveis não deverá ultrapassar à $0,5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ (BISSINOTI; JARDIN, 2004).

Além do mercúrio, as lâmpadas fluorescentes possuem na composição do bulbo de vidro o chumbo, metal pesado que reforça a periculosidade deste resíduo e que geralmente excede os limites fixados pela ABNT (JUNIOR; WINDMÖLLER, 2008). Por ser um resíduo altamente tóxico e perigoso, as lâmpadas precisam ser cuidadosamente manipuladas e acondicionadas em local seguro, de modo que não quebrem e liberem compostos tóxicos, sendo proibido seu descarte em lixeira comum (BRASIL, 2004). Contudo, este cuidado é pouco seguido, e as lâmpadas fluorescentes tão comuns nos lares e ambientes de trabalho são geralmente manipuladas com pouco cuidado e descartadas de forma inadequada. Por mais que os fabricantes das lâmpadas tenham a obrigação do cumprimento da logística reversa (BRASIL, 2010), ela pouco funciona. A realidade que observamos em muitas regiões, como nas cidades de Belém e Ananindeua ainda é o descaso com um resíduo altamente perigoso.

Diante do alto grau de periculosidade do resíduo lâmpadas fluorescentes, foi realizado um estudo do funcionamento da logística pós-consumo das lâmpadas fluorescentes nas cidades de Belém e Ananindeua. Para isso, foram realizadas visitas *in situ*, em pontos que comercializam lâmpadas fluorescentes, aplicação de questionários junto aos consumidores e avaliação das informações contidas nas embalagens das lâmpadas fluorescentes.

2. Material e Métodos

2.1. Área de estudo

O trabalho foi realizado nas cidades vizinhas de Belém e Ananindeua, estado do Pará, caracterizadas por apresentar um clima tropical e úmido. A precipitação média histórica anual é de 2839 mm, temperatura média de $31,5^\circ\text{C}$, e a umidade relativa do ar de 83,5%, série histórica de 1961-1990 (INMET, 2010).

Belém, a capital do estado, possui uma população estimada de 1.499.641 habitantes. É a cidade mais populosa do estado e a segunda maior da região norte. Já Ananindeua possui a população estimada de 535.547 habitantes (IBGE, 2020). Com elevada população e falta de infraestrutura básica

de saneamento, estas cidades ainda possuem sérios problemas quanto ao tratamento e deposição final de seus resíduos.

2.2. Elaboração e aplicação de questionário

Com objetivo de verificar na prática, o funcionamento da logística pós-consumo nas cidades de Belém e Ananindeua, foi realizada visita *in situ* dos pontos comerciais, supermercados e casas de construção, para averiguar os possíveis pontos de coleta de resíduos destinados às lâmpadas fluorescentes. Ao todo foram coletadas informações de doze estabelecimentos na linha casa e construção e duas redes de supermercado, abrangendo todas as suas filiais. Nestes estabelecimentos, também foram avaliadas todas as marcas de lâmpadas fluorescentes comercializadas, quanto as informações presentes na embalagem. Ao todo foram identificadas seis (6) marcas de lâmpadas fluorescentes vendidas nos estabelecimentos. A avaliação da embalagem teve como principal objetivo, verificar a legibilidade das informações, composição do produto, grau de periculosidade, orientações quanto ao descarte e cuidados a serem tomados em casos de acidente com as LFs e os riscos que o produto pode trazer à saúde e ao meio ambiente.

Como contraponto, foi realizado um questionário *online* voltado para os consumidores. A ferramenta foi criada por meio do aplicativo Formulário do Google, onde foi gerado um questionário contendo onze questões abordando os seguintes temas: tipos de lâmpadas consumidas; quantidade de lâmpadas adquiridas na residência; motivações na hora da compra; reciclagem de lâmpadas e suas dificuldades encontradas; grau de conhecimento dos consumidores quanto aos perigos da lâmpada fluorescente. No total foram coletadas 114 respostas de consumidores residentes na região estudada.

3. Resultados

A Lei nº12305/10 (BRASIL, 2010), que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), prevê que lâmpadas fluorescentes que contenham vapor de sódio, mercúrio e de luz mista se enquadram na mesma categoria de resíduo das pilhas, baterias, agrotóxicos, óleos lubrificantes, pneus, produtos eletrônicos e seus componentes, ou seja, na listagem dos resíduos sólidos a que obrigatoriamente se deva aplicar à logística reversa. Na prática essa ação ainda é pouco efetiva em nossa região, fato que se deve a três importantes fatores: a falta de pontos de coleta; a baixa adesão da devolução por parte dos consumidores e a falta de informações acerca da periculosidade desse resíduo. É importante lembrar que a Lei nº12305/10 claramente apresenta a logística reversa dotada de uma responsabilidade compartilhada entre os fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes e consumidores.

O funcionamento da logística reversa trata basicamente do fluxo dos resíduos a partir do consumidor final, de volta para o processo produtivo das fábricas. Esse processo agrega valores econômicos, ecológicos, legais e competitivos aos produtores, que adotam este sistema (SOUZA et al., 2014). Na região em estudo, observamos falhas ao longo de todo o processo da logística reversa, iniciando pelo baixo número 21,5% das empresas visitadas que recebem este resíduo. O ponto positivo observado nos estabelecimentos que

recebem as lâmpadas são as estruturas coletoras montadas de acordo com o previsto, ou seja, estruturas que evitam a quebra das lâmpadas e que permitem o acondicionamento seguro do resíduo. Nos coletores, encontramos também, informações acerca da importância da reciclagem, logística reversa, pontos de coleta mais próximos e de como formar uma parceria com a empresa, para a aplicabilidade da logística reversa.

Quanto às informações nas embalagens da obrigatoriedade do retorno do resíduo pela logística reversa, apenas duas marcas traziam esta informação. E uma terceira marca, apresentou a ilustração do símbolo da logística reversa e a informação do descarte em local adequado, porém sem descrevê-lo. Três marcas, o que representou 50%, não apresentaram quaisquer informações sobre o que fazer com a lâmpada queimada, tornando difícil o destino correto das lâmpadas pós-uso.

A insuficiência de informações, associado aos poucos pontos de coleta resulta na baixa taxa de retorno desse resíduo aos pontos de venda. Identificamos que apenas 23,7% dos entrevistados entregam as lâmpadas fluorescentes nos devidos pontos de coleta. Por mais que a informação nem sempre está no rótulo do produto, observamos que 86,8% dos consumidores entrevistados tem a consciência de que este tipo de resíduo deva ser destinado a pontos de coleta específicos, para o tratamento adequado.

A carência de pontos de coleta e a ausência de campanhas de divulgação da logística reversa das lâmpadas fluorescentes são fatores que colaboram para a baixa adesão à devolução desse resíduo. Fabricantes e empresas, que comercializam resíduos perigosos e materiais eletrônicos, deveriam ter em sua gestão ambiental, instrumentos e procedimentos para a execução do plano de logística reversa das lâmpadas fluorescentes. Por ser um resíduo perigoso, às lâmpadas fluorescentes não podem ser destinadas aos aterros de resíduos da classe I, devido à presença do mercúrio em sua composição. Considerado um elemento extremamente volátil, exposto a ação de bactérias específicas, o mercúrio pode se transformar em composto orgânico muito tóxico (MOMBACH *et al.*, 2008). Fato que justifica a necessidade da reciclagem desse resíduo, em vez de seu depósito em aterros comuns ou específicos.

Fabricantes deveriam adotar estímulos para o retorno das lâmpadas fluorescentes à linha de produção (ZAVARIZ, 2007) e a recuperação da matéria prima. Porém, os custos desta implantação, movida pela lógica do maior lucro, faz com que muitos negligenciam esta prática obrigatória (VIEIRA *et al.*, 2009). A falta de informações quanto à manipulação segura, composição, local de descarte, advertências quanto ao grau de periculosidade e manuseio em caso de acidentes, é o que prevalece. Das seis marcas de lâmpadas fluorescentes mais vendidas na região, apenas três, traziam na embalagem a informação da presença de mercúrio metálico na composição. Destas, duas embalagens apresentavam a informação em letras legíveis; e uma delas apresentou a informação em letras extremamente pequenas, em meio a uma série de outras informações que dificultam a identificação. Três marcas, ou seja, 50% delas, não mencionavam a presença do mercúrio. Nenhuma embalagem

apresentava informações dos procedimentos a serem adotados em caso de acidente com o produto.

A insuficiência de informações nos rótulos sobre os riscos das lâmpadas fluorescentes ou mesmo a pouca legibilidade e clareza das informações, quando disponíveis nas embalagens, acaba por desestimular o descarte adequado do produto, o que pode comprometer não apenas a saúde do consumidor, mas também a dos trabalhadores envolvidos na coleta de lixo e no seu destino. De acordo com a pesquisa, 57% dos entrevistados, não tem conhecimento quanto à periculosidade do produto e 76,3% descartam as lâmpadas fluorescentes em lixo comum. Entre estes, 38%, não realizam o procedimento de separação da lâmpada dos demais resíduos descartados. Isso pode ocasionar a quebra da lâmpada e, conseqüentemente, expor as pessoas que manuseiam os resíduos aos elementos tóxicos presentes.

Quando se trata do retorno desse tipo de resíduo ainda existem muitos obstáculos. Um dos principais pontos destacados pelos entrevistados (46,6%) é a ausência da divulgação de pontos de coleta; seguido da ausência desses pontos (38,5%); e a distância dos pontos de coleta das residências dos consumidores (14,2%). Menos de 1% alegaram não encontrar dificuldades no descarte do resíduo.

Os resultados indicam a importância da atuação conjunta para a eficácia da aplicação da logística reversa. Esse processo deve iniciar pelos fabricantes e empresas que comercializam as lâmpadas fluorescentes, com informações relevantes acerca do produto, alerta dos riscos e obrigatoriedade da logística reversa. As fábricas e empresas que comercializam este material devem ter capacidade compatível de venda, com a capacidade de coleta e reciclagem do resíduo gerado. Se o produto consegue sair da fábrica e chegar até o consumidor, o caminho inverso deveria ter a mesma viabilidade.

Observamos que a falta de interesse no funcionamento da logística reversa não ocorre apenas por parte dos que fabricam e vendem as lâmpadas, mas também por parte dos consumidores. Mais da metade dos entrevistados (55,3%) não possuem o costume de ler o rótulo das embalagens. Apesar da pouca informação contida nas embalagens das lâmpadas, o hábito de procurar informação por parte dos consumidores é uma prática que precisa ser enraizada. Isso não só aumenta o grau de informação do consumidor, como também o desperta para os problemas e falhas existentes na aplicabilidade das leis. Nesse processo, a educação ambiental entra como ferramenta essencial, pois ela aumenta o senso crítico dos indivíduos, fazendo-os perceber a importância de suas colaborações no programa de logística reversa (VAZ, 2012).

Além da corresponsabilidade dos fabricantes e consumidores, cabe também ao poder público fiscalizar o bom andamento da logística reversa, como previsto no PNRS (BRASIL, 2010). As leis municipais são fundamentais para a eficácia deste processo, criando normas mais precisas para reforçar as obrigações de todos os envolvidos com o resíduo gerado. Na cidade de Belém existe o Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos do Município de Belém – Lei Nº 8899 (BELÉM, 2011), uma lei que reforça os principais

meios para uma gestão integrada dos resíduos sólidos no município, levando em consideração dois agentes, os geradores e o poder público. Entretanto, o plano pouco evidencia diretrizes para a fiscalização e o monitoramento deste tipo de resíduo gerado, que deveria atender a logística reversa. A Lei 12305/10 (BRASIL, 2010), determina que um dos conteúdos mínimos presentes em um plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos deve estar, de acordo com o art. 19 no item XVI:

“meios a serem utilizados para o controle e a fiscalização, no âmbito local, da implementação e operacionalização dos planos de gerenciamento de resíduos sólidos de que trata o art. 20 e dos sistemas de logística reversa previstos no art. 33” (Lei Nº 12305 de 2010).

Portanto, quando a Lei municipal nº8899/11 (BELÉM, 2011) é avaliada, percebemos que não há especificações quanto a este tipo de resíduo, dando poucos esclarecimentos quanto à sua fiscalização e monitoramento. Além disso, o plano pouco enfatiza a importância da educação ambiental quando se trata de uma responsabilidade compartilhada. Essas falhas apresentadas, associadas aos fatores acima citados, também devem estar dificultando o funcionamento da logística reversa na região.

Ademais, o baixo índice do não recolhimento deste tipo de resíduo nos estabelecimentos, juntamente com a ausência de monitoramento diante da aplicação da lei, mostra o descaso dos envolvidos em relação à importância e obrigatoriedade que estes possuem com a logística reversa. Para que o fluxo reverso funcione corretamente, deve-se aplicar maior rigidez no monitoramento feito pelos principais órgãos ambientais estaduais e municipais. Estes possuem responsabilidades junto ao funcionamento da logística reversa, uma vez que a fiscalização faz com que aqueles que estão sujeitos a determinadas leis trabalhem com maior responsabilidade diante de suas obrigações.

Diante dos sérios riscos ambientais, à saúde humana e das dificuldades do correto destino do resíduo, as lâmpadas fluorescentes não são a melhor opção para as diversas demandas de iluminação. Além do apelo da sustentabilidade e do baixo risco ambiental, as lâmpadas de LED vêm ganhando espaço, como constatado pela pesquisa. Dos consumidores entrevistados, 72,8% já utilizam esse tipo de lâmpada, pelos mais variados motivos. Uma grande parcela 64,61% dos entrevistados alega o uso de lâmpadas LED pela redução do consumo de energia. Já a durabilidade foi citada por 14,9% dos entrevistados, seguido da capacidade de iluminação exposto por 9,6%, o preço por 7,8% e, por fim, apenas 3,5% têm optado pelas lâmpadas LED devido às vantagens ambientais e a redução de danos à saúde. Os motivos apontados pelos consumidores são verídicos, como podemos observar na tabela I.

Apesar das lâmpadas LED, estarem conquistando o mercado, as lâmpadas fluorescentes ainda são apontadas como o segundo produto mais adquirido pelos consumidores, para iluminação.

Tabela I: Comparativo dos modelos de lâmpadas. Belém, 2020.

Modelos de Lâmpadas	Incandescente	Florescente	LED
			
Impacto ambiental	Maior emissão de CO ₂	Liberação de mercúrio e chumbo	Sem metais tóxicos
Durabilidade média (horas)	750	8.000	25.000
Potência equivalente	60 W	18 W	8 W
Consumo de energia	6480 KWh	1944 KWh	1080 KWh

Do ponto de vista ambiental e de saúde humana, as lâmpadas LED são melhores, pois apresentam em sua composição apenas dois terminais e um material semicondutor – sendo o silício o mais utilizado –, materiais não prejudiciais ao meio ambiente e à saúde humana (VALENTIM *et al.*, 2010). Além disso, o maior tempo de vida útil desta lâmpada, média de 25.000 horas, reduz a produção de resíduos (SANTOS *et al.*, 2015).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As lâmpadas fluorescentes, amplamente consumidas, não são um produto inofensivo e milagroso, que nos fornece luz. Mas um produto, que carrega em sua composição elementos extremamente tóxicos, nocivos para a saúde humana e para o meio ambiente.

É constatada, portanto, a insuficiência de informações para os consumidores sobre os perigos acerca das lâmpadas fluorescentes e a importância de seu devido tratamento. Além disso, foi possível evidenciar que, apesar da responsabilidade compartilhada atribuída pela legislação a fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, ainda há muitas falhas e dificuldades para que o instrumento da PNRS seja posto em prática de forma eficiente. Lembrando que o funcionamento da logística reversa é responsabilidade de toda a cadeia, de modo que se crie uma espécie de ponte, para que os resíduos retornem aos fabricantes e assim possam ser devidamente tratados.

Recomendamos aos fabricantes e importadores de lâmpadas fluorescentes, o atendimento à obrigatoriedade das informações claras, legíveis e destacadas nas embalagens. Informações de segurança, quanto ao grau de periculosidade, composição do produto, locais de descarte e os procedimentos que devam ser adotados em casos de acidentes, reduzindo os riscos de contaminação. Entendemos que a informação é um dos fatores determinantes para o funcionamento da logística reversa.

Recomendamos aos consumidores, que diante da gravidade do destino das lâmpadas fluorescentes nas cidades de Belém e Ananindeua, a saída é a mudança do consumo. Recomendamos a substituição gradual das lâmpadas fluorescentes por lâmpadas de LED, que são menos poluentes, mais eficientes com maior durabilidade, sem riscos à saúde humana e ao equilíbrio ambiental.

REFERENCIAS

BACILA, D. M.; FISCHER, K.; KOLICHESKI M. B. Estudo sobre a reciclagem de lâmpadas fluorescentes. **Eng. Sanit. Ambient.** [online]. 2014, vol.19, n.spe, p.21-30. ISSN 1809-4457

BELÉM. Lei nº 8899, de 26 de dezembro de 2011. **Institui o Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos do Município de Belém – PGRS e dá outras providências.**

BISINOTI, M. C.; JARDIM, W. F. O comportamento do metilmercúrio (MetilHg) no ambiente. **Química Nova.** São Paulo. v. 27. n. 4. 2004. p. 593-600.

BRANDÃO, A. C.; GOMES, L. M. B.; AFONSO, J. C. Educação ambiental: O caso lâmpadas usadas. **Revista de química industrial.** 2011.

BRASIL. Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010. **Política Nacional de Resíduos sólidos**, 2010.

_____. Norma. ABNT NBR nº10004 de 31 de maio de 2004. **Resíduos sólidos – Classificação.** Rio de Janeiro. Ed 2. 2004. p. 71.

HOGAN, D. J. Crescimento populacional e desenvolvimento sustentável. **Lua Nova.** São Paulo. n. 2. 1993.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2020. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pa/ananindeua.html>> Acesso em: Nov/2020.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normais Climatológicas (1961-1990).** Brasília, DF: INMET, 1992.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normais Climatológicas (1981-2010).** Brasília, DF: INMET, 2010.

JUNIOR, W. A. D.; WINDMÖLLER, C. C. A questão do mercúrio em lâmpadas fluorescente. **Química nova na escola.** n. 28, 2008. p.15-19.

MICARONI, R. C. C. M.; BUENO, M. I. M. S.; JARDIM, W. F. Composto de mercúrio. Revisão de métodos de determinação, tratamento e descarte. **Química nova.** Campinas. v. 23. n. 4. 2000. p. 487-495.

MOMBACH, V. L.; RIELLA, H. G.; KUHNEN, N. C. O estado da arte na reciclagem de lâmpadas fluorescentes no Brasil: parte 1. **ACTA Ambiental Catarinense.** Florianópolis, Santa Catarina. v. 5. n. 1/2, 2008. p. 44-53.

NUNES, F. S. **Política nacional de resíduos sólidos e a destinação final de lâmpadas fluorescentes com mercúrio.** 2014. 53f. Dissertação (Especialização em Direito ambiental) – Ciências agrárias, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Paraná. 2014.

RODRIGUES, S. F.; VAZQUEZ, G. H.; MORAIS, J. S. Substituição de lâmpadas fluorescentes por light emitting diode (LED) em uma instituição de ensino: Preocupação ambiental, energética e econômica. **Eng Sanit Ambient.** v.24. n.4, 2019. P. 799-808.

SANTOS, T. S. et al. Análise da eficiência energética, ambiental e econômica entre lâmpadas de LED e convencionais. **Engenharia Sanitária Ambiental.** São Paulo. v. 20. n. 4. 2015. p. 595-602.

SOUSA, A. L. L. et al. Descarte correto de lâmpadas fluorescentes: proposição de facilitação do descarte para o consumidor final. **In:** FATEC log – Feira tecnológica em logística. 5. 2014. São José dos Campos. **Anais...** 10 p.

VALENTIM, A. A.; FERREIRA, H. S.; COLETTO, M. A. Lâmpadas de LED: Impacto no consumo e fator de potência. **Revista ciências do Ambiente on-line.** São Paulo. v. 6. n. 1. Jun/2010. p. 29-33.

VAZ, L. Educação ambiental e logística reversa. **In:** Congresso brasileiro de gestão ambiental. 3. 2012. Goiânia. **Anais...** Disponível em: < <http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2012/VII-022.pdf>> Acesso em: Fev/2018.

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. **RGSA – Revista da gestão social e ambiental.** Bahia. v. 3. n. 3. 2009. p.120-136.

ZAVARITZ, C. (Coord.). **Documento de recomendações a serem implementadas pelos órgãos competentes em todo o território nacional relativas a lâmpadas com mercúrio.** ACPO. São Paulo. 2007. Disponível em: < http://www.acpo.org.br/campanhas/mercurio/docs/recomendacoes_lampadas_hg.pdf> Acesso em: Fev/2018.

ZAVARIZ, C.; GLINA, D. M. R. Efeitos da exposição ocupacional ao mercúrio em trabalhadores de uma indústria de lâmpadas elétricas localizada em Santo Amaro, São Paulo, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública.** Rio de Janeiro. v. 9 n. 2. 1993. p. 117-129.