

A REGULAÇÃO DO SETOR DE SANEAMENTO E OS RSU

A Companhia de Saneamento do Paraná, por meio da **Sanare - Revista Técnica da Sanepar**, apresenta a comunidade técnica e científica contribuições para a discussão de três temas atuais e polêmicos: a regulação e privatização dos serviços de saneamento; o gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSUM) e a qualidade da água clorada distribuída à população e a eventual presença de Trihalometanos.

Quanto à regulação do setor de saneamento, são analisadas as experiências de países da América Latina (Chile, Argentina e Panamá) e da Inglaterra. Com esta iniciativa, espera-se que o trabalho seja uma contribuição para o processo de regulação no Brasil, que aguarda a votação do Congresso Nacional do PL 4147/01, encaminhado pelo Poder Executivo em Fevereiro deste ano. O projeto de lei institui diretrizes nacionais para o saneamento e tem como princípios fundamentais a universalização com prioridade para a garantia do atendimento essencial à saúde pública da totalidade da população; o estímulo à competitividade, à eficiência e à sustentabilidade econômica, dentre outros. O PL 4147/01 gerou questionamento em relação à proposta de titularidade, que seria estabelecida de acordo com a abrangência dos serviços. Quando as atividades, infra-estruturas ou instalações operacionais se destinem ao atendimento de dois ou mais municípios, os serviços são de interesse comum e a titularidade do serviço será do Estado, caso contrário os serviços serão de interesse local e a titularidade de cada município. A definição da titularidade tem provocado reações de diversos segmentos do setor e gerado o maior número de emendas ao PL. Até o fechamento desta edição, não estava agendada a data que o projeto entraria em votação.

O crescimento das cidades com o acelerado aumento da população, cada vez mais concentrada em centros urbanos, e a necessidade de existirem padrões ecologicamente corretos de gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) está colocando em xeque as atuais estruturas e procedimentos quanto à reciclagem e destinação adequada do lixo doméstico. Nesta edição da **Sanare - Revista Técnica da Sanepar**, está sendo publicada uma avaliação das falhas identificadas na gestão dos resíduos sólidos, e apresentadas duas propostas de solução ao problema. Uma delas propõe um sistema alternativo de coleta seletiva de resíduos sólidos domiciliares executado por catadores da cidade de Cianorte. As conclusões do estudo realizado no município de Cascavel, sugerem um sistema de gerenciamento de resíduos sólidos para pequenas comunidades. Nestes trabalhos são destacados os instrumentos necessários para mitigar ou impedir a ocorrência dos impactos ambientais provocados pelos RSUs em um fluxograma, que prevê todas as fases de geração e disposição final.

A qualidade da água também é abordada nesta edição. Em relação à qualidade da água distribuída discute-se atualmente quais seriam os parâmetros ideais para o produto destinado ao consumo humano. Entre eles, ganhou ênfase nos últimos tempos, a discussão sobre Trihalometanos. Embora seja considerada como fator de risco, se acima do índice de segurança preconizado pela Organização de Saúde (OMS), são inquestionáveis os benefícios que a prática

da cloração, em sistemas públicos de abastecimento de água, resultou para saúde humana tais como a redução do índice de mortalidade infantil, erradicação de doenças endêmicas e a diminuição da mortalidade causada por doenças transmissíveis por meio hídrico.

Carlos Afonso Teixeira de Freitas
diretor-presidente da Companhia
de Saneamento do Paraná

USO DO CLORO E OS TRIHALOMETANOS (THMS)

Durante muitos anos a humanidade enfrentou as epidemias ocasionadas pela presença de agentes patogênicos na água, praticamente sem dispor de nenhum mecanismo para a sua defesa. Contudo, a adoção da técnica de tratamento da água para posterior distribuição às populações, nas últimas décadas do século XIX e no início século XX, neutralizou este importante foco de aumento da mortalidade, em especial, a infantil. Inquestionavelmente, foi a adoção da prática de cloração, aliada aos demais processos de tratamento de água, responsável pelo declínio das doenças transmissíveis via hídrica

Nos Estados Unidos a média da mortalidade por febre tifóide no período entre 1880-1889 era de 58 por 100.000 habitantes. Com a entrada em operação naquele país dos primeiros sistemas de abastecimento de água e a extensão do benefício à comunidade, esta taxa caiu para 35 por 100.000 habitantes.

Em 1991, a cólera causou a morte de milhares de pessoas no Peru. Como origem da epidemia, a suspensão do emprego de Cloro no tratamento de água potável. Esta decisão se deveu a uma incorreta interpretação de uma diretiva da Agência de Proteção ao Meio Ambiente (EPA) e a adoção de diretivas européias que classificaram o cloro livre entre os produtos indesejáveis na água antes de sua colocação na rede. Na tomada da decisão, as autoridades peruanas não levarão em consideração as numerosas publicações sobre o desenvolvimento do biofilme microbiano, que se desenvolve nos condutos distribuidores da água. Sem ter um residual suficiente de desinfetante, este meio fornece condições propícias ao desenvolvimento da Legionella e outros microorganismos nocivos à saúde humana. Mais recentemente, casos de cólera veiculados pela água apareceram na Itália, na Albânia, em Ruanda, onde foram erradicados com o uso do Cloro. Em fins de 1994, a cidade de Rambouillet, na França, ficou privada de água durante cinco dias. A causa: uma poluição fecal de origem indeterminada deixou a água imprópria para consumo. Novamente eliminaram o problema causado usando o Cloro no tratamento.

Na cidade de São Paulo até a introdução da cloração nos sistemas de abastecimento de água, a febre tifóide tinha um caráter endêmico.

Em Curitiba, é oportuno lembrar, até em respeito à memória da cidade, que a maior tragédia urbana ocorrida na sua história ocorreu em 1917. Foi uma epidemia de tifo causada pela contaminação da rede de distribuição de água. Essa tragédia teria sido evitada se na água distribuída à população já se usasse Cloro como faz atualmente.

Uma evidência da ação positiva dos sistemas de abastecimento público de água tratada é a espetacular redução da mortalidade infantil no Estado do Paraná, a qual diminuiu na mesma proporção em que estes serviços aumentaram. Em 1979, a mortalidade infantil era de 56 mortes por 1.000 crianças vivas até completar 1 ano de idade. Em 1990 o índice era de 34, e em

1999 (último ano informado pela Secretaria da Saúde) o índice já era de 19,51 mortes por 1.000. Se considerarmos os indicadores de "Mortalidade por Doenças Transmissíveis" estes números no Paraná ficam muito mais evidenciados: em 1979 era de 62,13 mortes por doenças transmissíveis por 100.000 habitantes e em 1999 passou para 22,28 mortes.

As principais doenças transmissíveis pela água, algumas delas extremamente comuns em áreas não abastecidas com água tratada, são a febre tifóide, febre paratifóide, cólera, disenterias bacilares, hepatite infecciosa e amebíase. Com as contribuições de Schwam, Pasteur, Koch e outros cientistas para o avanço dos conhecimentos da bacteriologia, das técnicas de detecção de organismos patogênicos, e a comprovação da eficiência do Cloro, não só na remoção de odor, mas também na eliminação ou inativação destes organismos, procedeu-se um grande progresso na tecnologia de tratamento de água.

Em princípio preocupava-se apenas com o aspecto estético, rejeitando as águas que apresentavam cor, odor, sabor e/ou turbidez. Posteriormente procuraram adequá-las utilizando uma simples decantação ou associando uma filtração em leito de areia, de modo a promover a clarificação.

A cólera em Londres (1854) comprovou a relação entre a qualidade da água e doenças, anteriormente apenas suspeitada: John Snow relacionou a epidemia no distrito de Broad Street à fonte de água ali existente a um rompimento da tubulação de esgoto que estaria trazendo a contaminação da residência onde se detectou o primeiro caso na região.

Como a contaminação da água da fonte não altera suas características estéticas, verificou-se que o odor, sabor, cor e turbidez não eram critérios suficientes para atestar a qualidade da água e que havia a necessidade de se aprimorar os processos de tratamento de água de modo a garantir também a sua qualidade sanitária.

Atualmente a desinfecção é considerada essencial para garantir a qualidade sanitária da água distribuída à população. Uma das teorias mais difundidas se refere à reação do ácido hipocloroso em um sistema enzimático (possivelmente sobre triosefosfato dihidrogenase) que é essencial na oxidação da glucose e, portanto, inibe o metabolismo celular bacteriano. A necessidade de dosagens mais elevadas de Cloro para destruição de vírus favorece a teoria de que a ação bactericida se dê por ação enzimática: sendo os vírus desprovidos de enzimas a sua destruição só é possível por oxidação direta da matéria protéica.

Toda desinfecção deve ser controlada por análises bacteriológicas e, para uma ação operacional mais rápida, também por meio da determinação do teor de Cloro residual. Para garantia da desinfecção e como prevenção a futuras contaminações deve ser mantido residual de Cloro em qualquer ponto de rede de distribuição (a Portaria 36/90 do Ministério da Saúde recomenda concentração mínima de 0,2 mg/l de Cloro livre). O Cloro não só é um agente desinfetante eficaz, como possui uma ação oxidante comprovada. Sendo assim, é empregado no tratamento da água também para outros fins, como:

oxidação de Ferro e Manganês, remoção de Ácido Sulfídrico, controle de odor, cor, sabor e remoção de algas.

A desinfecção de águas de abastecimento público, a curto e médio prazo no Brasil, por muitas razões, inclusive as econômicas, ainda é sinônimo de cloração, a menos que surja inovação tecnológica que altere completamente esse conceito.

O que são e como se formam os trihalometanos (THMS)

Os Trihalometanos (THMs) encontrados na água de consumo humano são membros da família dos compostos organohalogenados como genericamente são designados os derivados do metano, onde três dos quatro átomos de hidrogênio são substituídos por três átomos de Cloro, Bromo ou Iodo. Os principais THMs são Triclorometano ou Clorofórmio, Diclorobromometano, Dibromoclorometano e Tribrometano ou Bromofórmio. O clorofórmio e os demais THMs são formados pela reação química entre o Cloro aplicado e os ácidos húmicos e fúlvicos. Estas substâncias são derivadas da decomposição da matéria orgânica vegetal.

Logo que os THMs foram descobertos e qualificados nas águas potáveis, mediante modernas técnicas cromatográficas, iniciaram-se extensas investigações para determinar se sua presença nas águas de consumo humano constituía em perigo para a saúde dos consumidores. A ingestão diária aceitável significa a quantidade da substância química que uma pessoa pode ingerir diariamente durante a vida, sem ocorrer riscos apreciáveis, baseado nos conhecimentos científicos existentes no momento da decisão.

A entidade ambiental americana EPA fixou um limite máximo de 0,1mg/l (100 microgramas por litro) de THMs nas águas de abastecimento e no Brasil somente com a Portaria 36/90, aprovada pelo Ministério da Saúde, é que se determinou Valor Máximo Permissível, portanto, o nível de segurança assumido pela Organização Mundial da Saúde e pelo Ministério da Saúde é de 100 microgramas por litro para concentração de THMs totais.

As águas de abastecimento público no município de Curitiba foram analisadas recentemente pelo Laboratório do Serviço Nacional da Indústria (Senai), a pedido da Vigilância Sanitária, e os resultados encontrados ficaram abaixo de 10 microgramas por litro, ou seja, menos que 10% do limite estabelecido pela Portaria 36/90 do Ministério da Saúde.

Segundo esta Portaria, tal limite estaria sujeito à revisão em função de estudos toxicológicos em andamento, assim como determina que, a remoção ou prevenção de THMs não deverá prejudicar a eficiência da desinfecção.

Sabe-se que a exposição ao clorofórmio, nas concentrações normalmente encontradas, parecem não ocasionar efeitos agudos à saúde humana. Todavia, as evidências toxicológicas e epidemiológicas, à luz das informações científicas disponíveis, induzem a admitir que estas substâncias, quando estão acima dos limites estabelecidos, se constituem num risco à saúde humana.

Os levantamentos epidemiológicos relacionando a concentração dos THMs com morbidade e mortalidade, por câncer não são estatisticamente conclusivos, mas sugerem um risco. Correlação estatística positiva tem sido encontrada em diversos estudos, mas uma relação causal ainda não pode ser estabelecida. Não obstante, estudos definitivos continuam sendo conduzidos pela EPA, por meio do National Cancer Institute.

Uma das grandes preocupações das autoridades sanitárias americanas é que na tentativa de diminuir a concentração dos THMs, atribuída à prática da cloração, venham a ser adotadas técnicas de desinfecção que ofereçam menor segurança a uma eventual contaminação da água.

Torna-se absolutamente necessário evitar que informações sem fundamento técnico, científico ou laboratorial, possam levar as pessoas a adotarem um comportamento de risco, como seria o de evitar o uso da água clorada, controlada e garantida pelo sistema de abastecimento público e estimular o consumo de água de fontes não seguras.

Autor

Agenor Zarpelon

químico industrial com especialização em

Gestão Ambiental, gerente de

Produção da Sanepar.

BACIAS HEREDITÁRIAS

A água é o elemento mais importante da natureza, pois possibilita a vida na Terra. Do total existente no Planeta, 99% não está disponível ao consumo humano; 97% é salgada e 2% formam geleiras. Resta apenas 1% disposta em lençóis subterrâneos e rios. O Brasil detém cerca de 12% de toda a água doce superficial da Terra.

A água sempre foi tratada como um recurso natural ilimitado, fornecido ao preço mais barato possível e, qualquer quantidade desejada. Em muitos casos, drena-se ou desvia-se rios para obter-se benefícios localizados, de curto prazo. As grandes demandas de água estão baixando os níveis dos lençóis subterrâneos em muitos países. Entre 1950 e 1980, a quantidade de água retirada de lagos, riachos e reservatórios nos Estados Unidos elevou-se em 150% em quanto que a população aumentou apenas 50% no mesmo período.

Os lagos e rios do mundo recebem enormes quantidades de esgotos municipais, detritos industriais e escoamento direto de loteamentos urbanos e de áreas rurais. Essas atividades estão envenenando as águas naturais de superfície e subterrâneas, das quais dependerão os nossos entes vindouros.

Projetos de desenvolvimento hídrico, tais como diques, canais e programas de canalização de riachos podem alterar seriamente a qualidade das águas, propagar doenças, destruir plantações e extinguir espécies da fauna e da flora. Cerca de 80% das doenças humanas estão relacionadas à água não tratada, ao saneamento básico deficiente e à falta de higiene generalizada; o custo humano em função da poluição das águas é de mais de 25 milhões de mortes a cada ano no mundo.

Vitimados pela erosão do solo e pela falta de planejamento adequado, países de atividades agrícolas como o Brasil, mandam para os rios e represas o equivalente a 10 quilogramas de solo fértil para cada quilograma de grãos produzidos. Tomando como exemplo a safra brasileira de grãos de 1996, quando produziu-se cerca de 61,3 milhões de toneladas, só naquele ano foram parar nos corpos hídricos brasileiros aproximadamente 600 milhões de toneladas de solo, assoreando os rios e poluindo suas águas com herbicidas e pesticidas, lembrando que o Brasil é o quinto maior consumidor de adrotóxicos do mundo.

A falta de planejamento ambiental, o crescimento demográfico mundial, a falta de saneamento básico, o crescente uso da água na agricultura e na indústria, o uso de agrotóxicos, o desmatamento em áreas de preservação permanente, a ocupação e poluição de áreas de mananciais, a especulação imobiliária, a produção de lixo, todos esses fatores levam à crença de que, num futuro próximo, faltará água no mundo. Na China, 35% dos poços artesianos já secaram e grande parte da água potável consumida naquele país é importada do Canadá; hoje, mais de um bilhão de pessoas não têm acesso à água potável.

A preocupação com os recursos hídricos tem tomado conta da administração pública mundial, cenário comum à países pobres, aos em desenvolvimento e àqueles ditos de Primeiro Mundo, pois convivem num só globo. Desde os anos 80, conflitos internacionais surgiram em função de recursos hídricos, como os exemplos a seguir : rio Nilo (assoreamento do rio, enchentes, desvio de curso) que envolveu Egito, Etiópia e Sudão; rios Tigre e Eufrates (redução do fluxo de água, salinização, refreamento devido à irrigações e hidroelétricas) envolvendo Israel, Síria, Jordânia e Líbano; rios Grande e Colorado (salinização, diminuição do fluxo e poluição com agrotóxicos) envolvendo México e E.U.A.; rio Reno (poluição industrial) envolvendo França, Holanda, Suíça e Alemanha; na América do Sul, o rio Paraná (barramento do rio, inundação de terras, extinção de lavouras e florestas) envolvendo Argentina e Brasil. Atualmente, muitos cursos d'água do Planeta encontram-se mortos e muitos outros problemas relacionados aos recursos hídricos têm sido foco de discussões em quase todos os países.

Fóruns e debates têm sido promovidos sobre o tema e a lamentável crise da água tem posto as atuais práticas desse uso em alerta. Percebe-se que os níveis presentes de consumo não devem ser apenas revistos, mas postos diante de perspectivas de demanda futura para todos os setores sociais, identificando desperdícios e abolindo as principais fontes poluidoras.

Uma vez que o recurso finito água parece carregar todos os "karmas" do "coquetel" denominado Meio Ambiente e, considerando o fato de que este recurso, inevitavelmente, será legado à futuras gerações, as bacias hidrográficas são vistas como unidades de extrema importância no que diz respeito à conservação dos recursos naturais. Assim, essas unidades de administração restritas à sua extensão (algumas bacias podem abranger 2 ou mais Estados e ser objeto de discussões diversas), se comparadas àquelas impostas por Portugal durante o período colonial, na época denominadas Capitanias Hereditárias, poderiam ser entendidas como Bacias Hereditárias, impostas pela pressão da demanda social sobre o próprio ambiente.

O Brasil está buscando dar exemplos determinantes para a melhoria de seus recursos hídricos. A conscientização e a vontade política têm instituído leis como a 9.433/97 sobre a abrangente Política Nacional dos Recursos Hídricos e a 9.984/00 que dispõe da criação de uma Agência Nacional de Águas cuja missão será implementar tal política e coordenar o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos, maratona essa que buscará salvar e preservar as conceituadas Bacias Hereditárias de todo o território nacional. Abre-se uma frente de trabalho holística, oportuna e com o intuito de envolver vários setores sociais, desde em nível federal, estadual, regional, até o municipal / local que terão a missão de determinar "o valor justo do precioso líquido" ; objetiva-se " *agir localmente e pensar globalmente* ", atendendo as premissas da Agenda 21, documento resultante da RIO 92 - Conferência Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento.

Para que essas Bacias Hereditárias sejam plenamente herdadas, muitos feudos ideológicos terão que ser desfeitos; os laços de fidelidade em torno da defesa da terra e da água deverão imperar de maneira democrática, determinante e responsável, para manter e proteger esses reinos geográficos fundamentais para o desenvolvimento da vida na Terra.

Autor

Edu Olavo Junior

desenhista industrial,
especialista em Meio Ambiente
e consultor ambiental.

RESÍDUOS SÓLIDOS, VULGO LIXO; PESSOAS, VULGO CIDADÃOS.

A palavra "vulgo" empregada no título expressa o senso comum com que lidamos com fatos, situações e pessoas no dia-a-dia, do mesmo modo, reflete a leitura fragmentada e reducionista que fazemos do mundo. É neste sentido que desperto à forma como tratamos as questões que permeiam a nossa convivência enquanto seres humanos e que fundamentam nossas atitudes na construção de uma sociedade "humanamente correta".

Neste contexto, o que chama a atenção são as questões dos resíduos sólidos (vulgo lixo), mercado amplamente discutido e potencialmente a ser desenvolvido pelas empresas de saneamento, o que é compreensível uma vez que este setor objetiva o saneamento básico ou, em uma visão ampliada, a promoção da vida em todas as formas de manifestação, não esquecendo basicamente que esta fatia de mercado traz consigo todas as questões sociais de seu entorno. Questões estas retratadas nos Indicadores de Desenvolvimento Humano de cada município ou região, os quais expressam os níveis qualitativos e quantitativos de educação, perspectiva de vida (saúde) e poder de compra (renda) da população. Este conjunto de fatores, na maioria dos municípios encontra-se comprometido com escassez de recursos de várias naturezas. Do mesmo modo, é sabido que parte desta situação é gerada por políticas públicas desintegradas e pela predominância de interesses pessoais acima dos interesses coletivos. Esta dinâmica mantém o ciclo vicioso que encontramos em vários processos humanos e sociais.

No entanto, ao se refletir sobre este assunto, sob a ótica do indivíduo, a imagem que surge é a do "lixeiro" como comumente chamamos, que passa de porta em porta "catando" os resíduos gerados por nós a cada instante.

A partir daí se percebe que é próprio do homem se colocar separado ou desconectado desta realidade, achando que na maioria das vezes cumpriu seu papel de cidadão, nas fases de geração e disposição do lixo, principalmente quando o realiza de forma seletiva. Nesta ocasião, a sensação é de dever cumprido como se mais nada tivesse a ver com cada indivíduo.

Aqui reporto ao termo vulgo aplicada na palavra cidadão, uma vez que muito se tem escrito e falado sobre cidadania, direitos, deveres, responsabilidade individual, responsabilidade social, etc, mas poucas são as ações realizadas que despertam nas pessoas a compreensão de seu papel e responsabilidade no exercício da cidadania. O mais incrível neste processo é que em geral as pessoas "se acham" cidadãos, pela qualificação profissional, educacional, status, etc, mas pouco agem como tal, notadamente em situações como esta relacionada ao lixo, onde atitudes como rever os hábitos de consumo, procurando consumir produtos com menos embalagens, ou que de fato tenham suas embalagens recicláveis; adotar a prática de disposição seletiva do lixo e evitar o desperdício de alimentos orgânicos (uma vez que em geral jogamos

muito alimento fora), fazem muita diferença para um mundo mais saudável em todos os aspectos e dimensões.

Assim, entendo que a questão do lixo (ainda num foco reducionista, pois ampliando esta discussão nos deparamos com as dificuldades encontradas nas áreas de conservação ambiental, saúde pública, geração de renda, violência, exclusões sociais, etc) deve ser discutida e trabalhada a partir de um modelo cooperativo entre os segmentos públicos, privados e terceiro setor na busca de alternativas que expressem os interesses e necessidades comuns. Do poder público espera-se a definição de políticas e diretrizes que promovam a integração e realinhamento de ações, do poder privado e terceiro setor a realização de ações que proporcionem o desenvolvimento de tecnologias e a operação destas em prol do bem comum. Do mesmo modo da sociedade em geral, da qual espera-se a participação, o acompanhamento e por sua vez a exigência de respostas, públicas ou privadas, comprometidas com a melhoria da qualidade de vida, fazendo-se valer o exercício de seus direitos como cidadão com relação as administrações diretas ou indiretas.

Neste sentido, é comum ouvir queixas do cidadão, de seu sentimento de frustração quando percebe que a sua contribuição no que diz respeito, a consumir de forma responsável, selecionar o lixo, mobilizar vizinhos e parentes para este assunto muitas vezes é em vão, uma vez que o próprio serviço de coleta (realizado muitas vezes por empresas privadas) mistura novamente tudo o que foi separado e dispõe de qualquer modo sem tipo algum de intervenção. Este ciclo vicioso, que se repete em várias localidades é o exemplo de ações isoladas, que tem custado caro para todos com danos irreparáveis para o ecossistema.

Diante deste contexto, o compromisso coletivo pela vida deve ser despertado por meio de um princípio educativo e comportamental a ser trabalhado em todos os níveis educacionais e fortalecidos nos demais segmentos da sociedade (empresas, sindicatos, associações de bairro, etc). Estes princípios precisam estar integrados entre si para que se estabeleça um processo de organização que propicie às pessoas e cidadãos uma visão integradora, onde o respeito e promoção à vida estejam presentes no pensamento, no coração e nas mãos daqueles que se colocam a serviço do outro, em especial daqueles comprometidos com os resíduos sólidos, incluindo todas as fases deste processo e segmentos da sociedade: das políticas governamentais, aos empresários, gestores, executores, garis ou catadores e pessoas comuns que assumem suas responsabilidades, limites e possibilidades frente à realidade numa perspectiva de construir um mundo mais saudável para si e para as gerações futuras.

Para finalizar gostaria de citar um comentário de meu filho de 7 anos, após uma aula sobre o tema "lixo que não é lixo". Ele disse: "Mamãe, se resto de comida dá para colocar na terra e ajudar as plantinhas e se latinha e papel dá para separar e usar de novo; então não existe lixo."

Diante desta consideração, de uma criança, nos cabe como cidadãos e nos diversos papéis que atuamos na sociedade (pais, trabalhadores, líderes,

agentes de mudança, etc.) reafirmarmos o compromisso com a vida, repensando urgentemente a prática vigente e a nossa relação com o meio ambiente, correndo o risco de desaparecermos pela ação de nossos próprios resíduos.

Autor

Wanderléia Coelho Madalena

pedagoga, especialista em

Treinamento e Desenvolvimento de Pessoas e Marketing de Serviços.

ÍNDICES DE QUALIDADE DE ÁGUA

Resumo

Este artigo exemplifica o cálculo de Índices de Qualidade de Água de maneira simplificado, utilizando-se de parâmetros existentes nos Boletins Quinzenais da Estação de Tratamento de Água Iguaçu (médias mensais). Trabalhou-se com o Índice de Qualidade de Água de Bascarán (IQA_B), Índice de Qualidade de Água Agregado (IQA_{Aw}) e Índice de Qualidade de Água Ponderado (IQA_{wp}), simplificando-os de forma a utilizar apenas os parâmetros pH, matéria orgânica, gás carbônico livre (CO_2), cor, turbidez e alcalinidade. O valor do IQA_B para valores médios dos parâmetros de qualidade para o ano de 1994 adquiriu um valor de 42 correspondendo inicialmente a um aspecto Impróprio (40%), o qual, multiplicado pelo fator " $K = 0,75$ " adquiriu um valor definitivo de 31,5 correspondendo a um aspecto Desagradável. O valor do IQA_{Aw} foi igual a 52 (Qualidade Média). O valor do IQA_{wp} foi igual a 48 (Qualidade Ruim). As curvas que caracterizam os índices apresentam formas de certo modo similares, com uma certa distinção quanto ao IQA_B , o qual apresenta uma distribuição anual mais homogênea. Os três índices apresentam uma distribuição contida na amplitude de classes Aceitável a Desagradável na escala de IQA_B e Média a Ruim na escala de IQA_{Aw} e IQA_{wp} , mas com uma maior tendência ao rigor do Índice de Bascarán. A sistemática de cálculo deste último índice permite recomendá-lo para uso mais freqüente, pois permite se trabalhar com maior número de parâmetros de qualidade de água e pesos mais representativos.

Abstract

This article illustrates the simplified calculation of Water Quality Rates, using parameters provided in the Bimonthly Newsletters of the Iguaçu Water Treatment Station (monthly averages). We worked with the Bascarán Water Quality Rate (IQA_B) Aggregate Water Quality Rate (IQA_{Aw}), and Weighted Water Quality Rate (IQA_{wp}), simplyfiing those rates so that only the pH, organic material, free carbonic acid gas (CO_2), color, turbidity and alkalinity parameters

Introdução

A contaminação da água se define como a alteração de sua qualidade natural pela ação do homem, que faz com que seja, parcial ou totalmente imprópria para o uso a que se destina. Entende-se por qualidade natural da água o conjunto de características físicas, químicas e bacteriológicas que apresenta a

água em seu estado natural nos rios, lagos, mananciais, no sub-solo ou no mar (CONEZA, 1998 e MOPU, 1985).

A qualidade da água não é um termo absoluto, sendo algo que sempre se caracteriza em função de determinado uso. Interessa, pois, se conhecer a água sob diversos pontos de vistas: a) utilização fora do lugar onde se encontra, como é o caso de água potável, usos domésticos e urbanos, usos industriais, agrícolas e para dessedentação de animais, principalmente bovinos; b) utilização do cursos de água ou massa de água, como por exemplo, para banho, pesca, navegação desportiva, etc; c) como meio aquático, que acolhe espécies animais e vegetais e d) como meio receptor de efluentes residuais de origem urbana ou industrial (CONEZA, 1998).

Freqüentemente, no estudo dos recursos hídricos se trabalhar com várias metodologias (MOPU, 1993), inclusive com modelos matemáticos (MOPU 1993), a maneira mais simples e prática de se estimar a qualidade das águas consiste na definição de índices ou padrões de certos parâmetros físicos, químicos ou biológicos. Os parâmetros mais freqüentemente utilizados são: DBO, sólidos dissolvidos e em suspensão, compostos de Nitrogênio, Fósforo, Enxofre, Cloro, pH, dureza, turbidez, condutividade, elementos tóxicos e elementos patogênicos. Em relação aos usos os parâmetros mais típicos são: a) uso doméstico: turbidez, dureza, sólidos dissolvidos, tóxicos e coliformes; b) uso industrial: sólidos dissolvidos e sólidos em suspensão. c) uso para irrigação: sólidos dissolvidos, condutividade, Sódio, Cálcio e Magnésio; d) uso recreativo: turbidez, tóxicos e coliformes; e) vida aquática: oxigênio dissolvido, compostos organoclorados.

Material e métodos

Este artigo exemplifica o cálculo de Índices de Qualidade de Água de maneira simplificada, utilizando-se de parâmetros existentes nos Boletins das Estações de Tratamento de Água. A exemplificação prática dos índices pesquisados se dará utilizando-se dados mínimos, médios, máximos mensais de uma estação de tratamento de águas, contidas nos boletins diários de controle do processo de tratamento. Assim, muito embora a teoria seja apresentada em sua forma conceitual original, a sua exemplificação prática se dará em função da disponibilidade de dados, no caso a existência de medidas de parâmetros. Além desta opção derivada da existência de parâmetros, o objetivo é se calcular um "índice prático" para uso diário de análise da qualidade de água de uma estação de tratamento de águas.

A tabela 1 apresenta os valores médios, mensais dos parâmetros de qualidade de água retirados dos boletins quinzenais (determinação a cada hora), de controle do processo de tratamento de águas para abastecimento (ETA Iguazu de Curitiba).

Tabela 1 - Valores médios mensais dos parâmetros de qualidade de água. (Boletins da ETA Iguazu - ano de 1994)

Mês	pH	Matéria Orgânica (mg/l)	CO ₂ (mg/l)	Cor (Hansen)	Turbidez (NTU)	Alcalinidade (mg/l de CaCO ₃)
Janeiro	6,50	4,00	8,40	152,90	32,40	24,90
Fevereiro	5,90	6,00	8,40	253,20	32,30	10,00
Março	5,70	4,50	11,00	95,90	18,00	8,00
Abril	6,40	3,80	8,40	73,30	13,80	15,00
Maiο	6,40	4,00	7,70	90,00	15,20	16,00
Junho	6,20	3,60	4,10	128,30	21,60	12,00
Julho	6,40	4,00	2,60	75,50	20,70	11,00
Agosto	6,50	3,90	1,90	72,60	19,70	19,00
Setembro	6,40	3,80	4,10	62,50	16,20	17,00
Outubro	6,50	4,20	11,30	100,20	16,30	18,00
Novembro	6,40	6,30	9,80	136,80	20,30	11,00
Dezembro	6,30	6,20	9,10	115,70	26,90	10,00
média	6,30	4,53	7,23	113,08	1,10	14,33

Índices de Qualidade de Água

Índice de Qualidade de Água de Bascarán (IQA_B).

Este índice de qualidade de água proporciona um valor global de qualidade de água, incorporando valores individuais de uma série de parâmetros (BASCARÁN, 1979 e CONEZA (1998). É calculado com seguinte fórmula:

$$IQA_B = K \times \sum C_i P_i / \sum P_i$$

onde: C_i = valor percentual correspondente ao parâmetro, definido na tabela 2.

P_i = peso correspondente a cada parâmetro, definido na tabela 2 (no caso valores da última linha denominada valor percentual ou "avaliação quantitativa").

K = constante de ajuste em função do aspecto visual das águas, atribuídas conforme a seguinte escala: 1,00 para águas claras sem aparente contaminação; 0,75 para águas com ligeira cor, espumas, ligeira turbidez aparente não natural; 0,50 para águas com aparência de estar contaminada e com forte odor; 0,25 para águas negras que apresentam fermentações e odores.

Tabela 2.1 - Valor percentual atribuído aos parâmetros de qualidade de água para cálculo do Índice de Qualidade de Água (IQA₂) (ampliado para contemplar cor, turbidez e CO₂)

Parâmetro	pH	Condutividade (µmhos/cm)	Oxigênio Dissolvido (mg/l)	Redução Permanganato (mg/l)	Coliformes Totais (nº/100 ml)	Nitrogênio Amoniacal (ppm)	Cloretos (ppm)	Detergentes (mg/l)	Aspecto Aparente (qualidade)	Valor Percentual %
Peso	1	4	4	3	3	3	1	4		%
Valor Analítico do Parâmetro	1	>16.000	0	>15	>14.000	>1,25	>1.500	>3,00	Péssimo	0
	2	12.000	1	12	10.000	1,00	1.000	2,00	Muito Ruim	10
	3	8.000	2	10	7.000	0,75	700	1,50	Ruim	20
	4	5.000	3	8	5.000	0,50	500	1,00	Desagradável	30
	5	3.000	3,5	6	4.000	0,40	300	0,75	Inapropriado	40
	6	2.500	4	5	3.000	0,30	200	0,50	Normal	50
	6,5	2.000	5	4	2.000	0,20	150	0,25	Aceitável	60
	9	1.500	6	3	1.500	0,10	100	0,10	Agradável	70
	8,5	1.250	6,5	2	1.000	0,05	50	0,06	Bom	80
	8	1.000	7	1	500	0,03	25	0,02	Muito Bom	90
7	<750	7,5	<0,5	<50	0	0	0	Excelente	100	

Parâmetro	Dureza ou Alcalinidade (mg/l CaCO ₃)	Sólidos Dissolvidos (mg/l)	Praguicidas (ppm)	Graxas e Aceites (ppm)	Sulfatos (ppm)	Nitratos (ppm)	Claretos (ppm)	CO ₂ Livre (mg/l)	Aspecto Aparente (qualidade)	Valor Percentual %
Peso	1	2	2	2	2	2	2	2		%
Valor Analítico do Parâmetro	>1500	>20.000	>2	>3	>1.500	>100	>1	>60	Péssimo	0
	1000	10.000	1	2	1.000	50	0,6	50	Muito Ruim	10
	800	5.000	0,4	1	600	20	0,5	40	Ruim	20
	600	3.000	0,2	0,60	400	15	0,4	30	Desagradável	30
	500	2.000	0,1	0,30	250	10	0,3	20	Inapropriado	40
	400	1.500	0,05	0,15	150	8	0,2	10	Normal	50
	300	1.000	0,025	0,08	100	6	0,1	9	Aceitável	60
	200	750	0,01	0,04	75	4	0,05	8	Agradável	70
	100	500	0,005	0,02	50	2	0,02	7	Bom	80
	50	250	0,001	0,01	25	1	0,01	5	Muito Bom	90
<25	<100	0	0	0	0	0	<3	Excelente	100	

Parâmetro	Magnésio (mg/l)	Fosfatos (mg/l)	Nitritos (ppm)	DBO ₅ (ppm)	Cor (Hansen)	Turbidez (NTU)	Sódio (mg/l)	Cálcio (mg/l)	Aspecto Aparente (qualidade)	Valor Percentual %
Peso	1	2	2	2	2	2	2	2		%
Valor Analítico do Parâmetro	>500	>500	>1	>15	>250	>400	>500	>1.000	Péssimo	0
	300	300	0,50	12	100	250	300	600	Muito Ruim	10
	250	200	0,25	10	60	180	250	500	Ruim	20
	200	100	0,20	8	40	100	200	400	Desagradável	30
	150	50	0,15	6	30	50	150	300	Inapropriado	40
	100	30	0,10	5	20	20	100	200	Normal	50
	75	20	0,05	4	15	18	75	150	Aceitável	60
	50	10	0,025	3	10	15	50	100	Agradável	70
	25	5	0,010	2	5	10	25	50	Bom	80
	15	1	0,005	1	4	8	15	25	Muito Bom	90
<10	0	0	<0,5	<3	<5	<10	<10	Excelente	100	

Método Bascarrán (1979)

Os valores correspondentes a Cor, Turbidez e CO₂ livre foram introduzidos pois são parâmetros que normalmente se determinam nas ETAs.

Os valores de qualidade de água, para cálculo do IQA_B , expressados na tabela 2, são genéricos e portanto suscetíveis de conduzir a erros quando se trata de determinar a qualidade da água para uso específico. Portanto o valor de IQA_B varia de zero a 100 e corresponde a uma escala qualitativa de caracterização que vai desde aspecto Péssimo ao Excelente (coluna aspecto aparente ou "avaliação qualitativa" da tabela 2). Recomenda-se o estabelecimento de tabelas similares de acordo com os usos e avaliação específica.

No caso de se utilizar os médios do ano de 1994 (tabela 1) o valor do IQA_B será dado em função do valor percentual e seu correspondente peso obtido na tabela 2 e dos parâmetros existentes nos boletins. Uma visualização parcial dos resultados por parâmetros pode servir de base de reflexão para uma análise pontual, isto é, parâmetro por parâmetro. O enquadramento dos valores da tabela 1 proporcionou a seguinte classificação:

- ? pH de 6,69 corresponde a um aspecto Aceitável (6,5) e valor percentual de qualidade de 60%, com Peso 1.
- ? Matéria Orgânica (Redução ao Permanganato) de 9,14 mg/l corresponde a um aspecto Ruim (10,0) e valor percentual de qualidade de 20%, com Peso 3.
- ? Gás Carbônico Livre (CO_2) de 14,62 mg/l corresponde a um aspecto Impróprio (20) e valor percentual de qualidade de 50%, com Peso de 3.
- ? A Cor de 135,98 unidades hansen corresponde a um aspecto Muito Ruim (100) e valor percentual de qualidade de 10%, com Peso de 2.
- ? A Turbidez de 32,58 unidades NTU corresponde a um aspecto Normal (20) e valor percentual de 50%, com Peso 4.
- ? A Alcalinidade ou Dureza de 28,10 mg/l de $CaCO_3$ corresponde a um aspecto Muito Bom (50) e valor percentual de 100%, com Peso 1.
- ? Os Coliformes Totais de 32.475 n°/100ml corresponde a um aspecto Péssimo (>14.000) e valor percentual de 0%, com Peso 3. Não introduzido no cálculo em função do objetivo de se trabalhar com um IQA_B com base nos parâmetros dos boletins das ETAs.

O valor do Índice de Qualidade de Água de Bascarán (IQA_B) médio para o ano de 1994 é, portanto: $IQA_B = (60 \times 1) + (20 \times 3) + (50 \times 3) + (10 \times 2) + (50 \times 4) + (100 \times 1) / 14 = 590 / 14 = 42\%$ correspondendo inicialmente a um aspecto Impróprio(40%).

Para que a sistemática do método seja aplicada em sua forma original é necessário se definir o valor de "K" o qual multiplicado por este valor inicial dará o IQA_B definitivo. Assim, a título de exemplo, considera-se que a água apresenta uma ligeira cor com turbidez aparente não-natural ($K = 0,75$). Em definitivo então, o Índice de Qualidade de Água será: $IQA_B = 0,75 \times 42 = 31,5$ correspondendo a um aspecto Desagradável para a média do ano. Para a média dos mínimos ($54 \times 0,75 = 40,5$) seria Impróprio.

Índice de Qualidade de Água do Serviço de Saúde dos EUA (IQA_{wa} e IQA_{wp})

O índice mais conhecido no mundo e simplesmente denominado Índice de Qualidade de Água foi desenvolvido em 1970 pela Fundação Nacional de

Saúde dos EUA. Este índice foi elaborado usando-se a opinião de 142 pessoas distribuídas no país que atuavam no gerenciamento dos recursos hídricos (CANTER, 1998). A consulta da opinião dessas pessoas se processou enviando-se três questionários que permitiram definir funções que relacionam valores de parâmetros com atributos de valoração. Identificaram-se as seguintes variáveis de maior importância: oxigênio dissolvido (OD), coliformes fecais, pH, demanda biológica de Oxigênio (DBO5), Nitratos (NO3), Fosfatos (PO4), variação da temperatura (°C), turbidez (JTU) e sólidos totais (ST).

Tabela 3 - Valor do subíndice "Ii" atribuído aos parâmetros de qualidade de água para cálculo do Índice de Qualidade de Água (IQA_w)

Parâmetro	Coliformes Fecais (nº/100ml)	DBO ₅ (mg/l)	Nitratos (mg/l)	Fosfatos Totales (mg/l)	Turbidez (JTU)	Sólidos Totales (mg/l)	Valor de "I"	Oxigênio Dissolvido (% saturação)	pH	Temperatura (°C)
Peso	0,15	0,10	0,10	0,10	0,08	0,08	0,17		0,12	0,10
Valor Analítico do Parâmetro	0	0	0	0	0		100	100%	-	-
	1	1	2	0,10	3		95	90 e (100 a 116)	7,5	0
	2	1,7	3	0,2	5	0 a 100 I=80	90	83 e (116 a 120)	6,8 e (7,5 a 8,0)	1,25 e (0 a -1)
	3	1,8	4	0,25	6	100	85	80 e (121 a 130)	6,6 e (8,0 a 8,1)	1,75 e (-1 a -1,1)
	4	2,0	5	0,30	8	150	80	75 e (131 a 135)	6,5 e (8,1 a 8,2)	2,10 e (-1,1 a -2,5)
	5	2,5	6	0,35	10	175	75	70 e (136 a 140)	6,4 e (8,2 a 8,3)	2,60 e (-2,5 a -3)
	8	3,0	7	0,40	15	225	70	68	6,3 e (8,3 a 8,4)	3,30 e (-3 a -3,8)
	10	3,5	8	0,45	18	265	65	60	6,2 e (8,4 a 8,5)	3,75 e (-3,8 a -4)
	17	4,5	9	0,5	20	300	60	59	5,9 e (8,5 a 8,6)	4,10 e (-4 a -5)
	25	5,0	10	0,55	25	338	55	58	5,8 e (8,6 a 8,7)	4,40 e (<-5)
	48	6,5	12	0,6	30	375	50	57 e (>140 I=50)	5,7 e (8,7 a 8,8)	4,60
	75	7,0	13	0,8	37	425	45	55	5,6 e (8,8 a 8,9)	4,80
	100	7,5	15	1	45	450	40	50	5,5 e (8,9 a 9,0)	5,00
	180	8,5	18	1,5	55	500	35	47	5,4 e (9,0 a 9,3)	6,10
	320	10	20	1,8	65	>500 I=20	30	40	5,3 e (9,3 a 9,5)	6,30
	600	12,5	25	2,3	75		25	33	5,1 e (9,5 a 9,7)	7,50
	1.000	15	33	2,8	90		20	26	4,8 e (9,7 a 9,9)	8,75
	1.200	17,5	40	3,5	100		15	20	4,5 e (9,9 a 10,3)	10,1
	7.000	20	50	3,8	>100 I=5		10	8	4,0 e (10,3 a 10,5)	12,5
50.000	30	70	10			5	5	3,0 e (10,5 a 11,0)	>15,0	
>10.000 (I=2)	>30 I=2	4>100 I=50	>10 I=2			0	0	2,0 e >11,1	-	

Método da Fundação Nacional de Saúde dos Estados Unidos da América (EUA) (1970)
 Esta tabela foi calculada interpretando as funções que relacionam os valores analíticos dos parâmetros e o subíndice "I" necessários para cálculo do Índice de Qualidade de Água (IQA_w)

Atribuiu-se pesos para estas variáveis, tendo em consideração sua importância para consumo humano e riscos para a saúde pública: 0,17 para Oxigênio Dissolvido - 0,15 para coliformes fecais - 0,12 para pH - 0,10 para demanda biológica de Oxigênio - 0,10 para Nitratos - 0,10 para Fosfatos - 0,10 para variação da temperatura - 0,08 para turbidez e 0,08 para sólidos totais

(totalizando 1,0). Conclusivamente se elaborou para cada parâmetro uma função média (ou curvas padrão ou função de subíndice) que representassem uma média aritmética que são usadas normalmente para o cálculo do índice de qualidade de água.

Para efeito prático, considerando o proposto neste trabalho, esta distribuição de valores contidos nestas funções de subíndice foram tabuladas mantendo-se a amplitude de importância de 0 a 100 e do valor ou concentração dos parâmetros. Para cumprir o proposto neste trabalho, de se ajustar este índice para os parâmetros existentes nos boletins das Estações de Tratamento de Água, foi complementada com novas funções de subíndice para os parâmetros Gás Carbônico (CO₂), cor e alcalinidade (tabela 4). Observa-se nesta tabela 4 que se fez um ajuste de pesos (mantendo um total de 1,0), priorizando-se aqueles parâmetros de maior importância no processo de tratamento de água.

Este método propõe o cálculo de dois Índices de Qualidade de Água: Índice de Qualidade de Água Agregado (IQAwa) obtido pela soma algébrica dos subíndices individuais dos parâmetros e Índice de Qualidade de Água Ponderado (IQAwp) obtido pela soma algébrica do subíndice potenciado ao seu peso, este último adotado no Brasil. As fórmulas são as seguintes:

$$IQAwa = \sum W_i \times I_i \text{ e } IQAwp = \sum I_i^{w_i}$$

onde: I_i = valor do subíndice das funções dos parâmetros (tabela 3).

w_i = peso ou importância atribuído ao parâmetro (tabela 3).

Ambos obedecem a uma escala de descrição qualitativa da qualidade da água, onde :

IQA de 0 a 25 é considerado água de qualidade Muito Ruim.

IQA de 26 a 50 é considerado água de qualidade Ruim.

IQA de 51 a 70 é considerado água de qualidade Média.

IQA de 71 a 90 é considerado água de qualidade Boa.

IQA de 91 a 100 é considerado água de qualidade Excelente.

Os valores dos índices calculados utilizando-se dados da tabela 1 e os dados da tabela 4 (valores de I_i), estão registrados na tabela 5. Para determinação do I_i para matéria orgânica (boletins da ETA) assumiu-se correspondência com DBO₅ da tabela 3.

Tabela 4 - Valor do subíndice "Ii" atribuído aos parâmetros de qualidade de água para cálculo do Índice de Qualidade de Água (IQA_w) ajustado para os parâmetros existentes nos Boletins das ETAs

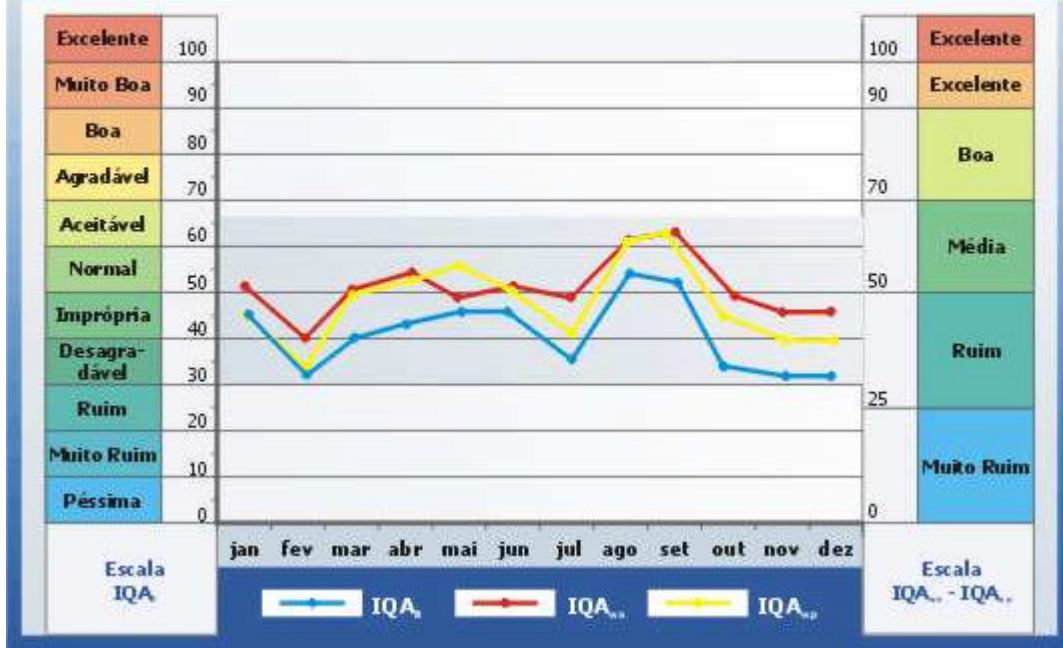
Parâmetro	Turbidez (JTU)	Matéria Orgânica (DBO ₅) (mg/l)	PH	Cor (Hansen)	CO ₂ (mg/l)	Alcalinidade (mg/l)	Valor de "I _i "
Peso	0,27	0,27	0,12	0,10	0,12	0,12	
Valor Analítico do Parâmetro	0	0	-	0	0	<5I=100	100
	3	1	7,5	7	1	8	95
	5	1,7	6,8 e (7,5 a 8,0)	14	3	12	90
	6	1,8	6,6 e (8,0 a 8,1)	20	5	15	85
	8	2,0	6,5 e (8,1 a 8,2)	27	7	19	80
	10	2,5	6,4 e (8,2 a 8,3)	34	9	22	75
	15	3,0	6,3 e (8,3 a 8,4)	40	10	25	70
	18	3,5	6,2 e (8,4 a 8,5)	47	13	50	65
	20	4,5	5,9 e (8,5 a 8,6)	54	15	62	60
	25	5,0	5,8 e (8,6 a 8,7)	62	18	87	55
	30	6,5	5,7 e (8,7 a 8,8)	80	20	100	50
	37	7,0	5,6 e (8,8 a 8,9)	100	25	300	45
	45	7,5	5,5 e (8,9 a 9,0)	120	30	500	40
	55	8,5	5,4 e (9,0 a 9,3)	135	33	580	35
	65	10,0	5,3 e (9,3 a 9,5)	155	36	625	30
	75	12,5	5,1 e (9,5 a 9,7)	160	40	750	25
	90	15,0	4,8 e (9,7 a 9,9)	200	50	1000	20
100	17,5	4,5 e (9,9 a 10,3)	250	55	1250	15	
>100 I = 5	20,0	4,0 e (10,3 a 10,5)	>250 I=10	>55 I=10	<1250 I =10	10	
	30,0	3,0 e (10,5 a 11,0)				5	
	>30 I=2	2,0 e >11,1				0	

Método da Fundação Nacional de Saúde dos EUA, modificado (1970)

Esta tabela foi calculada interpretando as funções que relacionam os valores analíticos dos parâmetros e o subíndice "I" necessários para cálculo do Índice de Qualidade de Água (IQA_w) existentes para Coliformes Fecais, Turbidez e Oxigênio Dissolvido. Os valores correspondentes a Cor, CO₂ e Alcalinidade foram determinados especificamente para o propósito deste trabalho.

Para os parâmetros médios anuais do ano de 1994 tem-se: IQA_{wa} = (85 x 0,12) + (30 x 0,27) + (60 x 0,12) + (35 x 0,10) + (50 x 0,27) + (70 x 0,12)=52, correspondendo à qualidade Média (51 a 70). IQA_{wp} = (85^{0,12}) x (30^{0,27}) x (60^{0,12}) x (35^{0,10}) x (50^{0,27}) x (70^{0,12}) = 48, correspondendo a qualidade Ruim.

Figura 1 - Representação gráfica dos Índices de Qualidade de Água - IQA_B - IQA_{Wa} - IQA_{Wp} (calculados utilizando-se de médias mensais das Médias dos Boletins da ETA Iguazu do ano de 1994)



A figura 1 apresenta estes índices de qualidade de água (IQA_B - IQA_{Wa} - IQA_{Wp}) de maneira a permitir uma visualização de seus valores a cada mês, com base nos parâmetros médios médios, médios dos Boletins da ETA Iguazu. Nestas figuras se pode observar a classificação das águas com base em duas escalas de qualidade, de acordo com o Índice de Bascarán e os Índices do Serviço de Saúde dos Estados Unidos.

Tabela 5 - Valor percentual (vp) de Bascarán e valor de subíndice (I_i) para Médios Médios. (Cálculo de IQA_s e IQA_{wa} e IQA_{wp} para médias o de 1994)

Ano	pH		Matéria Orgânica (mg/l)		CO ₂ mg/l		Cor (Hanzzen)		Turbidez (NTU)		Alcalinidade (mg/l de CaCO ₃)		IQA	IQA _s	IQA _{wp}
	1	3	3	3	2	4	1	Pesos para IQA _s e para IQA _{wp}							
	Vp	I _i	Vp	I _i	Vp	I _i	Vp	I _i	Vp	I _i	Vp	I _i	IQA	IQA _s	IQA _{wp}
Jan	60	90	20	30	50	70	10	20	50	50	100	70	42	51	46
Fev	60	85	10	20	40	55	0	20	40	35	100	70	33	42	36
Mar	50	75	20	30	40	55	10	40	50	55	100	75	39	52	49
Abr	60	85	20	30	50	60	10	50	50	60	100	70	42	55	52
Mai	60	85	30	45	50	65	10	40	50	55	100	70	44	49	56
Jun	60	85	30	40	50	70	10	35	50	45	100	70	44	53	51
Jul	60	85	10	20	40	50	10	45	50	50	90	70	37	48	43
Ago	60	90	40	50	80	80	20	50	60	60	100	70	57	63	62
Set	60	85	50	55	60	70	20	55	60	65	100	70	55	65	64
Out	60	90	20	30	40	55	10	30	40	45	90	65	36	48	45
Nov	60	90	10	30	40	55	0	20	40	35	90	65	33	45	40
Dez	60	85	10	30	40	55	0	30	40	30	90	70	33	44	40
Média	59,2	85,8	22,5	47,1	48,3	61,7	9,2	36,3	51,7	48,8	96,7	69,6	42	55	54

Conclusões

A conclusão básica quando se calcula índices de qualidade de água é que estes representam valores finais que dependem de um conjunto de variáveis e a uma sistemática de atribuição de valores que muitas vezes é de caráter subjetivo (como é o caso de atribuição de pesos). Além desta consideração inicial é de se ressaltar que muitas vezes se trabalha com qualidade de recursos hídricos que apresentam valores com amplitudes diferenciadas, implicando em mudança de escalas de valoração. Isto nos leva a concluir que os Índices de Qualidade de Água representam muito mais um indicativo de contaminação que deve ser considerado como instrumento de análise de certo modo limitado.

A sistemática adotada, de substituir as curvas ou funções de qualidade dos parâmetros dos índices do Serviço de Saúde dos Estados Unidos (IQA_{wa} e IQA_{wp}) fez com que os valores de Vp e I_i fossem aproximados aos valores absolutos contidos nas tabelas 2, 4 e 5, transformando uma distribuição de valores contínuos para uma distribuição de valores absolutos.

A sistemática adotada neste trabalho, devido à disponibilidade de parâmetros e pelo objetivo de se trabalhar com aqueles contidos nos Boletins da ETA Iguazu,

teve como primeira consequência a alteração dos pesos dos parâmetros. Observa-se, por exemplo, na tabela 3 original do método, que o peso atribuído para a turbidez é de 0,08 o qual foi alterado significativamente para 0,27 (tabela 4).

De qualquer forma é de se registrar que os pesos do método original têm relação com a concepção do próprio Índice, que foi de classificar as águas considerando a sua qualidade para a saúde humana e não, como é o caso deste trabalho, tentar explicitá-lo como indicador de qualidade simplificado. Pode-se considerar, neste sentido, que o Índice de Bascarán não exige alteração do peso das variáveis (ou parâmetros) do método original, o que pode ser uma vantagem prática.

A curva que caracteriza o índice apresenta formas de certo modo similares, com uma certa distinção quanto ao IQA_B , o qual apresenta uma distribuição anual mais homogênea, mantendo um certo maior rigor de classificação das águas (menor valor dos Índices de Qualidade). A configuração gráfica dos índices calculados permite visualizar a compatibilidade das escalas dos Índices, mostrando a maior possibilidade de classes do Índice de Bascarán. Enquanto que a classificação pelo Índice de Bascarán possibilita a qualificação de 6 classes (Muito Ruim, Ruim, Desagradável, Imprópria, Normal e Aceitável) os Índices Agregado e Ponderado permitem 3 classes (Muito Ruim, Ruim e Média).

Finalmente, poderia se recomendar como uso padrão o índice de Bascarán, pois permite a introdução de maior número de parâmetros de qualidade de água, podendo-se até mesmo se definir um índice básico com um número reduzido de parâmetros e outro completo com maior número de parâmetros. Evidencia-se desta forma que este índice se adaptaria mais facilmente à intensidade de amostragem existente, a qual sabe-se, depende da disponibilidade de recursos e de uma rede permanente de coleta de amostras para determinação dos parâmetros.

Referências Bibliográficas

CANTER, Larry W. Manual de evaluación de Impacto Ambiental : Técnicas para la elaboración de los estudios de impacto. MacGrawHill. Madrid, España. 1998. 841p

CONEZA-VITORIA, V.F. Guia metodologica para la evaluación del impacto ambiental. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España. 1997 (3ªde). 412p.

BASCARAN, Gamaliel, Martines. Establecimiento de una metodologia para conocer la calidad del agua. In: Boletín Informativo del Medio Ambiente. 1979. pg. 30-49.

MOPU - MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y URBANISMO. Guia para elaboración de estudios del medio físico: contenido y metodología. Madrid, Espanha. GEOTEMA, 1985, 572p.

MOPU - MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y URBANISMO. Metodologia y recomendaciones para la evaluación de recursos hídricos. Madrid, Espanha. 1993, 52p.

MOPU - MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y URBANISMO. Modelos matemáticos para la evaluación de recursos hídricos. Madrid, Espanha. 1993, 56p.

Autor

Nivaldo Rizzi,

engenheiro florestal, mestre em

Manejo Florestal, doutor em

Saneamento Ambiental pela

Universidade de Cantabria-Espanha,

pós-doutorado em Gestão da Água,

professor da UFRP - Manejo

De Bacias Hidrográficas

REGULAÇÃO E PRIVATIZAÇÃO DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO. EXPERIÊNCIAS DE PAÍSES DA AMÉRICA LATINA E DA INGLATERRA

Resumo

O presente trabalho analisa as experiências regulatórias e de privatização do setor de saneamento básico na Inglaterra e em 3 países da América Latina (Chile, Argentina e Panamá), bem como a situação atual do Brasil relativa ao assunto. A estruturação do trabalho é baseada em uma ampla revisão bibliográfica efetuada junto a diversas instituições estrangeiras e nacionais. Com esta iniciativa, espera-se que o trabalho seja uma contribuição para o processo de regulação e um alerta às iniciativas de privatização do setor de saneamento básico, emergente no país.

O estudo aborda, inicialmente, conceitos e princípios de uma estrutura regulatória, seguida da situação brasileira relativa ao setor de saneamento e ao processo de regulação e privatização dos serviços. Na seqüência, é analisada a experiência da Inglaterra, que foi considerada a mais radical empreendida no setor, e explicitadas as principais características do modelo de regulação adotado. A estrutura regulatória e os instrumentos legais chilenos são detalhados, destacando-se ainda que companhias de saneamento estatais podem ser ainda mais eficientes quando existe uma estrutura de regulação adequada. Posteriormente, descreve-se o processo de privatização dos serviços de saneamento da Grande Buenos Aires e problemas enfrentados pelo operador. A seguir é apresentada a estrutura regulatória do Panamá. Finalmente, são sintetizadas as conclusões.

Introdução

De acordo com os dados da Secretaria de Desenvolvimento Urbano (Sedu) da Presidência da República, 14% da população urbana brasileira não tem acesso ao abastecimento público de água e somente 49% é atendida com serviços de coleta de esgotos. Cerca de 10% de todo o esgoto produzido recebe algum tipo de tratamento. Esses dados confirmam a situação preocupante relativa ao setor de saneamento, e demonstram a necessidade de investimentos. Estudos recentes realizados no âmbito do Programa de Modernização do Setor de Saneamento PMSS, mostram que serão necessários recursos da ordem de R\$ 42 bilhões, cerca de R\$ 3 bilhões/ano, até o ano 2010 para que a cobertura nacional de água e esgoto (inclusive tratamento) atinja 100%. Ressalta-se que no período de 1970-1998 foram investidos no setor de saneamento R\$ 16,5 bilhões.

No Paraná, a Sanepar (Companhia de Saneamento do Paraná) é responsável pela prestação dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário em 342 municípios, que representam 86% do Estado. O índice de atendimento

por água tratada é de 99%, correspondendo à população 7.500.000 habitantes. O atendimento por coleta de esgotos é de 43% (3.225.000 habitantes). A Sanepar tem concentrado os investimentos em coleta e tratamento de esgotos e estabeleceu como meta o ano de 2005 para tratar 100% o esgoto coletado.

É importante salientar que a universalização dos serviços de saneamento básico é uma questão de saúde pública, extrapolando a esfera da gestão econômica. Em 1998, 64% das internações hospitalares, de crianças menores de 10 anos, estiveram correlacionadas à precariedade da água tratada. (Fonte: Sedu).

Independente da veracidade dos dados apresentados, a conjuntura econômica vigente e a necessidade urgente de investimentos, têm estimulado, por parte dos governos, em praticamente todos os países da América Latina, a participação privada no setor. De forma mais específica, em tese, a privatização dos serviços de saneamento tem como objetivos: o aumento da eficiência na prestação dos serviços, sua universalização, melhora geral da economia, redução dos gastos e da intervenção do poder público.

A privatização não libera o governo da responsabilidade de cuidar do setor de saneamento, sua presença é indispensável na formulação de políticas, no controle, regulação e fiscalização dos serviços.

A importância da regulação das atividades privadas é inquestionável, pois a ausência do governo nas funções que anteriormente executava, sem que haja qualquer tipo de intervenção, faz com que a adequação ou não do serviço passa a ser uma aventura e o usuário fica sujeito à sorte para a sua satisfação (FIGUEIREDO, 1999).

Por outro lado, a iniciativa privada irá participar na prestação dos serviços de saneamento, com mais garantias, quando existir uma estrutura de regulação que ofereça segurança aos seus investimentos e que permita a remuneração do capital investido.

Regulação dos serviços de saneamento

Para PARLATORE (1996), **Regulação** significa ato ou efeito de regular. **Regular** significa sujeitar a regras, encaminhar conforme a lei. VILELA (1999) dentro do contexto deste trabalho, conceitua regulação como um processo que é posto em movimento por meio de um organismo com autonomia em relação aos governos, aos poderes concedentes, aos concessionários e aos usuários, harmonizando os interesses entre consumidores e os das empresas concessionárias. Para GUREVICH (1999) regular é instituir algo novo, antes inexistente.

A preocupação com a criação de um marco regulatório para o setor de saneamento no Brasil é recente, surgiu em função do incentivo à participação de investimentos privados no setor. Até então as normas, regulamentos, nível de desempenho e regime tarifário para prestação de serviços são próprios de cada companhia e muito susceptíveis aos interesses políticos.

O marco regulatório é um instrumento legal que deve contemplar as condições da prestação dos serviços, as atribuições do organismo regulador, os deveres e atribuições do prestador dos serviços, a proteção dos usuários, os requisitos de qualidade dos serviços, o regime tarifário, a forma de pagamento dos serviços, as condições da concessão, etc.

Para fomentar a participação privada e reduzir os riscos inerentes à prestação de serviços públicos (caráter monopolístico e irreversibilidade dos investimentos), PEREIRA et al (1998) explicita a importância do estabelecimento de regulação para as relações entre as partes - governo, prestador dos serviços e usuários - definindo e respeitando direitos e deveres, e ainda permitindo alterações das regras estabelecidas, sempre que necessário e em bases consensadas. Assim, cita-se que os objetivos da regulação são: proteger o usuário do abuso monopolístico; salvaguardar o prestador de serviços de ingerências políticas prejudiciais aos seus direitos e/ou cumprimento de seus deveres; preservar o governo de pressões de interesses organizados que possam comprometer os objetivos da política e o equilíbrio da prestação dos serviços.

A situação brasileira

A partir de 1995 o Governo Federal vem implementando amplas reformas visando promover a desestatização e a descentralização dos serviços públicos, inclusive a prestação de serviços de saneamento. Essas reformas estão calcadas nas seguintes justificativas, descritas por PEREIRA et al (1998):

- ? a crise fiscal e o desequilíbrio das contas públicas;
- ? esgotamento da estratégia de desenvolvimento baseado na estatização de setores da economia;
- ? a necessidade de ajustes para a inserção competitiva do país no cenário econômico mundial;
- ? a insuficiência de recursos públicos para financiar a totalidade dos investimentos;
- ? as deficiências no atendimento e gastos elevados para execução dos serviços pelas estruturas públicas, diretas ou indiretas.

Os fatores citados levaram o Governo Federal a criar, em janeiro de 1995, o Conselho Nacional de Desestatização (CND), subordinado diretamente ao Presidente da República, no âmbito do Programa Nacional de Desestatização (PND). O CND é o órgão decisório do PND, composto por ministros de diversas pastas. O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social BNDES foi designado gestor do Fundo Nacional de Desestatização, e tem atribuições de gerenciar, acompanhar e realizar a venda das empresas incluídas no PND.

Para fomentar a participação privada nas empresas públicas, do ponto de vista legal, foram promulgadas a Lei n.º 8.987 em fevereiro de 1995, que dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos previstos no artigo 175 da Constituição Federal; e a Lei n.º 9.074 de julho de 1995, que estabelece normas para outorga e prorrogação das concessões e permissões de serviços públicos. Estes instrumentos normativos disciplinam a

concessão (que será sempre objeto de prévia licitação), atribuindo direitos e deveres ao prestador dos serviços, poder concedente e ao usuário.

Entretanto, essas leis não possuem aplicação imediata aos serviços de saneamento, uma vez que atualmente existe a indefinição da titularidade e, por conseqüência, do poder concedente dos serviços em áreas metropolitanas, aglomerações urbanas e microrregiões.

O Brasil não possui ainda instrumentos legais que disciplinem e regulamentem a prestação dos serviços de saneamento básico, ou seja, não existe ainda uma regulação do setor.

Está em tramitação conjunta no Congresso Nacional o PL 266/96, de autoria do ministro José Serra, que dispõe sobre as diretrizes para o exercício do poder concedente e a prestação de serviços de saneamento básico e o PL 560/99, de autoria do senador Paulo Hartung, que trata da definição da titularidade dos serviços de saneamento.

Em fevereiro, o Executivo Federal enviou à Câmara dos Deputados o projeto de lei que institui diretrizes nacionais para o saneamento básico (PL 4147/01). O PL tem como princípios fundamentais *"a universalização com prioridade para a garantia do atendimento essencial à saúde pública da totalidade da população...; o estímulo à competitividade, à eficiência e à sustentabilidade econômica, dentre outros*. O PL 4147/01 é polêmico quando propõe que a titularidade será função da abrangência dos serviços. Quando as atividades, infra-estruturas ou instalações operacionais se destinem ao atendimento de dois ou mais municípios, os serviços são de interesse comum e a titularidade do serviço será do Estado, caso contrário os serviços serão de interesse local e a titularidade do município.

O PL estabelece, dentre outras coisas, que a regulação e a fiscalização dos serviços serão aplicadas a todos os prestadores de serviços, sejam eles públicos ou privados e que a concessão será não-onerosa, buscando com essa ação a universalização dos serviços no menor espaço de tempo.

Acredita-se que a aprovação da lei que vai regulamentar o setor de saneamento básico, deve ainda demorar. O PL 4147/01, com menos de um mês de tramitação na Câmara dos Deputados, recebeu 209 emendas demonstrando a insatisfação da sociedade com o mesmo.

Enquanto não for definida a questão da titularidade dos serviços de saneamento, e estabelecida uma estrutura de regulação, a participação privada no setor será incipiente e com desempenho passível de questionamentos.

Segundo dados do BNDES, citados por BORSOI (1999), a participação privada em serviços de saneamento, mediante concessão, já existe em 30 municípios, dos quais 17 municípios possuem mais de 100 mil habitantes. O setor privado também está presente em duas companhias estaduais (Sanepar-PR e Saneatins-TO), por meio de participação acionária.

O Governo do Estado do Amazonas criou a Companhia Municipal de Saneamento de Manaus (Manaus Saneamento S/A), com o desmembramento da Companhia Estadual, a Cosama, no intuito de desestatizá-la. Os estudos necessários à desestatização foram desenvolvidos e, em junho de 2000, 90% das ações da Manaus Saneamento S/A foram vendidas em leilão, por R\$ 193 milhões, para a empresa Lyonnaise des Eaux. Após a venda foi celebrado contrato de concessão entre o poder concedente, cidade de Manaus, e a Manaus Saneamento, com a interveniência da Cosama e do novo grupo de controle, com vistas a regular as condições de exploração dos serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

No segundo semestre de 2000, a prestação dos serviços de água e esgoto de Campo Grande (MS) foi repassada à iniciativa privada por R\$ 40,5 milhões, para a Empresa Águas Guariroba formada pela empreiteira Cobel, a multinacional espanhola Águas de Barcelona e Sanesul. O contrato de concessão prevê que Águas de Guariroba deverá investir R\$ 271 milhões nas próximas três décadas.

Com relação às companhias estaduais, estão previstas as privatizações da Embasa/BA, Compesa/PE e Cesan/ES. Os processos de privatização da Embasa e da Compesa estão sendo conduzidos pelo BNDES, uma vez que ambas as companhias lhe repassaram o controle acionário. O BNDES contratou serviços de consultoria para a desestatização de ambas as companhias, abrangendo, de forma geral, os seguintes escopos: (i) elaboração de um plano de metas e um plano de estimativas de investimentos; (ii) avaliação econômico-financeira da companhia; (iii) elaboração de marco regulatório; (iv) serviços de preparação para a desestatização da companhia.

O processo de desestatização da Cesan está sendo conduzido pelo próprio Estado do Espírito Santo, mas está parado desde de 1998, por suspeitas de fraude no processo de licitação da escolha das consultoras encarregadas de preparar a modelagem da privatização da Companhia.

Regulação e privatização dos serviços de saneamento na Inglaterra e País de Gales

O processo de privatização

Na Inglaterra e País de Gales o processo de privatização como um todo iniciou-se na década de 80, com o intuito de diminuir o papel do Estado na economia. No caso específico do saneamento, o processo foi desencadeado em 1985, quando o quadro institucional do setor era composto por 10 Companhias Regionais de Água (RWA) e 29 operadores privados de água.

As RWAs, criadas em 1973, eram empresas públicas controladas pelo governo central britânico, responsáveis pelo planejamento e controle de todos os usos da água em nível de bacia hidrográfica. Suas funções eram abastecimento de

água, coleta e tratamento de esgotos, controle da poluição, pesca, controle de enchentes, lazer aquático e regulação ambiental (AMPARO et al, 2000).

No início dos anos 80, as RWAs enfrentavam problemas decorrentes da insuficiência dos fundos arrecadados perante às necessidades crescentes de expansão, melhoria ou manutenção dos sistemas. O princípio era que as RWAs deveriam autofinanciar-se, mas devido às medidas antiinflacionárias do governo central britânico, as empresas não puderam elevar as suas tarifas, prejudicando a arrecadação e, conseqüentemente, os investimentos no setor de saneamento. Sem alternativas, em 1985 o governo britânico resolveu iniciar o processo de privatização do setor de saneamento.

Segundo GLYNN (1992) citado por AMPARO (2000), a privatização proporcionaria melhores condições de acesso das companhias ao mercado de capitais, o que viabilizaria os investimentos (estimados na época em US\$ 40 bilhões em dez anos) necessários à reabilitação da infra-estrutura do setor e ao atendimento dos padrões ambientais estabelecidos pela Comunidade Européia. Acreditava-se ainda que o setor de saneamento tornaria-se mais eficiente com a presença de empreendedores privados, uma vez que estes utilizariam práticas comerciais orientadas pelo mercado.

Inicialmente o governo britânico propôs que as RWAs fossem transformadas em companhias públicas limitadas (PLC). Os ativos das RWAs seriam repassados à iniciativa privada por meio do mercado de capitais e as PLCs iriam desempenhar as mesmas funções, com os mesmos limites geográficos da RWA de origem. Esta proposta foi descartada, uma vez que as responsabilidades de regulação ambiental ficariam nas mãos de empresas privadas. Em 1987 foi modificada a proposta inicial, retirando as responsabilidades de controle ambiental das futuras PLCs.

A definição do valor base das ações de cada RWA, baseou-se em um plano de administração de ativos, que continha informações detalhadas das condições e do valor dos ativos, bem como os investimentos necessários para a recuperação e melhoria no prazo de 10 anos. Em novembro de 1989 foram vendidas as ações das dez RWAs, constituindo-se então em dez companhias privadas de saneamento (PLCs), com a responsabilidade da prestação dos serviços de abastecimento de água, coleta e tratamento de esgotos e, de efetuar os investimentos previstos no plano de administração de ativos.

O custo de privatização para o governo britânico foi elevado, pois o mesmo cancelou todos os débitos das antigas RWAs, cerca de US\$ 12,5 bilhões, e ainda injetou recursos de caixa da ordem de US\$ 3 bilhões nas companhias a serem privatizadas, visando assegurar a atratividade do negócio e a saúde financeira das companhias. Os recursos arrecadados com a venda das companhias foi de US\$ 13,4 bilhões, gerando um déficit de US\$ 2,1 bilhões para o governo.

Modelo de regulação

O modelo de regulação adotado pela Inglaterra e País de Gales, criado pela Lei das Águas de 1989, separa a prestação de serviços de saneamento da sua regulação. A estrutura de regulação adotada é bipartite, separada entre reguladores econômicos e de qualidade.

Regulação econômica

A regulação econômica é exercida por uma agência independente, Office of Water Services (OFWAT), comandado por um diretor-geral nomeado pelo Ministério do Comércio e Indústria e, mantida pelas taxas pagas anualmente pelas companhias. Segundo IPEA (1995) as atribuições do regulador econômico OFWAT são: promover a competição, proteger os consumidores, controlar as tarifas de água, assegurar que as companhias permaneçam financeiramente saudáveis e que conduzam programas viáveis de investimentos, respeitadas as variações e peculiaridades de cada empresa.

A regulação econômica britânica munuiu-se de duas ferramentas inovadoras: o sistema *price caps* (limite de preços) que estabelece o limite máximo das tarifas considerando os custos de longo prazo, estabelecidos a partir das metas de expansão, qualidade dos serviços e em taxa de retorno razoável. Neste sistema, se a companhia é capaz de reduzir os seus custos em níveis inferiores aos esperados, os ganhos de produtividade são considerados lucros adicionais decorrentes da sua eficiência. O sistema *price caps* incentiva a eficiência operacional (redução dos custos).

A outra ferramenta adotada é o sistema de competição comparativa (*yardstick competition*) o qual fixa parâmetros baseados no desempenho médio ou de empresas modelo, fictícias, usadas para a comparação com o desempenho real das empresas. Com esse sistema ficam estabelecidos os níveis esperados de eficiência e de preço. Esta ferramenta é utilizada para balizar o limite dos preços.

Da aplicação das ferramentas supracitadas, o órgão regulador (OFWAT) determina a fixação da tarifa em função de um índice de preços no varejo - RPI (*retail price index*) acrescido de um fator K, que é o fator de investimentos. O valor inicial de K é baseado numa avaliação detalhada dos ativos e operações de cada companhia e na estimativa de suas necessidades de investimentos para os dez anos seguintes (IPEA, 1995).

A regulação econômica britânica possui, além do OFWAT, um órgão denominado *Competition Commission (CC)*, criado em 1999, que tem as seguintes atribuições: controlar os processos de aquisições e fusões de empresas; combater práticas anticompetitivas; revisar os termos dos processos de licenciamento, concessão ou *franchise* de serviços públicos; examinar casos de conflitos entre o regulador e a companhia.

Os consumidores das companhias são representados pelos Comitês Regionais de Usuários, que atuam na mesma área de abrangência das companhias.

Regulação da Qualidade

A regulação da qualidade é desempenhada por duas agências, a Agência de Meio Ambiente (EA) e a Inspetoria da Água Potável (DWI). De forma agrupada, possuem as seguintes funções:

- ? prevenção e controle da poluição ambiental;
- ? gestão dos recursos hídricos, incluindo o gerenciamento da pesca, navegação, recreação e lazer;
- ? monitoramento da qualidade das águas dos rios;
- ? emissão de licenças para captação de água;
- ? controle dos lançamentos das estações de tratamento de esgotos;
- ? controle da drenagem e enchentes;
- ? fazer cumprir as normas da Comunidade Européia sobre qualidade das águas;
- ? monitoramento dos padrões de qualidade produzidos pelas companhias;
- ? avaliar os problemas relacionados com os padrões de potabilidade.

Apesar de atuarem de formas distintas, a regulação da qualidade e a regulação econômica estão intimamente relacionadas, uma vez que o estabelecimento de padrões mais rigorosos de qualidade influenciam os limites das tarifas fixadas, o desempenho e os custos de operação das companhias e, por consequência, as tarifas pagas pelo consumidor.

Reflexões do processo de privatização britânico

A privatização do setor de saneamento na Inglaterra e País de Gales é considerada a mais radical até hoje empreendida, pois o governo britânico vendeu de uma só vez todo o monopólio.

O modelo de regulação adotado buscou evitar interferências políticas no processo regulatório, tanto que foi criado um órgão regulador com autonomia financeira e *status* de agência independente de governo com força para decidir sobre a política e a forma de investimentos.

De 1989 a 1995 houve um aumento significativo das tarifas, cerca de 28% nas contas domésticas (BERG 1997), acarretando sensível elevação da inadimplência que levou ao questionamento, por parte do governo, da capacidade de pagamento dos usuários. Há de considerar que neste período houve vultosos investimentos, calculados em US\$ 27 bilhões, justificando em parte a elevação das tarifas.

A fixação de normas ambientais cada vez mais rigorosas baixadas pela Comunidade Européia implicou em investimentos adicionais não previstos nos planos originais das companhias. A solução adotada pelo órgão regulador foi o repasse automático dos custos para os consumidores, aumentando ainda mais a insatisfação, uma vez que as melhorias ambientais não eram tangíveis aos consumidores. Esses fatos esquentavam as críticas e as reclamações dos consumidores junto ao órgão regulador e o governo britânico.

Na verdade, o diretor-geral do órgão regulador (OFWAT) possui excessivo poder discricionário, o qual resulta, muitas vezes, na adoção de medidas *ad*

hoc por parte do regulador e em ações dissociadas dos objetivos gerais do governo. Assim o governo britânico sugere uma mudança no modelo de regulação, propondo que os órgãos reguladores venham a atuar de acordo com as determinações e leis implementadas pelo governo, principalmente no tocante aos aspectos sociais e ambientais (AMPARO, 2000).

O modelo de regulação adotado na Inglaterra e País de Gales considerou o contexto político e econômico britânico, sendo de difícil extrapolação para outros países sem considerar as diferenças políticas, econômicas, sociais e culturais locais.

Regulação dos serviços de saneamento básico na América Latina

Segundo FLORIS (1998) os serviços de saneamento prestados pelo poder público nos países da América Latina atingiu, na média, níveis abaixo dos aceitáveis. Os dados disponíveis (1988) mostram que 79% e 55% das áreas urbana e rural, respectivamente, possuem acesso à água tratada. Nas áreas urbanas 49% dos esgotos são coletados, e apenas 32% nas áreas rurais. Dados parciais mais recentes indicam que não ocorreu nenhuma melhoria significativa desde a década de 80.

Com o objetivo de ampliar a cobertura e melhorar a eficiência dos serviços de saneamento prestados, os governos dos países da América Latina vêm criando e desenvolvendo programas para modernização do setor, nos quais a privatização tem sido um instrumento muito cotado. No Brasil está em desenvolvimento o Programa de Modernização do Setor de Saneamento (PMSS), financiado com recursos provenientes do Banco Mundial e do Governo Japonês. O objetivo do PMSS é a promoção da melhoria da eficiência dos prestadores públicos de serviços e a ampliação da participação do setor privado, para aumentar a capacidade de investimentos do setor visando a universalização dos serviços de água e esgotos com qualidade e eficiência. Como um dos resultados desses programas, identificou-se a necessidade de criação de uma estrutura de regulação para o setor, principalmente para atrair os investidores privados.

As empresas de saneamento (água e esgoto), independente de serem públicas ou privadas, precisam ser supervisionadas por uma agência reguladora para assegurar transparência e credibilidade dos serviços prestados. A América Latina não tem tradição de entes reguladores autônomos, mas recentemente essas entidades estão sendo criadas para fiscalizar e regular as empresas de saneamento públicas e privadas (FLORIS, 1998). Atualmente está havendo uma corrida por parte dos governos de diversos países da América Latina para criação e/ou reestruturação de arranjos legais e institucionais para o setor.

A seguir são apresentadas experiências relativas à regulação e privatização dos serviços de saneamento básico no Chile, Argentina e Panamá.

Chile

Os serviços de água e esgotos, até 1989, eram de responsabilidade do órgão público denominado Serviço Nacional de Obras Sanitárias, que possuía funções normativas e operacionais. O referido órgão era constituído por 11 empresas regionais, uma em cada região administrativa do país, e por 2 empresas autônomas estatais que atendiam a região metropolitana de Santiago e a região de Valparaíso (Emos e Esva, respectivamente).

A forma de organização até então adotada, possibilitou um crescimento significativo do setor, principalmente no aspecto de cobertura dos serviços. Entretanto, as potencialidades da organização estavam se esgotando devido à limitação imposta pela própria estrutura, na qual as funções de regulação, fiscalização e execução estavam reunidas.

Assim, as autoridades chilenas consideraram necessário redefinir o papel do governo no setor de saneamento, de forma a retirar do mesmo a função de provisão dos serviços, permanecendo apenas o papel de subsidiário. Partindo dessa premissa, foi promulgada pelo presidente da República e publicada em 21/06/89 a Lei Geral dos Serviços de Saneamento (DFL MOP n.º 382/88, modificada pela Lei n.º 19.549 de 04/02/98) que constitui o marco regulatório do setor. A referida lei é de abrangência nacional, aplicável a todos prestadores de serviços de saneamento, independentes de serem públicos ou privados, e dispõe sobre as seguintes matérias:

- ? regime de exploração dos serviços destinados à produção e distribuição de água potável, coleta e tratamento dos esgotos;
- ? regime de concessão para estabelecimento, construção e exploração dos serviços de saneamento;
- ? fiscalização do cumprimento das normas relativas à prestação dos serviços de saneamento;
- ? relacionamento das concessionárias dos serviços de saneamento com o estado e com os usuários.

A partir do marco regulatório a prestação dos serviços de saneamento é feita mediante concessão, por prazo indeterminado, outorgada a sociedades anônimas, regidas por normas de sociedade anônima de capital aberto.

As 13 empresas estatais prestadoras dos serviços de saneamento, responsáveis ao atendimento de mais de 90% da população, foram transformadas mediante as Leis 18.777/89 e 18.885/90, modificadas em 4/2/98 pela Lei n.º 19.549, em sociedades anônimas de propriedade do Tesouro Geral da República e da Corporação de Fomento da Produção. Com isto o governo ficou autorizado a desenvolver atividades empresariais na área de saneamento (água e esgoto).

No caso de privatização das empresas de saneamento, o governo chileno tem a intenção de permanecer com, pelo menos, 35% das ações, de modo que ele possa ter direito de veto nas principais decisões. Se a participação do governo for reduzida, em função da falta de recursos para o aumento de capital, mas superior a 10% das ações, ele ainda terá direito de voto durante 10 anos a

contar da data que, pela primeira vez, teve sua participação acionária inferior a 35%.

O ente regulador e fiscalizador dos serviços de saneamento básico é a Superintendência de Serviços Sanitários (Siss), criada pela Lei 18.902 de 27/1/90 e modificada pela Lei n.º 19.549 de 04/02/98. A Siss é uma entidade autônoma, funcionalmente descentralizada, com personalidade jurídica e patrimônio próprio, sujeito à supervisão da Presidência da República por meio do Ministério de Obras Públicas. As principais atribuições da Siss são:

- ? estudar, propor e fiscalizar o cumprimento das normas técnicas pelas empresas de saneamento;
- ? aplicar e supervisionar os regulamentos de fixação de tarifas;
- ? gerenciar o sistema de concessão dos serviços de saneamento;
- ? interpretar toda a legislação setorial.

Os critérios e os procedimentos para fixação das tarifas dos serviços de saneamento são estabelecidos pela Lei de Tarifas de Serviços Sanitários (DFL MOP n.º 70/88, modificada pela Lei n.º 19.549 de 04/02/98). O objetivo da referida lei é assegurar um nível de rentabilidade adequado, compatibilizado com os objetivos de eficiência, equidade e autofinanciamento. O mecanismo de cálculo das tarifas baseia-se num sistema de empresas modelo que reflete os custos marginais da prestação dos serviços, englobando todos os custos de exploração, manutenção e ampliação de uma empresa eficiente, além de um rendimento mínimo pré-determinado. As tarifas são calculadas considerando-se o valor de reposição das instalações existentes, os níveis de serviços previstos e um programa de investimento a longo prazo. As tarifas são fixadas, em termos reais, por períodos quinquenais e se ajustam, em termos nominais, cada vez que a inflação supera um valor determinado (ECLAC, 1998c).

Existe também a Lei de Subsídio das Tarifas (Lei 18.778/89), que estabelece subsídio direto dos serviços para a população de baixa renda. Os subsídios são pagos diretamente às empresas de saneamento pelos municípios.

De forma geral, após a reestruturação do setor e, principalmente, devido à implementação da estrutura de regulação, as empresas de saneamento tornaram-se bem gerenciadas e a qualidade dos serviços prestados atingiu níveis superiores a de qualquer outro país da América Latina. Os índices de cobertura para as áreas urbanas atingiram 99% e 90% para água tratada e coleta de esgotos, respectivamente, e cerca de 14% dos esgotos tratados (ECLAC, 1999c). As reformas foram satisfatórias de tal forma que o governo chileno postergou a privatização do setor em quase uma década.

Considerando a necessidade de investimentos em tratamento de esgotos, e a existência dos regulamentos do setor e dos aspectos legais e financeiros de cada empresa o governo chileno resolveu atrair recursos do setor privado. Em dezembro de 1998 foram vendidas 35% das ações da Esval S.A. para o Consórcio Aguas Puerto (constituído pelas empresas: a chilena Enersis (72%) e a inglesa Anglian Water (28%)). Em junho de 1999 foram vendidas, por meio de licitação pública, 51,2% das ações da Emos S.A para o consórcio formado

pelo Grupo Agbar (Águas de Barcelona e Lyonnaise des Eaux). Constata-se então que as duas maiores empresas de saneamento do Chile estão sendo operadas por firmas estrangeiras, uma vez que a Enersis foi incorporada à espanhola Endesa.

Argentina

A responsabilidade da prestação dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, até 1980, era do governo federal. A partir de então, o governo descentralizou os serviços às províncias (divisão política equivalente a de estado brasileiro), com exceção da região da Grande Buenos Aires, constituída pela capital federal (Buenos Aires) e mais 13 municípios da província de Buenos Aires, que continuou a cargo da Obras Sanitarias de la Nación (OSN). A descentralização foi abrupta e, em alguns casos, traumática (ECLAC, 1998b). Desde aquela época, com raras exceções, os investimentos no setor têm sido reduzidos e a operação dos serviços ineficiente, criando assim um ambiente propício para a participação privada.

Em 1989 o governo argentino iniciou profundas reformas na área econômica, as quais foram acompanhadas por um dos maiores programas de privatização da América Latina. Considerando a onda de privatização, a necessidade de ampliação dos serviços de água e esgoto e de aumento da eficiência e, por último, a falta de recursos financeiros, foram repassadas à iniciativa privada, por meio de uma concessão de 30 anos, os serviços de saneamento básico da Grande Buenos Aires. Os índices de cobertura de água e esgoto na ocasião eram 55 e 49%, respectivamente.

O tempo decorrido entre a preparação da documentação da licitação e a assinatura do contrato foi de 2 anos e teve um custo de cerca de US\$ 4 milhões. O principal problema encontrado foi a má qualidade dos dados comerciais e operacionais. Segundo LEE (1997) as receitas não podiam ser auditadas, os dados históricos disponíveis de água captada, perdas dos sistemas e de água consumida eram escassos, bem como o conhecimento das condições das instalações existentes e dos requisitos de melhoria e ampliação dos sistemas. O governo contratou consultoria externa para elaboração da documentação básica necessária, promoção da concessão e identificação dos possíveis investidores.

Para atrair os investidores, foram coletados dados históricos demonstrando a disposição a pagar dos usuários (80% das contas emitidas eram pagas), e ainda autorizava o futuro operador dos serviços a desconectar os usuários inadimplentes.

Representantes dos trabalhadores do sistema da Grande Buenos Aires foram também envolvidos no processo de preparação da concessão e, após a privatização, cerca de 45% dos funcionários foram dispensados e os remanescentes obtiveram melhorias das condições de trabalho junto ao concessionário.

O processo de licitação da concessão foi desenvolvido em três fases:

1. Pré-qualificação: os concorrentes demonstraram a experiência técnica e a capacidade financeira.
2. Técnica: o governo estabeleceu as metas de cobertura e de qualidade dos serviços, os concorrentes apresentaram soluções técnicas para atingir as metas, bem como um plano de investimentos para reabilitação e expansão dos sistemas físicos.
3. Financeira: o critério de seleção foi a tarifa. Os concorrentes apresentaram a tarifa expressa em termos de porcentagem da tarifa base. A tarifa base era de US\$ 0,40 por m³, na qual estavam embutidos os custos de operação e manutenção dos sistemas. Assumiu-se que os operadores privados seriam capazes de oferecer os serviços a uma tarifa inferior à base.

Dos cinco concorrentes, o vencedor foi o consórcio Águas Argentinas, liderado pela francesa Lyonnaise des Eaux, que se propôs a operar os serviços com uma tarifa residencial 27% mais barata, além de financiar e executar investimentos, da ordem de US\$ 4 bilhões, necessários a atingir as metas contratuais. Águas Argentinas começou a operar em maio de 1993.

Para a administração do contrato de concessão da Águas Argentinas foi criado o Ente Tripartite de Obras e Serviços Sanitários (Etoss), que é um organismo regulador autônomo com representantes do governo federal, provincial e municipal (da área de concessão). As atribuições do Etoss são: regular a prestação dos serviços, controlar sua qualidade, proteger os interesses dos consumidores, aprovar e supervisionar os planos de expansão e os investimentos de acordo com o contrato de concessão, vigiar o cumprimento das cláusulas contratuais (ECLAC, 1998b). O custeio do Etoss é coberto pela taxa anual arrecadada junto às companhias reguladas (FLORIS, 1998).

O contrato de concessão estipula as condições para a composição das tarifas, especificamente são usados 14 componentes de custo operacional para calcular o índice de custo, com o qual a tarifa pode ser ajustada. A cada 5 anos o Etoss ajusta o índice, visando a consideração dos novos investimentos e seus efeitos nos custos operacionais (LEE, 1997).

Águas Argentinas vem enfrentando problemas na sua gestão, LOBINA e HALF (1999) cita que a empresa não consegue receber as tarifas da população de baixa renda referente à expansão da rede de coleta de esgotos, acarretando uma perda de US\$ 60 milhões. A Companhia vem praticando o subsídio cruzado, pela cobrança extra, a todos os clientes, de 2 a 4 dólares a cada 2 meses, para cobrir os custos da conexão social. Os consumidores têm contestado a legalidade desses subsídios.

O ente regulador Etoss fez pesadas críticas, em março de 1999, à Companhia Águas Argentinas. Argumenta que a Companhia não cumpriu as principais metas da privatização, relativas à elevação dos padrões de qualidade e expansão do sistema. Atribuiu-se os problemas e falhas ocorridas ao processo

de licitação, que foi praticamente uma resposta emergencial para a crise que a empresa estatal atravessava. Não houve tempo para a discussão de pontos importantes da política sanitária e ambiental. Foi dada muita atenção no propósito de redução das tarifas (após o primeiro ano da concessão, o operador solicitou a renegociação do contrato para aumentar as tarifas).

Panamá

A prestação dos serviços de saneamento básico (água e esgoto) para as áreas urbanas do Panamá são de responsabilidade do Instituto de Acuedutos e Alcantarillados Nacionales (Idaan), que é um monopólio estatal. Os níveis de cobertura atingem quase 100% para água em áreas urbanas, 66% em zonas rurais e 84% dos domicílios possuem coleta de esgotos (ECLAC, 1998a).

O Governo do Panamá vem incentivando a participação privada nos setores de infra-estrutura. Para acompanhar o programa de privatização e supervisionar a venda dos bens governamentais foi criada uma unidade gerenciadora para o processo de privatização - Proprivat, vinculada ao Ministério da Fazenda.

Mediante a Lei n.º 26 de 29/1/1996, modificada pela Lei n.º 24 de 30/6/1999, foi criada a entidade Ente Regulador dos Serviços Públicos, de abrangência nacional e caráter multissetorial com as funções de regulação, controle e fiscalização dos serviços públicos (saneamento básico, telecomunicações, eletricidade, distribuição de gás natural, rádio e televisão). O Ente Regulador é uma entidade autônoma do governo, com personalidade jurídica e patrimônio próprio, com fundos separados e independentes do governo central. Para o custeio do Ente Regulador, foi criada a taxa de controle, vigilância e fiscalização dos serviços públicos. O montante da taxa aplicada a cada serviço público é fixada anualmente pelo Ente Regulador, que guardará absoluta relação com os custos de cumprir suas funções racional e eficientemente. A referida taxa não pode exceder a 1% do faturamento bruto dos respectivos setores no ano imediatamente anterior, e não poderá ser repassada aos usuários na tarifa.

Em 7/1/1997 foi promulgado o marco regulatório e institucional para a prestação dos serviços de saneamento (Lei n.º 2), com o intuito de promover os referidos serviços para toda a população do país de forma contínua, com boa qualidade e a preços módicos, utilizando de forma sustentável os recursos naturais e protegendo o meio ambiente. Os objetivos principais do marco regulatório são:

- ? separar a função de definição de políticas e planejamento do setor, da função de regulação, fiscalização e controle dos serviços e da função de prestação dos serviços;
- ? dotar o setor de uma estrutura institucional transparente, eficaz e eficiente, de forma a cumprir as metas específicas dos setor;
- ? fortalecer o processo de elaboração de normas que permitam alcançar níveis adequados de qualidade e eficiência da prestação dos serviços;

- ? estabelecer os princípios do regime tarifário e de subsídios;
- ? proteger os direitos, obrigações e atribuições dos clientes, prestadores e do governo;
- ? assegurar a operação apropriada e a manutenção adequada dos sistemas e instalações existentes, promover a universalização dos serviços;
- ? promover a participação do setor privado na prestação dos serviços.

O Ente Regulador aprova e fiscaliza o regime tarifário baseando-se em indicadores de gestão aceitáveis, para o cálculo de tarifas eficientes, e no desempenho de "empresas modelo", bem como no acordado no contrato de prestação de serviços.

O montante arrecadado com as tarifas, deve permitir ao prestador, quando este trabalha eficientemente, obter recursos suficientes para satisfazer os custos de operação, manutenção e expansão dos serviços prestados, amortizar a dívida relacionada com os mesmos e garantir uma margem de lucro razoável.

Com relação à participação privada, o marco regulatório prevê diversas modalidades (contratos de serviços de curto prazo, contratos de gestão, contratos de concessão, *BOT-build, operation e transfer*, *BOO-build, operation, owned*, venda de ações, etc.), sempre por processo de livre concorrência. Caso se opte pela participação privada por meio de venda de ações, será vendido um bloco igual ou superior a 51% das ações. Os recursos arrecadados com a venda das ações poderão ser utilizados para a capitalização e/ou financiamento da sociedade anônima criada, com a finalidade de financiar o programa de desenvolvimento e de investimentos requerido para a prestação dos serviços. Serão reservadas 2% das ações em favor dos empregados e o restante será vendido em bolsa de valores com o limite máximo de 5% por comprador.

O presidente do Panamá, eleito em maio de 1999, suspendeu o processo de privatização do Idaan, devido às pressões dos trabalhadores do setor e da população, que temia aumento das tarifas. Apesar disso, o Ente Regulador tem exercido suas funções de fiscalização e exigindo do Idaan um desempenho satisfatório, fato que tem agradado os usuários.

Conclusões

No final da década de 80 e início dos anos 90, expandiu-se a participação privada nos serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário na Inglaterra e na América Latina, visando minorar as dificuldades do poder público de investir no setor e aumentar a eficiência dos serviços prestados.

O estabelecimento de um marco regulatório para o setor é o primeiro passo a ser dado pelo governo para salvaguardar os interesses do poder concedente e dos usuários, com conseqüente atração dos investidores privados. Portanto, a

regulação não é fator indutor da privatização, e sim a procura por melhoria da qualidade dos serviços e a transparência social, independente do sistema ser público ou privado.

A estrutura regulatória deve prever obrigatoriamente a figura de um ente regulador com independência decisória e isento de qualquer interferência política, para gerenciar os contratos e solucionar conflitos. A participação do poder público nos serviços de saneamento não é excluída quando da privatização, ela é de suma importância no processo de regulação e fiscalização.

O exemplo do Chile demonstra que, independente dos serviços serem prestados por entes públicos ou privados, a regulação tende a elevar os níveis de desempenho das companhias sem, contudo, prejudicar os usuários.

Com a regulação dos serviços de saneamento, espera-se que o setor seja auto-sustentado, ou seja, a exploração econômica dos serviços deve gerar os recursos necessários para a operação, manutenção e ampliação da cobertura, respeitando critérios de qualidade, bem como a remuneração do prestador dos serviços. Pelo exposto, é de suma importância o equilíbrio tarifário como instrumento de proteção dos usuários, proporcionando a modicidade das tarifas, e do prestador dos serviços, quando este trabalha com eficiência, assegurando a estabilidade econômica-financeira do contrato.

Considerando que a prestação dos serviços de saneamento é um monopólio natural, a simulação de um mercado competitivo, por meio dos conceitos de "empresa modelo" e comparação de desempenho (*yardstick competition*) são ferramentas úteis para estimular a elevação da eficiência e, conseqüentemente, reduzir os custos.

No Brasil, a participação privada no setor de saneamento ainda é incipiente, dentre outras causas, devido à ausência de uma estrutura regulatória e a indefinição da titularidade dos serviços em regiões metropolitanas, aglomerações urbanas e microrregiões. Os serviços privatizados pertencem a municípios onde não existiam dúvidas quanto à titularidade. **Essa situação deve alterar quando da aprovação do projeto de lei que institui diretrizes nacionais para o saneamento básico e, conseqüentemente, com a definição da titularidade dos serviços.**

Algumas companhias de saneamento brasileiras apresentam níveis de eficiência e competitividade satisfatórios, com capacidade de se adequarem à regulação sem grandes esforços, mas é indispensável que participem do processo e iniciem, desde já, os ajustes necessários.

A experiência do Panamá demonstra que a criação de um arcabouço legal e institucional não é suficiente para levar a cabo um processo de privatização.

1. ABICALIL, Marcos T. *Arranjos institucionais e marco regulatório para o setor de saneamento*. In: Seminário "A Regulação dos Serviços de Saneamento. O caminho brasileiro e a experiência internacional". ABES-BH. Belo Horizonte, nov/1996.
2. AMPARO, P.P.; CALMON, K. M. N. *A Experiência Britânica de Privatização do Setor de Saneamento*. Texto para Discussão N.º 701. IPEA, jan/2000.
3. BERG, Caroline. *Water privatization and regulation in England and Wales*. Public Policy for the Private Sector. World Bank, Washington, note115, mai/1997.
4. BORSOI, Z.M.F. *Fotografia da participação privada no setor de saneamento*. Informe Infra-Estrutura, BNDES. Rio de Janeiro, out/1999.
5. BRASIL. *Lei N.º 8.987, de 13 de fevereiro de 1995. Dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação dos serviços públicos previsto no art. 175 da Constituição, e dá outras providências*.
6. CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). *Servicios públicos y regulación. Consecuencias legales de las fallas de mercado*. Santiago, Chile, set/1999.
7. CHILE. *D.F.L. MOP N.º 70. Ley de las tarifas, cobros y aportes financieros reembolsables*. Diario Oficial, Santiago, 30 mar 1988.
8. CHILE. *D.F.L. MOP N.º 382. Ley general de servicios sanitarios*. Diario Oficial, Santiago, 21 jun 1989.
9. CHILE. *Ley N.º 18.902. Ley de la Superintendencia de Servicios Sanitarios*. Diario Oficial, Santiago, 27 jan 1990.
10. CHILE. *Ley N.º 18.777. Autoriza al Estado desarrollar actividades empresariales de agua potable y alcantarillado y dispone la constitucion de sociedades anonimas para tal efecto*. Diario Oficial, Santiago, 2 fev 1989.
11. CHILE. *Ley N.º 18.885. Autoriza al Estado desarrollar actividades empresariales de agua potable y alcantarillado y dispone la constitucion de sociedades anonimas para tal efecto*. Diario Oficial, Santiago, 12 jan 1990.
12. DARDENNE, Bertrand. *Regulação e concessão na França*. In: Seminário "A Regulação dos Serviços de Saneamento. O caminho brasileiro e a experiência internacional". ABES-BH. Belo Horizonte, nov/1996.
13. ECLAC (Economic Commission for Latin America and the Caribbean). *Progresos realizados en la privatización de los servicios públicos relacionados con el agua: reseña por países de México, América Central y el Caribe*. LC/R. 1697. Chile, feb/1998a.
14. ECLAC (Economic Commission for Latin America and the Caribbean). *Progresos realizados en la privatización de los servicios públicos relacionados con el agua: reseña por países de Sudamérica*. LC/R. 1697/Add. 1. Santiago, Chile, jun/1998b.
15. ECLAC (Economic Commission for Latin America and the Caribbean). *Report on the Second Workshop on Private Participation in Water Supply and Sanitation Utilities in the Americas*. LC/R. 1868. Santiago, Chile, nov/1998c.
16. FIGUEIREDO, P.H.P. *Uma contribuição para o conceito de regulação do serviço público no Brasil*. Revista Marco Regulatório. AGERGS vol. 1, ano 1, Porto Alegre, 1999.
17. FLORIS, Vinio. *Water and sanitation services and privatisation in Latin America*. In: Second Workshop on Private Participation in Water Supply and Sanitation Utilities in the Americas. San José, Costa Rica, feb/1998.
18. GUREVICH, Eduardo. *Marco Regulatório para o Setor de Saneamento Básico no Brasil*. ABCON, 1999.
19. IPEA - Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas. *Regulação da prestação de serviços de saneamento. Análise comparada da legislação internacional*. Brasília, 1995.
20. LEE, Terence R; JOURAVLEV A. *Private participation in the provision of water services. Alternative means for private participation in the provision of water services*. United Nations, Chile, 1997.
21. LEE, Terence R. *The state of private provision of water-related services in Latin America*. In: Second Workshop on Private Participation in Water Supply and Sanitation Utilities in the Americas. San José, Costa Rica, feb/1998.
22. LOBINA, E., HALL D. *Public sector alternatives to water supply and sewerage privatisation: Case studies*. PSIRU Industry Studies, aug/1999.
23. PANAMA. *Decreto Ley N.º 2. Marco regulatorio e institucional para la prestacion de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario*. Gaceta Oficial, 11 enero de 1997.
24. PARLATORE, Antônio Carlos. *As propostas dos municípios para a regulação dos serviços de saneamento*. In: Seminário "A Regulação dos Serviços de Saneamento. O caminho brasileiro e a experiência internacional". ABES-BH. Belo Horizonte, nov/1996.
25. PEREIRA, Dilma Seli Pena (et al.). *Instrumentos para a regulação e o controle da prestação dos serviços de saneamento*. Série Modernização do Setor de Saneamento, IPEA. Brasília, 1998.
26. VILELA, Guilherme S. *Marco Regulatório - Introdução*. Revista Marco Regulatório. AGERGS vol. 1, ano 1, Porto Alegre, 1999.

Luciana Vaz do Nascimento,

engenheira química, especialista em Engenharia Sanitária e Ambiental. Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, especialista em Instrumentos Jurídicos, Econômicos e Institucionais para o Gerenciamento de Recursos Hídricos,

coordenadora de Projetos da Montgomery Watson Brasil Ltda

Cláudio Marcio Queiroz

engenheiro agrimensor, especialista em Planejamento Urbano e Ambiental pela Universidade Católica de Goiás, especialista em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal de Minas Gerais, gerente comercial da Topocart Topografia S/C, Brasília/DF.

PROPOSTA DE UM SISTEMA ALTERNATIVO DE COLETA SELETIVA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES EXECUTADA POR CATADORES NA CIDADE DE CIANORTE-PR

Resumo

No Brasil um dos grandes desafios para enfrentar o problema dos resíduos sólidos está no campo da gestão. É vigente a definição de uma política para o setor, envolvendo os três níveis de governo (Federal, Estadual e Municipal), considerando questões ambientais, tecnológicas, sociais e econômicas. O compromisso com a gestão dos resíduos deve envolver setores públicos, iniciativa privada e segmentos organizados da sociedade civil. O crescimento populacional na última metade deste século, acompanhado dos rápidos avanços tecnológicos, produziu o intenso consumo do chamado capital natural, estabelecendo um cenário de rompimento do equilíbrio de diversos ecossistemas. Este trabalho propõe um fluxograma básico de gerenciamento de resíduos sólidos domiciliares, por meio da coleta seletiva a ser executada por catadores para a cidade de Cianorte-PR. Em conclusão, propõem-se a continuidade dos estudos por meio do levantamento detalhado dos benefícios ambientais e sociais decorrentes da coleta seletiva.

Abstract

In Brazil, one of the major challenges to overcome the solid waste problem lies in the area of management. Currently, a policy for the sector is being defined, involving the three government levels (federal, state, and local), considering environmental, technological, social, and economic issues. The commitment with waste management should involve both the public and private sectors, as well as organized segments of the civil society. Demographic growth in the second half of this past century, followed by the fast moving technologic advnces, has produced intense consuption of the so called natural capital, disrupting the balance of several ecosystems. This paper proposes a basic flow chart for managing household solid waste through selective waste collection to be carried out by waste collectors in Cianorte, state of Paraná. In conclusion, studies should continue, by means of a detailed survey of the envinmental and social benefits resulting from selective waste collection.

Introdução

A maioria dos municípios brasileiros dispõe seus resíduos sólidos domiciliares sem nenhum controle, uma prática de graves conseqüências: contaminação do ar, do solo, das águas superficiais e subterrâneas, criação de focos de organismos patogênicos, vetores de transmissão de doenças, com sérios impactos na saúde pública. O quadro vem se agravando com a presença de resíduos industriais e de serviços de saúde em muitos depósitos de resíduos domiciliares, e, não raramente, com pontos de descargas clandestinas.

Nota-se que, na maioria dos municípios, o circuito dos resíduos sólidos apresenta características muito semelhantes, da geração à disposição final, envolvendo apenas as atividades de coleta regular, transporte e descarga final, em locais quase sempre selecionados pela disponibilidade de áreas e pela distância em relação ao centro urbano e às vias de acesso, ocorrendo a céu aberto, em valas, etc.

Em raras situações, este circuito inclui procedimentos diferenciados: coleta seletiva, processos de compostagem, etc, e mesmo assim, freqüentemente esses processos são mal planejados, o que dificulta a operação e torna-os inviáveis em curtíssimo prazo.

O manejo inadequado de resíduos sólidos de qualquer origem gera desperdícios, contribui de forma importante à manutenção das desigualdades sociais, constitui ameaça constante à saúde pública e agrava a degradação ambiental, comprometendo a qualidade de vida das populações, especialmente nos centros urbanos de médio e grande portes.

Em raras situações há de fato o tratamento dos resíduos sólidos, que em geral são apenas depositados em "lixões".

É somente criando uma política em que se definam claramente diretrizes, arranjos institucionais e recursos a serem aplicados, enfim, explicitando e sistematizando a articulação entre instrumentos legais e financeiros é que se poderá garantir de fato a constância e a eficácia nesse campo.

Nos níveis de ação do governo são necessárias as maiores mudanças: é preciso fomentar integrando, abarcando as relações entre questões ambientais, urbanísticas, tecnológicas, políticas, sociais e econômicas.

A garantia de promoções continuadas no setor dos resíduos sólidos só ocorrerá com a existência de uma política de gestão e o compromisso de instituições sociais solidamente firmadas para mantê-la. A participação da sociedade civil é componente indispensável para isso.

A maior parte dos municípios brasileiros são de pequeno porte, segundo IBGE (1991), e 95% possuem população urbana inferior ou igual a 75.000 mil habitantes.

No Estado do Paraná, nos últimos anos tem crescido o número de novos municípios, cujas sedes passam a ter uma nova estrutura, caracteristicamente urbana, onde a instalação de estabelecimentos públicos e edifícios, residências, tendem a aumentar. Os locais para disposição final dos resíduos sólidos urbanos passam a ser de difícil aquisição, e quando se obtém características deixam a desejar, segundo parâmetros técnicos e legais, impostos pela legislação ambiental vigente.

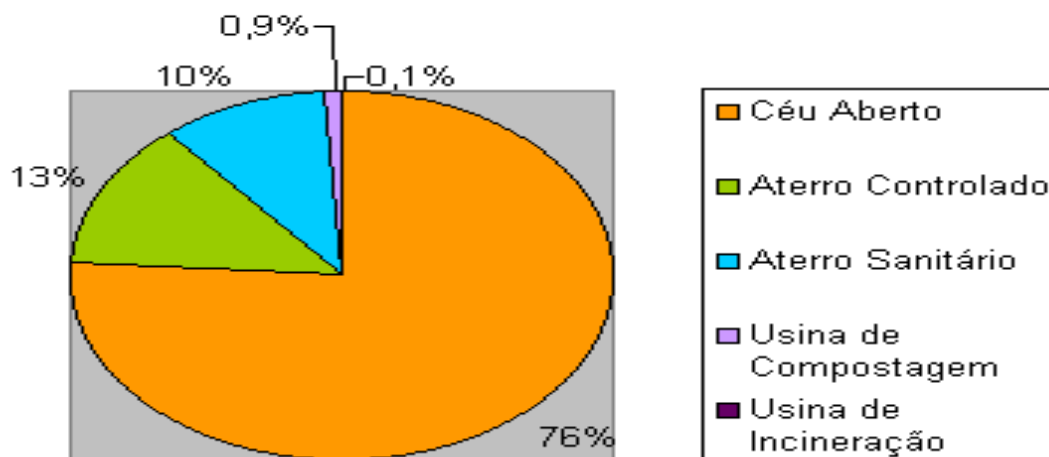
Para adotar medidas que contribuem ao correto tratamento dos resíduos sólidos faz-se necessário que sejam gerenciados de forma integrada (qualidade total nos serviços).

Para que isso ocorra é necessário o conhecimento das características quantitativas e qualitativas.

A presente pesquisa traz uma proposta de trabalho a ser desenvolvida na cidade de Cianorte, Noroeste do Paraná, para avaliar o sistema de limpeza urbana, fornecendo dados que possibilitem a busca de um gerenciamento apropriado.

No Brasil, segundo IPT (1995), diariamente são produzidas 241.614 toneladas de lixo, mostrando que o crescimento populacional e o grau de urbanização não foi acompanhado de medidas coerentes para dar ao lixo o correto tratamento. Acrescenta que 76% do lixo gerado é disposto a céu aberto, apenas 24% recebe tratamento adequado, conforme se verifica no gráfico 1.

Gráfico 1 - Destino do lixo coletado no Brasil



Fonte IBGE (1991), apud IPT (1995).

Objetivo

Implantar um sistema alternativo de coleta seletiva de resíduos sólidos domiciliares, executada por catadores em todo perímetro urbano na cidade de Cianorte-Paraná.

Objetivo Específico

- ? Levantar dados da comunidade envolvida, mediante a aplicação de formulários, sobre a implantação da coleta seletiva na cidade;
- ? Estudar a viabilidade técnica sob o ponto de vista de implantação da coleta executada por catadores;
- ? Intercalar com o transporte, a colocação no mercado dos materiais recicláveis, como papéis, plásticos, metais e vidros;
- ? Levantar a quantidade de residências capazes de gerar recicláveis para manter o salário de um catador.

Revisão bibliográfica

A revisão bibliográfica aborda os conceitos, formas e modelos de gerenciamento, metodologias para coleta e transporte, e para amostragem e levantamento das características dos resíduos domiciliares.

Conceito

FERREIRA (1975) define o termo "resíduo" (do latim *residum*): "Substantivo masculino: aquilo que resta de qualquer substância; resto, "Rubião", calado, recompunha mentalmente o almoço, prato a prato; via com gosto os copos e seus resíduos de vinho, as migalhas esparsas".

O autor define também a palavra "lixo" como: "Aquilo que se varre da casa, do jardim, da rua e se joga fora; entulho; por extenso tudo que não se presta e se joga fora; sujidade, sujeira, imundície; coisa ou coisas inúteis, velhas, sem valor..." "os resíduos sólidos que se descartam, que não têm mais utilidades são denominados "lixo".

Coleta Regular

Para o IPT (1995, p. 44), a coleta é uma ação visível que impede o desenvolvimento de vetores que encontram alimento no lixo. Este serviço envolve os cidadãos, que devem acondicionar o lixo adequadamente e apresentá-los em dias, horários e locais pré-estabelecidos.

O IPT (1995) enfatiza a importância de todo cidadão ser servido pela coleta e sua regularidade. Coloca também o que a norma brasileira NBR 12980, define sobre a coleta, varrição e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos.

Coleta Seletiva

A coleta seletiva procura enfocar outro nível de pensamento e conceito em relação aos resíduos sólidos, que tendem a deixar de ser uma coisa indesejável, nojenta, e passam a ser um reflexo da situação e consciência de quem os produz. É, sem dúvida, um dos sistemas mais adequados de gerenciamento do lixo domiciliar.

Segundo LAFAY (1997), tal sistema, também chamado de coleta segregativa, é um processo pela qual os resíduos sólidos são recolhidos separadamente, a princípio em dois tipos: o orgânico (resíduo molhado ou compostável) e o inorgânico (resíduo seco).

Metodologia

Para a caracterização física dos resíduos sólidos urbanos, a opção da pesquisa foi fazer coleta exclusiva, recebendo-se o lixo in natura, ou seja sem prévia separação, por parte do serviço público ou dos catadores. Foram levantados os dados conforme diagrama e a pesquisa realizou-se no bairro piloto, zona 03 Vila Operária, do tipo descritiva e exploratória, no período de 2 a 12.5.2000.

A população amostrada foi de 1,9% da população total de 44.148 habitantes. Os materiais e equipamentos necessários foram: caminhão, veículo utilitário, balanças, computador, lona plástica, sacos plásticos, facão, enxadão, tambores 200 litros.

A triagem em 12 tipos de material de lixo e a pesagem foram realizadas no lixão da cidade.

inserir foto

No lixão de Cianorte foi feita a triagem e pesagem do material.



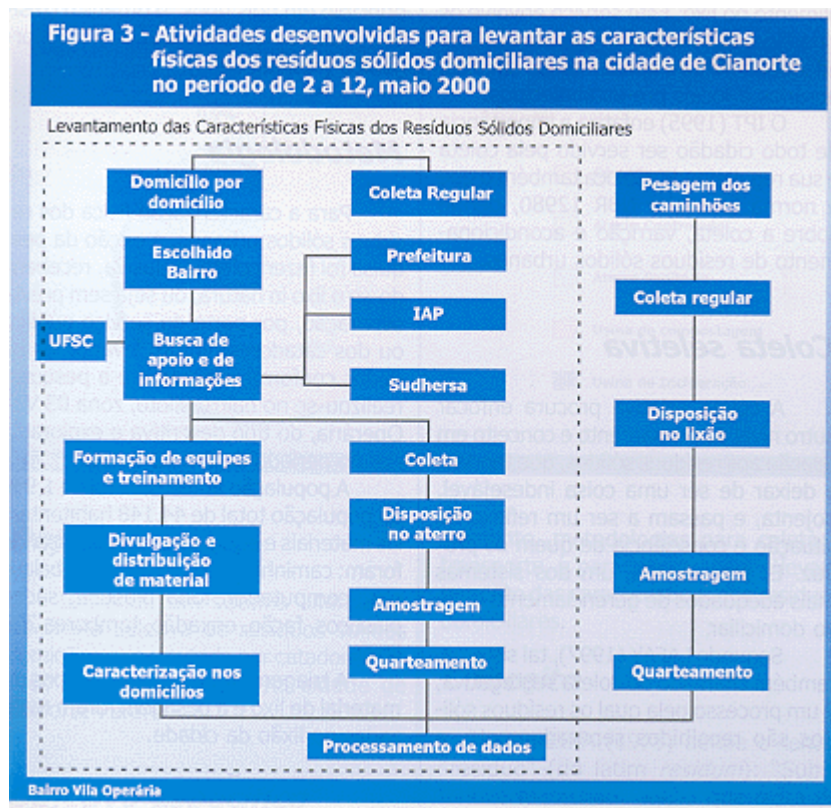
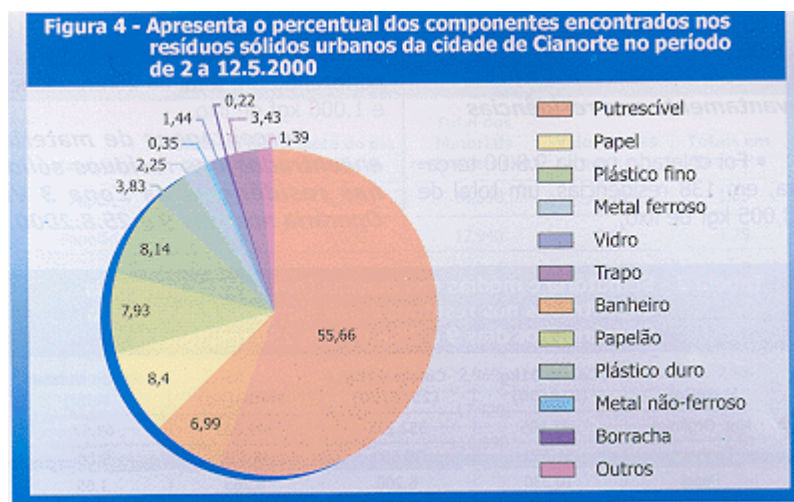


Tabela 1 - Componentes dos Resíduos Sólidos Urbanos (Universo de Pesquisa 1,9% - População Total da Cidade)

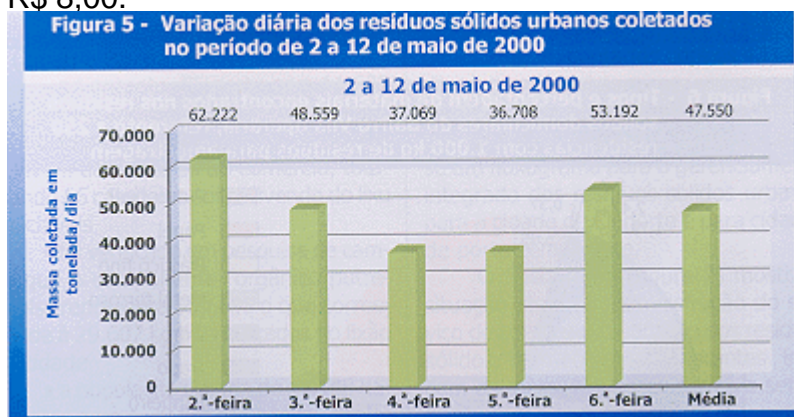
Material	Massa (Kg)	% (em peso)
Putrescíveis	556,6	55,66
Banheiro	69,6	6,96
Papel	84,0	8,40
Papelão	79,3	7,93
Plástico filme	81,4	8,14
Plástico duro	38,3	3,83
Metal ferroso	22,5	2,25
Metal não-ferroso	3,5	0,35
Vidro	14,4	1,44
Borracha	2,2	0,22
Trapo	34,3	3,43
Outros	13,9	1,39
Total	1.000	100,0



Dados Complementares Referentes à Pesquisa

O resultado de amostragem dos dias 8 a 12.5.2000 (segunda-feira a sexta-feira), é apresentado na tabela 2.

- ? São produzidos em média 47 toneladas de lixo/dia, sendo 32,34% de materiais recicláveis;
- ? A coleta de segunda-feira tem seu valor maior em tonelada, porque acumula lixo da parte do sábado e domingo;
- ? Há uma redução sensível nas quartas-feiras e quintas-feiras;
- ? A terça-feira é o dia da semana mais representativo se aproximando da média de 47.550 toneladas de lixo/dia;
- ? São geradas 17 toneladas/dia de material reciclável;
- ? Cinco toneladas seguem para o lixão sem reaproveitamento;
- ? Existem 43 catadores que coletam no comércio, num percentual de 20,66% do lixo da cidade, e comercializam seus produtos aos ferros velhos nos seguintes preços:
- ? Papel, papelão, plástico R\$ 0,10.
- ? Vidro, metal ferroso R\$ 0,03.
- ? Metal não ferroso R\$ 1,00.
- ? A coleta de um catador varia de 40 a 80 kg, equivalendo entre R\$ 4,00 e R\$ 8,00.



Levantamento nas residências

- ? Foi coletado no dia 9.8.00 terça-feira, em 138 residências, um total de 513,005 kgf de lixo;
- ? No dia 25.8.00 quinta-feira, foi coletado em 112 residências 490,652 kgf de lixo nos horários da 19 às 21 horas, perfazendo um total de 250 residências e 1.000 kgf de lixo.

Tabela 2 - Somatória e médias das massas (em kg) dos materiais encontrados nos resíduos domiciliares na Zona 03 Vila Operária, nos dias 9 e 25.8.00 (de 250 residências)

Material	Coleta 01kg (9/8/00)	Coleta 02Kg (25/8/00)	Média(kg)	%(da massa total)
Mat. Orgânica	345,805	352,235	349,020	69,57
Banheiro	51,650	38,650	45,150	9,00
Papel	10,330	6,200	8,265	1,65
Papelão	9,940	8,000	8,970	1,79
Plástico fino	6,320	14,700	10,510	2,10
Plástico duro	14,410	10,350	12,380	2,47
Metal ferroso	9,440	6,900	8,170	1,63
Metal não-ferroso	2,480	0,500	1,490	0,30
Vidro	9,220	8,200	8,710	1,74
Borracha	3,195	0,535	1,865	0,37
Trapo	9,850	33,050	21,450	4,33
Outros	40,365	10,980	25,672	5,05
Totais	513,005	490,300	501,652	100,00
Residências	138	112		

Porcentagem de materiais encontrados nos resíduos sólidos nas residências da Zona 3 Vila Operária nos dias 9 e 25.8.2000.

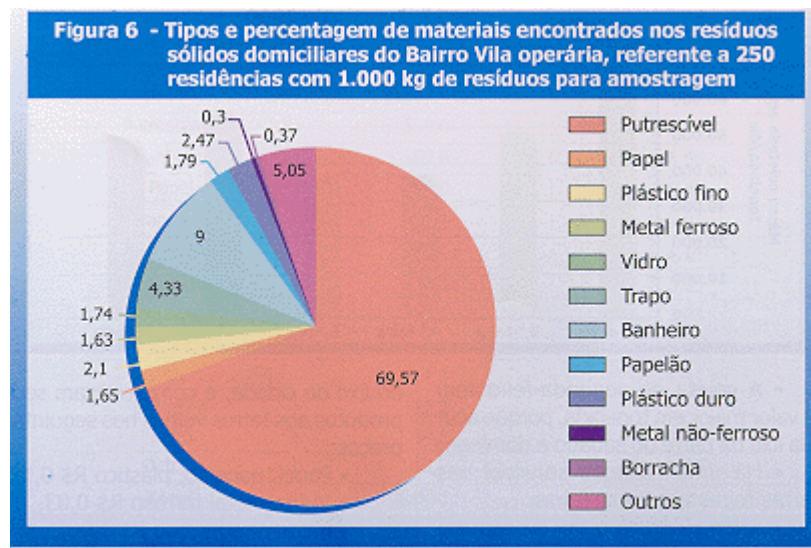


Tabela 3 - Somatória somente dos materiais reciclados, encontrados em 1.000 kilos de resíduos sólidos domiciliares de 250 residências

Material	Coleta do dia 09.08.00	Coleta do dia 25.08.00	Total dos Materiais recicláveis (kg)	Valor em R\$ por kg	Totais em Reais-R\$
Papel	10,330	6,200	16,530	0,10	1,65
Papelão	9,940	8,000	17,940	0,10	1,79
Plástico fino	6,320	14,700	21,020	0,10	2,10
Plástico duro	14,410	10,350	24,760	0,10	2,48
Metal ferroso	9,440	6,900	16,340	0,03	0,49
Metal não-ferroso	2,480	0,500	2,980	1,00	2,98
Vidro	9,220	8,200	17,420	0,03	0,52
Totais	62,140	54,850	116,990		12,01

O percentual dos materiais recicláveis das residência/comércio/indústria/poder público é de 32,34% num total de 17.202 kgf/dia/lixo.

- ? só as residências, dão um percentual dos recicláveis em 11,68% num total de 5.497 kgf/dia/lixo.
- ? 250 residências produzem uma renda de R\$ 12,01 por coleta
- ? 500 residências geram uma renda de R\$ 24,02 x (vezes) 12 coletas no mês = (igual) a R\$288,24
- ? no entanto Cianorte com 11.502 residências consegue implementar mais 23 catadores, sendo que 43 catadores já vivem da coleta só do comércio, totalizando um total de 66 catadores sobrevivendo do lixo recicláveis
- ? foi verificado em pesquisa de campo que o componente "orgânico putrecíveis" representa 55,66% o que corresponde à 29.607 kgf/dia lançados no lixão da cidade
- ? a população urbana de 44.148 habitantes gera 1,20 kgf per capita, englobando todas categorias de edificações (residencial, comercial, industrial, poder público)
- ? a população da categoria residencial gera 1,07 kgf dia lixo per capita

Nesta pesquisa foi constatado que 250 residências com 1000 kilogramas de resíduos sólidos geram uma renda de R\$12,01 pela venda dos recicláveis, por conseguinte, 500 residências neste bairro, conseguem uma renda de R\$ 24,02 em uma coleta. Após efetuar três coletas semanais (2.^a, 3.^a e 4.^a-feira) e doze coletas de lixo mensal, obterá o valor de R\$ 288,24.

Hoje Cianorte tem 11.502 residências que suportariam manter uma renda familiar para mais 23 catadores no valor de R\$ 288,24, contando com os 43 catadores que já existem, passariam a um total de 63 catadores. Com os dados obtidos e a metodologia empregada, propõe-se um fluxograma para o gerenciamento integrado dos resíduos sólidos urbanos para a cidade de Cianorte e para cidades de porte semelhante.

O fluxograma mostra a situação atual da administração do serviço de coleta e a destinação dos resíduos sólidos, bem como os quadrantes coloridos (vermelho) indicam as melhorias e atividades a serem implantadas para concretizar o gerenciamento integrado dos resíduos sólidos urbanos.

Para os materiais orgânicos putrescíveis sem ser de residências como varrição, poda, feiras, beneficiamento de cereais, a coleta e transporte deverão ser realizadas pelo gerador, que encaminhará para a compostagem, tendo como destino final as hortas escolares, jardins, propriedades agrícolas e praças públicas.

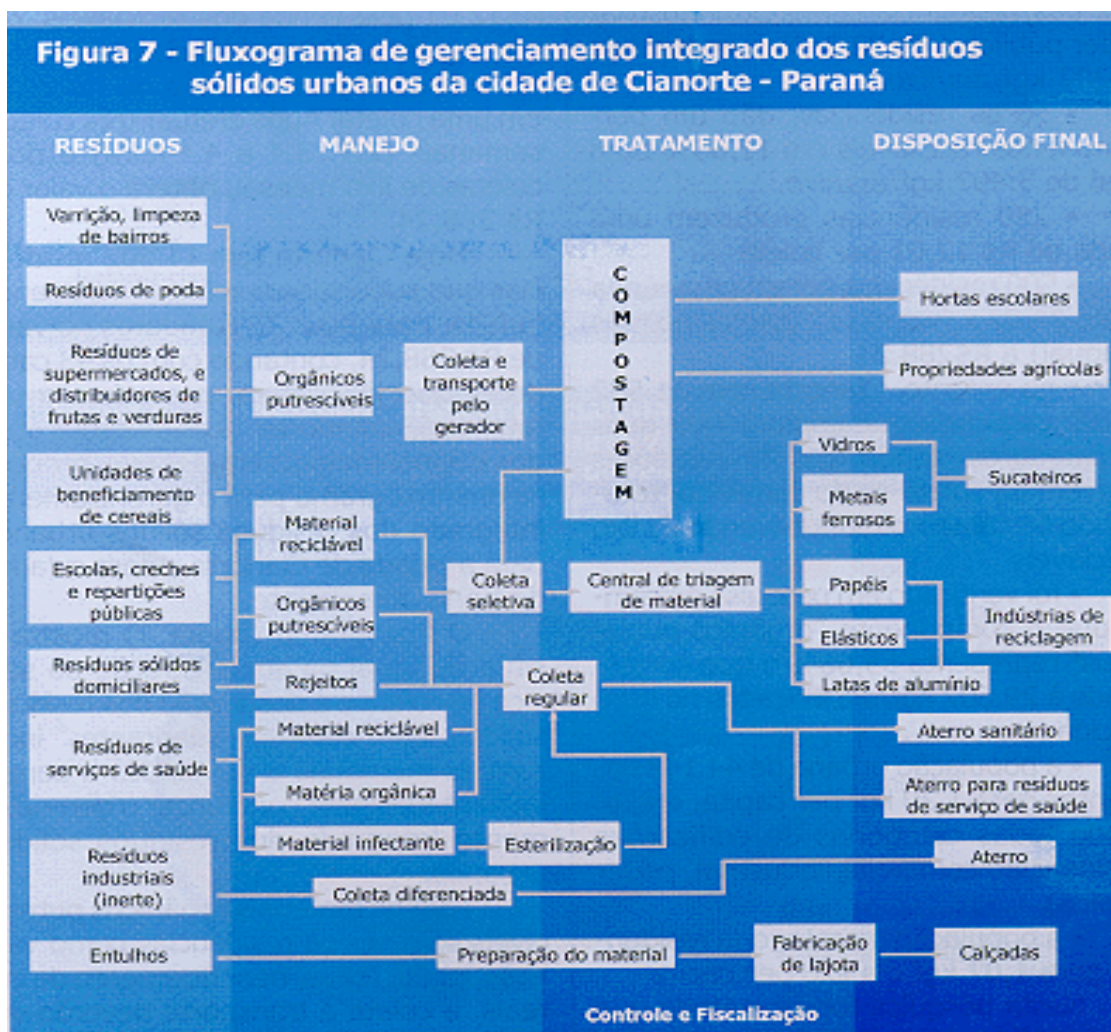
Os materiais recicláveis, com a implantação da coleta seletiva, deverão passar pela central de triagem de materiais para separá-lo por tipo, e logo após encaminhados às indústrias de reciclagem.

Os materiais infectantes sofrerão um processo de esterilização a vapor antes de tomar o caminho da coleta regular, e, posteriormente, o aterro para resíduos de serviço de saúde.

Os entulhos de construções civis deverão ser preparados para serem triturados de forma a voltarem ao processo produtivo, sendo reaproveitados na fabricação de lajotas, componentes para argamassa, pavimentação de ruas e outros.

A recomendação é que sejam utilizadas algumas estruturas físicas já montadas e próprias da cidade como: barracões físicos, terrenos, prensas, prédios e outros.

Recomenda-se também viabilizar a criação de uma cooperativa dos catadores de materiais recicláveis com estatuto próprio, onde possa a entidade desse gênero comercializar seus produtos diretos às indústrias sem a presença dos intermediários, sucateiros, ou empresas de ferro-velho, possibilitando um ganho de até 85,73% em suas vendas, como é o caso do papel. Os catadores recebem R\$ 0,10 por kilo de papel, ao passo que o intermediário repassa o mesmo produto às indústrias a R\$ 0,18.



É conveniente que se faça antes a conscientização e sensibilização da população em relação à produção de resíduos sólidos, realizando intercâmbios com escolas, imprensa e contato direto com moradores, utilizando, para tanto, formulários para pesquisa com fins específicos. Contatou-se que deve ser realizado monitoramento constante após a implantação do projeto.

No início do projeto serão necessários investimentos para infra-estrutura, tanto logística, para realizar estudos preliminares, quanto para a divulgação do projeto, visando a conscientização da população, o que dificilmente uma associação de catadores teria condições de assumir. Ressalta-se que a mobilização social deve ser muito estruturada porque na fase de implantação do projeto poderão ocorrer controvérsias entre os envolvidos, considerando que será imprescindível uma mudança cultural e adaptação ao novo processo.

Para tanto, propõem-se estimular os catadores para que se organizem e se preparem para a autogestão progressiva. A proposta é de que, após determinado período, dependam apenas do apoio operacional e técnico no que se refere à constante divulgação do projeto. A divulgação daria suporte institucional, evitando que a população perca a motivação em continuar

fazendo a separação, pois sem a contribuição dos moradores o projeto corre o risco de cair em descrédito com o tempo. Apesar da importância do órgão municipal, na fase de conscientização do projeto descrito, esse trabalho será desenvolvido sem a sua participação. 1

Nos processos de divulgação, deverá haver repasse permanente de informações e resultados aos moradores para fortalecimento do projeto.

Periodicamente, deverão ser repassadas informações sobre o andamento do projeto, para que haja uma constante lembrança por parte dos moradores, de que o mesmo ainda continua em atividade. No início deverão ser enviados semanalmente panfletos informativos. Numa segunda etapa, poderão ser efetuados quinzenalmente, e em seguida deverá ser apresentada uma posição geral sobre o desenvolvimento do projeto, para conhecimento e avaliação dos moradores. Outra forma de divulgação é por meio dos veículos de comunicação da cidade (jornal, rádio, televisão).

Após a implantação do novo sistema de coleta seletiva, será necessário fazer pesquisa de opinião no bairro-piloto, para avaliar o grau de participação e aceitação por parte da comunidade envolvida. A proposta prevê que a consulta popular seja realizada dois meses após a implantação do sistema. O resultado da pesquisa vai possibilitar, um realinhamento e redefinição de estratégias para o melhor andamento dos trabalhos.

O monitoramento do projeto por técnicos qualificados deverá ser constante. O realinhamento das estratégias, metas e objetivos é fundamental para que o sistema, paulatinamente, seja adaptado à realidade local

Conclusões

O objetivo da pesquisa de campo foi atingido em sua totalidade. Ficou evidenciado que as características dos resíduos sólidos urbanos gerados em Cianorte, permitem a implantação da coleta seletiva e que existem as condições para envolver a mão-de-obra de catadores de papéis.

De acordo com os dados levantados sobre os resíduos sólidos no bairro-piloto, existe viabilidade comercial para destinar adequadamente os produtos recicláveis. Inicialmente seriam escoados de forma ambientalmente correta aos ferros-velhos da cidade.

Comprovou-se a viabilidade de criação da cooperativa dos catadores. Organizados em cooperativa, os catadores terão melhores condições de entregar os materiais diretamente às indústrias de reciclagem com um percentual maior de ganho.

Também foi possível elaborar um fluxograma que possibilita ao órgão municipal visualizar os passos e ações a serem desenvolvidos dentro de normas operacionais, com um planejamento preestabelecido e apoiado em critérios sanitários, ambiental e econômico, para coletar, tratar e dispor os resíduos sólidos de forma coerente dentro do município.

Pode-se verificar que a linguagem usada pela população é de apreço ao meio ambiente. Ao sentirem-se parte dela, os moradores se revelaram dispostos a dedicarem-se às ações eticamente ecológicas colocando seu lixo domiciliar de forma consciente; demonstraram preocupação com a saúde das pessoas que o manuseiam e valorizam as mudanças sugeridas para um bom desempenho deste sistema de coleta seletiva.

O programa da coleta seletiva executada por carrinheiros, ao mesmo tempo em que estimula, no cidadão e nos governantes, o hábito de pensar a reciclagem dos materiais, traz à tona o tema da preservação dos recursos naturais. Esta consciência possibilita a mobilização e o engajamento da sociedade civil (na questão da saúde e do meio ambiente, incorporando um compromisso social de responsabilidade conjunta, quanto à qualidade de vida da educação ambiental).

Desta forma, este trabalho pretende se constituir numa contribuição para a tomada de consciência da população para a necessidade de mudança, não apenas da forma como é visto o lixo urbano, mas também para a necessidade da reciclagem dos resíduos sólidos.

Conclui-se, finalmente, que é preciso que haja uma consciência coletiva para a reutilização dos resíduos. Uma consciência ecológica que vislumbre desde o não-desperdício até o fato de se maltratar a natureza, através da exposição do meio ambiente aos resíduos sólidos urbanos. O destino final dado aos resíduos da forma como propõe a coleta seletiva, oferece integridade e qualidade ambiental. Sabe-se que estas estão intimamente ligadas à qualidade de vida do ser humano.

Para que isso aconteça, faz-se necessário uma conscientização por parte do poder público e da população.

Referências bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 10004. **Resíduos sólidos**: classificação. Rio de Janeiro, ABNT 1986.

BAASCH & PHILIP, 1988, UFSC/ENS-**Coleta seletiva de lixo**

CALDERONI, S. **Os bilhões perdidos no lixo**. São Paulo: Humanitas Editora, Universidade de São Paulo, 1998.

CAMPOS, R. C. **Proposta de sistematização e reavaliação do processo de gerenciamento de serviços de coleta seletiva de resíduos sólidos domiciliares**. São Carlos. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1994, p. 104.

CHERMONT, L. S.; MOTTA, R. S. **Aspectos econômicos da gestão integrada de resíduos sólidos.** Texto para discussão n.º 416. IPEA/Brasília. ministério do Planejamento e Orçamento. . Rio de Janeiro, 1996.

CIPOLLONI, O. **Modelo de gestão de cooperativas de catadores de papel.** Córdoba, AR, Cooperativa de Trabajo y crédito "Los carreros" Ltda. Apresentado no II Seminário internacional sobre coleta seletiva e reciclagem de resíduos sólidos urbanos. Cascavel, 1997.

LAFAY, J. M. S. **Metodologia para implantação da coleta segregativa do lixo domiciliar para cidades de pequeno e médio porte visando o uso racional de energia.** Dissertação (Mestrado) Engenharia Mecânica. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1997, 68 p.

OBLADEN, N. L. **Programa para redução, reutilização e reciclagem de resíduos sólidos urbanos no Estado do Paraná: programa "RRR".** Apresentado no II Seminário Internacional sobre coleta seletiva e reciclagem de resíduos sólidos urbanos. Cascavel, 1997.

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. **Guias para el desarrollo del sector de aseo urbano en Latinoamérica y el Caribe.** Programas de salud ambiental. Oficina Sanitária Panamericana. Oficina Regional Washington. 1991.

TCHOBANOGLIOUS, G. *et al.* **Integrated solid waste management: engineering principles and management assues.** EUA: Mc Graw-Hill, 1993, p. 978 p.

WIAMAS, F. **Uma proposta de sistema de gestão ambiental aplicada numa empresa metal mecânica catarinense.** Dissertação de Mestrado – Universidade Federal Santa Catarina. Florianópolis, 1999, 109 p.

Agradecimentos

À Sanepar e ao gerente Antonio Alberto Scoparo, pelo apoio e incentivo à realização do mestrado, que alicerçou este trabalho, e à colaboração dos técnicos Álvaro Rocha de Souza, Rosivaldo Panucci, Oswaldo Martins e Antônio Cláudio Maximiniano.

NE: Atualmente o pesquisador e a Prefeitura Municipal de Cianorte estão atuando em parceria, em continuidade à atual pesquisa.

Autor

Mário Lino de Souza Ferreira,

administrador de empresas, especialista em administração
geral com ênfase em recursos humanos e marketing,
mestre em engenharia de produção e gestão de qualidade
ambiental pela UFSC, atua na Sanepar, na Unidade
de Receita Botucatu, em Cianorte.

SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS PARA PEQUENAS COMUNIDADES

Resumo

Esse artigo aborda os sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos (RSU). O objetivo é oferecer subsídios para que o problema ambiental possa ser enfrentado pelas pequenas comunidades. Apresenta o sistema de gerenciamento RSU e o fluxograma implantado em uma comunidade agroindustrial do município de Cascavel-PR. No sistema foram previstas as diversas fases, da geração à disposição final, levando em consideração a efetiva participação dos membros da comunidade.

Abstract

This article address urban solid waste (USW) management systems. It aims at providing subsidies to help small communities face the environmental problem. It deals with the USW management system and flow chart implemented in an agro-industrial community in the municipality of Cascavel, PR. The system includes different stages that range from waste generation to final deposit, and takes into consideration the community's effective involvement.

Introdução

O desenvolvimento e as conquistas do homem contemporâneo desencadeiam condições para a melhoria da qualidade de vida, ao mesmo tempo em que aumentam a responsabilidade de cada cidadão em relação à preservação do meio ambiente. Os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) quando não gerenciados por meio de sistemas eficazes podem prejudicar a qualidade de vida das comunidades que os geram.

Para Foster et. al. apud VALLE; PACHECO (1999: 29) o resíduo sólido pode ser definido como: "[...] qualquer substância indesejável que não tenha consistência suficiente para fluir por si mesma, não sendo utilizável em sua forma original ou para o processo em que foi gerado." Já a American Public Works Association apud SANTOS (1997, p. 45-6) define o lixo como sendo "[...] todos os resíduos sólidos e semi-sólidos, putrescíveis ou não, excetuando as excreções humanas. Inclui desperdícios, despejos, cinzas, lixo de varrição de ruas [...]."

Os RSU merecem atenção especial quando a temática é o saneamento ambiental, que para MORAES et al. (1999: 3462) é "[...] um conjunto de medidas voltadas para preservar e/ou modificar as condições do meio

ambiente, buscando contribuir para prevenir doenças e promover a saúde, o bem-estar e a cidadania."

Sabe-se que a educação do cidadão é um dos fatores determinantes das práticas coletivas em favor ou contra as políticas de saneamento ambiental.

MORAES et al. (1998: 27) afirmam que "[...]a participação da comunidade de cada localidade, nos processos de planejamento, elaboração dos projetos, viabilização do financiamento, execução, definição da prestação dos serviços e avaliação, é condição fundamental para a implementação e o êxito do projeto local sustentável de saneamento ambiental."

É na fase de disposição final, que os RSU apresentam conseqüências extremamente prejudiciais à sociedade, tendo em vista os tipos e a quantidade produzida. Os locais de disposição final, geralmente "lixões", são propícios ao aparecimento de vetores prejudiciais à saúde. Os "lixões" são áreas de disposição de resíduos a céu aberto que geralmente são responsáveis por impactos profundos ao meio ambiente e conseqüentemente à saúde humana.

O levantamento do IBGE, datado de 1989, aponta para uma destinação de 76% do lixo a céu aberto e apenas 13% em aterros sanitários, sendo que dados mais recentes acenam para uma disposição de mais de 85% nestes lixões, que são considerados impróprios para a disposição final dos resíduos sólidos urbanos. (HELLER et al., 1998: 22)

Entre as fontes geradoras de resíduos, cita-se os de origem familiar, o comercial, o público, os de serviços de saúde e hospitalar, o industrial, o agrícola e os entulhos.

Sistema de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos

Um sistema de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos prevê fases que envolvem desde a sua geração até a disposição final.

LEME (1982) defende que o planejamento de um sistema para atender tal fluxo exige uma atividade multidisciplinar, que além de empregar princípios de engenharia também envolve economia, urbanismo local e regional e aspectos sociais. Assim, o sistema deve ser elaborado levando-se em consideração os impactos ecológicos produzidos pelos resíduos, sua correlação com a saúde, os modos de geração e a quantidade produzida.

Os resíduos sólidos exigem um sistema de controle desde a geração, acondicionamento na fonte, coleta, transformação, processamento, recuperação e disposição final. LEME (1982).

OLIVEIRA e PASQUAL (1998) associam ao gerenciamento dos RSU um sistema que envolva todas as fases desde a geração, coleta domiciliar e seletiva, tratamento e disposição final (Figura 1).



Os sistemas de tratamento e ou aproveitamento de RSU são constituídos pelos momentos de segregação, reciclagem, compostagem e incineração.

Para que uma determinada comunidade execute o gerenciamento adequado quanto ao fluxo de resíduos sólidos, segundo pressupostos do desenvolvimento sustentável, deve-se elaborar e executar um sistema que diminua os impactos ambientais para sua população hoje e que garanta melhores condições de vida para as gerações futuras.

Por sistema entende-se um conjunto de partes que interligados visam atingir a determinados objetivos, de acordo com um planejamento elaborado, com fundamentação teórica metodológica. Tal sistema deve ser estruturado de modo a descrever, explicar e ou dirigir o funcionamento para o qual tenha sido criado. Segundo SPEDDING (1979:27) os sistemas são: "[...] simplesmente conjunto de componentes que interagem uns com os outros de tal forma que cada conjunto se comporta como uma entidade completa".

Para o precursor da Teoria de Sistemas Bertalanffy apud CSÁKI (1985:13) sistema é definido como : "[...] um todo de elementos em inter-relação, conectados um com o outros".

O sistema de gerenciamento de RSU deve ser construído respeitando-se momentos metodológicos para minimização dos impactos ambientais e garantia de maior e melhor aproveitamento dos resíduos.

Para BACKER (1995:238) a elaboração de uma estratégia ecológica deve contemplar a fase de identificação das prioridades, fase de diagnóstico, fase de planos e a fase de síntese, ou seja, a estratégia ecológica.

O gerenciamento de um sistema integrado e eficaz de RSU associa o uso de práticas administrativas de resíduos, com manejo seguro e efetivo e o mínimo de impacto sobre a saúde pública e o meio ambiente. (OLIVEIRA; PASQUAL, 1998).

Os sistemas de limpeza urbana, de competência municipal, devem afastar o lixo das populações e dar um destino ambiental sanitariamente adequado, porém afastá-los dos olhos e destiná-los a céu aberto é o procedimento usual na maioria dos 5.500 municípios brasileiros. Os municípios enfrentam problemas como inexistência de uma política brasileira de limpeza pública, limitação financeira, arrecadação insuficiente, tarifas desatualizadas, falta de

capacitação técnica, descontinuidade política, falta de controle ambiental e desinformações dos membros das comunidades que desconhecem os efeitos maléficos dos RSU não gerenciados por um sistema adequado. (JARDIM et al., 1995)

Sistema de gerenciamento de RSU em uma comunidade agroindustrial

A implantação de um Sistema de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos, em pequenas comunidades, apresenta como fator facilitador o número reduzido de moradores e a menor quantidade de resíduos produzidos.

Nestas pequenas comunidades a oportunidade de educar-se e envolver-se os cidadãos no diagnóstico e planejamento de um sistema de gerenciamento de RSU torna-se viável, principalmente quando respaldado por metodologias e princípios participativos.

Em 1999, em Rio do Salto, Subdistrito de Cascavel, Oeste do Paraná, foi desenvolvido um estudo visando enfrentar a problemática decorrente dos RSU, com implantação de um Sistema de Gerenciamento de RSU. Este estudo foi desenvolvido por meio de uma Pesquisa Participante. (Figura 2).

Figura 2 – Problemática dos RSU em uma comunidade agroindustrial

Diagnosticou-se inicialmente:

- falta de local adequado à disposição final,
- poluição visual,
- mau cheiro,
- contaminação das águas do rio,
- presença de metais pesados e de vetores tais como: moscas, mosquitos, pernilongos, vermes, baratas, ratos, aranhas e cachorros [...]



A disposição final do lixo acontece de várias maneiras, sendo as mais freqüentes no depósito do BNH (região de casa populares), que não é adequadamente utilizado. Destina-se ainda nas margens dos rios, nos lados, na frente e nos fundos dos terrenos das casas, dentro de fossas, na mata, nas margens das estradas e ruas e enterra-se. Há separação para reutilização por parte de uma minoria. (MUCELIN, 2000:107-9)

CUNHA et al. (1999:56) diagnosticaram essa mesma realidade, por meio de outro estudo, na comunidade em questão: "[...] lixo é deixado nos terrenos, produzindo mau cheiro, atraindo ratos, baratas e moscas [...] Parte do lixo da comunidade, acumula-se no chamado 'lixão', depósito onde a população foi orientada para deixar seu lixo, para ser recolhido semanalmente. Essa coleta semanal acaba não ocorrendo [...]."

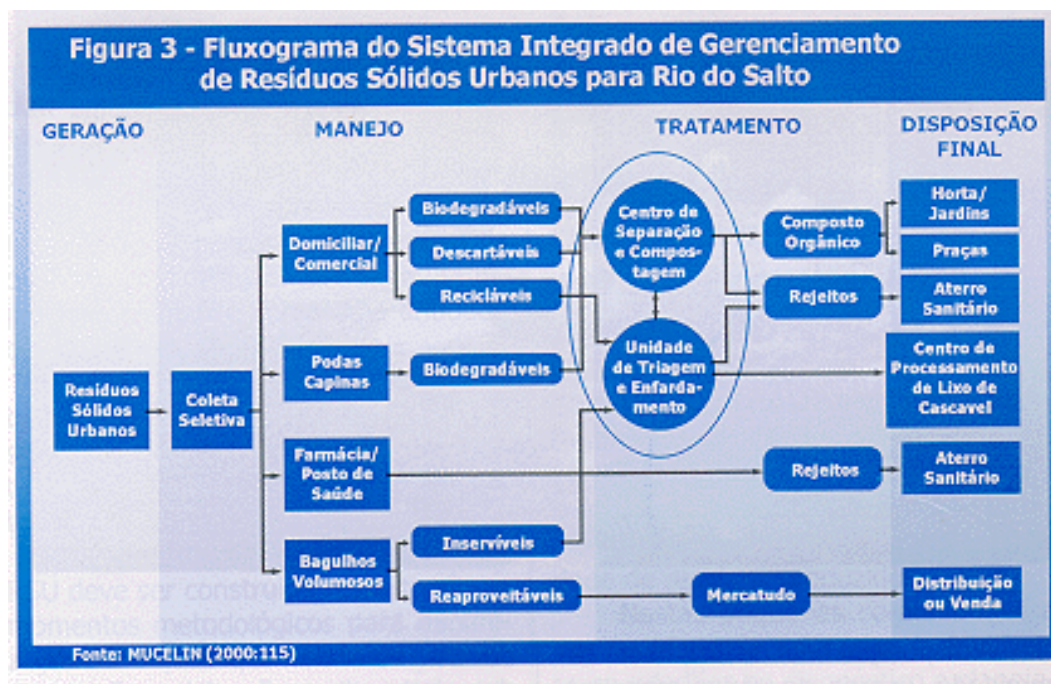
Um dos pontos centrais para a eficácia de um sistema de gerenciamento dos RSU é a participação dos membros da comunidade, como atores sociais do processo, sendo que a educação deve promover a conscientização e a emancipação. Especialistas e comunidade devem vivenciar o processo desde o diagnóstico, discussão, elaboração e execução de ações que visem enfrentar a problemática, transformar a realidade e melhorar a qualidade de vida.

O Distrito de Rio do Salto não contava com nenhum serviço de coleta de lixo. A partir da realização da Pesquisa Participante (MUCELIN, 2000) implantou-se o serviço de coleta inicialmente mensal, em maio de 1999, sendo que em junho do mesmo ano já era quinzenal.

A implantação do Sistema Integrado de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos para essa comunidade constou também da orientação e implantação da coleta domiciliar seletiva objetivando a reciclagem dos RSU; de um centro de separação e compostagem local juntamente com uma unidade de triagem e enfardamento; aproveitamento dos bagulhos volumosos; e de um centro de

compostagem para aproveitamento dos resíduos orgânicos e o estudo para desenvolvimento de uma horta comunitária.

O Sistema de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos inicialmente implantado na comunidade de Rio do Salto prevê as fases de geração, manejo, tratamento e disposição final conforme a Figura 3.



A geração dos RSU

A geração de RSU, em qualquer comunidade, é um fenômeno inevitável que ocorre diariamente em quantidades e composições que dependem de fatores tais como tamanho da população, seu desenvolvimento econômico e social, localização geográfica entre outros. (JARDIM et al., 1995)

Dados de OLIVEIRA; PASQUAL (1998) dão conta que o Brasil produz diariamente 241.614 toneladas de RSU sendo que 90.000 toneladas são resíduos de origem domésticos. Esses autores apontam para uma geração média diária de $\frac{1}{2}$ kg de RSU por dia em países subdesenvolvidos, mas nesses países, em grandes centros urbanos como São Paulo, essa produção ultrapassa a 1 kg. Segundo HELLER et al. (1998) a produção per capita de lixo nas grandes cidades é de 1,2 kg por dia.

O lixo domiciliar, comercial e público é de responsabilidade do poder municipal, desde a coleta até a disposição final, mas é na fase de geração que se pode adotar procedimentos para amenizar seus impactos.

Os resíduos sólidos gerados nas residências de uma comunidade, conhecidos como lixo, são constituídos em sua maior parte por restos de alimentos, tais como cascas de frutas e legumes, produtos deteriorados, restos de comida, jornais, plásticos, papelão, fraldas descartáveis, papel higiênico, os de varrição e outros. Ainda deve-se considerar os resíduos que podem ser tóxicos, como restos de tinta, solventes, pilhas, lâmpadas fluorescentes, inseticidas, pesticidas, fluído de freio, óleo lubrificante, embalagens de agrotóxicos entre outros.

Um dos desafios para enfrentar a problemática em questão é a mudança de atitudes nas formas de consumo da população, que deve evitar a compra de bens de consumo potenciais na produção de resíduos. Essa cultura de não consumir determinados produtos potenciais geradores de resíduos de difícil decomposição como o plástico, vidro, papel e metais é levada a efeito em países desenvolvidos como os EUA, Alemanha e Japão.

O manejo dos RSU

Recomenda-se a execução da coleta seletiva, procedimento esse que garante melhores condições para o tratamento e disposição final dos RSU ecologicamente corretos. Nessa fase, os membros de uma comunidade podem contribuir de maneira significativa uma vez que a simples separação dos resíduos secos dos orgânicos já garante uma condição melhor de aproveitamento e reciclagem.

A coleta seletiva dos resíduos implica em segregar os materiais na fonte geradora, dos componentes que podem ser recuperados mediante um acondicionamento em invólucros distintos para cada tipo de material ou grupo de materiais.

JARDIM et al.(1995) sugere que a coleta seletiva esteja "[...] no tripé da tecnologia (para efetuar a coleta, separação e reciclagem), informação (para motivar o público alvo) e mercado (para absorção do material recuperado)."

A coleta domiciliar seletiva oferece melhores condições de aproveitamento dos resíduos, por evitar a contaminação como, por exemplo, com os resíduos biodegradáveis tais como restos de comida, cascas de frutas e verduras e outros, que em um curto espaço de tempo, decompõem-se e produzem mau odor. Outro aspecto relevante da prática da coleta seletiva é o estímulo à cidadania pela participação de todos. Permite ainda a redução do volume de resíduos a serem dispostos além de abrir frentes de trabalho economicamente viáveis ou ecologicamente corretos.

Para implantar-se a coleta domiciliar seletiva em uma comunidade, faz-se necessária a conscientização de seus membros para que percebam a necessidade e incorporem mudanças em seus comportamentos. Em Rio do

Salto, propôs-se a coleta domiciliar pela segregação dos resíduos em resíduos orgânicos ou biodegradáveis; resíduos secos ou recicláveis; e, rejeitos ou descartáveis.

Aparentemente esta segregação pode parecer insuficiente, porém, os resíduos sólidos biodegradáveis (orgânicos) são responsáveis por mais da metade desse total. Entende-se assim, que, para o primeiro momento, de implantação da segregação domiciliar parcial, o fato dos resíduos secos não serem misturados com os orgânicos já garante outra qualidade dos resíduos para o seu aproveitamento. Outro aspecto positivo é a eliminação do mau odor, da produção de chorume e da proliferação de vetores nocivos à saúde da população. Há a indicação do uso dos resíduos orgânicos para a alimentação de animais domésticos.

Segundo JARDIM et al. (1995) os materiais biodegradáveis principalmente os de origem orgânica como os restos de comida representam mais de 60% em média do lixo sólido produzido no Brasil. O odor gerado por ele quando de sua putrefação, além do chorume, líquido escuro mau cheiroso geralmente contaminado, responsável, muitas vezes, pela contaminação de rios e lençóis d'água, são efeitos nefastos à qualidade de vida.

Outro destino para os resíduos sólidos orgânicos é a incorporação ao solo, como adubo, o que diminui o volume do lixo produzido, os aterros e a quantidade de material a ser coletado e transportado.

A implantação do centro de compostagem necessita de uma área para disposição dos resíduos, de pessoas para a realização do procedimento requerida para a compostagem, abertura de valas, mistura das concentrações e manutenção e controle da umidade necessária. Além das atividades diretas faz-se necessário um acompanhamento na produção, quanto ao prazo de cura do material e análise de contaminação por metais pesados. Tal contaminação é praticamente eliminada com a efetiva segregação do lixo doméstico.

A implementação de uma horta comunitária pode auxiliar as pequenas comunidades a resolver alguns de seus problemas, uma vez que cria empregos, produz alimentos a baixo custo, e rendimentos advindos da venda a terceiros, principalmente, quando não se utiliza agrotóxicos.

Foram instalados 6 Postos de Entrega Voluntária (PEV), conforme ilustra a Figura 4, em pontos estratégicos onde a população pudesse fazer voluntariamente a entrega de materiais recicláveis como papéis, vidros, metais e plásticos, devidamente separados, e de preferência limpos. Os PEV implantados nessa comunidade foram construídos com tonéis de 200 litros cedidos pela Prefeitura Municipal de Cascavel – PR, com o apoio da Secretaria de Meio ambiente (Semabi). Cada Posto dispunha de quatro tonéis sendo o azul para papéis, o amarelo para metais, o verde para vidros e o vermelho para plásticos.

Figura 4 – Posto de Entrega Voluntária



Fonte: MUCELIN (2000)

Esses PEV facilitam a vida da população por organizar locais de destinação dos RSU enquanto aguardam o serviço de coleta, não ficando dentro ou na frente das residências.

Quanto ao serviço de coleta residencial é muito importante que os horários e dias previstos para a execução do serviço de coleta sejam cumpridos.

Os equipamentos a serem utilizados no serviço de coleta de lixo podem ser dotados de alta tecnologia como os caminhões dotados de carrocerias basculantes. Entretanto, em pequenas comunidades, muitas vezes, a utilização de uma carroça, com tração animal, para execução desse serviço faz-se pertinente pelas particularidades que lhe são inerentes. Pode-se citar o pequeno volume a ser coletado, a área de cobertura do serviço reduzida entre outras.

Figura 5 – Carroça utilizada no serviço de coleta



Fonte: MUCELIN (2000)

O tratamento dos RSU

A implantação da coleta domiciliar seletiva garantirá melhor qualidade dos resíduos sólidos onde as vantagens serão redução em quantidade e periculosidade dos materiais a serem aterrados e melhor qualidade dos resíduos a serem reciclados. Estas ações são chamadas de tratamento com vantagens econômicas e ambientais.

JARDIM et al. (1995) associam ao tratamento a segregação dos resíduos que compõem o lixo com vistas a reciclagem e, como consequência, a redução do volume aterrado e a incineração como forma de inertização e redução, se possível com aproveitamento energético. Destacam ainda que os tratamentos de lixo que se implantam, perduram e aperfeiçoam-se quando atendem aspectos econômicos e ambientais.

Uma possibilidade de tratamento do lixo é a implantação de um Mercatudo, que é uma espécie de mercado onde os produtos, disponíveis para a aquisição da população, provenientes do lixo, já passaram por uma manutenção, lavagem e adaptação, sendo colocados à venda para quem possa interessar, com preços muito abaixo daqueles praticados no mercado formal. Entre os materiais que podem ser vendidos ou doados para membros da comunidade, cita-se fogões, televisores, rádios, sofás, cadeiras, etc.

O Mercatudo também serve de destinação para os materiais que estejam em condições de uso ou reparo, mas que para determinadas pessoas já tornaram-se desnecessários. Poderá funcionar como uma loja de usados, cujos produtos

podem ser coletados em dias específicos do mês, quando a população dispõe para fora de suas casas aquilo de que não mais precisa.

Disposição final dos RSU

É na disposição final que os resíduos sólidos podem apresentar conseqüências danosas ao homem e ao meio ambiente. Entretanto, quando estes resíduos recebem tratamento adequado a partir das residências seus efeitos são amenizados. Os recursos financeiros para a disposição final do lixo são avultantes, e geralmente necessitam de grandes espaços de terra muitas vezes produtivas. No Brasil mais de 80% de seus 5.500 municípios fazem a disposição do lixo a céu aberto.

Conclusão

Os Sistemas de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos, para pequenas comunidades, devem ser planejados para atenderem a suas especificidades. Cada realidade tem suas particularidades. Deve ser estimulado o envolvimento dos moradores para que participem ativamente desde a identificação da problemática, sua análise, a proposição de um plano de ação, a implantação, o controle e a avaliação bem como o seu aperfeiçoamento. Para que essa participação ocorra e seja efetiva deve haver orientação segura de especialistas e o envolvimento de entidades que convivam com essas comunidades, sejam elas públicas ou privadas, destacando-se aqui a importância do compromisso das escolas e universidades que devem cada vez mais voltarem-se para a instrumentação dos cidadãos para enfrentar o problema e apontar soluções que minimizem as ameaças à qualidade de vida local.

Referências bibliográficas

BACKER, Paul de. **Gestão ambiental**: A administração do verde. Trad. Heloisa Martins

Costa. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1995.

CUNHA, K.de C.(Org.). **Diagnóstico das condições de vida da população de uma comunidade agroindustrial do oeste do Paraná**. Cascavel, 1999. Relatório de pesquisa – Curso de Enfermagem, Departamento de Enfermagem, Universidade do Oeste do Paraná.

CSÁKI, C. **Simulation and systems analysis in agriculture**. Budapest – Hungary: Elsevier, 1985.

JARDIM, Niza Silva et al. **Lixo Municipal**: Manual de Gerenciamento integrado. São Paulo: IPT : CEMPRE, 1995.

HELLER, L. et al. Lixo no Brasil: uma bomba de efeito retardado. **Bio**, Rio de Janeiro, v.9, n. 6, p. 20-29, 1998.

LEME, Francílio Paes. **Engenharia de Saneamento Ambiental**. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos, 1982.

MORAES, L. R. S. et al. Projeto sustentável de saneamento ambiental para pequenas comunidades. In: I CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE NA BAHIA: XIII JORNADA UNIVERSITÁRIA DA UEFS. Anais... Feira de Santana – BA, 1998., p.243-246.

MUCELIN, C.A. **Resíduos Sólidos Urbanos**: pesquisa participante em uma comunidade agroindustrial. Cascavel, 2000. Dissertação de Mestrado –Mestrado em Engenharia Agrícola – Engenharia de Sistemas Agroindustriais, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE.

OLIVEIRA, S. de – PASQUAL, A. Gestão de resíduos sólidos na microregião Serra de Botucatu/SP. **Revista Limpeza Pública**, São Paulo, n. 47 p.23-28, 1998.

SANTOS, T. L. F. dos. Coletores de Lixo: a convivência diária com a sujeira diária da cidade – um breve relato. **Brasileira de Saúde Ocupacional**, São Paulo, v.23, n. 85/86, p.43-54, setembro de 1997.

SPEEDING, C. R. W. **Ecologia de los sistemas agrícolas**. Tradução por Juan Manuel Ibeas Delgado. Rosário- Madrid: H. Blume Ediciones, 1979. 319 p. Tradução de: The biology of agricultural systems.

VALLE, M. A.; PACHECO, A. Resíduos sólidos de Santo André. **Limpeza Pública**, São Paulo, n. 51, p. 27-34, abril de 1999.

Autores

Carlos Alberto Mucelin,

matemático, mestre em

Engenharia de Sistemas

Agroindustriais, professor do

Cefet Medianeira

Káthia de Carvalho Cunha,
enfermeira, professora-adjunta
do curso de Enfermagem
da Faculdade Santa
Marcelina FASM-SP

Joaquim Odilon Pereira,
engenheiro agrícola, professor-
adjunto do curso de Engenharia
e do mestrado em Engenharia
Agrícola - Unioeste.

FALHAS NA GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DE MARINGÁ/PR

Resumo

Apresenta-se neste artigo os impactos ambientais que ocorrem em Maringá, devido aos resíduos sólidos urbanos, causados por falhas nos instrumentos de gestão. Serão analisados os instrumentos urbanísticos e econômicos, ou seja, aqueles que, em princípio, deveriam garantir as condições necessárias para a adequada gestão dos resíduos sólidos. Além disso são destacados os instrumentos ausentes que poderiam mitigar ou impedir a ocorrência destes impactos.

Abstract

In this article we show the environmental impact caused in Maringá by solid urban waste, due to poor management tools. We analyze both economical and urbanistic tools, that is, those which - in principle - should ensure the necessary conditions for a proper management of solid waste. Moreover, we underline the lacking tools that could mitigate or prevent such impacts.

Introdução

A Resolução 1.86 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama) considera impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

- ? a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- ? as atividades sociais e econômicas;
- ? a biota;
- ? as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- ? a qualidade dos recursos ambientais.

É necessário o desenvolvimento do "diagnóstico ambiental da área de influência do projeto, com completa descrição e análise de recursos ambientais e suas interações, tal como existem, de modo a caracterizar a situação ambiental da área, antes da implantação do projeto, considerando:

- ? o meio físico - o subsolo, as águas, o ar e o clima, destacando os recursos minerais, a topografia, os tipos e aptidões do solo, os corpos d'água, o regime hidrológico, as correntes marinhas, as correntes atmosféricas;

- ? o meio biológico e os ecossistemas naturais - a fauna e a flora, destacando as espécies indicadoras da qualidade ambiental, de valor científico e econômico, raras e ameaçadas de extinção, e as áreas de preservação permanente;
- ? o meio sócio-econômico - o uso e ocupação do solo, os usos da água e a sócio-economia, destacando os sítios e monumentos arqueológicos, históricos e culturais da comunidade, as relações de dependência entre a sociedade local, os recursos ambientais e a potencial de utilização futura desses recursos".

Na seqüência, esta mesma Resolução em seu artigo 9.º, destaca a obrigatoriedade do Relatório de Impacto Ambiental (Rima), que refletirá as conclusões do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e conterá, no mínimo:

- ? os objetivos e justificativas do projeto, sua relação e compatibilidade com as políticas setoriais, planos e programas governamentais;
- ? a descrição do projeto e suas alternativas tecnológicas e locacionais, especificando, para cada uma delas, nas fases de construção e operação, a área de influência, as matérias-primas e mão-de-obra, as fontes de energia, os processos e técnicas operacionais, os prováveis efluentes, emissões, resíduos e perdas de energia, os empregos diretos e indiretos a serem gerados;
- ? a síntese dos resultados dos estudos de diagnóstico ambiental da área de influência do projeto;
- ? a descrição dos prováveis impactos ambientais da implantação e operação da atividade, considerando o projeto, suas alternativas, os horizontes de tempo de incidência dos impactos e indicando os métodos para sua identificação;
- ? a caracterização da qualidade futura da área de influência, comparando as diferentes situações da adoção do projeto e suas alternativas, bem como a hipótese de sua não-realização;
- ? a descrição do efeito esperado pelas medidas mitigadoras previstas em relação aos impactos negativos, mencionando aqueles que não puderem ser evitados e o grau de alteração esperado;
- ? o programa de acompanhamento e monitoramento dos impactos;
- ? recomendação quanto à alternativa mais favorável (conclusões e comentários de ordem geral).

O Rima deve ser apresentado de forma objetiva e adequada à sua compreensão. As informações devem ser traduzidas em linguagem acessível, ilustradas por mapas, cartas, quadros, gráficos e demais técnicas de comunicação visual, de modo que se possam entender as vantagens e desvantagens do projeto, bem como todas as conseqüências ambientais de sua implantação.

Passada mais de uma década da entrada em vigor desta resolução, tem-se um pequeno, mas bom espaço de tempo para análises e reflexões acerca da mesma. A instituição do EIA/Rima nos moldes que fora feita seguiu padrões internacionais não muito adequados à realidade que enfrentamos. Três fatores

merecem destaque à luz das dificuldades encontradas para a análise daquelas atividades antrópicas já instaladas em zonas urbanas:

- ? a subjetividade de alguns (talvez a maioria dos) parâmetros para a determinação da qualidade ambiental e/ou alteração do meio;
- ? a lacuna ou vazio existente para o estudo e análise de impactos ambientais de processos tecnológicos e/ou atividades modificadoras do meio ambiente quando já instalados e em funcionamento; e
- ? a complexidade para análise de impactos ambientais em áreas antropizadas, como as urbanas.

Caracterização das propriedades do meio físico

As cidades de países em desenvolvimento têm crescido a um ritmo sem precedentes. Desde 1950, a população urbana destas cidades aumentou de 300 milhões para 1,3 bilhão de pessoas. Até o ano de 2030, estas cidades experimentarão um crescimento da ordem de 160%. Embora o processo de urbanização ofereça uma performance econômica acelerada para os países, o incremento do preço do solo urbano e a má utilização do mesmo têm implicações negativas nos recursos naturais e culturais, assim como na pobreza urbana (ANGELIS NETO, 1999).

Com a ocorrência da urbanização, surgem pressões sobre as áreas adjacentes ao sítio urbano. Os impactos negativos desse desenvolvimento podem incluir a perda ou destruição de ecossistemas inteiros ou a degradação ambiental dessas áreas.

Um outro aspecto bastante preocupante no meio urbano é a presença de atividades ou processos tecnológicos que comprometem a qualidade de vida neste ambiente. A consequência imediata do uso irracional destes processos é o surgimento da poluição, entre outros problemas decorrentes. Neste sentido, LEITMANN (1994) apresenta um resumo dos principais problemas ambientais urbanos, suas causas e efeitos correspondentes, onde deixa claro estas inter-relações.

Do estudo do levantamento efetuado e da coordenação dos melhores resultados colhidos pela investigação sobre o meio físico, resultará o critério para a opção, quer se trate de plano de implantação de empreendimentos/processos tecnológicos ou de reorganização/expansão dos pré-existentes. Neste contexto deve-se levar em consideração: as condições climáticas, a geomorfologia/topografia, a geotecnia, os aspectos hidrológicos, os aspectos panorâmicos e a vegetação, entre outros.

Etapas do fluxo dos resíduos sólidos em Maringá- PR

O sistema de coleta de resíduos sólidos é dividido na prática em dois setores: norte e sul, tendo como elemento delimitador a Avenida Colombo e atende aproximadamente 98% dos domicílios urbanos do município. A frequência de coleta na maior parte da cidade, ocorre em dois grupos com dias alternados, ou seja, três vezes por semana, e na zona central que é diária, distribuídas entre períodos noturno e diurno. Este procedimento é resultante da disponibilidade da frota (11 caminhões e 1 carro próprio para coleta hospitalar), remanejada para executar os serviços de limpeza urbana da cidade.

A produção média diária de resíduos sólidos domiciliares é de aproximadamente 254 toneladas, o que equivale a um índice per capita de 0,85 kg/hab/dia, considerado alto se comparado com a média no Estado do Paraná, que é de 0,30 kg/hab/dia. O resíduo hospitalar tem coleta diferenciada e apresenta uma produção diária em torno de duas toneladas sendo que estes resíduos são depositados no lixão a céu aberto, a 10 km do centro de Maringá.

O *serviço de varrição* do município atende a aproximadamente 5.400 km lineares mensais (meio-fios/sarjetas), sendo recolhido um volume médio de 26,2 t/dia de detritos provenientes da varrição, capinagem e limpeza de feiras-livres e ainda 14,5 t/dia de entulhos de construções civis. Para a execução destes serviços dispõe-se, em média, de 260 funcionários e são utilizados 6 caminhões basculantes, 3 tratores e 55 carrinhos. O local para disposição final destes detritos é o lixão a céu aberto (PREFEITURA MUNICIPAL DE MARINGÁ, 1998).

O *serviço de roçada* é executado pela prefeitura, sendo que a programação é feita por bairros. Um ciclo completo em lotes vazios da cidade leva de 4 a 6 meses. O setor dispõe de 4 tratores e 15 roçadeiras costais e aproximadamente 32 funcionários para executar o serviço.

Todo lixo coletado é transportado, antes de ir ao lixão, para a central de pesagem, que fica próxima ao centro (3 km) em área residencial. Mesmo os caminhões que transportam os resíduos dos distritos administrativos (Iguatemi e Floriano) passam por esta central. Os caminhões que fazem a coleta de todos os tipos dos resíduos sólidos urbanos são os mesmos que fazem seu transporte até o lixão.

Os resíduos sólidos coletados diariamente são encaminhados ao lixão onde estes se encontram depositados a céu aberto sem nenhuma preocupação ambiental. Um trator de esteira é responsável pelo espalhamento e compactação dos resíduos que aí chegam.

Existe, porém, um programa de coleta seletiva de resíduos. Os resíduos coletados são enviados à usina de reciclagem, na zona norte da cidade a dez quilômetros do centro. Os produtos separados na usina para fins de reciclagem são: papel, plástico, vidro e metais. Há previsão para a produção de adubos (compostagem) com os resíduos orgânicos. A capacidade prevista de processamento da usina é de aproximadamente 80 t/dia, equivalente a 30% dos resíduos gerados na cidade e seus distritos.

Com relação à usina de reciclagem o que se identificou como sendo mais significativo foram as limitações de seu aproveitamento. A produção mensal da usina é muito pequena em face do volume de resíduos que são lançados diretamente no lixão. Com um cálculo aproximado, chega-se a uma produção mensal de 40 toneladas. Se compararmos com o montante mensal de resíduos que são lançados no lixão, 6.917 toneladas (dados de dezembro/98), percebe-se que apenas 0,58% dos resíduos sólidos urbanos de Maringá passam por algum processo de reciclagem. O que se nota são falhas operacionais no processo de coleta seletiva e transporte de materiais recicláveis, assim como no subdimensionamento e subutilização da usina em questão.

As falhas nos instrumentos de gestão e os impactos ambientais

Apresenta-se as correlações existentes entre os impactos ambientais havidos no Município, relacionados a problemas de gestão, com os instrumentos existentes e com aqueles ausentes, considerados necessários.

Serão apresentados os impactos ambientais e respectivos problemas de gestão à luz dos instrumentos disponíveis para num segundo momento, apresentar aqueles instrumentos que poderiam mitigar e até mesmo impedir a ocorrência destes impactos.

1 - Impactos ambientais causados por falhas nos instrumentos de gestão disponíveis

São relacionados os problemas de gestão e os respectivos impactos ambientais que foram levantados e as falhas nos instrumentos de gestão disponíveis no município de Maringá que não impedem a ocorrência destes impactos, pela inexistência ou ineficiência destes instrumentos.

Para esta análise, o eixo central serão os impactos ambientais que ocorrem nas diversas etapas que compõem o fluxo dos resíduos sólidos urbanos desde sua produção até seu destino final. Assim, tem-se reunido no quadro 1 as etapas que compõem a produção dos resíduos sólidos urbanos (coleta, transporte e destino final), os impactos ambientais levantados, os problemas de gestão que os causam e suas relações com os diversos instrumentos de gestão disponíveis em Maringá (ANGELIS NETO, 1999).

2 - Os instrumentos de gestão ausentes

Das análises que foram feitas com relação aos impactos ambientais causados por falhas nos instrumentos de gestão disponíveis em Maringá, percebe-se a existência de alguns elementos que, em menor ou maior escala, perpassam estes problemas. Assim, para a resposta da questão: "Por que, mesmo com a existência de instrumentos de gestão, ocorrem os impactos ambientais devido aos resíduos sólidos urbanos?", os seguintes fatores podem ser resumidos e destacados como os responsáveis pelo não-cumprimento do contido nestes instrumentos:

1) **Fatores econômicos:** A solução dos problemas de gestão dos resíduos sólidos urbanos de Maringá, em todas suas etapas, está intimamente relacionada com investimentos no setor. O não-cumprimento dos conteúdos dos instrumentos de gestão disponíveis no município esbarram, quase sempre, na falta de recursos financeiros. Percebe-se a ausência de verbas para a melhoria e implementação dos serviços em todas as etapas, desde equipar melhor os garis e coletores e até a implementação de um aterro sanitário com capacidade suficiente para atender as demandas atual e futura da população.

2) **Fatores educacionais:** Os costumes, ou seja, os hábitos culturais e tradições da população, acabam refletindo no dia-a-dia das mesmas no que se refere ao seu modo de ser e agir. Estes modos nem sempre são adequados e corretos para um convívio ambientalmente saudável em sociedade. Em escala local, o simples fato de jogar um papel de bala em vias públicas já reflete o potencial que este cidadão tem para contribuir no descumprimento dos conteúdos dos instrumentos de gestão. Além disso, a ignorância com relação aos temas ambientais e o desconhecimento da legislação contribui para que esse ator, o povo, auxilie no aumento das contravenções.

3) **Falta de conhecimento geral dos problemas:** Uma das razões para o não-cumprimento das especificações contidas nos instrumentos ou porque os instrumentos disponíveis não mitigam a ocorrência daqueles impactos ambientais, pode ser creditada, em parte, ao desconhecimento da real dimensão dos problemas pela população e pelo poder público local. A gestão dos resíduos sólidos urbanos de uma cidade do porte de Maringá deve ser encarada como parte integrante de uma divisão técnica e não política. As especificidades e complexidades que envolvem esta atividade faz com que seu gerenciamento deva ser feito dentro de critérios técnicos e atuais.

4) **Carência de recursos humanos especializados:** Nota-se um grande despreparo do pessoal envolvido nas atividades de gestão dos resíduos sólidos urbanos de Maringá, do gari ao engenheiro chefe. Este despreparo reflete-se de várias maneiras:

Quadro 1 - Impactos ambientais e problemas de gestão X instrumentos disponíveis											
Etapas	Impactos	Problemas de Gestão	LO	Instrumentos Urbanísticos					Inst. Econ.		CMLU
				PD	LZ	LP	CO	CP	CS	TE	
C O L E T A	<ul style="list-style-type: none"> acidentes com materiais perigosos/altos; poluição visual; poluição olfativa; proliferação de insetos e animais domésticos; esparlhamento de resíduos. 	Acondicionamento irregular	2	2	●	●	2	2	2	1	2
	<ul style="list-style-type: none"> acúmulo de resíduos em logradouros públicos; esparlhamento de resíduos; proliferação de insetos e animais domésticos; poluição olfativa; poluição visual; 	Falhas na fiscalização da coleta	2	2	●	●	●	2	2	1	2
T R A N S P O R T E	<ul style="list-style-type: none"> poluição sonora; poluição visual; vazamento de líquidos e perda de materiais sólidos. 	Utilização de veículos impróprios para o transporte de resíduos sólidos	2	2	●	●	●	2	3	1	2
	<ul style="list-style-type: none"> transbordos manuais e congestionamentos; poluição sonora; poluição olfativa; 	Exatidão insuficiente da medição de coleta	●	2	●	●	●	●	3	1	1
D E S T I N O F I N A L	<ul style="list-style-type: none"> poluição do ar e olfativa devido ao esparlhamento de poeiras, abrasão do pneu, motores e fumaças; poluição visual; 	Ausência de cobertura com material inerte das camadas cênicas de resíduos e ausência de sistema de drenagem de gases, gases	●	●	●	●	●	●	●	1	1
	<ul style="list-style-type: none"> poluição das águas superficiais e subterrâneas pela poluição da choruma; poluição das águas superficiais e subterrâneas pela drenagem das águas pluviais e córregos e/ou nascentes que se situam próximos às lixões; 	Ausência de sistema de drenagem e coleta de águas pluviais e líquidos percolados	●	●	●	●	●	●	●	1	1
	<ul style="list-style-type: none"> poluição do solo pela infiltração de líquidos percolados; degradação superficial do solo; 	Ausência de sistema de impermeabilização no contato resíduo/solo e polifófonias	●	●	●	●	●	●	●	1	1
	<ul style="list-style-type: none"> poluição visual; atenuação de paisagem (topografia, vegetação, escombreiro superficial); acúmulo e proliferação inadequada de animais, macro e microvermes; 	Utilização de técnicas inadequadas de disposição dos resíduos sólidos	2	2	●	●	●	2	3	1	1
	<ul style="list-style-type: none"> desvalorização de áreas de entorno e do próprio local de disposição; desencaminhamento de processos de meio físico; 	Ausência de estudo extensivo para escolha do local de disposição	2	2	2	●	●	●	3	1	1

Legenda: 1 - Satisfatória (não conforma, mas dentro); 2 - Insuficiente (crítico, mas falha); 3 - Suficiente (crítico, falha); ● - Não foi avaliada.

LO - Lei Orgânica PD - Plano Diretor LP - Lei de Parcelamento CO - Código de Obras TE - Trabalho Ecológico CS - Coleta Seletiva CP - Código de Posturas

5) **Falhas na legislação:** Outro ponto que merece destaque são as falhas observadas na legislação, urbanística inclusive, pela ausência de assuntos que deveriam estar contidos e pela ausência de legislação complementar. Muitos dos instrumentos aqui arrolados, disponíveis no município de Maringá, deixam a desejar no tocante à objetividade e clareza com que deveriam abordar os problemas de gestão dos resíduos sólidos urbanos. Espaços onde deveriam estar contidas legislações mais específicas são, na melhor das hipóteses, preenchidos com colocações evasivas que não colaboram para a mitigação ou impedimento da ocorrência de impactos ambientais.

6) **Falhas na fiscalização:** Neste item destaca-se a ocorrência daqueles problemas de gestão ocasionados pelo não-cumprimento das normas e diretrizes dos instrumentos disponíveis no município de Maringá. Na maioria dos casos analisados esse descumprimento decorre da ausência ou falhas na fiscalização realizadas pelo poder público e demais autoridades competentes, sobre o próprio poder público e sobre particulares. Estas falhas, por sua vez, são decorrentes da ausência de recursos financeiros e humanos capacitados, além da falta de vontade política de agir sobre si mesmo.

Do que fora exposto, serão apresentados na seqüência alguns instrumentos que, em forma de diretrizes, ajudariam a mitigar e até impedir a ocorrência dos impactos ambientais decorrentes das falhas na gestão dos resíduos sólidos

urbanos de Maringá. Assim, trataremos aqui de dividir estes instrumentos em três categorias que são apresentados a seguir.

2.1 - Os instrumentos econômicos

Caracterizam-se pela possibilidade de arrecadação de fundos a serem aplicados em projetos de controle ambiental e recuperação de áreas degradadas. Levando-se em consideração que os impactos ambientais em áreas urbanas resultantes dos resíduos sólidos são causados em sua grande maioria por atividades antrópicas, estas atividades passariam a ser taxadas com a cobrança de impostos, com vistas a coibir ou minorar os impactos ambientais causados por estas atividades. Ou ainda, como motivação econômica, a concessão de incentivos (via isenção parcial ou total dos valores do IPTU ou ISS, por exemplo) para aquelas pessoas ou empresas que participarem da coleta seletiva, na formação de novos quadros de pessoal envolvido com a gestão dos resíduos sólidos urbanos e educação ambiental.

Assim, destacam-se algumas medidas que, ao nosso ver, ajudariam a mitigar e até mesmo impedir a ocorrência de impactos ambientais em consequência de falhas na gestão dos resíduos sólidos urbanos, que acontecem mesmo com a existência dos instrumentos de gestão disponíveis (ANGELIS NETO, 1999).

1) Incentivar a redução de resíduos sólidos pela redução de desperdícios e produção de resíduos na fonte geradora: Pela dificuldade que o município tem em destinar seus resíduos sólidos urbanos, incentivar a implementação de tecnologias que utilizem quantidades menores de matéria-prima; estimular a reutilização de embalagens, a reciclagem e a recuperação ambiental segura dos resíduos inevitáveis do processo produtivo; definir a responsabilidade do produtor pelos resíduos gerados pós-consumo; responsabilizar economicamente os agentes responsáveis pelos danos causados por seus resíduos.

2) Incentivar o uso da tarifa do lixo: O instrumento econômico básico adotado para desmotivar a população a produzir resíduos é a tarifa do lixo, ou seja, a cobrança diferenciada por ocasião da coleta dos resíduos, em função da quantidade de material descartado por gerador (e não uma taxa fixa, única). Menor quantidade de resíduos produzida, menor custo para a realização das demais etapas.

3) Aprimorar o sistema de coleta seletiva: Como visto, existe um campo de ação e potencial para reciclagem bastante grande nos resíduos sólidos de Maringá. Além de seu aspecto social, a coleta seletiva e reciclagem ajudariam a reforçar o caixa da prefeitura, onde estas verbas deveriam ser aplicadas nas etapas de gestão dos resíduos sólidos urbanos.

4) Prever e controlar com fiscalização rigorosa e multas a instalação de atividades antrópicas geradoras de resíduos: Nesta direção, apresentam-se algumas diretrizes que servem para inibir a instalação de plantas industriais e

outras fontes de resíduos potencialmente poluidores do ambiente e com possibilidades de desencadeamento de processos do meio físico:

- ? conceder licenças para implantação e operação de processos tecnológicos que contemplem em seus projetos a adequada atenção técnica e ambiental à destinação dos resíduos sólidos e aos processos do meio físico;
- ? controlar o nível de poluição sobre os recursos hídricos através do acompanhamento da carga contaminante dos efluentes e da capacidade de autodepuração dos corpos d'água receptores;
- ? controlar o nível de poluição do ar por meio da análise e monitoramento das emissões gasosas, poeiras e vapores, e da capacidade de dispersão existente naquela região do município;
- ? controlar os efeitos deletérios produzidos pela emissão de vários tipos diferentes de poluentes e suas interações, sobre o meio ambiente;

2.2 - Os instrumentos educacionais

É consenso dentre os estudiosos de áreas afins da educação, independentemente das diversas correntes filosóficas, que o comportamento humano só muda se mudarem também os valores e sentimentos que o sustentam. Assim, a educação deve ser trabalhada em todos os aspectos cognitivos e afetivos inerentes ao processo de aprendizagem.

Embora as escolas, estabelecimentos de ensino formal, venham demonstrando um interesse crescente pelo tema dos resíduos sólidos urbanos, convém lembrar que estas não detêm o monopólio da educação, processo que se dá ao longo de toda a vida das pessoas. Além disso, a criança só será bem educada por professores e pais, normalmente adultos, que também forem bem educados. Sendo assim, a educação (ambiental ou não) tem igual relevância em todos os contextos, e não deve privilegiar o ensino formal. Assim, dentre os instrumentos educacionais que podem ser aplicados pelo município de Maringá para mitigar as falhas de gestão dos resíduos sólidos urbanos, tem-se conjuntamente:

1) Multidisciplinaridade: Inserir o tema da educação ambiental em todos os níveis de ensino, não como uma disciplina única e isolada, mas a ser tratada em todas as outras, destacando-se a multi e interdisciplinaridade que este assunto evoca. Além disso, prever a formação e o desenvolvimento da consciência ecológica na população, com vistas a identificar situações e posturas que causem impactos ambientais, principalmente com relação às etapas que compõem a gestão dos resíduos sólidos urbanos.

2) Políticas públicas: Desenvolver programas com vistas a desestimular a produção e uso de produtos tóxicos no município; a utilização de embalagens altamente poluidoras e de difícil decomposição (isopor, por exemplo); e fixar um percentual de redução na produção dos resíduos sólidos ao longo do tempo.

3) **Esclarecimento:** Difundir e discutir os métodos e técnicas atualmente utilizadas na gestão dos resíduos sólidos urbanos municipais com vistas à procura de soluções conjuntas entre o poder público e a comunidade, assim como promover o envolvimento da sociedade, na busca de soluções e/ou minimização dos problemas de gestão que causam impactos ambientais no município devido aos resíduos sólidos. Caberiam aqui as audiências públicas e discussões temáticas com as pessoas ou grupos interessados.

4) **Propaganda:** Utilizar métodos, técnicas e procedimentos pedagógicos para que as mensagens referentes à gestão dos resíduos sólidos urbanos atinjam a todos os níveis de instrução, do analfabeto ao de nível superior, utilizando-se de todos os recursos tecnológicos disponíveis, de mídia e de *marketing* para a educação ambiental e a formação da consciência ecológica. A conscientização da população a respeito dos problemas de gestão dos resíduos sólidos urbanos, principalmente daquela parcela que não tem acesso ao sistema formal, poderá ser feita por meio de:

- ? divulgação nos meios de comunicação de massas, como rádio e televisão, com vinhetas e informações educativas;
- ? divulgação nos meios de comunicação, *outdoors* e folhetos explicativos, entregues a população por fiscais, garis ou anexados às contas de tarifas públicas de água, luz e telefone;
- ? montagem de palestras, peças de teatro e fitas de vídeo para divulgação em assembléias, grupos de serviços e entidades formais e informais, além de sindicatos e entidades patronais.

Dentre as diretrizes para a aplicação dos instrumentos educacionais, pode-se propor parcerias envolvendo agentes como grupos de Terceira Idade, escoteiros e associações de bairros. Dependendo da natureza e profundidade da proposta pedagógica, estes agentes podem ser educadores mais capacitados, que promovam reuniões e debates com a comunidade, realizando conversas mais "informativas" com os moradores.

Firmar convênios, ainda, com a Universidade e Centros de Ensino Superiores locais, visando parcerias na busca de soluções e na disseminação e socialização do saber aí existente, para a formação de recursos humanos especializados na gestão dos resíduos sólidos urbanos de Maringá e para uma melhor compreensão dos problemas daí decorrentes.

2.3 - Os instrumentos informativos

Para a formulação e implantação de qualquer política pública voltada para a gestão dos resíduos sólidos urbanos, é necessário o conhecimento do meio, seja ele o físico, o biológico ou o sócio-econômico, função do tipo de abordagem que se deseja. Neste contexto, torna-se imprescindível a utilização de técnicas e metodologias disponíveis não só no município, mas em outras regiões do país e no exterior, para mitigar e impedir a ocorrência dos impactos ambientais decorrentes de problemas de gestão dos resíduos, mesmo com a

existência daqueles instrumentos disponíveis em Maringá, levantados e analisados anteriormente.

A aerofotogrametria, o sensoriamento remoto e o sistema de informações geográficas seriam utilizados para a formação de um banco de dados com as características do município como topografia, hidrografia, uso e ocupação, vegetação, geologia e geomorfologia, entre outros. Com estes dados seria possível a confecção de mapas ou cartas para o planejamento geoambiental do município, com os resíduos sólidos aí incluídos. Os instrumentos informativos seriam utilizados como ferramentas para o monitoramento da qualidade ambiental e mitigação dos impactos causados por falhas na gestão dos resíduos sólidos urbanos de Maringá. A sua ausência acarreta a falta de informações necessárias ao bom gerenciamento destes resíduos.

Os instrumentos informativos que seriam necessários, isolada ou conjuntamente, e suas aplicações seriam úteis para:

acompanhamento dos índices e parâmetros de qualidade ambiental do município com relação à gestão dos resíduos sólidos urbanos;

acompanhamento dos processos e variáveis do meio físico, com a possibilidade de interferência nestas e nos vetores de crescimento urbano;

determinação de áreas potencialmente indicadas, técnica e ambientalmente, para a localização do aterro sanitário municipal.

Conclusão

A questão ambiental vem produzindo ampla modificação de conceitos, seja nas esferas social, política, cultural, filosófica, científica, econômica e tecnológica, entre outras. Evidenciam-se problemas que vão desde escalas imediata e restrita até efeitos em escala global. O ser humano ocupa o planeta Terra há milhares de anos, e conseguiu manter um certo equilíbrio nas relações de troca entre o homem e o ambiente, por muito tempo. Com o aumento da população humana e o desenvolvimento de novas tecnologias, passou-se a uma maior apropriação do meio, conseguindo habitar em todas as regiões do planeta, alterando o ambiente natural.

Dessa forma, o uso e ocupação do solo que geram alterações nos processos ambientais, necessitam ser compreendidos para que seus impactos negativos possam ser reduzidos. O conhecimento adequado dessas alterações passa pela identificação e análise das limitações e potencialidades do ambiente, em termos físicos, biológicos e sócio-político-cultural.

A urbanização causa essas alterações, que reponde, ainda, por seus diversos elementos e equipamentos urbanos, cada qual causando impactos inerentes a seus processos tecnológicos e resíduos que geram. É nesse contexto que devem agir os instrumentos urbanísticos e econômicos de gestão, onde, ao

contrário do que se verificou no município de Maringá, não impediram ou mitigaram corretamente a ocorrência de impactos ambientais devido aos resíduos sólidos urbanos.

Percebeu-se neste contexto que as deficiências verificadas nos diversos instrumentos de gestão disponíveis (lei orgânica, os instrumentos urbanísticos e econômicos, assim como o código municipal de limpeza urbana) colaboram para a ocorrência dos impactos ambientais causados pelos resíduos sólidos urbanos em Maringá.

Os problemas de gestão que ocorrem no fluxo dos resíduos sólidos urbanos nas fases de coleta (acondicionamento irregular e falhas na frequência de coleta), de transporte (utilização de veículos impróprios e itinerários inadequados de coleta) e de destino final (ausência de cobertura com material inerte, ausência de sistemas de drenagem e coleta de líquidos percolados, ausência de impermeabilização no contato resíduo x solo, utilização de técnicas inadequadas de disposição dos resíduos e ausência de estudo criterioso para escolha do local de disposição) não encontram, nos atuais instrumentos urbanísticos e econômicos, respostas para impedir a ocorrência dos impactos ambientais advindos de falhas na gestão.

Além disso, tem-se que o gerenciamento adequado dos resíduos sólidos urbanos de Maringá é um dos maiores desafios enfrentados pelo governo municipal, responsável pelas atividades nesta área. Se por um lado percebe-se a presença de problemas estruturais (como a falta de infra-estrutura necessária, dificuldades de acesso a determinadas localidades e carência de informações reais e atuais sobre o problema) por outro nota-se a ausência de políticas para a área que privilegiem soluções globais de médio e longo prazos. Como consequência o poder público fica impedido de prestar os serviços necessários e que atenda satisfatoriamente a população, evitando-se os impactos ambientais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGELIS NETO, G. **As deficiências nos instrumentos de gestão e os impactos ambientais causados por resíduos sólidos urbanos: o caso de Maringá/PR.** São Paulo, 1999. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

_____. ; ANGELIS, B.L.D. As deficiências nos instrumentos de gestão e os impactos ambientais causados por resíduos sólidos urbanos: o caso de Maringá/PR. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA, 7., Curitiba, 2.000. **Anais.** São Paulo, ABLP, 2.000.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA)
Resoluções CONAMA: 1984/1986. Brasília, SEMA, 1986.

FORNASARI FILHO, N. **Alterações nos processos do meio físico por mineração:** estudo de casos de instrumentos de gerenciamento ambiental. São Paulo, 1995. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental, Universidade de São Paulo.

LEITMANN, J. **Rapid urban environmental assessment:** lessons from cities in the developing world. N. 12, Washington, UNDP/UNCHS/World Bank, 1994.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MARINGÁ. Secretaria de Serviços Urbanos e Meio Ambiente. **Relatório de atividades mensais.** Maringá, Gráfica Municipal, 1998.

Autores

Generoso De Angelis Neto

engenheiro civil, doutor em
Planejamento Ambiental de Áreas
Urbanas, professor-adjunto do
Departamento de Engenharia Civil da
Universidade Estadual de Maringá

Bruno Luiz Domingos De Angelis

engenheiro agrônomo, doutor
em Planejamento Urbano de Áreas
Verdes, professor-adjunto do
Departamento de Agronomia da
Universidade Estadual de Maringá

FALHAS NA GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DE MARINGÁ/PR

Resumo

Apresenta-se neste artigo os impactos ambientais que ocorrem em Maringá, devido aos resíduos sólidos urbanos, causados por falhas nos instrumentos de gestão. Serão analisados os instrumentos urbanísticos e econômicos, ou seja, aqueles que, em princípio, deveriam garantir as condições necessárias para a adequada gestão dos resíduos sólidos. Além disso são destacados os instrumentos ausentes que poderiam mitigar ou impedir a ocorrência destes impactos.

Abstract

In this article we show the environmental impact caused in Maringá by solid urban waste, due to poor management tools. We analyze both economical and urbanistic tools, that is, those which - in principle - should ensure the necessary conditions for a proper management of solid waste. Moreover, we underline the lacking tools that could mitigate or prevent such impacts.

Introdução

A Resolução 1.86 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama) considera impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

- ? a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- ? as atividades sociais e econômicas;
- ? a biota;
- ? as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- ? a qualidade dos recursos ambientais.

É necessário o desenvolvimento do "diagnóstico ambiental da área de influência do projeto, com completa descrição e análise de recursos ambientais e suas interações, tal como existem, de modo a caracterizar a situação ambiental da área, antes da implantação do projeto, considerando:

- ? o meio físico - o subsolo, as águas, o ar e o clima, destacando os recursos minerais, a topografia, os tipos e aptidões do solo, os corpos d'água, o regime hidrológico, as correntes marinhas, as correntes atmosféricas;

- ? o meio biológico e os ecossistemas naturais - a fauna e a flora, destacando as espécies indicadoras da qualidade ambiental, de valor científico e econômico, raras e ameaçadas de extinção, e as áreas de preservação permanente;
- ? o meio sócio-econômico - o uso e ocupação do solo, os usos da água e a sócio-economia, destacando os sítios e monumentos arqueológicos, históricos e culturais da comunidade, as relações de dependência entre a sociedade local, os recursos ambientais e a potencial de utilização futura desses recursos".

Na seqüência, esta mesma Resolução em seu artigo 9.º, destaca a obrigatoriedade do Relatório de Impacto Ambiental (Rima), que refletirá as conclusões do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e conterá, no mínimo:

- ? os objetivos e justificativas do projeto, sua relação e compatibilidade com as políticas setoriais, planos e programas governamentais;
- ? a descrição do projeto e suas alternativas tecnológicas e locacionais, especificando, para cada uma delas, nas fases de construção e operação, a área de influência, as matérias-primas e mão-de-obra, as fontes de energia, os processos e técnicas operacionais, os prováveis efluentes, emissões, resíduos e perdas de energia, os empregos diretos e indiretos a serem gerados;
- ? a síntese dos resultados dos estudos de diagnóstico ambiental da área de influência do projeto;
- ? a descrição dos prováveis impactos ambientais da implantação e operação da atividade, considerando o projeto, suas alternativas, os horizontes de tempo de incidência dos impactos e indicando os métodos para sua identificação;
- ? a caracterização da qualidade futura da área de influência, comparando as diferentes situações da adoção do projeto e suas alternativas, bem como a hipótese de sua não-realização;
- ? a descrição do efeito esperado pelas medidas mitigadoras previstas em relação aos impactos negativos, mencionando aqueles que não puderem ser evitados e o grau de alteração esperado;
- ? o programa de acompanhamento e monitoramento dos impactos;
- ? recomendação quanto à alternativa mais favorável (conclusões e comentários de ordem geral).

O Rima deve ser apresentado de forma objetiva e adequada à sua compreensão. As informações devem ser traduzidas em linguagem acessível, ilustradas por mapas, cartas, quadros, gráficos e demais técnicas de comunicação visual, de modo que se possam entender as vantagens e desvantagens do projeto, bem como todas as conseqüências ambientais de sua implantação.

Passada mais de uma década da entrada em vigor desta resolução, tem-se um pequeno, mas bom espaço de tempo para análises e reflexões acerca da mesma. A instituição do EIA/Rima nos moldes que fora feita seguiu padrões internacionais não muito adequados à realidade que enfrentamos. Três fatores

merecem destaque à luz das dificuldades encontradas para a análise daquelas atividades antrópicas já instaladas em zonas urbanas:

- ? a subjetividade de alguns (talvez a maioria dos) parâmetros para a determinação da qualidade ambiental e/ou alteração do meio;
- ? a lacuna ou vazio existente para o estudo e análise de impactos ambientais de processos tecnológicos e/ou atividades modificadoras do meio ambiente quando já instalados e em funcionamento; e
- ? a complexidade para análise de impactos ambientais em áreas antropizadas, como as urbanas.

Caracterização das propriedades do meio físico

As cidades de países em desenvolvimento têm crescido a um ritmo sem precedentes. Desde 1950, a população urbana destas cidades aumentou de 300 milhões para 1,3 bilhão de pessoas. Até o ano de 2030, estas cidades experimentarão um crescimento da ordem de 160%. Embora o processo de urbanização ofereça uma performance econômica acelerada para os países, o incremento do preço do solo urbano e a má utilização do mesmo têm implicações negativas nos recursos naturais e culturais, assim como na pobreza urbana (ANGELIS NETO, 1999).

Com a ocorrência da urbanização, surgem pressões sobre as áreas adjacentes ao sítio urbano. Os impactos negativos desse desenvolvimento podem incluir a perda ou destruição de ecossistemas inteiros ou a degradação ambiental dessas áreas.

Um outro aspecto bastante preocupante no meio urbano é a presença de atividades ou processos tecnológicos que comprometem a qualidade de vida neste ambiente. A consequência imediata do uso irracional destes processos é o surgimento da poluição, entre outros problemas decorrentes. Neste sentido, LEITMANN (1994) apresenta um resumo dos principais problemas ambientais urbanos, suas causas e efeitos correspondentes, onde deixa claro estas inter-relações.

Do estudo do levantamento efetuado e da coordenação dos melhores resultados colhidos pela investigação sobre o meio físico, resultará o critério para a opção, quer se trate de plano de implantação de empreendimentos/processos tecnológicos ou de reorganização/expansão dos pré-existentes. Neste contexto deve-se levar em consideração: as condições climáticas, a geomorfologia/topografia, a geotecnia, os aspectos hidrológicos, os aspectos panorâmicos e a vegetação, entre outros.

Etapas do fluxo dos resíduos sólidos em Maringá- PR

O sistema de coleta de resíduos sólidos é dividido na prática em dois setores: norte e sul, tendo como elemento delimitador a Avenida Colombo e atende aproximadamente 98% dos domicílios urbanos do município. A frequência de coleta na maior parte da cidade, ocorre em dois grupos com dias alternados, ou seja, três vezes por semana, e na zona central que é diária, distribuídas entre períodos noturno e diurno. Este procedimento é resultante da disponibilidade da frota (11 caminhões e 1 carro próprio para coleta hospitalar), remanejada para executar os serviços de limpeza urbana da cidade.

A produção média diária de resíduos sólidos domiciliares é de aproximadamente 254 toneladas, o que equivale a um índice per capita de 0,85 kg/hab/dia, considerado alto se comparado com a média no Estado do Paraná, que é de 0,30 kg/hab/dia. O resíduo hospitalar tem coleta diferenciada e apresenta uma produção diária em torno de duas toneladas sendo que estes resíduos são depositados no lixão a céu aberto, a 10 km do centro de Maringá.

O *serviço de varrição* do município atende a aproximadamente 5.400 km lineares mensais (meio-fios/sarjetas), sendo recolhido um volume médio de 26,2 t/dia de detritos provenientes da varrição, capinagem e limpeza de feiras-livres e ainda 14,5 t/dia de entulhos de construções civis. Para a execução destes serviços dispõe-se, em média, de 260 funcionários e são utilizados 6 caminhões basculantes, 3 tratores e 55 carrinhos. O local para disposição final destes detritos é o lixão a céu aberto (PREFEITURA MUNICIPAL DE MARINGÁ, 1998).

O *serviço de roçada* é executado pela prefeitura, sendo que a programação é feita por bairros. Um ciclo completo em lotes vazios da cidade leva de 4 a 6 meses. O setor dispõe de 4 tratores e 15 roçadeiras costais e aproximadamente 32 funcionários para executar o serviço.

Todo lixo coletado é transportado, antes de ir ao lixão, para a central de pesagem, que fica próxima ao centro (3 km) em área residencial. Mesmo os caminhões que transportam os resíduos dos distritos administrativos (Iguatemi e Floriano) passam por esta central. Os caminhões que fazem a coleta de todos os tipos dos resíduos sólidos urbanos são os mesmos que fazem seu transporte até o lixão.

Os resíduos sólidos coletados diariamente são encaminhados ao lixão onde estes se encontram depositados a céu aberto sem nenhuma preocupação ambiental. Um trator de esteira é responsável pelo espalhamento e compactação dos resíduos que aí chegam.

Existe, porém, um programa de coleta seletiva de resíduos. Os resíduos coletados são enviados à usina de reciclagem, na zona norte da cidade a dez quilômetros do centro. Os produtos separados na usina para fins de reciclagem são: papel, plástico, vidro e metais. Há previsão para a produção de adubos (compostagem) com os resíduos orgânicos. A capacidade prevista de processamento da usina é de aproximadamente 80 t/dia, equivalente a 30% dos resíduos gerados na cidade e seus distritos.

Com relação à usina de reciclagem o que se identificou como sendo mais significativo foram as limitações de seu aproveitamento. A produção mensal da usina é muito pequena em face do volume de resíduos que são lançados diretamente no lixão. Com um cálculo aproximado, chega-se a uma produção mensal de 40 toneladas. Se compararmos com o montante mensal de resíduos que são lançados no lixão, 6.917 toneladas (dados de dezembro/98), percebe-se que apenas 0,58% dos resíduos sólidos urbanos de Maringá passam por algum processo de reciclagem. O que se nota são falhas operacionais no processo de coleta seletiva e transporte de materiais recicláveis, assim como no subdimensionamento e subutilização da usina em questão.

As falhas nos instrumentos de gestão e os impactos ambientais

Apresenta-se as correlações existentes entre os impactos ambientais havidos no Município, relacionados a problemas de gestão, com os instrumentos existentes e com aqueles ausentes, considerados necessários.

Serão apresentados os impactos ambientais e respectivos problemas de gestão à luz dos instrumentos disponíveis para num segundo momento, apresentar aqueles instrumentos que poderiam mitigar e até mesmo impedir a ocorrência destes impactos.

1 - Impactos ambientais causados por falhas nos instrumentos de gestão disponíveis

São relacionados os problemas de gestão e os respectivos impactos ambientais que foram levantados e as falhas nos instrumentos de gestão disponíveis no município de Maringá que não impedem a ocorrência destes impactos, pela inexistência ou ineficiência destes instrumentos.

Para esta análise, o eixo central serão os impactos ambientais que ocorrem nas diversas etapas que compõem o fluxo dos resíduos sólidos urbanos desde sua produção até seu destino final. Assim, tem-se reunido no quadro 1 as etapas que compõem a produção dos resíduos sólidos urbanos (coleta, transporte e destino final), os impactos ambientais levantados, os problemas de gestão que os causam e suas relações com os diversos instrumentos de gestão disponíveis em Maringá (ANGELIS NETO, 1999).

2 - Os instrumentos de gestão ausentes

Das análises que foram feitas com relação aos impactos ambientais causados por falhas nos instrumentos de gestão disponíveis em Maringá, percebe-se a existência de alguns elementos que, em menor ou maior escala, perpassam estes problemas. Assim, para a resposta da questão: "Por que, mesmo com a existência de instrumentos de gestão, ocorrem os impactos ambientais devido aos resíduos sólidos urbanos?", os seguintes fatores podem ser resumidos e destacados como os responsáveis pelo não-cumprimento do contido nestes instrumentos:

1) **Fatores econômicos**: A solução dos problemas de gestão dos resíduos sólidos urbanos de Maringá, em todas suas etapas, está intimamente relacionada com investimentos no setor. O não-cumprimento dos conteúdos dos instrumentos de gestão disponíveis no município esbarram, quase sempre, na falta de recursos financeiros. Percebe-se a ausência de verbas para a melhoria e implementação dos serviços em todas as etapas, desde equipar melhor os garis e coletores e até a implementação de um aterro sanitário com capacidade suficiente para atender as demandas atual e futura da população.

2) **Fatores educacionais**: Os costumes, ou seja, os hábitos culturais e tradições da população, acabam refletindo no dia-a-dia das mesmas no que se refere ao seu modo de ser e agir. Estes modos nem sempre são adequados e corretos para um convívio ambientalmente saudável em sociedade. Em escala local, o simples fato de jogar um papel de bala em vias públicas já reflete o potencial que este cidadão tem para contribuir no descumprimento dos conteúdos dos instrumentos de gestão. Além disso, a ignorância com relação aos temas ambientais e o desconhecimento da legislação contribui para que esse ator, o povo, auxilie no aumento das contravenções.

3) **Falta de conhecimento geral dos problemas**: Uma das razões para o não-cumprimento das especificações contidas nos instrumentos ou porque os instrumentos disponíveis não mitigam a ocorrência daqueles impactos ambientais, pode ser creditada, em parte, ao desconhecimento da real dimensão dos problemas pela população e pelo poder público local. A gestão dos resíduos sólidos urbanos de uma cidade do porte de Maringá deve ser encarada como parte integrante de uma divisão técnica e não política. As especificidades e complexidades que envolvem esta atividade faz com que seu gerenciamento deva ser feito dentro de critérios técnicos e atuais.

4) **Carência de recursos humanos especializados**: Nota-se um grande despreparo do pessoal envolvido nas atividades de gestão dos resíduos sólidos urbanos de Maringá, do gari ao engenheiro chefe. Este despreparo reflete-se de várias maneiras:

Quadro 1 - Impactos ambientais e problemas de gestão X instrumentos disponíveis											
Etapas	Impactos	Problemas de Gestão	LO	Instrumentos Urbanísticos					Inst. Econ.		CMLU
				PD	LZ	LP	CO	CP	CS	TE	
C O L E T A	<ul style="list-style-type: none"> acidentes com materiais perigosos/altos; poluição visual; poluição olfativa; proliferação de insetos e animais domésticos; esparçamento de resíduos; 	Acondicionamento irregular	2	2	●	●	2	2	2	1	2
	<ul style="list-style-type: none"> acúmulo de resíduos em logradouros públicos; esparçamento de resíduos; proliferação de insetos e animais domésticos; poluição visual; poluição olfativa; 	Falhas na fiscalização da coleta	2	2	●	●	●	2	2	1	2
T R A N S P O R T E	<ul style="list-style-type: none"> poluição sonora; poluição visual; vazamento de líquidos e perda de materiais sólidos; 	Utilização de veículos impróprios para o transporte de resíduos sólidos	2	2	●	●	●	2	3	1	2
	<ul style="list-style-type: none"> transações manuais e corresponsáveis; poluição sonora; poluição olfativa; 	Exceção regulamentada da legislação de coleta	●	2	●	●	●	●	3	1	1
D E S T I N O F I N A L	<ul style="list-style-type: none"> poluição do ar e olfativa devido ao esparçamento de papéis, jornais e revistas; poluição visual; 	Ausência de cobertura com material inerte das camadas cegas de resíduos e ausência de sistema de drenagem de gases, gases	●	●	●	●	●	●	●	1	1
	<ul style="list-style-type: none"> poluição das águas superficiais e subterrâneas pela contaminação da choruma; poluição das águas superficiais e subterrâneas pela drenagem das águas pluviais e córregos e/ou nascentes que se situam próximos às lixões; 	Ausência de sistema de drenagem e coleta das águas pluviais e líquidos percolados	●	●	●	●	●	●	●	1	1
	<ul style="list-style-type: none"> poluição do solo pela infiltração de líquidos percolados; degradação superficial do solo; 	Ausência de sistema de impermeabilização no contato resíduo/solo e polifonias	●	●	●	●	●	●	●	1	1
	<ul style="list-style-type: none"> poluição visual; atenuação de paisagem (topografia, vegetação, escombreiro superficial); acúmulo e proliferação inadequada de animais, macro e microvegetação; 	Utilização de técnicas inadequadas de disposição dos resíduos sólidos	2	2	●	●	●	2	3	1	1
	<ul style="list-style-type: none"> desvalorização de áreas de entorno e do próprio local de disposição; desencaminhamento de processos de meio físico; 	Ausência de estudo criterioso para escolha do local de disposição	2	2	2	●	●	●	3	1	1

Legendas: 1 - Satisfatória (não conforma, mas dentro); 2 - Insuficiente (crítico, mas falha); 3 - Suficiente (falha - falha); ● - Não foi avaliada.

LO - Lei Orgânica PD - Plano Diretor LP - Lei de Parcelamento CO - Código de Obras CP - Código de Posturas CS - Código de Posturas TE - Trabalho Especial CS - Coleta Seletiva

5) **Falhas na legislação:** Outro ponto que merece destaque são as falhas observadas na legislação, urbanística inclusive, pela ausência de assuntos que deveriam estar contidos e pela ausência de legislação complementar. Muitos dos instrumentos aqui arrolados, disponíveis no município de Maringá, deixam a desejar no tocante à objetividade e clareza com que deveriam abordar os problemas de gestão dos resíduos sólidos urbanos. Espaços onde deveriam estar contidas legislações mais específicas são, na melhor das hipóteses, preenchidos com cobcações evasivas que não colaboram para a mitigação ou impedimento da ocorrência de impactos ambientais.

6) **Falhas na fiscalização:** Neste item destaca-se a ocorrência daqueles problemas de gestão ocasionados pelo não-cumprimento das normas e diretrizes dos instrumentos disponíveis no município de Maringá. Na maioria dos casos analisados esse descumprimento decorre da ausência ou falhas na fiscalização realizadas pelo poder público e demais autoridades competentes, sobre o próprio poder público e sobre particulares. Estas falhas, por sua vez, são decorrentes da ausência de recursos financeiros e humanos capacitados, além da falta de vontade política de agir sobre si mesmo.

Do que fora exposto, serão apresentados na seqüência alguns instrumentos que, em forma de diretrizes, ajudariam a mitigar e até impedir a ocorrência dos impactos ambientais decorrentes das falhas na gestão dos resíduos sólidos

urbanos de Maringá. Assim, trataremos aqui de dividir estes instrumentos em três categorias que são apresentados a seguir.

2.1 - Os instrumentos econômicos

Caracterizam-se pela possibilidade de arrecadação de fundos a serem aplicados em projetos de controle ambiental e recuperação de áreas degradadas. Levando-se em consideração que os impactos ambientais em áreas urbanas resultantes dos resíduos sólidos são causados em sua grande maioria por atividades antrópicas, estas atividades passariam a ser taxadas com a cobrança de impostos, com vistas a coibir ou minorar os impactos ambientais causados por estas atividades. Ou ainda, como motivação econômica, a concessão de incentivos (via isenção parcial ou total dos valores do IPTU ou ISS, por exemplo) para aquelas pessoas ou empresas que participarem da coleta seletiva, na formação de novos quadros de pessoal envolvido com a gestão dos resíduos sólidos urbanos e educação ambiental.

Assim, destacam-se algumas medidas que, ao nosso ver, ajudariam a mitigar e até mesmo impedir a ocorrência de impactos ambientais em consequência de falhas na gestão dos resíduos sólidos urbanos, que acontecem mesmo com a existência dos instrumentos de gestão disponíveis (ANGELIS NETO, 1999).

1) Incentivar a redução de resíduos sólidos pela redução de desperdícios e produção de resíduos na fonte geradora: Pela dificuldade que o município tem em destinar seus resíduos sólidos urbanos, incentivar a implementação de tecnologias que utilizem quantidades menores de matéria-prima; estimular a reutilização de embalagens, a reciclagem e a recuperação ambiental segura dos resíduos inevitáveis do processo produtivo; definir a responsabilidade do produtor pelos resíduos gerados pós-consumo; responsabilizar economicamente os agentes responsáveis pelos danos causados por seus resíduos.

2) Incentivar o uso da tarifa do lixo: O instrumento econômico básico adotado para desmotivar a população a produzir resíduos é a tarifa do lixo, ou seja, a cobrança diferenciada por ocasião da coleta dos resíduos, em função da quantidade de material descartado por gerador (e não uma taxa fixa, única). Menor quantidade de resíduos produzida, menor custo para a realização das demais etapas.

3) Aprimorar o sistema de coleta seletiva: Como visto, existe um campo de ação e potencial para reciclagem bastante grande nos resíduos sólidos de Maringá. Além de seu aspecto social, a coleta seletiva e reciclagem ajudariam a reforçar o caixa da prefeitura, onde estas verbas deveriam ser aplicadas nas etapas de gestão dos resíduos sólidos urbanos.

4) Prever e controlar com fiscalização rigorosa e multas a instalação de atividades antrópicas geradoras de resíduos: Nesta direção, apresentam-se algumas diretrizes que servem para inibir a instalação de plantas industriais e

outras fontes de resíduos potencialmente poluidores do ambiente e com possibilidades de desencadeamento de processos do meio físico:

- ? conceder licenças para implantação e operação de processos tecnológicos que contemplem em seus projetos a adequada atenção técnica e ambiental à destinação dos resíduos sólidos e aos processos do meio físico;
- ? controlar o nível de poluição sobre os recursos hídricos através do acompanhamento da carga contaminante dos efluentes e da capacidade de autodepuração dos corpos d'água receptores;
- ? controlar o nível de poluição do ar por meio da análise e monitoramento das emissões gasosas, poeiras e vapores, e da capacidade de dispersão existente naquela região do município;
- ? controlar os efeitos deletérios produzidos pela emissão de vários tipos diferentes de poluentes e suas interações, sobre o meio ambiente;

2.2 - Os instrumentos educacionais

É consenso dentre os estudiosos de áreas afins da educação, independentemente das diversas correntes filosóficas, que o comportamento humano só muda se mudarem também os valores e sentimentos que o sustentam. Assim, a educação deve ser trabalhada em todos os aspectos cognitivos e afetivos inerentes ao processo de aprendizagem.

Embora as escolas, estabelecimentos de ensino formal, venham demonstrando um interesse crescente pelo tema dos resíduos sólidos urbanos, convém lembrar que estas não detêm o monopólio da educação, processo que se dá ao longo de toda a vida das pessoas. Além disso, a criança só será bem educada por professores e pais, normalmente adultos, que também forem bem educados. Sendo assim, a educação (ambiental ou não) tem igual relevância em todos os contextos, e não deve privilegiar o ensino formal. Assim, dentre os instrumentos educacionais que podem ser aplicados pelo município de Maringá para mitigar as falhas de gestão dos resíduos sólidos urbanos, tem-se conjuntamente:

1) Multidisciplinaridade: Inserir o tema da educação ambiental em todos os níveis de ensino, não como uma disciplina única e isolada, mas a ser tratada em todas as outras, destacando-se a multi e interdisciplinaridade que este assunto evoca. Além disso, prever a formação e o desenvolvimento da consciência ecológica na população, com vistas a identificar situações e posturas que causem impactos ambientais, principalmente com relação às etapas que compõem a gestão dos resíduos sólidos urbanos.

2) Políticas públicas: Desenvolver programas com vistas a desestimular a produção e uso de produtos tóxicos no município; a utilização de embalagens altamente poluidoras e de difícil decomposição (isopor, por exemplo); e fixar um percentual de redução na produção dos resíduos sólidos ao longo do tempo.

3) **Esclarecimento:** Difundir e discutir os métodos e técnicas atualmente utilizadas na gestão dos resíduos sólidos urbanos municipais com vistas à procura de soluções conjuntas entre o poder público e a comunidade, assim como promover o envolvimento da sociedade, na busca de soluções e/ou minimização dos problemas de gestão que causam impactos ambientais no município devido aos resíduos sólidos. Caberiam aqui as audiências públicas e discussões temáticas com as pessoas ou grupos interessados.

4) **Propaganda:** Utilizar métodos, técnicas e procedimentos pedagógicos para que as mensagens referentes à gestão dos resíduos sólidos urbanos atinjam a todos os níveis de instrução, do analfabeto ao de nível superior, utilizando-se de todos os recursos tecnológicos disponíveis, de mídia e de *marketing* para a educação ambiental e a formação da consciência ecológica. A conscientização da população a respeito dos problemas de gestão dos resíduos sólidos urbanos, principalmente daquela parcela que não tem acesso ao sistema formal, poderá ser feita por meio de:

- ? divulgação nos meios de comunicação de massas, como rádio e televisão, com vinhetas e informações educativas;
- ? divulgação nos meios de comunicação, *outdoors* e folhetos explicativos, entregues a população por fiscais, garis ou anexados às contas de tarifas públicas de água, luz e telefone;
- ? montagem de palestras, peças de teatro e fitas de vídeo para divulgação em assembléias, grupos de serviços e entidades formais e informais, além de sindicatos e entidades patronais.

Dentre as diretrizes para a aplicação dos instrumentos educacionais, pode-se propor parcerias envolvendo agentes como grupos de Terceira Idade, escoteiros e associações de bairros. Dependendo da natureza e profundidade da proposta pedagógica, estes agentes podem ser educadores mais capacitados, que promovam reuniões e debates com a comunidade, realizando conversas mais "informativas" com os moradores.

Firmar convênios, ainda, com a Universidade e Centros de Ensino Superiores locais, visando parcerias na busca de soluções e na disseminação e socialização do saber aí existente, para a formação de recursos humanos especializados na gestão dos resíduos sólidos urbanos de Maringá e para uma melhor compreensão dos problemas daí decorrentes.

2.3 - Os instrumentos informativos

Para a formulação e implantação de qualquer política pública voltada para a gestão dos resíduos sólidos urbanos, é necessário o conhecimento do meio, seja ele o físico, o biológico ou o sócio-econômico, função do tipo de abordagem que se deseja. Neste contexto, torna-se imprescindível a utilização de técnicas e metodologias disponíveis não só no município, mas em outras regiões do país e no exterior, para mitigar e impedir a ocorrência dos impactos ambientais decorrentes de problemas de gestão dos resíduos, mesmo com a

existência daqueles instrumentos disponíveis em Maringá, levantados e analisados anteriormente.

A aerofotogrametria, o sensoriamento remoto e o sistema de informações geográficas seriam utilizados para a formação de um banco de dados com as características do município como topografia, hidrografia, uso e ocupação, vegetação, geologia e geomorfologia, entre outros. Com estes dados seria possível a confecção de mapas ou cartas para o planejamento geoambiental do município, com os resíduos sólidos aí incluídos. Os instrumentos informativos seriam utilizados como ferramentas para o monitoramento da qualidade ambiental e mitigação dos impactos causados por falhas na gestão dos resíduos sólidos urbanos de Maringá. A sua ausência acarreta a falta de informações necessárias ao bom gerenciamento destes resíduos.

Os instrumentos informativos que seriam necessários, isolada ou conjuntamente, e suas aplicações seriam úteis para:

acompanhamento dos índices e parâmetros de qualidade ambiental do município com relação à gestão dos resíduos sólidos urbanos;

acompanhamento dos processos e variáveis do meio físico, com a possibilidade de interferência nestas e nos vetores de crescimento urbano;

determinação de áreas potencialmente indicadas, técnica e ambientalmente, para a localização do aterro sanitário municipal.

Conclusão

A questão ambiental vem produzindo ampla modificação de conceitos, seja nas esferas social, política, cultural, filosófica, científica, econômica e tecnológica, entre outras. Evidenciam-se problemas que vão desde escalas imediata e restrita até efeitos em escala global. O ser humano ocupa o planeta Terra há milhares de anos, e conseguiu manter um certo equilíbrio nas relações de troca entre o homem e o ambiente, por muito tempo. Com o aumento da população humana e o desenvolvimento de novas tecnologias, passou-se a uma maior apropriação do meio, conseguindo habitar em todas as regiões do planeta, alterando o ambiente natural.

Dessa forma, o uso e ocupação do solo que geram alterações nos processos ambientais, necessitam ser compreendidos para que seus impactos negativos possam ser reduzidos. O conhecimento adequado dessas alterações passa pela identificação e análise das limitações e potencialidades do ambiente, em termos físicos, biológicos e sócio-político-cultural.

A urbanização causa essas alterações, que reponde, ainda, por seus diversos elementos e equipamentos urbanos, cada qual causando impactos inerentes a seus processos tecnológicos e resíduos que geram. É nesse contexto que devem agir os instrumentos urbanísticos e econômicos de gestão, onde, ao

contrário do que se verificou no município de Maringá, não impediram ou mitigaram corretamente a ocorrência de impactos ambientais devido aos resíduos sólidos urbanos.

Percebeu-se neste contexto que as deficiências verificadas nos diversos instrumentos de gestão disponíveis (lei orgânica, os instrumentos urbanísticos e econômicos, assim como o código municipal de limpeza urbana) colaboram para a ocorrência dos impactos ambientais causados pelos resíduos sólidos urbanos em Maringá.

Os problemas de gestão que ocorrem no fluxo dos resíduos sólidos urbanos nas fases de coleta (acondicionamento irregular e falhas na frequência de coleta), de transporte (utilização de veículos impróprios e itinerários inadequados de coleta) e de destino final (ausência de cobertura com material inerte, ausência de sistemas de drenagem e coleta de líquidos percolados, ausência de impermeabilização no contato resíduo x solo, utilização de técnicas inadequadas de disposição dos resíduos e ausência de estudo criterioso para escolha do local de disposição) não encontram, nos atuais instrumentos urbanísticos e econômicos, respostas para impedir a ocorrência dos impactos ambientais advindos de falhas na gestão.

Além disso, tem-se que o gerenciamento adequado dos resíduos sólidos urbanos de Maringá é um dos maiores desafios enfrentados pelo governo municipal, responsável pelas atividades nesta área. Se por um lado percebe-se a presença de problemas estruturais (como a falta de infra-estrutura necessária, dificuldades de acesso a determinadas localidades e carência de informações reais e atuais sobre o problema) por outro nota-se a ausência de políticas para a área que privilegiem soluções globais de médio e longo prazos. Como consequência o poder público fica impedido de prestar os serviços necessários e que atenda satisfatoriamente a população, evitando-se os impactos ambientais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGELIS NETO, G. **As deficiências nos instrumentos de gestão e os impactos ambientais causados por resíduos sólidos urbanos: o caso de Maringá/PR.** São Paulo, 1999. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

_____. ; ANGELIS, B.L.D. As deficiências nos instrumentos de gestão e os impactos ambientais causados por resíduos sólidos urbanos: o caso de Maringá/PR. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA, 7., Curitiba, 2.000. **Anais.** São Paulo, ABLP, 2.000.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA)
Resoluções CONAMA: 1984/1986. Brasília, SEMA, 1986.

FORNASARI FILHO, N. **Alterações nos processos do meio físico por mineração:** estudo de casos de instrumentos de gerenciamento ambiental. São Paulo, 1995. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental, Universidade de São Paulo.

LEITMANN, J. **Rapid urban environmental assessment:** lessons from cities in the developing world. N. 12, Washington, UNDP/UNCHS/World Bank, 1994.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MARINGÁ. Secretaria de Serviços Urbanos e Meio Ambiente. **Relatório de atividades mensais.** Maringá, Gráfica Municipal, 1998.

Autores

Generoso De Angelis Neto

engenheiro civil, doutor em
Planejamento Ambiental de Áreas
Urbanas, professor-adjunto do
Departamento de Engenharia Civil da
Universidade Estadual de Maringá

Bruno Luiz Domingos De Angelis

engenheiro agrônomo, doutor
em Planejamento Urbano de Áreas
Verdes, professor-adjunto do
Departamento de Agronomia da
Universidade Estadual de Maringá

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO USO DE ESTUFA PLÁSTICA, REVOLVIMENTO DE LODO E INJEÇÃO DE CALOR NA SECAGEM E DESINFECÇÃO DE LODO ANAERÓBIO EM LEITO DE SECAGEM

Resumo

Para a disposição final do lodo de esgoto, a secagem e a desinfecção são processos imprescindíveis, devido ao seu custo de transporte, potencial poluente e contaminante. Há diversas formas de secagem do lodo, sendo a mais viável economicamente o uso de leitos de secagem, largamente difundidos por apresentarem baixo nível de investimento. Porém, nem sempre as estações de tratamento dispõem de espaço físico para a instalação de leitos de secagem em número ou área suficientes. Assim, torna-se necessária a compatibilização na própria estação dos leitos de secagem para todas as descargas de lodo realizadas.

De acordo com essas afirmações, o uso de estufas plásticas sobre os leitos de secagem, aliados à injeção de calor por meio dos gases gerados no próprio processo de tratamento do esgoto, associado ao processo de revolvimento, mostraram-se eficientes para a diminuição no tempo de permanência do lodo dentro dos leitos de secagem.

Os tratamentos com estufa apresentaram maior teor de sólidos que os demais. Entre os tratamentos sem estufa, o leito de secagem com revolvimento apresentou secagem rápida, influenciado pela temperatura e pela baixa precipitação atmosférica verificada no período. Os tratamentos com solarização com e sem revolvimento, apresentaram valores menores em relação ao teor de sólidos totais, pois a presença do plástico sobre a camada de lodo impossibilitou a liberação do vapor para a atmosfera, fazendo com que a água fosse incorporada novamente à massa de lodo. A eficiência ou não deste processo bem como dos tratamentos com estufa e biogás só poderá ser descrita após contagem e viabilidade de ovos de helmintos, pois por meio dos dados coletados constatou-se as maiores temperaturas do lodo nos tratamentos 7 e 8, porém com menor eficiência no processo de secagem.

Abstract

In the sludge disposal process, drying and disinfecting are essential stages both because of the high transportation costs, and the polluting and contaminant potential involved. Among the several sludge drying methods, the less expensive is drying beds, widely used thanks to the low investment required. However, not all treatment plants are suited for installing drying beds either in adequate sizes or number. Therefore, the existing drying beds in a plant need to be adjusted to the actual sludge discharge volume. For the reasons above, plastic covers placed over the drying bed, the heat generated by the gases released from the sludge treatment process itself, associated to a revolving

technique, have proven efficient to reduce the time sludge has to remain in the drying beds. Hothouse treatments have yielded higher solid content than other methods. Among the treatments that don't rely on a hothouse, the method of revolved drying beds provided expedite drying, both because of the temperature and low rainfall rate at the time. The solar process, with or without revolving, provided lower amounts of total solids, since the plastic cover over the sludge layer prevented the vapor to be released in the atmosphere, adding the water back to the sludge mass. The efficacy of this process, as well as of hothouse and biogas processes, can only be assessed after a helminth egg count viability check are carried out, because from the data collected so far, although the highest sludge temperatures were produced in treatments 7 and 8, the drying was less efficient in those treatments.

Introdução

O lodo de esgoto é um produto poluente tanto pelos níveis de patógenos quanto pelos teores de nutrientes presentes, especialmente nitrogênio. O correto processamento do lodo de esgoto, por meio da desinfecção e secagem, viabiliza seu uso como fertilizante agrícola, constituindo uma solução promissora para a destinação final, por meio da ciclagem de nutrientes no ecossistema.

A produção e a estabilização do lodo de esgoto se dão em meio líquido, o que resulta em um produto com alto teor de umidade, normalmente maiores que 96%. Além disto, apresenta elevados teores de nutrientes e patógenos, o que os tornam altamente poluentes e contaminantes.

Para a disposição final, a secagem e desinfecção são imprescindíveis, pelo custo do transporte e o potencial poluente. Há diversas formas de secagem do lodo, sendo que, o uso de processos sofisticados, como o uso de prensas, centrífugas, secadores térmicos, etc., normalmente apresentam elevado custo e grande complexidade de operação dos equipamentos. Assim, torna-se viável o uso de leitos de secagem pelo baixo nível de investimento, especialmente quando a otimização do processo em leitos por meio da aceleração da secagem ou da redução no tempo de permanência do lodo dentro dos leitos, utilizando energia produzida na própria estação, resultam na redução do número de leitos e necessidade de menor espaço físico.

Este sistema de secagem é influenciado por dois processos físicos diferentes que são a evaporação e a drenagem. Estas operações são extremamente afetadas pelo clima e pela estação do ano, podendo a secagem levar de algumas semanas a alguns meses. Esses fatores ambientais podem ser controlados no sentido da maximização da velocidade de secagem por meio de práticas como cobertura do leito, injeção de calor no sistema, elevação da temperatura e renovação do ar (úmido por seco), movimentação do ar e exposição da superfície mais úmida (fundo) por meio do revolvimento.

Este procedimento de secagem é utilizado em alguns países europeus, não só para a secagem de lodo, mas também de produtos agrícolas e de madeira. Nestes países a temperatura média é significativamente menor e a umidade relativa média é maior que as observadas em nossas condições tropicais. Assim, o uso de estufas plásticas pode ser uma solução prática e viável tanto em climas mais quentes quanto em subtropicais como no Sul do Brasil.

Baseado nessas justificativas, este trabalho visou a avaliação da influência dos fatores temperatura e tempo na secagem de lodo digerido anaerobiamente em escala real, por meio do uso de estufa plástica sobre leito de secagem, revolvimento da massa de lodo e injeção de calor a partir dos gases gerados no processo de tratamento de esgoto por meio de Ralf (Reator Anaeróbio de Lodo Fluidizado).

Revisão bibliográfica

O correto tratamento e disposição final dos lodos de esgoto devem fazer parte de todo programa de tratamento de esgotos domésticos, para que os objetivos do saneamento sejam plenamente atingidos. A secagem do lodo se faz necessária para facilitar o destino final do mesmo, permitindo assim seu manuseio e uso como insumo agrícola (AISSE *et al.*, 1998).

Segundo OUTWATER (1994), a secagem do lodo provoca um enorme impacto nos custos de disposição do lodo: quando o lodo é desidratado de uma concentração de 2% de sólidos para 20% de sólidos o seu volume é reduzido em 90%.

Segundo IMHOFF (1986), citados por BONNET (1995) na deposição em leitos de secagem, o lodo flota sobre sua própria água, em decorrência da formação de bolhas de gases resultantes da expansão de gases dissolvidos durante a biodigestão e liberados à pressão atmosférica num processo análogo ao de flotação. Os leitos são tanques com uma base filtrante composta de 0,25 m de carvão ou pedriscos organizados em camadas de granulometria gradualmente menor em direção ao fundo coberto por uma camada de tijolos. Sobre este arranjo se deposita uma camada fina de areia, e sobre esta, uma camada de 0,2 m de lodo.

Os leitos de secagem convencionais são unidades com o objetivo de desidratar, por meios naturais, o lodo digerido em digestores aeróbios ou anaeróbios. A digestão confere ao lodo uma densidade menor e, portanto, verifica-se uma tendência do material digerido a flutuar durante o processo de secagem acumulando-se na superfície e permitindo o desprendimento do líquido intersticial pela parte inferior. Uma malha de drenagem prevista na parte inferior do sistema permite a retirada e afastamento deste líquido (AISSE *et al.*, 1998).

O tempo necessário para um ciclo de secagem do lodo, num leito, se compõe de quatro períodos diferentes onde:

$$T_t = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 \text{ (dias)}$$

T_1 = Tempo para preparação do leito e descarga do lodo;

T_2 = Tempo de percolação;

T_3 = Tempo de evaporação para se atingir a fração desejada de sólidos;

T_4 = Tempo para remoção dos sólidos secos.

Os períodos T_1 e T_4 dependem essencialmente de fatores relacionados com gerenciamento do leito (AISSE *et al.*, 1998).

Estudos no Rio Grande do Sul (DMAE, 1983) foram realizados com o objetivo de verificar o comportamento do lodo e sua desidratação, procurando introduzir modificações nos leitos de secagem e visando alterar características que provocassem a aceleração do processo. Foram estudados quatro tipos de leito, onde 3 ficavam a céu aberto e um foi coberto com lona plástica transparente. Foram efetuadas três descargas de lodo digerido nos leitos que eram constituídos de diferentes materiais na camada drenante. Os dados mostraram uma influência positiva da cobertura plástica na remoção da umidade do lodo. Na primeira observação, o lodo no leito coberto apresentou condições para remoção 30 dias após a descarga. O lodo foi removido com umidade em torno de 6%, mostrando que a cobertura plástica realmente incrementou a redução de umidade. A retirada do lodo na segunda observação foi efetivada 50 dias após a descarga com umidade de 11,83%.

Um programa de monitoramento da secagem do lodo em leitos foi estabelecido em Curitiba, apoiado numa instalação piloto construída na PUC/PR e em leitos de secagem em escala real, localizados em área contígua a um Ralf, situado na cidade da Lapa-PR. Os pilotos, em número de dois, coberto e descoberto, foram construídos em tubos de PVC, de aproximadamente 300 mm de diâmetro. Os resultados indicaram, nas instalações piloto, que a cobertura não foi um fator favorável na secagem do lodo. Entretanto, a coleta de amostras de lodo na superfície do leito, pode não representar o teor médio da unidade (ST), em toda a sua profundidade. Essa foi uma limitação observada no piloto, de pequenas dimensões (AISSE *et al.*, 1998). A avaliação da secagem foi realizada nos ciclos de verão e de inverno. Os autores observaram que o leito de secagem piloto na PUC/PR apresentou um desempenho um pouco inferior ao da ETE-Lapa (escala real). Assim, este dado parece validar os tubos pilotos, como conservadores, os quais apresentam os seguintes contrastes com um leito em escala real:

- ? "efeito chaminé", principalmente quando aquecidos diretamente pelo sol (aceleração da secagem);
- ? ausência de vento na superfície (aspecto negativo);
- ? coleta de lodo para análise, apenas na superfície (superestimação);

A digestão anaeróbia dos lodos efetuada em digestores produz energia que pode ser recuperada sob a forma de gás combustível (mistura de gás metano e

gás carbônico), liberado pela digestão de matéria orgânica (ALMEIDA *et al.*, 1996). Esse gás, em projetos realizados na ETE São Miguel, SP, enche as cúpulas dos digestores sob pressão baixa, sendo parcialmente utilizado para produzir a agitação necessária à homogeneização do lodo no interior dos tanques, por meio de bombas que injetam o gás quase ao nível do fundo dos digestores, produzindo a agitação por borbulhamento. Os autores citam formas de utilização do biogás, onde para os gases gerados na digestão primária (metano), foi projetada a instalação de um gasômetro para a estocagem dos gases gerados, sendo parte aproveitada para acionamento das caldeiras e os gases excedentes, queimados.

Em diversos países com tradição em valorização agrícola de lodos, o produto é aplicado apenas adensado (com 2 a 5% de sólidos) ou como torta desidratada com teor de sólidos entre 15 a 40%, conforme os métodos e equipamentos de desidratação aplicados e a magnitude e rapidez dos efeitos requeridos a partir da reciclagem do lodo em cada situação agrícola. Segundo EPS (1984) aproximadamente 30% do nitrogênio de lodos digeridos está na fase líquida e a desidratação e o adensamento diminuirão consideravelmente o conteúdo de nitrogênio solúvel.

Materiais e métodos

O experimento contou com duas estufas plásticas tipo "*Túnel Hermano UVB* (Figura 1) sobre?" utilizando filme plástico transparente 100 leitos de secagem e dois outros leitos, um sem cobertura e outro coberto por filme plástico transparente (solarização). Os quatro leitos de secagem foram divididos em dois diferentes tratamentos, onde um apresentou revolvimento e outro não, totalizando 8 tratamentos. O aparato experimental foi instalado na estação de tratamento de esgoto em Guaraituba, situada no município de Colombo-PR, na Região Metropolitana de Curitiba, sob clima Cfb, mesotérmico úmido, temperaturas médias do mês mais quente menor que 22°C e mês mais frio < 18°C com geadas severas e freqüentes, sem estação seca com latitude 25°26' e longitude 49°16' a 947 metros (IAPAR, 1978).

Figura 1 - Estufa plástica e tubulação para biogás (detalhe lado direito abaixo)



Nos tratamentos 3 e 4, tendo o leito de secagem coberto por estufa plástica, foram instalados 3 conjuntos de fogareiro-chapéu sobre duas tubulações de biogás no centro do leito a 0,5 m da superfície do lodo, para queima dos gases gerados no processo de tratamento do esgoto, com o objetivo de aumentar a temperatura interna da estufa.

Os tratamentos utilizados no experimento foram:

1. Leito de secagem com estufa plástica e revolvimento;
2. Leito de secagem com estufa plástica sem revolvimento;
3. Leito de secagem com estufa plástica, revolvimento e biogás;
4. Leito de secagem com estufa plástica sem revolvimento e com biogás;
5. Leito de secagem com revolvimento;
6. Leito de secagem sem revolvimento;
7. Leito de secagem com filme plástico e revolvimento (solarização);
8. Leito de secagem com filme plástico sem revolvimento (solarização).

A descarga de lodo foi realizada no mês de novembro de 1999 nos quatro leitos de secagem. Após as descargas (t_0), além do teor inicial de sólidos do lodo, foram determinados periodicamente os seguintes parâmetros:

1. Temperatura e umidade relativa externa à estufa (3 determinações diárias), utilizando higrômetro;
2. Temperatura e umidade relativa interna à estufa (3 determinações diárias), utilizando higrômetros e termômetros, sendo um termômetro para cada tratamento e apenas um higrômetro disposto no centro da estufa;
3. Temperatura do lodo (3 determinações diárias), utilizando Termopar;
4. Níveis de patógenos pela metodologia demonstrada por YANKO (1987);
5. Teor de sólidos totais no lodo utilizando metodologia proposta pelo STANDARD METHODS (1998).

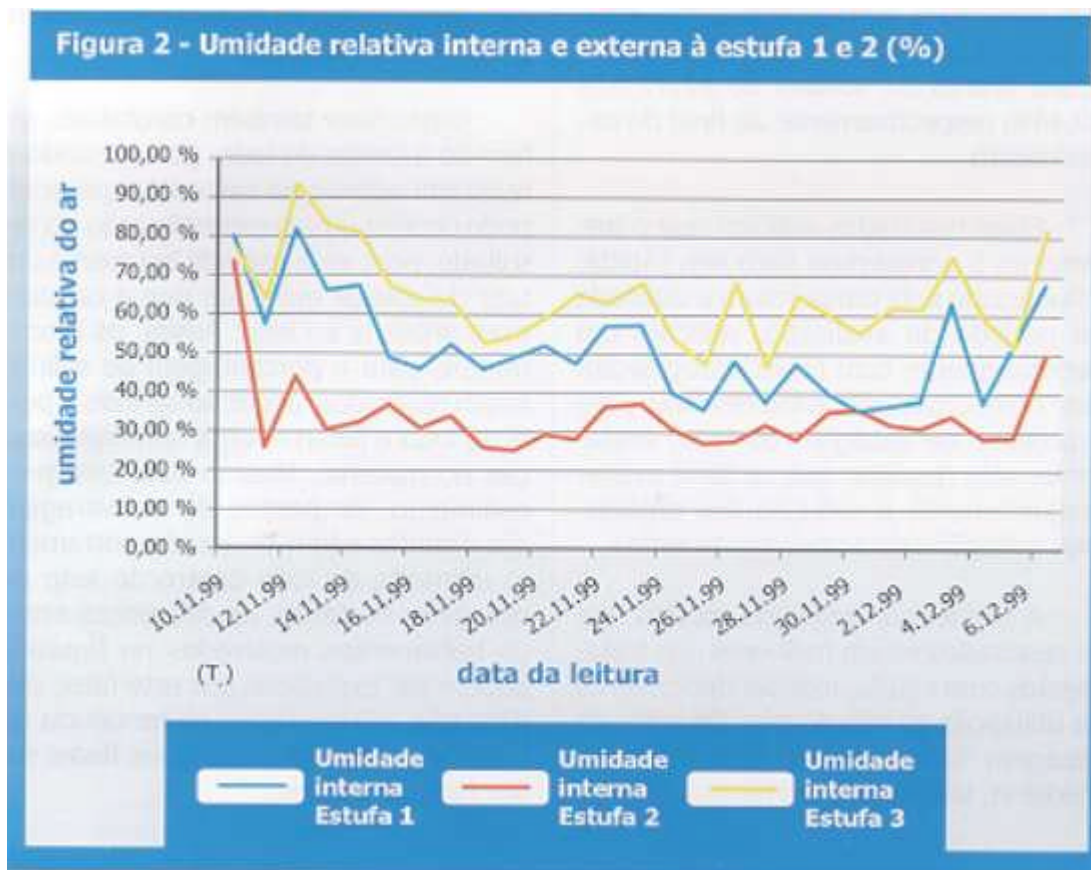
O revolvimento do lodo dentro dos leitos foi realizado a cada sete dias, utilizando-se rastelos. As amostragens para determinação de sólidos foram realizadas a cada dois dias e para helmintos, a cada cinco dias. Dentro da estufa com injeção de calor, as chamas permaneceram ligadas durante todo o tempo, porém, a quantidade de biogás queimado não foi constante, pois a sua produção é variável conforme a vazão do afluyente.

Observou-se que a secagem de lodo em regiões caracterizadas pelo clima Cfb, em leitos com boa manutenção do substrato do fundo de drenagem, atingem bons níveis de umidade para calagem (entre 55 e 75%) no verão em 15 a 25 dias e no inverno de 30 a 45 dias, variando em função da temperatura e da precipitação. Assim, o experimento estimou que com o aumento da temperatura a partir do efeito estufa, do calor da chama e com a exposição das massas úmidas do lodo por meio do revolvimento, o tempo máximo de secagem do lodo anaeróbico foi estipulado em 28 dias, independente da condição climática local, podendo apresentar variações de acordo com cada tratamento.

Resultados e discussão

A elevação da temperatura e o conseqüente aumento da evaporação resultaram no aumento da umidade relativa, que pôde ser reduzida com o manejo da estufa por meio da abertura das cortinas laterais objetivando a renovação do ar. A movimentação do ar no interior da estufa propiciou o aumento da evaporação. Para maximizar esta evaporação foi necessário o revolvimento da massa de lodo para expor as superfícies mais úmidas. Esses procedimentos resultaram em grandes diferenciações para os diferentes tratamentos.

A figura 2 abaixo, representa os valores de umidade relativa interna dos tratamentos com estufa e umidade relativa externa do ar fora da estufa. Pode ser observado que a umidade relativa externa teve os maiores índices de umidade relativa, a estufa 1 ficou numa posição intermediária e a estufa 2 com biogás apresentou os menores valores de umidade.



Os tratamentos 7 e 8, ou seja, solarização com e sem revolvimento, respectivamente, foram os menos eficientes no processo da secagem. Isso pode ser explicado pelo fato da solarização não apresentar nenhum sistema de evaporação da água, pois o filme plástico foi colocado diretamente sobre a camada de lodo no leito de secagem impedindo a saída do vapor d'água para a atmosfera.

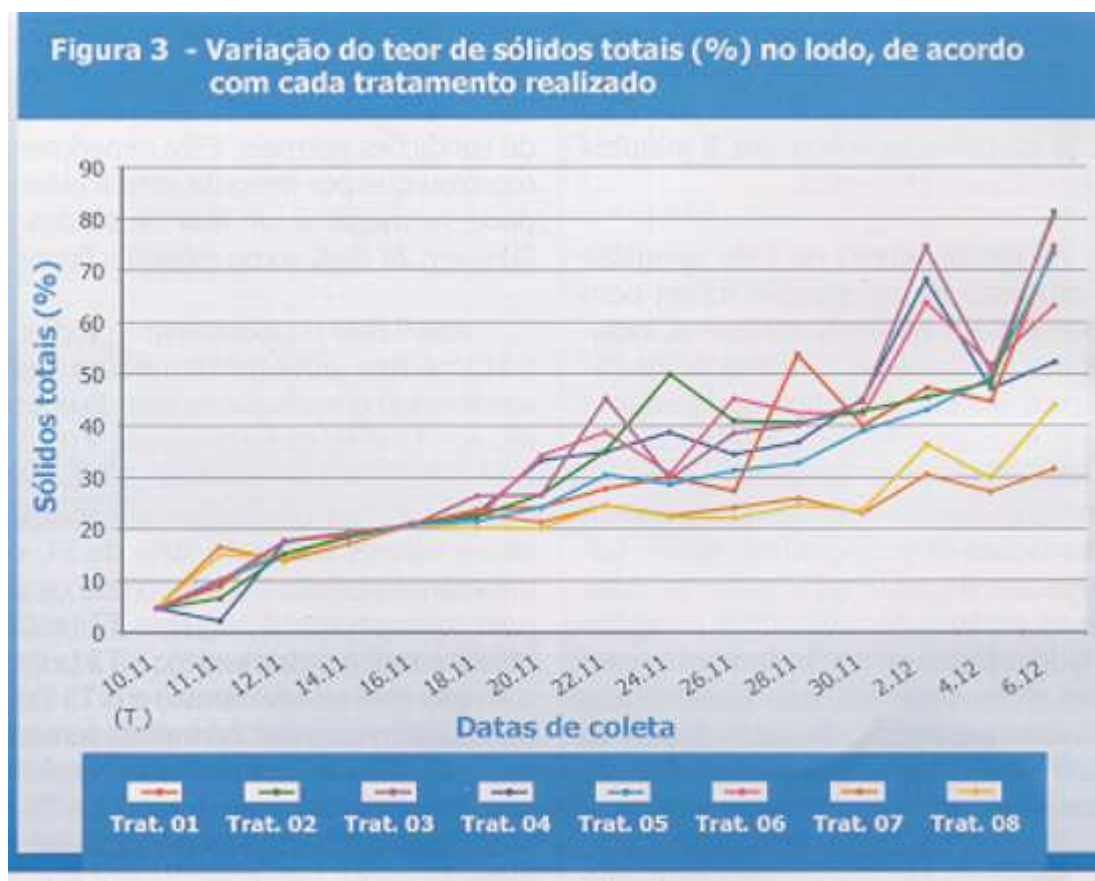
A importância da solarização, portanto, não está relacionada com um processo rápido de secagem, porém, dados sobre a eficiência desse processo sobre a higienização por meio da redução da viabilidade de ovos de helmintos devem ser estudados posteriormente.

Este trabalho faz parte de outro projeto de pesquisa intitulado Avaliação de Parâmetros para Secagem e Desinfecção do Lodo de Esgoto em Condições Artificiais (estufa). Este trabalho mostrou justamente que a temperatura e o tempo de exposição do lodo de esgoto, estão diretamente relacionadas com a redução do número de ovos de helmintos viáveis, contribuindo para a melhoria das condições sanitárias do lodo. Em relação ao tempo de exposição do lodo na estufa e a temperatura com a redução de ovos de helmintos em níveis aceitáveis, pode-se concluir que o tempo para uma temperatura de 50 ° C se

dá a partir de 48 horas; para 60 ° C é de 6 horas, para 80 ° C já na primeira coleta aos 5 minutos se mostraram eficientes.

As temperaturas no lodo atingidas no processo da solarização foram bem superiores aos outros tratamentos, inclusive nos tratamentos com injeção de calor, pois, apesar da temperatura interna da estufa chegar à 75 ° C a temperatura do lodo manteve-se constante, demonstrando que o lodo é bastante resistente às variações de temperatura. Assim, numa escala de resultados pode-se dizer que as maiores temperaturas atingidas no lodo referem-se aos tratamentos com solarização seguidos dos tratamentos com estufa e injeção de calor, depois os tratamentos com estufa e finalmente os leitões sem cobertura.

Segundo McGhee (1991) este tipo natural de secagem em leitões, podem alcançar cerca de 45 a 50% de sólidos, sendo atingidos aos 35 dias em climas de condições normais. Este experimento mostrou que por meio da estufa plástica pode-se chegar a um teor de sólidos de 80% em 28 dias, como mostra a figura 3.



De acordo com a figura 3, aos 9 dias de experimento todos os tratamentos apresentaram um valor aproximado em relação ao teor de umidade. Aos 13

dias, os tratamentos 4 (estufa com gás e sem revolvimento) e 6 (leito de secagem sem revolvimento) apresentaram valores acima de 30% de ST, em um menor período de tempo que os demais tratamentos. A seguir, o T2 (estufa plástica sem revolvimento), o T3 (estufa com gás com revolvimento) e o T5 (leito de secagem com revolvimento) somente após 15 dias atingiram teores maiores que 30% ST. Os tratamentos T7 e T8 só atingiram esses teores após 25 dias de experimento. Entretanto, o T2 e T3 (estufa plástica sem revolvimento e estufa plástica com gás e revolvimento) atingiram teores de sólidos de 81,17% e 80,44% respectivamente ao final do experimento.

Estes resultados indicam que o tratamento 5 apresentou secagem rápida, influenciado pela temperatura e umidade do período de avaliação, pois foi um período quente com baixa precipitação. Este comportamento é interessante para o objetivo de secagem do lodo, entretanto, vale ressaltar que se deve avaliar conjuntamente a redução dos organismos patogênicos nestes tratamentos.

A tendência verificada mostra que os resultados foram melhores nos tratamentos com estufa, independente da utilização ou não do gás. Os leitos de secagem ficaram numa posição intermediária, sendo os tratamentos T7 e T8 com solarização, os menos eficientes no processo da secagem.

Outro fator também constatado refere-se à coleta do lodo, pois, quando é realizada apenas na camada superficial, pode ocorrer uma superestimação do resultado, pois, essa camada apresenta um teor de sólidos maior do que a camada mais próxima ao leito. Assim, as amostragens para a porcentagem de sólidos foram realizadas, pegando-se todo o perfil do lodo e fazendo uma homogeneização do material. Mesmo com este procedimento, os pontos de amostragem são distintos e tem-se um comportamento diferente do lodo dentro do leito de secagem. Portanto, as diferenças entre os tratamentos mostrados na figura 3 podem ser explicadas por este fator, porém, não influenciaram na tendência da secagem, nem nos resultados finais sobre teor de sólidos.

Os tratamentos 7 e 8 (solarização com e sem revolvimento) apresentaram o teor de sólidos totais mais baixos, pois a presença do plástico sobre a camada de lodo impossibilitou a liberação do vapor para a atmosfera, fazendo com que os vapores de água fossem incorporados novamente à massa de lodo. A eficiência ou não deste processo só poderá ser descrita após contagem e viabilidade de ovos de helmintos, pois por meio dos dados coletados constatou-se as maiores temperaturas do lodo nestes tratamentos.

Conclusões

Avaliando a desidratação e desinfecção do lodo anaeróbio em leitos de secagem em escala real, conclui-se:

- ? A secagem térmica do lodo com injeção de calor nos próprios leitos de secagem mostrou ser uma alternativa viável na redução do tempo de permanência do lodo nos leitos;
- ? O reaproveitamento do biogás gerado contribui para a melhoria das condições ambientais, gerando energia a baixo custo;
- ? A injeção de calor nos leitos de secagem acelera o processo de desidratação do lodo e como conseqüência a necessidade de espaço físico se torna menor;
- ? A solarização consegue elevar a temperatura do lodo, porém o teor de sólidos permanece reduzido quando comparado aos outros tratamentos;
- ? A eficiência do uso de estufa plástica com injeção de calor para inviabilizar ovos de helmintos em níveis aceitáveis só poderá ser descrita após os resultados finais das análises;
- ? Não houve diferença no processo de secagem para os tratamentos com ou sem revolvimento.

Referências bibliográficas

AISSE, M.M.; AMARAL, C.; SOVIERSOSKI, A. **Estudo da desidratação do lodo anaeróbio, obtido em reatores tipo RALF, através do uso de leito de secagem**. Relatório impresso, ISAM : Curitiba, 8 p., 1998.

ALMEIDA, J.R.G.; BEOZZO, J.R.C.; MECA, L.A.A. Gases do esgoto, controle de odores, parâmetros brasileiros e engenharia de segurança: ETE São Miguel. **Saneas**, São Paulo, n. 9, p. 70-78, 1996.

American Public Health Association - APHA (1998). **Standard Methods for the Examinations of Water and Wasterwater**, 20 Edition, New York.

BONNET, B.R.P. **Diagnóstico da situação e proposição preliminar de sistema de monitoragem dos impactos ambientais causados pelo uso agrícola do lodo de esgoto no Paraná**. Curitiba, 1995. Monografia (Especialização em Análise Ambiental) - Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná. 1995.

DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTOS. **Lodo digerido: características físico-químicas e biológicas e alternativas de secagem**. Porto Alegre : DMAE , 39 p., 1983.

ENVIRONMENTAL PROTECTION SERVICE OF CANADA. Environment Canada. **Manual for land application of treated municipal wastewater and sludge**. Ontario : EPS, 1984. 216 p. (6-EP-84-1)

IMHOFF, J.; IMHOFF, K.R. **Manual de tratamento de águas residuárias**. São Paulo : Edgard Blucher, 301 p, 1986.

McGhee, T.J. **Water Supply and Sewage**. New York : McGraw-Hill, Inc, 1991.

OUTWATER, A.B. **Reuse of sludge and minor wastewater residuals.** : Boca Raton: Lewis Publishers, 179 p., 1994 .

YANKO, W.A., 1987. Ocorrência de patógenos na distribuição e marketing municipal de lodos *IN: **Environmental regulation and technology** : control of pathogens and vector attraction in sewage sludge.* Relatório U.S. EPA 625/R-92/013, 149. Washington : EPA, 1992

Autores

Cleverson Vitório Andreoli,

engenheiro agrônomo, doutor em

Meio Ambiente e Desenvolvimento (UFPR),

engenheiro de desenvolvimento e coordenador

técnico do Programa de Reciclagem

Agrícola do Lodo de Esgoto

da Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar)

Andréia Cristina Ferreira,

engenheira agrônoma MSC em

Ciência do Solo pela UFPR,

Pesquisadora bolsista

de Aperfeiçoamento CNPq,

atuando na Sanepar

Claúdia Rodrigues Teles,

engenheira florestal , MSc

em Engenharia Ambiental pela Ufes,

ex-bolsista na Sanepar

professora assistente no Cefet

Cristina Cherubini,

Zootecnista, mestranda em Ciência do solo pela UFPR,
pesquisadora bolsista de Aperfeiçoamento do CNPq,
atuando na Sanepar.

Patricia Michele Bernert,

engenheira agrônoma da UFPR,
ex-estagiário da Sanepar

Fabiano Favarin,

engenheiro agrônomo da UFPR,
ex-estagiário da Sanepar

Luiz Ramos de Castro,

engenheiro Agrônomo, mestrando
em Ciência do Solo pela UFPR,
pesquisador bolsista de aperfeiçoamento - CNPq
atuando na Sanepar.

AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS PARA SECAGEM E DESINFECÇÃO DO LODO DE ESGOTO EM CONDIÇÕES ARTIFICIAIS (ESTUFA)

Resumo

Com o crescimento da população urbana e conseqüente aumento na produção de lodo de esgoto, torna-se necessária a adoção de uma medida definitiva e segura para a disposição final deste resíduo. Sua utilização como fertilizante agrícola se mostra promissora, porém, é necessário realizar desinfecção do lodo, eliminando riscos por contaminação de agentes patogênicos comumente presentes no esgoto. A secagem térmica do lodo, além de promover a redução na contagem e viabilidade de ovos de helmintos, que são extremamente resistentes, diminui o teor de umidade do lodo, tornando viável o seu transporte a maiores distâncias.

O trabalho demonstrou que os ovos de helmintos tiveram uma redução significativa nos diferentes tratamentos térmicos. Os teores de nitrogênio quando comparados com lodo calado, tiveram uma perda menor, mostrando-se uma boa alternativa, quando se visa o seu uso como fertilizante agrícola, pois os teores de Nitrogênio Total foram mantidos a um nível considerado bom para o lodo de esgoto.

Abstract

Urban population growth and the consequent increase of sludge production call for a definitive and safe measure for sludge disposal. The option of using sludge as a plant fertilizer is promising, however, disinfection is required to avoid the risk of pathogen contamination. The thermal drying process, besides reducing both the number and viability of helminth eggs, which are extremely resistant, also reduces sludge moisture, rendering it easier to transport for longer distances. The paper has shown a significant reduction of helminth eggs after the different thermal treatments. There was a less significant loss of nitrogen content when compared to lime-treated sludge; therefore this would be a good plant fertilizer alternative, since total nitrogen contents were maintained at adequate levels.

Introdução

O lodo produzido pelas estações de tratamento de esgotos (ETEs), é um resíduo com destino problemático, pois mesmo após sofrer tratamento, ainda apresenta potencial poluidor e contaminação por organismos patogênicos que

podem causar sérios problemas à saúde, podendo se tornar, sem os devidos cuidados, num dos maiores poluidores de rios e mananciais, alterando e dificultando o curso normal de vida da fauna e flora da região afetada.

Inicialmente o sistema para o tratamento dos esgotos tinha como único objetivo a redução da matéria orgânica, reduzindo assim seu potencial poluidor. Porém, hoje sabe-se da necessidade de se efetuar também uma desinfecção eficaz no lodo, eliminando os microrganismos patogênicos e determinando sua utilização segura como adubo orgânico na agricultura e descaracterizando o seu papel de agente veiculador de doenças.

Sabe-se que dentre vírus, bactérias, fungos e protozoários, os helmintos são os seres que apresentam maior resistência de vida dentro do lodo de esgoto, principalmente os seus ovos, que podem continuar viáveis por um período aproximado de até sete anos, representando um sério problema sanitário que exige assim uma resolução, ou seja, uma desinfecção eficaz do resíduo, para que o mesmo tenha uma disposição final segura e definitiva.

O uso do lodo na agricultura é promissor, pois este contém nutrientes essenciais para sobrevivência das plantas como o Fósforo, Potássio, Nitrogênio, matéria orgânica e micronutrientes. Entretanto o seu uso como fertilizante e condicionante do solo envolve riscos, onde precauções devem ser tomadas para que nutrientes não sejam perdidos e, principalmente para que os organismos patogênicos e os constituintes tóxicos do lodo não contaminem o ambiente, não reduzam a produtividade do solo e não comprometam a qualidade das culturas para alimentação animal e humana (Andreoli *et al.*, 1994).

Segundo EPA (1991), as taxas de inativação dos microrganismos variam com o tipo de organismos e sua condição, método de aplicação do lodo, grau de predação, competição com outros organismos, condições atmosféricas e a composição físico-química do solo. Devido às diferenças destes fatores, observa-se uma grande variação nos períodos de sobrevivência dos patógenos no solo. Alguns processos de tratamento do lodo podem ser empregados para o controle de patógenos e redução de vetores, como: compostagem, pasteurização, digestão aeróbia, digestão anaeróbia, radiação gama, radiação beta, hipercloração, inergização pela cal e secagem térmica (EPA, 1992). A eficiência destes métodos depende da natureza do patógeno existente no lodo bem como da qualidade operacional dos mesmos.

Este trabalho consistiu na avaliação de algumas características do lodo após secagem térmica em condições artificiais (estufa), utilizando diferentes temperaturas. O primeiro item avaliado foi a eficiência na redução de patógenos (viabilidade de ovos de helmintos), nos diferentes tratamentos térmicos adotados, determinando o uso seguro deste resíduo como fertilizante agrícola; determinação dos teores de umidade do lodo após sofrer diferentes tratamentos térmicos; medida do teor de nitrogênio (N), sabendo-se da grande importância deste nutriente para a sobrevivência das plantas, sendo um dos fatores limitantes para avaliação do poder fertilizante do lodo.

Material e métodos

O lodo utilizado foi coletado na Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) Guaraituba, no município de Colombo-PR, na Região Metropolitana de Curitiba, operada pela Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar). A referida ETE utiliza o tratamento de digestão anaeróbia em sistema tipo Reator Anaeróbio de Lodo Fluidizado (Ralf), que trata esgotos com características essencialmente domésticas.

O lodo foi coletado no leito de secagem, treze dias após descarga, acondicionado em sacos plásticos e transportados até a ETE-Belém, onde se procederam as análises de umidade e se realizaram os diferentes tratamentos térmicos em condições artificiais (laboratório).

O experimento contou com 4 tratamentos térmicos: Trat 01 (50°C), Trat 02 (60°C), Trat 03 (70°C) e Trat 04 (80°C), com 3 repetições cada um. Para cada tratamento foram utilizados aproximadamente 5 kg de lodo de esgoto distribuídos em 3 bandejas que constituíram as repetições.

Após homogeneização do lodo, o mesmo foi distribuído em bandejas de zinco (21,5 x 72 x 5 cm) e dispostas dentro da estufa à temperatura específica. As amostragens foram feitas conforme demonstra o Quadro 1.

Quadro 1 - Tempo para coleta de amostras nos diferentes tratamentos térmicos				
Temperatura da estufa nos diferentes tratamentos				
Tempo	50°C	60°C	70°C	80°C
Zero	Caracterização	Caracterização	Caracterização	Caracterização
5 min				Amostragem
10 min				Amostragem
15 min			Amostragem	Amostragem
20 min			Amostragem	Amostragem
30 min			Amostragem	Amostragem
60 min			Amostragem	
90 min		Amostragem		
3 horas		Amostragem		
6 horas		Amostragem		
12 horas	Amostragem	Amostragem		
24 horas	Amostragem	Amostragem		
2 dias	Amostragem			
4 dias	Amostragem			
8 dias	Amostragem			
12 dias	Amostragem			
N.º amostras	7x3 rep.=21	6x3 rep.=21	5x3 rep.=15	6x3 rep.=18

Em cada amostragem, foram coletados aproximadamente 100 gramas do lodo em cada repetição, sendo que antes de se iniciar o tratamento térmico, também se coletou uma amostra para caracterização. Destas amostras se determinou o teor de umidade e os teores de Nitrogênio total pela metodologia proposta pelo Standard Methods (1998). Já a metodologia adotada para avaliação da viabilidade de ovos de helmintos foi a demonstrada por Yanko (1987).

Resultados e discussão

Umidade

Segundo Sperling (1996), o esgoto doméstico contém aproximadamente 99,9% de água e 0,1% de sólidos orgânicos e inorgânicos, suspensos e dissolvidos, bem como vários microrganismos patogênicos ou não. No experimento em questão, na análise de caracterização de umidade, a porcentagem de sólidos apresentada é ao redor de 30%, já que a coleta foi realizada no leito de secagem, 13 dias após a descarga, período suficiente haver percolação e evaporação de parte da água presente no lodo.

Como pode ser observado na Figura 1, o teor final da umidade nos tratamentos 3 e 4 (70° e 80 ° C respectivamente) foi maior que o resultado de caracterização inicial do lodo. Estes resultados podem estar relacionados com fatores referentes à exposição do lodo dentro da estufa, ou seja, a bandeja com a carga de lodo quando colocada na estufa fez com que a temperatura da mesma caísse sensivelmente devido à diferença térmica entre a massa de lodo e a estufa, fazendo com que houvesse evaporação, condensação e evaporação da água que novamente foi incorporada à massa de lodo. Além disso, o tempo de exposição para a retirada de amostras foi muito pequeno, fazendo com que a temperatura da estufa não conseguisse retornar e manter-se constante nos diferentes tratamentos térmicos.



Segundo Outwater (1994), a secagem do lodo provoca um enorme impacto nos custos de disposição do lodo: quando o lodo é desidratado à uma concentração de 2% de sólidos para 20% de sólidos o seu volume é reduzido em 90%. As umidades constatadas no experimento vem confirmar que a secagem do lodo, além de proporcionar redução no volume e conseqüente aumento na concentração do mesmo, viabiliza o transporte do resíduo por maiores distâncias.

A secagem de lodo em laboratório, tem apenas cunho experimental, pois a dificuldade de secar grandes quantidades de lodo é um limitante, junto aos custos elevados de se adotar um sistema desses em escala industrial.

Nitrogênio

Segundo Bernardes (1986), a partir de 1840, existiu uma verdadeira invasão de fertilizantes químicos em detrimento aos fertilizantes orgânicos, porém, com o agravamento dos problemas de poluição, eutrofização dos corpos d'água e escassez de nutrientes minerais, passou-se a ver com seriedade a integração entre as atividades de tratamento e reciclagem do lodo, para sua disposição no solo como fertilizante orgânico.

A tendência dos países desenvolvidos avança no sentido de produzir um insumo de boa qualidade para a agricultura com garantia de segurança à população e ao ambiente (Andreoli *et al.*, 1998).

O lodo contém de 1 a 6% de nitrogênio em formas orgânicas e inorgânicas, sendo que 30 a 60% do nitrogênio total do lodo digerido anaerobiamente

apresenta-se sob forma de amônia (Andreoli *et al.*, 1994), portanto, a maior parte do Nitrogênio inorgânico é removida durante a desidratação.

Segundo EPS (1984), aproximadamente 30% do Nitrogênio de lodos digeridos está na fase líquida e a desidratação e o adensamento diminuirão consideravelmente o conteúdo de Nitrogênio solúvel. O lodo, considerado como fertilizante orgânico com elevado potencial de disponibilização de nutrientes, principalmente o Nitrogênio, apresentou resultados bastante contundentes no que se refere à quantidade desse nutriente, pois, mesmo exposto em altas temperaturas não proporcionou uma volatilização significativa do nutriente, onde as perdas ocorridas podem estar associadas à permanência do lodo nos leitos de secagem como demonstra a Tabela 1.

A temperatura do lodo não foi avaliada, contudo a sua temperatura interna obviamente não alcançou a mesma temperatura da estufa, especialmente para os tratamentos 3 e 4. Por esta razão, não houve uma perda tão grande de Nitrogênio pela volatilização, ficando em torno de 14,63% no Trat. 1 (50°C), 14,75% no Trat. 2 (60°C), 4,02% no Trat. 3 (70°C) e 7,03% no Trat. 4 (80°C). Nos tratamentos 3 e 4, as perdas foram menores, provavelmente devido ao tempo de exposição ser bem menor em comparação aos outros tratamentos.

Trat. 1 (50°C)		Trat. 2 (60°C)		Trat. 3 (70°C)		Trat. 4 (80°C)	
Tempo	Nitrogênio Total (%)	Tempo	Nitrogênio Total (%)	Tempo	Nitrogênio Total (%)	Tempo	Nitrogênio Total (%)
T _i	2,05	T _i	2,17	T _i	1,99	T _i	1,85
288 horas	1,75	24 horas	1,85	60 min	1,91	30 min	1,72

Quando comparado ao lodo calado, o lodo higienizado por meio de tratamento térmico mantém teores de Nitrogênio mais altos, pois como não existe uma elevação do pH, não ocorre grande transformação de Nitrato em amônia e sua conseqüente volatilização. Desta forma, o lodo higienizado por tratamento térmico, se mostra com boas características agrônômicas quando se avalia seus teores de Nitrogênio total.

Helminthos

Segundo Philippi Júnior *et al.* (1988), a água carrega substâncias minerais e orgânicas que determinam um caráter físico-químico definido para cada região; ainda pode-se incorporar microrganismos do ar, solo e das águas residuárias, onde todo o risco de infecções ligado à água, prende-se à presença de microrganismos patogênicos originários de esgotos sanitários. O esgoto de uma cidade pode variar em relação à outra em função do "tipo" de efluente mais comum à região, além de relevar o perfil sanitário da população (Andreoli *et al.*, 1998).

Conforme EPA (1992), os ovos de helmintos encontrados com maior frequência no lodo de esgoto são: *Ascaris lumbricoides*, *Ascaris suum*, *Toxocara sp.* *Trichuris trichiura*, *Taenia solium*, *Taenia saginata*, *Necator americanus* e *Hymenolepis nana*. O tempo de sobrevivência destes ovos no ambiente depende da umidade, luz do sol e outros fatores ambientais.

Um dos maiores problemas encontrados no lodo de esgoto é a presença de ovos de helmintos que se mostram extremamente resistentes neste ambiente, onde apenas um ovo de helminto pode se instalar em um hospedeiro e provocar a infecção (Andreoli *et al.*, 1998). Alguns autores como Cram & Libman in Hays, (1977); citados por Andreoli *et al.*, (1998), acreditam que o ambiente encontrado em processos de tratamento é propício ao embrionamento dos ovos de helmintos. Vários autores, trabalhando em diferentes condições, observaram que ovos de *Ascaris*, *Toxocara* e *Trichuris* são altamente resistentes a uma ampla variedade de condições físicas e químicas e são capazes de sobreviver vários anos no solo (EPA, 1992).

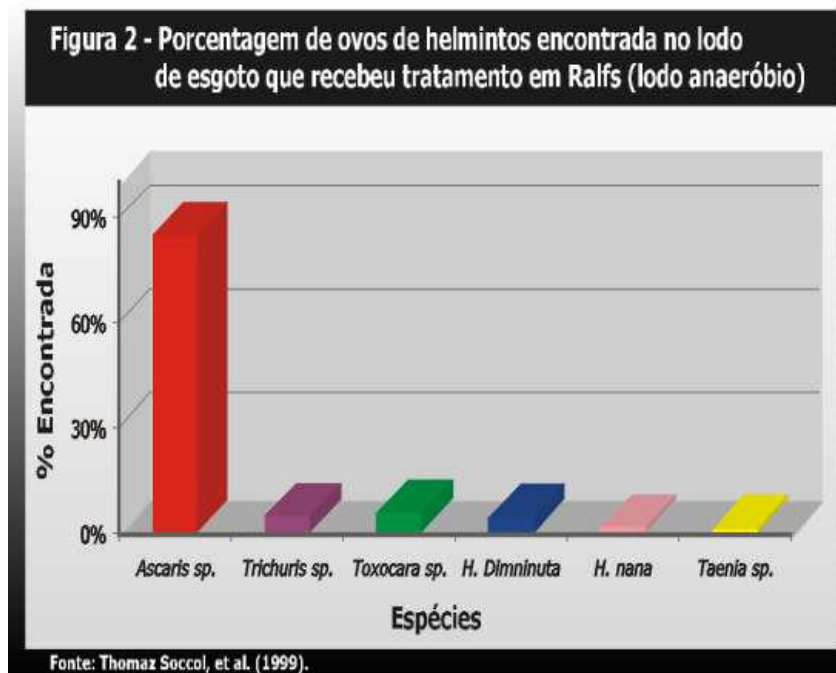
Tabela 2 - Tempo de sobrevivência de alguns patógenos no solo e sobre a superfície de plantas

Patógeno	SOLO		PLANTAS	
	Máximo absoluto	Máximo comum	Máximo absoluto	Máximo comum
Bactéria	1 ano	2 meses	6 meses	1 mês
Vírus	1 ano	3 meses	2 meses	1 mês
Cistos de protozoários	10 dias	2 dias	5 dias	2 dias
Ovos de helmintos	7 anos	2 anos	5 meses	1 mês

Fonte: EPA, 1992.

Segundo trabalho realizado por Thomaz Soccol, *et al.* (1999) os ovos de nematóides prevalecem sobre os de cestóides. *Ascaris sp.* foi o parasito encontrado em maior quantidade nos lodos coletados em Ralfs, superando 80% do total de ovos viáveis, como demonstra a Figura 2.

Figura 2 - Porcentagem de ovos de helmintos encontradas no lodo de esgoto que recebeu tratamento em Ralfs (lodo anaeróbio)



A perda de umidade eventualmente destrói ovos de helmintos e cistos de protozoários, mas algumas formas são notavelmente resistentes à dessecação (Andreoli *et al.*, 1998). Segundo Reif (1994) citado por Andreoli, *et al.* (1998), o tratamento de lodos por digestão a temperaturas mesófilas de até 34 °C não elimina os ovos de helmintos, onde o método mais eficiente parece ser a compostagem, desde que atingindo e mantendo temperaturas maiores que 65°C por mais de 7 dias.

A higienização é um processo que tem como principal objetivo eliminar ou reduzir a densidade de microrganismos patogênicos presentes no lodo de esgoto. Dentre os vários processos de higienização existentes, o tratamento térmico foi o objetivo de avaliação do presente trabalho. No tratamento térmico, para que ocorra uma redução do número de patógenos a um nível aceitável nos limites da normatização estadual, ou seja, 0,25 ovos de helmintos viáveis/g MS, é necessário avaliar a temperatura e o tempo de exposição do lodo na estufa.

Figura 3 - Contagem e viabilidade de ovos de helmintos em lodo de esgoto, tratado à 50° C

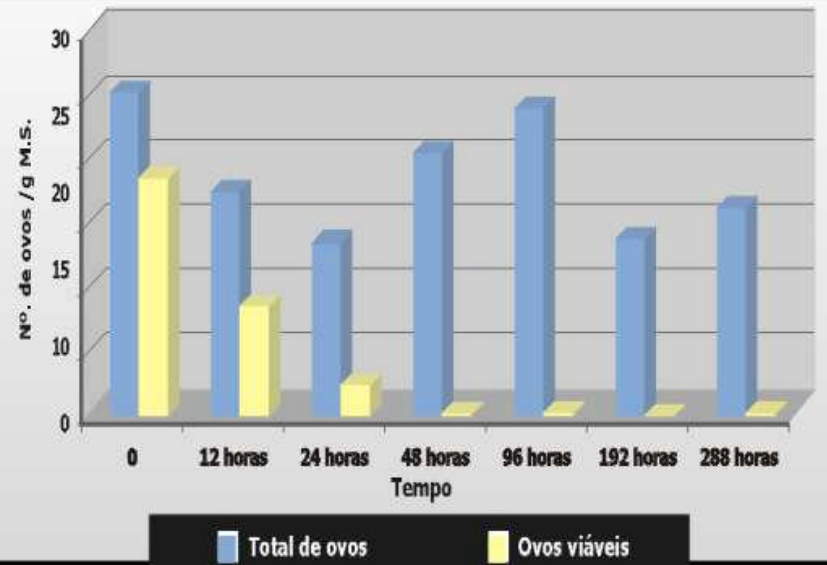


Figura 4 - Contagem e viabilidade de ovos de helmintos em lodo de esgoto tratado à 60° C

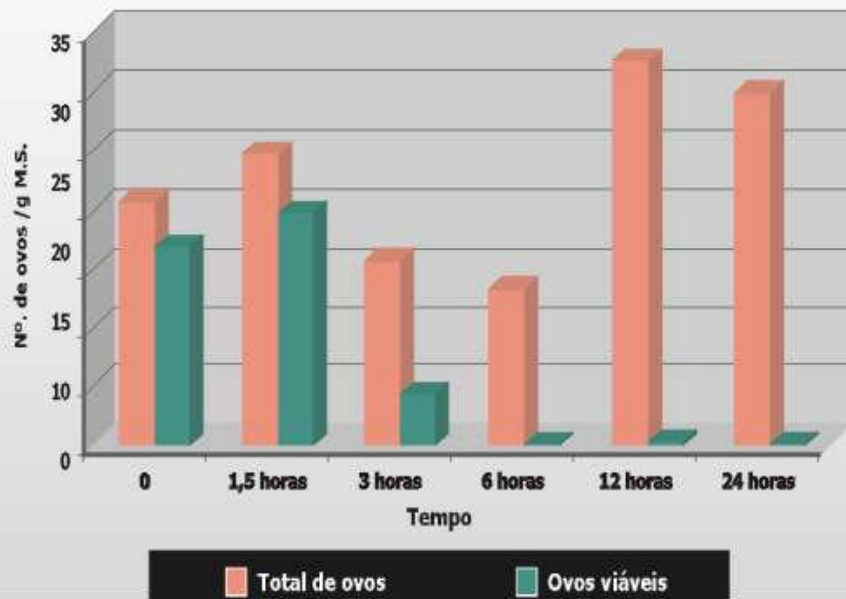


Figura 5 - Contagem e viabilidade de ovos de helmintos em lodo de esgoto tratado à 70° C

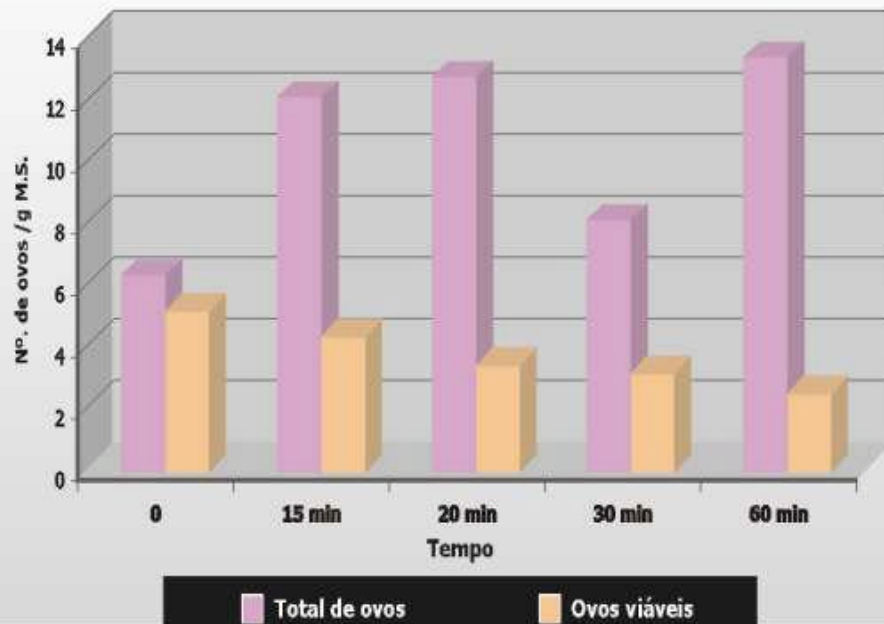
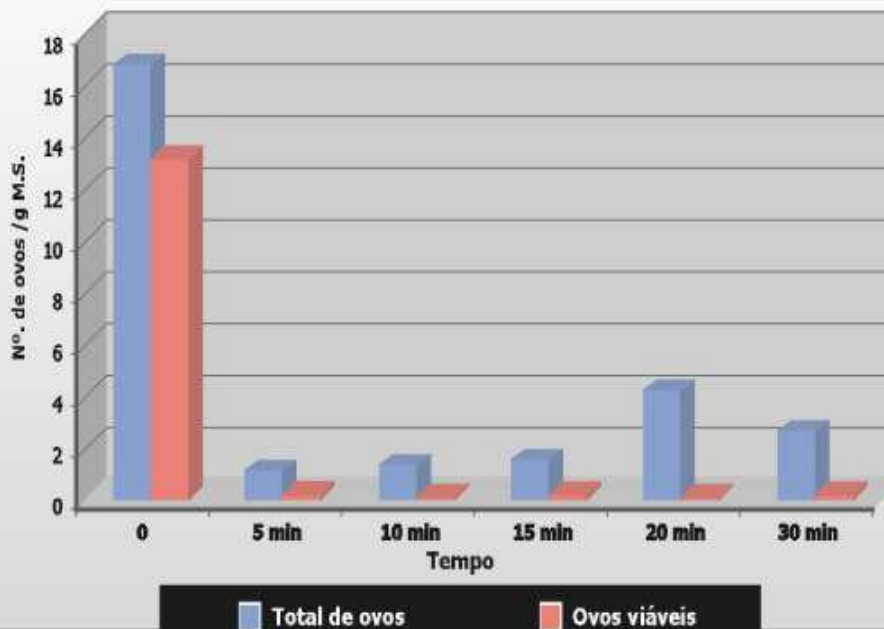


Figura 6 - Contagem e viabilidade de ovos de helmintos em lodo de esgoto tratado à 80° C



Avaliando os resultados obtidos, concluiu-se que a temperatura e o tempo de exposição do lodo de esgoto, estão diretamente relacionadas com a redução do número de ovos de helmintos viáveis, como demonstram as figuras 3, 4, 5 e 6, contribuindo para a melhoria das condições sanitárias do lodo.

Como pode ser observado na Figura 5, estes resultados diferem dos dados observados pela EPA (1984), que preconiza a inviabilização de ovos de helmintos a uma exposição do lodo durante um período mínimo de 30 minutos à uma temperatura de 70° C. Porém neste trabalho os resultados apresentados não contemplaram a temperatura do lodo, e sim a temperatura interna da estufa.

Todos os gráficos demonstram a eficiência da temperatura na redução da viabilidade de ovos de helmintos, porém, resultados que apresentam valores maiores que o de caracterização (lodo que não sofreu tratamento térmico) ou referentes a uma coleta anterior, podem ser explicados pela variação dos pontos de amostragem da bandeja no momento da coleta.

Em relação ao tempo de exposição do lodo na estufa e a temperatura com a redução de ovos de helmintos em níveis aceitáveis, pode-se concluir que o tempo para uma temperatura de 50 ° C se dá a partir de 48 horas; para 60 ° C é de 6 horas, para 80 ° C já na primeira coleta aos 5 minutos se mostraram eficientes.

Passamani *et al.* (1999) obtiveram resultados prescritos pela EPA (1984), com a pasteurização do lodo em 70° C a 30 minutos, onde a redução na viabilidade de ovos de helmintos foi de 100%. No presente experimento os resultados diferem, pois nesta temperatura, mesmo após 60 minutos de exposição, o número de ovos de helmintos viáveis ficou acima do permitido, ou seja, 0,25 ovos viáveis/g MS, porém, é importante ressaltar que a temperatura avaliada foi a temperatura interna da estufa e não a temperatura do lodo.

Conclusões

O experimento apresentou resultados sobre a desinfecção do lodo de esgoto com vistas à sua reciclagem agrícola. As principais conclusões obtidas foram:

- ? As temperaturas de 50, 60 e 80 ° C se mostraram eficientes na redução de ovos de helmintos em níveis aceitáveis nos tempos de 48 horas, 6 horas e 5 minutos respectivamente. Já à temperatura de 70 ° C, não se mostrou eficiente na redução dos mesmos, em nenhum dos tempos de coleta;
- ? Mesmo com as dificuldades para manutenção da temperatura do lodo dentro da estufa, o mesmo teve uma redução significativa no seu teor de umidade, tornando portanto, o produto mais concentrado, porém nas temperaturas de 70 e 80 ° C, para um menor teor de umidade, seria necessário um tempo maior de exposição;
- ? As reduções nos teores de Nitrogênio Total presente no lodo nos diferentes tratamentos foram pequenas, mostrando-se uma boa alternativa à calagem que hoje é largamente utilizada no Estado do Paraná e que determina perdas de até 50% do Nitrogênio.
- ? Sugere-se um estudo laboratorial que avalie a temperatura do lodo sobre as análises de patógenos, Nitrogênio e teor de sólidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. American Public Health Association - APHA (1998). **Standard Methods for the Examinations of Water and Wasterwater**, 20 Edition, New York.
2. ANDREOLI, C.V. et al. **Bases para o uso Agrícola do lodo de Esgoto da ETE-Belém in Simpósio Luso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**. Florianópolis : SC, 1994.
3. ANDREOLI, Cleverson Vitório; BONNET, Bárbara Rocha Pinto. Companhia de Saneamento do Paraná. **Manual de métodos para análises microbiológicas e parasitológicas em reciclagem agrícola de lodo de esgoto**. - Curitiba : Sanepar, 1998.
4. BERNARDES, Ricardo Silveira. **Estabilização de poluentes por disposição no solo**. (Revista DAE) - sabesp. p : 129-146. São Paulo, julho de 1986.
5. EPA - Environmental Protection Agency. **Control of pathogens and vector attraction in sewage sludge** under 40 CFR part 503. Office of Water, Office of Science and technology Sludge Risk Assessment Brach. Washington, DC 20460, p. 147, 1992.
6. EPA - ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Preliminary Risk Assessment for Bacteria in Municipal Sewage Sludge Applied to Land**, 1991.
7. epa - Environmental Protection Agency. **Septage treatment and disposal**. Cincinnati, Ohio: EPA, 1984.
8. EPS – ENVIRONMENTAL PROTECTION SERVICE OF CANADA. Environment Canada. **Manual for land application of treated municipal wastewater and sludge**. Ontario : EPS, 1984.
9. OUTWATER, A.B. **Reuse of sludge and minor wastewater residuais** . Lewis Publishers : Boca Raton, 1994 179 p.
10. PASSAMANI, Fabiana R.R. *et al.* **Higienização do Lodo em um Reator UASB com vistas a sua reciclagem na agricultura**. Anais da 28ª Assembléia Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento – ASSEMAE, Porto Alegre: RS, 1999.
11. PHILIPPI JÚNIOR, Arlindo; *et al.* **Saneamento do meio**. São Paulo, Fundacentro; Universidade de São Paulo. Faculdade de Saúde Pública. Departamento de Saúde Ambiental, 1988.
12. SPERLING, Marcos Von. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. - 2.ed. - Belo Horizonte : Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 1996.
13. THOMAZ-SOCCOL, V.; PAULINO, R. C.; CASTRO, E. A. **Agentes patogênicos: helmintos e protozoários**. In: **Reciclagem de Biossólidos: Transformando Problemas em soluções**. ANDREOLI, C. V.; LARA, A. I.; FERNANDES, F. orgs. Sanepar/ FINEP. 288p. 1999.
14. YANKO, W.A., 1987. **Ocurrence of pathogens in distribution and marketing municipal sludges** *IN: Environmental regulation and*

technology : control of pathogens and vector attraction in sewage sludge.
Rapport U.S. EPA 625/R-92/013, 149. Washington : EPA, 1992.

Autores

Cleverson Vitório Andreoli,

engenheiro agrônomo, doutor em
Meio Ambiente e Desenvolvimento (UFPR),
engenheiro de desenvolvimento e coordenador
técnico do Programa de Reciclagem
Agrícola do Lodo de Esgoto
da Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar)

Andréia Cristina Ferreira,

engenheira agrônoma MSC em
Ciência do Solo pela UFPR,
Pesquisadora bolsista
de Aperfeiçoamento CNPq,
atuando na Sanepar

Claúdia Rodrigues Teles,

engenheira florestal , MSc
em Engenharia Ambiental pela Ufes,
ex-bolsista na Sanepar
professora assistente no Cefet

Cristina Cherubini,

Zootecnista, mestranda em Ciência do solo pela UFPR,

pesquisadora bolsista de Aperfeiçoamento do CNPq,

atuando na Sanepar.