

# CARACTERIZAÇÃO E PERCEPÇÃO AMBIENTAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NAS DIFERENTES CLASSES SOCIAIS NO MUNICÍPIO DE ALFENAS – MG

Luciano Tavares Costa\*  
Fabiano Magalhães\*  
Dirlane de Fátima do Carmo\*\*  
Camila Cristine Pereira Nassar\*\*\*  
Carolina de Souza Gonçalves\*\*\*  
Aline Galvão Tavares Menezes\*\*\*  
Wesley Wilker\*\*\*  
André de Oliveira\*\*\*  
Franciele Luize Mariano\*\*\*  
Larissa Vilela Nascimento\*\*\*  
Flávio Veneroso\*\*\*  
Thayná Cais\*\*\*  
Lucas Emanuel Servidone\*\*\*  
Camilla Batista\*\*\*  
Karina Rojas\*\*\*

**RESUMO:** Os resíduos sólidos urbanos (RSU) domésticos do município de Alfenas foram caracterizados sob o ponto de vista social, econômico e cultural, tomando-se uma amostragem de cinco áreas distintas, representando três segmentos principais da população: classe baixa, média e alta. O trabalho teve como motivação a investigação de números para implementação de um programa de gerenciamento integrado dos resíduos sólidos no município, bem como servir de base para futuros estudos de extensão e pesquisa sobre o potencial de

---

\* PhD em Físico-Química pela Universidade de São Paulo - USP e PhD em Química pela Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG; Docente do Instituto de Química da Universidade Federal de Alfenas - UNIFAL-MG. E-mail: luciano.costa@unifal-mg.edu.br; costalt@gmail.com; fabiano@unifal-mg.edu.br.

\*\* PhD em Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo – USP; Docente da Escola de Engenharia da Universidade Federal Fluminense – UFF. E-mail: dirlanefc@gmail.com

\*\*\* Acadêmicos do curso de Química e Biotecnologia da Universidade Federal de Alfenas – UNIFAL – MG. E-mails: camila\_nassar@hotmail.com, karol\_bdp@hotmail.com, alinegtm@msn.com, wesle-y@hotmail.com, andreolco@hotmail.com, fran.m2cj@hotmail.com, lila-kizy@hotmail.com, bolalandia@hotmail.com, thayna\_cais@hotmail.com, camillabatistadeoliveira@yahoo.com.br, ka.biassetto@hotmail.com

reciclagem dos materiais que são diariamente destinados ao aterro controlado. Também foi avaliada a percepção da população quanto à sua participação no processo e a necessidade de um programa de educação ambiental. Os resultados obtidos mostraram que cerca de 55% do lixo doméstico gerado é constituído de material orgânico e 45% de resíduo seco. Uma análise mais detalhada deste último mostrou que aproximadamente 65% são formados por papel/papelão e plásticos, seguidos por vidro, alumínio e outros metais. Do total de plásticos contabilizados, foi realizado uma separação primária, em polietileno, poli(tereftalato de etileno), poli(cloreto de vinila), polipropileno e poliestireno, dos quais polietileno foi caracterizado o material de maior contribuição na geração de resíduos sólidos. O índice médio calculado de RSU para o município de Alfenas foi de 0,5 kg/hab.dia, com desvio padrão de 0,1 kg/hab.dia. Os resultados revelam que cerca de 20 ton/mês de resíduos com potencial de reciclagem são destinados ao aterro controlado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduo Sólido Urbano; Coleta Seletiva; Meio Ambiente.

## **ENVIRONMENTAL CHARACTERIZATION AND PERCEPTION OF URBAN SOLID WASTES IN DIFFERENT SOCIAL CLASSES IN ALFENAS MG BRAZIL**

**ABSTRACT:** Urban domestic solid wastes in Alfenas MG Brazil were characterized from the social, economical and cultural point of view. They were collected from five different sites that represented three main segments of the population, namely, low, middle and high classes. Research was motivated by an investigation for the establishment of an integrated management program of solid wastes in the municipality and could underpin future extension and research studies on recycling potentiality of materials which are daily placed in a controlled waste dump. The population's perception on its participation in the process and the need of programs in environmental education was evaluated. Results showed that approximately 55% of home wastes comprised organic matter and 45% were made up of dry residues. A more detailed analysis of the latter showed that approximately 65% included paper and plastic, followed by glass, aluminum and other metals. A rough separation of plastic matter produced polyethylene, ethylene polyterephthalate, vinyl polychloride, polypropylene and polystyrene. Polyethylene had the highest contribution in the production of solid wastes. Mean urban solid waste index for Alfenas was 0.5 kg / inhab./day, with a standard deviation of 0.1 kg/inhab./day. Results showed that approximately 20 tons/month of wastes with cycling potential were deposited in the controlled

dump.

**KEYWORDS:** Urban Solid Wastes; Selective Waste Collection; Environment.

## INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas a geração dos resíduos sólidos provenientes das ações antrópicas tem aumentado significativamente devido à intensificação das atividades industriais. Estes resíduos são constituídos por uma complexa mistura de natureza diversa, onde são encontrados lixo orgânico, papel, vidro, plásticos, borrachas, metais e outros (LEITE; BERNARDES; OLIVEIRA, 2004; CELERE et al., 2007).

Dados de 2010 do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) revelam que o Brasil produz em média 161.084 mil toneladas de resíduos sólidos urbanos (RSU) por dia, o que representa um crescimento de 23% em 10 anos. Deste total apenas 2,4% é reciclado. Infelizmente, segundo dados do último censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010), grande parte dos municípios brasileiros (86%) não possui local adequado para a destinação destes resíduos (aterro sanitário), fazendo com que sejam levados para vazadouros a céu aberto ou lixões, ou ainda, podem simplesmente ser deixados pelos geradores em locais impróprios, como rios, loteamentos, construções abandonadas, entre outros. Importante salientar que grande parte do lixo destinado em local inadequado ainda pode transformar-se em potencial causa de frequentes inundações em grandes centros urbanos (BRAGA et al., 2005).

A disposição inadequada de RSU pode causar sérios problemas à saúde pública, como a proliferação de vetores de doenças (ratos, baratas, mosquitos, moscas, parasitas, etc.); mau cheiro, crescimento acelerado de pragas nas proximidades do local de lançamento, poluição do solo e das águas superficiais (córregos, ribeirões, riachos e outros) e subterrâneas. Um dos principais poluentes dos RSU é o chorume, líquido negro proveniente da decomposição da matéria orgânica e de composição complexa e tóxica (BRAGA et al., 2005).

Os resíduos sólidos possuem uma carga de materiais com reduzida capacidade de decomposição, compostos que podem levar centenas ou milhares de anos para serem degradados, devido à alta resistência mecânica, estabilidade química e térmica (MACEDO, 2006; DE PAOLI, 2008). Em contraposição, os resíduos domésticos possuem um potencial muito grande para a reciclagem, pois contêm em sua composição muita matéria orgânica compostável, além de materiais que possuem mercado comprador, tais como: papel e papelão, metais ferrosos e não ferrosos, plásticos e vidros (RIBEIRO; LIMA, 2000).

Desta forma, é de grande interesse a reciclagem destes resíduos, já que podem ser transformados e adquirir valor agregado, além de reduzir a quantidade de material em aterros, aumentando a vida útil destes. Segundo Zanin e Mancini (2009), o modelo linear de desenvolvimento encontra-se estagnado, o que desperta uma nova concepção para a sustentabilidade do planeta, ou seja, além de coletar e tratar o resíduo deve-se incluir a disposição adequada de todos os subprodutos e produtos finais do ciclo produtivo, a reciclagem quando possível, acrescentando ainda um novo paradigma que é a redução dos resíduos na fonte.

A reciclagem tem hoje um importante papel, possuindo várias vantagens para a sociedade e meio ambiente como: criação de cooperativas, geração de empregos, aumento do valor agregado ao resíduo, diminuição do volume de resíduos destinados aos aterros sanitários (aumento de vida útil), diminuição da contaminação ambiental, entre outros (BRAGA et al., 2005).

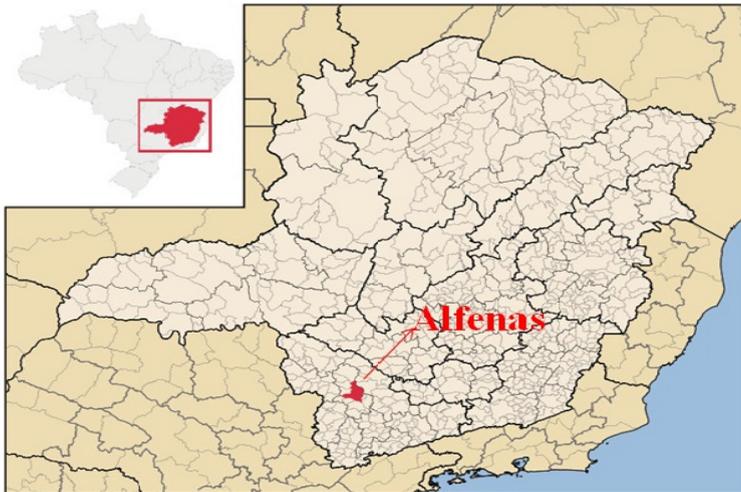
Além dos processos convencionais de reciclagem (trituração e fundição seguida de remodelagem), na literatura podem-se encontrar diferentes trabalhos sobre o desenvolvimento de novas tecnologias para a reciclagem ou transformação de resíduos sólidos, como por exemplo: transformação do poliestireno expandido (isopor resíduo) em tinta impermeabilizante (UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, 2004), adsorvente de água (fabricação de fraldas) (UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, 2006) e suporte para catalisador (LAGO; MAGALHÃES, 2009) e polipropileno (PP) e politereftalato de etileno (PET) transformados em resinas de troca iônica para tratamento de efluentes contaminados (MATOS; SANSIVIERO; LAGO, 2010; LAGO;

MAGALHÃES, 2009; ROSMANINHO et al., 2009). Desta forma, a segregação de resíduos sólidos recicláveis se torna interessante, uma vez que estes podem ser utilizados como matéria prima para a obtenção de novos produtos com valor agregado.

Sancionada em 2010, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) pode contribuir com a concepção de uma sociedade e sistema produtivo sustentáveis. Embora tenha chegado com um atraso de quase duas décadas, a PNRS para alguns é a esperança para a melhora dos números no que tange à quantidade de material reciclado e a redução dos RSU. A regulamentação da PNRS ocorreu ainda em 2010, mas alguns setores da economia, como o dos empresários, ainda têm encontrado dificuldades em viabilizar a sua implementação e têm cobrado do governo federal maior clareza nas normas e incentivos para sua aplicação nos estados e municípios. Um ponto a ser destacado na PNRS é o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania.

Implementar a coleta seletiva em um município e dar destino adequado ao RSU gerado não são tarefas triviais, mas necessárias em uma sociedade moderna e segundo uma concepção sustentável. Recente trabalho mostra que a maioria dos aterros brasileiros não possui nenhum tipo de tratamento para o lixiviado e os que têm tratam de forma ineficiente (MANNARINO et al., 2006). Ainda assim o gerenciamento integrado dos resíduos sólidos urbanos poderia sobremaneira diminuir os custos com o destino e tratamento dos resíduos sólidos.

Situada no sul de Minas Gerais e próximo à represa de Furnas, o município de Alfenas (Fig. 1) possui uma população de 73.722 habitantes (IBGE, 2010), com área de 848,32 km<sup>2</sup>, e cujo bioma compreende em parte a mata Atlântica e um pouco do cerrado, inclusive constando de reservas protegidas com frutos típicos do cerrado brasileiro, como o marolo, que tem também importância econômica para a região (DELLA LÚCIA et al., 2011).



**Figura 1.** Mapa da localização do município de Alfenas.  
Fonte: Adaptado de Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (2009).

Segundo dados da prefeitura do município, foram gerados cerca de 50 ton/dia de lixo em 2009, o qual foi destinado em uma área declarada como aterro controlado. Em breve, pretende-se ativar o aterro sanitário, cujo projeto está já em andamento, e cuja localização está a 11 km do município, no sentido da rodovia que liga Alfenas a cidade de Machado. Tendo em vista esta situação, é de extrema importância que estudos sejam realizados de forma a dar suporte ao planejamento e ao uso do futuro aterro sanitário, bem como saber o potencial de materiais recicláveis gerados pelo município.

O presente trabalho teve o objetivo de caracterizar os RSU de Alfenas, avaliando a percepção ambiental da população nos diferentes segmentos sociais. Pretende-se, portanto, que o trabalho sirva de base para a viabilização de políticas públicas no que tange ao estabelecimento de parcerias público-privado para a implantação de coleta seletiva, cooperativas de reciclagem e outros tipos de iniciativas por parte da sociedade, bem como orientar a instalação de programas de educação ambiental que deem suporte para o sucesso da coleta seletiva. Isto está em acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010),

que prevê que cada município promova o destino adequado e gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos e pode auxiliar outras cidades que também estejam em processo de adequação.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

De acordo com Pereira Neto (2007), para caracterizar o lixo urbano deve-se coletar uma amostra representativa previamente estabelecida e descarregá-la numa área de solo rígido para triagem. Seguindo estas recomendações, foram estabelecidas duas importantes parcerias, uma com a Secretaria de Meio Ambiente do município de Alfenas, que indicou as regiões adequadas para possibilitar uma correta caracterização socioeconômica, além de fornecer o número de amostras desejável em cada região. Outra com um pequeno empresário interessado no mercado de reciclagem, que disponibilizou um espaço adequado (galpão) conforme sugerido por Pereira Neto (2007) para a triagem, separação e caracterização física do lixo coletado.

A metodologia de trabalho foi uma amostragem por residências localizadas em cinco áreas distintas da cidade: dois bairros de classe média alta, uma segunda região de classe média, outra área localizada na periferia e uma última, na zona rural do município. Desta forma um espectro socioeconômico da contribuição *per capita* foi permitido. Uma média de 40 residências por cada região foi amostrada.

Para cada residência foram cadastrados os moradores e aplicado um questionário previamente elaborado, contendo perguntas de caráter informativo sobre o conhecimento geral do responsável acerca dos resíduos sólidos urbanos, reciclagem e coleta seletiva. Em todas as residências foram contabilizados os moradores, para posterior cálculo da contribuição *per capita*. A iniciativa por utilizar a entrevista semiestruturada foi pautada na educação ambiental, visando avaliar a percepção da população em relação aos resíduos gerados para orientar os programas de suporte quando fosse implantada a coleta seletiva. Além disso, buscou-se sensibilizá-la sobre a importância de sua participação para solucionar

questões ambientais e melhorar assim sua própria qualidade de vida.

As famílias cadastradas se comprometeram a separar os resíduos sólidos gerados durante dois dias, iniciando a partir da entrevista semiestruturada e eram orientadas sobre como proceder. Assim, o cadastramento foi realizado na quarta-feira e na sexta-feira e os resíduos separados foram coletados. Em grande parte dos municípios, inclusive em Alfenas, o processo de coleta realizado pela prefeitura é feito desta forma, a cada dois dias.

A separação foi realizada considerando-se resíduos secos (papel, vidro, plástico e metais) e molhados (lixo orgânico). Após a coleta, o lixo foi levado ao local de triagem, sendo separado devidamente em duas grandes classes, seco e molhado. Todo o processo de triagem e separação foi realizado com uso de equipamentos de proteção individual (EPI), conforme sugerido por Pereira Neto (2007). A separação do lixo foi realizada com base na classificação de resíduos sólidos em: plástico, papel/papelão, metal, vidro, eletroeletrônicos, orgânicos, madeira e tecido e outros. Além disso, foi objeto de estudo uma classificação secundária de cada resíduo seco com base no conhecimento de suas propriedades físico-químicas. Um exemplo é que plásticos podem ser separados em derivados de polietileno de baixa e alta densidade, poliestireno, polietileno tereftalato (PET), PVC, entre outros. Com isso, podem-se indicar possíveis processos de transformação de cada um destes resíduos para uso em programas de reciclagem. Depois de separado, o lixo foi pesado em balança de capacidade máxima de 50 kg e uma tabela de composição gravimétrica foi construída (PEREIRA NETO, 2007). Médias e desvio padrão foram calculados para cada amostragem.

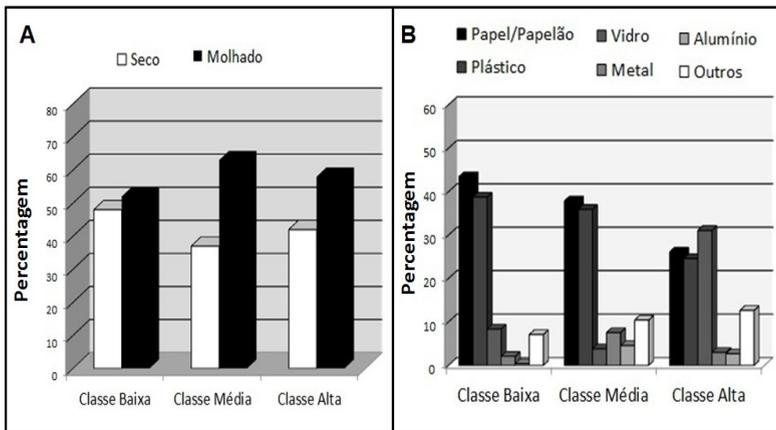
### **3 RESULTADO E DISCUSSÃO**

O trabalho foi iniciado em campo pela utilização da entrevista semiestruturada. A opção desta abordagem foi seguir um conjunto de questões para obtenção de informações qualitativas, porém com a possibilidade de conduzir como uma “conversa informal”. Entre as vantagens deste método estão: a boa amostragem da população de interesse, possibilitando respostas

abrangentes, a elasticidade quanto à duração e à interação entre o pesquisador e o entrevistado, permitindo a investigação dos aspectos afetivos e valorativos dos informantes que determinam significados pessoais de suas atitudes e comportamentos (BONI; QUARESMA, 2005). Assim foi possível verificar o panorama da população quanto à sua informação sobre os resíduos e a coleta seletiva, permitindo a orientação do poder público quanto aos futuros programas a serem estabelecidos para que a população seja proativa na busca da qualidade de vida, pautada no respeito ao ambiente. Além disso, a entrevista permitiu o contato com os pesquisadores, facilitando a orientação das famílias cadastradas sobre a forma e o porquê da separação dos resíduos a ser adotada.

### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DO RESÍDUO SÓLIDO URBANO

Conforme metodologia descrita, após cada coleta procedeu-se com a separação, triagem e pesagem do resíduo. Analisando o montante de resíduo molhado (orgânico) e seco coletado em cada um dos bairros estudados (classe baixa, média e alta) (Figura 2a), nota-se que o teor de resíduo orgânico gerado (50% a 60%) está em acordo com o estimado pela literatura, que revela uma percentagem entre 55% e 65% para o lixo orgânico (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS, 2009).



**Figura 2.** Percentagem de resíduos secos e molhados (a) e dos diferentes tipos de resíduos secos (b) coletados.

Souza e D'Oliveira (2009) caracterizaram os resíduos sólidos urbanos do município de Presidente Castelo Branco com uso de uma metodologia semelhante à usada no presente trabalho, encontrando um percentual de lixo orgânico próximo a 50%, valor semelhante ao obtido neste trabalho (média de 55,4%). É interessante observar que o menor índice de resíduo orgânico coletado para a classe baixa (50%), em relação às classes média (61%) e alta (55%), pode ser justificado pelo uso deste para alimentar animais domésticos como aves, cães e gatos. Este procedimento é comum em famílias de classe baixa, devido ao alto impacto econômico causado na renda familiar na compra de alimentação animal industrializada (ração). Importante salientar que 53%, 82% e 96% das residências das classes baixa, média e alta, respectivamente, separaram e disponibilizaram corretamente o lixo para a equipe de coleta. Este resultado pode ser indicativo de que famílias de classe alta e média possuem maior acesso à informação no que tange à educação ambiental do que as de classe baixa, apesar deste direito ter sido assegurado em caráter formal e não formal a todas as camadas sociais em 1999 pela Política Nacional de Educação Ambiental (Lei nº 9.795).

Desta forma, percebe-se a necessidade de se realizar um programa de educação ambiental bem elaborado e direcionado principalmente a estas

famílias antes de uma possível implantação de coleta seletiva. De acordo com Ruscheinsky (2006). O primeiro passo da construção do conhecimento é a leitura da realidade, engendram-se mutuamente a leitura e a ideia, sendo de certa forma a compreensão do real também uma forma de escrevê-lo ou de reescrevê-lo. Na sequência, o conhecimento engendra ou incide novamente sobre a prática social a fim de transformar o real, o que, em outros termos, significa a possibilidade dos sujeitos sociais construir uma compreensão do mundo diferente da sua condição humana e social.

Deve-se ressaltar que a própria coleta seletiva, depois de implantada, pode se tornar um instrumento de educação ambiental, pelo caráter de cidadania que abrange. Como salientado por Ribeiro e Lima (2000), a coleta seletiva é um instrumento concreto de incentivo à redução, à reutilização e à separação do material para a reciclagem, buscando uma mudança de comportamento, principalmente em relação aos desperdícios inerentes à sociedade de consumo. Dessa forma, compreende-se que é preciso minimizar a produção de rejeitos e maximizar a reutilização, além de diminuir os impactos ambientais negativos decorrentes da geração de resíduos sólidos.

Dando prosseguimento à caracterização, o resíduo seco coletado foi separado e pesado em cada uma de suas contribuições segundo descrito por Pereira Neto (2007). O resultado é mostrado na figura 2b, que revela uma maior contribuição de papel/papelão e plástico para a classe baixa e média, o que representa cerca de 80 e 72% do resíduo seco gerado, respectivamente. Por outro lado, observa-se que os resíduos secos gerados em maior quantidade pela classe alta foram vidro (3%), papel/papelão (25%) e plástico (23%).

De fato, foi observada durante a triagem do resíduo seco proveniente de famílias de classe alta uma quantidade relevante de garrafas de vinho, destilados e sucos, produtos tipicamente consumidos por famílias de alto poder aquisitivo e não encontrados no lixo proveniente das classes baixa e média.

Estes resultados também evidenciam o potencial para o mercado de reciclagem, que é liderado por papel/papelão e plásticos, materiais de maior procura por catadores, além do alumínio, líder no mercado de reciclagem no

Brasil, em especial devido a suas características sustentáveis, o que permite sua reciclagem infinitas vezes sem perda das propriedades desejáveis ao produto acabado (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO ALUMÍNIO, 2010).

Observando a figura 2b, nota-se que os resíduos de metal e alumínio são gerados em baixas quantidades pelas três classes sociais estudadas, sendo que os bairros de baixa renda geraram as menores quantidades destes resíduos. Estes resultados podem ser justificados devido ao baixo consumo de alimentos enlatados e também ao valor agregado do alumínio para famílias de classe baixa, já que o mesmo pode servir como fonte de renda, não sendo descartado junto com o lixo doméstico.

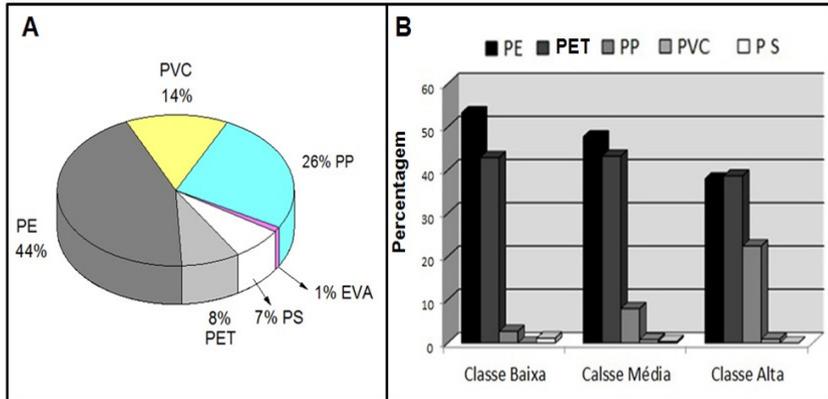
É relevante destacar que residentes dos bairros de classe alta informaram participar de um programa de coleta seletiva organizado pela associação de moradores, cujo objetivo é focado na coleta de latas de alumínio. Este dado justifica a menor percentagem de resíduo de alumínio gerado nestes bairros em relação aos de classe média.

Outro resultado importante a ser destacado é o crescente percentual de outros tipos de resíduos secos (trapos, madeira, não metais, etc) gerados, pelas classes baixa (7%), média (10%) e alta (12%) (em branco na figura 2b). O que explica este dado é a maior complexidade do lixo à medida que o poder aquisitivo aumenta, ou seja, a variedade de materiais consumidos é maior para a classe alta.

Os resíduos plásticos contabilizados foram separados em polietileno (PE), poli (tereftalato de etileno) (PET), poli(cloreto de vinila) (PVC), polipropileno (PP) e poliestireno (PS), que constituem os principais polímeros usados em utensílios domésticos e materiais funcionais, encontrados em embalagens alimentícias, de bebidas, de limpeza e cosméticos, segundo De Paoli (2008).

Spinacé e De Paoli (2005), em trabalho que descreve tecnologias de reciclagem de polímeros, mostram dados de 1994 para a composição de termoplásticos mais encontrados no resíduo sólido urbano brasileiro, colocando na época PE e PET como os líderes, respectivamente, com 35% e 20% do total. Conforme dados publicados pela Associação Brasileira da Indústria de Plástico (Abiplast), as indústrias nacionais produziram em 2008 cerca de 245 milhões de

toneladas de polímeros, sendo o PE, PP, PVC e PET os mais consumidos (Figura 3a) (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PLÁSTICO, 2009). Desta forma, é esperado que estes polímeros sejam encontrados em maiores quantidades em resíduos sólidos urbanos.



**Figura 3.** Consumo nacional de polímeros.

Fonte: Figura modificada da Associação Brasileira da Indústria do Plástico (2009) (a) e porcentagem de diferentes polímeros coletados (b).

A figura 3b apresenta a porcentagem de resíduos destes polímeros gerados nos bairros de diferentes classes estudadas, onde se pode observar que resíduos de PE e PET foram gerados em maiores quantidades em todos os bairros. Estes resultados estão em ótima concordância com os dados de produção de termoplásticos e com os resultados obtidos por Spinacé e De Paoli. (2005).

É interessante observar que o teor médio de PE coletado (46%) é muito semelhante à sua porcentagem consumida em 2009, segundo dados da Abiplast (Figura 3a).

Por outro lado, a baixa porcentagem de PVC, PP e PS apresentada na figura 3b mostra que estes resíduos são gerados em baixas quantidades em relação aos demais tipos de plásticos. Isto pode ser explicado devido à baixa densidade apresentada pelas embalagens de PS e ao fato de objetos de PVC e PP serem mais comuns para a fabricação de materiais utilizados na construção civil e indústria automotiva, respectivamente, portanto, não tão comuns em resíduo

sólido doméstico.

Normalmente a quantidade de resíduo gerado por habitante por dia é um índice empregado para avaliar o potencial gerador de uma população e direcionar a condução de programas de coleta e escolha de áreas para destinação. Desta forma, este índice foi calculado com base nas médias em kg obtidas para cada uma das classes (Figura 4).

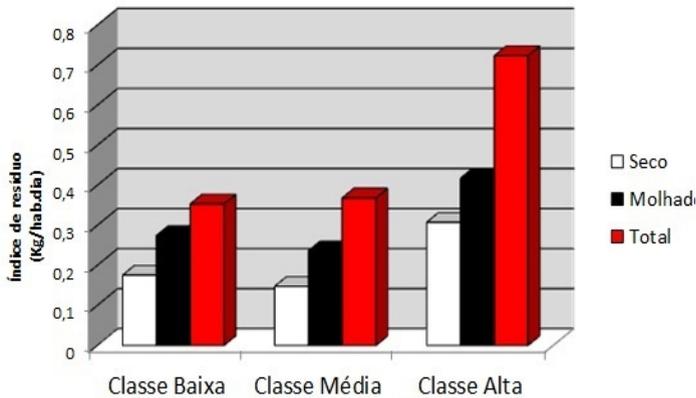


Figura 4. Quantidade de resíduo gerado por habitante por dia.

Pode-se observar que o índice de resíduos gerados por habitante por dia entre os bairros de classe baixa e média são bem semelhantes (total entre 0,32 e 0,35 kg/hab.dia). Por outro lado, este índice aumenta consideravelmente para os bairros de classe alta, chegando a um total de aproximadamente 0,70 kg/hab.dia. Este maior índice pode ser explicado pelo maior poder aquisitivo destas famílias.

Outro fator importante a ser destacado é que o baixo índice de residências da classe baixa que participaram da coleta contribuiu para a pobre estatística dos resultados obtidos para esta classe. Em contrapartida, o ótimo índice de residências participantes da coleta para a classe alta contribuiu significativamente para a estatística dos índices mostrados na figura 4.

Segundo dados da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (2009), mostrados na tabela 1, para alguns municípios de Minas Gerais o valor médio de resíduo sólido urbano coletado está em torno

de 0,60 kg/hab.dia. Foram escolhidas cidades em diferentes regiões do país e com população estimada em 2009 da mesma ordem que a atual população do município de Alfenas. Tanto a quantidade de RSU coletada como o índice de RSU gerado acompanham o perfil mostrado pelos dados da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (2009).

A média de RSU coletado em 2008 em Minas Gerais foi de 0,73 kg/hab.dia. Utilizando-se os dados da figura 4, foi calculado o índice médio de RSU para o município de Alfenas, obtendo-se um valor de 0,50 kg/hab. dia, com desvio padrão de 0,10 kg/hab.dia. Segundo informações da Secretaria de Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Alfenas, a cidade gera em média 50 ton/mês de resíduo.

Conforme resultados obtidos neste trabalho, cerca de 40% dos RSU gerados são classificados como secos e recicláveis, ou seja, o município de Alfenas destina aproximadamente 20 ton/mês de resíduos com alto potencial de reciclagem para seu aterro controlado. Desta forma, a implantação de um programa de gerenciamento de resíduos sólidos com coleta seletiva é extremamente interessante, pois grande parte do lixo seco gerado, que atualmente tem sido “desperdiçado”, poderá ser reciclada.

Os resultados gerados até o presente poderão ser melhor compreendidos com a análise posterior das respostas ao questionário por parte dos moradores, em cada uma das classes.

**Tabela 1.** Quantidade de resíduos sólidos urbanos gerados por dia e por habitante por dia em diferentes municípios.

Município	População (x1000)	Qtde. RSU gerado (t/ dia)	Índice (kg/hab.dia)
Parintins (NO)	73,5	51,8	0,70
Pacatuba (NE)	71,4	25,0	0,35
Araxá (MG)	92,9	64,0	0,69
Diamantina (MG)	40,9	23,4	0,57
Lorena (SP)	80,4	70,0	0,87
Ijuí (RS)	67,7	41,6	0,61
São Bento do Sul (SC)	74,4	40,8	0,55
Alfenas (MG) <sup>1</sup>	78	50,0	0,50

<sup>1</sup> Dados obtidos neste trabalho para o município de Alfenas

### 3.2 ANÁLISE DAS RESPOSTAS AO QUESTIONÁRIO

O questionário elaborado pela equipe de trabalho teve como objetivo reunir informações relacionadas à temática ambiental segundo uma concepção baseada na literatura (ESQUEDA; LEÃO; REIS, 2003). A educação ambiental permite engajar a população em ações pautadas pela corresponsabilização e compromisso com a defesa do meio ambiente (JACOBI, 2003).

Assim, pretende-se através destas ações vencer um dos principais desafios, qual seja, o de que, nos dias atuais, as cidades, independente do seu porte, criem as condições para assegurar uma qualidade de vida que possa ser considerada aceitável, não interferindo negativamente no meio ambiente do seu entorno e agindo preventivamente para evitar a continuidade do nível de degradação, notadamente nas regiões habitadas pelos setores mais carentes.

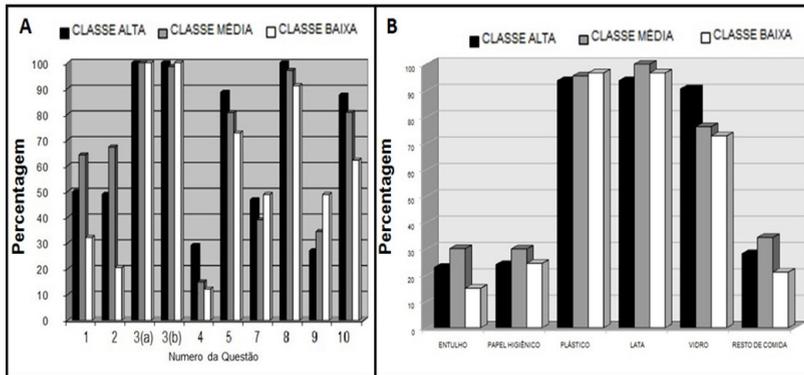
Esqueda, Leão e Reis (2003) destacam uma reflexão que diz respeito a “jogar no lixo” e “jogar fora”. Segundo a autora, essas atitudes não significam a mesma coisa e levam à reflexão sobre os limites do espaço público e privado. Ou seja, o lixo jogado num terreno privado atinge o coletivo, sendo uma questão ambiental e de importância pública. A elaboração e aplicação de formulários com questões de relevância ambiental em comunidades de diferentes características e localizadas em diferentes regiões, por assim permitirem uma avaliação das variações sócio-econômicas, contribuem para a análise dos resultados obtidos dos índices de resíduo gerado no município.

Para garantir a confiabilidade das amostras em cada residência bem como uma análise crítica e qualificada, o questionário respondido foi de relevante importância, visto que possibilitou a correlação dos dados amostrados e o conhecimento básico do morador sobre questões ambientais. Os moradores se disponibilizaram a responder dez questões que seguem abaixo. Além disso, foram cadastrados o nome do responsável, endereço, telefone e a quantidade de moradores residentes, bem como o nível de escolaridade de cada membro familiar.

## Questionário

- 1) Sabe o significado do termo “educação ambiental”?
- 2) Sabe o destino do lixo que é coletado em sua casa?
- 3a) Acha importante a coleta seletiva? 3b) Colaboraria se ela fosse implementada na cidade de Alfenas?
- 4) Está ciente da nova lei (nº 12.305) a respeito do lixo?
- 5) Separa algum tipo de material reciclável para entregar aos catadores?
- 6) Dentre os materiais abaixo quais são recicláveis?
  - Entulho
  - Papel higiênico
  - Plástico
  - Lata
  - Vidro
  - Resto de comida
- 7) Está satisfeito com a limpeza da cidade de Alfenas?
- 8) A coleta de lixo é regular no seu bairro?
- 9) Próximo a sua moradia há algum terreno que sirva de depósito de lixo irregular?
- 10) Tem ideia dos problemas ambientais, econômicos e sociais acarretados pela não reciclagem do lixo?

A análise foi realizada em duas partes: primeiro, a percentagem de respostas sim das questões 1, 2, 3(a e b), 4, 5, 7, 8, 9, 10; em seguida, a percentagem de respostas (recicláveis ou não recicláveis) acerca dos materiais listados na questão 6. A figura 5 apresenta os resultados obtidos após aplicação do questionário.



**Figura 5.** Percentagem de respostas “sim” obtidas para as questões 1 a 5 e 7 a 10 (a) e materiais classificados como recicláveis segundo moradores entrevistados (b).

As questões de número 1, 4 e 10 referem-se ao conhecimento geral sobre meio ambiente, leis e problemas acerca do lixo. Como a entrevista foi semiestruturada, permitiu-se a interação, a participação do entrevistado, elucidando as questões quando desejava. Entretanto, ao fazer a análise do questionário, este ponto foi considerado falho, por ter se mostrado subjetivo quanto à interpretação, visto que as pessoas de baixa renda e menor escolaridade podem ter se sentido inseguras em responder “sim” às questões. Porém, a impressão de que o segmento da população de maior renda tem maior acesso às informações pode ser correlacionada com a maior quantidade de moradores da classe alta que colaboraram com a coleta dos resíduos gerados, já que confirmaram ter conhecimento da importância que o gerenciamento dos resíduos sólidos possui.

As questões de número 2, 7, 8 e 9 referem-se ao destino, limpeza e recolhimento do lixo no município de Alfenas, conhecimentos estes que podem estar relacionados à participação proativa do cidadão, seu entendimento a cerca do serviço público e integração com a sociedade. A classe baixa e a zona rural admitem não conhecer o destino do lixo que é coletado em suas casas, mas estão, razoavelmente, satisfeitos com a limpeza da cidade e sabem quando essa coleta é feita, de forma regular. Contudo, a classe baixa afirma conhecer a existência de

terrenos próximos a suas casas que servem de depósito inadequado de lixo. Da mesma forma, as classes média e alta estão cientes dos dias que o lixo é recolhido e seu destino final (Figura 5a, questões 2 e 8).

É importante salientar que, mesmo com a aplicação do questionário e o trabalho cuidadoso de orientação sobre a separação dos resíduos, ainda assim algumas residências não separaram corretamente o lixo seco do molhado. Esta separação deficiente é comum em processos de coleta seletiva e uma das falhas apontadas por empresas para não utilizarem material reciclado como matéria-prima. A questão 6 pode elucidar este problema.

Na figura 5b, onde são mostrados os materiais indicados como recicláveis por moradores de cada classe, pode-se observar facilmente que todos associam plástico, latas e vidro como “recicláveis”. São estes materiais justamente os responsáveis imediatos pelo mercado paralelo de catadores que sobrevivem da comercialização destes tipos de materiais, que ainda em grande parte do país, trabalham em vias públicas, em lixões a céu aberto ou até mesmo em aterros controlados, coletando e separando estes materiais de restos de comidas, materiais de construção, entre outros. Em depoimento a equipe de trabalho, um catador de rua no município de Alfenas, disse trabalhar diariamente após as 17 horas no aterro controlado, horário em que o aterro é fechado e alguns indivíduos têm como atividade a coleta de materiais dispostos na área, trabalho que frequentemente adentra a noite, expondo-os a contaminação.

O fato de alguns poucos do total de entrevistados afirmarem que entulho, papel higiênico e resto de comida são recicláveis, pode ser justificado pelo não correto entendimento de reciclagem e, muitas vezes, achar que reciclagem e reutilização são a mesma coisa. Esta dúvida sobre o que é reciclável e o que não é também foi apontada em pesquisa de sensibilidade ambiental com moradores de um bairro de Maringá por Georg, Mitsueda e Lopes (2009).

Grimberg (2005) também destaca como de suma importância a compreensão de alguns conceitos sobre o que pode ser reaproveitado ou reciclado, afirmando ser preciso diferenciar lixo de resíduo sólido, dando o exemplo de que restos de comida e, portanto, matéria orgânica, quando misturados a embalagens

plásticas, tornam-se lixo e seu destino final é o aterro sanitário.

No entanto, os materiais, quando devidamente separados, podem servir e ter ainda importante papel na sociedade, podendo ser transformados através de processos físicos e químicos. É importante deixar bem claro que aterro controlado não é uma forma adequada para destinação, frente ao aterro sanitário. Segundo Grimberg (2005, p. 12): “Aterros controlados são inadequados porque facilmente podem tornar-se lixões”, dado que muitas prefeituras não possuem equipe preparada e não dispõem de recursos para gerenciamento dos resíduos sólidos.

Ribeiro e Lima (2000), baseados em experiências e vivências de coleta seletiva implantadas em diversos municípios, também identificaram como um dos pontos cruciais a necessidade de explicar à população como é processado o lixo reciclável.

Do ponto de vista social e ambiental, Damasio e Sampaio (2003) afirmam que uma alternativa para a gestão integrada dos RSU é a instalação de Usinas de Reciclagem e Compostagem, associadas a programas de coleta seletiva, em especial devido aos impactos ambientais e grande área física dos aterros como unidades de tratamento.

A reciclagem envolve também a viabilidade econômica, como demonstrado no trabalho de Rodrigues, Garutti e D'Oliveira (2008) que, fazendo mensuração econômica dos resíduos urbanos de Maringá (plástico, lata de alumínio, vidro, papel e papelão), demonstraram a economia possível de ser conseguida anualmente com a reciclagem do lixo.

O gerenciamento integrado dos resíduos sólidos urbanos faz-se necessário diante da atual situação, não apenas devido aos números descritos no presente trabalho sobre o município de Alfenas, pois estes números expressam um comportamento médio de muitos municípios no Brasil. Alcançar estes propósitos vai além de uma Política Nacional de Resíduos Sólidos, necessitando de um planejamento estratégico e sensibilização de toda a população quanto à educação ambiental.

Deve-se salientar a experiência apresentada no caso do Projeto Recicla

Três Rios (RJ), considerado de sucesso, que aponta que o marco da viabilidade de um projeto não deve ser medido puramente pelos ganhos financeiros, mas o simples fato do envolvimento de toda a comunidade no projeto e o querer participar de um programa de educação ambiental que visa à melhoria da qualidade de vida para todos passa a representar um grande ato de cidadania (DINIZ NETO, 2005).

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O presente trabalho apresenta números sobre os resíduos sólidos urbanos do município de Alfenas, que revelam um desperdício e, sobretudo, um impacto ambiental relacionado ao montante de resíduo que diariamente vem sendo destinado a um aterro controlado e que, segundo projeto em andamento, pretende-se despejar toneladas de lixo por dia em um aterro sanitário.

Os resultados comprovam que quase 50% do RSU do município de Alfenas são constituídos de resíduo seco e que, destes, em média cerca de 40 e 35% são papel/papelão e plásticos, respectivamente. Esta percentagem de resíduos plásticos é composta prioritariamente por PEAD, PEBD e PET, materiais que poderiam ter um destino mais nobre e passar por um processo de reciclagem caso existisse um programa de gerenciamento integrado de resíduos sólidos, o que incluiria a coleta seletiva como ferramenta essencial.

Foi constatada que uma consequência imediata do não gerenciamento é a atividade autônoma de catadores em vias públicas, bem como sua atuação direta no aterro controlado, após horário de serviço.

O índice médio de resíduo gerado em 0,5 kg/hab.dia está subestimado, em parte devido a informações não tão confiáveis durante a amostragem realizada, bem como devido a pouca contribuição estatística das classes baixa e média, exemplo, o não recolhimento de resíduo orgânico em algumas residências de classe baixa e média, destinado à alimentação de animais domésticos por moradores. Resultado diferente foi obtido para o índice calculado da classe alta, de 0,7 kg/hab.dia.

Desta forma, a análise dos resultados permitiu concluir que para a implantação de um programa de coleta seletiva no município deve passar por estratégico planejamento educativo da população em geral, sobretudo das classes baixa e média, justificada pelas respostas ao questionário, revelando pouca compreensão de conceitos e raro conhecimento da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Os 75% dos resíduos secos com alto potencial para reciclagem (papel/papelão e plásticos) indicam a viabilidade para a implantação de um programa de coleta seletiva, onde estes poderão gerar receita e emprego para o município como também aumentar o tempo de vida útil do aterro sanitário e diminuir os impactos ambientais na região.

## **AGRADECIMENTOS**

À Pró-Reitoria de Extensão Universitária da Universidade Federal de Alfenas pelo transporte e ao microempresário Carlos Magno, que permitiu o uso do galpão para a triagem dos resíduos coletados.

À Secretaria de Meio Ambiente do município de Alfenas, que, por intermédio do Engenheiro Adhemar Vilhena, nos recebeu e nos ajudou na divisão das regiões de maior interesse por classes socioeconômicas.

## **REFERÊNCIAS**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO ALUMÍNIO. **Reciclagem**: infinitamente reciclável. 2010. Disponível em: <<http://www.abal.org.br/reciclagem/introducao.asp>>. Acesso em: 28 mar. 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PLÁSTICO. **O perfil da indústria brasileira de transformação do material plástico**. São Paulo, SP: [s.n.], 2009. 24 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. São

Paulo, SP: [s.n.], 2009. 209 p.

BONI, V.; QUARESMA, S. J. Aprendendo a entrevistar: como fazer entrevistas em Ciências Sociais. **Revista Eletrônica dos Pós-Graduandos em Sociologia Política da UFSC.**, v. 2, n. 1, p. 68-80, 2005.

BRAGA, B. et al. **Introdução à engenharia ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável**. 2. ed. São Paulo, SP: Pearson Prentice Hall, 2005. 318 p.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 3 ago. 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em: 12 nov. 2010.

CELERE, M. S. et al. Metais presentes no chorume coletado no aterro sanitário de Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, e sua relevância para saúde pública. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 4, p. 939-947, 2007.

DAMASIO, M. L. L.; SAMPAIO, A. C. As representações sociais do lixo: subsídios para a educação do consumidor. In: TALAMONI, J. L. B.; SAMPAIO, A. C. (Orgs.) **Educação ambiental: da prática pedagógica à cidadania**. São Paulo, SP: Escrituras, 2003, p. 59-72.

DE PAOLI, M. A. **Degradação e estabilização de polímeros**. 2. ed. São Paulo, SP: João Carlos de Andrade, 2008. 228 p.

DELLA LÚCIA, F. et al. Marolo (*Annona Crassiflora* Mart): gerando trabalho e renda. **Extensio: R. Eletr. de Extensão**, v. 8, n. 11, p. 81-91, 2011.

DINIZ NETO, A. **Projeto recicla Três Rios: um caso de sucesso em educação ambiental e empreendedorismo**. 2005. Dissertação (Mestrado. Sistema de Gestão) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2005.

ESQUEDA, M. D.; LEÃO, A. L.; REIS, M. F. C. T. A. Problemática dos resíduos sólidos urbanos e a educação ambiental. In: TALAMONI, J. L. B.; SAMPAIO, A. C.; **Educação ambiental: da prática pedagógica à cidadania**. São Paulo, SP: Escrituras, 2003, p. 73-83.

GEORG, P. C.; MITSUEDA, N. C.; LOPES, J. C. J. Sensibilidade ambiental: consume e separação de materiais recicláveis em um bairro de Maringá-PR. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v. 2, n. 2, p. 139-154, 2009.

GRIMBERG, E. A política nacional de resíduos sólidos: a responsabilidade das empresas e a inclusão social. In: CAMPOS, J. O.; BRAGA, R. (Orgs.). **Gestão de resíduos**: valorização e participação. Rio Claro, SP: LPM/IGCE/UNESP, 2005, p. 11-16.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Cidades: Alfenas (MG). 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>> Acesso em: 09 mar. 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFICA E ESTATÍSTICA – IBGE. 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/calendario.shtm>> Acesso em: 28 abr. 2011.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. Distrito Federal. 2010. Disponível em: <<http://www.ipea.gov.br/portal/>>. Acesso em: 05 abr. 2011.

JACOBI, P. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**, n. 118, p. 189-205, mar. 2003.

LAGO, R. M.; MAGALHÃES, F. Floating photocatalysts based on TiO<sub>2</sub> grafted on expanded polystyrene beads for the solar degradation of dyes. **Solar Energy**, v. 83 p. 1521-1526, 2009.

LEITE, C. M. B.; BERNARDES, R. S.; OLIVEIRA, S. A. Método Walkley-Black na determinação da matéria orgânica em solos contaminados por chorume. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 8, n. 1, p. 111-115, 2004.

MACEDO, J. A. B. **Introdução a Química Ambiental**: Química & Meio Ambiente & Sociedade. São Paulo, SP: CRQ, 2006. 1044 p.

MANNARINO, C. F. et al. Wetlands para tratamento de lixiviados de aterros sanitários: experiências no aterro sanitário de Pirai e no aterro metropolitano de Gramacho (RJ). **Eng. Sanit. Ambient.**, v. 11, n. 2, p. 108-112, 2006.

MATOS, J. P.; SANSIVIERO, M. T.; LAGO, R. M. C. Surface chemical modification of polypropylene fiber waste by H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>: mechanistic investigation and application as cation-exchange adsorbent. **Journal of Applied Polymer Science**, v. 115, n. 6, p. 3586-3591, 2010.

PEREIRA NETO, J. T. **Gerenciamento do lixo urbano**: aspectos técnicos e operacionais. Viçosa, MG: Ed. da UFV, 2007. 129 p.

- RIBEIRO, T. F.; LIMA, S. C. Coleta seletiva de lixo domiciliar: estudo de casos. Uberlândia: **Caminhos de Geografia**, v. 1, n. 2, p. 50-69, 2000.
- RODRIGUES, R. B.; GARUTTI, S.; D'OLIVEIRA, P. S. Estudo da viabilidade econômica da reciclagem de resíduos sólidos urbanos em Maringá (PR). **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v. 1, n. 3, p. 367-379, 2008.
- ROMÃO W.; SPINACÉ, M. A. S.; DE PAOLI, M. Poli(Tereftalato de Etileno), PET: uma revisão sobre os processos de síntese, mecanismos de degradação e sua reciclagem. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 19, n. 2, p. 121-132, 2009.
- ROSMANINHO, M. G. et al. Partial hydrolysis of pet surface: transforming a plastic waste into a material with cationic exchange properties for environmental application. **Química Nova**, v. 32, n. 6, p. 1673-1676, 2009.
- RUSCHEINSKY, A. A pesquisa social e meio ambiente: educação a partir dos riscos sociais e ambientais. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 17, p. 178-194, 2006.
- SOUZA, A. F.; D'OLIVEIRA, P. S. Caracterização dos resíduos sólidos urbanos no município de Presidente Castelo Branco (PR). **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v. 2, n. 2, p. 93-100, 2009.
- SPINACÉ, M. A. S.; DE PAOLI, M. A. A tecnologia da reciclagem de polímeros. **Quim. Nova**, v. 28, n. 1, p. 65-72, 2005.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. Rochel Monteiro Lago. **Processo de produção de uma resina superabsorvente a partir de poliestireno**. PI0605982-1 A2, 15 dez. 2006.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. Rochel Monteiro Lago; Maria Helena Araújo; Maurício Costa Rogério de Castro. **Impermeabilizante, resina, verniz e hidrorrepelente a partir de dejetos de poliestireno e processo para sua produção**. PI0402230-0 A2, 11 maio 2004.
- ZANIN, M.; MANCINI, S. D. **Resíduos plásticos e reciclagem: aspectos gerais e tecnologia**. São Carlos, SP: Edufscar, 2009. 143 p.

*Recebido em: 22 novembro 2011.*

*Aceito em: 19 janeiro 2012.*