

XI SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

IMPACTOS DECORRENTES DA MÁ DISPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS NOS CORPOS AQUÁTICOS EM ECOSISTEMAS URBANOS.

Suellen Silva Pereira¹; Rosires Catão Curi² & Wilson Fadlo Curi³

RESUMO – O presente artigo objetiva refletir sobre as transformações no ambiente urbano e suas repercussões sobre a qualidade ambiental, enfocando, neste caso, na crescente geração de resíduos sólidos e dos impactos decorrentes de uma disposição inadequada, sendo um dos principais destinos dos resíduos que não são coletados os corpos aquáticos, estando estes representados por rios, riachos, lagos, lagoas, dentre outros. Para realização deste, recorreu-se a uma pesquisa de gabinete, utilizando, como instrumento de análise e coleta de dados, a Pesquisa Bibliográfica em diversas fontes como forma de embasar as discussões propostas; assim como alcançar os objetivos delineados para o estudo em questão. Observa-se que, aliada a problemática dos resíduos, a gestão dos recursos hídricos se configura como um dos grandes problemas dos centros urbanos, principalmente no que concerne a obtenção de água de boa qualidade para o abastecimento humano. Nesse contexto, faz-se extremamente necessária a adoção de políticas públicas que visem à sustentabilidade do ecossistema urbano, como forma de dotar a população residente nesses espaços (quase 85% da população brasileira) de uma boa qualidade de vida.

ABSTRACT– This article reflects on the transformations in the urban environment and its impact on environmental quality, focusing, in this case, the increasing solid waste generation and the impacts of improper disposal, being the water bodies, which are represented by rivers, streams, lakes, ponds, among others, a major destination of the waste that is not collected. To achieve this a desk research, was performed, using, as an instrument of analysis and data collection, the Library Research from several sources as a way of basing discussions proposals, so as to achieve the outlined goals for this study. It is observed that, coupled with the problem of waste disposal, management of water resources is configured as a major problem in urban centers, especially terms of obtaining good water quality for human consumption. In this context, it is extremely necessary to adopt policies aimed at sustainability of the urban ecosystem as a way of providing to the resident population in these areas (almost 85% of the population) of a good quality of life.

Palavras-Chave – Meio ambiente urbano; Recursos hídricos; Impactos ambientais.

INTRODUÇÃO

O processo de urbanização no Brasil é bastante significativo, na medida em que, atualmente cerca de 85% da população está concentrada nas cidades, o que representa 160.925.792 habitantes (IBGE, 2010a). Este fato provoca diversos problemas, como exclusão em relação à moradia, e aos

¹ Geógrafa (UEPB). Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA UFPB/UEPB). Doutoranda em Recursos Naturais (UFCG). Bolsista CNPq. Rua Maria do Carmo Nóbrega, 60, Três Irmãs, CEP: 58423-173, Campina Grande, Paraíba, Brasil. E-mail: suellenssp@hotmail.com.

² Docente dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da UFCG e de Recursos Naturais da UFCG. E-mail: rosirescuri@yahoo.com.br.

³ Docente do Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais – PPGRN/UFCG. Centro de Tecnologia e Recursos Naturais – CTRN/UFCG. E-mail: wfcuri@yahoo.com.br

serviços públicos, entre outros. Particularmente por ser o capitalismo um modo de produção altamente expropriador e desigual, promovendo tanto a apropriação desmedida da natureza como a exploração do potencial de produção dos indivíduos.

Neste contexto, o presente artigo objetiva refletir sobre as transformações no ambiente urbano e suas repercussões sobre a qualidade ambiental, enfocando a questão da destinação dos resíduos sólidos urbanos, cuja má gestão é uma das causas mais preocupantes com relação à gravidade do problema e permanência da contaminação dos recursos hídricos, comprometendo, por conseguinte, a qualidade da água.

Assim sendo, pode-se inferir que a disponibilidade de água potável para consumo humano vem se configurando como um dos grandes problemas ambientais, haja visto o uso insustentável deste recurso nos mais diversos setores que dependem deste bem para seu desenvolvimento, inclusive o uso doméstico.

Sabe-se que a escassez de recursos hídricos vem se acentuando na medida em que o incremento tecnológico, através da Revolução Industrial, aliado ao crescimento populacional, aumentou a demanda de produção e consumo, exigindo cada vez mais a utilização desse recurso, gerando águas servidas e, por conseguinte, acentuando a poluição dos corpos hídricos.

Ressalta-se que a geração de resíduos sólidos urbanos é diretamente proporcional ao consumo. Quanto mais se consome e quanto mais recursos são utilizados, mais resíduos são gerados. Estima-se que a população mundial, hoje com mais de 6 bilhões de habitantes, esteja gerando 30 milhões de toneladas de resíduos por ano. (IPT/CEMPRE, 2000). Visto que atualmente alcançamos a marca de 7 bilhões de habitantes, de acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU⁴), a problemática dos resíduos se apresenta bem mais acentuada, considerando o acréscimo populacional e, conseqüentemente, a pressão deste sobre os recursos naturais, incluindo a água.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para realização deste trabalho, recorreu-se a uma pesquisa de gabinete, através de levantamentos bibliográficos e documentais referentes à temática em estudo, buscando em livros, periódicos eletrônicos, relatórios institucionais, a fundamentação necessária para as discussões ora propostas. Dessa forma, a presente pesquisa se caracteriza por ser uma Pesquisa Descritiva, visto que esta objetiva descrever as transformações no ambiente urbano e suas repercussões sobre a qualidade ambiental, no que se refere aos impactos da má gestão dos resíduos sólidos nos corpos aquáticos, através de breves reflexões sobre a temática em foco.

⁴ Disponível em: <http://g1.globo.com/mundo/noticia/2011/10/populacao-mundial-chega-7-bilhoes-de-pessoas-diz-onu.html>. Acesso em: 20 de abril de 2012.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O processo de industrialização/urbanização e o impacto da produção sobre o meio ambiente

Com aglomerações cada vez maiores, verificou-se a necessidade de mudança da forma de produção de bens de consumo, uma vez que a demanda era cada vez maior. Surge então à industrialização, que seria uma das grandes transformações na capacidade produtiva do homem, a mesma teve seu início na Inglaterra no séc. XVIII e rapidamente se espalhou por outros recatos do planeta. Esta, de acordo com Dias (2007), tinha como promessa promover crescimento econômico abrindo perspectivas de maior geração de riquezas, que, por sua vez, traria prosperidade e melhor qualidade de vida.

Na década de 1950, a ideologia dos governantes do Brasil era de desenvolvimento a qualquer custo, com total incentivo político à implantação de indústrias, principalmente no setor da química e derivados. Este projeto político de apoio e continuidade no governo militar, nos 60 fez com que a industrialização do país fosse extremamente rápida em virtude dos vários atrativos oferecidos aos governantes às indústrias estrangeiras (MESQUISTA, 1994 *apud* SISINO & OLIVEIRA, 2006).

Desse modo, com o advento da industrialização em substituição ao processo de manufatura, observou-se uma intensa exploração da força de trabalho e dos recursos naturais, ocasionando o empobrecimento de muitos e o enriquecimento de poucos, fato que está muito bem fundamentado por Mendonça (2004) quando este afirma que muito diferente da atuação intranacional, as multinacionais, ao explorarem os homens e os recursos naturais dos países dependentes, então denominados de Terceiro Mundo, não tiveram a mínima preocupação em garantir qualidade de vida e do ambiente, interessadas somente na reprodução do capital, salvo em raras exceções. Tal afirmação pode ser complementada pelo mesmo autor (*idem*, p. 37) quando este ressalta que:

Em busca do crescimento da produtividade de matérias-primas muito se destruiu em termos de sociedade e de ambiente dos países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento, e a industrialização – que neles deveria promover desenvolvimento social – acabou por garantir a situação de dependência atual onde estão presentes desemprego, analfabetismo, êxodo rural, epidemias, violência, subnutrição, degradação ambiental, etc. e onde a luta em defesa do meio ambiente não consegue – e por coerência nem deveria – suplantando lutas por direitos básicos de vida e cidadania.

A colocação de Mendonça (*op. cit.*) pode ser complementada por Dias (*op. cit.*) quando o autor afirma que a industrialização trouxe vários problemas ambientais, como: alta concentração populacional, devido à urbanização acelerada; consumo excessivo de recursos naturais, sendo que alguns não renováveis; contaminação do ar, do solo, das águas; desflorestamentos; como também, o aumento da produção de resíduos sólidos urbano, devido aos fatores acima evidenciados.

A crescente geração de resíduos, assim como a maior exploração dos recursos hídricos, foram acentuadas a partir da Revolução Industrial, isto deve-se ao fato de que as indústrias se utilizam de grande quantidade de recursos naturais (matéria-prima) para abastecerem suas fábricas e atenderem

as exigências do mercado que se tornou cada vez mais consumista, o que pode ser justificado quando se analisa o sistema econômico vigente, qual seja, o capitalismo, o qual preceitua a acumulação do lucro a todo custo. De acordo com Marques (2005, p.08):

A revolução Industrial trouxe produção de bens em massa e, conseqüentemente, consumo nas mesmas proporções. As cidades começaram a crescer desordenadamente, acumulando-se construções e pessoas nas circunvizinhanças das fábricas (...) produtos em massa, consumo em massa, problemas em massa.

O aumento da população, associado ao incremento da necessidade de produção de alimentos e bens de consumo, leva o homem a transformar cada vez mais a matéria-prima gerando maiores quantidades de resíduos, tanto no processo de produção industrial quanto no consumo (DIAS & SALGADO, 1999). Sobre a crescente geração de resíduos, Sisino & Oliveira (2006, p. 60), acrescentam que:

Com o crescimento industrial institucionalizado, toneladas e mais toneladas de resíduos eram geradas e descartadas sem nenhum controle. Inicialmente, áreas vizinhas às próprias fábricas serviam de depósitos e aterros. Quando esgotadas, os resíduos eram transportados para outras regiões, aleatoriamente.

Corroborando para uma maior compreensão dos impactos da industrialização sobre o meio ambiente, Dias (2007) afirma que a industrialização trouxe vários problemas ambientais, como: alta concentração populacional, devido à urbanização acelerada; consumo excessivo de recursos naturais, sendo que alguns não renováveis; contaminação do ar, do solo, das águas; desflorestamentos; como também, o aumento da produção de resíduos sólidos, devido aos fatores acima evidenciados.

Os resíduos sólidos urbanos: um problema da modernidade

Os resíduos sólidos urbanos são oriundos de diversas ações, tendo em vista que todo e qualquer processo gera resíduo, podendo ser este mais ou menos poluente e contaminador. Verifica-se que a geração de resíduos vem aumentando junto com o crescimento econômico do país e da população, que através do capitalismo impulsionou seu poder de compra, passando a consumir excessivamente, e a gerar “lixo” em proporções alarmantes, sendo este um contaminador em potencial do meio ambiente. De acordo com Marques (op. cit., p.68):

Praticamente não se pode apontar uma atividade humana que não gere resíduos ou que não interfira de uma ou de outra forma com as condições do meio. Tal constatação, como se verá, é da maior importância para o estudo das medidas adequadas a manter o fenômeno sob controle. Ela implica igualmente uma atitude de modernização e de equilíbrio frente ao fato, pois, se se colocar como meta a eliminação total da poluição, isto acabará implicando em se acabar também com boa parte da produção e, conseqüentemente, com o seu consumo.

No que se refere ao processo de produção e consumo e conseqüente degradação ambiental, Leff (2006, p. 60/61) reforça a colocação de Marques (2005), acrescentando que:

Neste sentido, é preciso diagnosticar os efeitos do processo de acumulação e as condições atuais de reprodução e expansão do capital, os impactos ambientais das práticas atuais de produção e consumo e os processos históricos nos quais se articularam a produção para o mercado com a produção para o autoconsumo das

economias locais e as formações sociais dos países “em desenvolvimento” para a valorização e exploração de seus recursos.

Diante do exposto, a questão dos resíduos vem sendo apontada pelos ambientalistas como um dos mais graves problemas ambientais urbanos da atualidade. A compreensão da necessidade do gerenciamento integrado dos resíduos sólidos propiciou a criação da chamada Política ou Pedagogia dos 3R's (Reduzir, Reutilizar e Reciclar), que inspira técnica e pedagogicamente os meios de enfrentamento da questão do lixo (LAYRAGUES, 2002; FADINI *et. al.*, 2001).

De acordo com Lima (2004), considerando a tendência futura do crescimento populacional e a intensidade do processo de industrialização e suas implicações na produção e origem dos resíduos, pode-se deduzir o conceito de inesgotabilidade do resíduo, ou seja, podemos afirmar que o resíduo sólido urbano é inesgotável tendo em vista a sua origem. Também, pode-se traduzir o conceito de inesgotabilidade como irreversibilidade, pois os mecanismos de origem e produção dos resíduos advêm de processos irreversíveis.

No Brasil, de acordo com a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - PNSB do ano de 2008, são coletados cerca de 259.547 toneladas de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos diariamente (IBGE, 2010b), o que corresponderia, em média, a mais de 1.300kg para cada brasileiro ao ano.

O fato mais preocupante é que, do montante total de resíduos gerados, apenas uma pequena porcentagem é encaminhado para a reciclagem, o restante são dispostos, em sua maioria, de maneira inadequada, estando os “lixões” presentes em mais de 50% dos municípios brasileiros, o que se caracteriza numa verdadeira calamidade do ponto de vista sanitário e ambiental, conforme destacado na Tabela 1.

Tabela 1: Número de unidades de destino de resíduos e rejeitos urbanos considerando somente disposição no solo em lixão, aterro controlado e aterro sanitário.

Unidade de análise	Unidades de destino de resíduos e rejeitos urbanos considerando somente disposição no solo em lixão, aterro controlado e aterro sanitário*					
	Lixão		Aterro Controlado		Aterro sanitário	
PNSB	2000	2008	2000	2008	2000	2008
Brasil	4.642	2.906	1.231	1.310	931	1.723
Estrato Populacional**						
Municípios pequenos	4507	2.863	1096	1.226	773	1.483
Municípios médios	133	42	130	78	125	207
Municípios grandes	2	1	5	6	33	33
Macrorregião						
Norte	430	388	44	45	19	45
Nordeste	2273	1655	142	116	77	157
Sudeste	1040	317	475	807	463	645
Sul	584	197	466	256	280	805
Centro-Oeste	315	349	104	86	92	71

*Um mesmo município pode apresentar mais de um tipo de destinação de resíduos

** Foram considerados como municípios de pequeno porte aqueles que possuíam população total menor que 100 mil habitantes; municípios de médio porte aqueles com mais de 100 mil e menos que 1 milhão de habitantes, e por fim, municípios de grande porte aqueles com população acima de 1 milhão de habitantes¹.

Fonte: IBGE (2002; 2010 *apud* BRASIL, 2011).

Há um interesse particular no número de lixões ainda existentes, pois de acordo com a Lei 12.305/2010, Art. 54. “A disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, observado o disposto no § 1º do art. 9º, deverá ser implantada em até 4 (quatro) anos após a data de publicação desta Lei” (BRASIL, 2010), ou seja, até 2014.

Partindo desse pressuposto, e tomando como parâmetro os dados publicados em Brasil (2011), foi identificado pelo presente diagnóstico (Tabelas 1 e 2) que ainda há 2.906 lixões no Brasil, distribuídos em 2.810 municípios, que devem ser erradicados. Em números absolutos o estado da Bahia é o que apresenta mais municípios com presença de lixões (360), seguido pelo Piauí (218), Minas Gerais (217) e Maranhão (207). Outra informação relevante é de que 98% dos lixões existentes concentram-se nos municípios de pequeno porte e 57% estão na Região Nordeste do país. A Tabela 2 apresenta os números referentes aos lixões existentes nos municípios brasileiros, utilizando como referências as macrorregiões do país.

Tabela 2: Número de municípios que tem lixões e quantidade total de lixões existentes, no Brasil e nas macrorregiões.

Unidade de Análise	Nº municípios	População urbana	Municípios com presença de lixões	
			Quantidade	%
Brasil	5.565	160.008.433	2.810	50,5
Norte	449	11.133.820	380	84,6
Nordeste	1.794	38.826.036	1.598	89,1
Sudeste	1.668	74.531.947	311	18,4
Sul	1.188	23.355.240	182	15,3
Centro-Oeste	466	12.161.390	339	72,7

Fonte: Datasus (2011), IBGE (2002), IBGE (2010b) *apud* (BRASIL, op. cit. – grifo nosso).

Desse modo, necessário se faz a introdução de políticas públicas que visem à minimização da problemática dos resíduos sólidos urbanos, haja vista os impactos socioeconômicos, sanitários e ambientais decorrentes da má gestão destes. A esse respeito, Layragues (2002, p. 181), acrescenta que:

... a questão do lixo, nas suas variadas facetas, ainda não se tornou objeto de demanda social específica pela criação de políticas públicas, a exemplo de lutas socioambientais consolidadas em alguns movimentos sociais. As dispersas e isoladas criação de cooperativa de catadores de lixo, por exemplo, ainda não alcançaram uma articulação ampla e coesa o suficiente para transformar essa atividade em política pública.

Ao se considerar que a geração de resíduos é algo irremediável, diante dos padrões de consumo vigente, pode-se dizer que a tomada de decisões deve estar pautada em programas que almejem a sensibilização da população como um todo para uma prática ambiental baseada na preservação do meio ambiente e dos recursos naturais, bem como na constatação de que os resíduos sólidos tem valor econômico.

Cabe ressaltar que a disposição inadequada dos resíduos sólidos urbanos corrobora para o aumento da degradação ambiental, pois é sabido que estes resíduos dispostos de maneira inadequada

causam, sob o ponto de vista ambiental, a poluição do solo, do ar e das águas superficiais e subterrâneas, através da emissão de gases, do chorume provenientes da decomposição da matéria orgânica ou do seu carreamento pelas vias de drenagem aos corpos de água. No tocante a questão sanitária, os lixões são ambientes propícios para a proliferação de vetores, que são responsáveis pela transmissão de diversas enfermidades.

Os recursos hídricos e os impactos decorrentes do processo de urbanização

A poluição dos mananciais, no contexto do ecossistema urbano, pode ocorrer de diversas maneiras, visto que estes sistemas são utilizados, por vezes, como corpos receptores de efluentes, quer sejam domésticos e/ou industriais; deficiência dos serviços de infra-estrutura urbana: obstrução de escoamentos por construções irregulares, obstrução de rios por resíduos, projetos e obras de drenagem inadequadas; assim como local de disposição inadequada de resíduos. Sendo alguns destes fatores evidenciados abaixo.

Impacto Ambiental: aspectos conceituais

Segundo a Resolução CONAMA nº 01/1986, considera-se impacto ambiental qualquer alteração nas propriedades físicas, químicas e biológicas do ambiente causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetem: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do ambiente e a qualidade dos recursos ambientais.

Coelho (2005) define impacto ambiental como sendo um processo de mudanças sociais e ecológicas causado por perturbações (uma nova ocupação e/ou construção de um objeto novo: uma usina, uma estrada ou uma indústria) no ambiente. Diz respeito ainda, de acordo com a autora, com a evolução conjunta das condições sociais e ecológicas estimuladas pelos impulsos das relações entre forças externas e internas à unidade espacial e ecológica, histórica ou socialmente determinada. É a relação entre sociedade e natureza que se transforma diferencial e dinamicamente. Os impactos ambientais são descritos no tempo e incidem diferentemente, alterando as estruturas das classes sociais e reestruturando o espaço.

Para Hammes (2004), os impactos das atividades estão relacionados à suas necessidades de existência, que absorve, transforma e produz resíduo. A magnitude dessa relação no espaço depende das questões culturais, de consumo de produtos mais ou menos industrializados, com ou sem embalagens descartáveis e não-descartáveis, etc. A complexidade maior ou menor reflete-se no custo das resoluções dos problemas ambientais, de toda a natureza.

De acordo com Valle (2004), até recentemente, a poluição ambiental era estudada apenas por seus efeitos locais e as soluções encontradas eram sempre aplicadas de forma também localizada. O

tratamento dos esgotos sanitários e a coleta de lixo urbano para disposição em aterros são dois exemplos clássicos de soluções locais. Agia-se localmente, sem a percepção de que essas ações afetavam globalmente o meio ambiente.

Os impactos ambientais estão sendo cada vez mais evidenciados na atualidade. Na medida em que o processo de exploração e apropriação da natureza está se dando de maneira desordenada, sem nenhum controle e com total desrespeito com um bem tão precioso: o meio ambiente. A preocupação está voltada para a acumulação e o crescimento econômico sem levar em consideração o modo que este está sendo feito. Um exemplo é o aumento da geração de resíduos sólidos típico do mundo atual e do processo capitalista no qual estamos inseridos. Deve-se levar em consideração que um ambiente desequilibrado proporciona uma má qualidade de vida para toda a sociedade e não apenas para quem o degradou.

Recursos Hídricos: breves considerações

O termo água refere-se, regra geral, ao elemento natural em si mesmo, desvinculado de qualquer uso ou utilização. Por sua vez, o termo recurso hídrico é a consideração da água como um bem econômico, passível de utilização com tal fim (REBOUÇAS, 1999).

Segundo dados quantitativos, produzidos por hidrólogos, 97,5% da água disponível na Terra são salgadas e 2,493% estão concentrados em geleiras ou regiões subterrâneas de difícil acesso; sobram, portanto, apenas 0,007% de água doce para o uso humano, disponível em rios, lagos e na atmosfera (SHIKLOMANOV, 1998). Com o crescimento acelerado da população e o desenvolvimento industrial e tecnológico, essas poucas fontes disponíveis de água doce estão comprometidas ou correndo risco (*apud* MACHADO, 2003). Sobre a disponibilidade de água no planeta, Waldman (2002, p. 2/3) acrescenta que:

Apesar da importância inegável da água para a manutenção dos ciclos de vida das sociedades, apenas uma restrita fração da massa líquida do Planeta é própria para consumo humano. Embora difusamente presente na Terra, a ponto tal que poderíamos tranquilamente e com muito mais justiça, rebatizá-la de *Planeta Água*, os recursos hídricos acessíveis ao consumo humano direto constituem uma fração mínima do capital hidrológico mundial. Uma fração pequena do suprimento mundial de água apresenta os pré-requisitos limnológicos considerados indissociáveis da potabilidade: a água como um líquido puro, insípido, inodoro, incolor.

De acordo com Machado (*op. cit.*) a poluição dos mananciais, o desmatamento, o assoreamento dos rios, o uso inadequado de irrigação e a impermeabilização do solo, entre tantas outras ações do homem moderno, são responsáveis pela morte e contaminação da água. Atualmente, mais de 1,3 bilhões de pessoas carecem de água doce no mundo, e o consumo humano de água duplica a cada 25 anos, aproximadamente. Com base nesse cenário, a água doce adquire uma escassez progressiva e um valor cada vez maior, tornando-se um bem econômico propriamente dito.

Em que pese a situação privilegiada do Brasil, país que detém cerca de 12% daqueles 0,007% de toda a água doce disponível no planeta destinada ao consumo humano, irrigação e atividades industriais, graves problemas o afligem, relacionados à distribuição irregular dos recursos hídricos e o desperdício presente em todos os níveis da sociedade (ANA, 2002). Setenta por cento da água brasileira estão na região Norte, onde está situada a bacia amazônica e vivem apenas 7% da população; a região Sudeste, que tem a maior concentração populacional (42,63% do total brasileiro), dispõe de apenas 6% dos recursos hídricos, e a região Nordeste, que abriga 28,91% da população dispõe apenas de 3,3%. Portanto, apenas 30% dos recursos hídricos brasileiros estão disponíveis para 93% da população. Em média, entre 40% e 60% da água tratada são perdidos no percurso entre a captação e os domicílios, em função de tubulações antigas, vazamentos, desvios clandestinos e tecnologias obsoletas. Além disso, a água doce no Brasil está também ameaçada pelo crescimento da população e da ocupação desordenada do solo, do desenvolvimento industrial e tecnológico, que vêm acompanhados de poluição, erosão, desertificação e contaminação do lençol freático (*apud* MACHADO, op. cit.).

Deste modo, as águas doces, constituindo item indispensável da pauta de recursos ambientais básicos para a manutenção da vida, passaram a exigir maior clareza do poder público, da sociedade civil como um todo e de cada cidadão na elaboração de estratégias e procedimentos passíveis de possibilitar uma real conservação da água. Além disso, a preocupação com os recursos hídricos decorre do seu novo papel enquanto agente do um promissor comércio de água potável, e, portanto, requisitando uma política de conservação (WALDMAN, 2002). Tal preocupação também aparece na Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei 9.433, de 08 de janeiro de 1997, artigo 1º, quando esta discorre que "a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas" (BRASIL, 1997).

Água e ecossistema urbano: cenário de escassez e poluição

A disponibilidade de água facilita ou contribui para o desenvolvimento urbano, que leva em conta os recursos hídricos para a edificação das cidades. No ambiente urbano é fundamental o abastecimento de água e o tratamento de esgotos e águas pluviais. Por isso, as cidades, geralmente, são fundadas próximas ou sobre o leito de rios por razões óbvias: facilidade na obtenção de água. Nas cidades do Brasil é perceptível um padrão de construção de edifícios junto a leitos de rios. Suas margens, entretanto, deveriam ser preservadas com a manutenção da mata ciliar ou de galeria. Também é possível observar que na maioria dos casos, o rio é usado como local de disposição final de lixo, um hábito cultural existente e condenável (MUCELIN & BELLINI, 2008, p. 114).

De acordo com a Agenda 21 (1996), o crescimento rápido da população urbana e da industrialização está submetendo a graves pressões os recursos hídricos e a capacidade de proteção

ambiental de muitas cidades. Uma alta proporção de grandes aglomerações urbanas está localizada em torno de estuários e em zonas costeiras. Essa situação leva à poluição pela descarga de resíduos municipais e industriais combinada com a exploração excessiva dos recursos hídricos disponíveis, ameaçando o meio ambiente marinho e o abastecimento de água doce.

A rápida urbanização concentrou populações de baixo poder aquisitivo em periferias carentes de serviços essenciais de saneamento. Isto contribuiu para gerar poluição concentrada, sérios problemas de drenagem agravados pela inadequada deposição de lixo, assoreamento dos corpos d'água e consequente diminuição das velocidades de escoamento das águas (MAGALHÃES, 1995).

De acordo com Nogueira (2007), a qualidade da matéria-prima água, captada em rios e outros corpos d'água, pelo menos na parte mais densamente povoada do país, devido à falta generalizada de estações de tratamento de esgotos e efluentes, vem alterando aceleradamente as características naturais desse recurso, principalmente pela ação humana. Sendo os efluentes lançados, por vezes, *in natura* nos corpos hídricos, promovendo um processo de contaminação nos reservatórios.

Com o aumento da população humana e de sua tecnologia, impactos, como os seguintes, diversificaram-se: a) produção de efluentes domésticos; b) erosão seguida de alteração da paisagem pela agricultura, pela urbanização e pelo reflorestamento; c) alteração de canais de rios e margens de lagos por meio de diques, canalização, drenagem e inundações de áreas alagáveis e dragagem para navegação; d) supercolheita de recursos biológicos; e e) proliferação de agentes químicos tóxicos específicos ou não (KARR, 1991 apud MORAES & JORDÃO, 2002).

Corroborando com as colocações dos autores supracitados, Ribeiro (2008) afirma que a população concentrada em cidades enfrenta maiores desafios para obter água de boa qualidade. As principais causas da falta desse recurso nesses ambientes são as degradações dos mananciais, vazamento no sistema de distribuição (que em média chega a 20%), e degradação da água subterrânea devido ao contato com material poluidor, como por exemplo, o chorume, líquido de cor preta proveniente da decomposição da matéria orgânica presente nos resíduos sólidos urbanos, que são, na maioria das cidades, dispostos em locais inadequados para estes fins. O referido autor acrescenta ainda que:

As manchas urbanas exigem muita água para produção do espaço urbano e para suprir as necessidades de seus habitantes. É cada vez mais caro prover água a populações das grandes cidades e das metrópoles. Seus gestores enfrentam dificuldades em manterem seus mananciais e em destinar os resíduos sólidos ou esgotos, os quais acabam contaminando corpos d'água e aquíferos (RIBEIRO, 2008, p.35).

Sperling (1993), informa que dentro da ideia genérica de poluição, podem ser incluídos vários processos alterados de qualidade, como contaminações bacteriológica e química, eutrofização e assoreamento. As contaminações são originárias principalmente do lançamento de águas residuais

domésticas e industriais em rios e lagos. A poluição de um ambiente aquático envolve, portanto, processos de ordem física, química e biológica.

Todavia, no contexto geral, de acordo Carvalho (1980), o conceito de poluição não está ainda definido com exatidão e nem divulgado corretamente na esfera da população. Para uns, poluição é a modificação prejudicial em um ambiente onde se encontra instalada uma forma de vida qualquer; para outros, essa forma de vida tem de ser o homem, e outros também a admitem como uma alteração ecológica nociva direta ou indiretamente ligada à higidez humana.

Assim sendo, o déficit de água, produto da modificação ambiental cujo processo encontra-se acelerado, atinge a higidez humana não somente pela sede, principal consequência da escassez de água, mas também por doenças e queda de produção de alimentos, o que gera tensões sociais e políticas que, por sua vez, podem acarretar guerras (WREGE, 2000).

Pelo exposto, quantificar o volume mínimo necessário a uma vida digna passou a ser uma obstinação de muitos autores e organismos internacionais. Conceitos como escassez de água ou estresse hídrico passaram a ser discutidos e estão diretamente relacionados com o consumo mínimo da água necessário a cada ser humano da Terra para prover suas necessidades de reprodução da vida com qualidade, respeitando a diversidade cultural (RIBEIRO, 2008).

Diante do exposto, observa-se que a ausência de tratamento adequado da água que se é consumida pela população, assim como na inexistência ou ineficácia dos serviços de esgotamento sanitário, como a coleta e tratamento do esgoto e efluentes, podem repercutir diretamente na saúde da população.

A Lei 11.445 de 5 de janeiro de 2007, denominada Lei do Saneamento Básico (BRASIL, 2007), estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e institui a Política Federal de Saneamento Básico, que tem como primeiro objetivo a universalização do acesso ao saneamento básico, abrangendo a zona urbana e a zona rural dos municípios. O saneamento básico é um dos principais indicadores da qualidade de vida e do desenvolvimento econômico e social.

Disposição inadequada dos resíduos sólidos urbanos: contaminação das águas superficiais e subterrâneas

Entre as fontes tradicionais de poluição dos recursos hídricos nas áreas metropolitanas, os mais importantes são os esgotos sanitários, domésticos e industriais, os sistemas de esgotamento de água pluvial e os resíduos sólidos oriundos do descarte de objetos, substâncias e bens em geral.

A contribuição dos resíduos sólidos para a contaminação dos recursos hídricos, manifesta-se, com mais ênfase, na fase da destinação final destes dejetos, que no caso do Brasil se processa através de aterros sanitários, na melhor hipótese, e de lixões e aterros controlados, na maior proporção,

causando um considerável impacto principalmente nos recursos hídricos subterrâneos. Fato este também observado por Mucelin & Bellini (2008, p.113), quando os autores destacam que:

Entre os impactos ambientais negativos que podem ser originados a partir do lixo urbano produzido estão os efeitos decorrentes da prática de disposição inadequada de resíduos sólidos em fundos de vale, às margens de ruas ou cursos d'água. Essas práticas habituais podem provocar, entre outras coisas, contaminação de corpos d'água, assoreamento, enchentes, proliferação de vetores transmissores de doenças, tais como cães, gatos, ratos, baratas, moscas, vermes, entre outros. Some-se a isso a poluição visual, mau cheiro e contaminação do ambiente.

Apesar da crescente substituição dos lixões por aterro sanitário, estes ainda fazem parte da realidade de mais de 50% dos municípios brasileiros, principalmente, como apontado na Tabela acima, os municípios que compõem as regiões Norte e Nordeste do País. Por este motivo, deve-se considerar os danos ocasionados por este tipo de destinação dos resíduos nas diversas dimensões, qual seja: ambiental, sanitária, econômica e/ou social.

Nestes locais (lixões) os resíduos são dispostos sem que exista qualquer forma de separação e/ou tratamento, de modo a minimizar os riscos socioambientais decorrentes desta forma de disposição final dos resíduos sólidos urbanos. A Figura 1 retrata com bastante fidedignidade a situação dos diversos lixões espalhados pelos municípios brasileiros, o que demonstra a fragilidade dos sistemas de gestão dos resíduos sólidos adotados em mais de 50% dos municípios do país.

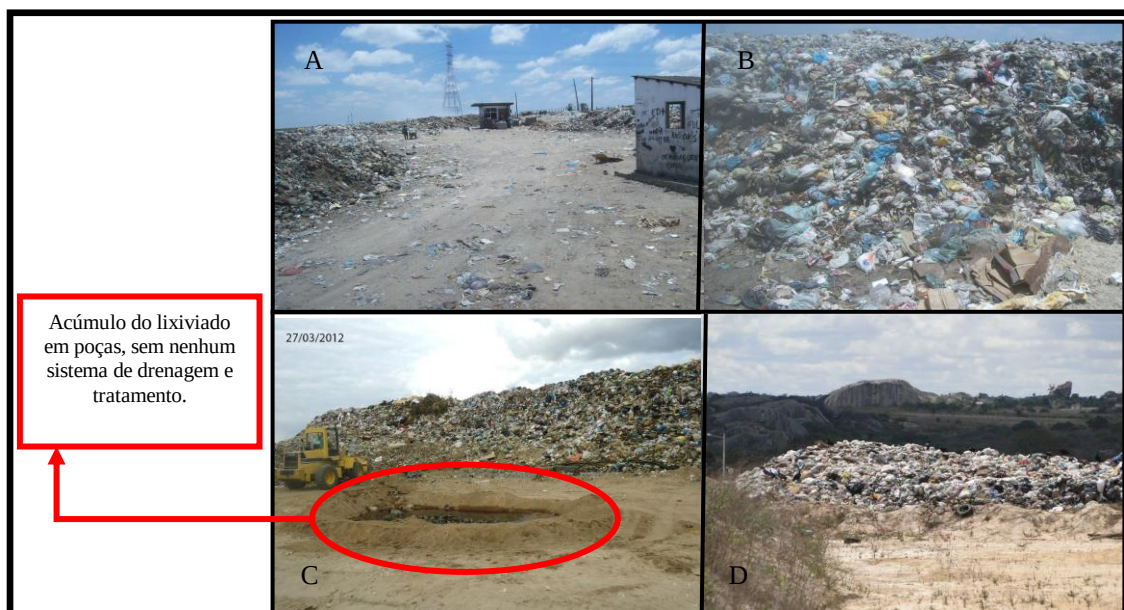


Figura 1: Ambiente do lixão municipal de Campina Grande/PB (A); resíduos dispostos sobre o solo a céu aberto (B)⁵; Aterro Sanitário na cidade de Puxinanã/PB (C); resíduos presente na vegetação nativa da área ocupada pelo aterro (D).

Fonte: Arquivo pessoal da autora; Fonte: <http://martinsogaricgp.blogspot.com.br/2012/04/o-aterro-sanitario-de-puxinana-na.html>. Acesso em: 15 de abril de 2012 (C e D - Fotos de Félix Araújo Neto).

⁵ Faz-se oportuno registrar o encerramento das atividades de disposição final dos resíduos gerados na cidade de Campina Grande/PB no lixão municipal, em 05 de janeiro de 2012, sendo estes conduzidos para um aterro consorciado construído na cidade de Puxinanã. Apesar de os resíduos não estarem mais sendo depositados no lixão, isto não significa o seu fim, haja vista a existência de grande quantidade de resíduos depositadas naquele local, bem como a necessidade de recuperação da referida área, o que pode levar décadas, visto que desde o ano de 1993 os resíduos estão sendo ali destinados contribuindo para a contaminação ambiental. Outrossim, ressalta-se que devido aos riscos ambientais provocados pela construção do referido aterro, assim como falhas técnicas encontradas no projeto de execução da obra, fez com que a justiça, no dia 23 de março de 2012, determinasse o fechamento do local e a interrupção da colocação dos resíduos sólidos no aterro, estando este funcionando por meio de liminar.

Diante das imagens, questiona-se qual seria a definição de um aterro sanitário, assim como o seu benefício socioambiental, que justificaria a construção de uma obra de engenharia desse porte. De acordo com a NBR 8419/1992 da ABNT, o aterro sanitário é uma técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, que não causa danos à saúde pública e ao meio ambiente, utilizando, para tanto, medidas de minimização dos impactos ambientais. Esse método utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos na menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada trabalho, ou intervalos menores, se necessário. A referida norma ainda faz uma série de recomendações com fins de proteção ambiental, a saber: sistema de impermeabilização de base e laterais; sistema de recobrimento diário dos resíduos; sistema de cobertura final das plataformas de resíduos; sistema de coleta e drenagem de lixiviados; sistema de coleta e tratamentos dos gases; sistema de drenagem superficial; sistema de tratamento de lixiviados; sistema de monitoramento.

Tomando por base as informações apresentadas, assim como as imagens do aterro sanitário que recebe todos os RSU gerados pela população de Campina Grande/PB, é possível observar que este não cumpre com nenhuma das exigências técnicas necessária para manter o equilíbrio ambiental da área ao entorno da referida obra. Estando os resíduos expostos a céu aberto, atraindo aves, animais e vetores transmissores de doenças; acúmulo do lixiviado em possas; contaminação dos recursos hídricos, haja vista que o mesmo foi construído distando apenas 800m de um corpo aquático que abastece parte da população residente na zona rural de Puxinanã/PB, dentre outros fatores.

Sob o ponto de vista ambiental, os lixões podem causar poluição das águas superficiais e subterrâneas devido à percolação do chorume, que é um líquido de cor preta altamente poluente, formado da degradação da matéria orgânica não-controlada (SERAFIM, *et. al.*, 2003).

Ainda de acordo com Serafim *et. al.* (op. cit.), existem algumas possibilidades de tratamento do chorume quando este apresenta níveis elevados de metais, contudo tais alternativas representam um grande desafio, tendo em vista a variação das características desse líquido em face da heterogeneidade dos resíduos dispostos e da idade do aterro sanitário, que determinam a complexidade do chorume, tornando-se difícil a implantação de técnicas efetivas e reprodutíveis de tratamento.

Os “lixões” podem ainda, causar poluição do solo, uma vez que as áreas de despejo e de disposição dos resíduos sólidos (lixões, aterros controlados e aterros sanitários) não podem ser consideradas como o ponto final para muitas das substâncias contidas nos resíduos ali dispostos ou

produzidas pelo lixo urbano, pois, quando a água – principalmente das chuvas – percola através desses resíduos, várias dessas substâncias orgânicas e inorgânicas são carregadas pelo chorume.

A composição físico-química do chorume é extremamente variável, dependendo de fatores que vão desde as condições pluviométricas locais até tempo de disposição e características do próprio lixo. Esse líquido pode conter altas concentrações de metais pesados, sólidos suspensos e compostos orgânicos originados da degradação de substâncias que são metabolizadas, como carboidratos, proteínas e gorduras. Por apresentar substâncias altamente solúveis, pode escorrer e alcançar as coleções hídricas superficiais ou até mesmo infiltrar-se no solo e atingir as águas subterrâneas, comprometendo sua qualidade e potenciais usos (SISINO, 1996; BERTAZZOLI, 2002 *apud* CELERE, 2007).

Neste contexto, o destino incorreto dos resíduos é um dos maiores responsáveis pela poluição de corpos hídricos e da atmosfera especialmente no caso dos rios e da água subterrânea, onde a poluição é provocada pelo “chorume”, líquido decorrente da decomposição do lixo associado à sua umidade natural e à precipitação pluvial, cuja Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO alcança valores no entorno de 20.000 mg/litro antes do tratamento.

Resíduos sólidos na drenagem urbana

Um dos grandes problemas relacionando aos resíduos sólidos urbanos e corpos aquáticos enfrentados, principalmente na Região Nordeste⁶ do Brasil, afora a contaminação decorrente do chorume (que afeta mais a água subterrânea, encontrada em regiões litorâneas e algumas poucas localidades do semiárido nordestino), refere-se à drenagem urbana e a disposição de resíduos a céu aberto.

Na região Nordeste, conforme evidenciado anteriormente, os lixões estão presentes em 89,1% dos municípios nordestino, corroborando para o agravamento da drenagem urbana e dos corpos aquáticos, através da carreação dos resíduos para o leito dos rios, por exemplo.

Saroldi (2005) ao discorrer sobre a contaminação dos corpos aquáticos decorrentes da disposição inadequada dos resíduos sólidos urbanos, afirma que a água da chuva se constitui como o principal meio de transporte para a lixiviação e migração dos contaminantes encontrados na massa de lixo. Comprometendo, por conseguinte, a drenagem urbana.

Os fatores que influenciam no carreamento de resíduos sólidos urbanos em sistemas de drenagem, citados por Allison *et. al.* (1998 *apud* SILVA, *et. al.* 2011) são: tipo de ocupação do solo: comercial, industrial, residencial e parques; população urbana; práticas de gerenciamento, como serviços de limpeza pública, forma de acondicionamento dos resíduos, regularidade da limpeza e coleta dos resíduos, existência de programas de triagem; programas de sensibilização e educação da

população local; período de tempo sem precipitações pluviométricas; características dos eventos de precipitação, tamanho, geometria e localização das bocas de lobo e condutos da rede de microdrenagem; características físicas da bacia hidrográfica, como tamanho, declividade, características da superfície e vegetação; percentual e tipo de pavimento utilizado, as variações sazonais e intensidade e direção do vento.

Diante de um contexto em que a geração de resíduos se apresenta crescente a cada dia, esta decorrente, dentre outros fatores, do aumento da produção/consumo; e da ausência de sistemas de gerenciamento eficiente, que visem à minimização do consumo, coleta regular e destinação final ambientalmente adequada; observa-se, como consequências ambientais resultantes do descarte inadequado desses resíduos, o acúmulo destes nas seções canalizadas da rede, reduzindo a capacidade de escoamento de condutos, rios e lagos urbanos, e ainda o transporte de poluente agregado a esse material, contaminando as águas pluviais (TUCCI, 2002).

Igualmente as colocações de Tucci (2002), Saroldi (2005) discorre que: “Os resíduos urbanos carreados pelas chuvas que chegam aos canais de drenagem superficiais contribuirão para a sua obstrução e, conseqüentemente, para o prejuízo das águas da região (p. 26)”.

Neste sentido, o gerenciamento dos recursos hídricos perpassa, necessariamente, pela implementação e efetivação de uma infraestrutura básica, tais como: sistema de abastecimento de água, coleta e tratamento do esgoto, drenagem urbana, coleta e disposição de resíduos sólidos e limpeza pública, visto que estes fatores influenciam no desempenho das demais, comprometendo a sua eficiência e, por conseguinte, uma gestão urbana pautada da integração dos serviços prestados a municipalidade. Podendo esta situação ser ressaltada por Pompêo (2000), ao afirmar que: “o planejamento de atividades urbanas relacionadas à água deve estar vinculado ao próprio planejamento urbano, integrando a gestão de recursos hídricos e o saneamento ambiental”. Silveira (2001) acrescenta que a gestão urbana integrada “se torna mais difícil nos países em desenvolvimento porque o desenvolvimento urbano acontece sob condições socioeconômicas, tecnológicas e climáticas mais difíceis” (*apud* NEVES & TUCCI, 2008a).

Diante do exposto, de acordo com Tucci (op. cit.), os resíduos sólidos urbanos compõe o segundo estágio de produção de sólidos totais em uma bacia hidrográfica urbana, ocorrendo em áreas de ocupação consolidada.

O efeito deste poluente (resíduos) na drenagem urbana é citado em diversos trabalhos de forma secundária desde a década de 1970 (SCHUELER, 1987), sendo poucos os trabalhos de quantificação direta nos cursos d'água urbanos. Na década de 1990, vários trabalhos apareceram, sobretudo em países em desenvolvimento. No Brasil, há recentemente uma busca mais acentuada por

⁶ A composição geológica da Região Nordeste corresponde, em quase sua totalidade (90%) a rochas cristalinas, fato este que inviabiliza o processo de

parâmetros que caracterizem e quantifiquem o lixo na drenagem urbana (ARMELIN, 2005; BRITES, 2005; JAWOROWSKI *et. al.*, 2005; NEVES, 2006 e JAWOROWSKI, 2008 *apud* NEVES & TUCCI, *op. cit.*). Utilizando para tanto, diversas metodologias para a coleta de resíduos sólidos, entre as quais, redes em tela de aço instaladas transversalmente ao eixo do curso d'água (BRITES *et. al.*, 2004), armadilhas metálicas com estrutura basculante (OLIVEIRA *et. al.*, 2005), estruturas autolimpantes e SEPT (Side-Entry Pit Trap).

As redes para retenção do material lançado no sistema de drenagem empregado por Brites *et. al.* (2004 *apud* SILVA *et. al.*, 2011) foram feitas de telas de aço com malha de 70mm, instaladas transversalmente ao eixo dos rios, para a retenção dos resíduos sólidos transportados. Estas redes de retenção foram fixadas junto a vegetação ribeirinha nas seções de amostra, por meio de tiras de aço galvanizado de 5mm de espessura.

Oliveira *et. al.* (2005) citado por Silva *et. al.* (2011) e Neves & Tucci (2008a), desenvolveu armadilhas metálicas com estrutura basculante que consistiam em placas orientadoras, sendo que estas direcionavam os resíduos transportados pelo sistema de drenagem para uma gaiola de captação que era basculada com o auxílio de uma talha mecânica e posteriormente esvaziadas, sendo que os resíduos coletados eram dispostos em uma área pavimentada, localizado ao lado da gaiola, onde era realizada a sua classificação e pesagem.

As estruturas autolimpantes eram formuladas para utilizar a pressão da água para empurrar o resíduo, limpando o segregador (tela ou grade), e desviando-o para um local de acumulação, onde a frequência de limpeza possa ser menor, agindo com mínima perda de carga (NEVES & TUCCI, 2003).

Outra metodologia empregada, refere-se a estrutura SEPT (Side-Entry Pit Trap), a qual possui cestas acopladas às entradas de bocas-de-lobo, sendo que a água pluvial escoar por uma cesta e o material maior que o tamanho da malha (5-20 mm) é retido. O material fica retido na cesta até a equipe de manutenção remover o material manualmente ou usando um aspirador de grande diâmetro, a cada 4 ou 6 semanas (ALLISON *et. al.* 1998 *apud* SILVA *et. al.*, 2011).

Com o objetivo de reter os resíduos sólidos carregados durante os eventos de precipitação, seja por escoamento superficial ou lançados diretamente na rede de drenagem, Silva *et. al.* (*op. cit.*), projetou e instalou a campo uma armadilha, que foi fixada em um medidor de vazão, tipo calha Parshall de fundo plano, construído em trecho retilíneo do arroio e próximo ao seu exutório. Esta estrutura de coleta possuía uma parte fixa nas laterais e uma parte móvel ao centro do arroio onde foram instalados cestos removíveis. Foi projetada em forma retangular com dimensões do cesto maior de 2,0 x 1,1 x 0,9m, cesto menor 0,6 x 0,7 x 1,4m e com laterais triangulares fixas, que

acompanham o perfil dos taludes. A estrutura móvel continha um dispositivo de transbordo de 0,30m acima dos 1,7m de altura (da base do cesto menor até o final do cesto maior), para possíveis situações de represamento evitando-se, assim, que as ondas de cheia causassem a obstrução parcial do canal com risco de inundações à montante da seção.

Diante das colocações apresentadas, corroboramos com Neves & Tucci (2008b), quando os autores afirmam que a quantificação dos resíduos sólidos é essencial para uma adequada gestão das fontes e redução dos resíduos sobre os sistemas hídricos. Sendo os principais efeitos destes resíduos sobre o sistema de drenagem: (a) obstrução do sistema de drenagem e aumento da frequência de inundações; (b) degradação ambiental dos sistemas hídricos por resíduos que apresentam alto tempo de vida no ambiente.

Os autores supracitados acrescentam que a quantidade de resíduos que atinge a drenagem urbana depende da eficiência dos sistemas de coleta e limpeza. No Brasil existem poucos dados sobre a quantidade de resíduos na drenagem, sendo os mesmos recentes. O que inviabiliza o processo de gestão urbana, acarretando na perda da qualidade de vida e nos impactos ambientais urbanos, principalmente em países em desenvolvimento, que experimentou uma urbanização tardia e, em sua maioria, sem planejamento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As soluções usualmente adotadas, principalmente em países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento como o Brasil, nos quais os resíduos urbanos são jogados em lixões a céu aberto, ou simplesmente jogados nos corpos de água, provocando toda sorte de problemas, desde contaminação à obstrução das redes de drenagem urbanas, induzindo ao agravamento de cheias e inundações, não é mais aceitável.

Não faz sentido estar poluindo e contaminando os mananciais hídricos, sejam superficiais, sejam subterrâneos e depois gastando-se preciosos recursos financeiros para tratá-los para os mais diversos usos, incluindo o consumo humano. Principalmente quando a poluição dos mananciais hídricos e o meio ambiente em geral, é decorrente de resíduos que tem valor econômico, uma vez que o material constituinte dos resíduos urbanos têm um valor agregado a eles.

Pelo exposto, faz-se extremamente indispensável à implementação de alternativas que visem à quantificação, coleta, tratamento e disposição dos resíduos gerados pela população cujo destino atinge a rede de drenagem de modo a orientar a gestão do sistema dentro da cidade, contribuindo para um planejamento urbano integrado.

Este processo deve passar por uma reestruturação dos aspectos técnico-operacionais, de educação e de implantação de infraestruturas mais apropriadas, tomando-se como base o elevado

nível tecnológico do processo de gestão dos resíduos empregados no Japão e em outras regiões da Europa, por exemplo, com vistas a buscar uma melhor qualidade de vida e ambiental.

BIBLIOGRAFIA

AGENDA 21. (1996). *Proteção da qualidade e do abastecimento dos recursos hídricos: aplicação de critérios integrados no desenvolvimento, manejo e uso dos recursos hídricos*. Água em Revista: Suplemento das Águas; p.14-33.

ABNT, (1992). Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 8419. Apresentação de Projetos de Aterros Sanitários de Resíduos Sólidos Urbanos - procedimentos*. Abril, Rio de Janeiro, 1992.

BRASIL, (1997). Presidência da República. Lei Nº 9.433. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e dá outras providências.

BRASIL. (2007). Governo Federal. *Lei nº 11.445, Estabelece Diretrizes nacionais para o saneamento básico*. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm>. Acesso em: 26 abril de 2011.

BRASIL. (2010). Presidência da República. Casa Civil. *Lei nº. 12.305. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos*; Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: outubro de 2010.

BRASIL. (2011). Governo Federal. Ministério de Minas e Energia. *Nota Técnica DEN 06/08 - Avaliação Preliminar do Aproveitamento Energético dos Resíduos Sólidos Urbanos de Campo Grande, MS (Série Recursos Energéticos)*. Rio de Janeiro, novembro de 2008. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/S%C3%A9rie%20Estudos%20de%20Energia/20081208_1.pdf>. Acesso em: 10 de dezembro de 2011.

CARVALHO, B. A. (1980). *Ecologia aplicada ao saneamento ambiental*. Rio de Janeiro: ABES.

CELERE, M. S. et. al. (2007). *Metais presentes no chorume coletado no aterro sanitário de Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, e sua relevância para saúde pública*. In. Cad. Saúde Pública, vol.23 nº.4 Rio de Janeiro Apr. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-311X2007000400021&script=sci_arttext>. Acesso em: 20 de maio de 2011.

COELHO, M. C. N. (2004). *Impactos Ambientais em Áreas Urbanas – teorias, conceitos e métodos de pesquisa*. In: GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S. B. da. (Orgs.). *Impactos Ambientais Urbanos no Brasil*. 2 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 416p., p.19-45.

CONAMA. (1986). O Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução Nº 001, de 23/01/86. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental - RIMA*. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=23>. Acesso em: 20 de maio de 2012.

DIAS, R. (2007). *Gestão Ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade*. São Paulo: Atlas.

DIAS, J. A. & SALGADO, M. G. (1999). *Manual do Procurador Público*. Programa Lixo e Cidadania: criança no lixo nunca mais. Procuradoria geral da República. Brasília.

FADINI, P. S. *et al.* (2001). *Lixo: desafios e compromissos*. São Paulo. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola, n. 1, mai, p. 9-18.

IBGE. (2010a). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo Demográfico 2010*. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Rio de Janeiro.

IBGE. (2010b). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - 2008*. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Rio de Janeiro, 2010b.

IPT/CEMPRE. (2002). Lixo Municipal: manual de gerenciamento integrado. In: Programa Bio Consciência. 2 ed. Brasília, DF. Disponível em: <<http://www.cempre.org.br>>. Acesso em: 30 de maio de 2005.

HAMMES, V. S. (2004). *Efeitos da Diversidade e da Complexidade de Uso e Ocupação do Espaço Geográfico*. In: HAMMES, V. S. (Editora Técnica). JULGAR – Percepção do Impacto Ambiental. Vol. 4. Embrapa; São Paulo: Globo, 223p., p.35-39.

LAYRARARGUES, P. P. (2002). *O cinismo da reciclagem: o significado ideológico da reciclagem da lata de alumínio e suas implicações para a educação ambiental*. In: CATRO, R. S. *et. al.* Educação Ambiental: repensando o espaço da cidadania. São Paulo: Cortez.

LEFF, E. (2006). *Epistemologia Ambiental*. 4 ed. São Paulo: Cortez.

LIMA, L. M. Q. (2004). *Lixo: tratamento e biorremediação*. 3 ed. São Paulo: Editora Hemus.

MACHADO, C. J. S. (2003). *Recursos Hídricos e Cidadania no Brasil: Limites, Alternativas e Desafios*. In: Revista Ambiente & Sociedade – Vol. VI nº. 2 jul./dez.

MARQUES, J. R. (2005). *Meio Ambiente Urbano*. Rio de Janeiro: Forense Universitária.

MAGALHÃES, T. (1995). *Perigo de morte (ou risco de vida)*. In: Revista Bio, 7(7):4-9.

MENDONÇA, F. de A. (2004). *Geografia e Meio Ambiente*. 7 ed. São Paulo: Contexto.

MORAES, D. S de L & JORDÃO, B. Q. (2002). *Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana*. In: Revista Saúde Pública, 36(3):370-4. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rsp/v36n3/10502.pdf>>. Acesso em: 20 de junho de 2012.

MUCELIN, C. A. & BELLINI, M. (2008). *Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano*. In: Sociedade & Natureza, Uberlândia, 20 (1): 111-124, jun. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sn/v20n1/a08v20n1.pdf>>. Acesso em: 20 de junho de 2012.

NOGUEIRA, P. F. (2007). *Falta d'água: a solução vem do céu*. In: HAMMES, V. S. (Edit. Téc.). Agir – percepção da gestão ambiental. Volume 5. 2 ed. São Paulo: Globo; Embrapa, p. 116-124.

NEVES, M. G. F. P. & TUCCI, C. E. M. G., (2003). *Gerenciamento Integrado em Drenagem Urbana: Quantificação e Controle de Resíduos Sólidos*. In: XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos / ABRH, Anais. Curitiba.

NEVES, M. G. F. P. & TUCCI, C. E. M. G., (2008a). *Resíduos Sólidos na Drenagem Urbana: Aspectos Conceituais*. In: RBRH — Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 13 n.3 Jul/Set, 125-135. Disponível em: http://www.abrh.org.br/novo/rbrh_completas/RBRHV13N3_Completa.pdf. Acesso em: 23de junho de 2012.

NEVES, M. G. F. P. & TUCCI, C. E. M. G., (2008b). *Resíduos Sólidos na Drenagem Urbana: Estudo de Caso*. In: RBRH — Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 13 n.4 Out/Dez, 43-53. Disponível em: http://www.abrh.org.br/novo/rbrh_completas/RBRHV13N4_Completa.pdf. Acesso em: 23 de junho de 2012.

REBOUÇAS, A. (1999). *Água Doce no Mundo e no Brasil*. In: REBOUÇAS, A. et. al. *Águas Doces no Brasil, Capital Ecológico, Uso e Conservação*. Instituto de Estudos Avançados da USP, São Paulo, SP.

RIBEIRO, W. C. (2008). *Geografia política da água*. São Paulo: Annablume, 2008.

SAROLDI, M. J. L. de A. (2005). *Termo de ajustamento de conduta na gestão de resíduos sólidos*. Rio de Janeiro: Editora Lumen Juris.

SERAFIM, A. C. et. al. (2003). *Chorume, Impactos Ambientais e Possibilidades de Tratamento*. In: Anais do III Fórum de Estudos Contábeis. Rio Claro, SP.

SILVA, A. S. da (2011). *Captura de Resíduos Sólidos Drenados em uma Bacia Hidrográfica Urbana*. In: RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 16 n.4 - Out/Dez, 149-151. Disponível em: http://www.abrh.org.br/novo/rbrh_completas/RBRHV16N4Completa.pdf. Acesso em: 23 de junho de 2012.

SISINO, C. L. S. & OLIVEIRA, R. M. de. (2006). *Impacto ambiental dos grandes depósitos de resíduos urbanos e industriais*. In: SISINO, C. L. S. & OLIVEIRA, R. M. (Orgs.). *Resíduos sólidos, ambiente e saúde*. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZM, p. 59-78.

SPERLING, E. V. (2000). *Considerações sobre a saúde de ambientes aquáticos*. In: Revista Bio; 2(3):53-6, 1993.

TUCCI, C. E. M. (2002). *Gerenciamento da Drenagem Urbana*. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Volume 7, n. 1. ABRH. Jan/Mar.

VALLE, C. E. (2004). *Qualidade Ambiental. ISO 14000*. 5 ed. São Paulo: SENAC.

WALDMAN, M. (2002). *Questão dos Recursos Hídricos, Meio Urbano e Mananciais*. In.: Anais do XIII Encontro Nacional de Geógrafos, realizado em João Pessoa, Paraíba, entre 21 e 16 de Julho de 2002.

WREGGE, M. (2000). *A ética da água*. InformANDES, (96):12.

ⁱ Ressalta-se ainda que em função de não haver uma única metodologia que estabeleça critérios para dividir os municípios de acordo com a sua população, optou-se por utilizar a mesma estratificação estabelecida no PSAU (Pesquisa sobre Pagamento por Serviços Ambientais Urbanos para a Gestão dos Resíduos Sólidos) do IPEA, que também se aproxima ao adotado no Programa Pró-Municípios do Ministério das Cidades.