

I-041 - ANÁLISE GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DE RIO PARANAÍBA - MG

Bruno Pereira de Queiroz⁽¹⁾

Estudante de Engenharia Civil pela Universidade Federal de Viçosa *Campus* de Rio Paranaíba.

Rejane Nascentes

Engenheira Civil pela Universidade Federal de Viçosa (2001). Mestre em Geotecnia Ambiental pela Universidade Federal de Viçosa (2003). Doutora em Geotecnia Ambiental pela Universidade Federal de Viçosa (2006). Pós Doutorado pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (2006). Professora Adjunto IV da Universidade Federal de Viçosa *Campus* de Rio Paranaíba.

Guilherme Marques Santos

Estudante de Engenharia Civil pela Universidade Federal de Viçosa *Campus* de Rio Paranaíba.

Eduardo Felipe Faria Teodoro

Estudante de Engenharia Civil pela Universidade Federal de Viçosa *Campus* de Rio Paranaíba.

Marcus Vinícius de Oliveira Batista

Estudante de Engenharia Civil pela Universidade Federal de Viçosa *Campus* de Rio Paranaíba.

Endereço⁽¹⁾: Rua Tenente Vasconcelos, 95 - Centro - Passos - MG - CEP: 37900-074 - Brasil - Tel: (35) 3521-8863 - e-mail: queiroz19b@gmail.com

RESUMO

Grande parte dos resíduos sólidos produzidos nos centros urbanos brasileiros ainda não possui uma destinação adequada, apenas uma pequena parcela do material produzido nas residências é depositada em aterros sanitários. Conhecendo a relevância dos estudos necessários para o empreendimento de um aterro sanitário, e ainda, os cuidados que devem ser tomados durante seu manejo, foram agregados em uma revisão bibliográfica todo o conhecimento existente a respeito da construção e vida útil dos aterros sanitários, desde os primeiros levantamentos do investimento, manejo, selagem e reinserção. Foram abordados também conceitos e classificações, elaborados por alguns autores, referente à caracterização dos resíduos sólidos urbanos (RSU), e em seguida, propôs-se uma metodologia para o estudo do resíduo sólido urbano produzido no município de Rio Paranaíba.

Como pesquisa de campo foram realizadas duas amostragens do RSU, uma nos bairros São Francisco, Universitário e Vila dos Professores e outra amostragem em todos os bairros de Rio Paranaíba. Para contabilizar o número de habitantes dos bairros São Francisco, Universitário e Vila dos Professores foram feitos questionários e esses respondidos por 70 % da população dos três locais e método indutivo experimental foi utilizado para determinação da quantidade de habitantes. A partir dos dados coletados percebeu-se a que a relação que os habitantes têm com o município interfere na sua produção percentual de materiais descartados, assim como o nível social dos habitantes. Obteve-se também a média de resíduos sólidos urbanos produzido por habitante.dia nos três bairros em Rio Paranaíba - MG de 0,4 kg/hab.dia. A partir dos questionários passados nos bairros, constatou-se que o percentual de restos de alimentos produzidos pelos habitantes não apresenta flutuações significativas conforme o grupo ou a classe dos habitantes, por sua vez, quando se trata de outros materiais, como, por exemplo, o plástico, o metal e o vidro, estes apresentam variações quando são separados os habitantes em classes ou nos grupos: universitário, professores/corpo técnico-administrativo e outros moradores do município.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos Sólidos Urbanos, Análise Gravimétrica, Caracterização, Aterro Sanitário, Rio Paranaíba.

INTRODUÇÃO

Com o crescimento dos conglomerados humanos e com o surgimento dos centros urbanos, o número de recursos não utilizados, e conseqüentemente descartados, cresceu progressivamente. E desde o princípio, exigiu que fossem determinadas áreas onde estes materiais pudessem ser depositados, com a finalidade de não atrapalhar as atividades humanas, em razão dos processos naturais de decomposição dos resíduos sólidos urbanos.

Sem preocupação com o ecossistema e com o meio ambiente, os resíduos muitas vezes são depositados em áreas a céu aberto, e quando muito depositado em aterros controlados. Segundo dados do Ministério do Meio Ambiente, disponibilizados no site do governo federal, existem em todo país 2909 lixões, 1130 aterros controlados e 1723 aterros sanitários. Por sua vez, com as novas políticas ambientais adotadas, a preocupação com a disposição final dos RSU recebeu maior espaço no plano de discussões.

A recente lei 12.305 de agosto de 2010 institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos Urbanos. É responsável por definir a destinação final, de forma viável ao meio ambiente, dos resíduos sólidos urbanos, que inclui a sua reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético; define o resíduo como material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade.

A lei 12.305 apresenta os objetivos de redução, de reutilização, de reciclagem e de tratamento dos resíduos sólidos, tendo em vista reduzir a quantidade de resíduos e rejeitos encaminhando-os para disposição final adequada; e ainda estimula o incentivo à indústria da reciclagem. Pelo Plano Nacional é proposta a criação de metas para a eliminação e recuperação de lugares utilizados antes como lixões e aterros controlados. Os Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos ficam encarregados da criação de programas e ações para a participação dos grupos interessados, em especial das cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda, se houver.

No empreendimento de um aterro sanitário, uma série de estudos é realizada com o objetivo de descobrir a viabilidade do investimento. Um desses estudos se dá aos levantamentos de caracterização e de quantificação dos resíduos sólidos, uma vez que a vida útil de qualquer aterro sanitário depende da quantidade e do tipo de material que nele é depositado.

Por essas razões, vê-se a importância de realizar levantamentos a respeito da produção de RSU nos municípios, a fim de descobrir a quantidade de resíduo que os habitantes produzem e o percentual que cada material contribui na produção diária. Enfim, conhecendo as características dos materiais produzidos em um município, é possível estimar quanto custa os empreendimentos de disposição dos RSU, e a viabilidade de implantar usinas de compostagem e reciclagem, como também cooperativas.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: ATERROS SANITÁRIOS

Segundo o Instituto Brookfield, os aterros sanitários são obras de engenharia com a finalidade de receber resíduos sólidos, os quais serão compactados e cobertos por uma camada de solo, prevenindo que estes resíduos fiquem expostos e possibilite a proliferação de vetores de doenças.

Comparados aos lixões e aterros controlados, os aterros sanitários são a disposição mais adequada dos resíduos sólidos urbanos, uma vez que, em lixões, o material descartado não recebe uma cobertura de solo, possibilitando a proliferação de pragas e vetores, como ratos, insetos e animais peçonhentos, e ainda animais de maior porte, como cães, gatos e urubus.

Deve-se levar em conta que o espaço físico de um lixão não recebe nenhuma obra de impermeabilização do solo, de forma que impossibilite que o chorume – líquido proveniente do processo de decomposição do RSU – escorra para o interior do solo e contamine-o, além dos lençóis subterrâneos de água.

Ainda, aterros sanitários representam soluções aos aterros controlados, que por mais que apresentem a semelhanças de cobrir os materiais descartados, estes promovem impactos ao meio ambiente. Assim como os lixões, os aterros controlados não recebem um preparo de impermeabilização da base e dos taludes, que ficam em contato com os resíduos depositados. Logo, os líquidos dos processos de decomposição, junto com a água das chuvas promovem a contaminação tanto do solo, quanto das águas profundas.

▪ ESTUDOS E LEVANTAMENTOS

Determinar um lugar mais apropriado para se realizar a construção de um aterro sanitário depende uma série de fatores, os quais levam em consideração aspectos estéticos, geográficos, geológicos, e financeiros. Assim a obra será realizada na área que melhor atingir os requisitos.

No primeiro, a localização do aterro deve proporcionar o menor impacto visual possível, uma vez que ocorre a alteração do panorama local, e que produza menor poluição sonora. Logo, lugares distanciados dos perímetros urbanos ou núcleos populacionais, de pouca visibilidade, e que consiga atenuar o efeito poluição sonora recebem preferência no momento em que se faz o levantamento de um terreno adequado.

No segundo, além de levar em consideração pontos próximos de adensados populacionais, deve prestar atenção se a área estudada, a fim de ser escolhida posteriormente para a construção do aterro sanitário, não se encontra com pouca distância de rodovias, de aeroportos e de aeródromos; e de lugares com valor histórico, cultural, arqueológico. Para isso, há regras que determinam essas distâncias.

No levantamento, são consideradas as distâncias que devem ser adotadas para a construção em lugares próximos de águas superficiais, mananciais, restingas, manguezais e dunas. O estudo aborda a declividade da área – plana, suave, moderada, acentuada ou íngreme. Determinado seu enquadramento, pode ser aplicando o melhor projeto que atende a topografia.

No terceiro, é necessário procurar estudos relacionados à composição do solo, sua granulometria, permeabilidade, profundidade e as quais profundidades encontram-se as águas subterrâneas. Caso haja problemas com relação a isso, devem ser procuradas maneiras as quais solucionem esses problemas, como por exemplo, melhorar impermeabilização do solo, a fim de evitar qualquer tipo de contaminação do solo ou de águas subterrâneas.

No último, seus objetivos é encontrar um espaço que tenha menores custos para sua aquisição; que exija baixos investimentos para a adequação do local, sendo com remoção de cobertura vegetal, cercamentos, custos com eletricidade, abastecimento de água e instalações de apoio; que não gere gastos excessivos para a implantação do aterro, como, escavações e cortes no relevo; e por fim, deve ser considerado na construção do aterro sanitário, sua acessibilidade e os custos com o transporte dos resíduos sólidos e do material que será usado na cobertura deste todos os dias.

▪ CONSTRUÇÃO

Para a construção de um aterro sanitário é necessário a existência de um projeto, contendo obrigatoriamente as partes: memorial descritivo, memorial técnico, estimativas financeiras de implantação e cronogramas, plantas e desenhos técnicos. Ainda é necessário para sua construção, obter as licenças dos órgãos ambientais, sejam estas municipais, estaduais ou até mesmo federais. O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) propõe algumas resoluções que regulam, em âmbito nacional, o licenciamento dessas atividades.

A Resolução CONAMA 308/2002 é uma dessas resoluções, e, determina os procedimentos a serem tomados para o licenciamento ambiental de disposição final dos resíduos sólidos urbanos gerados em cidades de pequeno porte. É responsável também pela obrigatoriedade do requerimento das seguintes licenças, como afirma van Elk (2007, p. 14):

Licença Prévia (LP) – É requerida com a apresentação do projeto básico, com vistas à verificação da adequação da localização e da viabilidade do empreendimento. Com base nesse pedido, quando for necessária a realização de um Estudo de Impacto Ambiental, o órgão de controle ambiental procederá à elaboração de uma Instrução Técnica, que é uma orientação sobre os aspectos relevantes, relacionados ao projeto e ao local, que devem ser enfocados no EIA e no respectivo RIMA. O EIA é o relatório técnico que apresenta o conjunto de atividades técnicas e científicas destinadas a identificar, prever a magnitude e valorar os impactos de um projeto e suas alternativas. O RIMA é o documento que consubstancia, de forma objetiva, as conclusões do EIA, elaborado em linguagem corrente adequada à sua compreensão pelas comunidades afetadas e demais interessados. (...) O EIA e o RIMA devem ser feitos por uma empresa contratada pelo empreendedor, pois este não tem permissão para realizar tais estudos diretamente.

Licença de Instalação (LI) – após os estudos serem aprovados (EIA/RIMA), e o projeto executivo elaborado, o empreendedor solicita a licença de instalação da obra. Com a concessão da LI pelo órgão ambiental responsável, o empreendedor poderá dar início à obra do aterro sanitário, para a implantação do projeto aprovado.

Licença de Operação (LO) – concluída a obra, solicita-se a licença para operar o aterro sanitário, que será concedida desde que a obra tenha sido implantada de acordo com o projeto licenciado na LI. De posse da LO, o empreendedor poderá iniciar a operação do aterro sanitário.

Existem três métodos distintos para realizar-se a construção do aterro sanitário. Eles se dividem em:

- método de trincheira ou vala;
- método de área; e
- método de rampa.

O primeiro é aplicado normalmente em áreas de baixa declividade, e onde os lençóis freáticos não se encontram muito próximos à superfície. A trincheira é construída com uma profundidade variando entre 2 a 3 metros, podendo chegar até mesmo a 5 metros em alguns casos. A técnica se aplica em municípios de pequeno ou médio porte, uma vez que os custos com escavações em grandes municípios podem inviabilizar a obra devido à quantidade de material descartado. Os resíduos devem ser bem compactados para ampliar a durabilidade do aterro, e as quantidades de solo retiradas nas escavações podem ser estocadas para posteriormente serem usadas para recobrir os resíduos.

O segundo, de área, é uma técnica aplicada em lugares de topografia plana e em que os lençóis freáticos são rasos, impossibilitando a construção de valas ou trincheiras descritas no processo anterior. É construída uma célula-mãe, sobre a qual são construídas as demais células sanitárias.

O último, método de rampa, é aplicado em terrenos que apresentam declividade. Sendo assim, os resíduos são depositados e compactados acompanhando a declividade existente; é feito o recobrimento ao final de cada etapa, até que as células em construção fiquem no mesmo plano do topo da encosta na parte superior, e tenham a mesma declividade lateral.

Após a escolha do melhor método a ser aplicado no terreno para a construção do aterro sanitário, devem ser realizadas algumas obras que servem de suporte ao aterro, tais como: guarita/portaria, balança, vias de acesso, instalações de apoio operacional (escritórios, refeitório, copa, instalações sanitárias e vestiários.), iluminação, comunicação, abastecimento de água para as instalações e para o umedecimento das vias de acesso, e sistema de tratamento de chorume.

Nas valas deve ser realizada a impermeabilização de sua base e de seus taludes, com a finalidade de prevenir a dispersão dos produtos oriundos da biodegradação dos resíduos. Esse processo pode ser realizado através da adição de camadas impermeáveis de argila ou de geomembranas sintéticas. As geomembranas sintéticas são mantas impermeabilizantes de PVC (Policloreto de Vinila), de PEAD (Polietileno de Alta-Densidade), ou ainda em alguns casos, contudo com menor frequência, usam manta de polipropileno e manta butílica.

É importante atentar-se à forma de execução dos trabalhos desenvolvidos no aterro quando está impermeabilizando-o com manta, uma vez que uma falha pode acarretar a ruptura do material. Logo, o chorume pode vir contaminar o solo e as águas subterrâneas.

O lixiviado necessariamente precisa ser drenado para fora do aterro, uma vez que se acumula na parte inferior das células. Para isso, são construídos drenos internos, que são tubos perfurados envoltos por brita, interligados uns aos outros que recolhem esses líquidos e os encaminham para a estação de tratamento. O sistema de drenagem deve se localizar a cima da camada impermeabilizante.

Na estação de tratamento, o lixiviado recebe um tratamento adequado, exigido pela legislação ambiental. Normalmente estes recebem tratamento físico-químico –precipitação química, oxidação química, processo por membranas, coágulo-floculação, evaporação ou destilação –, e tratamento biológico – lodos ativados, filtros

biológicos, lagoas de estabilização, aeração prolongada. Ainda, este pode ser reinserido sobre a massa de resíduo sólido aterrada, ou encaminhado para uma estação de tratamento de esgoto.

O aterro deve ser equipado para suportar a liberação dos gases decorrentes da decomposição dos resíduos. Para tanto, é feita a construção de drenos perfurados de concreto envoltos por brita fixados verticalmente em diferentes pontos do aterro. Orienta-se dispô-los em espaços de 50 a 100 metros, dessa forma, evita-se que os gases escapem por meios porosos do subsolo e atinjam fossas, esgotos e até mesmo edificações. Nas extremidades dos drenos, conhecidos também por chaminés, são instalados queimadores de gases, com a finalidade de evitar mau cheiro.

▪ OPERAÇÃO

O processo de operação diário de um aterro sanitário é simples, segue uma série de procedimentos que, quando realizados da melhor forma possível, garantem sua vida útil. Esses procedimentos são registrados em relatórios diários, relatórios mensais de consolidação de dados, formulários e planilhas. Depois catalogados e arquivados, a fim de favorecerem a avaliação periódica do empreendimento, bem como o desenvolvimento de estudos e pesquisas referentes ao desempenho do aterro.

Os resíduos após serem coletados na zona urbana, são encaminhados ao aterro sanitário, onde, ainda na portaria, passam por uma inspeção, que consiste na fiscalização dos veículos coletores, antecipadamente identificados e cadastrados; em seguida, os caminhões são pesados pelo balanceiro, instruído adequadamente para exercer essa função. O balanceiro certifica e registra a origem, a natureza e a classe dos materiais que chegam ao lugar; coordenam os motoristas quanto à unidade na qual os resíduos são descarregados; e impede que lancem resíduos incompatíveis com as características do empreendimento ou provenientes de fontes não autorizadas.

Na balança rodoviária são feitas as pesagens dos veículos coletores, desta forma, existe o controle das quantidades volumétricas diárias e mensais que se encontram depositadas. Em alguns casos, os aterros sanitários não possuem balança rodoviária, logo, a pesagem dos caminhões deve ser realizada em outro local, facilitando o controle dos resíduos já recebidos no aterro.

No espaço adequado, onde são efetuados os processos de aterramento dos resíduos, é feita a demarcação diária dos limites em que os resíduos poderão ocupar, e depois são despejados em pilhas, esparramados em seguida com o auxílio da lâmina do trator de esteira e compactados por um trator de esteira.

A compactação é realizada a partir de movimentos repetitivos, a fim de adensar ao máximo os sólidos descartados. Ao final desse procedimento, é realizada a cobertura diária do material compactado por uma camada de solo com espessura de 15 a 20 centímetros. Além de prevenir a disseminação dos resíduos pelo vento, a cobertura diária previne o mau cheiro e a proliferação de insetos, aves e roedores.

▪ MANUTENÇÃO

A manutenção do aterro sanitário consiste no monitoramento e o acompanhamento das condições ambientais afetadas pelo aterro, através de medições de campo e ensaios de laboratório, realizados com uma periodicidade durante sua vida útil e o período subsequente, em que há a continuidade dos processos de decomposição no empreendimento. Logo, o monitoramento deve ser realizado, no mínimo, nos 10 anos seguintes ao fechamento. Para ser obtido um monitoramento adequado, é importante observar:

- a qualidade do ar;
- a poluição sonora;
- a qualidade das águas – superficiais e subterrâneas;
- o controle do solo;
- a recuperação vegetal;
- a preservação da fauna terrestre;
- a preservação dos ecossistemas aquáticos;
- o controle do efluente tratado.

Há uma forma de minimizar os impactos causados às áreas próximas do aterro sanitário, seguindo os programas determinados pelo Plano Básico Ambiental:

Visando a qualidade do ar, propõem-se a captação, através de chaminés, e queima dos gases produzidos pelo aterro; ou aproveitamento em projetos de Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL). Ainda, é recomendado o plantio de cerca viva nos limites do aterro para amortecer a ação dos ventos, exercendo função de barreira natural. Tem-se a necessidade de evitar que a poluição sonora expande-se para fora dos limites do aterro, devendo “abafá-la” dentro desses limites.

A qualidade das águas superficiais e subterrâneas deve ser monitorada, uma vez que podem ser contaminadas pelo vazamento de percolados do aterro. Para tanto, deve-se construir uma estrutura capaz de garantir a drenagem deste líquido, realizar a impermeabilização das valas e células de contenção, construir redes coletoras das instalações sanitárias, das águas residuais, dos pátios e estacionamento de veículos de carga, das águas pluviais superficiais para lançar adequadamente na rede hidrográfica; rede coletora dos percolados; e postos para seus respectivos tratamentos. Ainda devem-se construir poços de monitoramento de montante e jusante, de acordo com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). E por fim, lançar o efluente tratado para diluição na rede hidrográfica, quando recomendado pelo órgão ambiental responsável.

Com o solo, há a preocupação com sua disposição após possíveis recortes, o material retirado deve ser armazenado em proximidades do local, tendo em vista o cuidado para que este não seja carregado pela ação pluviométrica. Nada impede que o solo escavado na construção do aterro possa ser aproveitado para realizar o recobrimento dos resíduos descartados. Algumas práticas ainda são adotadas a fim de minimizar os problemas do solo, como, por exemplo, a pavimentação das vias de acesso e pátios dentro do aterro; a construção de uma rede de drenagem das águas pluviais superficiais; e o monitoramento dos taludes, considerando a estabilidade dos maciços construídos.

A vegetação limítrofe aos corpos d’água deve ser mantida, assim como a mata nativa. É inevitável a expulsão dos animais que antes constituíam a paisagem anterior ao aterro, contudo, o surgimento de outros animais, como urubus, ratos, cães e insetos, representam uma deficiência do aterro. Caso haja surgimento desses vetores, é imprescindível sua eliminação, trazendo novamente a estabilização do empreendimento. Por fim, deve preocupar quanto à poluição dos corpos d’água com resíduos que constituem as camadas de recobrimento, uma vez que essa poluição pode vir a afetar o ecossistema aquático.

▪ SELAGEM

A vida útil de um aterro sanitário termina a partir do instante em que este tem sua capacidade limite de RSU depositados, sendo assim, ocorre o fechamento e a selagem do empreendimento.

Segundo Obladen *et al.* (2009, p. 14), para assegurar o funcionamento dos controles ambientais no fechamento e no período subsequente, há a necessidade de desenvolver um plano que normalmente é realizado durante a fase de construção do projeto. O plano tem por objetivo definir os passos que vêm a ser tomados durante o fechamento do aterro e os elementos de manutenção necessários após o fechamento. Os aterros fechados ou abandonados têm a possibilidade de expor as comunidades próximas a diversos problemas, os quais podem ser mais graves e financeiramente inviáveis de solucionar, quando comparados à supervisão e à construção de novos aterros. Isso porque, as práticas de vazamento de resíduos sólidos do passado, normalmente, não seguiam os critérios e normas atualmente em uso. Sem critérios de gestão, muitos aterros aceitavam resíduos que atualmente se excluem dos aterros de RSU.

Quando se encontra um aterro com problemas de vazamento, é necessário realizar pesquisas de campo, com o intuito de identificar as proporções da contaminação. Essas atividades são caras, e interrompe a utilização da área contaminada e de outros aterros que possam estar na rota de movimento dos poluentes. Para tanto, as pesquisas de campo devem determinar se há a contaminação do ambiente pelos processos da degradação dos materiais; se representa algum perigo imediato às pessoas que trabalham ou residem nas proximidades; e determinar a forma para impedir a continuidade do vazamento.

Tratando-se do fechamento de um aterro sanitário, levantamentos a respeito da camada de cobertura de selagem devem ser realizados, além da criação de projetos de captação das águas superficiais, drenagem, controle dos gases, do tratamento do chorume, e do sistema de monitoramento ambiental.

Fechar um aterro sanitário não significa que a área deixa de receber atenção, ou que suspenda a manutenção. Pelo contrário, é de suma importância que haja a continuidade das atividades de gerenciamento do aterro. É imprescindível que continue a drenagem dos gases formados e sua fiscalização, não podendo ser esquecida a manutenção dos dutos que fazem a drenagem dos gases, uma vez que podem sofrer processos de corrosão, e necessariamente surge a necessidade de serem trocados, como também sofrer assentamento em razão da erosão da superfície.

Existe a possibilidade que os percolados migrem para a superfície ou para partes inferiores do aterro. Por essa razão, analisar a água de poços de monitoramento é essencial, coletando de poços, à jusante e à montante do aterro com certa periodicidade, amostras de água para fazer seus estudos, a fim de descobrir se há resquícios de contaminação. Nada impede que análises de águas de poços encontrados nas localidades do aterro possam ser desenvolvidas para auxiliar no estudo de qualidade.

Finalmente, efetuar a observação do aterro sanitário, com o intuito de perceber modificações na topografia do lugar, em outras palavras, perceber deformações do terreno. Essas mudanças podem ocorrer devido aos processos de decomposição dos materiais que foram dispostos no interior do aterro e que permitem que o solo vá se erodindo. Logo devem ser tomadas medidas práticas para corrigir a erosão formada, uma vez que essas falhas permitem a entrada de águas pluviais no interior do aterro e também a saída de gases, tal que, essas medidas corretivas cabem aos responsáveis pelo fechamento e selagem do empreendimento.

▪ REINSERÇÃO

Ao fim dos processos de decomposição, o aterro se estabiliza, e pode ser usado para outros fins. Em todo caso, por mais que não seja regra, antes de começar a construção do aterro, já pode ser decidida qual sua utilização posterior aos processos de decomposição, determinando assim a maneira de operação e o grau de compactação dos resíduos sólidos conforme as necessidades que a reinserção escolhida exige.

A reinserção do terreno pode seguir fins:

- recreativos;
- comerciais; e
- agrícolas.

Dentro das alternativas de utilização dos aterros sanitários, podem ser construídos parques, campos de esportes e áreas para outras atividades recreativas. Existe o exemplo de vários lugares que souberam reaproveitar o terreno após aterro estabilizar, aproveitando-os para construção de clubes de golf.

O Liberty National Golf Club, um dos clubes de golfe privados mais caros do mundo, foi construído sobre um antigo aterro sanitário, localizado na cidade de Jersey, no estado de Nova Jersey, nos Estados Unidos. Possui uma área com mais de 6700 metros quadrados e permite que as pessoas possam desfrutar de paisagens magníficas de Manhattan e da Estátua da Liberdade.

Para Orlando Augusto da Silva, presidente da Associação Brasileira do Parceiro Público Privado (ABPPP), “os campos de golfe são atraentes para investimentos com retorno como mostram os exemplos internacionais”. Outro exemplo é o refinado campo do Buenos Aires Golf Club, onde foi cenário do campeonato mundial de profissionais em 2001, que foi construído na área de um lixão.

Nos projetos de reinserção, o terreno ainda pode ser implementado com algumas espécies de plantas que melhor se adequam às condições oferecidas pela área, como leguminosas e gramíneas, há o exemplo do trevo branco e rosa. Normalmente as espécies com melhor desenvolvimento são:

- *Eucalyptus globulus* – Eucalipto;
- *Acacia salina* – Esponjeira;
- *Acacia caven* – Abricó;

- *Parquisonia aculeata* – Cina-cina;
- *Robinia pseudoacacia* – Acácia;
- *Mesembryanthemum* sp – Raio de sol;
- *Rosa* sp – Rosa; e
- *Schinus molle* – Pimentão.

É indispensável observar se a distância do terreno às zonas urbanas garante o investimento, uma vez que a construção de parques recreativos em lugares muito distantes de áreas residenciais é inviável devido à acessibilidade.

A possibilidade de usar um antigo aterro com fins comerciais não é desprezada, mas antes pode se tornar necessário algumas modificações no terreno antes de levantar as estruturas. Exemplo disso: têm-se as remoções de uma parte ou todos os resíduos do antigo aterro e sua substituição por um material de melhor qualidade, que possibilite a construção da estrutura; a construção profunda mediante pilotis. A disposição de uma camada de selagem superficial de solo de boa qualidade, devidamente compactado e sobre o qual se assenta a estrutura. É importante frisar que as obras suportadas pelos aterros normalmente são obras como vias, estacionamentos, galpões e armazéns, e outras construções leves.

No uso agrícola, encontra-se a utilização da área para vegetação tanto de árvores quanto de arbustos, naqueles setores não urbanos.

Com os trabalhos de fechamento e selagem do aterro e reinserção, além do monitoramento temporal dos parâmetros mais significativos, as operações nos aterros são consideradas encerradas.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS E SUA CLASSIFICAÇÃO

Os RSU são todos os materiais descartados provenientes de atividades humanas que ocorrem nos grupos populacionais. A ABNT a partir da norma NBR 10004 de 2004 define com:

Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e 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 o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

Conforme essa definição da ABNT, Schalch (1992, *apud* NASCIMENTO, 2007, p. 35) fez uma subdivisão dos resíduos sólidos, dentro destas encontram-se os RSU, que podem ser classificados quanto sua origem, sendo oriundos do meio domiciliar, comercial, e do fruto de atividades de varrição e de serviços.

Ainda segundo Nascimento (2007, p. 37), há definições como a de Knochenmus *et al.* (1998), que prefere classificá-los segundo suas características físicas, separando-os conforme seu teor de umidade, a distribuição do tamanho das partículas, e fazendo a identificação da composição gravimétrica ou volumétrica de amostras representativas; e a de Bidone e Povinelli (1999), que segundo estes dois últimos autores, os resíduos se classificam de acordo com sua degradabilidade:

- facilmente degradáveis – consiste na matéria orgânica dos RSU;
- moderadamente degradáveis – originário de materiais celulósicos, como papel e papelão;
- dificilmente degradáveis – são os tecidos, retalhos, pedaços de couro, borracha e madeira; e
- não-degradáveis – engloba os vidros, metais, plásticos, pedras, solo.

OBJETIVOS

Propôs-se desenvolver análises associadas à produção de resíduos sólidos domésticos pelos habitantes dos bairros São Francisco, Universitário e Vila dos Professores no município de Rio Paranaíba – MG, localizado na latitude 19° 11' 38" Sul e longitude 46° 14' 49" Oeste.

Os estudos realizados tiveram o intuito de determinar tanto a quantificação, quanto a caracterização física e química dos resíduos sólidos domésticos produzidos pela população destes três bairros. E, a partir dos dados coletados, buscar estimativas capazes de dizer quanto que cada habitante do município produz desses materiais.

Ainda, determinar a porcentagem correspondente que cada tipo de material contribui no total de RSU produzido no município a cada dia, utilizando, como exemplo, os levantamentos realizados por Loreto (2003) relacionados a trabalhos realizados no aterro sanitário de Viçosa – MG e à avaliação da compressibilidade dos RSU, e por Júnior e Pasqualetto (2005) relacionado à caracterização física dos resíduos sólidos domésticos de Bela Vista – GO.

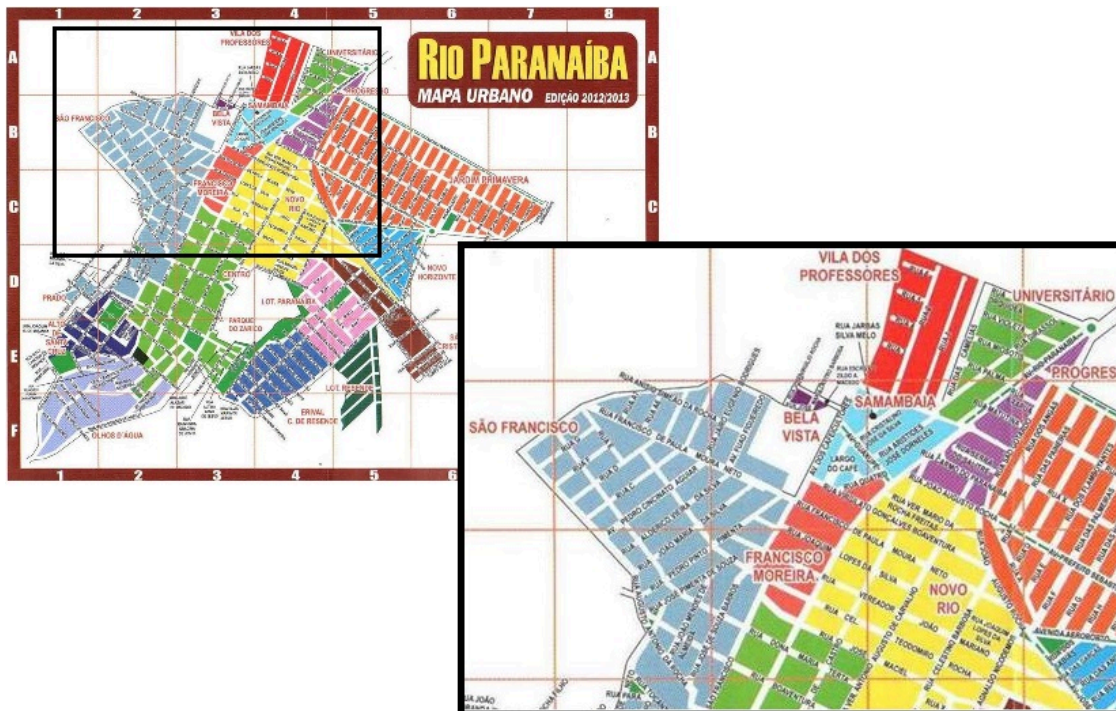


FIGURA 1 – Mapa da cidade com os bairros zoneados destacados. Fonte: Prefeitura do município. Imagem adaptada pelo autor para composição da figura, 2013.

MATERIAL E MÉTODOS

Os trabalhos relacionados aos materiais descartados pelos habitantes dos bairros zoneados de Rio Paranaíba, se deu em duas partes, realizadas simultaneamente. A primeira parte foi uma pesquisa de campo, desenvolvendo a separação e pesagem dos materiais coletado nas residências dos bairros zoneados. Já a segunda se deu em passar questionário nas residências que tiveram seus resíduos coletados.

▪ CARACTERIZAÇÃO E QUALIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

A priori, um determinado número de trechos de ruas do município seria selecionado, tal que esse número englobasse todos os bairros existentes na cidade. Por sua vez, uma equipe responsável pela limpeza pública recolhe todos os sacos presentes nas ruas durante o início da manhã e os depositam nas esquinas das ruas. Devido essa ação, sempre os resíduos de dois ou mais trechos de ruas se misturam nos seus cruzamentos, perdendo desta forma a procedência do material descartado.

A fim de solucionar esse entrave, levando em consideração que o município apresenta um perfil de cidade universitária, em razão do *campus* da Universidade Federal de Viçosa, e com isso um grande número de estudantes e todo um conjunto de pessoas ligado à universidade, foram escolhidos os bairros São Francisco, Universitário e Vila dos Professores para serem realizadas as coletas. Considerando ainda que, o bairro São

Francisco apresenta um grande número de pessoas naturais de cidade, e que estas pessoas não apresentam vínculo direto com a universidade.

Com esses bairros selecionados, o problema de perder o referencial dos trechos das ruas foi resolvido, uma vez que todo o material produzido nos bairros continuaria dentro de seus limites. E, a dificuldade de cobrir alguns bairros com questionário é menor que cobrir a cidade toda.

Nada impediu que uma caracterização dos resíduos envolvendo todos os bairros fosse realizada, mas em razão da dificuldade de realizar a pesquisa de rua em toda a cidade, não seria possível realizar o estudo do percentual que cada habitante produz de resíduo sólido urbano. Então, além da coleta programada dos três bairros zoneados, foi realizada uma coleta do RSU de toda a cidade, apenas com a finalidade de comparar as porcentagens de material presente na amostragem, e assim averiguar se a caracterização dos resíduos urbanos de três bairros pode ser aplicada à cidade como um todo.

Com o apoio da prefeitura disponibilizando o caminhão e os funcionários que realizam a coleta matinal dos materiais descartados pelo município, foi recolhido todo o material disposto nos bairros zoneados e levado para um espaço municipal onde foram realizados os trabalhos.

Para a realização dos trabalhos foram utilizados:

- lona plástica;
- enxadas e pás;
- luvas;
- máscaras;
- sacos de lixo com capacidade de 100 litros; e
- balança eletrônica, da marca Toledo, modelo 2098, com capacidade de 60 Kg.

Com todo o material descarregado no local, as sacolas, os sacos e as sacolinhas foram todos rasgados e tiveram seu conteúdo esparramado, as caixas de papelão de maior volume foram todas rasgadas e isopores volumosos quebrados, ao final formando uma grande pilha.



Figura 2 – Abertura dos sacos dos resíduos sobre a lona. Fonte: Arquivo pessoal do autor, 2013.

Para realizar o processo de quarteamento, foi necessário misturar todos os resíduos presentes, homogeneizando o monte. Em seguida, a pilha de resíduos foi repartida em quatro partes iguais e uma dessas partes foi escolhida como amostra, dando continuidade aos estudos. A amostra, resultado de um quarto de tudo que estava presente no local, foi esparramada e seus materiais que a compunham separados, segundo:

- isopor;
- tecido;
- vidro;
- metal;
- fralda;
- papelão e papel;
- plástico; e
- material orgânico.

À medida que os resíduos foram separados, estes eram guardados em seus respectivos sacos. Posteriormente foram realizadas as pesagens dos sacos e anotados em uma planilha.



Figura 3 – separação dos resíduos sólidos em tipos. Fonte: arquivo pessoal do autor, 2013.



Figura 4 – pesagem dos sacos com os materiais separados. Fonte: arquivo pessoal do autor, 2013.

De maneira análoga aos três bairros zoneados, os mesmos procedimentos foram realizados para uma coleta posterior, englobando por sua vez todo o RSU do município.

▪ QUESTIONÁRIOS

A realização de estudos utilizando apenas os materiais coletados nos bairros São Francisco, Universitário e Vila dos Professores não seriam suficientes para determinar a produção de resíduo por habitante, já que esse número é desconhecido.

Diante dessa situação, viu-se necessário à formulação de um questionário para descobrir a relação de habitantes por bairro, e aproveitando a criação do questionário, foram acrescentadas perguntas que pudessem auxiliar no estudo, ajudando a encontrar fatores que influenciam na produção de resíduos sólidos do município.

A primeira foi destinada a receber informações referentes ao endereço, número de moradores e a qual grupo se enquadravam – naturais do município, estudantes, professores/corpo técnico-administrativo. Ainda nessa parte, perguntava-se quais materiais, dos listados a seguir, eram descartados com maior frequência na residência:

- embalagens metálicas;
- garrafas de vidro;
- embalagens e/ou garrafas de plástico;
- caixas de papelão, papéis e/ou embalagens Tetra Pak
- restos de alimentos; e
- embalagens de isopor.

A segunda parte e terceira parte eram semelhantes, contudo esta era destinada aos professores e ao corpo técnico-administrativo, e aquela aos universitários. Nessas partes perguntava-se o local onde as refeições, almoço e jantar, eram realizadas, contendo as opções:

- RU (restaurante universitário);
- restaurante; e
- em casa.

O que diferiu uma parte da outra foi que professores e demais funcionários não tinham a opção restaurante universitário para responderem.

A quarta, e última parte, representava um quadro socioeconômico, destinado às pessoas naturais do município, aos professores e ao corpo técnico-administrativo da universidade. Era perguntado o número de pessoas que trabalham na residência, o número de pessoas que trabalham com carteira assinada e os seguintes bens presentes na residência:

- máquina de lavar;
- micro-ondas;
- lava-louças;
- televisores;
- número de chuveiros;
- carros;
- motos; e
- computadores;

A fim de facilitar os esforços em cobrir todos os três bairros com o questionário, foi desenvolvido o mesmo questionário na internet, apesar de apresentar uma interface diferente. Uma semana antes do início das pesquisas de rua, um e-mail, contendo o endereço eletrônico do questionário, foi enviado a todos os estudantes, professores e funcionários do corpo técnico-administrativo da universidade. Ainda, durante esse período, o questionário foi divulgado em grupos da rede social Facebook. Assim, com base nos questionários preenchidos online, não se viu necessidade de bater em algumas casas para realizar novamente o questionário.

Depois desse prazo de uma semana, iniciaram-se as pesquisas de rua nos bairros zoneados, e, ao mesmo tempo, continuaram as divulgações do questionário na rede social.

A fim de obter o melhor resultado que estimasse a quantidade de habitantes dos bairros trabalhados, foram passados questionários em 70% das residências habitadas. Contudo, antes do término das pesquisas de rua, uma contagem teve que ser realizada para encontrar a quantidade de imóveis que continham moradores, e por fim determinar o número mínimo de questionários que eram necessários para cobrir cada um dos três bairros.

A quantidade de casas habitadas e o número necessário de questionários utilizados em cada um dos bairros podem ser demonstrados pela tabela 1.

Tabela 1 - Relação de casas habitadas e entrevistadas

BAIRROS	NÚMERO DE CASAS HABITADAS	QUANTIDADE DE CASAS ENTREVISTADAS (70%)
São Francisco	263	184
Vila dos Professores	13	9
Universitário	74	52
Somatório	350	245

Os questionários foram considerados eliminados se por alguma razão residências fora entrevistada mais de uma vez, se residências que não pertenciam às áreas zoneadas responderam à versão online do questionário, e também as residências que não identificaram o endereço corretamente durante o preenchimento do questionário online. Foram também eliminados, aleatoriamente, questionários a partir do momento em que o número de casas entrevistas excedeu o número necessário em cada bairro.

RESULTADOS

▪ MASSA E PORCENTAGEM DOS MATERIAIS COLETADOS

A partir das tabelas 2 e 3, é possível descrever a quantidade de sacos que foram empregados para separar os materiais durante as caracterizações, de acordo com as coletas:

Tabela 2 - Quantidade de sacos utilizados na triagem dos bairros zoneados

MATERIAIS	NÚMERO DE SACOS
Isopor	1
Tecido	1
Vidro	1
Metal	1
Fralda	1
Papelão e papel	4
Plástico	3
Material orgânico	8
Somatório	20

Tabela 3- Quantidade de sacos utilizados na triagem da cidade inteira

MATERIAIS	NÚMERO DE SACOS
Isopor	1
Tecido	1
Vidro	1
Metal	2
Fralda	1
Papelão e papel	8
Plástico	7
Material orgânico	10
Somatório	31

Posteriormente, foi realizada a pesagens dos sacos, desconsiderando a massa individual de 0,04 kg destes, e os valores anotados em caderneta de campo. Constatada a massa de cada material contido na amostragem e sua respectiva porcentagem em relação à massa total.

As tabelas 4 e 5 mostram a massa coletada nos bairros São Francisco, Universitário e Vila dos Professores, toda a cidade, respectivamente, de cada tipo de material e seu percentual em relação à massa total, calculado a partir de uma regra de três simples.

Tabela 4 - Massa e percentual dos materiais analisados dos bairros zoneados

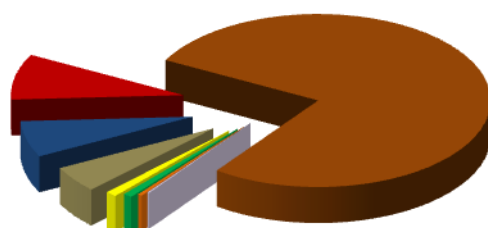
MATERIAIS	MASSA (kg)	PERCENTUAL
Isopor	0,20	0,18%
Tecido	0,45	0,40%
Vidro	0,96	0,85%
Metal	1,21	1,07%
Fralda	5,56	4,92%
Papelão e papel	7,64	6,76%
Plástico	9,65	8,54%
Material orgânico	87,31	77,28%
Somatório	112,98	100,00%

Tabela 5 - Massa e percentual dos materiais analisados em toda cidade

MATERIAIS	MASSA (kg)	PERCENTUAL
Isopor	0,69	0,48%
Tecido	6,14	4,27%
Vidro	6,65	4,63%
Metal	7,20	5,01%
Fralda	3,83	2,67%
Papelão e papel	16,95	11,80%
Plástico	18,33	12,76%
Material orgânico	83,87	58,38%
Somatório	143,66	100,00%

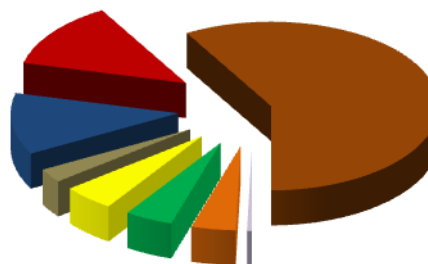
Com base nas tabelas 4 e 5, foram construído os gráficos 1 e 2, com a finalidade de observar melhor a distribuição do percentual dos resíduos.

Gráfico 1 - Coleta de resíduos sólidos nos bairros Universitário, São Francisco e Vila dos Professores



■ Isopor - 0,18%
 ■ Tecido - 0,40%
 ■ Vidro - 0,85%
 ■ Metal - 1,07%
 ■ Fralda - 4,92%
 ■ Papelão e papel - 6,76%
 ■ Plástico - 8,54%
 ■ Material Orgânico - 77,28%

Gráfico 2 - coleta de resíduos Em todos os bairros da cidade



■ Isopor - 0,48%
 ■ Tecido - 4,27%
 ■ Vidro - 4,63%
 ■ Metal - 5,01%
 ■ Fralda - 2,67%
 ■ Papelão e papel - 11,8%
 ■ Plástico - 12,76%
 ■ Material Orgânico - 58,38%

Existe ainda uma classificação que os RSU podem assumir quanto a sua capacidade de ser reciclado ou não. A tabela 6 mostra como os materiais descartados encontram-se dentro dessa classificação.

Tabela 6 - Configuração dos RSU

MATERIAIS RECICLÁVEIS
Vidro
Metal
Papel e papelão
Plástico
MATERIAIS NÃO RECICLÁVEIS
Isopor
Tecido
Fralda
MATERIAIS DE ORIGEM ORGÂNICA

Utilizando os dados obtidos das coletas, foram construídos os gráficos 3 e 4, mostrando a configuração dos RSU descartados nos três bairros e em toda cidade, respectivamente, como pode-se notar abaixo:

Gráfico 3 - Configuração dos resíduos sólidos dos bairros Universitário, São Francisco e Vila dos Professores

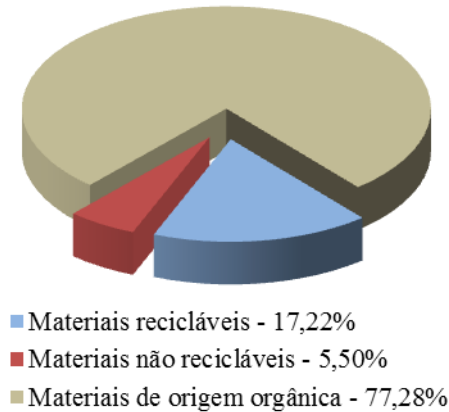
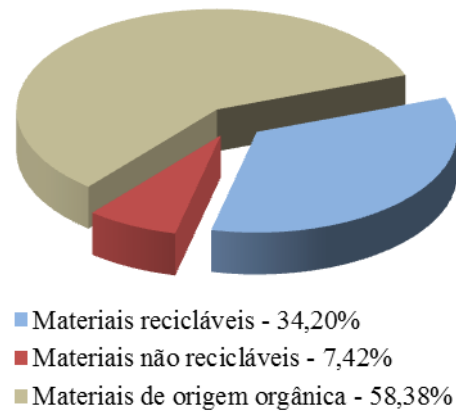


Gráfico 4 - Configuração dos resíduos sólidos de toda cidade



▪ PESQUISAS DE RUA

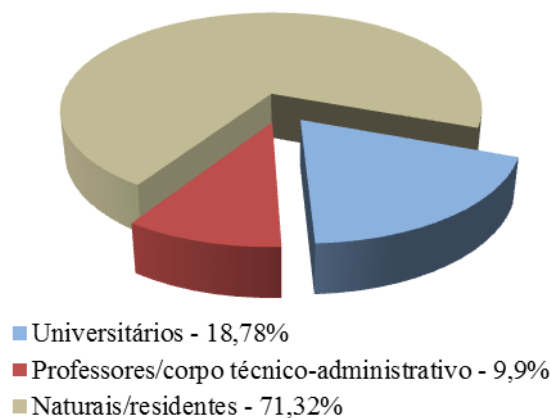
Ao término das pesquisas de ruas, iniciou-se o processo de análise dos dados coletados, o que permitiu descobrir o número de habitantes dos bairros São Francisco, Universitário e Vila dos Professores que foram atingidos pelo questionário, e também a determinação da relação que têm com o município, conforme apresentado na tabela 7:

Tabela 7 - Distribuição dos habitantes entrevistados nos bairros analisados

BAIRROS	ENTREVISTADOS	RESPECTIVAS RESIDÊNCIAS
São Francisco	88 Universitários	23
	26 Professores/corpo técnico-administrativo	7
	518 Naturais ou apenas residentes	154
Universitário	60 Universitários	25
	24 Professores/corpo técnico-administrativo	10
	42 Naturais ou apenas residentes	17
Vila dos professores	28 Professores/corpo técnico-administrativo	8
	2 Naturais ou apenas residentes	1
Somatório	788 habitantes	245 residências

Com base na tabela 7, foi construído o gráfico 5, com o objetivo de visualizar melhor a proporção de entrevistados.

Gráfico 5 - População entrevistada nos bairros São Francisco, Universitário e Vila dos Professores



Depois de analisar a distribuição dos habitantes nos bairros selecionados de acordo com sua relação com o município, foi calculada a quantidade de habitantes que totaliza a população desses bairros. A partir de uma estimativa de amostras, utilizando um erro tolerável para esse tipo de aplicação, de 3,5%, resultado dos 70%, estimou-se que os bairros São Francisco, Universitário e Vila dos Professores totalizam uma população de 1130±40 habitantes.

Considerando que a massa utilizada para a amostragem dos resíduos produzidos pelas áreas zoneadas foi retirada de um material homogêneo, e que essa amostra correspondia a um quarto do volume inicial, pôde-se estimar a produção de resíduo sólido doméstico por habitante. Multiplicou-se a massa da amostra, 112,98kg, por quatro e dividiu pelo número aproximado de habitantes dos bairros. A operação resultou que o descarte é aproximadamente de 0,4kg de resíduo/habitante.dia.

Durante as análises dos questionários, com base nas respostas obtidas, foi levantada a relação de resíduo produzido de acordo com a relação dos habitantes com o município. Os gráficos 6, 7 e 8 mostram, respectivamente, a relação de resíduos descartados pelos universitários, professores/corpo técnico-administrativo, e naturais do município que responderam ao questionário.

Gráfico 6 - Resultado dos questionários aplicados aos universitários

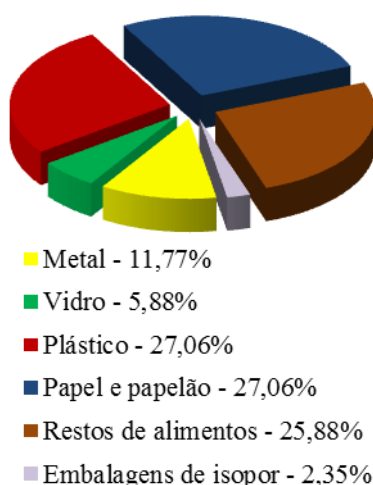


Gráfico 7 - Resultado dos questionários aplicados aos professores/corpo técnico-administrativo da UFV

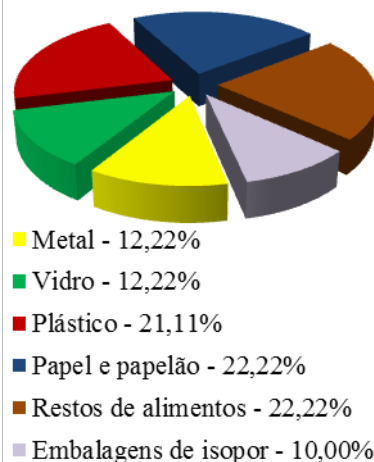
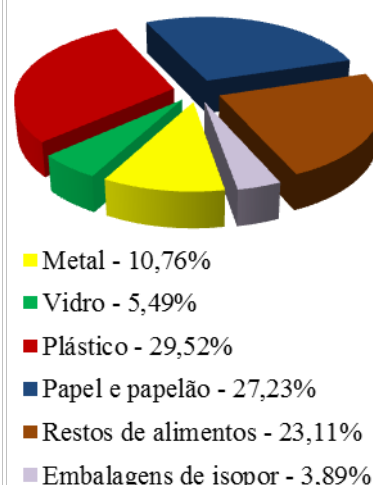


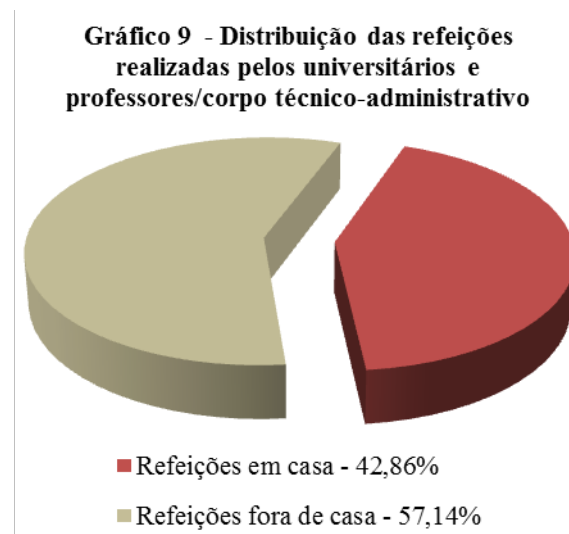
Gráfico 8 - Resultado dos questionários aplicados aos naturais



Com base nesses últimos resultados obtidos, observou-se que a produção de resíduo desses três grupos habitantes de Rio Paranaíba apresentavam algumas peculiaridades quanto ao tipo de material descartado, atentando principalmente à produção de embalagens de isopor e vidro dos profissionais associados à universidade, que supera, percentualmente, a frequência dos demais.

Outro dado que despertou interesse, foi o percentual com que os naturais/residentes do município frequentemente descartam resíduos de origem plástica, que superou a produção dos demais habitantes.

Observou-se que o descarte de alimentos dos três grupos foi semelhante, e por essa razão foi levantada a frequência que universitários e funcionários da universidade realizam suas refeições em casa, com o intuito de averiguar se esse número é significativo, conforme o gráfico 9.

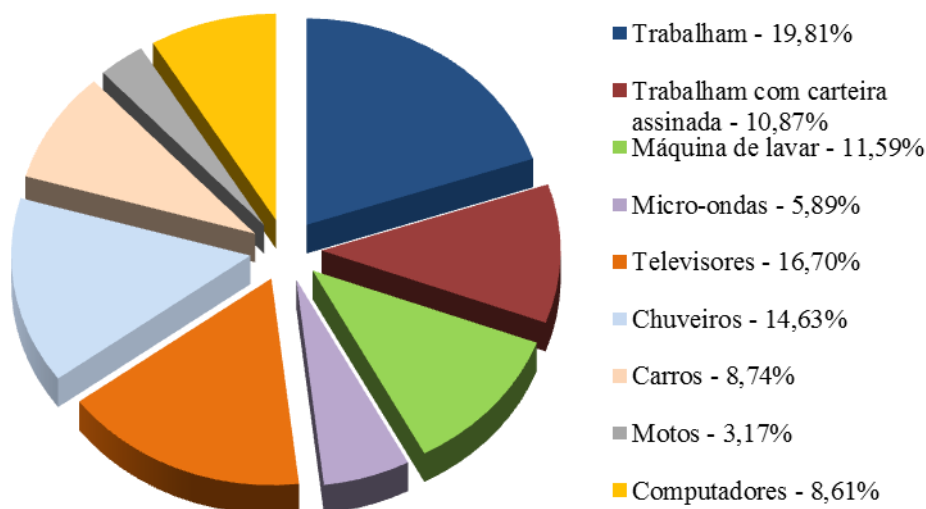


De acordo com o gráfico 9, percebe-se que o número refeições realizadas em casa pelos universitários e funcionários da universidade foi significativo, que vai ao encontro dos resultados de frequência com que esses descartam restos de alimentos, visto pelos gráficos 6 e 7.

A fim de compreender a diferença entre a regularidade de descarte de embalagens de vidro e de isopor dos profissionais relacionados à universidade, e, de plástico dos residentes naturais, foi levantada a hipótese de que os padrões de vida de um dado indivíduo podem interferir nos resíduos produzidos, em razão do poder de aquisição. Com o intuito de averiguar a hipótese, foi levantada a distribuição de bens de consumo duráveis dos indivíduos de acordo com os seus bairros onde residiam.

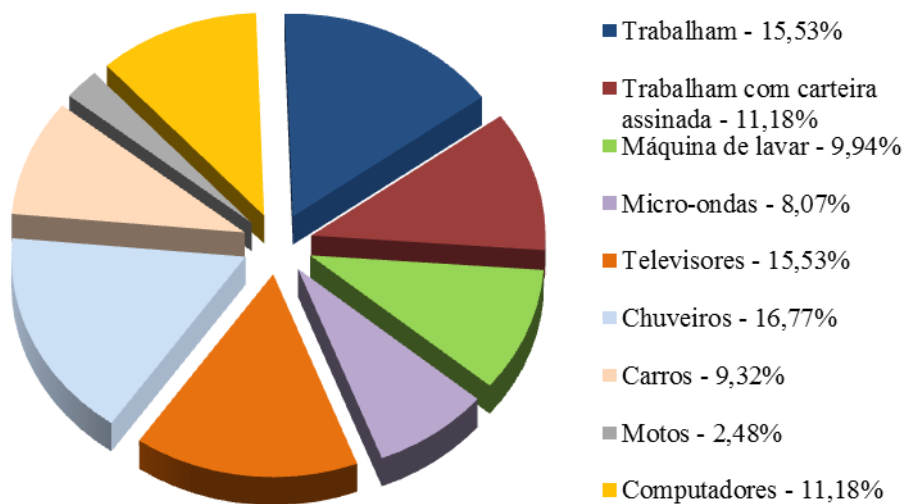
O gráfico 10 interpreta as respostas do questionário socioeconômico dos naturais e outros moradores sem vínculos com a universidade residentes no bairro São Francisco.

Gráfico 10 - Respostas do questionário socioeconômico dos naturais residentes no bairro São Francisco



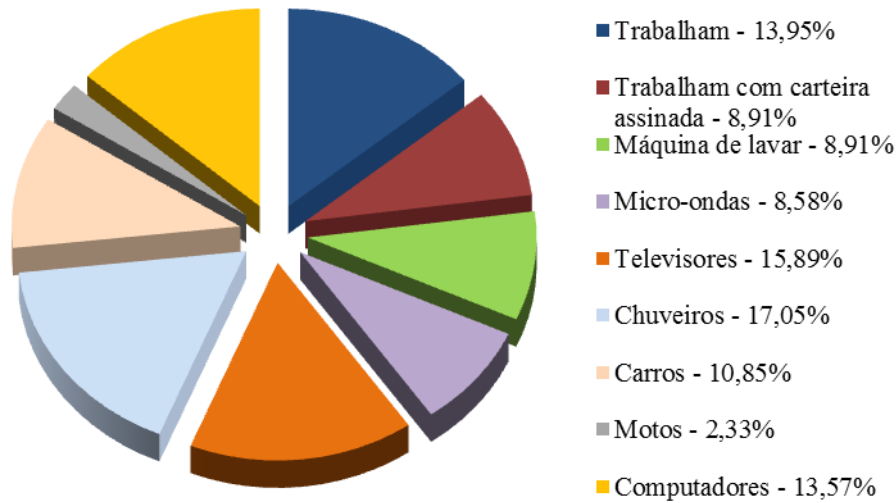
O gráfico 11 demonstra as respostas do questionário socioeconômico dos naturais e outros moradores sem vínculos com a universidade residentes no bairro Universitário e Vila dos Professores, uma vez que, apenas uma residência deste bairro possui residente que se enquadra no grupo. Foi levado em consideração também que os padrões de vida de ambos os bairros são semelhantes.

Gráfico 11 - Respostas do questionário socioeconômico dos naturais residentes no bairro Universitário e Vila dos Professores



Ainda, foi realizado o gráfico 12, reflexo do padrão de vida dos professores e funcionários do corpo técnico-administrativo da universidade.

Gráfico 12 - Respostas do questionário socioeconômico dos professores/corpo técnico-administrativo



A partir dos gráficos 10, 11 e 12, percebeu-se uma breve oscilação na distribuição das porcentagens. Ainda para testar a influência do poder econômico na produção de resíduos domésticos, foi estabelecido um padrão médio de vida a partir das respostas obtidas. Esse padrão médio foi determinado a partir dos somatórios das respostas de cada item, e, posteriormente dividido pelo número total de residências entrevistadas. Por fim, os valores foram arredondados, conforme pode ser observado na tabela 8.

Tabela 8 - Gabarito para determinar nível médio de vida dos habitantes

ITENS	VALOR OBTIDO POR RESIDÊNCIA	VALOR ARREDONDADO
Trabalham	1,86	2
Trabalham com carteira assinada	1,06	1
Máquina de lavar	1,1	1
Micro-ondas	0,63	1
Televisores	1,64	2
Chuveiros	1,5	2
Carros	0,9	1
Motos	0,29	0
Computadores	0,94	1
Somatório	9,92	11

A partir do padrão médio de vida, este serviu para distinguir duas classes: classe 1 e classe 2. Onde a classe 1 englobou as pessoas acima do nível médio de vida e a classe 2 as pessoas abaixo dele.

A diferença entre o valor arredondado e o valor obtido por residência, que foi aproximadamente um, serviu de tolerância para que um questionário que não atingisse os itens do padrão médio, pudesse ser considerado dentro da classe 1.

Estabelecidas as condições que separassem as residências nas classe 1 e classe 2, realizou-se os estudos a respeito da produção de resíduo de acordo com a classe. O gráfico 13 e 14 apresenta a produção percentual de material descartado pela classe 1, de nível acima da média, e pela classe 2, de nível abaixo da média, respectivamente.

Gráfico 13 - Produção de resíduos sólido pela classe 1

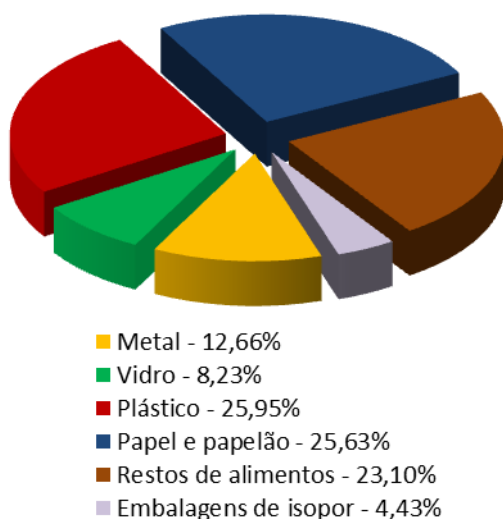
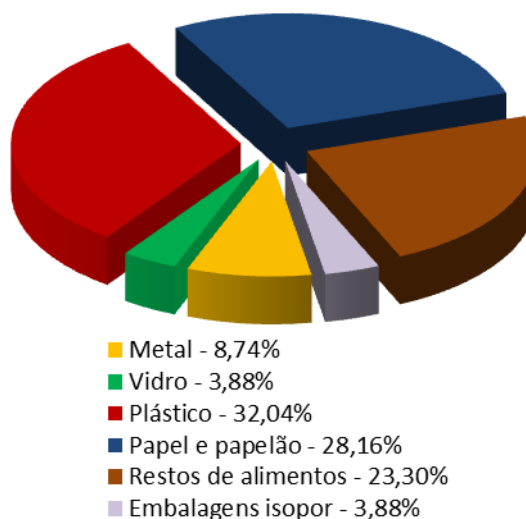


Gráfico 14 - Produção de resíduos sólido pela classe 2



Comparando os gráficos 13 e 14, notou-se a diferença entre o percentual de materiais descartados nas residências da classe 1 e nas residências da classe 2. Constatou-se que a classe 1 faz um descarte mais intensificado de metais e embalagens de vidro. Enquanto que, a classe 2 descarta com maior frequência embalagens de papel-papelão e especialmente de embalagens plástica.

Com a divisão em classe 1 e classe 2, e a interpretação dos dados de produção de resíduo por cada uma delas, encerraram-se as análises dos questionário.

DISCUSSÃO

Júnior e Pasqualetto (2005), com suas pesquisas relacionadas à caracterização física dos resíduos sólidos domésticos de Bela Vista – GO, obtiveram em seus cálculos o valor de 0,697 kg de resíduo por habitante.dia.

Segundo a ABRELPE (2010), a produção, no Brasil, de RSU está 1,079 kg por habitante.dia. E de acordo com Locco (2011), cidades com até 200.000 habitantes produzem de 0,450 a 0,700 kg por habitante.dia de RSU, enquanto cidade acima de 200.000 habitantes produzem de 0,800 a 1,200 kg por habitante.dia.

As estimativas de produção de resíduos pelos habitantes dos bairros São Francisco, Universitário e Vila dos Professores de Rio Paranaíba foi de 0,4 kg por habitante.dia. O valor apresentado pode apresentar um erro superior ao permitido, invalidando o cálculo, uma vez que a massa considerada nos cálculos pode vir a ter nenhuma relação geométrica com a massa total coletada.

Trabalhos envolvendo quarteamento têm por objetivo reduzir o volume de uma amostra, considerando sua homogeneidade, com a finalidade de facilitar seu manejo. Portanto, durante a realização de um quarteamento, a probabilidade de sucesso em repartir um material em partes iguais pelo seu volume é inferior que dividi-lo pela sua massa, mesmo considerando a máxima homogeneização do material trabalhado.

Quanto maior a quantidade de estimativas que são realizadas nos cálculos, maior é o desvio dos resultados com relação ao seu verdadeiro valor. Com o intuito de obter um valor de maior precisão de produção de resíduo sólido por habitante.dia, deveria ter sido pesada toda a massa recolhida pelos funcionários da prefeitura. Desta forma, com o valor exato da massa trabalhada, o resultado de descarte de materiais por habitante.dia se enquadraria melhor dentro de trabalhos realizados por outros autores.

Segundo Braga (2008), a quantidade de lixo gerado nos domicílios varia conforme o dia da semana e do mês, condições climáticas, datas comemorativas e outros eventos extemporâneos, como, o desempenho da

economia, o poder de compra da população entre outros, consequentemente, fazendo com que a quantidade de lixo coletado em um roteiro varie ao longo da semana, do mês e do ano.

A partir dos dados obtidos no projeto, foi levantada a flutuação na produção de resíduos nas residências dentro dos bairros zoneados de acordo com a relação existente entre os habitantes e o município, também foi relatada uma flutuação semelhante quando foram separados os habitantes quanto ao nível socioeconômico que pertence.

Levando em consideração as relações estabelecidas por Braga (2008), pode compreender melhor a diferença entre os dados do gráfico 1, referente aos resíduos coletados nos bairros São Francisco, Universitário e Vila dos Professores, e gráfico 2, referente aos resíduos da cidade como um todo. A diferença dos dados coletados de deu ao fato da não homogeneidade da população do município, sabendo da existência de focos de extrema pobreza na periferia da cidade. Ainda, outra relação que influenciou, ocasionando em diferentes percentuais para os materiais, foi a inclusão do centro comercial do município nas caracterizações.

Como se é de esperar, a produção de resíduos sólidos de um centro comercial é diferente dos bairros residenciais, em razão da diminuição de habitantes morando naquelas áreas. Logo, há a diminuição de matéria orgânica jogada fora. Outro levantamento importante que deve ser levado em consideração aos centros comerciais é o descarte dos outros materiais, a maior parte das mercadorias que saem dos caminhões e são descarregadas nos estabelecimentos sempre vêm embaladas em plásticos, isopores e caixas de papelões. E, o destino desses materiais são, muitas vezes, lixões e aterros, quando não existem usinas de reciclagem.

Todos esses fatores explicam a diferença encontrada nos dados coletados a partir das amostragens, principalmente com relação à diminuição de matéria orgânica, levando em consideração a possibilidade da produção de RSU nos dias coletados ter fugido seu padrão habitual por algum motivo extemporâneo.

CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os levantamentos realizados nos bairros São Francisco, Universitário e Vila dos Professores no município de Rio Paranaíba permitem compreender o comportamento existente na produção de resíduos sólidos urbanos de seus habitantes, tanto com relação a seu nível de vida, com também pelo papel que exerce no município.

Constatou-se que a parcela da população representada pelo corpo docente e técnico-administrativo da Universidade Federal de Viçosa *Campus* de Rio Paranaíba é responsável pela maior produção, em percentual, de materiais do tipo vidro e isopor. Ainda, com base nos questionários respondidos por esse grupo, pôde-se enquadrá-los também na classe 1, a qual agrupava todos os habitantes que possuíam um nível de vida acima da média dos entrevistados.

Com relação aos estudantes universitários, percebeu-se que o descarte de materiais segue um percentual semelhante aos outros grupos atingido pela pesquisa de rua. E mesmo com a existência de um restaurante universitário na cidade, o número de refeições, jantar e almoço, realizadas em casa e significativo, tanto que faz a produção percentual de restos de alimento dos estudantes ser semelhante aos demais moradores.

Por sua vez, a produção percentual de plástico pelas pessoas naturais e outros moradores sem vínculo com a universidade, por ser a maior de todas, incentivou levantamentos quanto à produção de materiais por classe.

Quanto à relação de produção percentual de resíduos por classes, constatou que habitantes com nível de vida inferior à média dos entrevistados, tendem a descartar com maior frequência materiais do tipo papel e, sobretudo, plásticos. Conquanto, a classe 2 apresenta descartar com maior frequência materiais metálicos e vidros.

Independentemente do grupo observado, ou da classe estudada, concluiu-se que a flutuação na porcentagem de restos de alimentos descartados é mínima, sendo o tipo de material que apresentou as menores variações. Com o intuito de ampliar os levantamentos para todo o município com base nos dados coletados por questionários nos três bairros, vê-se essa atitude inviável, uma vez que a produção de resíduos sólidos urbanos sofre interferência direta de uma gama de fatores.

Para melhor estudar a relação produção de resíduos por habitantes, tanto a qualificação, quanto a quantificação, é aconselhável a inserção de mais bairros no zoneamento, ou senão, pelo menos focos que exercem grande influência na produção. É importante frisar que a inserção de novos bairros visa aumentar a heterogeneidade da população, desta forma, estudos mais aprofundados quanto à interferência do nível social na produção de resíduo residencial podem ser realizados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10004**: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004.
2. BRAGA, J. O. N., et al. O uso do geoprocessamento no diagnóstico dos roteiros de coleta de lixo da cidade de Manaus. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**. Rio de Janeiro, v. 13, n. 4, p. 387-394, out./dez. 2008.
3. BRASIL. lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 03 ago. 2010a.
4. FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE, Orientações Básicas para Operação de Aterro Sanitário, Belo Horizonte: **FEAM**, 2006.
5. INSTITUTO BROOKFIELD. Entenda a diferença entre lixão, aterro controlado e aterro sanitário, ago. 2012. Disponível em: <<http://blog.institutobrookfield.org.br/index.php/2012/08/entenda-a-diferenca-entre-lixao-aterro-controlado-e-aterro-sanitario/>>. Acesso em: 20 nov. 2012.
6. JÚNIOR, W. M.; PASQUALETTO, A. Caracterização Física dos Resíduos Sólidos Domésticos da Cidade de Bela Vista–GO. Goiânia, 2005. 18 p.
7. LORETO, A. S. **Desenvolvimento de um Equipamento para Avaliação da Compressibilidade de Resíduos Sólidos Urbanos**: Estudo de Caso do Aterro Sanitário de Viçosa-MG. Dissertação Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.
8. NASCIMENTO, J. C. F. **Comportamento mecânico de resíduos sólidos urbanos**. 160 p. Dissertação Mestrado em Geotecnia, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.
9. OBLADEN, N.L.; OBLADEN, N.T.R.; BARROS, K.R. Guia para elaboração de projetos de aterros sanitários para resíduos sólidos urbanos. **Série de publicações temáticas do CREA-PR**, vol.2, n.4 2009. Disponível em:
10. OBLADEN, N.L.; OBLADEN, N.T.R.; BARROS, K.R. Guia para elaboração de projetos de aterros sanitários para resíduos sólidos urbanos. **Série de publicações temáticas do CREA-PR**, vol.3, n.4 2009. Disponível em:
11. PIERNES, G. Saem os aterros sanitários entram os campos de golfe. Federação Norte de Golfe, fev. 2008. Disponível em: <<http://www.fng.com.br/Index.asp?pag=Coluna&Cod=103>>. Acesso em: 08 dez. 2012.
12. PORTAL BRASIL. Meio Ambiente. Gestão do Lixo: Aterros sanitários. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/sobre/meio-ambiente/gestao-do-lixo/aterros-sanitarios>>. Acesso em: 20 jul 2013.
13. RODRIGUES, A. **Aterro Sanitário na Legislação Ambiental**. Disponível em: <http://www.jurisway.org.br/v2/cursoonline.asp?id_curso=118&id_titulo=775&pagina=15>. Acesso em: 23 nov. 2012.
14. TACADAS.COM (Brasil). Os 10 clubes de golfe privados mais caros do mundo. Disponível em: <<http://tacadas.com/artigos/10-clubes-golfe-privados-mais-caros-mundo>>. Acesso em: 08 dez. 2012.
15. VAN ELK, A. G. H.P. Redução de Emissões na Disposição final - Projeto Mecanismo de Desenvolvimento Limpo aplicado a Resíduos Sólidos. 1. ed. Rio de Janeiro: **IBAM**, 2007. v. 1. 40 p.