

## IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTES DO ATERRO SANITÁRIO DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM-PA: APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DE MELHORIA AMBIENTAL

**Francinaldo Oliveira Matos**

fnaldo88@hotmail.com

Graduando em Engenharia Ambiental. Bolsista de IC/CNPQ/MPEG

**Quêzia Leandro Moura**

queziamoura@hotmail.com

Mestranda do Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais/UFPA/MPEG/EMBRAPA

**Giselly Brito Conde**

giselly.conde@hotmail.com

Graduando em Engenharia Ambiental. Bolsista de IC/CNPQ

**Gundisalvo Piratoba Morales**

gundymorales@hotmail.com

Doutor em Geologia e Geoquímica pela UFPA, Docente da UEPA

**Érika Castilho Brasil**

erikabrasil@hotmail.com

Graduando em Engenharia Ambiental. Bolsista DE IC/CNPQ

### RESUMO

A geração indiscriminada de Resíduos Sólidos (RS) causa riscos ao equilíbrio ambiental e à saúde pública ao passo que, é considerada como um dos problemas ambientais mais preponderantes na atualidade. Neste trabalho foi utilizado o método de Listagem de Controle (*CHECK-LIST*) para identificar os principais impactos ambientais presentes no aterro sanitário do município de Belém-PA. Os resultados da pesquisa indicam deficiências no processo de gestão dos RS do município, principalmente no que tange à disposição final destes no aterro Aurá onde foi constatado um alto potencial de contaminação do solo, do ar e dos recursos hídricos. Diante da inviabilidade de realocação da área propõem-se as seguintes medidas mitigadoras: ações de monitoramento da qualidade dos recursos ambientais, operação e manutenção de uma rede de drenagem de gás e a criação de um sistema de compostagem.

**Palavras-chave:** Gestão de resíduos sólidos, Impacto ambiental e Aterro do Aurá.

### ENVIRONMENTAL IMPACTS OF THE LANDFILL AFTER THE METROPOLITAN REGION OF BELÉM-PA: APPLICATION OF TOOLS TO IMPROVE ENVIRONMENTAL

### ABSTRACT

The indiscriminate solid waste generation (RS) causes risk to balance environmental and public health while it is considered one of the most prevalent environmental problems today. In this study we used the method of the Control List (*CHECK-LIST*) to identify the main environmental impacts present in the landfill in the municipality of Belém-PA. The survey results indicate deficiencies in the management process of the municipality of RS, especially regarding the final disposition of the landfill where it was found the Aura a high potential for contamination of soil, air and water resources. Given the infeasibility of the relocation area are proposed the following mitigation measures: actions for monitoring the quality of environmental resources, operation and maintenance of a sewer gas and the creation of a composting system

**Keywords:** Solid waste management, environmental impact and landfill of the Aura.

---

Recebido em 24/06/2011

Aprovado para publicação em 08/08/2011

## INTRODUÇÃO

O surgimento e o desenvolvimento da sociedade humana sempre estiveram relacionados à geração de resíduos sólidos oriundos de diversas atividades. Entretanto, o crescimento constante da população nos centros urbanos associado ao hábito de consumismo exagerado exige uma maior produção de alimentos e industrialização de matérias primas fazendo com que a geração de resíduos aumente vertiginosamente, não sendo acompanhado da mesma maneira pelas ações governamentais (FERREIRA, 1995; RUFO & PICANÇO, 2005)

Mesmo sendo um problema mundial, as conseqüências negativas da alta produção de resíduos sólidos são mais perceptíveis nos países em desenvolvimento. Os países mais ricos são os maiores produtores, entretanto, possuem uma maior capacidade de equacionamento da gestão, por um somatório de fatores que incluem recursos econômicos, preocupação ambiental da população e desenvolvimento tecnológico. Em cidades de países em desenvolvimento com urbanização muito acelerada, verificam-se déficits na capacidade financeira e administrativa dessas em prover infraestrutura e serviços essenciais como água, saneamento, coleta e destinação adequada do lixo e moradia, e em assegurar segurança e controle da qualidade ambiental para a população (JACOBI & BESEN, 2011).

Soares (2004), afirma que os entraves do gerenciamento dos RS, principalmente nos países em desenvolvimento, tornou-se complexo devido à quantidade e diversidade dos resíduos, à explosão das áreas urbanas, a restrição dos recursos financeiros públicos e as limitações tanto de energia quanto de recursos naturais. Além disso, outro fator que dificulta o gerenciamento dos resíduos reside na quantidade de etapas de processamento destes - geração, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e disposição final.

No Brasil o manuseio e eliminação de resíduos sólidos é um dos fatores de maior impacto ambiental que põe em risco a saúde pública (DIDONET, 1997). A falta de locais adequados para disposição final dos RS ainda é uma problema enfrentado pela maioria dos municípios brasileiros. Segundo dados obtidos na pesquisa nacional de saneamento básico, realizada pelo instituto brasileiro de geografia e estatística, cerca de 50,8% dos resíduos produzidos no país ainda são lançados em vazadouros a céu aberto. O problema é mais agravante na região norte do país, onde aproximadamente 59% dos municípios lançam seus resíduos em lixões (ABRELPE, 2010).

Quando dispostos de forma inadequada, os resíduos sólidos podem causar a poluição da água, do ar e do solo, além de criar ambiente propício para a proliferação de macro e micro vetores causadora de doenças (BESEN, 2011), com conseqüências desastrosas para o meio ambiente e para a qualidade de vida da população.

A poluição das águas superficiais ocorre principalmente pelo lançamento indiscriminado de RS no solo que permite o deslocamento do chorume para as redes de drenagens de águas superficiais. Segundo MORALES (2002) a poluição das águas pela disposição inadequada de RS pode ser física, química e biológica, sendo as principais alterações físicas relacionadas ao aumento da turbidez e variações de gradientes de temperatura. A poluição biológica caracteriza-se pelo aumento de coliformes totais e fecais, já a poluição química reduz drasticamente o nível de oxigênio e aumenta a DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio). Outras propriedades químicas da água como a dureza, a condutividade e o PH podem ser alteradas e tornar o sistema aquático impróprio para o uso humano.

A poluição do ar se dá principalmente pela queima irregular dos resíduos e pela alta produção do biogás no processo de decomposição anaeróbica. Enquanto a poluição do solo ocorre pela alteração de suas propriedades físicas e químicas devido ao alto teor energético de algumas substâncias presentes nos RS (LIMA, 2004)

Além disso, outro problema relacionado à exposição de RS a céu aberto diz respeito à poluição das áreas circunvizinhas pelos resíduos leves como plásticos e papéis que são conduzidos pelo vento por uma longa distância, modificando a paisagem e produzindo um aspecto desagradável as áreas localizadas próximas ao lixão (LOPES, 2002). Em termos sociais, os lixões a céu aberto exercem atração sob as populações de baixa renda que buscam na separação e comercialização de matérias recicláveis, uma alternativa de trabalho, apesar das condições insalubres e subumanas da atividade. (SANTOS 2004; RUFO & PICANÇO, 2005).

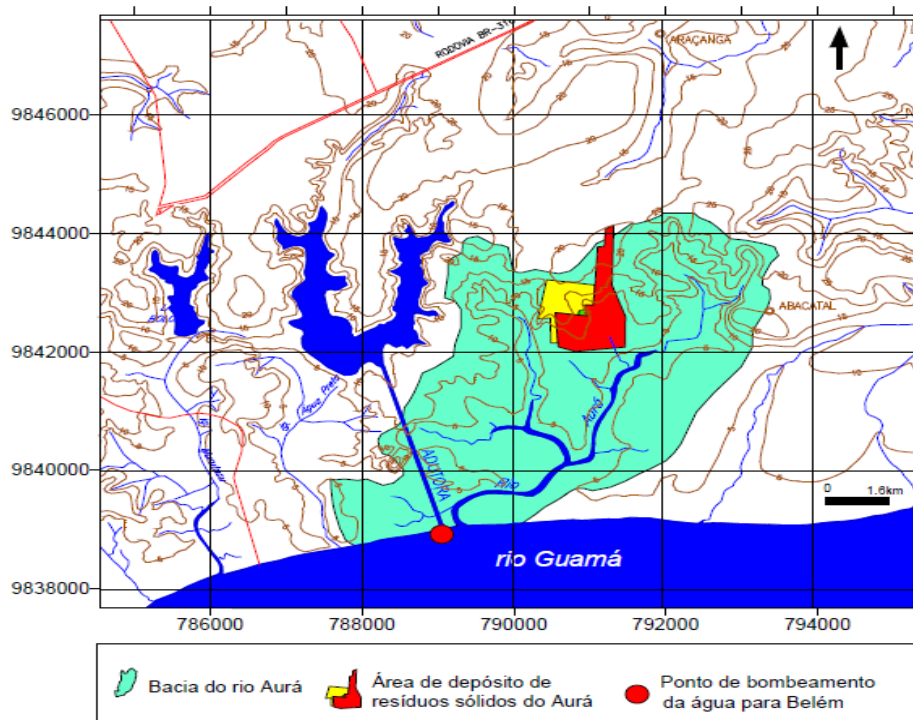
No Aterro Aurá, localizado na Região Metropolitana de Belém, existem duas cooperativas que atuam no processo de reciclagem de parte dos resíduos: a cooperativa Cidadania para Todos, e a cooperativa de Trabalho dos Profissionais do Aurá (COOTPA). Entretanto, assim como em outras cidades do país, devido à falta de incentivos financeiros e mão de obra qualificada, tais cooperativas aproveitam uma pequena parcela do alto potencial de reciclagem dos resíduos sólidos.

Levando em consideração os potenciais impactos ambientais resultantes da disposição inadequada dos resíduos sólidos urbanos, associado ao fato do Município de Belém-PA não possuir um sistema adequado de disposição final dos resíduos sólidos em funcionamento, foi desenvolvido o presente estudo, o qual visa caracterizar esta etapa e destacar as deficiências na gestão ambiental do aterro em questão, além de fazer uma estimativa dos possíveis impactos socioambientais resultantes da má disposição dos resíduos na área do aterro e propor medidas para atenuá-los.

## METODOLOGIA

### Área de estudo

O estudo foi realizado no Aterro Aurá situado no município de Belém-PA, localizado no quadrante entre os paralelos 10° 10' S e 10° 30' S e os meridianos 48° 25' W e 48° 35' W, fazendo limite ao sul com o rio Guamá, ao norte com a baía do Marajó até o extremo oriental da ilha do Mosqueiro e a oeste com as baías do Marajó, Guajará e Santo Antônio. Conforme classificação de Koppen, o clima da região é do tipo "Af", ou seja, é quente e úmido, possui índices de precipitação elevados e não apresenta estação seca, sendo a precipitação do mês menos chuvoso igual ou superior a 60 mm (CODEM, 1975).



**Figura 1:** Mapa de localização do Aterro do Aurá.  
**Fonte:** Morales, 2002.

Belém é a maior metrópole da região norte do Brasil e a segunda maior da Amazônia. Sua região metropolitana é composta por cinco municípios (Belém, Ananindeua, Marituba, Benevides e Santa Bárbara), sendo que só o município de Belém ocupa uma área de 50.582,30 ha e possui aproximadamente 1.392.031 habitantes (IBGE, 2010).

O aterro sanitário Aurá, vulgarmente conhecido como "lixão Aurá" foi fundado em 1987, e situa-se próximo a margem esquerda do Rio Aurá (Figura 1), que por sua vez é afluente do Rio Guamá formando uma microbacia com drenagens de pequeno porte e pouca extensão, como os igarapés Santo Antônio, Pescada, Juvêncio e Juruca. A Oeste da área, situados a

aproximadamente 1.400 metros de distância, localizam-se os mananciais Bolonha e Água preta, principais fontes de abastecimento da cidade região. Ao Sul encontram-se áreas de baixadas cobertas com densa vegetação que se estendem até o Rio Guamá, ao Leste limita-se com áreas despovoadas. Com altitude média de 10,8 metros, o depósito de lixo do Aurá é circundado por áreas de vegetação nativa e áreas remanescentes da floresta amazônica (BAHIA, 2003).

### **Coleta e análise das informações**

Inicialmente foi realizado um levantamento bibliográfico a fim de obter informações sobre processo de gestão dos resíduos sólidos urbanos e as consequências socioambientais decorrentes da deposição de resíduos sólidos em áreas abertas, além de conversa informal com profissionais do Departamento de Resíduos Sólidos (DRES) da Prefeitura Municipal de Belém-PA.

Os trabalhos de campo foram divididos em duas etapas: 1) visita de reconhecimento da área (Aterro do Aurá) para identificar os pontos de deposição dos resíduos e obter informações iniciais sobre o funcionamento do aterro, bem como as atividades que são desenvolvidas no local, 2) visita para aplicação do método *Check-list* descrito por SANCHEZ (2006) que consiste na identificação e listagem de consequências (impactos ambientais) que determinado empreendimento ou atividades conhecidas está desencadeando.

Neste âmbito, os impactos elencados no presente estudo foram classificados e discutidos com base nos seguintes parâmetros qualitativos abordados por SOBRAL et al (2007):

**Natureza:** refere-se à caracterização do impacto como positivo (P), quando proporciona melhoria na qualidade de um parâmetro ambiental e/ou negativo (N), quando uma causa um dano à qualidade ambiental;

**Magnitude:** diz respeito à gravidade do impacto e pode ser considerado Fraca (Fr), quando a alteração do componente ambiental é reversível, Médio (M), quando a alteração do componente ambiente e da comunidade é reversível, porém com ações imediatas e Forte (F) quando o impacto é significativo e provoca a escassez de recursos naturais, a degradação do meio natural e causa danos a sociedade, sendo muitas vezes irreversíveis;

**Abrangência:** reflete o alcance do impacto, que pode ser caracterizado como Local (L) quando o efeito ocorre no próprio local da ação e Regional (R), quando o efeito se propaga por uma área além das imediações da localidade onde se dá a ação.

**Frequência:** refere-se ao padrão de ocorrência do impacto, que pode ser Temporário (T) quando o impacto ocorre por um determinado tempo após a realização da ação, Contínuo (C) quando os efeitos continuam a manifestar-se num horizonte temporal e Intermitente (I) quando o efeito acontece em determinados períodos.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O projeto inicial que deu origem ao depósito de resíduos sólidos da região metropolitana de Belém incluía três unidades básicas: uma usina de incineração, uma usina de reciclagem e compostagem e um aterro sanitário. As duas primeiras unidades não foram habilitadas e o aterro, que no projeto receberia apenas cinzas e resíduos da usina de incineração e compostagem, recebe todos os tipos de resíduos. Tal fato provocou a sobrecarga da área e deu origem a uma fonte pontual e permanente de poluição que coloca em risco os recursos ambientais da região (IPEA, 1997).

De acordo com Martin & Tedder (2002), para utilização de aterros como depósito de resíduos sólidos deve-se considerar, dentre outros fatores, a localização, a topografia do terreno, as características dos resíduos, o monitoramento e controle de emissão de gases e da qualidade dos recursos hídricos, a estabilidade estrutural do aterro, os aspectos sociais e a conservação ambiental. No que tange as orientações técnicas exigidas para o funcionamento e operacionalização de um aterro cabe destacar o sistema de impermeabilização da base, o sistema de coleta e tratamento de líquidos percolados, o sistema de detecção de vazamentos pelo aparato de impermeabilização, o sistema de drenagem de águas pluviais, o sistema de drenagem de gases, os poços de monitoramento do aquífero e a disponibilidade de solo para cobertura dos resíduos (SANTOS, 2004).

Entretanto, o cenário atual do Aterro Aurá apresenta características de um lixão a céu aberto, haja vista que os resíduos são depositados diretamente sobre o solo, sem aplicação de técnicas de controle e proteção ambiental (MONTEIRO et al., 2001), isto, associado a grande quantidade de resíduos sólidos lançadas diariamente no aterro, cerca de 1200 toneladas, pode trazer consequências irreparáveis ao meio ambiente.

Nesse sentido e conforme as informações elencadas pelo *Check-list* (Quadro 1) as condições precárias do Aterro do Aurá, associado às características geológicas da área representam uma fonte de contaminação do solo, do ar e dos recursos hídricos, bem como a proliferação de vetores.

**Quadro 1** – Classificação dos impactos elencados no *Check-list*.

<b>Classes</b> <b>Impacto</b>	Natureza	Magnitude	Abrangência	Frequência
Alteração dos recursos hídricos superficiais	N	F	R	C
Alteração dos recursos hídricos subterrâneos	N	F	R	C
Alteração da qualidade do solo	N	F	L	C
Alteração da qualidade do ar	N	M	R	C
Impactos sobre saúde humana	N	F	R	C

**Natureza:** P - Positivo e N – Negativo

**Magnitude:** F - Forte, M - Média e Fc - Fraca

**Abrangência:** L - Local e R - Regional

**Durabilidade:** T – Temporário, I – Intermitente e C – Contínuo

### **Alteração dos recursos hídricos**

Conforme as informações elencadas no *Check-list* e descritas no Quadro 1, as alterações da qualidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos apresentam frequência contínua, natureza negativa, magnitude forte e abrangência regional. Para MORALES & FENZL (2000) o Aterro Aurá encontra-se localizado nas cotas topográficas relativamente baixas, as quais possuem características geológicas impróprias para a deposição dos resíduos sólidos, uma vez que a porosidade do solo permite que o chorume percole pela zona não saturada até atingir a zona saturada. Tal fato coloca o sistema hídrico superficial e subterrâneo em alto grau de vulnerabilidade.

O chorume gerado no processo de degradação da matéria orgânica é uma das principais fontes de poluição decorrentes da má disposição dos resíduos sólidos. Quando despejado nos cursos d'água superficiais, pode alterar a DBO e DQO da água, influenciando negativamente na fauna e flora macro e microscópica. Ao atingir os aquíferos pode poluir poços e causar epidemias caso contenha organismos patogênicos.

Enquanto a contaminação superficial geralmente constitui-se em um problema visível, a contaminação dos aquíferos é invisível e pode transformar-se em um problema crônico, na medida em que só venha a ser identificado por meio de seus efeitos na saúde pública. Cabe ressaltar que os resíduos sólidos ainda contêm espécies químicas que podem ser carregadas pelas chuvas e entrar em contato com os cursos d'água superficiais e subterrâneos através de escoamento superficial e infiltração (SISINNO, 2002).

Esse processo ocorre no aterro do Aurá uma vez que este não possui impermeabilização com camadas de argila, tratamento dos líquidos percolados e nem drenagem para segregar águas pluviais que junto com o material lixiviado são direcionadas pelos gradientes topográficos aos igarapés Santo Antonio e Santana, que desembocam no rio Aura e este, por sua vez, é tributário do Rio Guamá. É pertinente informar que ao monitoramento do aquífero freático do local não é realizado, pois os poços de controle foram destruídos e/ou desativados.



A influência direta do depósito de resíduos sólidos sobre as águas superficiais localizados próximas ao lixão foi constatada por MORALES (2002), que coletou amostras de água em cinco pontos distribuídos nos rios Santo Antonio, Santana de Aurá e Igarapé Juruca para verificar a variação dos parâmetros traçadores de chorume (PH, condutividade, alcalinidade, amônia, nitrato, cloreto, sódio, cálcio, magnésio e potássio). Os maiores valores foram encontrados nos pontos mais próximos do Aterro, indicando que o chorume está atingindo estes rios. A condutividade no ponto mais próximo, por exemplo, apresentou uma média de 58 e 69 mS/cm nas duas coletas da época de chuva, na época de seca, mostrou uma média de 153 e 61 mS/cm nas duas campanhas. Já no ponto mais afastado, as duas coletas realizadas na época de chuva mostraram médias de 33 e 45 mS/cm, enquanto que na época de seca foi de 39 e 45 mS/cm.

É provável que atualmente os valores dos parâmetros traçadores de chorume descritos por MORALES (2002) apresentem concentrações superiores, visto que as condições de infraestrutura do aterro estão mais críticas e nenhuma medida de mitigação e recuperação da área foi implantada.

Para ARAÚJO, SOUSA & LOBATO (2010), o chorume gerado no “lixão Aurá” é o problema que mais preocupa, principalmente porque o clima quente da região gera rápida decomposição do lixo orgânico e a grande quantidade de chuvas faz com que o chorume penetre no solo e atinja os lençóis freáticos, o que representa uma grande ameaça para o lago da região, incluindo o lago Água Preta, que é o responsável pelo abastecimento de água potável na região e está localizado a menos de 2 quilômetros do aterro.

### **Alteração da qualidade do solo**

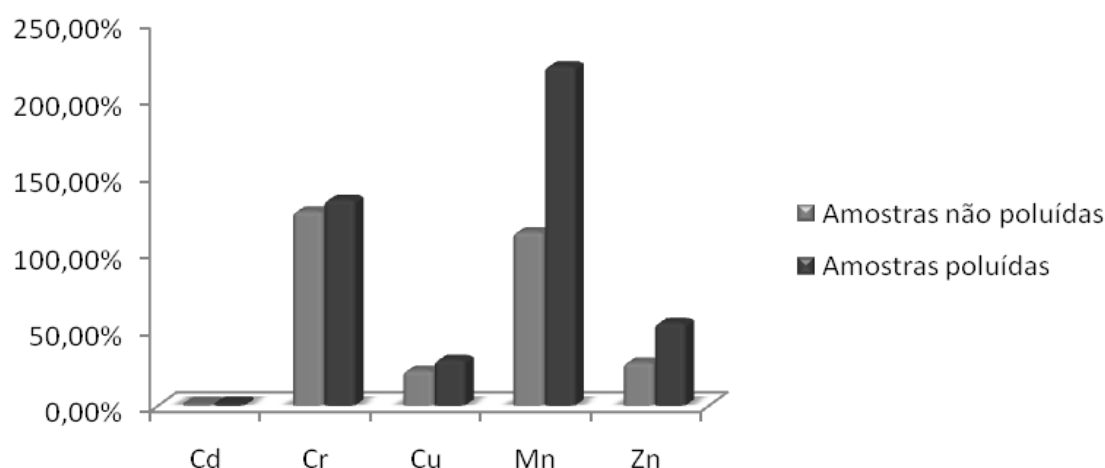
A deposição de resíduos sólidos em vazadouros a céu aberto é responsável pela degradação sanitária e ambiental de grandes extensões de solo. Os aterros recebem resíduos de diversas origens, desde aqueles de baixa periculosidade, como o lixo domiciliar e comercial até aqueles altamente poluentes, como o lixo industrial e hospitalar, liberando, portanto, uma infinidade de substâncias orgânicas e inorgânicas que são carregadas pela água para os horizontes profundos do solo, comprometendo a qualidade e o uso desse recurso (SISINNO & MOREIRA, 1996).

Conforme as informações elencadas no *Check-list* e descritas no Quadro 1, a alteração da qualidade do solo apresenta frequência contínua, natureza negativa, magnitude forte e abrangência local. Tais atribuições estão correlacionadas com as condições precárias existentes na área que contribuem para a contaminação do ambiente edáfico. MORALES (2002), TARTARI (2003) e LAUERMAN (2007) corroboram com o exposto quando afirmam que a deposição irregular de resíduos sólidos permite a poluição do solo por metais pesados e compostos orgânicos tóxicos provenientes da decomposição dos resíduos.

As áreas que recebem resíduos sólidos de forma inadequada durante muitos anos, mesmo depois de desativadas terão seu uso futuro comprometido. Materiais tóxicos poderão ser retidos pelos solos e assimilados pelos vegetais, não sendo recomendada, deste modo, a utilização de culturas para alimentação. Vale ressaltar que muitas substâncias contidas nos resíduos urbanos são corrosivas para alguns materiais de construção e apresentam risco de explosões devido ao acúmulo de gases mesmo após anos, inviabilizando a urbanização na área (SISINNO, 2002).

Além disso, as substâncias poluentes, como metais pesados e compostos orgânicos tóxicos, também podem ser assimiladas diretamente pelo solo sem a necessidade de compor os líquidos percolados. Sobre isso MORALES (2002) e TARTARI (2003) afirmam que o solo atua como um dos receptores finais de metais pesados oriundos dos resíduos e, dessa forma, constitui-se de um meio de inserção e/ou bioacumulação desses poluentes ao longo da cadeia alimentar.

MORALES (2002) ao estudar os solos do Aterro do Aurá identificou que amostras coletadas em áreas atingidas pelo deslocamento superficial do chorume apresentavam percentuais maiores de metais pesados do que aquelas que foram coletadas em áreas não atingidas pelos líquidos percolados. Parte desses resultados podem ser observados na Figura 2.



**Figura 2:** Concentração média dos metais Cádmi (Cd), Cromo (Cr), Cobre (Cu), Manganês (Mn) e Zinco (Zn) em amostras contaminadas e não contaminadas por chorume.

**Fonte:** MORALES, 2002.

### Alteração da qualidade do ar

Os principais impactos decorrentes da disposição inadequada dos resíduos sólidos que alteram a qualidade do ar estão relacionados a produção de gases poluentes e material particulado. No caso do Aterro Aurá, os impactos identificados apresentam frequência contínua, natureza negativa, magnitude média e abrangência regional (Quadro 1).

Para Lima (2004), o processo de decomposição dos resíduos sólidos por meio da ação dos microorganismos, produz o biogás que é composto por hidrogênio, nitrogênio, gás sulfídrico dióxido de carbono e metano. Este último é altamente inflamável e junto com o ar pode formar uma mistura explosiva; por isso é comum a combustão espontânea do lixo em vazadouros a céu aberto. Cabe ressaltar que o metano e o dióxido de carbono contribuem para a intensificação do Efeito Estufa (SISINNO, 2002).

Parte do metano produzido no aterro do Aurá é drenado e depois queimado, sendo obtido como produto desse processo o gás carbônico. Também é realizado no local a incineração irregular dos resíduos sólidos, processo que lança na atmosfera material particulado composto por poluentes orgânicos e inorgânicos prejudiciais a saúde humana e ao equilíbrio do ambiente.

### Aspecto social da área e impactos na saúde humana

O Aterro Aurá é o meio de sobrevivência para aproximadamente 1500 catadores individuais entre homens, mulheres e crianças. Essas pessoas são submetidas a condições precárias de subsistência e a riscos diversos devido o contato direto com o lixo, além de conviverem com o elevado índice de violência da área. Neste sentido, os impactos sobre a saúde humana, conforme o Quadro 1, apresentam frequência contínua, natureza negativa, magnitude fraca e abrangência regional.

A importância da coleta informal de materiais recicláveis realizada por catadores é indiscutível, haja vista que estes, mesmo que involuntariamente, contribuem para reintroduzir no processo industrial os resíduos que seriam desperdiçados em aterros ou lixões, porém, as condições ambientais dos aterros representa um problema bastante grave do ponto de vista social, sobretudo pela exposição de homens, mulheres e crianças a uma situação de extremo risco.

Vale ressaltar que o metano, gás resultante a decomposição dos resíduos sólidos é apontado como um poluente prejudicial ao homem, podendo, em alguns casos, provocar câncer, náusea, sonolência ou irritação nas narinas e olhos (KASTRUP et al., 2005). Além disso, a disposição inadequada dos resíduos sólidos contribui para a proliferação de vetores como moscas, baratas e ratos, além de ocasionar a liberação de gases tóxicos que são inalados pelas pessoas que residem ou trabalham na área.

## CONCLUSÕES

A disposição dos resíduos sólidos no município de Belém representa uma ameaça potencial aos recursos ambientais locais, principalmente no que tange a qualidade ambiental do solo, do ar e da água subterrânea. Verifica-se, no município de Belém, a presença de um lixão a céu aberto (“Lixão do Aurá”) como principal área de destino final dos resíduos urbanos, que por sua vez não apresenta infra-estrutura necessária para a proteção dos componentes ambientais (solo, água, ar e sociedade).

A maioria dos impactos identificados a partir do *Check-list* apresentam natureza negativa, frequência contínua, abrangência regional e magnitude forte. Diante da inviabilidade de realocação dos resíduos sólidos do “Lixão do Aurá” para um novo aterro sanitário, cabe a adoção de medidas mitigadoras alternativas de modo a controlar os impactos negativos elencados. Neste propósito, segue abaixo algumas proposições para minimizar os impactos descritos nesta pesquisa.

- Otimização do sistema de drenagem para evitar que parte da água da chuva continue escoando para o aterro; reativação da lagoa de tratamento de chorume e implantação de um programa de monitoramento sistemático tanto dos recursos superficiais quanto subterrâneos.
- Efetivação da fiscalização para combater as queimas irregulares e implantação de um programa de monitoramento da qualidade do ar.
- Suporte para criação e/ou fortalecimento das cooperativas de resíduos sólidos atuantes na área e capacitação dos catadores para diminuir os riscos de contaminação e acidentes eventuais.
- Criação e operação de um sistema de compostagem, de modo a aproveitar parte do material orgânico disposto na área.

Soma-se ainda a adoção de procedimentos que viabilizem a separação dos resíduos sólidos nas fontes geradoras, por meio de um programa de coleta seletiva, e a fiscalização mais efetiva sobre estas fontes, além da intensificação da fiscalização quanto à deposição dos resíduos no aterro para evitar que resíduos perigosos, como os hospitalares, continuem sendo lançados no local. Cabe ressaltar que estas medidas são emergenciais e que o ideal é a construção de um aterro sanitário dentro dos padrões estabelecidos na legislação.

## REFERÊNCIAS

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**, 2010. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/downloads/Panorama2010.pdf> Acessado em: 19/03/2011.

ARAÚJO, M.L.; SOUSA, S.N.; LOBATO, V.C. Análise da disposição do lixo na cidade de Belém-PA: o caso do lixão do Aurá. **Para Onde!?** v.6, 2010.

BAHIA, V. E. **Estudo hidrogeológico da área localizada entre o depósito de lixo metropolitano de Belém (Auré) e o lago água preta**. Universidade federal do Pará, 2003 (Dissertação de Mestrado).

BESEN, G. R. **Coleta seletiva com inclusão de catadores**: construção participativa de indicadores e índices de sustentabilidade. São Paulo, 2011. 275p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo.

BERVIQUE, J .M . **Estudo dos Impactos Ambientais causados pelo Antigo Lixão, no Jardim Juliana A e Jardim das Palmeiras II**.Universidade de Ribeirão Preto,2008. (Dissertação de Mestrado).

BRASIL. **Lei Nº 12.305**. 2010. Disponível: [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: 30/04/2011.

CODEM – Companhia de Desenvolvimento e Administração da Área Metropolitana de Belém. **Plano de Desenvolvimento da Grande Belém: metodologia, estudos básicos, prognósticos, desenvolvimento e sistemas**. Belém, V. 1, 1975.



- DIDONET, M. **Águas – Goles de Pura Informação**. Livro zero, 1, 2, 3, 4. 6. ed. Rio de Janeiro: CIMA, 1997a. 32 p
- FERREIRA, J. A. Resíduos Sólidos e Lixo Hospitalar: Uma Discussão Ética. **Caderno de Saúde Pública**, v. 11, n° 2, p. 314-320, 1995.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2010**. Rio de Janeiro. IBGE, 2010.
- IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Relatório ambiental da região metropolitana de Belém**. Belém, 1997.
- JACOBI, P. R ; BESEN, G. R. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. **Estudos Avançados**, v.25,p. 135 – 158, 2011.
- KASTRUP, L. F. C. et al. **Geração de energia limpa através da reforma de gás metano de aterros sanitários**. Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/iswa2005/energia.pdf>. Acesso em: 21/02/2011.
- LAUERMANN, A. **Caracterização química dos efluentes gerados pelo aterro controlado de Santa Maria e retenção de chumbo e zinco por um argilossolo da depressão central do Rio Grande do Sul**. Universidade Federal de Santa Maria, 2007. (Dissertação de Mestrado)
- LIMA, M. Q. **Lixo: Tratamento e biorremediação**. 3ª Ed. São Paulo: Hemus Editora Ltda, 2004. 265 p.
- LOPES, W. S. Avaliação dos impactos ambientais causados por lixões: um estudo de caso. IN: Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 27. **Anais...** Porto Alegre, RS, 2002.
- MONTEIRO, J. H. P. et al. **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.
- MORALES, G. P. **Avaliação ambiental dos recursos hídricos, solos e sedimentos na área de abrangência do Depósito de Resíduos Sólidos do Aurá**. Universidade Federal do Pará, Belém: 2002. (Tese de Doutorado).
- MORALES, G. P.; FENZL, N. Environmental impact for ofthe deposit of solid waste of the "Auré" Belém-PA. In: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 31. **Anais...** 2000.
- RUFO, R. C; Avaliação de impactos ambientais e proposta de remediação do lixão do município de Porto Nacional – TO. IN: Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 23. **Anais...**Campo Grande, MS, 2005
- SANCHEZ, L.E. **Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2006, 201p.
- SANTOS, L. C. **A questão dos resíduos sólidos urbanos: uma abordagem socioambiental com ênfase no município de Ribeirão Preto (SP)**. Universidade de Rio Claro - SP, 2004. (Dissertação de Mestrado).
- SISINNO, C. L. S.; MOREIRA, J. C. Avaliação da contaminação e poluição ambiental na área de influência do aterro controlado do Morro do Céu, Niterói, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 12 p. 515-523, 1996.
- SISINNO, C.L.S. **Destino dos resíduos sólidos urbanos e industriais no estado do Rio de Janeiro: avaliação da toxicidade dos resíduos e suas implicações para o ambiente e para a saúde humana**. Escola nacional de saúde pública, Rio de Janeiro, 2002. (Tese de Doutorado).
- SOARES, N.M.B. **Gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos domiciliares no município de fortaleza-CE**.Universidade Federal de Fortaleza,2004.(Dissertação de Mestrado).
- SOBRAL et al., Avaliação dos impactos ambientais no parque nacional serra de Itabaiana-SE.**Caminhos de geografia**. v. 8, n° 24 ,p. 102 - 110 ,2007.
- TARTARI, L.C. **Avaliação do processo de tratamento do chorume do aterro sanitário de Novo Hamburgo**. Universidade Luterana do Brasil, 2003. (Dissertação de Mestrado).