

Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz

Instituto Oswaldo Cruz

Curso de Especialização em Ensino em Biociências e Saúde

## BINÔMIO LIXO-SAÚDE NAS AVALIAÇÕES DO ENEM

Liliane Barbosa de Moraes

Orientador: André Micaldas Corrêa

Rio de Janeiro

2014

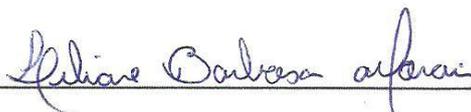
Liliane Barbosa de Moraes

BINÔMIO LIXO-SAÚDE NAS AVALIAÇÕES DO ENEM

Monografia submetida como requisito parcial para obtenção do grau de especialista em Ensino de Biociências e Saúde, Curso de Especialização em Ensino de Biociências e Saúde, pelo Instituto Oswaldo Cruz/FIOCRUZ.

Rio de Janeiro

Data: 15/06/2013



---

Assinatura do aluno



---

Assinatura do Orientador

## **O Bicho**

Vi ontem um bicho  
Na imundície do pátio  
Catando comida entre os detritos.

Quando achava alguma coisa,  
Não examinava nem cheirava:  
Engolia com voracidade.

O bicho não era um cão,  
Não era um gato,  
Não era um rato.  
O bicho, meu Deus, era um homem.

(Manuel Bandeira)

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus que me permitiu trilhar todo o caminho até aqui e me proporcionou as mais variadas oportunidades de crescimento.

Aos meus pais, Armindo e Therezinha, por todo o apoio, carinho, compreensão e dedicação ao longo de toda a minha vida.

A minha querida irmã Suely, pelo companheirismo, amizade e disponibilidade em ajudar sempre.

Ao meu querido irmão Paulo, pelo apoio e incentivo nas jornadas da vida.

A Mauricio, meu esposo, amigo e companheiro, pela compreensão do tempo dedicado ao curso e a esse estudo.

Aos meus filhos Paula e Leonardo, pelo constante carinho e apoio. Agradecimentos especiais ao Leonardo, pela colaboração direta em várias etapas desse trabalho.

A André Micaldas Correa, orientador, pela convivência produtiva, pela plena disponibilidade de ensinar e pela capacidade de motivar a cada encontro.

A todos que não mencionei, mas acreditaram em mim, e contribuíram de alguma forma para a realização desse estudo, o meu obrigado.

## RESUMO

O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) foi instituído em 1998, sendo uma avaliação de caráter voluntário e individual, tendo como objetivo principal a avaliação do aluno no término do Ensino Médio. Em 2009, sofreu modificações e passou a ser utilizado como mecanismo de seleção para o ingresso em Instituições de Ensino Superior, influenciando de forma significativa os currículos do Ensino Médio, que são adaptados de acordo com as exigências dessa prova. O presente estudo teve como objetivo principal investigar a importância do binômio lixo/saúde no ENEM. Então, procurou-se investigar com que frequência o tema lixo aparece nas avaliações do ENEM, nas edições de 1998 até 2011; verificar se há associação entre lixo e saúde nas questões do ENEM; e identificar os assuntos abordados nas questões que envolvem o tema lixo nessa avaliação. Este estudo se justifica, pois a produção de lixo vem aumentando significativamente na sociedade atual, representando um problema ambiental e de saúde pública. O gerenciamento inadequado desses resíduos pode refletir direta e indiretamente na saúde da população. Este estudo teve caráter exploratório e qualitativo. Este estudo analisou ao todo 1.413 questões, sendo 693 referentes às edições do ENEM do período de 1998 a 2008 e 720 incluindo o período de 2009 até 2011. Encontrou-se apenas 34 questões envolvendo o tema lixo e dessas, apenas cinco relacionavam lixo à saúde humana. A partir dos dados encontrados foi concluído que o ENEM pode ter uma pequena influência na inserção do tema relação lixo-saúde nos currículos de Ensino médio, visto que essa influência pode ser proporcional ao número de questões apresentadas sobre o tema.

**Palavras chaves:** Exame Nacional do Ensino Médio, lixo, saúde.

## LISTA DE FIGURAS

1	Esquema das vias de contato homem-lixo .....	21
2	Limpeza pública e saúde – modelo causal .....	22
3	Doenças mais comuns causadas pela falta de tratamento ou disposição irregular de resíduos sólidos .....	23
4	Componentes do lixo eletrônico e seus efeitos na saúde .....	24
5	Questões 47,48 e 49 da prova amarela do ENEM do ano de 1998 .....	41
6	Questão 12 da prova amarela do ENEM do ano de 1999 .....	43
7	Questão 55 da prova amarela do ano 1999 .....	44
8	Questão 62 da prova amarela do ENEM do ano de 1999 .....	46
9	Questão 47 da prova amarela do ENEM do ano de 2000 .....	47
10	Questão 10 da prova amarela do ano de 2001 .....	49
11	Questão 35 da prova amarela do ENEM do ano de 2001 .....	50
12	Questão 33 da prova amarela do ENEM do ano 2002 .....	51
13	Questão 38 da prova amarela do ENEM do ano 2003 .....	52
14	Questão 39 da prova amarela do ENEM do ano 2003 .....	54
15	Questão 48 da prova amarela do ENEM do ano 2004 .....	56
16	Questão 31 da prova amarela do ENEM do ano 2005 .....	57
17	Questão 48 da prova amarela do ENEM do ano 2005 .....	58
18	Questão 62 da prova amarela do ENEM do ano 2005 .....	59
19	Questão 38 da prova amarela do ENEM do ano 2006 .....	60
20	Questão 47 da prova amarela do ENEM do ano 2007 .....	61
21	Questão 48 da prova amarela do ENEM do ano 2007 .....	62
22	Questão 19 da prova amarela do ENEM do ano 2008.....	64
23	Questão 29 da prova amarela do ENEM do ano de 2008.....	66
24	Questão 23 da prova azul do ENEM do ano 2009.....	67
25	Questão 34 do da prova azul do ENEM do ano 2009.....	68
26	Questões 107 e 108 da prova azul do ENEM do ano 2009 .....	70
27	Questão 4 da prova azul, primeira aplicação, do ENEM 2010.....	72
28	Questão 53 da prova azul do ENEM do ano 2010 .....	73
29	Questão 82 da prova azul da primeira aplicação do ENEM 2010.....	75
30	Questão 90 da prova azul, primeira aplicação, do ENEM do ano 2010.....	76
31	Questão 177 da prova azul do ENEM do ano 2010.....	78
32	Questão 156 da prova azul, segunda aplicação, do ENEM do ano 2010.....	79
33	Questão 159 da prova azul, segunda aplicação, do ENEM do ano 2010.....	80
34	Questão 13 da prova azul do ENEM do ano 2011.....	81
35	Questão 51 da prova azul do ENEM do ano 2011.....	82
36	Questão 79 da prova azul do ENEM do ano 2011.....	83
37	Questão 85 da prova azul do ENEM do ano 2011.....	84
38	Questão 95 da prova azul do ENEM do ano 2011.....	86

## LISTA DE QUADROS

1.Distribuição do número de questões envolvendo lixo, ao longo dos anos. ....	35
2.Distribuição do número de questões envolvendo o tema lixo, por área do conhecimento no período de 2009 a 2011.....	35
3.Distribuição das questões que abordam lixo de acordo com as categorias definidas .....	37

## LISTA DE SIGLAS

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

BEM – biomassa-energia-materiais

BRACELPA – Associação Brasileira de Celulose e Papel

CEMPRE – Compromisso Empresarial para Reciclagem

CETESP – Companhia de Tecnologia e Saneamento do Estado de São Paulo

CNEM – Conselho Nacional de Energia Nuclear

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

EA – Educação Ambiental

ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio

IBAM – Instituto Brasileiro de Administração Municipal

INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

MEC – Ministério da Educação e Cultura

NBR – Norma Brasileira Registrada

OMS – Organização Mundial de Saúde

ONU – Organização das Nações Unidas

PCNEM – Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos

ProUni – Programa Universidade para Todos

RS – Resíduos Sólidos

RSS – Resíduos de Serviços de Saúde

RSU – Resíduos Sólidos Urbanos

SEMA - Secretaria de Estado de Meio Ambiente

SISNAMA- Sistema Nacional do Meio Ambiente

SUASA - Sistema Único de Atenção à Sanidade Agropecuária

SNVS- Sistema Nacional de Vigilância em Saúde

TRI- Teoria de Resposta ao Item

USAM – Usina Santo Amaro

## SUMÁRIO

<b>1 Introdução</b> .....	12
1.1 Lixo .....	12
1.1.1 Breve histórico .....	12
1.1.2 Conceito de lixo .....	15
1.1.3 Um pouco sobre legislação .....	17
1.1.4 Classificação dos resíduos sólido .....	18
1.2 Lixo e saúde .....	19
1.2.1 Saúde e ambiente .....	19
1.2.2 Lixo e saúde .....	21
1.3. Educação e saúde .....	25
1.3.1 Educação ambiental e o gerenciamento de resíduos .....	25
1.3.2 Reflexões sobre o ENEM .....	28
<b>2 Objetivo geral</b> .....	31
<b>3 Objetivos específicos</b> .....	31
<b>4 Metodologia</b> .....	32
<b>5 Resultados</b> .....	35
<b>6 Discussão</b> .....	40
6.1 ENEM 1998 .....	40
6.2 ENEM 1999 .....	42
6.3 ENEM 2000 .....	47
6.4 ENEM 2001 .....	49
6.5 ENEM 2002 .....	51
6.6. ENEM 2003 .....	52
6.7 ENEM 2004 .....	55
6.8 ENEM 2005 .....	57
6.9 ENEM 2006 .....	60
6.10 ENEM 2007 .....	61

6.11 ENEM 2008 .....	63
6.12 ENEM 2009 – O “Novo ENEM” .....	66
6.13 ENEM 2010 .....	71
6.14 ENEM 2011 .....	81
<b>7. Conclusões .....</b>	<b>87</b>
ReferênciasBibliográficas .....	88

# **1 INTRODUÇÃO**

## **1.1 Lixo**

### **1.1.1 Breve histórico**

Apesar de a humanidade gerar lixo desde os primórdios da civilização, nem sempre isto representou um problema. Os homens primitivos eram nômades, utilizavam a caça e a pesca como alimento e geravam basicamente resíduos orgânicos em volume reduzido e de maneira dispersa pela paisagem, havendo um equilíbrio entre homem e natureza (SOUZA, 2011).

Na Idade Média, a maioria dos restos das atividades humanas estava relacionada aos resíduos produzidos pelo corpo, como fezes, urina e secreções em geral e o próprio corpo humano em decomposição; e resíduos da alimentação, como cascas de vegetais e carcaças de animais (VELLOSO, 2008).

Esses rejeitos se acumulavam nas cidades medievais, transformando-se em um grave problema, pois não havia sistema organizado de coleta e disposição de resíduos e esgotamento sanitário, o que facilitava a proliferação de vetores, acarretando várias epidemias, como a lepra, a varíola e a peste negra, que matou milhões de pessoas (BRANCO 1997).

Cada avanço da humanidade contribuiu para que os detritos aumentassem, sem que isto incomodasse as pessoas. O lixo só passa a ser visto como um problema a ser enfrentado no século XIX, com a Revolução Industrial, quando surgem novas tecnologias e produção em massa de produtos supérfluos, acarretando na produção de montanhas de resíduos (SCHLINDWEIN, 2013).

A industrialização trouxe uma série de produtos novos para o dia-a-dia das pessoas, dentre eles o plástico, que demora um século para se decompor. O impulso industrial contribuiu ainda para o surgimento de aglomerações urbanas ocasionando maior acúmulo de resíduos (PAULO, 2010).

Surge, então, a necessidade de se efetuar a coleta do lixo e a limpeza urbana. E esses serviços também evoluíram com o passar dos anos. Como exemplo é citado o caso da cidade do Rio de Janeiro, onde, durante o período Imperial, o serviço de limpeza da cidade era feito

pelos chamados tigres – negros escravos – que transportavam em tonéis, na cabeça ou nas costas, o lixo das casas e o despejavam no mar e em lagoas do Rio de Janeiro (SILVA, 2009).

Só na segunda metade do século XIX essa situação se modifica. Em 1876, Aleixo Gary, francês radicado no Rio de Janeiro, foi contratado para administrar a limpeza urbana na cidade do Rio de Janeiro, pelo Ministério dos Negócios do Império. A concessão teria duração de 10 anos, mas acabou se estendendo até 1891. A atuação de Aleixo Gary foi tão marcante e eficaz que os empregados da limpeza urbana passaram a ser chamados de “garis”, termo que permanece até os dias de hoje (MAGALHÃES, 2006).

A implantação do sistema capitalista de produção trouxe dois problemas para a humanidade: o primeiro se deve ao crescimento econômico, que faz com que os recursos humanos passem a ser explorados intensamente; e o segundo está relacionado ao aumento na geração de resíduos. Além disso, ocorrem mudanças nos padrões de consumo da sociedade, que passa a consumir de forma exagerada. A sociedade moderna contemporânea transforma-se em uma sociedade de consumo, ou seja, o consumo assume uma função além da satisfação de necessidades materiais (BARBOSA, 2004).

Jacobi e Besen (2011) afirmam que essas mudanças decorrem especialmente dos modelos de desenvolvimento pautados pela obsolescência programada dos produtos, pela descartabilidade e pela mudança nos padrões de consumo baseados no consumo excessivo e supérfluo. Ocorre uma modificação na composição e características com o aumento de periculosidade dos resíduos e no volume gerado. O acúmulo de lixo é inevitável e não para de crescer.

Recentemente, novos produtos como placas, teclados e outros componentes de computadores, celulares e impressoras formam uma nova categoria de resíduos: o lixo eletrônico. Favera (2008) alerta que, em países desenvolvidos, o tempo médio para a troca de um celular é de menos de dois anos e os computadores são substituídos a cada quatro anos nas empresas e a cada cinco anos pelos usuários domésticos. O autor acrescenta que uma motivação para esse hábito e a consequente transformação desses equipamentos em lixo eletrônico é o fato de que adquirir um aparelho novo é monetariamente e tecnologicamente mais vantajoso que reparar um produto usado.

É criado o hábito de substituir o aparelho ao primeiro sinal de desgaste ou defeito, e as empresas passam a produzir esses equipamentos com qualidade inferior, tendo em vista a

redução do custo e conseqüente aumento nas vendas. Surge um grande desafio para a sociedade moderna: o equacionamento da geração excessiva e da disposição final ambientalmente segura dos resíduos.

O tema gerenciamento de resíduos foi abordado na Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente no Rio de Janeiro no ano de 1992, onde surgiram as propostas de reduzir os resíduos nas fontes geradoras, reaproveitar ao máximo os materiais e reciclar.

Em 2011, foram coletados no Brasil 177.995 toneladas/dia de resíduos sólidos urbanos, sendo a região Sudeste responsável por mais de 50% desses resíduos coletados, apresentando o maior percentual de cobertura dos serviços de coleta no país (ABRELPE, 2011).

Após a coleta, esses resíduos devem seguir para a disposição final que pode ser: lixão, aterro controlado, ou aterro sanitário (IBAM, 2001):

O lixão ou vazadouro é uma forma inadequada de disposição de resíduos sólidos municipais, que se caracteriza pela simples descarga sobre o solo, sem medidas de proteção ao meio ambiente e saúde pública.

O aterro controlado corresponde a uma técnica de confinamento dos resíduos sólidos no solo, utilizando-se de alguns princípios de engenharia, e recobrindo os resíduos com uma camada de material inerte ao final de cada jornada de trabalho.

Já o aterro controlado consiste em um processo utilizado para a disposição de resíduos no solo, mediante o confinamento em camadas cobertas com material inerte, geralmente solo, fundamentado em critérios de engenharia e normas operacionais, de modo a evitar danos à saúde pública e minimizar os impactos ambientais, possuindo sistema de drenagem de gases e chorume.

Embora 58,1% de o total coletado no Brasil em 2011 ter recebido destinação final em aterros sanitários, 24,2% em aterros controlados e 17,7% em lixões, cerca de 75 mil toneladas diárias ainda tiveram destinação inadequada, sendo depositados em lixões ou aterros controlados, os quais não possuem tecnologias necessárias para proteger o meio ambiente (ABRELPE,2011).

Segundo Pesquisa ABRELPE 2011, dos 5.565 municípios brasileiros, 2.194 enviam seus resíduos para aterros sanitários, enquanto 1.764 enviam para aterros controlados e 1.607 enviam para lixões.

Atualmente, o lixo representa um grave problema que atinge o planeta devido à grande quantidade produzida diariamente e ao seu potencial de se transformar em foco de doenças, de contaminação do solo, do ar e das águas (SANTOS, 2008).

Dessa forma, foi constatado que o modelo atual de desenvolvimento, baseado na expansão dos processos produtivos e de consumo, acentuam os riscos para a saúde e o meio ambiente.(AUGUSTO *et al*, 2003). Os resíduos sólidos urbanos, mais conhecidos como lixo, passam então a ser um problema para a sociedade.

### **1.1.2 Conceito de lixo**

Apesar de ser um problema ambiental tão grave, não é fácil definir o que é lixo. São várias as definições de lixo encontradas na literatura. Para Oliveira “Lixo urbano é um conceito genérico, um termo abrangente e são vários os vocábulos para designá-lo” (OLIVEIRA, 1983, p.45).

Para o senso comum significa sujeira, imundice, aquilo que não serve mais. “O conceito de lixo e de resíduo pode variar conforme a época e o lugar. Depende de fatores jurídicos, econômicos, ambientais, sociais e tecnológicos” (CALDERONI, 2003, p.49). O que deve ou não ser descartado é fruto de decisões individuais, porém deve ser determinado histórica, social ou culturalmente (REGO *et al*, 2002).

A Organização das Nações Unidas (ONU), por meio da Agenda 21, documento elaborado por cerca de 170 países durante a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, ECO 92, realizada no Rio de Janeiro em 1992, apresenta uma definição abrangente e conceitua resíduo sólido da seguinte maneira:

“Os resíduos sólidos compreendem todos os restos domésticos e resíduos não perigosos, tais como os resíduos comerciais e institucionais, o lixo da rua e os entulhos de construção. Em alguns países, o sistema de gestão de resíduos sólidos também se ocupa dos resíduos humanos, tais como excrementos, cinzas de incineradores, sedimentos de fossas sépticas e de instalações de tratamento de

esgoto. Se manifestarem características perigosas, esses resíduos devem ser tratados como resíduos perigosos”.

Já a Associação Brasileira de Norma Técnica (ABNT), através da Norma Brasileira Registrada (NBR) nº 10004, define resíduos sólidos da seguinte forma:

“Resíduos nos estados sólidos e semissólidos que resultam de atividades da comunidade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível” (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1987, p.21).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei nº 12305 de 2 de agosto de 2010, em seu artigo 3º inciso XVI, estabelece a seguinte definição para resíduos sólidos:

“Resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível” (BRASIL, 2010).

A Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESP) define lixo como “todo e qualquer material sólido proveniente das atividades diárias do homem em sociedade, cujo produtor ou proprietário não o considere com valor suficiente para conserva-lo” (São Paulo, 1998, p.45).

Para Rodrigues (1998, p.170), lixo urbano “corresponde aos agregados de materiais de consumo da população – lixo doméstico e o das atividades essenciais da dinâmica urbana”. Já para mulheres residentes na periferia de Salvador (REGO *et al*) as fezes humanas também são consideradas lixo devido à ausência de sanitários nas residências e ao hábito de acondicionarem as fezes em sacos plásticos e o descarte nos riachos.

Segundo Fadini e Fadini (2001), lixo corresponde aos resíduos gerados por aglomerações urbanas, processos produtivos e mesmo em estações de tratamento de esgoto. Lixo também é definido como restos das atividades humanas, considerados pelos geradores como inúteis, indesejáveis ou descartáveis (IPT/CEMPRE, 1995). O conceito de lixo é dinâmico, pois o que não serve para algumas pessoas pode ser considerado de valor para

outra. Para alguns catadores do aterro de Gramacho<sup>1</sup>, lixo é fonte de sobrevivência (Porto, *et al*, 2011).

Para Almeida e Amaral (2006) a excessiva produção de lixo urbano é um dos maiores problemas sanitários e ambientais enfrentados pelos países menos desenvolvidos. No entanto, é importante destacar que o Brasil deu um grande passo na direção do que já havia sido proposto em 1992, quando aprovou a Política Nacional de Resíduos Sólidos, como será visto a seguir.

### 1.1.3 Um pouco sobre legislação

Em agosto de 2010, o então presidente Luís Ignácio Lula da Silva sancionou a Lei nº 12.305, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), o marco regulatório do setor. Essa legislação traz como princípios e diretrizes aplicáveis aos resíduos sólidos, a sequência do manejo, a logística reversa e a responsabilidade compartilhada, dentre outros.

A Lei prevê, em seu artigo 9º, que na gestão e gerenciamento de resíduos deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final adequada.

No artigo 3º inciso XII a Política Nacional de Resíduos, define logística reversa 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).

A logística reversa representa um grande avanço trazido pela Lei nº 12.305, pois possibilita que o produto retorne ao seu fabricante e entre novamente no ciclo produtivo, impedindo que seja disposto inadequadamente no meio ambiente.

---

<sup>1</sup> O aterro de Gramacho, localizado no bairro de Jardim Gramacho, no município de Duque de Caxias, estado do Rio de Janeiro, foi o principal ponto de destinação de resíduos na região metropolitana do Rio de Janeiro, atendendo aos municípios do Rio de Janeiro, Duque de Caxias, Nilópolis, São João do Meriti e Nova Iguaçu (PORTO *et al*, 2004)). Operou de 1976 a 2012.

O artigo 33 da lei 12.305 estabelece que são obrigados a implementar e estruturar sistemas de logística reversa, de forma independente do serviço público de limpeza urbana, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes dos seguintes produtos: agrotóxicos; pilhas e baterias; pneus; óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens; lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista; e produtos eletrônicos e seus componentes (BRASIL, 2010).

Já a responsabilidade compartilhada é definida no inciso XVII da lei 12.305 da seguinte forma:

“Conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos, nos termos dessa Lei” (BRASIL, 2010).

Dessa forma, fica dividida a responsabilidade entre o setor público, o setor empresarial e a coletividade pela efetividade das ações voltadas para assegurar o cumprimento das diretrizes estabelecidas pela PNRS.

A PNRS apresenta outros pontos importantes, como a proibição de algumas formas de destinação ou disposição final de resíduos ou rejeitos. De acordo com o artigo 47 são proibidos o lançamento de resíduos ou rejeitos em praias, no mar ou em quaisquer corpos hídricos; lançamento *in natura* a céu aberto (lixão), excetuados os resíduos de mineração; queima a céu aberto ou em recipientes, instalações e equipamentos não licenciados para essa finalidade; e outras formas vedadas pelo poder público.

Fica proibido, ainda, de acordo com o artigo 48, catar lixo, morar ou criar animais nas áreas de destinação final de resíduos ou rejeitos. Por fim, a PNRS proíbe a importação de resíduos sólidos perigosos, como estabelece o artigo 49:

“É proibida a importação de resíduos sólidos e perigosos e rejeitos, bem como de resíduos sólidos cujas características causem dano ao meio ambiente, à saúde pública e animal e à sanidade vegetal, ainda que para tratamento, reforma, reuso, reutilização ou recuperação”. (BRASIL, 2010).

A PNRS estabelece diretrizes gerais para o gerenciamento de resíduos sólidos e apresenta um capítulo específico sobre resíduos perigosos. Além disso, cria a obrigação de elaboração de um plano de gerenciamento para as empresas.

Além das diretrizes apresentadas pela PNRS, os rejeitos radioativos são regulados por legislação específica do Conselho Nacional de Energia Nuclear (CNEN). E os resíduos dos serviços de saúde também possuem legislação própria e são regulados pela RDC nº 306, de sete de dezembro de 2004, da ANVISA, que dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde (BRASIL, 2004).

#### **1.1.4 Classificação dos resíduos sólidos**

A PNRS classifica os resíduos sólidos quanto à origem e quanto à periculosidade. Quanto a sua origem, os resíduos sólidos são classificados em:

- a) Resíduos domiciliares;
- b) Resíduos de limpeza urbana;
- c) Resíduos sólidos urbanos;
- d) Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços;
- e) Resíduos de serviços públicos de saneamento básico;
- f) Resíduos industriais;
- g) Resíduos de serviços de saúde;
- h) Resíduos da construção civil;
- i) Resíduos agrossilvopastoris;
- j) Resíduos de serviços de transportes;
- k) Resíduos de mineração.

Quanto aos potenciais riscos ao meio ambiente e à saúde pública, a NBR 10.004 (ABNT, 2004) classifica os resíduos sólidos em duas classes distintas; classe I (perigosos) e classe II (não perigosos).

A PNRS define resíduos perigosos como:

“aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica” (BRASIL, 2010).

## **1. 2 Lixo e saúde**

### **1. 2.1 Saúde e ambiente**

Para Siqueira e Moraes (2009) problemas ambientais como o aquecimento global do planeta, as mudanças climáticas, a devastação das florestas, o buraco na camada de ozônio, o extermínio da biodiversidade, a deterioração da qualidade de ar e o comprometimento dos fluxos de água, a fome e as doenças precoces são frutos do atual estágio de desenvolvimento global, dos padrões de produção e de consumo.

Siqueira e Moraes (*op.cit*) acrescentam que desde a antiguidade existem relatos de efeitos na saúde humana provocados pelas condições ambientais; porém, esse fenômeno se intensificou em meados dos séculos XVIII e XIX, com o processo de industrialização e urbanização. Só a partir da segunda metade do século XX a inter-relação da saúde com o ambiente se insere nas preocupações de saúde pública.

Surge, então, a saúde ambiental definida pela Organização Mundial de Saúde (OMS) como “o campo de atuação da saúde pública que se ocupa das formas de vida, das substâncias e das condições em torno do ser humano que podem exercer alguma influência sobre a sua saúde e o seu bem estar”.

E, nesse contexto, saúde deve ser compreendida como o estado de completo bem estar físico, mental e social e não simplesmente a ausência de doenças, de acordo com a definição proposta pela OMS, em 1948. Esse conceito foi construído ao longo da história, onde vários paradigmas surgiram para explicar a relação saúde-doença.

Por muito tempo a visão de saúde esteve relacionada à visão religiosa, onde a doença era atribuída a um castigo divino. No final do século XIX, com o trabalho dos bacteriologistas Koch e Pauster, surge um novo paradigma para explicar o processo saúde-doença: o paradigma biológico. Porém no século XX, são observados no campo da saúde pública enfoques sociopolítico e ambiental, surgindo assim, o consenso sobre a importância dos determinantes sociais da saúde, que incluem, segundo conceito da OMS, as condições sociais em que as pessoas vivem e trabalham (BUSS, 2007).

Nesse contexto, em 1978, é realizada a I Conferência Internacional sobre Cuidados Primários de Saúde, em Alma-Ata e nessa Conferência, os países participantes celebram o compromisso “Saúde para Todos no ano 2000”, estabelecendo um conjunto de oito elementos essenciais para atingir a meta, dentre eles, abastecimento de água e saneamento básicos apropriados (ARANTES *et al*, 2008).

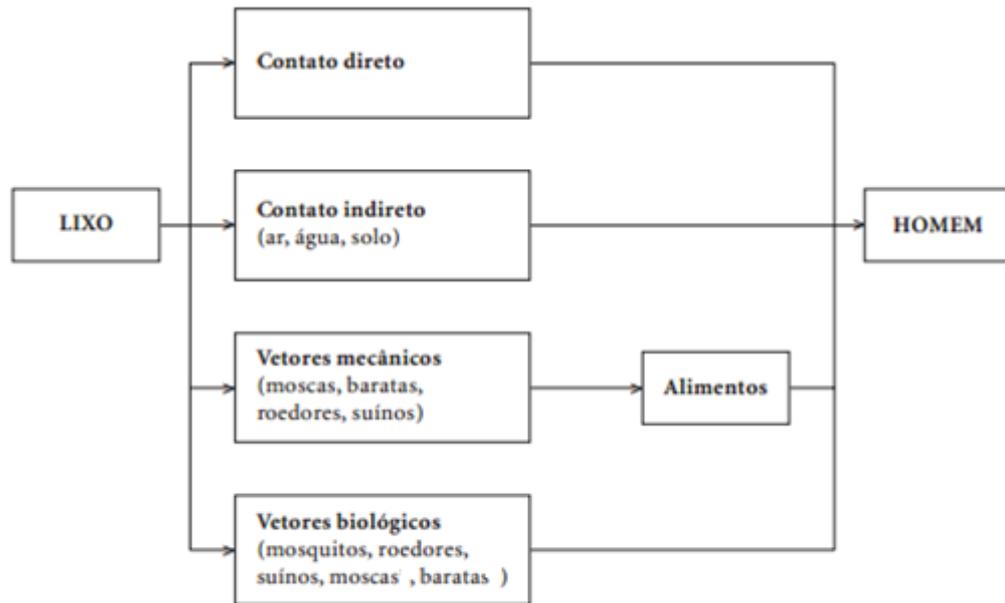
É importante ressaltar que a Lei 8.080 (Brasil, 1990) que dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde; a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes, regulando, assim, as ações e serviços de saúde no país, estabelece, em seu artigo 3º dentre os determinantes e condicionantes da saúde, o saneamento básico.

Heller (1998, p.74) aponta que a definição de saneamento apresentada pela OMS é: “saneamento constitui o controle de todos os fatores do meio físico no homem, que exercem ou podem exercer efeitos deletérios sobre seu estado de bem estar físico, mental ou social”. O autor afirma que no Brasil a tendência é considerar como integrantes do saneamento básico ações de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, drenagem pluvial e controle de vetores e doenças transmissíveis. O autor ainda alerta que apesar de vários estudos epidemiológicos investigarem a relação entre saúde e saneamento, a maioria concentra-se no abastecimento de água e esgotamento sanitário, enquanto poucos estudos abordam a relação da saúde com a limpeza urbana.

### **1.2.2 Lixo e saúde**

Os resíduos sólidos urbanos representam um problema de saúde pública, pois seu gerenciamento inadequado reflete direta e indiretamente na saúde da população (SISSINO e OLIVERIRA, 2000).

Heller (1998) explica as vias de contato homem-lixo, demonstrando as trajetórias através das quais pode ocorrer a transmissão de doenças provenientes do gerenciamento inadequado dos resíduos sólidos urbanos. Segundo o autor (Figura 1), são várias as vias de contato: direta, indireta, através de vetores mecânicos (moscas, baratas, roedores) que podem contaminar os alimentos e através de vetores biológicos (mosquitos, roedores, suínos, moscas e baratas).



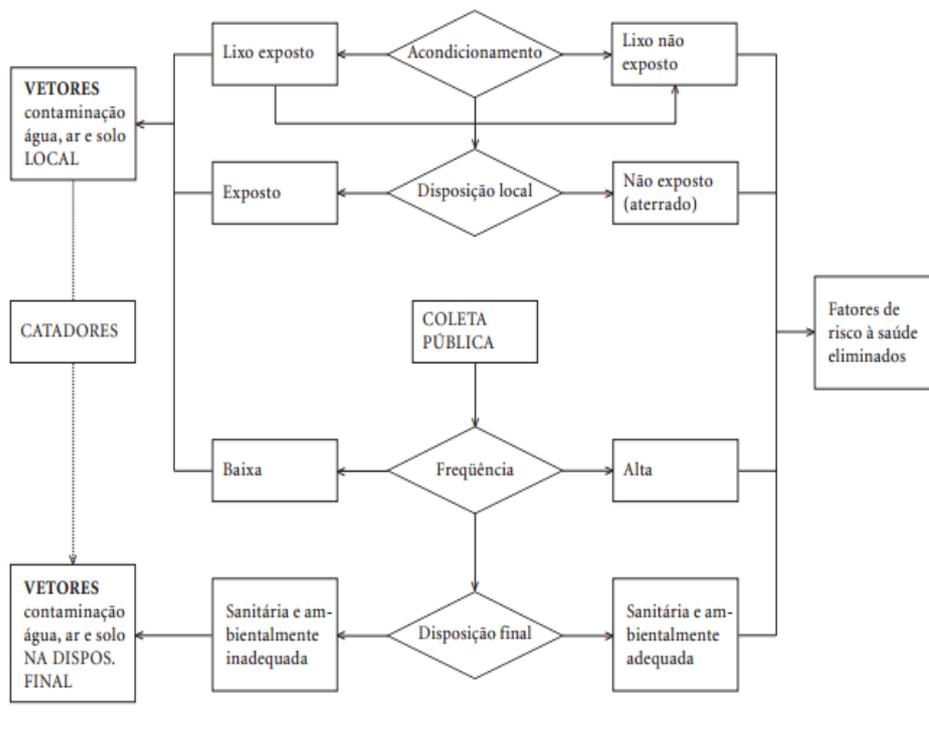
**Figura 1: Esquemas das vias de contato homem-lixo**

**Fonte: Heller (1998, p.78)**

No contato direto, o contágio ocorre através de microrganismos patogênicos como bactérias, vírus, protozoários e vermes presentes no lixo. Já no contato indireto, a transmissão pode alcançar um maior número de pessoas, pois ocorre através da contaminação do ar, do solo e da água. Quanto aos vetores, podemos citar as moscas e as baratas que podem transportar agentes etiológicos pelas patas ou outras partes do corpo, ou do trato digestivo e contaminar a própria pele do homem ou os alimentos. Já os mosquitos podem transmitir doenças como a leishmaniose, a febre amarela, a dengue e a malária, através de sua picada. Já os ratos podem transmitir doenças pelo contato direto ou indireto do homem com as fezes e urinas desses animais. As principais doenças transmitidas por ratos são: leptospirose, peste bubônica e hantavírus (FUNASA, 2009).

Os catadores, indivíduos que vivem da coleta de materiais recicláveis, também servem de vetor para a propagação de doenças originadas dos impactos dos resíduos, pois podem transmitir doenças para pessoas com quem mantém contato (FERREIRA e ANJOS, 2001). E, esse fato ganha importância quando analisado em conjunto com cálculos da Associação do Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE), de que até 1998 existiam mais de quinhentos mil catadores de lixo trabalhando oficialmente no Brasil.

Heller apresenta um modelo esquemático (Figura 2) onde relaciona a solução para as diversas etapas do manejo dos resíduos sólidos domésticos com o risco à saúde.



**Figura 2: Limpeza pública e saúde – modelo causal.**

**Fonte: Heller (1998), p.79**

Heller (1998) aponta que devido à diversidade de vias de contato, torna-se difícil a identificação do raio de influência e os agravos sobre a saúde. Ferreira e Anjo (2001) alertam que a população em geral está exposta ao consumo de carne de animais criados em vazadouros de lixos, que podem ser causadores da transmissão de doenças nos humanos.

Nesse modelo causal que relaciona limpeza pública e saúde, os riscos à saúde estão diretamente relacionados com a forma de acondicionamento, frequência da coleta pública e disposição final. O lixo exposto, a baixa frequência na coleta e a disposição ambientalmente inadequada favorecem a presença de vetores no local e/ou na disposição final, o que aumenta os riscos à saúde. Os fatores de risco à saúde são minimizados quando a frequência da coleta pública é alta e a disposição final é sanitária e ambientalmente adequada.

A Figura abaixo (Figura 3) apresenta algumas doenças causadas pela falta de tratamento ou disposição irregular de resíduos no meio ambiente, faz uma breve descrição

dessas doenças, apresenta o agente infeccioso de cada uma, seu hospedeiro e o grau de letalidade.

Doença	Descrição	Agente infeccioso	Hospedeiro	Letalidade
Toxoplasmose	Doença infecciosa causada por um protozoário, causa infecções em mamíferos e aves.	Toxoplasma gondii	Gatos, bodes e outros animais	Se não tratados levam à morte
Triquinose	Doença contraída no consumo de carne de porco ou javali mal cozidas	Trichinella spiralis	Porcos, javali e outros animais	Geralmente curável
Teníase	Pode ser benigna quando intestinal, ou maligna quando localizada em outra parte do corpo (formas larvárias)	Taenia saginata e Taenia Solium	Boi, porco e o homem	As formas larvárias podem ser fatais
Hantavirose	Manifesta-se nos rins, com febre hemorrágica e nos pulmões	Vírus da família Bunyaviridae	Ratos	45% de morte
Leptospirose	Doença infecciosa febril, aguda, potencialmente grave	Leptospira interrogans	Ratos	10% de mortes
Peste Bubônica	Causada por bactérias que entram na pele e espalham gânglios linfáticos	Yersinia pestis	Ratos e Pulgas	Se tratada 60% de mortes Não tratada 100%
Dengue	Doença infecciosa de rápida proliferação, causa febres e dores no corpo	Vírus da família Flaviviridae	Mosquitos Aedes aegypti e Aedes albopictus	Se não for hemorrágica 5% de mortes
Malária	Doença infecciosa causada por microrganismos transmitida através de picada de mosquito, causa febre violenta, dor de cabeça e náuseas	Plasmodium	Homem	Com vacinação prévia os índices são nulos
Febre Amarela	Causada por vírus de curta duração, causa febre, dor de cabeça, raquialgia, prostração, náuseas e o doente se torna icterício.	Vírus Flavivírus	Homem, macaco e mosquito Aedes aegypti	Alto índice de mortalidade

**Figura 3: Doenças mais comuns causadas pela falta de tratamento ou disposição irregular de resíduos sólidos**

Fonte: Almeida *et al* (2009, p.21).

Além das doenças causadas por agentes infecciosos, a saúde humana é ameaçada por uma série de substâncias químicas presentes no lixo (Figura 4). E nesse aspecto o lixo eletrônico apresenta várias substâncias tóxicas não biodegradáveis que podem oferecer risco à saúde humana e ao meio ambiente, como o chumbo, o mercúrio, o cádmio, o arsênio, o berílio, dentre outros. Esses elementos químicos, presentes em eletrônicos, como computador, monitor, celular e outros componentes eletrônicos, podem causar danos ao sistema nervoso, doenças de pele e câncer dentre outras enfermidades (FAVERA, 2008).

Favera (2008) aponta que além dos danos à saúde humana e ao meio ambiente, o lixo eletrônico causa problemas sociais relacionados à falta de leis que responsabilizem os fabricantes pelo descarte correto dos produtos inutilizados, a falta de fiscalização quanto ao

destino dos materiais encaminhados à reciclagem e a falta de informação ao consumidor sobre o correto descarte desses produtos. O autor cita como exemplo de problema social, o caso dos países em desenvolvimento como China , Índia e Gana que se tornaram destino para depósitos de resíduos eletrônicos enviados por empresas dos Estados Unidos e da União Européia. Esse lixo chega aos países pobres como incentivo à inclusão digital.

Componente	Efeito na Saude	Onde é usado
Chumbo	Causa danos ao sistema nervoso e sanguíneo	Computador, celular, televisão
Mercúrio	Causa danos cerebrais e ao fígado	Computador, monitor e TV de tela plana
Cádmio	Causa envenenamento, danos aos ossos, rins, pulmões e afeta o sistema nervoso	Computador, monitores de tubo antigos, baterias de laptops
Arsênico	Causa doenças de pele, prejudica o sistema nervoso e pode causar câncer no pulmão	Celular
Berílio	Causa câncer no pulmão	Computador, celular
Retardantes de chamas (BRT)	Causam desordens hormonais, nervosas e reprodutivas	Diversos componentes eletrônicos, para prevenir incêndios
PVC	Se queimado e inalado, pode causar problemas respiratórios	Em fios, para isolar corrente

**Figura 4: Componentes do lixo eletrônico e seus efeitos na saúde**

**Fonte: Favera (2008, p.4)**

Ferreira e Anjos (2001) afirmam que além de agentes químicos e biológicos, existem agentes físicos relacionados aos resíduos sólidos que podem ter efeitos prejudiciais à saúde humana. Esses agentes físicos são: o odor exalado pelos resíduos, que pode provocar náuseas e cefaleia; o ruído em excesso durante as operações de gerenciamento (transporte, trituração, compactação) que pode provocar a perda parcial ou permanente da audição, cefaleia, tensão nervosa, hipertensão e estresse; a poeira, que pode ser responsável pelo desconforto na visão e

problemas respiratórios; a vibração de equipamentos, que pode provocar lombalgias e dores no corpo. Além desses agentes físicos, os autores alertam para o fato de que objetos cortantes e perfurantes aparecem como os principais agentes de risco nos resíduos sólidos.

### **1.3 Educação e saúde**

#### **1.3.1 Educação ambiental e o gerenciamento de resíduos**

O conceito de Educação Ambiental (EA) está em fase de construção, não se apresentando perfeitamente delineado (SILVA AS, 2008). E isso ocorre, pois a evolução do conceito de EA está diretamente relacionada à evolução do conceito de meio ambiente (DIAS, 2011).

Dessa forma, o significado de Educação Ambiental vem se modificando com o passar do tempo. Segundo Tomazello e Ferreira (2001) a primeira ideia de educação ambiental referia-se à conservação do ambiente relacionado ao aspecto estético; já na década de sessenta, a proteção do ambiente estava relacionada com qualidade de vida, e tinha como princípio o bem estar; e atualmente preservação da natureza é valorizada, porém existe a exigência de um desenvolvimento sustentável.

Então, existe uma pluralidade de definições para o termo educação ambiental. No documento final produzido pela Conferência Intergovernamental de Tbilisi realizada em 1977, EA foi definida como “uma dimensão dada ao conteúdo e à prática da educação, orientada para a resolução dos problemas concretos do meio ambiente, através de um enfoque interdisciplinar e de uma participação ativa e responsável de cada indivíduo e da coletividade” (DIAS, 2011).

De acordo com o artigo primeiro da Lei 9.795, que dispõe sobre a EA e institui a Política Nacional de Educação Ambiental:

"entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade" (BRASIL, 1999-A).

De acordo com as definições citadas anteriormente percebe-se que a educação ambiental constitui um processo contínuo de aprendizagem e pressupõe mudanças de atitudes

através da aquisição de novos conhecimentos que visem à preservação e conservação do meio ambiente.

E, com o objetivo de proteger o meio ambiente, a Constituição da República Federativa do Brasil, promulgada em cinco de outubro de 1988, dedica um capítulo inteiro ao tema e afirma em seu artigo 225, que “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (BRASIL, 1988).

A Lei 6.938, que dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, afirma em seu artigo 2º que a educação ambiental deve ser ministrada em todos os níveis de ensino, com o objetivo de capacitar o indivíduo para a participação ativa na defesa do meio ambiente.

Portanto, é possível concluir que a EA pretende desenvolver nos indivíduos conhecimento, compreensão, habilidade e motivação para adquirir valores, mentalidade e atitudes necessárias para lidar com problemas ambientais e encontrar soluções sustentáveis (DIAS, 2011).

Dentre os problemas ambientais atuais encontramos a excessiva produção do lixo e seu gerenciamento. Fadini e Fadini (2001) apontam que para um correto gerenciamento de resíduos é necessário um programa de educação ambiental que preconize a não geração, reutilização e reciclagem dos resíduos. Afirmam ainda que “a solução para tal questão não depende apenas de atitudes governamentais ou decisões de empresas; deve ser fruto do empenho de cada cidadão.” É fundamental que cada cidadão conheça a questão do lixo, para que toda a sociedade alcance uma melhoria na qualidade de vida e do ambiente.

Ferreira e Anjos (2001) apontam que a educação e a conscientização da população quanto aos riscos ambientais e à saúde humana decorrentes da disposição inadequada dos resíduos são básicos para uma mudança comportamental que irá repercutir diretamente no gerenciamento de resíduos. E, nesse sentido, a PNRS estabelece em seu artigo oitavo que a educação ambiental é um de seus instrumentos.

Já a Lei nº 9795, de 27 de abril de 1999, que institui a Política Nacional de Educação Ambiental, estabelece que a EA “deve estar presente, de forma articulada em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não formal”. Acrescenta em seu

artigo 10º que “a educação ambiental será desenvolvida como uma prática integrada, contínua e permanente em todos os níveis e modalidades do ensino formal”. Essa lei estabelece ainda que a EA não deve ser implantada no currículo de ensino como uma disciplina isolada, mas sim como prática pedagógica transversal e interdisciplinar (BRASIL, 1999-A).

O ensino formal no Brasil está regulamentado pela Lei nº 9394/96 - LDB (BRASIL, 1996), que divide o sistema educacional em: Educação Básica e o Ensino Superior. A primeira é constituída por Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio. No Ensino Médio, de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (BRASIL, 1999), o aluno deverá receber uma formação geral, voltada para a pesquisa e a aquisição de novas informações possibilitando uma melhor compreensão da realidade e da sociedade. É esperado que o aluno adquira a capacidade de construir novos saberes a partir dos problemas vivenciados.

O Ensino médio representa, então, etapa final de um processo educacional que a Nação considera básica para o exercício da cidadania, base para o acesso às atividades produtivas e para o prosseguimento dos estudos. E, partindo dos princípios definidos pela LDB (Lei de Diretrizes e Bases), o ministério da Educação, elabora um novo currículo para o Ensino Médio, apoiado em competências básicas. Surgem os Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio (PCNEM), com uma proposta de contextualizar o conhecimento; evitar a compartimentalização mediante a interdisciplinaridade; e incentivar o raciocínio e a capacidade de aprender. Os objetivos da formação no Ensino Médio são alterados: é priorizado o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico em detrimento à memorização de conhecimentos que estão superados ou cujo acesso é facilitado pela tecnologia moderna.

### **1.3.2 Reflexões sobre o ENEM**

Com a finalidade de avaliar o desempenho dos alunos ao término do Ensino Médio, o Governo Federal Brasileiro instituiu o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). A avaliação, instituída pela Portaria nº 438, de 28 de maio de 1998, tem seus objetivos definidos no artigo 1º. São eles: I – Conferir ao cidadão parâmetro para auto avaliação, com vistas à

continuidade de sua formação e à sua inserção no mercado de trabalho; II- criar referência nacional para os egressos de qualquer das modalidades do Ensino Médio; III- fornecer subsídios às diferentes modalidades de acesso à educação superior; IV- constituir-se em modalidade de acesso a cursos profissionalizantes pós-médio (BRASIL, 1998).

O ENEM foi aplicado pela primeira vez em 1998 pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP)/Ministério da Educação e Cultura (MEC), e aperfeiçoado nos anos posteriores à sua aplicação, como um exame individual, de caráter voluntário. No período de 1998 a 2008, as avaliações do ENEM eram compostas por uma redação e suas questões eram desenvolvidas em torno de cinco competências e 21 habilidades, contendo 63 questões, três para cada habilidade (INEP, 2011)

A partir de 2004, com a instituição do Programa Universidade para Todos (ProUni), esse exame passa a ser utilizado como um dos critérios para seleção dos alunos que concorrem às bolsas desse programa e passa a atender mais de 3 milhões de participantes, ganhando maior importância. Através do ProUni, com os resultados obtidos na realização do ENEM, os estudantes de baixa renda passam a ter a oportunidade de obter bolsas de estudos em universidades particulares (MEC, 2008).

Em 2009, o ENEM sofre alterações substanciais. Apesar de permanecer com sua característica fundamental de avaliar competências e habilidades, já previstas nos PCNEM, desenvolvidas ao longo da educação básica, o MEC sugere que o ENEM seja utilizado como forma de unificar o ingresso nas universidades públicas federais. Apesar da Instituição de Ensino Superior Federal poder optar entre quatro opções disponibilizadas pelo MEC para utilizar a avaliação, esta deve, obrigatoriamente, fazer parte do processo seletivo da instituição, a qual deve incluir a nota do ENEM em alguma etapa do seu processo seletivo (INEP, 2011).

Após sua reformulação, em 2009, o exame passou a ser constituído de quatro provas, contendo 45 questões objetivas de múltipla escolha, versando sobre as várias áreas do conhecimento em que se organizam as atividades pedagógicas da educação básica no Brasil e uma proposta de redação. A prova fornece quatro notas diferentes, uma para cada área do conhecimento avaliada e não há diferenciação dos pesos, podendo a instituição de Ensino Superior utilizar pesos diferenciados entre as áreas para classificar os candidatos, de acordo com o curso pleiteado.

O “Novo ENEM” é estruturado na metodologia da Teoria da Resposta ao Item (TRI), que garante a comparação das notas entre diferentes edições, considerando o grau de dificuldade das questões. Dessa forma, as questões mais difíceis valem mais que as menos complexas, no cálculo final da nota.

As provas passam a ser estruturadas em quatro áreas do conhecimento:

I – Linguagens, códigos e suas tecnologias e redação, compreendendo os seguintes componentes curriculares: língua portuguesa, artes e educação física.

II- Matemática e suas tecnologias

III – Ciências humanas e suas tecnologias, compreendendo história, geografia, filosofia e sociologia.

IV – Ciências da Natureza e suas tecnologias, compreendendo química, física e biologia.

Com o “Novo ENEM”, o MEC visa democratizar as oportunidades de acesso às vagas federais de Ensino Superior e possibilitar a mobilidade acadêmica do aluno pelo país, pois o aluno pode fazer o ENEM na sua cidade e participar do processo seletivo de qualquer universidade federal do país. Além disso, o ENEM visa à reformulação do currículo do Ensino Médio.

A avaliação deveria avaliar a parte comum do currículo, visto que o currículo deve ser composto por uma parte comum e outra diversificada, conforme LDB (BRASIL, 1996).

Art. 26: Os currículos do ensino fundamental e médio devem ter uma base nacional comum, a ser complementada, em cada sistema de ensino e estabelecimento escolar, por uma parte diversificada exigida pelas características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e da clientela.

Porém, Minhoto (2009) afirma que o ENEM coloca em xeque a autonomia curricular dos sistemas de ensino, na medida em que expande progressiva e significativamente sua função de selecionar os jovens para o Ensino Superior, possibilitando a intervenção e o controle do estado sobre essa etapa da escolarização.

Afirmações retiradas do Relatório Final do ENEM/98 (Brasil, MEC/INEP. 1999) sugerem que desde 1998, o exame não estava predominantemente fundamentado em um

currículo mínimo comum das escolas brasileiras, e o seu objetivo principal não era avaliar conteúdos ensinados nessas instituições. De acordo com esse relatório, o exame pode ser considerado como:

“ (...) inovador na medida em que as questões organizaram-se em termos de soluções de problemas com características interdisciplinares e contextualização dos enunciados em situações do cotidiano, presentes não só nos livros didáticos, mas em jornais, revistas e periódicos” (BRASIL, MEC/INEP. 1998, p.19).

O relatório produzido pelo MEC/INEP, no segundo ano de aplicação do exame reitera essa ideia, quando atribui ao ENEM a seguinte função: “constitui-se de poderoso indutor de mudanças, favorecendo a implantação da reforma curricular do ensino médio” (BRASIL. MEC/INEP.1999. p.8)

Dessa forma, parece não haver uma relação entre o currículo previamente estabelecido e as avaliações implementadas, visto que o ENEM tem como base uma matriz de competências e de habilidades elaboradas especificamente para esse fim (MINHOTO, 2009).

Sendo um dos objetivos do ENEM a reestruturação curricular, é fundamental que o binômio lixo/saúde seja abordado nessa avaliação sob pena de acarretar a ausência desse tema nos diversos currículos nacionais de Ensino Médio e livros didáticos.

## **2 OBJETIVO GERAL**

Analisar a importância do binômio lixo/saúde no ENEM.

## **3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Investigar com que frequência o tema lixo aparece nas avaliações do ENEM, nas edições de 1998 até 2011.
- Verificar se há associação entre lixo e saúde nas questões do ENEM.
- Identificar os assuntos abordados nas questões que envolvem o tema lixo nessas avaliações.

## 4 METODOLOGIA

Esta é uma pesquisa de caráter exploratório, pois “o tema escolhido ainda não foi detalhadamente estudado, portanto não existem muitos dados” (COSTA e COSTA, 2011, p.37). Foi utilizada uma abordagem qualitativa (BARDIN, 2011), onde o objetivo foi compreender de que forma o tema lixo vem sendo explorado nas avaliações do ENEM e se este faz associação desse tema com a saúde humana.

Foram analisadas as avaliações do ENEM correspondentes ao período de 1998 até 2011, incluindo assim todas as edições desde a sua criação, exceto a edição de 2012, que não foi incluída nesse estudo, pois até o momento (maio/2013) esta avaliação não foi disponibilizada pelo INEP, em seu site, para consulta.

Quanto ao tipo de pesquisa, esta pode ser classificada como análise documental, que pode ser definida como “uma operação ou um conjunto de operações visando representar o conteúdo de um documento sob uma forma diferente ou original, a fim de facilitar, num estudo ulterior, a sua consulta e referência” (CHAUMIER, 1988 apud BARDIN, 2011, p.51).

Foi escolhida como metodologia a análise de conteúdo que é definida como “um conjunto de técnicas de análise das comunicações que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo e das mensagens” (BARDIN, 2011, p.44).

Após o acesso as avaliações através do site <http://portal.inep.gov/web/ENEM/download>, foi realizada uma “leitura flutuante”, que segundo Bardin (2011) significa “estabelecer contato com os documentos a analisar e conhecer o texto deixando-se invadir por impressões e orientações”.

Após essa leitura inicial, foi realizada outra leitura, agora mais atenciosa, na tentativa de identificar as questões que exploravam o tema lixo. Foi preciso analisar uma questão conceitual: qual conceito de lixo utilizar para selecionar as questões? Foi necessário voltar ao referencial teórico e optou-se pelo conceito de lixo apresentado pela PNRS, em seu artigo 3º, inciso XVI, que define resíduos sólidos da seguinte forma:

Resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para

isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível” (BRASIL, 2010).

Nova leitura do material foi realizada, agora comparando as questões com o conceito definido.

Após a seleção das questões, foi montado um banco de dados com essas questões. Foi verificado com que frequência esse tema apareceu ao longo dos anos. A análise de conteúdo e registro dos dados obtidos foram , então, iniciadas.

Para registro dos dados, foi feita a opção pelo tema como unidade de registro. Tema, segundo Bardin (2011) é a unidade de significação que se liberta naturalmente de um texto analisado. Nessa análise temática, a contagem de um ou vários temas ou itens de significação é realizada em uma unidade de codificação previamente determinada, que nesse estudo é cada questão da avaliação.

Após a análise temática, os temas foram classificados em categorias, de acordo com o que cada um deles tem em comum com outros, com o objetivo de fornecer representação simplificada dos dados brutos. Esse processo exigiu várias leituras do material selecionado e releitura do referencial teórico, e implicou na elaboração de várias versões do sistema categórico.

Ficou estabelecido o seguinte sistema de categorias:

- 1- Aproveitamento energético dos Resíduos Sólidos (RS)
- 2- Catadores de materiais reutilizáveis ou recicláveis
- 3- Coleta seletiva
- 4- Compostagem
- 5- Disposição final ambientalmente adequada
- 6- Padrões sustentáveis de produção e consumo
- 7- Reciclagem
- 8- Relação lixo-desastre
- 9- Relação lixo-saúde
- 10- Resíduos perigosos
- 11- Outros

Em alguns casos, a mesma questão da prova do ENEM foi classificada em mais de uma categoria temática, pois explorava vários assuntos relacionados a resíduos. Foram analisados o enunciado e cada alternativa de cada questão, tornando o estudo mais abrangente.

Por fim, foi realizada a análise dos resultados encontrados, observando com que frequência cada categoria apareceu ao longo dos anos e uma breve análise do assunto explorado em cada questão selecionada foi efetuada. Nessa etapa foram consultados artigos, dissertações e teses, além da legislação pertinente. Nessa etapa, os objetivos foram identificar a importância do tema para a sociedade, e avaliar a importância de sua inclusão nos currículos de Ensino Médio das escolas brasileiras.

Finalizando o estudo, os assuntos explorados nas questões que abordavam o tema lixo nas avaliações do ENEM, desde sua primeira edição, foram organizados de acordo com as categorias metodológicas definidas nesse estudo. As questões foram agrupadas em ordem cronológica de aplicação das avaliações do ENEM e não por categorias, pois uma mesma questão pode apresentar várias categorias.

## 5 RESULTADOS

Foram analisadas dezenove cadernos de provas do ENEM, correspondendo ao período de 1998 a 2011: um caderno por ano, de 1998 até 2008, dois cadernos corresponderam ao ano de 2009, quatro ao ano de 2010 e dois ao ano de 2011. A edição de 2012 não foi incluída nesse estudo, pois até a presente data (maio/13) não foi disponibilizada pelo INEP.

As provas correspondentes ao período de 1998 a 2008 eram realizadas em um único dia e possuíam um único caderno composto de sessenta e três questões interdisciplinares, de múltipla escolha, cada uma com cinco alternativas, e uma proposta de redação, totalizando, nesse período, 693 questões.

A partir de 2009, o ENEM foi reformulado e passou a ser constituído de dois cadernos de provas, contendo 90 questões cada um, totalizando 180 questões e uma proposta de redação. O exame, então, passou a ser aplicado em dois dias.

No ano de 2010, devido a problemas na primeira aplicação do exame, foi realizada uma segunda aplicação. Esse estudo analisou os dois cadernos de 2009, os quatro de 2010 e os dois de 2011, totalizando 720 questões. O estudo analisou ao todo 1413 questões, sendo 693 até o ano de 2008 e 720 do “Novo ENEM” (2009 até 2011).

Esse estudo identificou 34 questões abordando o tema lixo, durante os 13 anos analisados, distribuídos como mostra o quadro 1.

Ano	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Total
Nº de questões	0	3	1	2	1	2	1	3	1	2	2	4	7	5	34

**Quadro 1: Distribuição do número de questões envolvendo o tema lixo, ao longo dos anos.**

Foi observado que apenas no ano de 1998 o tema lixo não foi abordado nas avaliações do ENEM. Em todos os outros anos o tema foi abordado, embora de forma inexpressiva. E, foi encontrado um número maior de questões sobre lixo em 2010, porém é preciso lembrar que no ano citado houve reaplicação, totalizando quatro cadernos de provas e, conseqüentemente, trezentas e sessenta questões, justificando assim o aumento.

A análise incluiu todas as questões. Todas as áreas conhecimento do conhecimento presentes no “Novo ENEM” foram analisadas, visto que o ENEM se propõe a ser interdisciplinar. Dessa forma, o tema lixo poderia se abordado em qualquer uma das quatro áreas do conhecimento, a saber: linguagem, códigos e suas tecnologias; matemática e suas tecnologias; ciências humanas e suas tecnologias; e ciências da natureza e suas tecnologias.

Como pode ser observado no quadro 2, o tema lixo esteve presente em todas as áreas do conhecimento, atendendo assim ao critério da interdisciplinaridade.

Área do conhecimento	2009	2010	2011	Total
I-Linguagens, Códigos e suas Tecnologias	2		1	3
II- Matemática e suas Tecnologias		3		3
III-Ciências Humanas e suas Tecnologias		1		1
IV- Ciências da Natureza e suas Tecnologias	2	3	4	9

**Quadro 2: Distribuição do número de questões envolvendo o tema lixo, por área do conhecimento, no período de 2009 a 2011.**

A área do conhecimento Ciências da Natureza e suas Tecnologias apresentou o maior número de questões sobre lixo. Nessa área do conhecimento, o tema esteve presente em todas as edições do ENEM, exceto na segunda aplicação do ano 2010, totalizando nove questões ao longo dos três anos.

A área que menos contemplou o tema foi Ciências Humanas e suas Tecnologias, com apenas uma questão na primeira aplicação de 2010. Já nas áreas Linguagens, códigos e suas tecnologias; e Matemática e suas Tecnologias foram encontradas três questões em cada área, durante o período de 2009 a 2011.

Importante destacar, como ponto positivo, que em 2011 a questão sobre lixo presente na área Linguagens, Códigos e suas Tecnologias estava presente na prova de língua estrangeira (espanhol), reafirmando, dessa forma, o caráter interdisciplinar dessa avaliação.

E, como ponto negativo, cabe aqui registrar que nas catorze edições do ENEM analisadas nesse estudo não se encontrou nenhuma proposta de redação que envolvesse de alguma forma a temática lixo.

A partir da análise do quadro 3, onde são apresentados o número de questões relacionadas a cada categoria criada, foi observado que a categoria disposição final

ambientalmente adequada é a mais frequente, aparecendo em onze questões; em segundo lugar aparece a categoria reciclagem, presente em oito questões; e a categoria relação lixo-saúde esteve presente em apenas cinco questões.

Categorias	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Total
1. Aproveitamento energético dos RS					1						1			2	4
2. Catadores de materiais reutilizáveis ou recicláveis						1								1	2
3. Coleta seletiva	1					1			1					1	4
4. Compostagem												1	1		2
5. Disposição final ambientalmente adequada			1	1						1	1	2	3	2	11
6. Padrões sustentáveis de produção e consumo										1	1	2		2	6
7. Reciclagem		1				2	1	1				1	1	1	8
8. Relação lixo-desastre		1										1		1	3
9. Relação lixo-saúde		1		1								1	1	1	5
10. Resíduos perigosos				1				1		1			1		4
11. Outros		1						1					3		5

**Quadro 3: Distribuição das questões que abordam o tema lixo de acordo com as categorias definidas.**

Para efeito de definição das categorias foram utilizados os seguintes conceitos:

- 1- Aproveitamento energético dos RS: obtenção de energia a partir de resíduos sólidos urbanos (HENRIQUES, 2004).
- 2- Catadores de materiais reutilizáveis ou recicláveis: pessoas físicas de baixa renda que se dedicam às atividades de coleta, de triagem, de beneficiamento, de processamento, de transformação e de comercialização de materiais reutilizáveis e recicláveis (DECRETO nº 7.405 de 2010, Programa Pró-catador).
- 3- Coleta seletiva: coleta de resíduos sólidos previamente separados de acordo com sua constituição e composição, devendo ser implementada pelos municípios como forma de encaminhar as ações destinadas ao atendimento do princípio da hierarquia na gestão de resíduos sólidos, dentre as quais está incluída a reciclagem (BRASIL, 2010).

- 4- Compostagem: processo controlado de decomposição microbiana de oxidação e de oxigenação de uma massa heterogênea de matéria orgânica, no estado sólido e úmido (Kiehl, 2004).
- 5- Disposição final ambientalmente adequada: distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos (BRASIL, 2010).
- 6- Padrões sustentáveis de produção e consumo: produção e consumo de bens e serviços de forma a atender as necessidades das atuais gerações e permitir melhores condições de vida, sem comprometer a qualidade ambiental e o atendimento das necessidades das gerações futuras (PNRS, 2010).
- 7- Reciclagem: Processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos (BRASIL, 2010).
- 8- Relação lixo-desastre: As enchentes e os escorregamentos ou deslizamentos de terra estão entre os desastres mais frequentes no Brasil e geralmente ocorrem em virtude de degradação de áreas resultantes de desmatamento e ocupação irregular, inclusive por lixo (VIEIRA, 2011).
- 9- Relação lixo-saúde: Os resíduos sólidos urbanos representam um problema de saúde pública, pois o seu gerenciamento inadequado reflete direta e indiretamente na saúde da população (SISSINO e OLIVEIRA, 2000).
- 10- Resíduos perigosos: aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica (BRASIL, 2010).
- 11- Outros: Essa categoria contempla questões nas quais o tema lixo é abordado, porém não se enquadra em nenhuma das categorias descritas acima. Em alguns casos serve apenas para contextualizar uma situação-problema.

Em cada categoria metodológica foram encontrados os seguintes assuntos nas questões analisadas:

- 1- Aproveitamento energético dos RS:

- 1.1- Produção de energia elétrica a partir de resíduos orgânicos;
  - 1.2- Produção de energia elétrica através da incineração;
  - 1.3- Produção de energia e fertilizantes utilizando biodigestores;
  - 1.4- Biodigestores.
- 2- Catadores de materiais reutilizáveis ou recicláveis:
- 2.1- Aspectos econômicos;
  - 2.2- Aspectos sociais;
- 3- Coleta seletiva:
- 4- Compostagem:
- 4.1- Reciclagem de materiais para o solo;
  - 4.2- Aproveitamento do lixo orgânico domiciliar.
- 5- Disposição final ambientalmente adequada:
- 5.1- Diferença entre lixão, aterro controlado e aterro sanitário;
  - 5.2- Contaminação do lençol freático por aterro sanitário;
  - 5.3- Disposição final do lixo eletrônico;
  - 5.4 - Disposição final de pilhas e baterias;
  - 5.5- Problemas ambientais e de saúde pública relacionados aos lixões;
- 6- Padrões sustentáveis de produção e consumo:
- 6.1- Consumismo;
  - 6.2- Obsolescência;
  - 6.3- Vantagens e desvantagens do uso de sacolas plásticas.
- 7- Reciclagem:
- 7.1- Reciclagem de papel;
  - 7.2- Reciclagem de embalagem tetra-pak;
  - 7.3- Reciclagem de latas de alumínio;
  - 7.4- Reciclagem de plástico, vidro e metal;

- 7.5- Reciclagem de sacolas plásticas;
- 7.6- Reciclagem de pilhas e baterias.
- 8- Relação lixo-desastre:
  - 8.1- Enchentes e inundações;
  - 8.2- Deslizamentos de terra: desastre do Morro do Bumba, Niterói, RJ.
- 9- Relação lixo-saúde:
  - 9.1- Leptospirose;
  - 9.2- Consequência da exposição humana a resíduos radioativos;
  - 9.3- Resíduos com metais pesados e a saúde humana;
  - 9.4- Problemas de saúde pública relacionados aos lixões.
- 10- Resíduos perigosos:
  - 10.1- Resíduos radioativos.
- 11- Outros:
  - 11.1- Energia desperdiçada na produção de resíduos sólidos;
  - 11.2- Manejo do lixo;
  - 11.3- Descarte de óleo utilizado em frituras;
  - 11.4- Descarte de sacolas plásticas;
  - 11.5- Reutilização de materiais descartados.

Embora o número de questões sobre lixo presentes nas edições do ENEM seja pequeno, apenas 34 em catorze anos, é importante destacar a variedade de assuntos abordados nessas questões e a profundidade com que esses assuntos foram tratados.

## 6 DISCUSSÃO

### 6.1 ENEM 1998

Após a análise da edição do ENEM de 1998, composta por uma proposta de redação e 63 questões, não foram encontradas questões envolvendo o tema lixo. Porém, nesse exame, foi encontrado um texto retirado da revista “Superinteressante”, onde há referência à quantidade de lixo doméstico produzido por habitante e à composição desse lixo. Esse texto serve de apoio para a resolução de três questões: questões 47, 48 e 49 da prova amarela (Figura 5). Porém, em nenhuma das três questões o tema lixo é explorado.

---

**Seguem abaixo alguns trechos de uma matéria da revista “Superinteressante”, que descreve hábitos de um morador de Barcelona (Espanha), relacionando-os com o consumo de energia e efeitos sobre o ambiente.**

- I. *“Apenas no banho matinal, por exemplo, um cidadão utiliza cerca de 50 litros de água, que depois terá que ser tratada. Além disso, a água é aquecida consumindo 1,5 quilowatt-hora (cerca de 1,3 milhões de calorias), e para gerar essa energia foi preciso perturbar o ambiente de alguma maneira...”*
  - II. *“Na hora de ir para o trabalho, o percurso médio dos moradores de Barcelona mostra que o carro libera 90 gramas do venenoso monóxido de carbono e 25 gramas de óxidos de nitrogênio ... Ao mesmo tempo, o carro consome combustível equivalente a 8,9 kwh.”*
  - III. *“Na hora de recolher o lixo doméstico... quase 1 kg por dia. Em cada quilo há aproximadamente 240 gramas de papel, papelão e embalagens; 80 gramas de plástico; 55 gramas de metal; 40 gramas de material biodegradável e 80 gramas de vidro.”*
- 47** No trecho I, a matéria faz referência ao tratamento necessário à água resultante de um banho. As afirmações abaixo dizem respeito a tratamentos e destinos dessa água. Entre elas, a mais plausível é a de que a água:
- (A) passa por peneiração, cloração, floculação, filtração e pós-cloração, e é canalizada para os rios.
  - (B) passa por cloração e destilação, sendo devolvida aos consumidores em condições adequadas para ser ingerida.
  - (C) é fervida e clorada em reservatórios, onde fica armazenada por algum tempo antes de retornar aos consumidores.
  - (D) passa por decantação, filtração, cloração e, em alguns casos, por fluoretação, retornando aos consumidores.
  - (E) não pode ser tratada devido à presença do sabão, por isso é canalizada e despejada em rios.
- 
- 48** Também com relação ao trecho I, supondo a existência de um chuveiro elétrico, pode-se afirmar que:
- (A) a energia usada para aquecer o chuveiro é de origem química, transformando-se em energia elétrica.
  - (B) a energia elétrica é transformada no chuveiro em energia mecânica e, posteriormente, em energia térmica.
  - (C) o aquecimento da água deve-se à resistência do chuveiro, onde a energia elétrica é transformada em energia térmica.
  - (D) a energia térmica consumida nesse banho é posteriormente transformada em energia elétrica.
  - (E) como a geração da energia perturba o ambiente, pode-se concluir que sua fonte é algum derivado do petróleo.
- 
- 49** Com referência ao trecho II, pode-se afirmar que:
- (A) um automóvel produz monóxido de carbono pelo fato de que a queima dos combustíveis utilizados não é completa.
  - (B) pode-se concluir que o automóvel em questão não utiliza o álcool como combustível.
  - (C) a produção de óxido de nitrogênio contribui para a chuva ácida.
  - (D) o texto está equivocado, pois os óxidos de nitrogênio lançados na atmosfera não têm qualquer relação com o automóvel.
  - (E) caso o automóvel fosse elétrico, não poluiria o ambiente com monóxido de carbono, mas lançaria ao ar radiações eletromagnéticas prejudiciais à saúde.
- 

Figura 5: Questões 47,48 e 49 da prova amarela do ENEM do ano de 1998.

Ao elaborar essa avaliação, o examinador perdeu a oportunidade de explorar a questão da quantidade de lixo doméstico produzido por habitante e estimular que esse conteúdo fosse desenvolvido nas salas de aula de todo o país, de forma a incentivar a redução da geração desse resíduo.

Segundo definição da Lei Federal nº 12305/ 10 (PNRS), os resíduos domiciliares, isto é, aqueles originários de atividades domésticas em residências urbanas e os resíduos de limpeza urbana, aqueles originários de varrição, limpeza de logradouros e vias públicas, formam os resíduos sólidos urbanos (RSU). E, segundo dados da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - ABRELPE (2011), houve um aumento de 0,8% no índice de geração *per capita* de RSU e um acréscimo de 1,8% na quantidade total gerada, do período de 2010 para 2011, superando o crescimento da população urbana para o mesmo período, que foi de 0,9%. Assim, nesse período, a geração de resíduos cresceu duas vezes mais do que a população. Esses números mostram que esse tema merecia maior espaço na avaliação do ENEM, de forma a estimular a discussão dentro das escolas, favorecendo a conscientização da população.

## **6.2 ENEM 1999**

A edição do ENEM de 1999 segue o mesmo padrão da edição do ano anterior, sendo composta por uma proposta de redação e 63 questões. E, após a análise dessa avaliação foram obtidas três questões abordando o tema lixo: questão 12 (Figura 6), questão 55 (Figura 7), e questão 63 (Figura 8), todas referentes ao caderno amarelo de provas. Foram encontradas as seguintes categorias metodológicas na análise dessas questões: coleta seletiva; saúde/doença; reciclagem; relação lixo-desastre; e outros.

A questão 12 (Figura 6) aborda a temática da energia gasta para a produção de alumínio e o desperdício de energia representado pela produção de resíduos sólidos urbanos compostos por alumínio, e foi enquadrada na categoria temática “outros”, estabelecida na metodologia desse estudo.

Ao se comparar os dados atuais com aqueles fornecidos pela avaliação do ENEM em 1999 percebe-se um aumento significativo na produção de alumínio: em 1985, a produção

brasileira de alumínio era da ordem de 550 000 toneladas. Segundo dados da ABRELPE (2011), a produção de alumínio primário no Brasil atingiu 1 440 000 toneladas em 2011.

---

**12** O alumínio se funde a  $666^{\circ}\text{C}$  e é obtido à custa de energia elétrica, por eletrólise – transformação realizada a partir do óxido de alumínio a cerca de  $1\,000^{\circ}\text{C}$ .

*A produção brasileira de alumínio, no ano de 1985, foi da ordem de 550 000 toneladas, tendo sido consumidos cerca de 20kWh de energia elétrica por quilograma do metal. Nesse mesmo ano, estimou-se a produção de resíduos sólidos urbanos brasileiros formados por metais ferrosos e não-ferrosos em 3 700 t/dia, das quais 1,5% estima-se corresponder ao alumínio.*

([Dados adaptados de] FIGUEIREDO, P. J. M. *A sociedade do lixo: resíduos, a questão energética e a crise ambiental*. Piracicaba: UNIMEP, 1994)

Suponha que uma residência tenha objetos de alumínio em uso cuja massa total seja de 10kg (painéis, janelas, latas etc.). O consumo de energia elétrica mensal dessa residência é de 100kWh. Sendo assim, na produção desses objetos utilizou-se uma quantidade de energia elétrica que poderia abastecer essa residência por um período de

- (A) 1 mês.
  - (B) 2 meses.
  - (C) 3 meses.
  - (D) 4 meses.
  - (E) 5 meses.
- 

**Figura 6: Questão 12 da prova amarela do ENEM do ano 1999.**

Esses números, por si só, já revelam a relevância do tema. Porém a questão não explorou soluções de como reduzir o consumo, reutilizar e/ou reciclar. Apenas apontou o problema: gasto de energia.

A reciclagem de alumínio tem sido realizada de forma intensiva no Brasil. A ABRELPE (2011) aponta que em 2010 o Brasil reciclou 439 toneladas de alumínio, o correspondente a 33,8% do consumo doméstico desse material registrado no período, e garantindo ao Brasil posição de destaque no cenário internacional, cuja média mundial é de 27% para o ano 2009. Segundo o Panorama de Resíduos Sólidos 2011 (ABRELPE, 2011), o Brasil é o líder mundial em reciclagem de latas de alumínio, tendo atingido em 2010 o índice de 97,6%.

Ao contrário da questão 12, analisada anteriormente, que apenas aponta o problema do gasto energético para produção de alumínio, encontramos no ENEM 1999 a questão 55 (Figura 7) que propõe ações para evitar que novas áreas sejam desmatadas para suprir a produção crescente de papel.

Essa questão foi classificada nas seguintes categorias estabelecidas na metodologia desse estudo: reciclagem e coleta seletiva.

- 
- 55** Com o uso intensivo do computador como ferramenta de escritório, previu-se o declínio acentuado do uso de papel para escrita. No entanto, essa previsão não se confirmou, e o consumo de papel ainda é muito grande. O papel é produzido a partir de material vegetal e, por conta disso, enormes extensões de florestas já foram extintas, uma parte sendo substituída por reflorestamentos homogêneos de uma só espécie (no Brasil, principalmente eucalipto).
- Para evitar que novas áreas de florestas nativas, principalmente as tropicais, sejam destruídas para suprir a produção crescente de papel, foram propostas as seguintes ações:
- I. Aumentar a reciclagem de papel, através da coleta seletiva e processamento em usinas.
  - II. Reduzir as tarifas de importação de papel.
  - III. Diminuir os impostos para produtos que usem papel reciclado.
- Para um meio ambiente global mais saudável, apenas
- (A) a proposta I é adequada.
  - (B) a proposta II é adequada.
  - (C) a proposta III é adequada.
  - (D) as propostas I e II são adequadas.
  - (E) as propostas I e III são adequadas.
- 

**Figura 7: Questão 55 da prova amarela do ano de 1999.**

Essa questão faz uma reflexão sobre pontos importantes: apesar do uso intensivo do computador, o uso de papel para a escrita não diminuiu. Segundo dados da Associação Brasileira de Celulose e Papel - BRACELPA (ABRELPE, 2011), a produção do tipo de papel utilizado para imprimir e escrever aumentou de 2152 milhões de toneladas em 2001, para 2682 toneladas em 2011, no Brasil.

Outra reflexão importante é sobre a necessidade de destruir florestas nativas e substituir por áreas de reflorestamentos homogêneos de uma só espécie, geralmente eucalipto. Como bem salienta Viana (2004) no documento intitulado “*O eucalipto e os efeitos ambientais do seu plantio em larga escala*”, existem interpretações antagônicas quanto aos impactos ambientais e sociais do reflorestamento de eucalipto em larga escala, como os efeitos favoráveis e adversos.

Com relação aos efeitos adversos o autor aponta que

“ em síntese, os efeitos ambientais adversos do plantio de eucalipto mais ressaltados por aqueles que se posicionam contrariamente a ele são: a retirada de água do solo, tornando o balanço hídrico deficitário, com rebaixamento do lençol freático e até o secamento de nascentes; o empobrecimento de nutrientes do solo, bem como seu ressecamento; a desertificação de amplas áreas, pelos efeitos alelopáticos<sup>2</sup> sobre outras formas de vegetação e a consequente extinção da fauna; a ocupação de extensas glebas de terra, que poderiam estar produzindo alimentos; a criação de empregos apenas durante a implantação do plantio, mesmo assim para mão-de-obra desqualificada, com baixos salários, e o estímulo ao êxodo rural e o consequente inchaço das metrópoles” (VIANA, 2004, p.9).

---

<sup>2</sup> Efeito alelopático : o eucalipto pode criar no solo condições desfavoráveis ao crescimento de outras plantas, o que pode resultar, ao longo prazo, no desaparecimento do ecossistema original (VIANA, 2004).

O autor também cita que algumas pessoas como o engenheiro agrônomo Nelson Barbosa Leite apontam efeitos favoráveis do plantio de florestas homogêneas. E, acrescenta que, segundo esse engenheiro, o eucalipto não seca e não empobrece o solo, e a atividade produtiva baseada nas plantações de eucaliptos gera muitos benefícios sociais e econômicos, como recuperação de solos exauridos por queimadas, controle da erosão, absorção de 10 toneladas hectare/ano de carbono da atmosfera, diminuindo o aquecimento global e combatendo o efeito estufa.

Discussões a parte, deve-se compreender que só o plantio de novas árvores, seja floresta homogênea ou nativa, não representa a solução para suprir a produção de papel. É necessário diminuir o consumo. O sociólogo Marcelo Calazans, em palestra durante o *II Seminário Nacional de Plantações Florestais – Uma Visão Global*, realizado pela Associação Mineira de defesa do Ambiente em 09/04/2003 em Belo Horizonte, MG, “questiona o fato de que, se todos os habitantes do Planeta consumissem papel tal como consomem o alemão, o francês, o americano e o canadense, quantos milhões e milhões de hectares teriam de ser plantadas no Planeta inteiro”.

A reciclagem representa uma solução complementar. E a BRACELPA aponta que o Brasil registrou uma taxa de recuperação de papéis de 46% em 2009, enquanto Coreia do Sul teve uma taxa de 91,6%, Alemanha, 84,8% e Japão, 79,3% (ABRELPE, 2011). Esse índice, segundo ABRELPE (2011), é obtido pela divisão da taxa de recuperação de papéis recuperáveis pela quantidade de papéis recicláveis consumidos no mesmo período. Observa-se que o Brasil tem um índice bem menor que Coreia do Sul, Alemanha e Japão. Então, torna-se necessário, estimular a coleta seletiva e a reciclagem.

Porém só essas ações não são suficientes. É necessário conscientizar a população para a necessidade de reduzir o consumo, consumir com responsabilidade, reduzindo o desperdício. E a escola, através da educação básica, é um lugar propício para essas reflexões. E o ENEM, como reorientador de currículos deve contribuir para essas ações.

Já a questão 62 (Figura 8) da prova amarela do ENEM 1999 faz uma abordagem mais detalhada da relação entre lixo, enchentes e saúde. Essa questão foi classificada nas seguintes categorias estabelecidas na metodologia desse estudo: relação lixo- saúde; e relação lixo-desastres.

A questão apresenta de forma contextualizada a relação entre lixo, roedores, enchentes e leptospirose, mostrando como o acúmulo de lixo em locais indevidos pode prejudicar a saúde humana.

---

**62 Casos de leptospirose crescem na região**

*M.P.S. tem 12 anos e está desde janeiro em tratamento de leptospirose. Ela perdeu a tranqüilidade e encontrou nos ratos, (...), os vilões de sua infância. "Se eu não os matar, eles me matam", diz. Seu medo reflete um dos maiores problemas do bairro: a falta de saneamento básico e o acúmulo de lixo...*

(O Estado de S. Paulo, 31/07/1997)

**Oito suspeitos de leptospirose**

*A cidade ficou sob as águas na madrugada de anteontem e, além de 120 desabrigados, as inundações estão fazendo outro tipo de vítimas: já há oito suspeitas de casos de leptospirose (...) transmitida pela urina de ratos contaminados.*

(Folha de S. Paulo, 12/02/1999)

As notícias dos jornais sobre casos de leptospirose estão associadas aos fatos:

- I. Quando ocorre uma enchente, as águas espalham, além do lixo acumulado, todos os dejetos dos animais que ali vivem.
- II. O acúmulo de lixo cria ambiente propício para a proliferação dos ratos.
- III. O lixo acumulado nos terrenos baldios e nas margens de rios entope os bueiros e compromete o escoamento das águas em dias de chuva.
- IV. As pessoas que vivem na região assolada pela enchente, entrando em contato com a água contaminada, têm grande chance de contrair a leptospirose.

A seqüência de fatos que relaciona corretamente a leptospirose, o lixo, as enchentes e os roedores é:

- (A) I, II, III e IV
  - (B) I, III, IV e II
  - (C) IV, III, II e I
  - (D) II, IV, I e III
  - (E) II, III, I e IV
- 

Figura 8: Questão 62 da prova amarela do ENEM do ano de 1999.

A leptospirose, doença causada por bactérias do gênero *Leptospira*, e transmitida ao ser humano através da urina de roedores, representa um grave problema de saúde pública no Brasil. Esse fato acarreta danos sociais e econômicos devido à sua alta incidência e percentual significativo das internações, alto custo hospitalar e perdas de dias de trabalho, como também por sua letalidade (BRASIL, 2009).

O Ministério da Saúde (2011) informa que para evitar a presença de roedores, como o rato de esgoto, principal transmissor da leptospirose, é necessário acondicionar o lixo em sacos plásticos ou em latões de metal com tampa, armazenando-o em locais altos, até que seja coletado. Acrescenta, ainda, que é necessário colocar o lixo para coleta pouco antes do lixeiro passar, em locais determinados pelo Serviço de Limpeza Urbana.

A leptospirose tem alta incidência no Brasil e em países tropicais em desenvolvimento, pois a alta concentração de populações em áreas sem adequada infraestrutura sanitária, com infestações de roedores, e presença de estações chuvosas associadas à inundações, predispõe o homem ao contato com águas contaminadas e facilitam a ocorrência

de surtos da doença (BRASIL, 2009). Dessa forma, investimentos no setor de saneamento básico com melhoria nas condições sanitárias, coleta de lixo e controle de roedores auxiliaria na diminuição de casos dessa enfermidade.

### 6.3 ENEM 2000

Após a análise das 63 questões que compõem o caderno de provas do ENEM do ano 2000, foi encontrada apenas uma questão referente ao tema lixo, a questão 47 da prova amarela (Figura 9). Esta questão foi classificada na categoria disposição final ambientalmente adequada, descrita na metodologia desse estudo.

**47**

Um dos grandes problemas das regiões urbanas é o acúmulo de lixo sólido e sua disposição. Há vários processos para a disposição do lixo, dentre eles o aterro sanitário, o depósito a céu aberto e a incineração. Cada um deles apresenta vantagens e desvantagens.

Considere as seguintes vantagens de métodos de disposição do lixo:

- I diminuição do contato humano direto com o lixo;
- II produção de adubo para agricultura;
- III baixo custo operacional do processo;
- IV redução do volume de lixo.

A relação correta entre cada um dos processos para a disposição do lixo e as vantagens apontadas é:

	Aterro sanitário	Depósito a céu aberto	Incineração
(A)	I	II	I
(B)	I	III	IV
(C)	II	IV	I
(D)	II	I	IV
(E)	III	II	I

Figura 9: Questão 47 da prova amarela do ENEM do ano de 2000.

A questão da disposição final dos resíduos merece atenção, pois não basta remover o lixo dos edifícios e locais públicos, é necessário dar um destino ambientalmente correto aos resíduos coletados.

A disposição final dos resíduos pode ser: lixão, aterro controlado, aterro sanitário (IBAM, 2001).

O lixão é uma forma inadequada de disposição final dos resíduos e consiste no despejo do lixo em terrenos a céu aberto, sem proteção ao meio ambiente e à saúde, o que permite a proliferação de vetores de doenças, poluição das águas e do solo (MANO, PACHECO e BONELLI, 2012). Além dos problemas sanitários, os lixões representam um problema social devido à presença dos catadores, indivíduos retiram seu sustento da catação de resíduos (IBAM, 2001).

A forma correta para a disposição final de resíduos domiciliares é o aterro, que pode ser de dois tipos: aterro sanitário e aterro controlado (IBAM, 2001). O aterro controlado geralmente tem sua origem em um lixão, não dispendo de impermeabilização de base, nem tratamento do chorume<sup>3</sup> (MANO, PACHECO e BONELLI, 2012). Já o aterro sanitário possui impermeabilização de fundo; sistema de coleta e tratamento de líquidos percolados (chorume); sistema de coleta e queima ou beneficiamento do biogás; sistema de drenagem e afastamento das águas pluviais; sistema de monitoramento ambiental, topográfico e geotécnico; e pátio para estocagem de materiais (IBAM, 2001).

Embora a questão 47 do ENEM relacione a incineração como forma de disposição final o Manual Gerenciamento Integrado de Resíduos sólidos (IBAM, 2001) classifica a incineração como um processo de tratamento. Na página 150 do referido manual foi encontrada a seguinte afirmação: “Todos os demais processos ditos como de destinação final (usinas de reciclagem, de compostagem e de incineração) são, na realidade, processos de tratamento ou beneficiamento do lixo, e não prescindem de um aterro para a disposição de seus rejeitos.”

Embora a incineração seja uma forma de tratamento dos resíduos, proporcionando a redução de seu volume, ela gera resíduos como escórias, cinzas, gases, que podem conter substâncias como dioxinas e furanos que devem receber tratamento, devido a sua toxicidade (MANO, PACHECO e BONELLI, 2012).

A PNRS (2010) estipula como meta a eliminação e recuperação dos lixões, associada à inclusão social e econômica de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis. Além disso, essa lei passa a proibir o lançamento de resíduos sólidos ou rejeitos em praias, no mar ou em quaisquer corpos hídricos; *in natura* a céu aberto; e queima a céu aberto ou em recipientes, instalações e equipamentos não licenciados para essa finalidade.

---

<sup>3</sup> Chorume: líquido de cor preta, com odor desagradável e elevado potencial poluidor, formado nos lixões em decorrência da fermentação e da Exposição dos refugos às intempéries (MANO, PACHECO E BONELLI, 2012).

Essa questão do ENEM poderia ter relacionado os diversos tipos de disposição final dos resíduos com a questão da saúde humana, de forma a estimular maior reflexão sobre o tema nas escolas.

#### 6.4 ENEM 2001

Na edição de 2001 do ENEM, foram encontradas duas questões versando sobre o tema lixo: a questão 10 (Figura 10) e a questão 35 (Figura 11), ambas da prova amarela. Quanto as categorias temáticas descritas na metodologia desse estudo, essas questões apresentam as seguintes categorias: disposição final ambientalmente adequada e relação lixo-saúde.

A questão 10 (Figura 10), versa sobre ações humanas que possam levar à escassez de água de qualidade. Para efeito desse estudo, essa questão foi incluída na categoria disposição final.

---

A possível escassez de água é uma das maiores preocupações da atualidade, considerada por alguns especialistas como o desafio maior do novo século. No entanto, tão importante quanto aumentar a oferta é investir na preservação da qualidade e no reaproveitamento da água de que dispomos hoje.

**10**

A ação humana tem provocado algumas alterações quantitativas e qualitativas da água:

- I. Contaminação de lençóis freáticos.
- II. Diminuição da umidade do solo.
- III. Enchentes e inundações.

Pode-se afirmar que as principais ações humanas associadas às alterações I, II e III são, respectivamente,

- (A) uso de fertilizantes e aterros sanitários/lançamento de gases poluentes/canalização de córregos e rios.
- (B) lançamento de gases poluentes/lançamento de lixo nas ruas/construção de aterros sanitários.
- (C) uso de fertilizantes e aterros sanitários/desmatamento/impermeabilização do solo urbano.
- (D) lançamento de lixo nas ruas/uso de fertilizantes/construção de aterros sanitários.
- (E) construção de barragens/uso de fertilizantes/construção de aterros sanitários.

Figura 10: questão 10 da prova amarela do ano 2001

Abordagem muito pertinente feita pelo ENEM, pois apesar do aterro sanitário ser considerado uma forma de disposição final ambientalmente adequada de resíduos (IBAM,

2001), por possuírem impermeabilização do solo e sistema de dispersão de chorume e gases, ainda oferecem riscos ao meio ambiente devido à necessidade constante de controle e manutenção. Por isso, segundo Fadini e Fadini (2001), todas as opções de tratamento de lixo oferecem riscos, sendo então a melhor opção a não geração.

Já a questão 35 (Figura 11) da prova amarela do ano de 2001, trata de resíduos perigosos e os riscos que esses materiais apresentam à saúde humana.

**35**

---

**Considere os seguintes acontecimentos ocorridos no Brasil:**

- Goiás, 1987 - Um equipamento contendo **césio radioativo**, utilizado em medicina nuclear, foi encontrado em um depósito de sucatas e aberto por pessoa que desconhecia o seu conteúdo. Resultado: mortes e conseqüências ambientais sentidas até hoje.
- Distrito Federal, 1999 - Cilindros contendo **cloro**, gás bactericida utilizado em tratamento de água, encontrados em um depósito de sucatas, foram abertos por pessoa que desconhecia o seu conteúdo. Resultado: mortes, intoxicações e conseqüências ambientais sentidas por várias horas.

**Para evitar que novos acontecimentos dessa natureza venham a ocorrer, foram feitas as seguintes propostas para a atuação do Estado:**

- I. Proibir o uso de materiais radioativos e gases tóxicos.
- II. Controlar rigorosamente a compra, uso e destino de materiais radioativos e de recipientes contendo gases tóxicos.
- III. Instruir usuários sobre a utilização e descarte destes materiais.
- IV. Realizar campanhas de esclarecimentos à população sobre os riscos da radiação e da toxicidade de determinadas substâncias.

**Dessas propostas, são adequadas apenas**

- (A) I e II.
- (B) I e III.
- (C) II e III.
- (D) I, III e IV.
- (E) II, III e IV.

Figura 11: questão 35 da prova amarela do ENEM do ano 2001.

A questão 35 foi incluída nas seguintes categorias metodológicas: resíduos perigosos; relação lixo-saúde.

A PNRS (2010), em seu artigo 13, define resíduos perigosos como :

“aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica”.

A PNRS possui um capítulo específico sobre resíduos perigosos, o capítulo IV, onde fica estabelecido que a instalação ou o funcionamento de empreendimento que gere ou opere com resíduos perigosos somente serão autorizados se o responsável comprovar capacidade técnica e econômica, além de condições para prover os cuidados necessários ao

gerenciamento desses resíduos (BRASIL, 2010). Dessa forma, a legislação pretende diminuir os riscos de acidentes como os citados na referida questão do ENEM (Goiás, 1987 e Distrito Federal, 1999) voltem a se repetir.

Assim, essa questão pode trazer uma contribuição relevante para a o ensino de saúde pública nas escolas de Ensino Médio, na medida que proporciona uma reflexão sobre os riscos oferecidos por alguns materiais e a necessidade de um correto gerenciamento.

## 6.5 ENEM 2002

Analisando o caderno de questões do ENEM, do ano 2002, foi encontrada apenas uma questão sobre o tema lixo, a questão de número 33 (Figura 12). Essa questão foi classificada na categoria temática estabelecida na metodologia desse estudo, aproveitamento energético dos resíduos sólidos.

**33**

Segundo matéria publicada em um jornal brasileiro, "Todo o lixo (orgânico) produzido pelo Brasil hoje – cerca de 20 milhões de toneladas por ano – seria capaz de aumentar em 15% a oferta de energia elétrica. Isso representa a metade da energia produzida pela hidrelétrica de Itaipu. O segredo está na celulignina, combustível sólido gerado a partir de um processo químico a que são submetidos os resíduos orgânicos".

O Estado de São Paulo, 01/01/2001.

Independentemente da viabilidade econômica desse processo, ainda em fase de pesquisa, na produção de energia pela técnica citada nessa matéria, a celulignina faria o mesmo papel

- (A) do gás natural em uma usina termoeletrica.
- (B) do vapor d'água em uma usina termoeletrica.
- (C) da queda d'água em uma usina hidrelétrica.
- (D) das pás das turbinas em uma usina eólica.
- (E) do reator nuclear em uma usina termonuclear.

**Figura 12: questão 33 da prova amarela da prova do ENEM do ano 2002.**

A questão 33 é uma questão contextualizada, visto que foi utilizada na avaliação de 2002, um ano após a crise energética vivenciada pelo Brasil. Em 2001 o Brasil viveu uma crise energética ocasionada pela redução de investimentos na área de geração de energia e de construção de linhas de transmissão, agravada pela escassez de chuvas em todo país, principalmente nas nascentes dos rios, onde estão os principais reservatórios das hidrelétricas brasileiras (SABIA, DUARTE e JÚNIOR, 2005).

Crises como a vivenciada pelo Brasil em 2001 podem ser evitadas ou pelo menos amenizadas se forem adotadas políticas de diversificação dos meios geradores de energia (CLEMENTINO, 2001). Porém, é necessário priorizar fontes energéticas alternativas ambientalmente sustentáveis.

A questão 33 do ENEM do ano 2002 aborda a geração de energia a partir de resíduos sólidos. O processo apresentado está relacionado à tecnologia BEM (biomassa-energia-materiais), que consiste no aproveitamento da fração orgânica dos resíduos sólidos para a formação de celulignina, que é um combustível sólido, com poder calorífico de cerca de 4 500 kcal/Kg, podendo ser utilizado para a produção de energia elétrica (SABIÁ, DUARTE, ALVES JÚNIOR, 2005).

Segundo Silva G.M.S (2008), esse processo começou a ser desenvolvido em São Paulo, em um grupo de trabalho liderado pelo professor Daltro Pinatti e pelo Grupo Peixoto de Castro, desde o final da década de 80, na cidade de Lorena, com o nome de Programa BEM.

As principais vantagens do processo BEM são: ser uma tecnologia totalmente nacional; possibilitar a transformação do lixo em produtos úteis como energia elétrica; permitir diminuição da utilização de área para aterros sanitários atuais e futuras e ser uma tecnologia de energia renovável (OLIVEIRA, 2004).

Nesse contexto, é possível perceber que essa questão do ENEM trouxe uma contribuição positiva, na medida em que estimula a inserção do tema fontes energéticas alternativas no currículo do Ensino Médio, em todo país e promove reflexões e discussões sobre o tema.

## **6.6 ENEM 2003**

Ao analisar o caderno de provas do ENEM 2003 foram encontradas apenas duas questões sobre o tema lixo: a questão 38 (Figura 13) e a questão 39 (Figura 14). Essas questões apresentam as seguintes categorias metodológicas estabelecidas para esse estudo: coleta seletiva e reciclagem.

A questão 38 (Figura 13) trata do descarte, coleta seletiva e reciclagem de embalagens “tetra brick”, ou tipo longa vida, como são usualmente denominadas.

**38**

A caixinha utilizada em embalagens como as de leite “longa vida” é chamada de “*tetra brick*”, por ser composta de quatro camadas de diferentes materiais, incluindo alumínio e plástico, e ter a forma de um tijolo (*brick*, em inglês). Esse material, quando descartado, pode levar até cem anos para se decompor.

Considerando os impactos ambientais, seria mais adequado

- (A) utilizar soda cáustica para amolecer as embalagens e só então descartá-las.
- (B) promover a coleta seletiva, de modo a reaproveitar as embalagens para outros fins.
- (C) aumentar a capacidade de cada embalagem, ampliando a superfície de contato com o ar para sua decomposição.
- (D) constituir um aterro específico de embalagens “*tetra brick*”, acondicionadas de forma a reduzir seu volume.
- (E) proibir a fabricação de leite “longa vida”, considerando que esse tipo de embalagem não é adequado para conservar o produto.

**Figura 13: Questão 38 da prova amarela do ENEM do ano 2003.**

Esse tipo de embalagem, também chamada de cartonada ou multicamadas foi idealizada pelo sueco Ruben Rausing, em 1951 (PEREIRA, PAVANELLI, SOUZA, 2008). Sua comercialização iniciou-se em 1952, na Suécia, e em 1957 no Brasil, com grande aceitação, pois é uma embalagem muito eficiente no papel de preservação de alimentos, tornando possível o transporte de produtos perecíveis por longas distâncias, sem necessidade de refrigeração (CEMPRE, 2013).

Em 1952, a empresa Terra Pak já comercializava sua primeira máquina de embalagens cartonadas, sendo o creme de leite o primeiro produto a ser embalado pela Tetra Pak, uma multinacional sueca, presente em mais de 165 países (PEREIRA, PAVANELLI e SOUZA, 2008).

A embalagem Longa Vida, também chamada de Cartonada ou Multicamadas, é composta de várias camadas de papel, polietileno de baixa densidade e alumínio, que criam uma barreira que impede a passagem de luz, ar, água, microrganismos e odores, preservando o aroma dentro das embalagens (CEMPRE, 2010).

Além dessas vantagens, as embalagens Longa Vida dispensam o uso de conservantes e não precisam de refrigeração, economizando energia da geladeira de caminhões frigoríficos e possuem pequeno peso, apenas 28 gramas de material por embalagem, economizando recursos naturais e gasto de combustível durante o transporte, em comparação com embalagens mais pesadas (PEREIRA, PAVANELLI e SOUZA, 2008).

Essas embalagens, após o consumo, devem ser enviadas para programas de coleta seletiva. Em 2011, no Brasil, a taxa de reciclagem de embalagens Longa Vida foi de 27,1% totalizando mais de 59 mil toneladas, enquanto a taxa mundial para o mesmo período foi de 21,6% dessas embalagens, pós-consumo (CEMPRE, 2010).

Esses números são representativos, tanto do ponto de vista ambiental quanto econômico e social, pois “a coleta seletiva possibilita a diminuição do lixo enviado aos aterros sanitários, da extração de recursos naturais, do consumo de energia e da poluição, e ainda contribui para a limpeza urbana e a conscientização dos cidadãos a respeito do tema, além de gerar empregos” (PEREIRA, PAVANELLI e SOUZA, 2008).

Na questão 39 do ENEM 2003, foram encontradas as categorias reciclagem e catadores de materiais reutilizáveis ou recicláveis. A questão faz referência à reciclagem de latas de alumínio e a catadores de materiais recicláveis, traçando um paralelo entre as questões ambientais, sociais e econômicas envolvidas, e pode ser observada na Figura 14.

39

Um grupo de estudantes, saindo de uma escola, observou uma pessoa catando latinhas de alumínio jogadas na calçada. Um deles considerou curioso que a falta de civilidade de quem deixa lixo pelas ruas acaba sendo útil para a subsistência de um desempregado. Outro estudante comentou o significado econômico da sucata recolhida, pois ouvira dizer que a maior parte do alumínio das latas estaria sendo reciclada. Tentando sintetizar o que estava sendo observado, um terceiro estudante fez três anotações, que apresentou em aula no dia seguinte:

- I. A catação de latinhas é prejudicial à indústria de alumínio;
- II. A situação observada nas ruas revela uma condição de duplo desequilíbrio: do ser humano com a natureza e dos seres humanos entre si;
- III. Atividades humanas resultantes de problemas sociais e ambientais podem gerar reflexos (refletir) na economia.

Dessas afirmações, você tenderia a concordar, apenas, com

- (A) I e II
- (B) I e III
- (C) II e III
- (D) II
- (E) III

**Figura 14:** questão 39 da prova amarela do ENEM do ano 2003.

O decreto nº 7.405, de 23 de dezembro de 2010, que institui o Programa Pró-Catador, define, em seu artigo primeiro, parágrafo único, catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis como “as pessoas físicas de baixa renda que se dedicam às atividades de coleta, triagem, beneficiamento, processamento, transformação e comercialização de materiais reutilizáveis e recicláveis” (Decreto 7405, 2010).

O trabalho do catador é exercido a céu aberto, em horários variáveis, estando esse trabalhador exposto a variações climáticas, a riscos de acidente na manipulação do material, a acidentes de trânsito e à violência urbana (MEDEIROS e MACEDO, 2006).

Magera (2003) aponta que o trabalho do catador é exaustivo e é realizado em condições precárias:

Muitas vezes, ultrapassa doze horas ininterruptas; um trabalho exaustivo, visto as condições a que estes indivíduos se submetem, com seus carrinhos puxados pela tração humana, carregando por dia mais de 200 quilos de lixo (cerca de 4 toneladas por mês), e percorrendo mais de vinte quilômetros por dia, sendo, no final, muitas vezes explorados pelos donos dos depósitos de lixo (sucateiros) que, num gesto de paternalismo, trocam os resíduos coletados do dia por bebida alcoólica ou pagam-lhe um valor simbólico insuficiente para sua própria reprodução como catador de lixo (p.34).

Medeiros e Macedo (2006) afirmam que o catador está exposto a riscos a saúde, a preconceitos sociais e à desregulamentação dos direitos trabalhistas e não tem acesso à educação e ao aprimoramento técnico. Acrescentam que embora esses trabalhadores desempenhem um papel fundamental para o processo de reciclagem, “a atividade é executada em condições extremamente precárias e informais de trabalho e remuneração, o que evidencia o caráter perverso da inclusão que essa atividade possibilita” (p.69).

Algumas iniciativas públicas estão sendo criadas com a finalidade de melhorar as condições de trabalho dos catadores: a PNRS, que destaca a importância do catador; e o programa Pró-Catador, publicado no diário oficial de 23 de dezembro de 2010, programa do Governo federal que tem como objetivos a melhoria das condições de trabalho dos catadores, a ampliação de oportunidades de inclusão social e econômica e a expansão da coleta seletiva de resíduos.

Como já mencionamos na análise da questão 12 da prova amarela do ENEM do ano de 1999, a reciclagem de alumínio tem sido realizada de forma intensiva no Brasil. A ABRELPE (2011) aponta que em 2010 o Brasil reciclou 439 toneladas de alumínio. Segundo

o Panorama de Resíduos Sólidos 2011 (ABRELPE, 2011), o Brasil é o líder mundial em reciclagem de latas de alumínio, tendo atingido em 2010 o índice de 97,6%.

## 6.7 ENEM 2004

Ao analisar as questões da prova amarela do ENEM do ano 2004 foi encontrada apenas uma questão abordando o tema lixo: a questão de nº 48 (Figura 15). Essa questão foi classificada na categoria metodologia reciclagem descrita nesse estudo.

Essa questão abordou a necessidade de melhora na reciclagem do vidro, do plástico e do papel. Quanto a reciclagem do vidro, o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil (ABRELPE, 2011) aponta que os índices de reciclagem do vidro vem apresentando uma evolução continuada e positiva no período de 2000 a 2008. Acrescenta que, em 2008, apenas 20% do vidro utilizado em embalagens teve destinação em aterros sanitários ou de forma ignorada, sendo que a parcela reciclada atingiu 47% e a parcela reutilizada totalizou 33%, porém 245 correspondem a reutilizações indevidas, como embalagens de produtos fabricados informalmente.

### 48.

No verão de 2000 foram realizadas, para análise, duas coletas do lixo deixado pelos frequentadores em uma praia no litoral brasileiro. O lixo foi pesado, separado e classificado. Os resultados das coletas feitas estão na tabela a seguir.

DADOS OBTIDOS (em área de cerca de 1900 m <sup>2</sup> )		
COLETA DE LIXO	1ª coleta	2ª coleta
PESO TOTAL	8,3 kg	3,2 kg
Itens de Plástico	399 (86,4%)	174 (88,8%)
Itens de Vidro	10 (2,1%)	03 (1,6%)
Itens de Metal	14 (3,0%)	07 (3,6%)
Itens de Papel	17 (3,7%)	06 (3,0%)
NÚMERO DE PESSOAS NA PRAIA	270	80

Adaptado de *Ciência Hoje*

Embora fosse grande a venda de bebidas em latas nessa praia, não se encontrou a quantidade esperada dessas embalagens no lixo coletado, o que foi atribuído à existência de um bom mercado para a reciclagem de alumínio. Considerada essa hipótese, para reduzir o lixo nessa praia, a iniciativa que mais diretamente atende à variedade de interesses envolvidos, respeitando a preservação ambiental, seria

- (A) proibir o consumo de bebidas e de outros alimentos nas praias.
- (B) realizar a coleta de lixo somente no período noturno.
- (C) proibir a comercialização apenas de produtos com embalagem.
- (D) substituir embalagens plásticas por embalagens de vidro.
- (E) incentivar a reciclagem de plásticos, estimulando seu recolhimento.

Figura 15: questão 48 da prova amarela do ENEM do ano 2004

Como já foi mencionado anteriormente, o Brasil é o líder mundial em reciclagem de latas de alumínio, tendo atingido em 2010 o índice de 97,6%.

Quanto a reciclagem de papel, já foi mencionado anteriormente que o Brasil registrou uma taxa de recuperação de papéis de 46% em 2009, enquanto Coreia do Sul teve uma taxa de 91,6%, Alemanha, 84,8% e Japão, 79,3% (ABELPRE, 2011). Observa-se que o Brasil tem um índice bem menor que a Coreia do Sul, a Alemanha e o Japão. Os percentuais sugerem que é necessário estimular a coleta seletiva e a reciclagem.

Quanto à reciclagem de plásticos no Brasil, encontramos destaque para as embalagens PET cuja reciclagem vem aumentando nos últimos anos e atingiu 960 mil toneladas em 2010, o que permitiu uma posição de destaque para o Brasil no cenário internacional (ABELPRE, 2011). Entretanto, é necessário estimular a coleta seletiva e a reciclagem desse material. E nesse sentido, o ENEM, através dessa questão estimula o debate e a reflexão sobre o tema nas escolas de Ensino Médio.

## 6.8 ENEM 2005

Após análise do caderno de provas do ENEM do ano de 2005, foram encontradas três questões abordando o tema lixo: a questão 31 (Figura 16), questão 48 (Figura 17), questão 62 (Figura 18). Nessas questões foram encontradas as seguintes categorias metodológicas definidas para esse estudo: reciclagem e destinação final.

A questão 31 (Figura 16) aborda o tema reciclagem do plástico e foi incluída na categoria metodológica denominada reciclagem.

### —————31

Os plásticos, por sua versatilidade e menor custo relativo, têm seu uso cada vez mais crescente. Da produção anual brasileira de cerca de 2,5 milhões de toneladas, 40% destinam-se à indústria de embalagens. Entretanto, este crescente aumento de produção e consumo resulta em lixo que só se reintegra ao ciclo natural ao longo de décadas ou mesmo de séculos.

Para minimizar esse problema uma ação possível e adequada é

- (A) proibir a produção de plásticos e substituí-los por materiais renováveis como os metais.
- (B) incinerar o lixo de modo que o gás carbônico e outros produtos resultantes da combustão voltem aos ciclos naturais.
- (C) queimar o lixo para que os aditivos contidos na composição dos plásticos, tóxicos e não degradáveis sejam diluídos no ar.
- (D) estimular a produção de plásticos recicláveis para reduzir a demanda de matéria prima não renovável e o acúmulo de lixo.
- (E) reciclar o material para aumentar a qualidade do produto e facilitar a sua comercialização em larga escala.

**Figura 16: questão 31 da prova amarela do ENEM 2005.**

Essa questão tem grande importância para incentivar a reflexão e o debate sobre o tema nas escolas, pois apesar do crescente uso do plástico, segundo Santos (2004) esse material apresenta os menores índices de reciclagem em todo o mundo.

O crescente aumento de produção e consumo do plástico resulta em resíduos, causando degradação ambiental. O plástico, além de levar muito tempo para sofrer degradação espontânea, quando incinerado produz gases tóxicos (CARASCHINI e LEÃO, 2002). E, quando os plásticos são depositados em aterros, dificultam a compactação do lixo e prejudicam a decomposição dos materiais orgânicos, devido à criação de camadas impermeáveis que afetam as trocas de líquidos e gases gerados no processo de biodegradação (ROLIM, 2000).

Santos (2004) afirma que a redução na fonte, a reutilização e a reciclagem são as três principais medidas utilizadas para diminuir o volume de resíduos sólidos aterrados no solo. O autor acrescenta que, com relação ao plástico, essas medidas contribuem para “minimizar sua imagem de vilão ambiental causada por sua poluição visual nos grandes centros e sua taxa de crescimento expressiva nos aterros sanitários” (SANTOS e MANRICH, 2004, pg.308).

Apesar da baixíssima degradabilidade e do alto volume (baixa densidade) desses resíduos, propriedades que fazem com que ocupem vastos espaços no ambiente por um longo tempo (CARASCHI e LEÃO, 2000), Santos e Manrich (2004) alertam que a substituição do plástico por outros materiais não é uma solução ideal, visto que o plástico possui características como menor custo, maior praticidade e leveza.

Já a questão 48 (Figura 17) aborda o manejo de lixo.

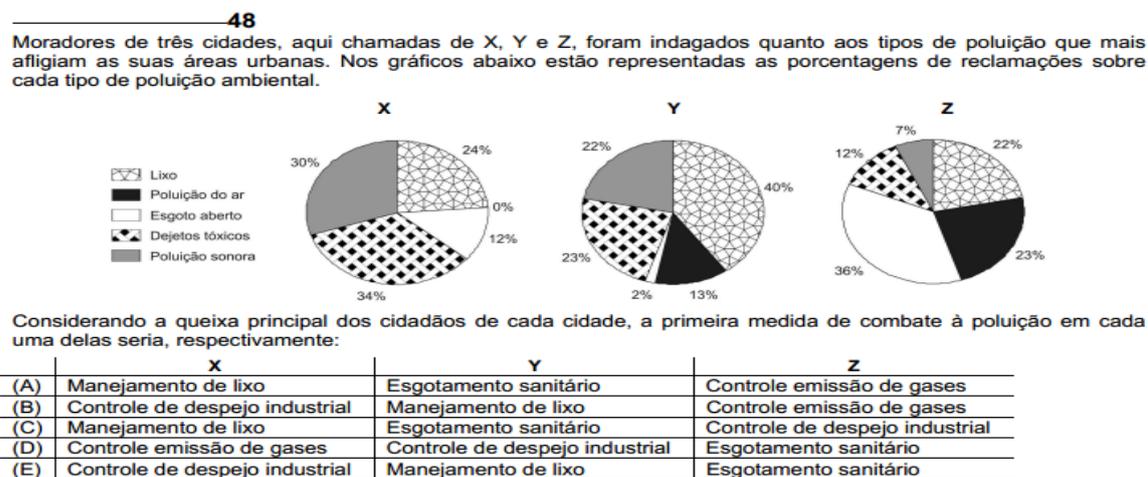


Figura 17: questão 48 da prova amarela do ENEM do ano 2005

Junto com a PNRS, a Lei 11.445/07 compõe o marco regulatório para o manejo do lixo. Essa lei estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e conceitua limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos como o “conjunto de atividades, infra-estruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas” (BRASIL,2007).

Além de todas as atividades relacionadas acima como componentes do manejo de resíduos, é necessário incluímos as questões relacionadas ao consumo. Segundo Gosmann (2005), o manejo do lixo doméstico inclui o princípio dos 3 R's, ou seja: reduzir, reutilizar e reciclar.

Dessa forma, fica clara a necessidade da conscientização da população sobre a importância de seu papel nesse processo. E, a escola é um meio muito eficaz para sensibilização de uma comunidade para as mudanças de atitude em relação ao lixo, pois a escola é um ótimo meio de divulgar informações, visto que cada aluno atinge, na comunidade, no mínimo uma família (SILVA e NOLÊTO, 2004).

Já a questão 62 (Figura 18) trata do tema gerência de rejeitos radiativos.

## 62

Um problema ainda não resolvido da geração nuclear de eletricidade é a destinação dos rejeitos radiativos, o chamado "lixo atômico". Os rejeitos mais ativos ficam por um período em piscinas de aço inoxidável nas próprias usinas antes de ser, como os demais rejeitos, acondicionados em tambores que são dispostos em áreas cercadas ou encerrados em depósitos subterrâneos secos, como antigas minas de sal. A complexidade do problema do lixo atômico, comparativamente a outros lixos com substâncias tóxicas, se deve ao fato de

- (A) emitir radiações nocivas, por milhares de anos, em um processo que não tem como ser interrompido artificialmente.
- (B) acumular-se em quantidades bem maiores do que o lixo industrial convencional, faltando assim locais para reunir tanto material.
- (C) ser constituído de materiais orgânicos que podem contaminar muitas espécies vivas, incluindo os próprios seres humanos.
- (D) exalar continuamente gases venenosos, que tornariam o ar irrespirável por milhares de anos.
- (E) emitir radiações e gases que podem destruir a camada de ozônio e agravar o efeito estufa.

**Figura 18: questão 62 da prova amarela do ENEM do ano 2005.**

Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) estabelece normas de controle que cobrem as atividades relativas ao gerenciamento de material radioativo, da origem ao destino final. Esses materiais são originados em unidades que produzem combustível nuclear, usinas

como Angra I e Angra II, instalações que usam materiais radioativos, como clínicas, hospitais, indústrias, universidades, centros de pesquisa, entre outros.

Embora a PNRS estabeleça em seu artigo primeiro que seu campo de ação abrange o gerenciamento de sólidos, incluindo os perigosos, o parágrafo segundo desse mesmo artigo estabelece que essa lei não se aplica aos rejeitos radioativos, que serão regulados por legislação específica (BRASIL, 2010). O gerenciamento de rejeitos radioativos é, então, responsabilidade da CNEN.

A CNEN define rejeito radioativo como todo e qualquer material resultante de atividades humanas, que contenham radionuclídeos em quantidades superiores aos limites estabelecidos pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), cuja reutilização é imprópria ou não prevista (BRASIL, 2001).

O objetivo da gerência de rejeitos radioativos é proteger o homem e o ambiente dos efeitos prejudiciais da radiação emitida pelos rejeitos radioativos gerados nas práticas já em uso e assegurar futuras aplicações (DELLAMANO, 2011).

Gerência de rejeitos radioativos é o conjunto de atividades administrativas e técnicas, envolvidas na coleta, segregação, manuseio, tratamento, acondicionamento, transporte, armazenamento, controle, eliminação e deposição de rejeitos radioativos (BRASIL, 2001).

## **6.9 ENEM 2006**

Na avaliação do ENEM de 2006 foi encontrada apenas uma questão abordando o tema lixo: a questão 38 (Figura 19), cujo tema principal é o impacto ambiental da produção de papel. Essa questão foi classificada na categoria metodológica coleta seletiva pois a alternativa “E”, a única que se refere a resíduos sólidos, aponta como solução para o problema do gerenciamento de resíduos sólidos oriundos da produção de papel, a coleta seletiva desses resíduos, efetuada por moradores da região.

Porém, essa não deve ser uma atribuição dos moradores e sim das empresas produtoras de papel. De acordo com o artigo 20 da Política Nacional de Resíduos Sólidos

estão sujeitos à elaboração do plano de gerenciamento de resíduos sólidos, dentre outros, os geradores de resíduos industriais definidos como aqueles gerados nos processos produtivos e instalações industriais (BRASIL, 2010).

**Questão 38**

À produção industrial de celulose e de papel estão associados alguns problemas ambientais. Um exemplo são os odores característicos dos compostos voláteis de enxofre (mercaptanas) que se formam durante a remoção da lignina da principal matéria-prima para a obtenção industrial das fibras celulósicas que formam o papel: a madeira. É nos estágios de branqueamento que se encontra um dos principais problemas ambientais causados pelas indústrias de celulose. Reagentes como cloro e hipoclorito de sódio reagem com a lignina residual, levando à formação de compostos organoclorados. Esses compostos, presentes na água industrial, despejada em grande quantidade nos rios pelas indústrias de papel, não são biodegradáveis e acumulam-se nos tecidos vegetais e animais, podendo levar a alterações genéticas.

Celênia P. Santos *et al.* *Papel: como se fabrica?* In: *Química nova na escola*, n.º 14, nov./2001, p. 3-7 (com adaptações).

Para se diminuírem os problemas ambientais decorrentes da fabricação do papel, é recomendável

- A a criação de legislação mais branda, a fim de favorecer a fabricação de papel biodegradável.
- B a diminuição das áreas de reflorestamento, com o intuito de reduzir o volume de madeira utilizado na obtenção de fibras celulósicas.
- C a distribuição de equipamentos de desodorização à população que vive nas adjacências de indústrias de produção de papel.
- D o tratamento da água industrial, antes de retorná-la aos cursos d'água, com o objetivo de promover a degradação dos compostos orgânicos solúveis.
- E o recolhimento, por parte das famílias que habitam as regiões circunvizinhas, dos resíduos sólidos gerados pela indústria de papel, em um processo de coleta seletiva de lixo.

**Figura 19:** questão 38 da prova amarela do ENEM de 2006.

O setor de produção de papel no Brasil é alvo de críticas quanto ao impacto ambiental que causa pela alta dependência de recursos naturais como fibras vegetais, pela energia e água consumida em grande quantidade e pela grande variedade de resíduos gerados durante as etapas de produção (MIRANDA, 2008).

Essa questão poderia ter explorado alternativas para diminuir os impactos ambientais decorrentes da produção de papel, como a redução do consumo e a reciclagem.

## 6.10 ENEM 2007

Durante a análise da avaliação do ENEM do ano 2007 foram encontradas duas questões abordando o tema lixo: a questão 47 (Figura 20) e a questão 48 (Figura 21) que

juntas apresentam as seguintes categorias metodológicas: padrões sustentáveis de produção e consumo; disposição ambientalmente adequada; e resíduos perigosos.

**Questão 47**

Quanto mais desenvolvida é uma nação, mais lixo cada um de seus habitantes produz. Além de o progresso elevar o volume de lixo, ele também modifica a qualidade do material despejado. Quando a sociedade progride, ela troca a televisão, o computador, compra mais brinquedos e aparelhos eletrônicos. Calcula-se que 700 milhões de aparelhos celulares já foram jogados fora em todo o mundo. O novo lixo contém mais mercúrio, chumbo, alumínio e bário. Abandonado nos lixões, esse material se deteriora e vazava. As substâncias liberadas infiltram-se no solo e podem chegar aos lençóis freáticos ou a rios próximos, espalhando-se pela água.

Anuário Gestão Ambiental 2007, p. 47-8 (com adaptações).

A respeito da produção de lixo e de sua relação com o ambiente, é correto afirmar que

- Ⓐ as substâncias químicas encontradas no lixo levam, frequentemente, ao aumento da diversidade de espécies e, portanto, ao aumento da produtividade agrícola do solo.
- Ⓑ o tipo e a quantidade de lixo produzido pela sociedade independem de políticas de educação que proponham mudanças no padrão de consumo.
- Ⓒ a produção de lixo é inversamente proporcional ao nível de desenvolvimento econômico das sociedades.
- Ⓓ o desenvolvimento sustentável requer controle e monitoramento dos efeitos do lixo sobre espécies existentes em cursos d'água, solo e vegetação.
- Ⓔ o desenvolvimento tecnológico tem elevado a criação de produtos descartáveis, o que evita a geração de lixo e resíduos químicos.

**Figura 20: questão 47 da prova amarela do ENEM 2007.**

A questão 47 aborda as mudanças nos padrões de consumo da sociedade, que passa a consumir de forma exagerada, e a modificação na composição e no volume em consequência dessas mudanças. Dessa forma, essa questão contém as seguintes categorias metodológicas: padrão sustentável de consumo e produção; e disposição ambientalmente adequada.

A sociedade moderna contemporânea é transformada em uma sociedade de consumo, ou seja, o consumo assume uma função além da satisfação de necessidades materiais (BARBOSA, 2004). Jacobi e Besen (2011) afirmam que “essas mudanças decorrem especialmente dos modelos de desenvolvimento pautados pela obsolescência programada dos produtos, pela descartabilidade e pela mudança nos padrões de consumo baseados no consumo excessivo e supérfluo”.

Ocorre uma modificação na composição e características com o aumento de periculosidade dos resíduos e no volume gerado. O acúmulo de lixo é inevitável e não para de crescer. Quando esses resíduos não são dispostos de forma adequada no meio ambiente,

causam impactos ambientais como poluição das águas, do solo e do ar. Por isso, a PNRS prevê a erradicação dos lixões.

Dessa forma, essa questão está em consonância com as diretrizes aplicáveis aos resíduos sólidos, apresentadas pela PNRS, que em seu artigo nono estabelece a seguinte ordem de prioridade na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos: não geração, reutilização, reciclagem, tratamento de resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Já a questão 48 (Figura 21) aborda o tema resíduos perigosos.

**Questão 48**

Um poeta habitante da cidade de Poços de Caldas – MG assim externou o que estava acontecendo em sua cidade:

Hoje, o planalto de Poços de Caldas não serve mais. Minério acabou. Só mancha, “nunclemais”. Mas estão “tapando os buracos”, trazendo para cá “Torta II”, aquele lixo do vizinho que você não gostaria de ver jogado no quintal da sua casa. Sentimentos mil: do povo, do poeta e do Brasil.

Hugo Pontes. In: M.E.M. Helene. *A radioatividade e o lixo nuclear*. São Paulo: Scipione, 2002, p. 4.

**Torta II** – lixo radioativo de aspecto pastoso.

A indignação que o poeta expressa no verso “Sentimentos mil: do povo, do poeta e do Brasil” está relacionada com

- Ⓐ a extinção do minério decorrente das medidas adotadas pela metrópole portuguesa para explorar as riquezas minerais, especialmente em Minas Gerais.
- Ⓑ a decisão tomada pelo governo brasileiro de receber o lixo tóxico oriundo de países do Cone Sul, o que caracteriza o chamado comércio internacional do lixo.
- Ⓒ a atitude de moradores que residem em casas próximas umas das outras, quando um deles joga lixo no quintal do vizinho.
- Ⓓ as chamadas operações tapa-buracos, desencadeadas com o objetivo de resolver problemas de manutenção das estradas que ligam as cidades mineiras.
- Ⓔ os problemas ambientais que podem ser causados quando se escolhe um local para enterrar ou depositar lixo tóxico.

**Figura 21: questão 48 da prova amarela do ENEM do ano 2007.**

A poesia de Hugo Pontes, apresentada no enunciado da questão 48, refere-se ao Complexo Minerário Industrial de Poços de Caldas. Esse complexo, localizado no Planalto de Poços de Caldas, no Município de Caldas (MG), foi implantado visando o beneficiamento do minério Urânio, e devido às restrições de investimentos no setor nuclear teve sua produção de concentrado de Urânio paralisada em 1990 (PAIVA, SILVA e NUNES, 1999).

Na área de influência dessas instalações há duas bacias hidrográficas: a do ribeirão das Antas e a do Rio Verde e as águas dessas bacias são utilizadas para irrigação agrícola e dessedentação do gado, além da prática de pesca (SIQUEIRA *et al*, 2003).

Após a paralisação das atividades, as instalações do antigo Complexo Minerário Industrial de Poços de Caldas passaram a pertencer a Unidade de Tratamento de Minérios de

Caldas, empresa à qual é conferido o regime de monopólio estatal para a exploração de minérios, e é composta de:

“uma mina a céu aberto, áreas de bota-fora e instalações de beneficiamento físico de minério e uma usina para recuperação do urânio por processo hidrometalúrgico, com instalações de tratamento químico de minério e bacias de rejeitos, além das instalações administrativas e de utilidades, como uma fábrica de ácido sulfúrico e depósitos de armazenamento de torta II (SIQUEIRA *et al.*, 2003 pg. 438).

Com o esgotamento da Mina, o tratamento da Torta II (conjunto de minério concentrado de Urânio e Tório) gerada na Usina de Santo Amaro (USAM), situada no estado de São Paulo, passou a ser realizado nas instalações do Complexo Minerário Industrial de Poços de Caldas, com o objetivo de reduzir custos de implantação de unidades para estes fins, em outro local (PAIVA, SILVA e NUNES, 1999).

Podemos perceber que a questão do ENEM apresentou o problema dos rejeitos radioativos de forma contextualizada, favorecendo a reflexão e discussões sobre o tema.

## 6.11 ENEM 2008

Ao se analisar o caderno amarelo da edição do ENEM de 2008 foram encontradas duas questões abordando o tema lixo: a questão 19 (Figura 22) e a questão 29 (Figura 23). Essas questões apresentam as seguintes categorias metodológicas definidas para esse estudo: padrões sustentáveis de produção e consumo; disposição final ambientalmente adequada; aproveitamento energético dos resíduos sólidos.

**Questão 19**

Em 2006, foi realizada uma conferência das Nações Unidas em que se discutiu o problema do lixo eletrônico, também denominado *e-waste*. Nessa ocasião, destacou-se a necessidade de os países em desenvolvimento serem protegidos das doações nem sempre bem-intencionadas dos países mais ricos. Uma vez descartados ou doados, equipamentos eletrônicos chegam a países em desenvolvimento com o rótulo de “mercadorias reconcondicionadas”, mas acabam deteriorando-se em lixões, liberando chumbo, cádmio, mercúrio e outros materiais tóxicos.

Internet: <g1.gibbo.com> (com adaptações).

A discussão dos problemas associados ao *e-waste* leva à conclusão de que

- Ⓐ os países que se encontram em processo de industrialização necessitam de matérias-primas recicladas oriundas dos países mais ricos.
- Ⓑ o objetivo dos países ricos, ao enviarem mercadorias reconcondicionadas para os países em desenvolvimento, é o de conquistar mercados consumidores para seus produtos.
- Ⓒ o avanço rápido do desenvolvimento tecnológico, que torna os produtos obsoletos em pouco tempo, é um fator que deve ser considerado em políticas ambientais.
- Ⓓ o excesso de mercadorias reconcondicionadas enviadas para os países em desenvolvimento é armazenado em lixões apropriados.
- Ⓔ as mercadorias reconcondicionadas oriundas de países ricos melhoram muito o padrão de vida da população dos países em desenvolvimento.

Figura 22: questão 19 da prova amarela do ENEM do ano 2008.

A questão 19 (Figura 22) aborda o tema lixo eletrônico e os riscos para o meio ambiente quando dispostos de maneira inadequada no solo. Essa questão foi classificada nas seguintes categorias metodológicas: disposição final ambientalmente adequada; padrões sustentáveis de produção e consumo.

Grande parte do “lixo eletrônico” é formada por computadores e outros produtos do setor de informática, e muitas vezes esses produtos se tornam ultrapassados antes de saírem das lojas, representando um problema para as empresas, sociedade e meio ambiente (BORGES, 2007). O fato de esse tipo de lixo conter substâncias tóxicas, como mercúrio, cádmio e chumbo, que podem contaminar o meio ambiente, faz haja pressão dos ambientalistas sobre empresas e governos para que apontem soluções para o problema (LEITE, LAVEZ e SOUZA, 2009).

Nesse contexto surgiu a Lei 12.305/2010 que instituiu a PNRS. Essa lei tem como um dos pontos principais a logística reversa, já descrita anteriormente no item 1.1.3 da introdução.

A questão 19 do ENEM cita ainda o problema das doações, nem sempre bem intencionadas, de material eletrônico dos países ricos para os países em desenvolvimento. Com o objetivo de proteger nosso país, a PNRS, em seu capítulo IV, artigo 49 estabelece que “é proibida a importação de resíduos sólidos perigosos e rejeitos, bem como de resíduos sólidos cujas características causem dano ao meio ambiente, à saúde pública e animal e à sanidade vegetal, ainda que para tratamento, reforma, reuso, reutilização ou recuperação”.

Essa questão do ENEM traz grande contribuição no campo da educação ambiental, pois, além de tratar do tema disposição ambientalmente adequada do lixo eletrônico, cria espaço para debates e reflexões sobre a forma de consumo e a rapidez de obsolescência desses materiais, reafirmando a importância da não geração de resíduos.

Já a questão 29 (Figura 23) aborda o tema produção de energia e fertilizantes utilizando o sistema de biodigestão anaeróbica. Essa questão foi classificada na categoria metodológica: aproveitamento energético dos resíduos sólidos.

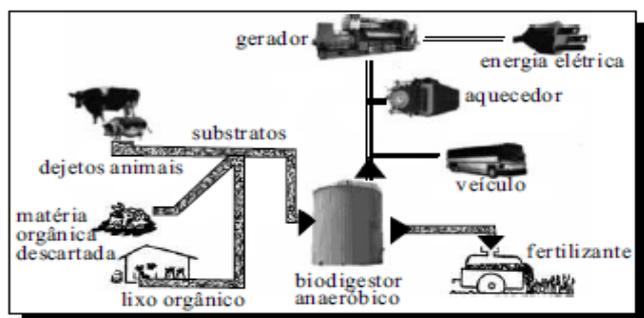
Para compreender melhor essa questão é necessário recorrer a uma definição de biodigestor. Segundo Nogueira (1986), biodigestor é uma câmara hermeticamente fechada

onde ocorre a fermentação anaeróbica da matéria orgânica, resultando em biofertilizantes e gás metano (biogás).

Caron *et al* (2009) afirmam que a biodigestão anaeróbica é um processo muito útil na zona rural, visto que as principais causas de contaminação dos lençóis freáticos nessa área são o esgoto doméstico, dejetos animais e águas servidas. Os mesmos autores acrescentam que esse processo permite a redução significativa do potencial poluidor de dejetos e resíduos orgânicos, redução da liberação de resíduos no meio ambiente, maior acesso a fontes de energia de baixo custo e a produção de biofertilizante.

Questão 29

A biodigestão anaeróbica, que se processa na ausência de ar, permite a obtenção de energia e materiais que podem ser utilizados não só como fertilizante e combustível de veículos, mas também para acionar motores elétricos e aquecer recintos.



O material produzido pelo processo esquematizado acima e utilizado para geração de energia é o

- A *biodiesel*, obtido a partir da decomposição de matéria orgânica e(ou) por fermentação na presença de oxigênio.
- B metano ( $\text{CH}_4$ ), biocombustível utilizado em diferentes máquinas.
- C etanol, que, além de ser empregado na geração de energia elétrica, é utilizado como fertilizante.
- D hidrogênio, combustível economicamente mais viável, produzido sem necessidade de oxigênio.
- E metanol, que, além das aplicações mostradas no esquema, é matéria-prima na indústria de bebidas.

Figura 23: questão 29 da prova amarela do ENEM do ano 2008.

Dessa forma, essa questão do ENEM traz para a escola, mais especificamente para o Ensino Médio, um processo capaz de garantir a autossustentabilidade energética na zona rural, diminuir a poluição nos biomas e a melhora do saneamento dessas comunidades. E, tendo o ENEM amplitude nacional, essa questão poderá proporcionar debates sobre o tema em todo território nacional.

## 6.12 ENEM 2009 - O “Novo ENEM”

Após a análise dos dois cadernos de provas do ENEM 2009 com 90 questões cada um, totalizando 180 questões, foram encontradas quatro questões abordando o tema lixo: duas no primeiro caderno, aplicado no primeiro dia e duas no segundo caderno, aplicado no segundo dia. Nessas questões, foram encontradas seguintes categorias metodológicas: relação lixo-saúde; disposição final ambientalmente adequada; compostagem; e reciclagem.

No primeiro caderno foram selecionadas as questões 23 (Figura 24) e questão 34 (Figura 25), ambas pertencentes à área do conhecimento Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

A questão 23 (Figura 24) foi classificada nas seguintes categorias metodológicas: relação lixo-saúde; e disposição final ambientalmente adequada. Essa questão relaciona os riscos que a disposição final inadequada de resíduos perigosos, como pilhas e baterias, pode acarretar à saúde humana, devido à presença de metais pesados como o chumbo, o mercúrio e o cádmio. Segundo Favera (2008) o chumbo pode ocasionar danos ao sistema nervoso e sanguíneo, o mercúrio, danos cerebrais e ao fígado, e o cádmio pode causar envenenamento, danos aos ossos, rins, pulmões e afetar o sistema nervoso.

<p><b>Questão 23</b></p> <p>Cerca de 1% do lixo urbano é constituído por resíduos sólidos contendo elementos tóxicos. Entre esses elementos estão metais pesados como o cádmio, o chumbo e o mercúrio, componentes de pilhas e baterias, que são perigosos à saúde humana e ao meio ambiente. Quando descartadas em lixos comuns, pilhas e baterias vão para aterros sanitários ou lixões a céu aberto, e o vazamento de seus componentes contamina o solo, os rios e o lençol freático, atingindo a flora e a fauna. Por serem bioacumulativos e não biodegradáveis, esses metais chegam de forma acumulada aos seres humanos, por meio da cadeia alimentar. A legislação vigente (Resolução CONAMA nº 257/1999) regulamenta o destino de pilhas e baterias após seu esgotamento energético e determina aos fabricantes e/ou importadores a quantidade máxima permitida desses metais em cada tipo de pilha/bateria, porém o problema ainda persiste.</p> <p><small>Disponível em: <a href="http://www.mma.gov.br">http://www.mma.gov.br</a>. Acesso em: 11 jul. 2009 (adaptado).</small></p>	<p>Uma medida que poderia contribuir para acabar definitivamente com o problema da poluição ambiental por metais pesados relatado no texto seria</p> <ul style="list-style-type: none"><li>Ⓐ deixar de consumir aparelhos elétricos que utilizem pilha ou bateria como fonte de energia.</li><li>Ⓑ usar apenas pilhas ou baterias recarregáveis e de vida útil longa e evitar ingerir alimentos contaminados, especialmente peixes.</li><li>Ⓒ devolver pilhas e baterias, após o esgotamento da energia armazenada, à rede de assistência técnica especializada para repasse a fabricantes e/ou importadores.</li><li>Ⓓ criar nas cidades, especialmente naquelas com mais de 100 mil habitantes, pontos estratégicos de coleta de baterias e pilhas, para posterior repasse a fabricantes e/ou importadores.</li><li>Ⓔ exigir que fabricantes invistam em pesquisa para a substituição desses metais tóxicos por substâncias menos nocivas ao homem e ao ambiente, e que não sejam bioacumulativas.</li></ul>
--	--

Figura 24: questão 23 da prova azul do ENEM do ano 2009.

O ENEM interpreta essa questão à luz da Resolução Conama nº 257/1999 que regulamenta o destino de pilhas e baterias após o seu esgotamento energético e determina aos fabricantes e/ou importadores as quantidades de cada metal pesado permitidas em cada tipo de pilhas/bateria.

Já a PNRS (2010) aponta como solução para o problema da disposição final de pilhas e baterias, a logística reversa, já descrita, anteriormente no item 1.1.3 da introdução deste trabalho.

A PNRS prevê ainda a erradicação dos lixões. Porém é preciso refletir que os aterros sanitários também apresentam riscos de contaminação do solo e do lençol freático e, segundo Fadini & Fadini (2001), como todas as opções de tratamento de lixo oferecem riscos, é melhor minimizar a geração de resíduos.

Então, a melhor solução para que o descarte de pilhas e baterias não ameace a saúde humana é em primeiro lugar a redução do consumo e em segundo lugar a logística reversa.

Já a questão 34 (Figura 25), aborda o tema “lixo orgânico de casa” e apresenta as seguintes categorias metodológicas: disposição final ambientalmente adequada e compostagem.

Questão 34

O lixo orgânico de casa – constituído de restos de verduras, frutas, legumes, cascas de ovo, aparas de grama, entre outros –, se for depositado nos lixões, pode contribuir para o aparecimento de animais e de odores indesejáveis. Entretanto, sua reciclagem gera um excelente adubo orgânico, que pode ser usado no cultivo de hortaliças, frutíferas e plantas ornamentais. A produção do adubo ou composto orgânico se dá por meio da compostagem, um processo simples que requer alguns cuidados especiais. O material que é acumulado diariamente em recipientes próprios deve ser revirado com auxílio de ferramentas adequadas, semanalmente, de forma a homogeneizá-lo. É preciso também umedecê-lo periodicamente. O material de restos de capina pode ser intercalado entre uma camada e outra de lixo da cozinha. Por meio desse método, o adubo orgânico estará pronto em aproximadamente dois a três meses.

Como usar o lixo orgânico em casa? Ciência Hoje, v. 42, jun. 2008 (adaptado).

Suponha que uma pessoa, desejosa de fazer seu próprio adubo orgânico, tenha seguido o procedimento descrito no texto, exceto no que se refere ao umedecimento periódico do composto. Nessa situação,

- A o processo de compostagem iria produzir intenso mau cheiro.
- B o adubo formado seria pobre em matéria orgânica que não foi transformada em composto.
- C a falta de água no composto vai impedir que microrganismos decomponham a matéria orgânica.
- D a falta de água no composto iria elevar a temperatura da mistura, o que resultaria na perda de nutrientes essenciais.
- E apenas microrganismos que independem de oxigênio poderiam agir sobre a matéria orgânica e transformá-la em adubo.

Figura 25: questão 34 do 1º caderno de provas azul do ENEM do ano 2009.

A questão do ENEM apresenta a compostagem como uma opção de evitar que os resíduos orgânicos de casa sejam dispostos em lixões e provoquem o aparecimento de animais e de odores.

Conforme a NBR 13591 (ABNT, 1996), a compostagem corresponde ao processo de decomposição biológica da fração orgânica biodegradável dos resíduos, efetuado por uma população diversificada de organismos em condições controladas de aerobiose e demais parâmetros desenvolvidos em duas etapas distintas: uma de degradação e outra de maturação.

Kiehl (2004), define compostagem com um processo controlado de decomposição microbiana de oxidação e oxigenação de uma massa heterogênea de matéria orgânica, no estado sólido e úmido.

A disposição final ambientalmente adequada dos resíduos orgânicos representa um ponto importante no plano de gerenciamento de resíduos, pois segundo a Abrelpe (2011), 51,4% dos resíduos sólidos urbanos coletados no Brasil correspondem à matéria orgânica.

E, essa matéria orgânica, quando não é tratada ou sua disposição final é feita de forma incorreta, torna-se fonte de poluição do solo, do lençol freático e da atmosfera, pois gera efluentes como chorume e biogás (SANTOS e FERH, 2007).

A matéria prima utilizada para o processo de compostagem pode ser constituída de restos vegetais, resíduos animais e lixo urbano, separados na fonte. E esse processo apresenta grandes vantagens, pois além de desviar resíduos do lixão, do aterro sanitário ou controlado, ainda promove uma nova utilização para essa matéria orgânica, através da produção de adubo (SANTOS FERH, 2007).

Dessa forma, essa questão do ENEM promove uma reflexão sobre a importância da inclusão da Educação Ambiental nas Escolas de Ensino Médio e estimula a implantação de compostagem de resíduos orgânicos caseiros, promovendo um maior tempo de vida dos aterros sanitários e gerando adubo que recuperam o solo.

Após a análise das 90 questões que compõem ao segundo caderno do ENEM 2009, foram encontradas duas questões que abordam o tema lixo: as questões 107 e 108 (Figura 26), ambas pertencentes à área do conhecimento Linguagens, Códigos e suas Tecnologias. Essas questões exploram o tema vantagens e desvantagens do uso de sacolas plásticas e foram classificadas nas seguintes categorias metodológicas: padrões sustentáveis de produção e consumo; reciclagem; e relação lixo-desastres.

A questão 107 apresenta as categorias padrões sustentáveis de produção e consumo; e relação lixo-desastres.

#### Textos para as questões 107 e 108

##### Texto I

É praticamente impossível imaginarmos nossas vidas sem o plástico. Ele está presente em embalagens de alimentos, bebidas e remédios, além de eletrodomésticos, automóveis etc. Esse uso ocorre devido à sua atoxicidade e à inércia, isto é: quando em contato com outras substâncias, o plástico não as contamina; ao contrário, protege o produto embalado. Outras duas grandes vantagens garantem o uso dos plásticos em larga escala: são leves, quase não alteram o peso do material embalado, e são 100% recicláveis, fato que, infelizmente, não é aproveitado, visto que, em todo o mundo, a porcentagem de plástico reciclado, quando comparado ao total produzido, ainda é irrelevante.

Revista Mãe Terra. Minuano, ano 1, n. 6 (adaptado).

##### Texto II

Sacolas plásticas são leves e voam ao vento. Por isso, elas entopem esgotos e bueiros, causando enchentes. São encontradas até no estômago de tartarugas marinhas, baleias, focas e golfinhos, mortos por sufocamento.

Sacolas plásticas descartáveis são gratuitas para os consumidores, mas têm um custo incalculável para o meio ambiente.

Veja, 8 jul. 2009. Fragmentos de texto publicitário do Instituto Akatu pelo Consumo Consciente.

#### Questão 107

Em contraste com o texto I, no texto II são empregadas, predominantemente, estratégias argumentativas que

- A atraem o leitor por meio de previsões para o futuro.
- B apelam à emoção do leitor, mencionando a morte de animais.
- C orientam o leitor a respeito dos modos de usar conscientemente as sacolas plásticas.
- D intimidam o leitor com as nocivas consequências do uso indiscriminado de sacolas plásticas.
- E recorrem à informação, por meio de constatações, para convencer o leitor a evitar o uso de sacolas plásticas.

#### Questão 108

Na comparação dos textos, observa-se que

- A o texto I apresenta um alerta a respeito do efeito da reciclagem de materiais plásticos; o texto II justifica o uso desse material reciclado.
- B o texto I tem como objetivo precípuo apresentar a versatilidade e as vantagens do uso do plástico na contemporaneidade; o texto II objetiva alertar os consumidores sobre os problemas ambientais decorrentes de embalagens plásticas não recicladas.
- C o texto I expõe vantagens, sem qualquer ressalva, do uso do plástico; o texto II busca convencer o leitor a evitar o uso de embalagens plásticas.
- D o texto I ilustra o posicionamento de fabricantes de embalagens plásticas, mostrando por que elas devem ser usadas; o texto II ilustra o posicionamento de consumidores comuns, que buscam praticidade e conforto.
- E o texto I apresenta um alerta a respeito da possibilidade de contaminação de produtos orgânicos e industrializados decorrente do uso de plástico em suas embalagens; o texto II apresenta vantagens do consumo de sacolas plásticas: leves, descartáveis e gratuitas.

Figura 26: questões 107 e 108 da prova azul do ENEM do ano de 2009.

São muitos os impactos ambientais causados por sacolas plásticas: entopem bueiros e galerias de esgotos, agravando o problema das enchentes; funcionam como depósito de água das chuvas e ajudam na proliferação do *Aedes aegypti*, mosquito vetor da dengue; são confundidas com comida, por alguns animais que morrem engasgados após sua ingestão (ALVES, RIBEIRO e RICCI, 2011).

As enchentes provocam tragédias com perdas materiais, doenças e até mesmo mortes. E, por mais que as enchentes sejam fenômenos naturais, associados a chuvas intensas, elas podem ser evitadas ou minimizadas. O lixo não coletado ou jogado nas ruas, terrenos baldios, nas margens dos rios e nos valões é um dos grandes vilões que contribuem para a ocorrência das enchentes (INEA, 2007). E as sacolas plásticas estão presentes em grande volume no lixo das grandes cidades.

Em 2007, o consumo de sacolas plásticas no Brasil era de 17,9 bilhões ao ano e em 2010, apesar de sofrer uma redução graças ao Programa de Qualidade e Consumo Responsável de Sacolas Plásticas, o consumo dessas sacolas ainda ficou em 14 bilhões ao ano (ABRAS, 2010). Embora as sacolas plásticas apresentem várias vantagens, como ser leves e atóxicas, é necessário reduzir o seu consumo.

Dessa forma, a questão 107 da prova azul do ENEM do ano de 2009, traz grande contribuição quando alerta para os prejuízos causados pelas sacolas plásticas e faz referência ao problema do seu uso indiscriminado. Contribui, então, para que os alunos do Ensino Médio reflitam sobre o tema.

A questão 108 também aborda o tema vantagens e desvantagens do uso das sacolas plásticas e apresenta as seguintes categorias metodológicas: padrões sustentáveis de produção e consumo; e reciclagem.

Embora a reciclagem de sacolas plásticas constitua uma importante prática para reduzir os danos ambientais desse material, ela não é suficiente. É necessário reduzir o consumo.

A questão 108 traz algumas reflexões sobre esses aspectos contribuindo para a inserção desse tema no currículo do Ensino Médio das escolas brasileiras.

### **6.13 ENEM 2010**

Foram analisados quatro cadernos de provas referentes ao ENEM do ano 2010, totalizando 360 questões, pois devido a problemas nos cadernos de provas e nos gabaritos, houve uma reaplicação do exame (UOL EDUCAÇÃO, 2011). Então, analisaram-se dois cadernos de provas, com 90 questões cada um, totalizando 180 questões referentes à primeira aplicação e mais dois cadernos com 90 questões cada um, referentes à segunda aplicação. Foram encontradas sete questões abordando o tema lixo: cinco, na primeira aplicação e duas na segunda aplicação. Essas questões apresentam as seguintes categorias metodológicas definidas nesse estudo: disposição final ambientalmente adequada; relação lixo-saúde; compostagem; reciclagem; resíduos perigosos; e outros.

A questão 4 do caderno azul da primeira aplicação do ENEM 2010 (Figura 27) está relacionada à área do conhecimento Ciências Humanas e suas Tecnologias e aborda Os

problemas ambientais e de saúde pública ocasionados pela disposição final dos resíduos sólidos em lixões. Essa questão foi classificada nas seguintes categorias metodológicas: disposição final ambientalmente adequada; e relação lixo-saúde.

#### Questão 4

Os lixões são o pior tipo de disposição final dos resíduos sólidos de uma cidade, representando um grave problema ambiental e de saúde pública. Nesses locais, o lixo é jogado diretamente no solo e a céu aberto, sem nenhuma norma de controle, o que causa, entre outros problemas, a contaminação do solo e das águas pelo chorume (líquido escuro com alta carga poluidora, proveniente da decomposição da matéria orgânica presente no lixo).

RICARDO, B.; CANPANILLI, M. *Almanaque Brasil Socioambiental 2008*. São Paulo, Instituto Socioambiental, 2007.

Considere um município que deposita os resíduos sólidos produzidos por sua população em um lixão. Esse procedimento é considerado um problema de saúde pública porque os lixões

- A causam problemas respiratórios, devido ao mau cheiro que provém da decomposição.
- B são locais propícios a proliferação de vetores de doenças, além de contaminarem o solo e as águas.
- C provocam o fenômeno da chuva ácida, devido aos gases oriundos da decomposição da matéria orgânica.
- D são instalados próximos ao centro das cidades, afetando toda a população que circula diariamente na área.
- E são responsáveis pelo desaparecimento das nascentes na região onde são instalados, o que leva à escassez de água.

Figura 27: questão 4 da prova azul, primeira aplicação, do ENEM 2010.

Os resíduos sólidos urbanos representam um problema de saúde pública, pois o seu gerenciamento inadequado reflete direta e indiretamente na saúde da população (SISSINO e OLIVEIRA, 2000).

Heller (1998) aponta que devido à diversidade de vias de contato, é difícil a identificação do raio de influência e os agravos sobre a saúde. Ferreira e Anjo (2001) alertam que a população em geral está exposta ao consumo de carne de animais criados em vazadouros de lixos, que podem ser responsáveis pela transmissão de doenças aos humanos.

A transmissão de doenças pode ocorrer através do contato direto ou indireto com o lixo. No contato direto, o contágio ocorre através de microrganismos patogênicos como bactérias, vírus, protozoários e vermes presentes no lixo. Já no contato indireto, a transmissão pode alcançar um maior número de pessoas, pois ocorre através da contaminação do ar, do solo, da água e através de vetores presentes no lixo (Heller, 1998).

Quanto aos vetores, é possível citar as moscas e as baratas que podem transportar agentes etiológicos pelas patas ou outras partes do corpo, ou do trato digestivo e contaminar a própria pele do homem ou os alimentos. Já os mosquitos podem transmitir doenças como a leishmaniose, a febre amarela, a dengue e a malária, através de sua picada. Já os ratos podem transmitir doenças pelo contato direto ou indireto do homem com as fezes e urinas desses animais. As principais doenças transmitidas por ratos são: leptospirose, peste bubônica e hantavírus (FUNASA. 2009).

Segundo a ABRELPE (2011), 41,94% dos resíduos sólidos urbanos (RSU) coletados no Brasil receberam uma destinação final inadequada em 2011, representando 23,3 milhões de toneladas de RSU dispostos em lixões e aterros controlados.

Com o objetivo de solucionar o problema e evitar os danos ao meio ambiente e à saúde pública a PNRS estabelece que os planos estaduais de resíduos sólidos devem ter como uma de suas metas a eliminação e recuperação de lixões (BRASIL, 2010).

Essa questão do ENEM traz para o contexto do Ensino Médio a relação entre lixo e saúde pública, favorecendo o debate sobre o tema e a busca de soluções.

Já a questão 53 (Figura 28) aborda o problema da diminuição do íon fósforo no solo, ocasionado pela disposição dos resíduos orgânicos em lixões, e aponta como solução o processo de compostagem, que na referida questão do ENEM recebe o nome de reciclagem de resíduos biológicos. Essa questão pertence a área do conhecimento Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

**Questão 53**

O fósforo, geralmente representado pelo íon de fosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$ ), é um ingrediente insubstituível da vida, já que é parte constituinte das membranas celulares e das moléculas do DNA e do trifosfato de adenosina (ATP), principal forma de armazenamento de energia das células. O fósforo utilizado nos fertilizantes agrícolas é extraído de minas, cujas reservas estão cada vez mais escassas. Certas práticas agrícolas aceleram a erosão do solo, provocando o transporte de fósforo para sistemas aquáticos, que fica imobilizado nas rochas. Ainda, a colheita das lavouras e o transporte dos restos alimentares para os lixões diminuem a disponibilidade dos íons no solo. Tais fatores têm ameaçado a sustentabilidade desse íon.

Uma medida que amenizaria esse problema seria:

- A Incentivar a reciclagem de resíduos biológicos, utilizando dejetos animais e restos de culturas para produção de adubo.
- B Repor o estoque retirado das minas com um íon sintético de fósforo para garantir o abastecimento da indústria de fertilizantes.
- C Aumentar a importação de íons fosfato dos países ricos para suprir as exigências das indústrias nacionais de fertilizantes.
- D Substituir o fósforo dos fertilizantes por outro elemento com a mesma função para suprir as necessidades do uso de seus íons.
- E Proibir, por meio de lei federal, o uso de fertilizantes com fósforo pelos agricultores, para diminuir sua extração das reservas naturais.

Figura 28: questão 53 da prova azul do ano de 2010.

Para efeito desse estudo, essa questão foi classificada nas seguintes categorias metodológicas: disposição final ambientalmente adequada e compostagem.

O processo de compostagem está fundamentado na reciclagem da parte orgânica do resíduo sólido urbano. E esse processo é fundamental para o sucesso de um plano de gerenciamento de resíduos, pois, segundo a ABRELPE (2011), a matéria orgânica representa 51,4% dos resíduos coletados no Brasil.

O processo de compostagem apresenta as seguintes vantagens: redução de aproximadamente 50% do lixo destinado ao aterro; aproveitamento agrícola da matéria orgânica; reciclagem de nutrientes para o solo; economia de gastos; e economia no tratamento de efluentes (CEMPRE, 2010).

A Secretaria de Estado de Meio Ambiente - SEMA (2008) aponta alguns benefícios do composto vindo do resíduo orgânico:

“A melhoria da estrutura do solo, através da formação de estruturas moleculares que prendem os micronutrientes (que possibilitam a absorção pelas raízes das plantas); evita a erosão, pela chuva, pela retenção de macro nutrientes; aumento da estabilidade do pH do solo; a redução de gastos de transporte, de destinação do lixo orgânico produzido pela comunidade local e de tratamento de efluentes; a melhoria da saúde da população; pode ser conseguida com medidas simples: reaproveitamento integral de alimentos, e desenvolvidos de bons hábitos de vida e nutrição” (SEMA, 2008, p.118 e 119).

É possível concluir que a compostagem além de ser fundamental para o correto gerenciamento de resíduos, traz grandes benefícios para o solo e para a agricultura. E nesse contexto, o ENEM vem estimular debates sobre essa prática em Escolas de Ensino Médio em todo o território nacional.

Já a questão 82 (Figura 29) refere-se à reciclagem de baterias de Ni-Cd e encontra-se na área do conhecimento Ciências da Natureza e suas Tecnologias Essa questão foi classificada na seguinte categoria metodológica: reciclagem.

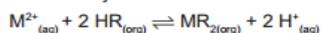
A bateria de níquel-cádmio (Ni-Cd) é um exemplo de bateria recarregável e segundo Matuano *et al*, apresenta as seguintes vantagens: pode ser conservada em estoque tanto carregada quanto recarregada, podendo, alguns modelos, realizar até 30.000 ciclos de cargas e descargas. Os autores apresentam como desvantagem possuir cádmio em sua composição.

Esse tipo de bateria representa uma preocupação para os ambientalistas devido ao grande volume de dispositivos eletrônicos portáteis comercializados anualmente (cerca de 80% das baterias comercializadas são embutidas nesses aparelhos), dos quais grande parte vai

para o lixo comum e devido aos impactos ambientais dos metais usados nessa bateria (BARANDAS *et al*, 2007).

**Questão 82**

As baterias de Ni-Cd muito utilizadas no nosso cotidiano não devem ser descartadas em lixos comuns uma vez que uma considerável quantidade de cádmio é volatilizada e emitida para o meio ambiente quando as baterias gastas são incineradas como componente do lixo. Com o objetivo de evitar a emissão de cádmio para a atmosfera durante a combustão é indicado que seja feita a reciclagem dos materiais dessas baterias. Uma maneira de separar o cádmio dos demais compostos presentes na bateria é realizar o processo de lixiviação ácida. Nela, tanto os metais (Cd, Ni e eventualmente Co) como os hidróxidos de ions metálicos  $\text{Cd}(\text{OH})_{2(s)}$ ,  $\text{Ni}(\text{OH})_{2(s)}$ ,  $\text{Co}(\text{OH})_{2(s)}$  presentes na bateria, reagem com uma mistura ácida e são solubilizados. Em função da baixa seletividade (todos os ions metálicos são solubilizados), após a digestão ácida, é realizada uma etapa de extração dos metais com solventes orgânicos de acordo com a reação:



Onde :

$\text{M}^{2+} = \text{Cd}^{2+}, \text{Ni}^{2+}$  ou  $\text{Co}^{2+}$

$\text{HR} = \text{C}_{10}\text{H}_{24}\text{-PO}_2\text{H}$  : identificado no gráfico por **X**

$\text{HR} = \text{C}_{12}\text{H}_{12}\text{-PO}_2\text{H}$  : identificado no gráfico por **Y**

O gráfico mostra resultado da extração utilizando os solventes orgânicos **X** e **Y** em diferentes pH.

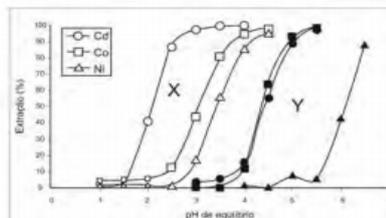


Figura 1: Extração de níquel, cádmio e cobalto em função do pH da solução utilizando solventes orgânicos X e Y.

Disponível em: <http://www.scielo.br>. Acesso em 28 abr. 2010.

A reação descrita no texto mostra o processo de extração dos metais por meio da reação com moléculas orgânicas, **X** e **Y**. Considerando-se as estruturas de **X** e **Y** e o processo de separação descrito, pode-se afirmar que

- A as moléculas **X** e **Y** atuam como extratores catiônicos uma vez que a parte polar da molécula troca o ion  $\text{H}^+$  pelo cátion do metal.
- B as moléculas **X** e **Y** atuam como extratores aniônicos uma vez que a parte polar da molécula troca o ion  $\text{H}^+$  pelo cátion do metal.
- C as moléculas **X** e **Y** atuam como extratores catiônicos uma vez que a parte apolar da molécula troca o ion  $\text{PO}_2^-$  pelo cátion do metal.
- D as moléculas **X** e **Y** atuam como extratores aniônicos uma vez que a parte polar da molécula troca o ion  $\text{PO}_2^-$  pelo cátion do metal.
- E as moléculas **X** e **Y** fazem ligações com os ions metálicos resultando em compostos com caráter apolar o que justifica a eficácia da extração.

**Figura 29:** questão 82 da prova azul da primeira aplicação do ENEM 2010.

Quanto aos efeitos tóxicos de alguns componentes de pilhas e baterias, Mantuano *et al* (2011) apontam os efeitos do cádmio na saúde humana:

“A meia-vida do cádmio em seres humanos é de 20-30 anos, acumula-se principalmente nos rins, fígado e ossos, podendo levar a disfunções renais e osteoporose. Além disso, é comprovadamente um agente cancerígeno e teratogênico, podendo, também, causar danos ao sistema reprodutivo” (MANTUANO *et al*, 2011, p.11).

Os autores alertam ainda que o níquel presente nessa bateria pode provocar câncer, lesões no sistema respiratório, distúrbios gastrintestinais, dermatites e alterações no sistema imunológico. E acrescentam que esse metal é considerado um agente teratogênico, genotóxico e mutagênico (MANTUANO *et al*, 2011)

Então, para que esses metais não causem danos ao meio ambiente e a saúde humana é necessário que essas baterias sejam recicladas. E para possibilitar que essa reciclagem realmente ocorra, a PNRS (BRASIL, 2010) estabelece em seu artigo 33 que os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de pilhas e baterias são obrigados a estruturar e implantar a logística reversa.

A questão 82 do ENEM 2010 alerta que, quando incineradas, essas baterias liberam cádmio para a atmosfera. Porém não menciona nenhum efeito negativo desse metal para o meio ambiente, nem para a saúde humana e não propicia a reflexão da necessidade de coletar separadamente pilhas e baterias.

Grande parte da população não sabe que pilhas e baterias quando descartadas no lixo comum podem causar riscos à saúde e que devem ter uma destinação final diferenciada (BARANDAS *et al*, 2007). Então é de fundamental importância estimular a inclusão desse tema nos currículos das Escolas de Ensino Médio.

Continuando a análise das questões do ENEM 2010, a questão 90 (Figura 30), pertencente à área do conhecimento Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Essa questão aborda as diferenças entre lixão e aterro controlado e foi classificada nas seguintes categorias metodológicas definidas nesse estudo: disposição final ambientalmente adequado e resíduos perigosos.

#### Questão 90

O lixão que recebia 130 toneladas de lixo e contaminava a região com o seu chorume (líquido derivado da decomposição de compostos orgânicos) foi recuperado, transformando-se em um aterro sanitário controlado, mudando a qualidade de vida e a paisagem e proporcionando condições dignas de trabalho para os que dele subsistiam.

Revista Promoção da Saúde da Secretaria de Políticas de Saúde.  
Ano 1, nº 4, dez. 2000 (adaptado).

Quais procedimentos técnicos tornam o aterro sanitário mais vantajoso que o lixão, em relação às problemáticas abordadas no texto?

- A O lixo é recolhido e incinerado pela combustão a altas temperaturas.
- B O lixo hospitalar é separado para ser enterrado e sobre ele, colocada cal virgem.
- C O lixo orgânico e inorgânico é encoberto, e o chorume canalizado para ser tratado e neutralizado.
- D O lixo orgânico é completamente separado do lixo inorgânico, evitando a formação de chorume.
- E O lixo industrial é separado e acondicionado de forma adequada, formando uma bolsa de resíduos.

Figura 30: questão 90 da prova azul, primeira aplicação, do ENEM do ano 2010.

A questão 90 compara duas formas de disposição final: o lixão, uma forma inapropriada de disposição final de resíduos, que não oferece proteção ao meio ambiente e à

saúde; e o aterro controlado, que geralmente tem sua origem em um lixão, e, apesar de não possuir impermeabilização do solo, os resíduos são recobertos com uma camada de solo ao final de cada expediente de trabalho, modificando a paisagem e impedindo a proliferação de vetores de doenças (MANO, PACHECO e BONELLI, 2012).

A questão 90 do ENEM do ano 2010 aborda, ainda, o tema lixo hospitalar que foi incluído na categoria metodológica “resíduos perigosos”. O termo lixo hospitalar era utilizado para designar a parcela sólida dos resíduos gerados dentro de hospitais, pois durante muito tempo, a preocupação com os resíduos de saúde era restrita aos hospitais (SCHNEIDER *et al.*, 2004).

Atualmente, esse termo foi substituído por resíduos de serviços de saúde (RSS), que segundo a Resolução 358/2005 do CONAMA, são resíduos produzidos por todos os serviços relacionados com o atendimento à saúde humana ou animal, incluindo os serviços de assistência domiciliar e de trabalhos de campo; laboratórios; necrotérios; drogarias; e estabelecimentos de ensino (BRASIL, 2005).

Esses resíduos necessitam de atenção especial, não por sua quantidade gerada, mas pelo potencial de risco em relação à saúde pública e ao meio ambiente, em razão da presença dos resíduos com riscos biológicos (MARTINS, 2004).

Prosseguindo a análise do ENEM do ano 2010, no segundo caderno de prova, encontra-se a questão 177 (Figura 31), que aborda o tema descarte de óleo utilizado em frituras e está localizada na área do conhecimento Matemática e suas Tecnologias. Essa questão foi classificada na categoria “outros”.

#### Questão 177

Um dos grandes problemas da poluição dos mananciais (rios, córregos e outros) ocorre pelo hábito de jogar óleo utilizado em frituras nos encanamentos que estão interligados com o sistema de esgoto. Se isso ocorrer, cada 10 litros de óleo poderão contaminar 10 milhões ( $10^7$ ) de litros de água potável.

Manual de etiqueta. Parte integrante das revistas Veja (ed. 2055), Cláudia (ed. 555), National Geographic (ed. 93) e Nova Escola (ed. 208) (adaptado).

Suponha que todas as famílias de uma cidade descartem os óleos de frituras através dos encanamentos e consomem 1 000 litros de óleo em frituras por semana.

Qual seria, em litros, a quantidade de água potável contaminada por semana nessa cidade?

- A  $10^{-2}$
- B  $10^3$
- C  $10^4$
- D  $10^6$
- E  $10^9$

Figura 31: questão 177 da prova azul do ENEM do ano 2010.

O tema descarte de óleo de frituras representa uma grande preocupação atual. Por não se misturar à água, esse óleo forma uma camada superficial que bloqueia a passagem de ar e luz, dificultando a troca de gases entre a água e a atmosfera, causando desequilíbrio ecológico e acarretando a morte de espécies animais e vegetais (SILVA e NOLÊTO 2008).

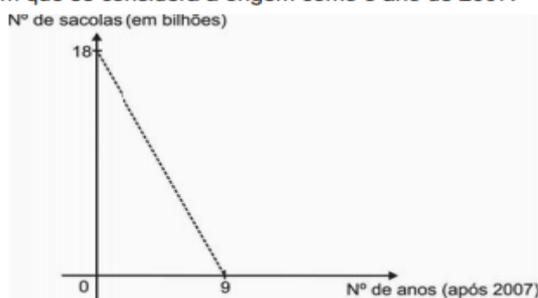
Rabelo e Ferreira (2008) apontam que não existe um modelo ideal de descarte do produto, mas sim alternativas de reaproveitamento do óleo de fritura para a fabricação de biodiesel, sabão, etc.

Então, essa questão do ENEM 2010 tem o papel de estimular, nas Escolas de Ensino Médio, o debate sobre os problemas ocasionados pelo descarte inadequado do óleo de fritura.

Na segunda aplicação do ENEM 2010 foram encontradas duas questões abordando o tema lixo: a questão 156 (Figura 32) e a questão 159 (Figura 33), ambas pertencentes à área do conhecimento Matemática e suas Tecnologias. Essas questões foram classificadas na categoria metodológica “outros”.

#### Questão 156

As sacolas plásticas sujam florestas, rios e oceanos e quase sempre acabam matando por asfixia peixes, baleias e outros animais aquáticos. No Brasil, em 2007, foram consumidas 18 bilhões de sacolas plásticas. Os supermercados brasileiros se preparam para acabar com as sacolas plásticas até 2016. Observe o gráfico a seguir, em que se considera a origem como o ano de 2007.



LUCENA, M. Guerra às sacolinhas. Galileu. n.º 225, 2010.

De acordo com as informações, quantos bilhões de sacolas plásticas serão consumidos em 2011?

- A 4,0
- B 6,5
- C 7,0
- D 8,0
- E 10,0

Figura 32: questão 156 da prova azul do ENEM do ano 2010.

A questão 156 (Figura 32) aborda o tema descarte de sacolas plásticas e foi classificada na categoria metodológica “outros”.

Esse tema é atual e gera muitos debates, pois apesar das vantagens apresentadas pelo plástico, como atoxicidade e leveza, esse material causa muitos danos quando descartados no meio ambiente (ALVES, RIBEIRO e RICCI, 2011).

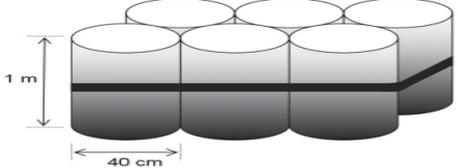
Fabro, Lindemann e Vieira (2007) afirmam que no Brasil são produzidas 210 mil toneladas anuais de plástico filme (matéria-prima das sacolas de supermercados), o que representa 9,7% de todo o lixo do país. Esses autores alertam que, sendo o plástico um material que existe há apenas um século, não é possível precisar o seu tempo de decomposição, mas sabe-se que é superior a 100 anos. E apontam ainda, que cerca de 90% das sacolas plásticas acabam em lixeiras, ou como lixo.

É necessária, então, a participação atuante do cidadão no sentido de reduzir o consumo, reutilizar e efetuar a coleta seletiva propiciando a reciclagem do plástico para diminuir os impactos ambientais desse material. E nesse sentido é esperado que a Escola de Ensino Médio atue sensibilizando seus alunos para o problema, e que essa questão do ENEM possa incentivar esse debate.

Continuando a análise da prova da segunda aplicação do ENEM 2010, foi verificado que a questão 159 (Figura 33) aborda o tema reutilização de materiais descartados. Essa questão foi classificada na categoria “outros”.

**Questão 159**

O administrador de uma cidade, implantando uma política de reutilização de materiais descartados, aproveitou milhares de tambores cilíndricos dispensados por empresas da região e montou kits com seis tambores para o abastecimento de água em casas de famílias de baixa renda, conforme a figura seguinte. Além disso, cada família envolvida com o programa irá pagar somente R\$ 2,50 por metro cúbico utilizado.



Uma família que utilizar 12 vezes a capacidade total do kit em um mês pagará a quantia de (considere  $\pi \approx 3$ )

- A R\$ 86,40.
- B R\$ 21,60.
- C R\$ 8,64.
- D R\$ 7,20.
- E R\$ 1,80.

Figura 33: questão 159 da prova azul do ENEM do ano de 2010.

A PNRS (BRASIL, 2010, p.3) define reutilização como “processo de aproveitamento dos resíduos sólidos sem sua transformação biológica, física ou físico-química, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sisnama e, se couber, do SNVS e do Suasa”. Essa legislação estabelece ainda a seguinte ordem de prioridade na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição ambientalmente adequada dos rejeitos.

A reutilização tem papel importante na gestão e gerenciamento de resíduos, ocupando o terceiro lugar em ordem de prioridade. Porém, na questão do ENEM, tema tão relevante não recebe a atenção merecida e encontra-se no enunciado da questão apenas com a intenção de contextualizar um cálculo matemático, sem estimular nenhuma reflexão sobre questões ambientais.

#### **6.14 ENEM 2011**

Ao se analisar as 180 questões que compõem a edição do ENEM 2011 foram encontradas cinco questões abordando o tema lixo. E essas questões foram classificadas nas seguintes categorias metodológicas: catadores; coleta seletiva; disposição final ambientalmente adequada; produção de energia a partir de resíduos orgânicos; relação lixo-desastres; relação lixo-saúde; e reciclagem.

A questão 13 (Figura 34) relaciona a postura consumista da sociedade atual à crescente produção de lixo e os efeitos socioambientais desses resíduos, e está presente na área do conhecimento Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Essa questão foi classificada nas seguintes categorias metodológicas definidas para este estudo: catadores; disposição final ambientalmente adequada; e padrões sustentáveis de produção e consumo.

Essa mudança no comportamento da sociedade, relatada na questão 13, teve início com a revolução industrial, quando através de novos processos produtivos passou-se a produzir maior quantidade e maior variedade de produtos.

Além disso, Jacob e Besen (2011) afirmam que o modelo de desenvolvimento atual pautado pela obsolescência programada dos produtos, favorece ao consumismo. Acrescentam, ainda, que ocorre uma maior utilização de produtos descartáveis. Esses fatores provocam

uma modificação na composição e características com o aumento de periculosidade dos resíduos e no volume gerado. O acúmulo de lixo é inevitável e ameaça o meio ambiente

#### QUESTÃO 13

Como os combustíveis energéticos, as tecnologias da informação são, hoje em dia, indispensáveis em todos os setores econômicos. Através delas, um maior número de produtores é capaz de inovar e a obsolescência de bens e serviços se acelera. Longe de estender a vida útil dos equipamentos e a sua capacidade de reparação, o ciclo de vida desses produtos diminui, resultando em maior necessidade de matéria-prima para a fabricação de novos.

GROSSARD, C. *Le Monde Diplomatique Brasil*. Ano 3, nº 36, 2010 (adaptado).

A postura consumista de nossa sociedade indica a crescente produção de lixo, principalmente nas áreas urbanas, o que, associado a modos incorretos de deposição,

- A provoca a contaminação do solo e do lençol freático, ocasionando assim graves problemas socioambientais, que se adensarão com a continuidade da cultura do consumo desenfreado.
- B produz efeitos perversos nos ecossistemas, que são sanados por cadeias de organismos decompositores que assumem o papel de eliminadores dos resíduos depositados em lixões.
- C multiplica o número de lixões a céu aberto, considerados atualmente a ferramenta capaz de resolver de forma simplificada e barata o problema de deposição de resíduos nas grandes cidades.
- D estimula o empreendedorismo social, visto que um grande número de pessoas, os catadores, têm livre acesso aos lixões, sendo assim incluídos na cadeia produtiva dos resíduos tecnológicos.
- E possibilita a ampliação da quantidade de rejeitos que podem ser destinados a associações e cooperativas de catadores de materiais recicláveis, financiados por instituições da sociedade civil ou pelo poder público.

Figura 34: questão 13 da prova azul do ENEM do ano 2011.

Em algumas alternativas dessa questão (Figura 34) encontramos referência aos lixões e aos catadores. Como já foi bastante discutido neste estudo, os lixões não representam, como está disposto na alternativa “c” dessa questão, “ferramenta capaz de resolver de forma simples e barata o problema da disposição de resíduos nas grandes cidades”. Na verdade, os lixões representam uma forma inadequada de disposição de resíduos sólidos municipais, que se caracteriza pela simples descarga sobre o solo, sem nenhuma proteção ao meio ambiente e à saúde pública (IBAM, 2001). E quanto aos catadores, a PNRS estabelece que as atividades de catação são proibidas nas áreas de disposição final de resíduos ou rejeitos BRASIL, 2010).



#### QUESTÃO 79

Moradores sobreviventes da tragédia que destruiu aproximadamente 60 casas no Morro do Bumba, na Zona Norte de Niterói (RJ), ainda defendem a hipótese de o deslizamento ter sido causado por uma explosão provocada por gás metano, visto que esse local foi um lixão entre os anos 1960 e 1980.

Jornal Web. Disponível em: <http://www.ojornalweb.com>. Acesso em: 12 abr. 2010 (adaptado).

O gás mencionado no texto é produzido

- A como subproduto da respiração aeróbia bacteriana.
- B pela degradação anaeróbia de matéria orgânica por bactérias.
- C como produto da fotossíntese de organismos pluricelulares autotróficos.
- D pela transformação química do gás carbônico em condições anaeróbias.
- E pela conversão, por oxidação química, do gás carbônico sob condições aeróbias.

Figura 36: questão 79 da prova azul do ENEM do ano 2011.

Essa questão relaciona a tragédia ocorrida no Morro do Bumba, no município de Niterói, Estado do Rio de Janeiro, com um lixão (disposição de lixo no solo, a céu aberto). Essa questão foi incluída nas seguintes categorias metodológicas: relação entre lixo e desastres e destinação ambientalmente adequada de resíduos.

Segundo Vieira (2011), no Morro do Bumba foram construídas habitações rústicas e obras de infra-estrutura sobre um lixão que operou por aproximadamente 15 anos e foi desativado em 1981. O autor enumera as características negativas de um terreno que recebe lixo: instabilidade física; contaminação e geração de poluição por gases e chorume. E, acrescenta que essas características associadas às fortes chuvas ocorridas no local foram responsáveis pelo desabamento das casas e soterramento de dezenas de pessoas em abril de 2010.

O aumento populacional em áreas urbanas é um processo que vem se intensificando desde a Revolução industrial, criando problemas socioespaciais, tema já discutido anteriormente nesse estudo. Então, é necessária a aplicação de políticas públicas de uso e ocupação do solo, evitando que habitações sejam construídas em áreas vulneráveis como terrenos utilizados para aterrar o lixo (VIEIRA, 2011).

Essa questão do ENEM traz como contribuição para a educação básica brasileira: o estímulo para uma discussão sobre mapeamento e gerenciamento de riscos e desastres e sobre políticas públicas de habitação e destinação ambientalmente adequada de resíduos.

Prosseguindo a análise do caderno de provas do ENEM 2011, foi selecionada a questão 85 (Figura 37), pertencente à seguinte área do conhecimento: Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

QUESTÃO 85

Um dos processos usados no tratamento do lixo é a incineração, que apresenta vantagens e desvantagens. Em São Paulo, por exemplo, o lixo é queimado a altas temperaturas e parte da energia liberada é transformada em energia elétrica. No entanto, a incineração provoca a emissão de poluentes na atmosfera.

Uma forma de minimizar a desvantagem da incineração, destacada no texto, é

- A aumentar o volume do lixo incinerado para aumentar a produção de energia elétrica.
- B fomentar o uso de filtros nas chaminés dos incineradores para diminuir a poluição do ar.
- C aumentar o volume do lixo para baratear os custos operacionais relacionados ao processo.
- D fomentar a coleta seletiva de lixo nas cidades para aumentar o volume de lixo incinerado.
- E diminuir a temperatura de incineração do lixo para produzir maior quantidade de energia elétrica.

Figura 37: questão 85 da prova azul do ENEM do ano 2011.

Essa questão tem como tema principal a produção de energia elétrica a partir da incineração de resíduos e para efeito deste estudo, foi classificada nas seguintes categorias metodológicas: aproveitamento energético dos RS e coleta seletiva.

A incineração pode ser definida como “o aproveitamento do poder calorífico do material combustível presente no lixo através da sua queima para a geração de vapor” (HENRIQUES, 2004, p.121).

Segundo Henriques (2004), a incineração tem como vantagens a possibilidade de diminuir para cerca de 4% do volume total de resíduos a ser destinado ao aterro sanitário, ser eficiente na conversão de energia com resíduos, ser um processo relativamente sem ruídos e sem odores, além de requerer pequena área para instalação.

Porém o autor alerta que a incineração de resíduos tem desvantagens: produção de algumas emissões atmosféricas como metais pesados e compostos orgânicos como dioxinas; metais tóxicos podem ficar concentrados nas cinzas; e alto custo de investimentos e de operações e manutenção.



Essa questão engloba quatro categorias metodológicas desse estudo, apresentando então o tema com uma maior complexidade. Além disso, apresenta a relação lixo-saúde utilizando um conceito afirmativo de saúde, pois além de se referir aos focos de infecção presentes no lixo, refere-se também à qualidade de vida que é afetada pela presença dos locais de disposição final do lixo.

## 7 - CONCLUSÕES

Este estudo analisou a importância dada ao tema lixo e sua relação com a saúde nas avaliações do ENEM, nas edições dos anos 1998 a 2011. Ao longo desse estudo foram identificadas apenas 34 questões abordando o tema lixo em um universo de 1413 questões, das quais apenas quatro abordam o binômio lixo-saúde. Apesar do número reduzido de questões sobre lixo, vários assuntos importantes foram abordados nessas questões como: consumismo, obsolescência, reciclagem, disposição final, aproveitamento energético, coleta seletiva, rejeitos radioativos e catadores.

É possível concluir que o número reduzido de questões relacionando o tema lixo com saúde, ao longo dos anos, parece não favorecer a inclusão desse conteúdo nos currículos de Ensino Médio, entretanto a utilização dessas questões pelos alunos como ferramenta de estudo para as próximas provas do ENEM pode auxiliar na difusão do tema.

A maioria das questões analisadas nas avaliações do ENEM explorou o tema lixo de forma interdisciplinar e contextualizada. Porém, algumas questões poderiam ter explorado o tema de forma mais profunda e, principalmente, apontado a relação do gerenciamento inadequado de resíduos com a saúde humana.

Embora, tenham sido apresentados vários dados e discussões nesse estudo e as questões tenham sido analisadas cautelosamente, algumas lacunas poderão ser identificadas, tendo em vista a complexidade dos conceitos envolvidos. Como o conceito de saúde é muito amplo, resultando da combinação de vários fatores como alimentação, moradia, trabalho, lazer, talvez os meios para delimitação das questões sobre o tema não tenham contemplado todos os aspectos relativos ao conceito. Além disso, algumas questões envolvem temas complexos como produção de energia e rejeitos radioativos, o que dificultou uma análise detalhada. Dessa forma, novos estudos serão necessários para a melhor elucidação dessas questões.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13.591 **Informação e documentação – compostagem**. Rio de Janeiro. ABNT, 1996.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR - 10.004: **Resíduos sólidos – classificação**. Rio de Janeiro, 2004.

ABRAS. Associação Brasileira de Supermercados. **Programa de qualidade e consumo responsável de sacolas plásticas**. Publicado em 05/06/10. Disponível em <http://www.rvambiental.com>. Acesso em 13/03/2013.

ABRELPE, **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. 2011. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2011.pdf>. Acesso em 07/05/12.

ALMEIDA, Paulo Santos; TADA, Agnes Massuni; ALMEIDA, Alexandre Murilo; GONÇALO JÚNIOR, Paulo Roberto; KIMURA, Wagner. **Armazenamento de lixo urbano em lixões e aterros sanitários: contaminação do solo, proliferação de macro e micro vetores e contaminação do lençol freático**. Escola de artes, ciências e humanidades da universidade de São Paulo. São Paulo, SP. 2009. 37 p.

ALMEIDA, Ramiro de Araújo Júnior; AMARAL, Sérgio Pinto. **Lixo urbano, um velho problema atual**. XIII SIMPEP. BAURU, SP. Brasil. 6 a 8 de novembro de 2006. Disponível em: [http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais\\_13/artigos/78.pdf](http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/78.pdf). Acessado em 08/02/12.

ALVES, André A. N.; RIBEIRO, Maurício F.; RICCI, Vitor Salvucci. **O uso de sacolas plásticas pelos clientes de supermercados e seu impacto na natureza**. Revista Ciência do Ambiente On line. 7 ( 1 ) Julho. 2011.

ARANTES, Rosalba Cassuci; MARTINS, Joice L Appelt; LIMA, Michele Faria; ROCHA, Rosângela Malard; SILVA, Rosalina Carvalho; VILLELA, Wilza Vieira. **Processo saúde-doença e promoção da saúde: aspectos históricos e conceituais**. Revista APS. 11(2), 189-198. 2008.

AUGUSTO, Lia Giraldo da Silva; CÂMARA, Volney de Magalhães; CARNEIRO, Fernando Ferreira; CÂNCIO, Jacira; GOUVEIA, Nelson. **Saúde Ambiental: uma reflexão da Associação Brasileira de Pós-graduação em Saúde Coletiva**. ABRASCO. Rev. Bras. Epidemiol. 6 (2). 2003.

BARANDAS, Ana Paula Mauro Gonçalves; VALVERDE, Ivan Macedo Jr; MANTOVANO, José Luíz; CUNHA, José Waldemar Silva Dias. **Recuperação de cádmio de baterias de níquel-cádmio via extração seletiva com tributilfosfato (TBP)**. Quím. Nova. 30 (3). São Paulo. May/June 2007.

BARBOSA, Livia. **Sociedade de consumo**. Rio de Janeiro. Jorge Zahar Editor. 2004. 68p.

BARDIN, LAURENCE. **Análise de conteúdo**. São Paulo. Edições 7. 2011. 229p.

BORGES, André. **Lixo eletrônico vira montanha de problemas**. Computerworld. Edição 421, Nov.2004. Disponível em : <http://computerworld.uol.com.br/mercado/2004>. Acesso em 10/11/12.

BRANCO, Samuel Murgel. **Ecologia e Ecologismo**. In Ecologia em debate. 2ª ed. São Paulo. Moderna, 1997; 128p

BRASIL. Lei nº 8080, de 19 de setembro de 1990. Dispõe sobre as condições para a promoção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências. **Diário Oficial da União** 1990; 19 set.

BRASIL. Lei 9394/96 de 20 de dezembro de 1996. **Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília**. 1996. Diário Oficial da União 1996; 23 dez.

BRASIL. MEC/INEP. **Relatório Final do Exame Nacional do Ensino Médio de 1998**. Disponível em: <http://www.inep.gov.br>. Acesso em 15/11/12.

BRASIL. Lei 9.795 de 27 de abril de 1999. **Dispõe sobre a Educação Ambiental e institui a Política Nacional de Educação Ambiental**. 1999-A. Diário Oficial da União 1999; 28 abr.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio – PCNEM**. Brasília. Ministério da Educação. 1999.

BRASIL. MEC/INEP. **Relatório Final do Exame Nacional do Ensino Médio de 1999**. Disponível em: <http://www.inep.gov.br>. Acesso em 15/11/12.

BRASIL. ENEM. **Exame Nacional do Ensino Médio**. Documento Básico. Brasília. INEP. 2000. Disponível em: [http://www.publicacoes.inep.gov.br/arquivos/%7BE57A3D8A-B535-470E-AD0C-1089028BA212%7D\\_documento\\_basico\\_enem\\_2002\\_353.pdf](http://www.publicacoes.inep.gov.br/arquivos/%7BE57A3D8A-B535-470E-AD0C-1089028BA212%7D_documento_basico_enem_2002_353.pdf). Acesso em 10/11/12.

BRASIL. Lei 10.308 de 20 de novembro de 2001. **Dispõe sobre a seleção de locais, a construção, o licenciamento, a operação, a fiscalização, os custos, a indenização, a responsabilidade civil e as garantias referentes aos depósitos de rejeitos radioativos, e dá outras providências**. Diário Oficial da União 2001; 21 de nov.

BRASIL. Ministério da Saúde. ANVISA. **Resolução RDC nº 306, de 7 de dezembro de 2004, Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde**. Diário Oficial da União 2004; 10 dez.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 358, de 29 de abril de 2005. Dispõe sobre o regulamento e disposição final dos resíduos de serviços de saúde e dá outras providências**. Diário Oficial da União. 2005 04 mai.

BRASIL. Lei 11.445/07 de 05 de janeiro de 2007. **Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico**. Disponível em: [www.planalto.gov.br/ccivil\\_03-ato2007-2010/lei/11445](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03-ato2007-2010/lei/11445). Acesso em 05/08/11.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Guia Leptospirose: Diagnóstico e Manejo Clínico/Ministério da Saúde, secretaria de Vigilância em Saúde.** 2009. Disponível em: [http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/guia\\_de\\_manejo\\_clinico\\_versao\\_final\\_prelo\\_16\\_nov.pdf](http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/guia_de_manejo_clinico_versao_final_prelo_16_nov.pdf). Acesso em 15/11/12.

BRASIL. Lei nº 12305 de 2 de agosto de 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos.** Diário Oficial da União ; 2010 03 ago.

BUSS, Paulo Marchiori; PELLEGRINI, Alberto Filho. **Determinantes sociais da saúde.** PHYSIS: Rev. Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, 17(1):77-93, 2007.

CALDERONI, Sabetai. **Os bilhões perdidos no lixo.** 4ª ed. São Paulo: Humatitas. Editora FFLCH/USP. 2003. 346p.

CARASCHI, José Claudio; LEÃO, Alcides Lopes. **Avaliação das propriedades mecânicas dos plásticos reciclados provenientes de resíduos urbanos.** Acta Scientiarum, Maringá, 24(6):1599-1602, 2002.

CARON, Carolina Fagundes; MESSIAS, Janilce Negrão; COUTINHO, José Soares filho; RUSSI, Cesar Vercesi; Weber, Marisa Isabel. **Geração de energia no campus a partir de biodigestão anaeróbica.** Tuiuti: Ciência e cultura; Curitiba, 42; 63-73, 2009.

CEMPRE, Compromisso Empresarial para a Reciclagem. **Lixo municipal: Manual de gerenciamento integrado.** 3 ed. São Paulo. 2010. Disponível em: <http://www.cempre.org.br/manuais.php>. Acesso em 10/10/12.

CEMPRE – Compromisso Empresarial para Reciclagem. **Embalagens cartonadas longa vida.** Disponível em: [www.cempre.org.br/ft\\_longavida.php](http://www.cempre.org.br/ft_longavida.php). Acesso em 03/03/2013.

COSTA Marco Antônio F; COSTA Maria de Fátima Barroso. **Metodologia da pesquisa: conceitos e técnicas.** 2 ed. Rio de Janeiro: Interciências; 2009. 216p.

Decreto 7.405, de 23 de dezembro de 2010. **Institui o Programa Pró-Catador, denomina Comitê Interministerial para Inclusão Social e Econômica dos Catadores de Materiais Reutilizáveis e Recicláveis o Comitê Interministerial da Inclusão Social de Catadores de Lixo criado pelo Decreto de 11 de setembro de 2003.** Dispões sobre a organização e funcionamento e dá outras providências. Presidência da República. Casa Civil. Diário Oficial da União, Edição Extra; 23/12/2010.

DELLAMANO, José Claudio. **Rejeitos radioativos.** X simpósio de biossegurança e descarte de produtos químicos perigosos em instituições de ensino e pesquisa. Instituto de pesquisas Energéticas e Nucleares. IPEN-CNEN/SP. 24/11/2011. Disponível em: <http://www.fcf.usp.br/Extensao/Eventos/Biosseguranca/2011/Publicacao/1%C2%AA%20Palestra%20-%20X%20Biosseguran%C3%A7a%202011.pdf>. Acesso em 07/08/12.

DIAS, Genebaldo Freire. **Educação ambiental: princípios e práticas.** Editora Gaia. São Paulo. 9ª ed. 2011. 551p.

FABRO, Adriano Todorovic; LINDEMANN, Christian; VIEIRA, Saon Crispin. **Utilização de sacolas plásticas em supermercados**. Revista Ciência do Ambiente On-line.3(1); 2007. Disponível em: <http://www2.ib.unicamp.br/revista/be310/index.php.be310/article/viewFile/70/46>. Acesso em 02/02/12.

FADINI, Pedro Sérgio; FADINI, Almerinda Antonia Barbosa. **Lixo: desafios e compromissos**. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola; Edição especial; 9-18; 2001. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/01/lixo.pdf>. Acesso em 08/10/12.

FAVERA, Eduardo Cerreta Dalla. **Lixo eletrônico e a sociedade**. 2008 Disponível em: <http://www.coepbrasil.org.br/portal/publico/apresent>. Acesso em 23/09/2012.

FERREIRA, João Alberto; ANJOS, Luiz Antônio. **Aspectos de saúde coletiva e ocupacional associados à gestão de resíduos sólidos municipais**. Cad. Saúde Pública. Rio de Janeiro, 17(3):689-696; 2001.

FUNASA. Ministério da Saúde. **Resíduos sólidos e a saúde da comunidade**. Informações técnicas sobre a interrelação saúde, meio ambiente e resíduos sólidos. Brasília. 2009. Disponível em: [http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files\\_mf/cart\\_res\\_sol.pdf](http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/cart_res_sol.pdf). Acesso em: 15/06/12.

GOSMANN, Hugo. **Manejo do lixo doméstico**. 2005. Disponível em: [www.cnpsa.embrapa.br/pnma/pdf/doc/3\\_Hugo.prn.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/pnma/pdf/doc/3_Hugo.prn.pdf). Acesso em 05/09/12.

HELLER, Léo. **Relação entre saúde e saneamento na perspectiva do desenvolvimento**. Ciência e Saúde Coletiva. 3(2); 73-84, 1998.

HENRIQUES, Rachel Martins. **Aproveitamento energético dos resíduos urbanos: uma abordagem tecnológica**. Dissertação [mestrado]. UFRJ. Rio de Janeiro, RJ, 2004. 189 f.

IBAM – Instituto Brasileiro de Administração Municipal. **Manual gerenciamento integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: Secretaria Especial de Desenvolvimento urbano da Presidência da República (SEDE/PR); 2001. 200p.

INEA. Projeto Iguaçu. **O lixo e as enchentes: o que você tem a ver com isso**. Rio de Janeiro, 2007. Disponível: <http://www.inea.rj.gov.br/projetoiguacu/cartilha%20lixo%20low%20quality.pdf>. Acesso em 13/03/2013.

INEP. **Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira**. Disponível em: [www.portal.inep.gov.br/web/ENEM](http://www.portal.inep.gov.br/web/ENEM). Acesso em 10/02/2011.

IPT/CEMPRE – **Lixo municipal: Manual de gerenciamento integrado**. 1 ed. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. São Paulo. Publicação IPT. 2163, 1995. 85p.

JACOBI, Pedro Roberto; BESEN, Gina Rizpah. **Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade**. Estudos avançados 25 (71), 2011.

KIEHL, Edmar José. **Manual de Compostagem: maturação e qualidade do composto**. Piracicaba. USP, 2004. 171p.

LEITE, Paulo Roberto; LAVEZ, Natalie; SOUZA, Vivian Mansano. **Fatores da Logística Reversa que influem no reaproveitamento do “lixo eletrônico” – um estudo no setor de informática.** SIMPOI. Anais 2009. Disponível em: [http://www.simpoi.fgvsp.br/arquivo/2009/artigos/E2009\\_T00166\\_PCN20771.pdf](http://www.simpoi.fgvsp.br/arquivo/2009/artigos/E2009_T00166_PCN20771.pdf). Acesso em 05/12/12.

MAGALHÃES, Fernando Antônio. **Colhendo lições de expoentes da limpeza urbana.** 2006. Disponível em: [http://comlurb.rio.rj.gov.br/salaimprensa/det\\_noticia](http://comlurb.rio.rj.gov.br/salaimprensa/det_noticia). Acesso em 20/12/2012.

MAGERA, Márcio. **Os empresários do lixo: um paradoxo da modernidade – análise interdisciplinar das cooperativas de reciclagem de lixo.** .Editora Átomo; Campinas, SP; 2003.193p.

MANO, Biasotto; PACHECO, Élen B.A.V.; BONELLI, Claudia M.C. **Meio Ambiente, poluição e reciclagem.** Ed. Edgar Blücher Ltda. 2ª edição, 2012.

MANTUANO, Danuza Pereira; ESPINOSA, Denise Croce Romano; WOLFF, Eliane; MANSUR, Marcelo Borges; SCHWABE, Wilfrid Keller. **Pilhas e baterias portáteis: legislação, processos de reciclagem e perspectivas.** Revista Brasileira de Ciências Ambientais. nº 21. Set. 2011.

MARTINS, Fátima Leone. **Gerenciamento de resíduos sólidos de serviços de saúde: Análise comparativa das legislações federais.** Niterói. Dissertação [mestrado] – Universidade Federal Fluminense, 2004.

MEC. Ministério da Educação e Cultura. **ProUni.**2008. Disponível em: [www.portal.mec.gov.br](http://www.portal.mec.gov.br). Acesso em: 10/05/11.

MEDEIROS, Luiza Ferreira Rezende; MACÊDO, Kátia Barbosa. **Catador de material reciclável: uma profissão para além da sobrevivência?** Psicologia & Sociedade; 18 (2):62-71; mai/ago.2006.

MINHOTO, Maria Angélica. **Modelação curricular do Ensino Médio: análise de prescrições legais e do papel da avaliação dos sistemas de ensino.** Jornal de políticas educacionais nº 5. Jan-jun. p 27-36; 2009.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Leptospirose: O que é e como prevenir.** 2011. Disponível em: [www.portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/folder-leptos-2011.pdf](http://www.portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/folder-leptos-2011.pdf). Acesso em 28/02/13.

MIRANDA, Roselane Estela dos Santos. **Impactos ambientais decorrentes dos resíduos gerados na produção de papel e celulose.** Monografia. UFRRJ. Seropédica, RJ. 2008. 37 f.

NOGUEIRA, Luiz Augusto Horta. **Biodigestão: alternativa energética.** São Paulo: Nobel, 1986. 135p.

OLIVEIRA, Livia. **O lixo urbano: um problema de percepção ambiental.** In: Simpósio Anual da ACIESP. 1983. São Paulo. Anais. São Paulo: ACIESP, 1983. V.2; p. 48-71.

OLIVEIRA, Luciano Bastos. **Potencial de aproveitamento energético do lixo e de biodiesel de insumos residuais no Brasil**. 237p. Tese(Doutorado em Ciências em Planejamento Energético) COPPE – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2004.

PAIVA, Rogério Luiz Cunha, SILVA, Kátia Moniz; NUNES, Marcos Eduardo Costa. **Processos de licenciamento de instalações nucleares no Brasil**. 1999. Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN. Disponível em: <http://memoria.cnem.gov.br/doc/pdf/Relatorios>. Acesso em 10/03/13.

PAULO, Rodolfo Fares. **O desenvolvimento industrial e o crescimento populacional como fatores geradores do impacto ambiental**. Veredas do Direito, Belo Horizonte, v.7 n° 13/14 p.173-189. Jan/Dez 2010.

PEREIRA, Robiney Davi Araújo; PAVANELLI, Giselle; SOUZA, Maria Tereza Saraiva. **Um estudo dos canais reversos de uma empresa de embalagens cartonadas**. XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Abepro. Rio de Janeiro. RJ. 2008.

PORTO, Marcelo Firpo de Souza; JUNCA, Denise Chysóstomo de Moura; GONÇALVES, Raquel Souza; FILHOTE, Maria Izabel de Freitas. **Lixo, trabalho e saúde: um estudo de caso com catadores de um aterro metropolitano no Rio Janeiro**. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 20(6):1503-1514. Nov. dez. 2004.

REGO, Rita de Cássia Franco; BARRETO, Maurício L; KILLINGER, Cristina Larrea. **O que é lixo afinal? Como pensam mulheres residentes na periferia de um grande centro urbano?** Caderno Saúde Pública. Rio de Janeiro, 18 (6) 1583-1592, nov-dez. 2002.

RODRIGUES, Arlete Moysés. **Produção e consumo do e no espaço: problemática ambiental urbana**. São Paulo: HUCITEC, 1998. 239p.

ROLIM, Aline Marques. **A reciclagem de resíduos plásticos pós-consumo em oito municípios do Rio Grande do Sul**. Dissertação de mestrado. UFRS. Porto Alegre, RS, 2000.142p.

SABIÁ, Rodolfo José; DUARTE, Paulo Henrique G; ALVES JÚNIOR, Francisco Tarcísio. **Estudo da geração de energia a partir dos resíduos sólidos**. 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Campo Grande. MS. 2005.

SANTOS, Amélia S.F.; MANRICH, José Augusto M. Agnelli. **Tendência e desafios da reciclagem de embalagens plásticas. Polímeros: Ciência e Tecnologia**. vol.14,n° 5, p.307-312. 2004.

SANTOS, Helaine M.N;FEHR, Manfred. **Educação ambiental por meio da compostagem de resíduos sólidos orgânicos em escolas públicas de Araguaí – Mg**. Caminhos de Geografia, revista on line. Urbelândia v.8 n.24 Dez/2007. Disponível em: <http://www.ig.ufu.br/revista/caminhos>. Acesso em 13/03/13.

SANTOS, Luiz Claudio. **A questão do lixo urbano e a geografia**. 1º Simpósio de Pós-graduação em Geografia do estado de São Paulo. 2008.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. **A cidade e o lixo**. São Paulo: SMA/CETESB, 1998.

SEMA, Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Programa Desperdício Zero. Kit Resíduos**. Versão Verde. 2008.

SCHLINDWEIN, Jaqueline Renata. O discurso e prática do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos (RSU) em Caxias do Sul/ RS. Dissertação. Universidade de Brasília, Instituto de ciências humanas, departamento de Geografia. 2013. 215 f.

SCHNEIDER, Vânia Elisabete; RÊGO, Rita de Cássia Emmerich; CALDART, Viviane ORLANDIN, SM. **Manual de gerenciamento de resíduos sólidos de serviços de saúde**. 2 ed. Caxias do Sul; EDUCS; 2004.319p.

SIQUEIRA, Moema Miranda; CIPRIANI, Moacir; SOUZA, Maria José Scassiotti; CORRÊA, Sônia Maria Barros. **Radioatividade: imaginário social e gestão de risco**. R.A.P. Rio de Janeiro m37 (2): 427-42. Mar./Abr. 2003.

SIQUEIRA, Mônica Maria; MORAES, Maria Silvia. **Saúde coletiva, resíduos sólidos urbanos e os catadores de lixo**. Ciência e Saúde Coletiva, 14 (6): 2115-2122. 2009.

SILVA, Aguinaldo Salomão. **Educação Ambiental: aspectos teóricos-conceituais, legais e metodológicos**. Educação em Destaque. Juiz de Fora, v.1, n.2, p. 45-61, 2 sem. 2008.

SILVA, Guilherme Marques dos Santos. **Análise da tecnologia de hidrólise ácida parcial para tratamento e minimização da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos da região metropolitana de Curitiba**. Curitiba. 2008.

SILVA, Nubelia Moreira; NOLÊTO, Tânia Maria S. J. **Reflexões sobre o lixo, cidadania e consciência ecológica**. Geoambiente On-Line. Revista eletrônica do curso de geografia do campus avançado de Jataí-GO. Disponível em [www.jatai.ufg.br/index.php/geoambiente/article/view/19/15](http://www.jatai.ufg.br/index.php/geoambiente/article/view/19/15).

SISSINO, Cristina Lucia Silveira; OLIVEIRA, Rosália Maria (Organizadores). **Resíduos sólidos, ambiente e saúde: uma visão interdisciplinar**. Rio de Janeiro. Editora Fiocruz. 2000. 138p.

SOUZA, Marília Zulmira Sena. **Análise da percepção ambiental dos alunos de ensino fundamental II da cidade de esperança com relação aos resíduos sólidos**. [monografia] Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande-PB. 2011.

TOMAZELLO, Maria Guiomar Carneiro; FERREIRA, Tereza Raquel das Chagas. **Educação Ambiental: que critérios adotar para avaliar a adequação pedagógica de seus projetos?** Ciência e Educação, v.7; n.2; p. 199-207, 2001.

UOL EDUCAÇÃO. **Vazamentos, erros e falhas de segurança: veja os problemas do Enem desde 2009**. São Paulo. 26/10/2011. Disponível em: <http://educacao.uol.com.br/noticias/2011/10/26/vazamentos-erros-e-falhas-de-seguranca-veja-os-problemas-do-enem-desde-2009.htm>. Acessado em 30/07/12.

VELLOSO, Marta Pimenta. **Os restos da história: percepções sobre resíduos.** Ciência & Saúde Coletiva. 13(6).1953-1964.2008.

VIANA, Mauricio Boratto. **O Eucalipto e os efeitos ambientais do seu plantio em escala.** 2004. Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados. 2004. Acessível [www.bd.camara.gov.br](http://www.bd.camara.gov.br). Acesso em 26/02/2013.

VIEIRA, Elias Antonio. **Casas sobre área de lixo em Ribeirão Preto (SP).** PRACS: Revista de Humanidades do Curso de Ciências Sociais da UNIFAP. Macapá. N.4, p. 41-50, dez.2011.