

## 2 GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO MUNDO<sup>1</sup>

“Prudência é não dizer tudo o que se pensa,  
mas pensar tudo o que se pensa”.

Aristóteles

A história do lixo está ligada ao processo civilizatório humano. Quando deixamos de ser nômades e começamos a nos fixar no território, passamos a conviver com os resíduos gerados. A palavra lixo vem do latim *LIX*, que significa lixívia ou cinzas. Também do latim provém o termo resíduo, que significa o que sobra: *RESIDUU*.

Nos primeiros núcleos habitacionais, o lixo era lançado diretamente nas ruas ou nas proximidades da casa; outra prática era sua queima (SEADON, 2006). Não era comum a liderança no trato da questão, que era resolvida com estratégias particulares, além de não haver definição de lugares para o lançamento dos resíduos.

Entretanto, existem registros de gestão de resíduos na cidade de Mahenjo-Daro, no Vale Indu, no ano 2.000 a.C (SEADON, 2006). Outro passo foi dado pelos gregos, que já possuíam o hábito de cobrir os resíduos dispostos a céu aberto ao invés de queimá-los, e em Atenas, 320 a.C, já existia varrição nas ruas (informação verbal)<sup>2</sup>.

Como reflexo do crescimento destes núcleos populacionais e por motivo de higiene, as pessoas começaram a encaminhar os resíduos para espaços situados fora dos muros da cidade - quando estes existiam - ou distante o suficiente para não incomodar na dinâmica do lugar, de acordo com orientações dos administradores locais.

No século XIV, a peste negra e outras epidemias decorrente dos problemas de salubridade obrigaram os nobres e senhores feudais a intervirem na coleta e na disposição final dos núcleos mais adensados. Nos lugares mais

---

<sup>1</sup> Parte deste capítulo foi apresentado no II Congresso Interamericano de Resíduos Sólidos – Chile -2008.

<sup>2</sup> Informação fornecida por José Tenório (2007): anotações de aula. Disciplina: Reciclagem e Tratamento de Resíduos Sólidos.

isolados, o lixo era queimado, lançado no solo perto de plantas, servia para alimentar animais ou era enterrado. Estas práticas continuam presentes nas áreas não providas por serviços de coleta de lixo na Amazônia.

A preocupação com a higiene tem seus fundamentos em Hipócrates (460 a.C. – 380 a. C.). Entretanto, no medievo, as fezes, a urina, os restos, e as águas fétidas continuavam a ser lançados pelas janelas. Tomar banho em demasia era considerado prejudicial à saúde. Três banhos por ano eram considerados excesso (VELLOSO, 2008).

A conjectura de que os restos produzidos pelos seres humanos poderiam gerar sofrimento físico e psíquico começou a gerar medo na população. Este fato explica por que as “preocupações sobre resíduos, ainda hoje, remetem à sujeira, à doença, à miséria e à morte” (VELLOSO, 2008, p.1957). Esta associação do lixo à doença, à miséria, à sujeira e à morte levou a um estigma social da questão.

Na época medieval, já existiam catadores, que eram chamados de trapeiros. Na Alemanha, as tarefas de limpeza urbana, “inclusive o destino de cadáveres, eram delegadas a prostitutas, prisioneiros de guerra, condenados, escravos, ajudantes de carrascos e mendigos” (EIGENHEER, 2009). Conhecendo a história, fica mais fácil compreender os motivos da desqualificação social dos lugares, como lixões e usinas de reciclagem, e das atividades profissionais e trabalhos relacionados ao lixo.

Em 1818, em Lisboa, lançar lixo e despejos nas ruas passou a ser proibido, através de edital relacionado a regras de higiene. Pasteur (1850-1890) comprovou a relação dos vírus e das bactérias a saúde humana. A evidência que resto de comida era uma fonte de alimentos para os ratos, um dos principais vetores de doenças, fez com que se ampliassem os sistemas de limpeza.

Como frutos da Revolução Francesa, no século XVIII, foram criados inúmeros países e, como consequência, a ampliação da intervenção institucional. No final daquele século, foram criados os primeiros sistemas de tratamento de água e inaugurados os incineradores de resíduos na Inglaterra,

em 1875, inspirados nas fogueiras que serviam para afastar os miasmas (EIGENHEER, 2009).

Eigenheer (2009) realizou um levantamento da história do lixo e esclarece que as atuais usinas de triagem têm suas bases lançadas em Bucareste (1895) e em Munique (1898), onde os catadores garimpavam artigos valiosos que podiam ser revendidos ou reutilizados, assim como alimentos.

Outras mudanças na forma de interação entre a humanidade e o lixo foram: a Revolução Industrial que permitiu a ampliação da produtividade e da densidade urbana, o desenvolvimento dos meios de transportes, a evolução do comércio internacional, o advento de novos materiais, principalmente depois da segunda guerra mundial e, de maneira significativa, a popularização dos meios de comunicação e o advento da publicidade, que resultaram na ampliação da quantidade de lixo gerado por habitante.

Esses pontos de inflexão causaram uma profunda transição no consumo e posterior descarte dos produtos no nível local e planetário. A aquisição de bens de consumo e suas consequências deixaram de ser um assunto estritamente ligado à sobrevivência material, tendo reflexos em questões subjetivas.

Em relação a essas questões, Drackner (2005) estudou as distintas maneiras de as pessoas perceberem os resíduos, no Peru. A partir de observações e entrevistas com os responsáveis pelo serviços de RSU e pessoas comuns, o autor agrupou teoricamente cinco diferentes formas. Isso o levou a perceber o alto grau de subjetividade envolvido no tema.

Segundo o autor, há como aumentar a efetividade dos sistemas de resíduos sólidos urbanos (RSU) a partir do entendimento da heterogeneidade nas percepções das pessoas. Como exemplo, pode-se citar a utilização destas informações no momento da montagem de uma campanha de sensibilização.

Além de ser visto como um fator de risco à saúde humana e ao meio ambiente, alguns grupos de Tacna revelaram outras percepções, como: o lixo é um indicador social de comportamento, é um atributo de lugares sujos, é um ativo econômico e é um problema que pertence a outra pessoa,

preferencialmente ao “governo” (DRACKNER, 2005). O autor deduz que as maneiras como as pessoas apreendem os resíduos variam conforme o lugar e a atividade profissional. Ademais, esclarece que existem outras formas de percepção sobre os RSU na cidade onde foi feito o trabalho de campo, no Peru e fora deste.

Drackner (2005) afirma que a pesquisa qualitativa possibilita o entendimento das diversas formas de percepção sobre os resíduos. Contudo não esclarece as maneiras como elas estão conectadas. O autor também chama a atenção a outro problema encontrado no lixão da cidade peruana: a setorização do espaço, onde os agentes mais fortes, geralmente jovens e do sexo masculino, têm prioridade na escolha do material a ser reciclado ou usado como alimentos. No Brasil também existe esse problema, conforme a foto 2.1.



Foto 2.1: Lixão de Benevides: Mulheres e crianças esperando a vez para catar

No verão europeu de 2007, em Nápoles, a disposição final de resíduos sólidos no solo foi interrompida, decorrente do encerramento dos aterros sanitários e a impossibilidade de encontrar novas áreas de lançamento de

resíduos devido às demandas ambientais exigidas e da mobilização de pessoas que não gostariam de ter um aterro em sua vizinhança.

Motivadas a expressar sua raiva de maneira criativa, algumas crianças exteriorizaram sua percepção, numa escola italiana, desenhando o “Batman” como o único que poderia salvá-las daquela que foi conhecida como “a crise do lixo”. Uma criança de um bairro pobre elaborou uma redação, em que declarava “que a cadeia seria melhor que este lixo”. As aulas foram interrompidas. Os habitantes da cidade acreditavam numa intervenção da Camorra, máfia italiana detentora dos lixões clandestinos, pela demora para resolver o problema (O Globo, 2007).

Mary Douglas escreveu sobre as relações entre impureza-poliuição e tabus-estigmas, ligados aos temas religião e higiene. Nas reflexões da autora existe uma subjetividade intrínseca aos temas e que esta é usada por alguns atores sociais para assegurar o controle e a ordem do que está estabelecido culturalmente.

Em relação aos resíduos, associados à impureza, “a atitude perante os fragmentos e as parcelas rejeitadas passam por 2 fases: primeiro consideram-se for do seu lugar”, ameaçando a boa ordem das coisas e, por perderem algum “resto de identidade: cabelos, alimentos, invólucros, são indesejáveis”. Num segundo momento, “desprovidos de identidade, os dejetos não são perigosos e nem sequer são objetos de percepções ambíguas. Ocupam um lugar bem definido num monte de sujo: o lixo” (Douglas, 1999. p.186).

Além das questões subjetivas, existem fatores objetivos na gestão dos RSU como a quantidade de resíduos gerados, a necessidade de coleta, as formas de tratamento e disposição final, o pagamento pelo serviço, os investimentos, a legislação, a densidade humana, o crescimento demográfico e econômico, os diferentes interesses e responsabilidades, os impactos no meio ambiente e na saúde humana.

Em Portugal, estudo de Puna e Baptista (2008) identificou os impactos ambientais, associados a um Sistema de Gestão de RSU: ruídos, tanto dos

equipamentos quanto dos caminhões de coleta e transporte, emissão atmosférica, presença de odores desagradáveis provenientes dos sistemas de digestão orgânica, interferência na qualidade da água, formação de subprodutos e de resíduos de dimensões reduzidas nos incineradores, eventuais problemas de saúde pública, principalmente nas proximidades das unidades de tratamento e entre os funcionários diretamente ligados aos serviços e má recepção por parte das comunidades próximas às instalações de GRSU. Todos esses impactos podem ser eliminados ou mitigados. No aspecto positivo, os autores apontam a possibilidade da geração de energia e a proteção à saúde humana.

Devido à constatação de que os resíduos eram uma fonte de degradação do meio ambiente, no final da década de 1960, passou-se a considerar, a problemática do lixo como uma questão ambiental (Eigenheer, 2009).

Este foi um momento de intensa mobilização popular contra as guerras, a favor das liberdades e direitos pessoais e a pela preservação ambiental. Um dos frutos deste período é o Partido Verde, nascido na Tasmânia, Austrália, em 1972 (PARTIDO VERDE, 2010). As reuniões iniciais do grupo ecológico foram no sentido de impedir a inundação do Lago Pedder. Outras demandas da sociedade foram sendo criadas e reivindicadas ao poder público.

A preocupação com a finitude dos recursos e com a poluição do meio ambiente culminou com a reorganização estrutural dos governos refletida na criação dos primeiros departamentos, divisões, ministérios do meio ambiente, assim como a legislação correspondente. (EIGENHEER, 2009).

Como outra resposta, os países começaram a organizar encontros intergovernamentais para discutir a questão do desenvolvimento humano, tal como em Estocolmo, em 1972. Além disso, com o adensamento humano nas cidades, a questão urbana foi se tornando tema específico de discussões de âmbito internacional como em Vancouver 1976 e em Istambul em 1996, com as Conferências da Organização das Nações Unidas (ONU).

O núcleo da ONU onde se discute a questão dos assentamentos humanos chama-se HABITAT. Em 1976, no HABITAT I, as discussões giraram

em torno do rápido e caótico processo de urbanização a que a maior parte do mundo vinha assistindo. Os planos de ações propostos para a resolução deste problema versaram sobre investimentos em planejamento urbano e intervenção pública para assegurar equilíbrio demográfico entre as zonas rural e urbana. Com a constatação de que o processo de urbanização era inexorável, na Turquia, no HABIT II, as questões focaram no sentido de como tornar as cidades sustentáveis (UNEP, 2009).

O Encontro em Istambul aconteceu somente quatro anos depois da Rio 92, no Brasil, em que, pela primeira vez, a ONU promoveu a discussão sobre a relação entre meio ambiente e desenvolvimento, a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento e Meio Ambiente (CNUMAD), em que a questão dos resíduos também foi abordada.

Os produtos deste encontro foram a Declaração do Rio sobre meio ambiente, a Declaração de Princípios sobre o Uso das Florestas, a Convenção das Nações Unidas sobre Diversidade Biológica, a Convenção das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas e a Agenda 21. Esta, um marco decisivo para tentar pôr em prática ações em busca de outra forma da relação do Homem com os recursos naturais.

Na Declaração do Rio, o princípio 14 aborda a questão da transferência de resíduos entre nações, sugerindo cooperação entre os estados membros visando a “desestimular ou evitar o deslocamento e a transferência a outros estados de quaisquer atividades e substâncias que causem degradação ambiental” (UNEP, 2009).

Na Agenda 21, o capítulo 21 versa sobre resíduos: manejo ambientalmente saudável dos resíduos sólidos e questões relacionadas aos esgotos. Neste capítulo são delineadas as quatro principais áreas de programa relacionadas aos resíduos, que devem ser seguidas como diretrizes prioritárias: i) redução, ii) potencialização do reuso, iii) reciclagem, iv) destino final ambientalmente adequado e ampliação da cobertura do serviço.

Na Agenda 21, como diretrizes científicas e tecnológicas, é indicado: a formatação de material sobre questões “tais como a integração do planejamento do uso das terras para estabelecimento humano com o depósito

dos resíduos”, evidenciando as relações entre planejamento urbano, meio ambiente e resíduos sólidos.

No corpo da Agenda 21, nos capítulos: 3, combate à pobreza; 4, sobre consumo; 6, proteção e promoção à saúde humana; 7, que aborda o desenvolvimento sustentável de assentamentos humanos; 8, acerca da integração entre meio ambiente e desenvolvimento na tomada de decisões; 18, proteção da qualidade e da oferta dos recursos de água doce são abordados temas que têm influência no trato dos resíduos sólidos, corroborando com o que foi visto na abordagem histórica no início deste capítulo.

No capítulo 8, existe uma intensa defesa, refletida na recorrente utilização do termo da **integração** na tomada de decisões. A integração entre os planos nacionais, estaduais e municipais, a integração entre os diversos setores da administração pública, a integração entre setores públicos, privado e sociedade civil, a adoção de sistemas integrados de manejo e, finalmente, a integração das questões sociais, econômicas e ambientais são alguns exemplos encontrados no corpo deste capítulo. Também neste capítulo é salientada a necessidade da educação e do treinamento de funcionários públicos para o alcance das metas propostas.

Os marcos fundamentais para a concepção de **Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos (PGIRSU)**, no Brasil, estão relacionados a estas discussões internacionais, com destaque para a Conferência do Rio em 1992, que ampliou a discussão sobre sustentabilidade. O lançamento do Fórum Nacional Lixo e Cidadania, no final da década de 1990, também é considerado um marco importante na reflexão sobre a forma de planejamento dos RSU no Brasil.

A partir daí, órgãos financiadores começaram a exigir que no enfrentamento da questão do lixo, no Brasil, fossem consideradas as variáveis que interferiam na eliminação do trabalho infantil em lixões, erradicação dos lixões e o apoio aos catadores informais de lixo. Os Planos, além de ser exigência prévia no acesso a recursos, também começaram a ser à base de cursos de capacitação na área, inclusive para ONG's e catadores que contemplavam novas temáticas na gestão de resíduos, como a comunicação ambiental (SCHMIDT, 2005).



Porém, não houve o acompanhamento do marco legal específico em nível nacional e não existe uma base teórica que delimite conteúdo, atualização, formas de controle, implementação e elaboração de PGIRSU no Brasil (SCHMIDT, 2005). Algumas Políticas Estaduais no Brasil começaram a esboçar estes fundamentos.

Adotando esta linha, no Brasil passou-se a acreditar que o Gerenciamento Integrado de RSU representaria o processo de planejamento que atenderia às demandas sociais, econômicas, ambientais e administrativas, com participação dos atores e usuários do sistema. No outro extremo, existia o gerenciamento convencional, que envolve os serviços/ instituições de limpeza pública, contudo com rotinas insuficientes para atender às necessidades contemporâneas de apreender o todo, holisticamente.

A narrativa da evolução histórica que partiu do simples ato de abandonar os resíduos quando o ser humano era nômade, passando pela prática de lançar os resíduos em frente aos domicílios, culminou com a ascensão da temática dos resíduos sólidos entre os grandes desafios atuais. É neste contexto que os PGIRSUs começaram a ser usados como instrumentos de gestão de resíduos sólidos no mundo e no Brasil.

No próximo tópico, são elencadas algumas experiências internacionais de gestão de resíduos sólidos, a fim de que se conheça a prática no enfrentamento do problema, principalmente nos locais que conseguiram avanços na busca de soluções, e em países com situações semelhantes à brasileira.

O objetivo é fazer um levantamento bibliográfico sobre as diretrizes que definem tendências no trato da questão no exterior. Respeitando as peculiaridades das nações estudadas, o intuito é começar a traçar linhas fundamentais de ações que ajudem a superar os impasses observados no Brasil.

Este capítulo é finalizado com um apanhado dos instrumentos de gestão de resíduos sólidos utilizados em alguns lugares do mundo, dando ênfase às ferramentas de avaliação de Planos de Gestão de resíduos sólidos.

## 2.1 ESTUDOS DE CASOS DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO MUNDO

Na república federativa da Alemanha, como em todos os Estados membros da UE, as diretivas europeias são transpostas nas legislações nacionais. Os governos regionais na Alemanha têm a obrigação de apresentar um “plano de gerenciamento de resíduos sólidos” que é avaliado pela agência federal de proteção ambiental da Alemanha. A responsabilidade pela disposição final é do município que, não raramente, precisa consorcia-se para poder enfrentar as demandas percebidas.

Na Alemanha, a legislação ambiental foi promulgada em 1969, enquanto que o primeiro ato sobre disposição de resíduos foi lançado em 1972 e obrigou as municipalidades a implementarem formas corretas de disposição dos mesmos. Outra obrigação dos municípios é apresentar, a cada 5 anos, os dados sobre a previsão da geração de resíduos sólidos urbanos, as diretrizes para sua reciclagem, reaproveitamento e tratamento.

Na década de 80, foram aprovadas legislações sobre reciclagem e compostagem, e em 1986 foi criado o Ministério do Meio Ambiente. A eficiência e as emissões provocadas por incineradores e embalagens foram objeto de legislação específica na década seguinte. Em 1996, foi lançado o ato para a promoção do “ciclo fechado de substâncias na gestão de resíduos sólidos”.

Uma iniciativa pioneira foi lançada no estado de Saarland, onde o departamento de resíduos sólidos passou a ser denominado de Departamento de Gestão de Recursos em 2009. Os três níveis de Governo têm suas responsabilidades em relação à GRSU.

A Agência de Proteção Ambiental alemã disponibiliza alguns dados sobre este país: as emissões de gases que contribuem para o efeito estufa têm diminuído entre 1990 e 2005, de 1228 Milhões de toneladas equivalentes de CO<sup>2</sup> para 1012 milhões. A meta para 2008-12 é de 973 milhões. A produção energética é a que mais contribui para as emissões, com 41,5% (FEDERAL ENVIRONMENTAL AGENCY, 2007).

Para enfrentar esta situação, existe uma ampliação da utilização de fontes renováveis de energia, que já representam 5,8% do total consumido no país. A meta para 2020 é de 10%. Outro indicador é a expansão da mancha urbana e do sistema de transporte: em média, desde 1993, 113 hectares terra são urbanizados. A meta para 2020 são 30 hectares por dia.

A população, em 2005, era de 82,5 milhões de habitantes. Entre 1995-2004 a oferta de água diminuiu 17,7% enquanto o consumo diminuiu em 18,8%; e quase 30% do território alemão é protegido por Lei como Área de preservação ambiental. A proporção de resíduo gerado por produto interno bruto foi de 161 quilos por 1.000 Euros, em 2004. No ano de 1996, a proporção era de 204 quilos.

A quantidade de resíduos produzidos anualmente vem declinando desde 1999. Os dados da FEDERAL ENVIRONMENTAL AGENCY (2007) revelam que foram gerados 405.1 milhões de toneladas em 1995, enquanto que, em 2005, o montante foi de 331.9 milhões de toneladas. Os resíduos de construção e demolição representam a maior parcela. Os RSUs contribuem com 14% do total produzido no país. A taxa de reciclagem de resíduos urbanos é de 65%, incluindo o tratamento por incineração.

Por fim, existe uma diretriz fixada pelo Governo Federal, lançada em 1999, que estabelece que todo resíduo sólidos municipal deve ser reciclado ou utilizado para recuperação de energia até 2020. A ideia é não lançar mais recursos nos aterros sanitários (EUROPEAN GREEN CITY INDEX, 2009)<sup>3</sup>.

Os munícipes pagam integralmente, com taxas específicas ou ligadas à conta de água em algumas unidades administrativas, pela prestação do serviço de limpeza, coleta, transporte e remediação de áreas poluídas de antigos lixões.

Puna e Baptista (2008) avaliaram a gestão integrada de resíduos sólidos urbanos (GIRSU) em Portugal. Para tanto, escolheram como estudo de caso uma empresa privada que presta serviço na capital e em outros centros do

---

<sup>3</sup> Índice Europeu de Cidades Verdes

país. A justificativa é o sucesso que esta gestão vem apresentando desde 1994.

Os autores descrevem o sistema português, onde existe um aspecto interessante em relação à coleta de material orgânico: visando assegurar a qualidade do produto final, eles privilegiam os esforços junto aos produtores de larga escala, tais quais: hotelaria, mercados, retalhistas e limpeza de jardins e outros espaços verdes. A eficiência global dos sistemas de compostagem varia entre 8% e 33% e depende, fundamentalmente, das condições da pré-triagem e da câmara de compostagem. Após a coleta dos resíduos, dá-se a fase de tratamento e, posteriormente, a deposição final. Dentre os componentes do sistema de tratamento, citam-se:

- Centro de triagem para valorização de resíduos recicláveis;
- Estação de tratamento e valorização orgânica;
- Central incineradora;
- Estação de tratamento e valorização de escórias; e
- Aterro sanitário.

Existe um Plano Estratégico de Resíduos Sólidos Urbanos (PERSU) e uma Estratégia Nacional para a Redução de Resíduos Sólidos Urbanos Biodegradáveis destinados a aterro em Portugal. Em 1998, o (PERSU) traçou um cenário que visava adequar, à rotina portuguesa, as exigências da (CE) até 2006 de resíduos encaminhados para aterros. Puna e Baptista (2008) salientaram que, em 2002, as metas já haviam sido extrapoladas em 7%, evidenciando o insucesso da ação.

Os autores esclarecem que 80% dos municípios portugueses possuem apenas aterro sanitário como forma de tratamento, e que um incinerador duplica os custos de investimentos em sistemas de GRSU. Puna e Baptista (2008) concluem seu trabalho, afirmando que o sistema português é razoavelmente sustentado em termos ambientais e econômicos e que poderia haver melhorias caso houvesse: 1) Maior integração entre os agentes que

operam na GIRSU; 2) a ampliação da sensibilização da população no sentido da redução e da recuperação de materiais; 3) a criação de um sistema de tarifa exclusivo para a GIRSU, pois hoje ele está atrelado ao de consumo de água.

Neste caso, eles defendem a implementação de um sistema tarifário que levem em conta a quantidade de resíduos produzidos e uma taxa de deposição em aterros, desde que complementados por outros instrumentos, semelhante a outros implantados em diferentes países europeus.

Também em Portugal, Simões e Marques (2009) avaliaram o desempenho dos serviços de resíduos urbanos. Descrevendo o modelo regulatório vigente, identificam como atores<sup>4</sup> principais o Governo Federal, os municípios, as empresas concessionárias e a Sociedade Ponto Verde que atua na coleta, valorização e reciclagem de resíduos de embalagens não reutilizáveis. No total existem 245 operadores atuando em sistemas intermunicipais ou num município. Estes são regulados pelo Instituto Regulador de Águas e Resíduos (IRAR).

Segundo Simões e Marques (2009), a prática da regulação não é muito comum no território europeu. Como principal ferramenta de regulação, o IRAR publica um conjunto de 20 indicadores que comparam os desempenhos dos diferentes agentes, visando o aperfeiçoamento dos serviços e a consequentemente proteção dos interesses dos usuários. Além da regulação, ao IRAR compete: “orientação, fiscalização da concepção, execução, gestão e exploração dos sistemas multimunicipais e municipais”. As Assembleias Municipais têm a competência de julgar e aprovar as tarifas.

Segundo os autores, contrariando a fala de Puna e Baptista (2008), a gestão de resíduos urbanos em Portugal “encontra-se numa indubitável insustentabilidade financeira, gerada pela escassa cobertura dos sistemas tarifários em relação aos seus custos reais” (SIMÕES; MARQUES, 2009. p. 288). A mesma situação acontece na maioria dos municípios amazônicos. As

---

<sup>4</sup> Apesar do termo “stakeholders” ser mais comum no campo de conhecimento da administração, optou-se pela utilização do termo “atores”.

variáveis que determinam o valor da taxa são frequência do serviço, área do município e sistema de remoção dos resíduos, porta a porta ou por pontos.

Outras características do sistema de gestão de resíduos urbanos em Portugal podem ser identificadas por intermédio dos indicadores de desempenho do IRAR *apud* Simões e Marques (2009):

- Cobertura do serviço, 100%;
- Cobertura da coleta seletiva, 79% (estimada);
- Preço médio do serviço, 26,6 Euros por tonelada;
- Custos operacionais, 25,36 euros por tonelada;
- % de Reciclagem, 6,4%;
- % de Valorização orgânica, 1,5%;
- % de Incineração, 79%.

Do exposto, percebe-se a priorização no sentido de universalização do serviço, seguida da incineração e posterior deposição em aterros, portanto não seguindo a hierarquização sugerida pela UE. Simões e Marques (2009) também compararam a situação de Portugal com os sistemas de gestão na Holanda, Espanha e Inglaterra.

Os autores identificaram que a ausência de um agente regulador nos três países não significa que os consumidores estejam mais vulneráveis aos interesses privados. No caso holandês, a atuação do governo é bastante presente e interventiva, “fomentando a auto-sustentabilidade que atualmente caracteriza o mercado de resíduo” na Holanda (SIMÕES, MARQUES; 2009, p 293).

Além das taxas específicas de limpeza pública, coleta e transporte no âmbito municipal, o Governo Federal cobra taxas diferenciadas para cada tipo de tratamento de resíduos, que alimentam Fundos Ambientais. A ideia é incentivar práticas de redução e reciclagem através de programas e projetos.

Na Inglaterra, o Governo Central introduziu a prática do “melhor valor”, para tentar atrair empresas para atuar no setor, após anos de disputas acirradas, que levaram a diminuição dos preços dos serviços a um nível de quase inviabilização dos serviços. Bel e Mur (2009) identificaram este problema, em outros países, a partir de revisão bibliográfica.

A Espanha vive um momento diferente, pois a abertura aos operadores privados é mais recente e o mercado espanhol está assistindo à centralização das operações nas mãos de poucos grupos. Bel e Mur (2009) identificaram que a privatização dos sistemas, em mais de 50% das cidades espanholas, não leva, necessariamente, ao aumento de custos, sendo a competição a variável mais importante.

Bel e Mur (2009) identificaram, num estudo de natureza econométrica, as seguintes variáveis com influência significativa nos preços dos serviços de gestão de RSU: volume de resíduos gerados, o montante de resíduos reciclados, número de pontos de coleta, grandes variações de geração de resíduos (este fenômeno é comum em cidades turísticas), salário dos funcionários, frequência do serviço, e a distância percorrida para a disposição final dos resíduos.

Outras conclusões alcançadas foram que, em Aragon, a construção de consórcios intermunicipais, em pequenos municípios, teve um aspecto positivo em relação a custos e aumento da frequência de coleta. Entretanto, os autores apresentam resultados ambíguos na literatura. Conclusões antagônicas também foram identificadas pelos autores, na revisão bibliográfica, em relação à influência da densidade populacional, a comparação dos valores cobrados pela iniciativa privada e pública e a economia de escala nos custos (BEL; MUR, 2009).

A abordagem do trabalho de Bel e Mur (2009) utiliza a análise de multivariáveis, sendo que algumas delas de controle. O fato de um município possuir um aterro sanitário é apontado como uma variável que influencia nos custos do sistema. Talvez esta seja a razão de, em alguns casos estudados

pelos autores, o consorciamento não tenha levado à diminuição das despesas com os serviços de RSU.

Um dos problemas encontrado pelos autores foi a não geração de dados básicos nos municípios, como a quantidade de resíduos gerados. Para suprir esta lacuna foram feitas algumas projeções. Esta situação também é comum no Brasil.

Voltando à realidade inglesa, além da alteração das regras de licitação, vista anteriormente, outra iniciativa pioneira inglesa foi a construção de uma estratégia nacional de desenvolvimento sustentável em 1994. Em 2005, foi lançada a nova estratégia: “garantir o futuro” (UNITED KINGDOM GOVERNMENT; 2010). Nela, são encontrados quatro (4) indicadores relacionados à gestão de resíduos urbanos, num universo de 68:

- Quantidade de resíduos gerados por ano, por habitante;
- Percentagem dos resíduos reciclada;
- Percentagem dos resíduos compostados; e
- Percentagem dos resíduos convertidos em energia.

Emery, Griffiths e Williams (2003) lembram que, em 1995, o índice de reciclagem era de 6,5%, e que a meta estabelecida no Reino Unido, para o ano 2000 foi de 25%, sendo que esta não foi alcançada. De fato, somente 9% dos resíduos foram reciclados. Os dados do País de Gales separadamente, para o início do século XXI, também não eram muito satisfatórios: 7% de reciclagem e 93% dos resíduos foram encaminhados para aterros.

A contribuição destes autores foi no sentido de estudar os efeitos das condições sócioeconômicas nas práticas de reciclagem. Emery, Griffiths e Williams (2003) chegaram à conclusão de que os diferentes tipos de padrões de habitação têm ligação com a quantidade de resíduos produzidos, quanto maior a casa, maior o volume e peso de resíduos. Contudo, não perceberam a mesma conexão em relação às práticas de reciclagem e que as estações do ano influenciam na quantidade de RSU, sendo maior na primavera e no verão, com picos nos feriados de final de ano. Os resíduos de poda e jardinagem,



como era previsto, foram os que apresentaram a maior variação ao longo do ano.

Burnley (2007) realizou uma revisão sobre estudos da composição dos resíduos municipais no Reino Unido e fatores que influenciam na sua geração. O autor lembra que com a introdução do Ato de Proteção Ambiental inglês, em 1990, e o estabelecimento de metas de reciclagem, criou-se a necessidade de informações mais acuradas sobre a composição dos resíduos, e que somente no século XXI, é que se iniciaram estudos mais consistentes no Reino Unido sobre o assunto.

As conclusões apontam que o tamanho da família e a idade de seus componentes são os principais fatores de distinção. Outras variáveis importantes que interferem na geração de RSU são: o tamanho do condicionador<sup>5</sup>, a logística da coleta de materiais reciclados e que os aposentados produzem a menor quantidade de resíduos por casa. Contudo, são os que mais geram *per capita*. Burnley (2007) chegou ao mesmo resultado de Emery, Griffiths e Williams (2003) quanto à influência da estação do ano na produção de RSU.

Burnley (2007) realiza uma crítica afirmando que existem poucos trabalhos que cobrem todo o fluxo de resíduos. Em relação à composição dos resíduos gerados na área comercial, em Londres 64% era papel e papelão, enquanto que no País de Gales, 41%. Vidro 11% e 4% respectivamente, e resíduo orgânico 7.2% na capital inglesa e 27% no País de Gales. Na tabela 2.1 são apresentados os resultados da composição de RSU no Reino Unido:

Tabela 2.1 - Composição de RSU no Reino Unido

<i>Material</i>	<i>Proporção</i>
Papel e papelão	23-25%
Material de cozinha e jardim	35-38%
Plástico	8-10%
Vidro	6-7%

<sup>5</sup> O uso do termo "container", em inglês, também é utilizado no Brasil.

Metal	3-5%
Quantidade de resíduo por casa e por semana	13-19Kg

Fonte: Burnley (2007)

Os resultados apresentados são um apanhado de outras pesquisas sobre caracterização de RSU, no Reino Unido, e refletem valores semelhantes aos de outros países desenvolvidos. Avaliando as séries históricas sobre composição dos RSU, disponíveis no Reino Unido, os autores identificam três pontos de inflexão: o advento do plástico no meio da década de 60, o aumento constante do consumo de papel a partir dos 50' e a ampliação da rede de distribuição de energia elétrica, após a Segunda Guerra Mundial.

Burnley (2007) realiza uma crítica em relação ao método de caracterização de resíduos sólidos urbanos no Reino Unido, que geralmente negligenciam de 30% a 40% dos resíduos domésticos, pois não contabilizam a quantidade e a diversidade descartadas em condicionadores públicos, onde geralmente a população lança resíduos de podagem e jardinagem. Outros exemplos de falhas são as poucas pesquisas sobre RSU que cobrem todo o fluxo de resíduos e são raras as que abraçam todas as estações do ano.

Em outro país europeu, Pongrácz (2002) fez o levantamento do estado da arte da gestão de resíduos sólidos na Finlândia. O primeiro ato legal específico foi criado em 1978 e entrou em vigência no ano seguinte. Com a entrada na União Europeia, a legislação foi reformulada em 1993. Esta também exigia a elaboração de planos regionais até 1996 e o plano nacional de resíduos (1998) que deveriam dispor as diretrizes e as estratégias de ação.

As responsabilidades foram determinadas e cabe ao poder local organizar a coleta, recuperar e dar destinação final aos resíduos produzidos; emitir licenças e fiscalizar pequenos empreendimentos de reciclagem e tratamento de resíduos; e definir a legislação local.

Pongrácz (2002) esclarece que a densidade demográfica na Finlândia era de 17 hab/Km<sup>2</sup>, somente 63.9% da população vivia na zona urbana e, outro

dado que evidencia o alto grau de descentralização populacional no país, a maior cidade finlandesa, sua capital, possuía 540.000 habitantes. Os dados são da OECD<sup>6</sup> (1999 *apud* Pongrácz, 2002, p.51).

Objetivando a diminuição do consumo, a regra finlandesa determinou que, até o ano 2000, a quantidade de resíduos encaminhados para aterros deveria diminuir, pelo menos em 50 %, e que o número de aterros sanitários não poderia ultrapassar a quantidade de duzentas (200) unidades. O resultado não foi alcançado. A quantidade de resíduos aumentou, o volume disposto em aterros também e a prática da incineração foi alargada (PONGRÁCZ; 2002).

A Irlanda busca alternativas para diminuir a geração de resíduos pelos custos envolvidos no sistema, pelo esgotamento da maioria dos aterros, pela dificuldade de encontrar novas áreas e pelos protestos na implantação de novos incineradores. O país é quem mais gera resíduo *per capita* na Europa, 430 Kg por ano (DUNNE; CONVERY; GALLAGHER, 2008).

Morrissey e Brownw (2004) revelam que as decisões sobre gestão de resíduos na Irlanda são embasadas num escopo restrito à avaliação de custo e benefício. Talvez, este é um dos fatores que interferiram na situação do país. Os autores defendem uma ampliação no momento da avaliação das estratégias de gestão de resíduos sólidos.

Dunne; Convery e Gallagher (2008) defendem que a aceitação da população em relação à cobrança real pelo serviço pode aumentar caso haja: boa infraestrutura de reciclagem e compostagem, montagem de estratégias com o foco de informar os usuários sobre os motivos da campanha, os custos e os problemas relacionados, revisão das responsabilidades e relações entre os principais agentes envolvidos, montagem de um sistema de monitoramento estipulado por um estudo de impacto ambiental, aprimoramento na sistematização dos dados e maior volume de pesquisas do setor acadêmico voltado a performance local num contexto mundial.

---

<sup>6</sup> OECD, 1999. Towards more sustainable household consumption patterns. Indicators to measure progress. Organization for economic Co-operation and Development, Work group on the state of environment. ENV/EPOC/SE (98) 2/Final.

Karagiannidis, Xirogiannopoulou e Moussiopoulos (2005) revelam que, na Grécia, os municípios têm a responsabilidade pela gestão dos RSU e a participação da iniciativa privada tem crescido no setor. A taxa mais usada pelos serviços é o rateio por unidade habitacional/comercial, vinculada à conta de energia elétrica. Entretanto, a legislação permite a cobrança pela conta de água. A variável determinante é a área do imóvel.

Os mesmos autores identificaram que a variação nas taxas pelos serviços é maior em pequenas cidades e que, aparentemente, as autoridades responsáveis definem-nas de acordo com características locais. Atualmente, as maiores partes dos recursos para cobrir as despesas provêm destas taxas. Outra característica detectada foi que grandes cidades tendem a cobrar mais, por pessoa, do que as pequenas.

Seadon (2006) chama a atenção para um programa pioneiro no mundo, que foi iniciado na capital australiana. Sidney pretende ser a primeira cidade a não enviar resíduos para aterros até 2010. Iniciando com uma taxa de reciclagem de 22% em 1993/1994, alcançou a marca de 70% em 2003/2004. A principal estratégia é criar depósitos para recursos que serão vendidos ou beneficiados de acordo com a situação do mercado.

A ideia por trás do conceito de gestão integrada é viabilizar, para os geradores de resíduos, soluções mais eficientes para o seu fluxo, além da simples disposição final. Seadon (2006) esclarece que uma das primeiras cidades a implementar um sistema de gestão integrada de resíduos foi Palm Beach, na Flórida, em 1975.

Taylor (2000), avaliando os resultados dos programas de gestão de RSU nos Estados Unidos, que visaram à diminuição na geração e a ampliação das taxas de reciclagem, percebeu que a mudança de hábitos em relação aos resíduos deve ser uma meta de “longo prazo” a ser perseguida nos planos de RSU e que as ações devem ser formuladas buscando os avanços “passo a passo”.

Taylor (2000) acredita que, no momento de elaboração de estratégias de minimização e para ampliar as taxas de reciclagem na gestão de resíduos sólidos urbanos, é fundamental o envolvimento dos agentes envolvidos no processo: setor comercial e industrial, instituições governamentais, ONG, público em geral.

Apesar da responsabilidade do ente municipal, o Governo Federal deve estar presente na gestão de RSU nas seguintes frentes: intervenção no mercado de recicláveis nos aspectos de preço; regulação e definição das características dos produtos e embalagens, como padrões de durabilidade, composição e qualidade; definição de metas para o setor; emissão de “selos” para produtos ambientalmente produzidos e definição de regulação sobre trânsito de resíduos entre estados (TAYLOR, 2000).

O autor acredita que as metas de um plano de gestão de RSU devem ser: encerramento de lixões, desenvolvimento e introdução de novas tecnologias, avaliando os aspectos de segurança e econômicos, na coleta, processamento, reaproveitamento, tratamento e disposição final, novos arranjos institucionais que assimilem a participação de outros agentes envolvidos no processo.

Hill e Glenn (2001) esclarecem que a disposição em aterro continuava a ser o destino da maioria dos resíduos urbanos municipais com 55% em 1997. Entretanto, a tendência é de queda, pois em 1980, 81% do total foram dispostos em aterros. O índice de reciclagem e compostagem atingiu 28% em 1997, enquanto que o patamar de resíduos incinerados foi de 7,5% EPA (1999 *apud* HILL; GLENN, 2001, p. 3.15). A taxa de geração de resíduos sólidos nos Estados Unidos é de aproximadamente 2 Kg por habitante por dia (TROSCHINETZ; MIHELICIC, 2009)

Além das metas estabelecidas, os autores esclarecem que o aumento nos preços cobrados para a disposição em aterros é um dos motivos da ampliação das taxas de reciclagem e compostagem. Outra norma aplicada na maioria dos Estados é a proibição do lançamento de alguns materiais em aterros como pneus, eletrodomésticos e resíduos de poda e capinagem.

Kundell e Ruffer (2001) esclarecem a estrutura mínima e os componentes que fazem parte de um plano estadual de resíduos sólidos. Seguem afirmando que os estados vêm dando suporte técnico e financeiro para a elaboração e implementação de planos no âmbito local. Outra constatação dos autores é que o embasamento conceitual dos planos de GRSU, desde o final da década de 80, é a gestão de todo o fluxo dos resíduos.

Hill e Glenn (2001) declaram que a promulgação de uma Lei é só o primeiro passo para o desenvolvimento de uma rede<sup>7</sup> de gestão de resíduos sólidos. O período definido para a revisão das estratégias também varia por Estado. Alguns determinam anualmente, outros por 5 anos e existem casos da obrigação ser a cada 10 anos.

Tchobanoglous, Kreith e Williams (2001) enumeram as seguintes questões associadas à gestão dos resíduos nos Estados Unidos:

1. Aumento na quantidade de resíduos sólidos;
2. Incorreções no inventário nacional de gestão de resíduos;
3. Lacunas nas definições para os termos e funções da gestão de resíduos sólidos;
4. Lacuna na qualidade dos dados;
5. Necessidade por regras claras e definição de responsabilidades entre as lideranças nos governos federais, estaduais e locais;
6. Necessidade de aplicação uniforme das regulações e parâmetros;  
e
7. Resoluções sobre o trânsito de resíduos intermunicipais, interestaduais e dentro do país, e seus componentes.

As “lacunas nas definições para os termos e funções da gestão de resíduos sólidos” e a “necessidade por regras claras e lideranças nos governos federais, estaduais e locais”, têm ligações direta com os interesses do presente trabalho de pesquisa. Tradicionalmente, a gestão dos RSU tem sido

---

<sup>7</sup> O uso deste termo não é comum, contudo adequado.

considerado um problema local. Entretanto esta situação exige um novo delineamento de responsabilidades por parte dos entes públicos e privados (TCHOBANOGLIOUS; KREITH; WILLIAMS, 2001, p 1.19).

Tchobanoglous, Kreith e Williams (2001) defendem que a única maneira de garantir um adequado sistema de gestão de resíduo sólidos é com planejamento a longo prazo, nos níveis municipais, regionais e nacional; avaliação dos custos envolvidos nas escolhas; consideração dos aspectos ambientais nas decisões e da volatilidade dos mercados de recicláveis; e finalmente, não restrição das opções da autoridade local de gestão.

Tchobanoglous, Kreith e Williams (2001) alertam que um bom plano de gestão de resíduos pode falhar, caso não haja a consideração de algumas “chaves do sucesso”: o envolvimento do público, compromisso com o processo de qualidade contínua e avaliação da efetividade da estratégia escolhida.

Kovacs (1993), realizando um histórico sobre a gestão de resíduos sólidos nos Estados Unidos, concorda que uma das causas direta dos problemas assistidos é a lacuna de liderança no trato da questão. As obrigações definidas pelo congresso americano sem as respectivas dotações orçamentárias e o abandono do Governo federal em 1986, que se omitiu em coordenar as ações na área, são exemplos dados pelo autor. Os Estados assumiram, com seus limites de poder e influência, a coordenação da gestão.

Nos Estados Unidos, o trânsito de resíduos entre municípios e estados tornou comum o acionamento da Suprema Corte Nacional para julgar casos de proibição ou permissão de disposição de resíduos em outros locais distintos aos que eles foram gerados. Um caso emblemático é o encerramento do aterro de Nova Iorque e a consequente proibição por parte de alguns estados vizinhos da circulação de resíduos não gerados no território (TCHOBANOGLIOUS; KREITH; WILLIAMS, 2001).

Marjorie et al. (1999) informam que a decisão de fechar “Fresh Kills” em Nova Iorque foi tomada sem um planejamento prévio. O prefeito definiu o encerramento das atividades do aterro para o final de 2000, mesmo ano do fim do mandato do gestor da cidade. Além do fator político envolvido, os autores

descrevem o processo, na maioria das vezes tenso, das discussões entre as 12 firmas de consultoria contratadas para elaborar o plano e os comitês da sociedade constituídos para participarem.

A maioria das pessoas interessadas em discutir o Plano era as diretamente envolvidas: os vizinhos do aterro que reivindicavam o fechamento do aterro e os moradores Broklyn que reivindicavam o encerramento do incinerador localizado no bairro. A exportação dos resíduos estava entre as possibilidades levantadas de destino final.

A prefeitura de Nova Iorque lançava a maioria dos resíduos no oceano, até 1929. A maioria dos aterros foi posicionada no litoral e todos foram encerrados no final da década de 1980. Outros lugares de disposição final foram criados, para receber os dejetos dos incineradores. Fresh Kills começou com um aterro temporário em 1948 e, a partir de então, cresceu até encontrar os limites da vizinhança e 35 metros de altura.

Marjorie et al. (1999) utilizam alguns dados para evidenciar a complexidade da gestão de resíduos sólidos urbanos nos Estados Unidos: a produção de resíduos, no período de 1920-70, aumentou cinco vezes mais que o incremento populacional. O plano integrado de GRSU de Nova Iorque, de 1998, foi embasado na ampliação das taxas de reciclagem e redução da geração (50%) e geração de energia (50%).

Marjorie et al. (1999) apontam como críticas ao plano, o fato de as ações de educação ambiental não utilizarem a mídia, terem sido iniciadas na vigência do Plano, não ter havido continuidade e, finalmente, terem um espectro reduzido de abordagem. Os resultados foram baixas taxas de adesão ao programa de reciclagem e, conseqüentemente, relação custo-benefício alta e a maioria dos resíduos começou a ser exportada para outros estados.

Uma questão levantada por Kundell e Ruffer (2001) é a responsabilidade na elaboração dos planos locais. Os autores acreditam que os funcionários públicos estaduais e locais devem estar capacitados para a concepção desses planos. Com esta experiência adquirida, os técnicos envolvidos na rotina da



gestão poderiam realizar os ajustes necessários sem necessitar de ajuda externa.

Kundell e Ruffer (2001) enumeram seis passos no processo de elaboração de um plano de gestão de resíduos municipais: Estabelecimento de metas e objetivos; Inventário e avaliação da condição existente; Identificação de necessidades; Avaliação das opções de gestão; Definição do sistema; e Desenvolvimento da estratégia de implantação.

Outros aspectos importantes a ser considerados, no momento de concepção de um plano de resíduos urbanos municipais, são: a possibilidade de consorciamento com outros governos locais, análise da privatização do sistema ou parte do mesmo e a criação de um programa de avaliação e monitoramento anual das ações do programa.

Por fim, os autores concluem que um “integrated solid waste management planning is not simple”, decorrente da necessidade de combinar e de integrar uma grande quantidade de programas que mudam dinamicamente. Por conta disso, estes produtos, nascidos de processos com ampla participação de atores, deveriam ser denominados de estratégia em vez de planos (KUNDELL; RUFFER, 2001).

Tchobanoglous, Kreith e Williams (2001, p 1.12) conceituam “municipal solid waste”<sup>8</sup>, como: “all of the wastes generated in a community, with the exception of waste generated by municipal services, treatment plants, and industrial and agricultural processes”. Esses autores utilizam como dados para análise, algumas informações geradas pela agência americana de proteção ambiental. Nelas, existe uma estimativa que entre 5% a 10% dos resíduos urbanos são compostados e entre 50% a 70% são aterrados.

Os contribuintes pagam taxas específicas para o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos. Existem fundos específicos para a recuperação de áreas degradadas, assim como para abertura de negócios ligados ao tratamento de resíduos (EPA, 2010).

---

<sup>8</sup> TCHOBANOGLIOUS; KREITH; WILLIAMS, 2001: resíduos sólidos municipais: todos os resíduos gerados dentro de uma comunidade, com a exceção dos resíduos gerados pelos serviços de limpeza pública, estações de tratamento, e nos processos industriais e agrícolas.

Tchobanoglous, Kreith e Williams (2001) esclarecem que a EPA vem usando algumas ferramentas de análises que buscam a otimização dos sistemas de gestão de resíduos sólidos. Contudo, afirmam que, até aquele momento, não existia nenhuma metodologia comprovada para realizar tal otimização; portanto cada realidade deveria ser enfrentada de forma individualizada.

No momento de decidir pela implantação ou por reformulações de sistemas de gestão de RSU, muitos administradores municipais também fora dos EUA têm optado por utilizar modelos que simulam a rotina do processo. Isso vem acontecendo, principalmente, em média e grande cidades.

Bahor et al (2009) confirmam que a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) dos materiais está sendo utilizada, pela (EPA) nos Estados Unidos, para calcular as emissões dos gases que provocam o efeito estufa, assim como uma ferramenta de decisão no momento de definir os modelos de gestão de RSU, e afirmam que alguns aterros sanitários continuam emitindo gases após 100 anos de encerramento.

Decorrente do volume de impactos gerados pelo sistema, Bahor et al (2009) defenderam a inclusão da gestão de RSU, como uma das categorias para estabilizar as emissões de Carbono na atmosfera, na lista proposta por Pacala e Socolow (2004). Estes defendiam que a adoção de uma estratégia de diminuição das emissões por categorias, tornaria o problema mais gerenciável, estabilizando a quantidade de CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub> na atmosfera.

O argumento usado por Bahor et al (2009) foi que, utilizando tecnologias acessíveis, os sistemas de GRSU deixariam de emitir um bilhão de toneladas de Carbono por ano, montante equivalente as taxas das outras categorias presentes na lista de Pacala e Socolow (2004): Eficiência energética; Mudança da matriz energética; Captura e armazenamento de CO<sub>2</sub>; Evitação do desflorestamento; Ampliação do uso de energia renováveis; e Reflorestamento.

Através da montagem de cenários para um horizonte de 50 anos, os autores chegaram aos valores que justificam a introdução da gestão de

resíduos sólidos como uma das linhas de ação de uma estratégia global. O pano de fundo que baseia as projeções de Bahor et al. (2009) é a legislação europeia, mas especificamente a parte que define a hierarquização na gestão dos resíduos. O modelo utilizado foi: “Avaliação do Ciclo de Vida” (ACV), WARM, embasando as simulações na ampliação das taxas de reciclagem e diminuição dos resíduos aterrados.

No momento de decidir a implantação ou as reformulações de sistemas de gestão de RSU, muitos administradores, também fora dos EUA, têm optado por utilizar modelos que simulam a rotina do processo. Isso vem acontecendo, principalmente, em médias e grandes cidades, que não são o foco desta tese. As considerações acerca do instrumento “métodos de avaliação de planos” são objeto específico no tópico 3.3.1.1.

Dando continuidade à exposição de casos de gestão de resíduos sólidos pelo mundo, alguns países asiáticos possuem características semelhantes em relação ao clima amazônico.

Na Malásia, a gestão dos RSU é um dos mais críticos problemas ambientais (MANAF; MOHD; KUKKI, 2009). O rápido desenvolvimento da economia e do crescimento da população (2.4 % ao ano desde 1994), inadequada infraestrutura urbana, baixa capacitação do corpo técnico e a escassez de terras são as variáveis que mais influenciam na questão. O país possui uma área de 329.847 Km<sup>2</sup>, com uma descontinuidade singular no território, marcada pela presença de países e do mar da China.

A gestão dos RSU é compartilhado pelo Ministério da Habitação e pelos governos locais. A posição geográfica da Malásia é semelhante à de parte do território da Amazônia, nas proximidades da linha do Equador. As taxas de geração de resíduos são de 0,5-0,8 Kg/dia. Contudo, nos grandes centros existem picos de até 1.7 quilos por pessoas. O sistema se restringe à coleta e a disposição em lixões e aterros. Há presença de catadores informais de resíduos (MANAF; MOHD; KUKKI, 2009).

Em média, 50% dos custos estão ligados ao pagamento de pessoal; o restante é gasto na operacionalização do sistema. Em 2007, foi aprovado o

novo ato de limpeza pública e resíduos sólidos, que transferiu a responsabilidade da coleta de RSU para o Governo Federal, que iniciou a privatização do serviço de coleta, transporte e disposição final no país, com a diretiva de introduzir o tratamento pela incineração (MANAF; MOHD; KUKKI, 2009).

No ano seguinte, foi aprovada a nova Política Nacional de Gestão de Resíduos Sólidos que tem como metas principais a introdução de um sistema holístico, integrado com ênfase na conservação da natureza e a seleção de tecnologias acessíveis e que respeitem a hierarquia no tratamento de resíduos.

Manaf, Mohd e Kukki (2009) esclarecem que existe um sistema de penalidades rigoroso na Malásia. Além de multas, as pessoas que realizam lançamento ilegal, depósito ou tratamento inadequado de resíduos, estão sujeitas a prisão, com tempo mínimo de cinco anos de reclusão e multas que alcançam 19.000 Euros. Entretanto, a coleta só abrange 76% do total dos resíduos gerados.

Em suas considerações finais, os autores acreditam que a falta de coordenação entre os principais atores na gestão dos RSU na Malásia, está causando duplicidade e às vezes contrariedades nas ações, subutilização de recursos e programas insustentáveis direcionados para o setor.

Em Taiwan, outro país asiático, as inovações nos sistemas de gestão de RSU têm resultado na diminuição dos resíduos encaminhados para os aterros sanitários e a diminuição dos poluentes nos sistemas de incineração. O motivo são as campanhas introduzidas e monitoradas de forma competente (Chang et al, 2008). Esta ilha, de 360.000 Km<sup>2</sup>, possuía 23.600.000 habitantes, em 2006.

Os principais programas são: pay-as-you-throw (Pague conforme Você Lança - PVL), reciclando os resíduos da cozinha, restrição do uso das sacolas de plástico, poluidor pagador e fundo para a reciclagem. Os autores revelam que ações começaram a sair do plano das idéias para a prática, devido a alguns casos graves de poluição ambiental proveniente de lixões. Os custos de

gestão das áreas de disposição subiram em até 300%, em algumas áreas (CHANG et al. 2008).

No final do trabalho, os autores concluem que a utilização de incineradores como forma de recuperação de energia é um processo adequado para a gestão de resíduos, desde que esteja associado a outros tratamentos como compostagem e reciclagem. Complementam, lembrando a necessidade de estudos rigorosos de caracterização dos resíduos antes de se optar por esta solução.

Os resíduos orgânicos gerados na cozinha são direcionados, principalmente, para alimentar porcos; os outros 20% são utilizados como fertilizantes. Esta prática diminuiu a quantidade de poluentes lançados pelos incineradores e aumenta a sua eficiência. Entre 2003 e 2005, a porcentagem de resíduos orgânicos lançados nos incineradores diminuiu de 20.5% para 15.8%.

Os resíduos domésticos são coletados em cinco categorias: recicláveis/não recicláveis, resíduos de cozinha, incineráveis e não incineráveis (CHANG et al. 2008).

Os autores revelam que o número de bens que estão sendo regulados pelo princípio do poluidor-pagador tem crescido. O ator central nesta ação é a agência ambiental taiwanesa que busca dar assessoria às empresas e aos governos locais, no sentido de fortalecer a capacidade institucional destes e viabilizar o desenvolvimento de novas tecnologias para reciclagem dos produtos para a iniciativa privada.

Esta estratégia também contribuiu para fortalecer a cooperação com os outros atores envolvidos, principalmente, com pesquisas voltadas à compreensão dos motivos do apoio do público em geral e a busca por uma maior contribuição de outros setores da administração pública no setor de gestão de RSU.

Chang et al. 2008 revelam que a utilização de propaganda e campanhas educacionais para ampliar as taxas de adesão aos programas vêm diminuindo

a quantidade de resíduos gerados e lançados no aterro. Somando-se a esta, outra medida é a aplicação de elevadas multas e fiscalização por parte do poder público. Outra estratégia é iniciar a implementação das ações nas instituições públicas, incluindo as militares, escolas e hospitais. No segundo momento, grande lojas de departamento, supermercados, lojas de comida e bebida, para finalmente serem lançadas no âmbito habitacional e pequenos comércios.

Outro instrumento é o Fundo de Reciclagem, que é um programa que taxa produtos importados e a receita serve para subsidiar a coleta, o transporte e os sistemas de tratamento de RSU, prioritariamente a reciclagem. Em 2005, o montante foi de US\$ 200 milhões. Estes recursos também são destinados à premiação e divulgação das melhores práticas; pesquisa e desenvolvimento, conforme citado, e capacitar os governos locais para a gestão dos RSU (CHANG et al. 2008).

Em Taiwan, 80% dos RSU são coletados e a taxa de geração por pessoa é de 0,91 quilo por dia. Aproximadamente 60% são incinerados e 30% são lançados nos aterros. Até 2000, as taxas de lixo estavam condicionadas à quantidade de água utilizada. Hoje em dia, as maiores cidades já introduziram o sistema de pagamento conforme a quantidade produzida e o preço médio é de US\$ 0,013 por litro de resíduo. As pessoas são obrigadas a comprar sacolas e devem lançar, gratuitamente, os resíduos reciclados nos acondicionadores específicos.

O caso de Taiwan é um exemplo da necessidade de combinação do uso de vários instrumentos “amarrados” numa estratégia definida no Governo do País que é rebatida, para as administrações regionais, quando for o caso, e locais.

Hasome et al (2001), avaliaram 17 sistemas de gestão municipal de RSU no Japão, e identificaram que os custos com o pagamento de pessoal representam a maior parte do orçamento do sistema (inclui os custos com coleta e transporte), seguida pelas despesas com tratamento.

O ponto mais importante do trabalho de Hasome et al (2001) é o levantamento e posterior ponderação das revisões das leis nipônicas de gestão de resíduos, de limpeza pública e suas articulações com as a Leis de promoção da utilização dos recursos reciclados, de reciclagem de embalagens e a de reciclagem de aparelhos eletrônicos domésticos.

A conclusão na análise é a pertinência da alteração das responsabilidades dos diferentes níveis de governo: no passado só o município, com a revisão das Leis, os encargos devem ser partilhados entre estes e os Governos regionais e Federal e a iniciativa privada, com ênfase na diminuição na geração dos resíduos e na reciclagem.

Os autores citam que a alteração do marco legal ocorreu devido, principalmente, pois sozinhos os entes municipais não conseguiriam atingir o patamar intencionado pelo governo japonês de “sociedade de reciclagem de resíduos”, objetivo que requer: Controle da quantidade de resíduos descarregados; Construção de infraestrutura para reciclagem; Manutenção de um sistema de controle e sistematização de informações; Construção e operação de infraestrutura para tratamento de RSU; Justa cobrança dos custos do sistema; e Gestão dos riscos inerentes.

Com o rápido processo de industrialização, a China apresenta uma das mais intensas taxas de urbanização no mundo. Com uma matriz energética baseado no carvão, o país enfrenta o desafio de buscar alternativas para garantir os índices de crescimento e diminuir a poluição provocada pela queima da sua principal matriz energética.

A cidade de Hangzou tinha aproximadamente 2.800.000 habitantes em 2006, excluindo o subúrbio da cidade. Os moradores viviam, majoritariamente, em edifícios e produziam 1,17 Kg por dia de resíduo. Os resíduos orgânicos representavam 65 % do montante produzido, sendo 20% destes provenientes

de podas de jardinagem. Os dados foram coletados a partir de outro trabalho acadêmicos<sup>9</sup> (LI, J.H. WANG, W. WANG, H.T., 2007 apud Zhao et al., 2009).

Um total de 271.427 toneladas de resíduos foram coletadas por catadores, o que representou quase 20% do produzido no ano. O restante foi coletado e encaminhado para um dos três incineradores e para o aterro sanitário. O sistema de tratamento de RSU é completado por caminhões, um centro de reciclagem que paga pelo material coletado pelos catadores informais.

Como principais externalidades do sistema, Zhao et al. (2009) apontam o Metano oriundo do aterro sanitário e a Amônia e o Ácido Clorídrico proveniente dos equipamentos de queima que provocam acidificação da atmosfera, outro grave problema do país.

Buenostro e Bocco (2003) revelam que em média, no México, 6 % do orçamento municipal são direcionados para a gestão de RSU. Outras características reveladas são: planos inadequados, insuficiência de recursos, indefinição conceitual, carência de infraestrutura e de equipamentos e funcionários municipais não capacitados para a tarefa, caracterizando um sistema rudimentar, informal e desorganizado.

Buenostro e Bocco (2003) revelam que vários planos têm sido implementados para enfrentar a situação nos municípios. Entretanto os resultados têm sido insatisfatórios, com a degradação das condições ambientais e sociais. Este é o mesmo caso da região amazônica, objeto de estudo deste trabalho.

Por fim, os autores apontam a ausência de integração entre os departamentos do poder público local e entre os diferentes níveis de governo como uma das principais causas da situação mexicana. Outra dificuldade encontrada é a heterogeneidade do perfil dos catadores informais que dificulta a implantação de programas direcionados a eles.

---

<sup>9</sup> LI, J.H. WANG, W. WANG, H.T. Planning and Management of urban Household refuse. China Environmental Sciences Press, Beijing, 2007.



Metin, Eröztürk e Neyim (2003) comentam que, aproximadamente, 25% dos RSU na Turquia podem ser recicláveis. Contudo, esclarecem que a frágil base de informações do sistema de gestão é uma das principais lacunas do país. Outros dados são utilizados na análise da rotina turca, entretanto sempre com a ressalva da inconsistência dos mesmos.

Asase et al. (2009) realizaram um estudo visando comparar a utilização de instrumentos de gestão de RSU numa cidade canadense e outra em Gana. Eles entendem que a base de um plano municipal de RSU deve ser o envolvimento dos atores, a partir da formulação e para sempre. Os autores também acreditam que a concepção destes planos deve ter uma abordagem integrada e que esta pode ser utilizada por países desenvolvidos e em desenvolvimento, o que diferencia são os recursos envolvidos e o estágio de evolução dos sistemas.

Asase et al. (2009) ponderam que o problema de saúde pública implícito na questão já foi superado pela maioria dos países desenvolvidos e que a meta atual é a conservação dos recursos com a otimização dos processos de gestão de resíduos sólidos urbanos. O método utilizado pelos autores foi a utilização de dados secundários originados de documentos oficiais dos dois países, assim como entrevistas com os responsáveis técnicos pelos serviços em cada cidade.

London faz parte da província de Ontário. Em 2006, os 352.395 habitantes produziram, em média, 1,2 Kg por dia de resíduo. Do total de 267.000 toneladas, 58% foi proveniente de casas, enquanto que 42% não foram gerados em residências, dentre estes cita-se 1.500 pequenos negócios. A disposição final é um aterro sanitário, e existe um centro de recicláveis que recuperou 40% do material gerado. A taxa de eficiência do centro é 98% (ASASE et al., 2009).

Kumasi é a segunda maior cidade de Gana e possui condições climáticas semelhantes a de parte do território da Amazônia brasileira. Em 2006, os 1.610.867 habitantes produziram, em média, 0,6 Kg por dia de resíduo urbano, contabilizando 365.000 toneladas. A taxa de crescimento

vegetativo é de 5,47% ao ano. A disposição final é dividida entre um aterro sanitário, operado pela iniciativa privada, e um lixão. Existe a presença de catadores informais de recicláveis. As diferenças na composição dos resíduos é mostrado na tabela 2.2.

A composição dos resíduos é coerente com outros resultados comparativos entre países desenvolvidos e em desenvolvimento. Em Kumasi, entre os inertes, a maior parte é cinza, areia e carvão. A gestão dos RSU em Gana, e na maioria dos países em desenvolvimento, é marcada pela inadequação na cobertura do serviço, na disposição final e na gestão de resíduos perigosos não industriais, nos equipamentos utilizados, nas leis que regem a matéria, nos comportamentos dos moradores em relação aos resíduos, na infraestrutura (inclusive das vias de transportes), além de baixos índices de reciclagem, baixa capacidade técnica disponível e carência de recursos (ASASE et al. 2009).

Tabela 2.2 - Composição dos resíduos em London e Kumasi

<i>Componente</i>	<i>London</i>	<i>Kumasi</i>
Biodegradáveis/ orgânicos	30	64
papel	32	3
plástico	10	4
Metal	3	1
Vidro	6	-
Outros	19	-
inertes	-	22
madeira	-	3
textil	-	3

Fonte: cidade de London (2007) e WMD-KMA (2008) *apud* Asase et. al. (2009)

Em London, 80% das residências são servidas por acondicionadores específicos para resíduos não recicláveis; o restante utiliza acondicionadores coletivos. A coleta é realizada por 19 caminhões. Existem acondicionadores

“azuis” para o material reciclado, que são coletados no mesmo dia dos outros resíduos, exceto os de poda e jardim. Na segunda maior cidade de Gana, existem alguns containers coletivos, que recebem toda tipo de resíduos, e são transportados quando estes se encontram completamente cheios. O índice de cobertura do serviço é de 85%.

Na cidade africana não existe uma lei específica sobre resíduos sólidos. As linhas gerais são definidas pela Lei de saneamento básico de 1999 e algumas especificações técnicas para a construção e operação de aterros, entretanto a aplicação das mesmas não são satisfatórias. Em London, a legislação municipal está subordinada as regras regionais que estabelecem as diretrizes e a estratégia no trato da questão. A influência do marco legal nas taxas de reciclagem são mostradas nas tabelas 2.3 e no quadro 2.1.

### Porcentagem de reciclagem (%)

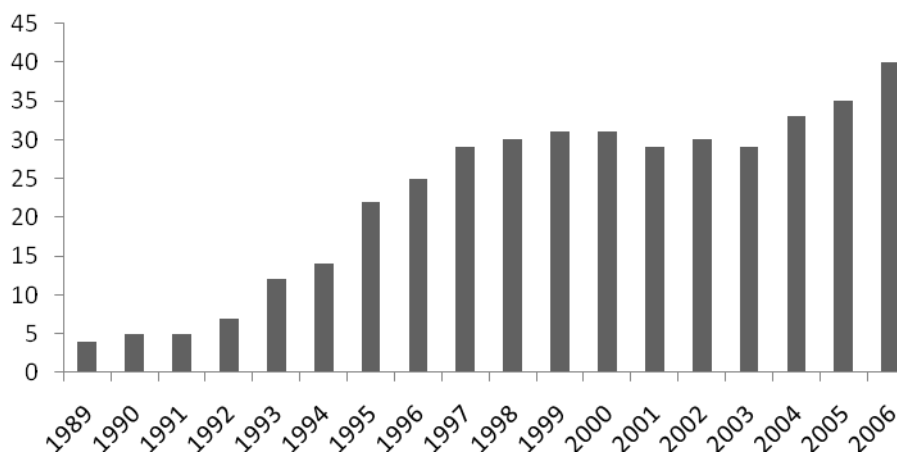


Gráfico 2.1 - índice históricos de taxas de reciclagem

Fonte: Cidade de London (2007 apud ASASE *et al* 2009)

Ano	Iniciativa
2006	Limite de 4 condicionadores para os resíduos domésticos por mês por unidade habitacional
2005	Novos produtos são aceitos no centro de reciclagem
2003	Construção de um centro educacional para reciclagem
2002	Construção de um depósito para eletroeletrônicos

2000	Construção de um centro para reciclagem
1996	Introdução de condicionador especial para resíduos de jardins
1995	Proibição da disposição de resíduos de jardins no aterro, e ampliação de mais produtos entre os recicláveis
1994	Proibição de presença de eletrodoméstico no resíduos doméstico
1990	Introdução de condicionador especial para reciclagem
1987	Introdução de condicionador especial para residências

Quadro 2.1 Iniciativas introduzidas em London para atingir 40% de reciclagem.

Avaliando o Gráfico 2.1 e o Quadro 2.1 percebe-se que os grande saltos na quantidade de resíduos reciclados ocorreram em 1995 e 2005 com a proibição da disposição de resíduos de jardins no aterro, e da ampliação da lista de produtos entre os recicláveis. Em 1989 o índice era de 4% e atingiu, em 2006, o patamar de 40%.

Outra diferença identificada por Asase et al. (2009) foi que em London as ações são estruturadas em um plano estratégico em contínuo desenvolvimento, que estabelece metas, prioridades e responsabilidades estipuladas e divulgadas anualmente na comunidade. As discussões são no sentido de como melhorar o processo diminuindo custos e criando oportunidades de novos negócios, enquanto que em Kumasi não existe um plano específico.

Na cidade africana, os custos da coleta e da disposição final são rateados pelo orçamento do governo municipal, entre 85% e 95% respectivamente, e o restante é cobrado dos contribuintes domésticos e de pequenos empreendimentos. Asse et al. (2009) acreditam que a questão do financiamento do serviço e o modelo de coleta porta a porta e o transporte de todo os resíduos com caminhão compactador são alguns dos pontos críticos na gestão de RSU em Kumasi.

London possui um dos sistemas mais baratos do Canadá, decorrente da interação entre a administração municipal, que cobra taxa específica pelo serviço, e a iniciativa privada que assume os custos da coleta e tratamento dos reciclados. Os cidadãos arcam com 72% das despesas, inclusive com a

recuperação ambiental de antigos lixões. O aterro é de propriedade pública com algumas operações terceirizadas.

Asase et al. (2009) estabeleceram algumas diretrizes para a gestão de RSU, assim como para planos municipais de RSU, a partir da comparação de uma cidade canadense e outra da Gana. Os autores diferenciam as realidades a partir de alguns elementos que devem compor os sistemas. Em London, no Canadá, existe um plano municipal, aprovado em 1997. Este segue as diretrizes estabelecidas na legislação nacional e as diretrizes da Província à qual pertence, Ontário. Metas em curto prazo e avaliação das ações anuais fazem parte da rotina dos canadenses que vivem nesta cidade. A gestão é caracterizada, principalmente, pela utilização de diversos instrumentos, como o monitoramento, a disponibilidade de recursos através do rateio entre os agentes envolvidos, a definição de rotinas e responsabilidades, o envolvimento e a participação pública, a comunicação, a visão em longo prazo, a estabilidade, a avaliação dos impactos ambientais, a utilização de indicadores e a legislação.

Alguns indicadores utilizados são: geração de resíduos, taxas de reciclagem, preço por tonelada do serviço, satisfação dos usuários, ACV e taxa de material enviado para o aterro. As conclusões são divulgadas através da diversas ferramentas de comunicação.

Asase et al. (2009) acreditam que o problema gerencial é maior que o técnico, na experiência africana estudada. Ações no sentido de criar estabilidade funcional e capacitação do corpo técnico do Governo local, aliadas a um plano de gestão concebido numa visão geral e integrada do problema, ajudariam no desenvolvimento no trato da questão. Em London, nenhum funcionários, incluindo os dirigentes, é apontado por políticos o que gera estabilidade na operação da gestão dos RSU.

Outras linhas de ações sugeridas pelos autores são: melhorar a sistematização dos dados, como forma de defender o sistema da intervenção política com visão imediatista e possibilitar a participação de atores no processo; começar a remodelação do sistema a partir de uma avaliação da quantidade e composição dos resíduos produzidos e dos equipamentos e infra estrutura existente. As soluções têm que priorizar a disponibilidade dos

recursos locais, entretanto não abrir mão de fundos internacionais de financiamento humanitário e, por fim, esclarecer a rotina de manejo dos diferentes resíduos, com uma estratégia de monitoramento desta (ASASE et al. 2009).

Troschinetz e Mihelcic (2009) avaliaram o estado da arte da reciclagem de RSU municipais em vinte e três países em desenvolvimento, inclusive o Brasil. A taxa média de geração de resíduos por dia foi de 0,77Kg/pessoa. Ao longo do trabalho, os autores identificaram as barreiras e incentivos que influenciam a prática da reciclagem nestes lugares e defendem que a gestão de RSU é mais complexa do que as encontradas na indústria e na agricultura, decorrente da diversidade encontrada no fluxo de resíduos.

Como regra, os autores identificaram, nos países em desenvolvimento, o lançamento dos resíduos em aterros sanitários ou lixões como método de disposição final e a presença de catadores informais atuando nos sistemas. Outro problema identificado é o aumento da geração de resíduos em comparação ao crescimento demográfico. Na Índia, houve um incremento de 49% da população e 67% no peso do RSU (UNEP *apud* TROSCHINETZ; MIHELICIC, 2009).

Outros dados encontrados foram: os índices de reciclagem variaram entre 5% e 40%; em relação à composição dos resíduos sólidos urbanos, as taxas de resíduos recicláveis encontradas oscilaram entre 0 e 70%, sendo que os resíduos orgânicos atingiram valores compreendidos entre de 17% a 80%, a média é de 55%. Nos Estados Unidos e na UE os índices são, aproximadamente, 18% e 30% respectivamente.

Eles também colecionaram dados de países desenvolvidos para realizar uma comparação, principalmente no âmbito de pesquisas acadêmicas na área de resíduos sólidos urbanos. Como fator basal para elaboração das estratégias, Troschinetz e Mihelcic (2009) defendem um acurado estudo sobre a caracterização e o fluxo dos resíduos.

Troschinetz e Mihelcic (2009) identificaram que, em países desenvolvidos, as pesquisas sobre RSU estão focadas em aplicações técnicas, como ferramentas e modelos computacionais e na análise das políticas com

ênfase na análise das regras de “comando-controle”, dos incentivos econômicos e dos instrumentos psicosociais. Extensivamente, um grande número de trabalhos acerca dos motivos psicológicos, sócioeconômicos, educacionais, de gênero e de idade que influenciam na prática de reciclagem.

O contraste é nítido em relação às pesquisas nos países em desenvolvimento, segundo os autores, onde os estudos são focados menos no comportamento individual e, muito mais, na prática, nos fatores diretos que influenciam as instituições e elementos componentes do sistema de RSU.

Como método, Troschinetz e Mihelcic (2009) definiriam os seguintes critérios no momento da escolha dos países: (1) estar classificado pelo Fundo Monetário Internacional (FMI) como país em desenvolvimento ou como menos desenvolvido, baseado no Produto Interno Bruto (PIB) e (2) haver disponibilidade de informações.

Esta tese utiliza os critérios do FMI na classificação do estágio de desenvolvimento de um país.

Em relação à caracterização da gestão dos RSU, os dados analisados foram: geração, composição e taxas de reciclagem. O estudo considerou 5% como percentagem mínima de reciclagem, para caracterizar um esforço sistematizado por parte do país em questão. Para aferir a qualidade das informações foi montada uma matriz de avaliação, que considerou o método de aquisição, a representatividade relacionada com o período de aquisição e o grau de atualidade das informações.

Os autores salientaram a importância da participação dos atores e identificaram os fatores-chaves no processo de gestão de RSU: coleta seletiva, planos de gestão de resíduos sólidos municipais e mercado local de recicláveis. Outra constatação dos autores é que instituições de financiamento como o World Bank estão condicionando os empréstimos na área de resíduos sólidos a abordagens integradas dos RSU.

Além destas, os autores encontraram como conclusões: a geração e a composição dos resíduos são influenciadas, nos países estudados, pela renda das pessoas, clima, estação do ano, suplemento de combustível e atividades

econômicas. As Ilhas Maldivas produziam 2.48 Kg de resíduos por pessoa, decorrente da intensa atividade do turismo.

As maiores taxas de reciclagem foram encontradas no Brasil, na Turquia e na Mongólia onde além da intensa atividade de catadores informais, quase 10% da população, o país possui uma “federação de mulheres” que promove a reciclagem porta a porta<sup>10</sup> (WORLD BANK, 2004 apud Troschinetz; Mihelcic, 2009).

Troschinetz e Mihelcic (2009) identificaram doze fatores que interferem na prática da reciclagem em países em desenvolvimento, e defenderam a identificação e posterior envolvimento de atores em todos os momentos do processo. Dentre os fatores, o grau de escolaridade e capacitação da equipe que gerencia os RSU no município (83%), a coleta e segregação dos resíduos (79%) e as finanças públicas (77%) representavam as maiores barreiras para a gestão dos RSU, nos 23 casos estudados. As menores dificuldades aferidas foram: nenhum país tinha problema de disponibilidade de terra e em 22%, o padrão econômico familiar tinha influência nos aspectos relacionados a presença de taxas do lixo e a resistência em pagá-las.

Troschinetz e Mihelcic (2009) concluem afirmando que uma meta comum poderia ser a busca pela sustentabilidade nos sistemas de gestão de RSU, criando uma rede de colaboração que potencializaria a reciclagem nos países em desenvolvimento.

Schübeler et al. (1996) estruturaram o trabalho de uma forma que se podem perceber os elementos necessários num Plano Municipal de GRSU. Este documento específico sobre GRSU foi elaborado sob o patrocínio da ONU, dentro do Programa Gestão Urbana. Outros parceiros foram a UNICEF, a Organização Mundial da Saúde e o Programa Habitat.

A ideia foi criar uma lista de ações, elencadas por prioridades, para que a gestão do município possa assimilar, progressivamente, os conteúdos desenvolvidos. O plano é concebido de maneira global; contudo, fica clara a

---

<sup>10</sup> WORLD BANK, Mongolia Environment Monitor. World Bank Mongolia Office, Ulaanbaatar, Mongolia. 41 p.2004



intenção de fortalecer a capacidade instalada ou, quando necessário, se criar uma estrutura para fazer frente ao processo de gestão dos resíduos urbanos.

A equipe municipal deve ser corresponsável pelo diagnóstico do sistema que identificará ausência ou carências na legislação, na integração desta com outros conteúdos legais, avaliação do nível de centralização da gestão dos resíduos e do nível de participação dos setores privados e da sociedade neste.

No aspecto técnico, os funcionários municipais, junto com a equipe de consultores externos, devem elaborar as rotinas de gestão observando a possibilidade de envolvimento da população no sentido de diminuir custos de coleta e os custos operacionais, inclusive a manutenção.

Neste documento também são sugeridas sete formas de atuação, por parte das agências de cooperação internacional, nos processos de GRSU. Uma delas, estender o processo de consultoria para o nível central de governo, demonstra claramente a importância do envolvimento de diferentes níveis de Governo na GRSU. No nível intraurbano é defendida a importância dos Planos Municipais de GRSU como um fator-chave para o desenvolvimento da gestão urbana integrada.

A estratégia é, considerando a realidade e a cultura local, centrar esforços na estruturação gerencial da GRSU. Após esta fase inicial, os técnicos municipais devem começar a conduzir o processo de forma mais autônoma, com apoio político local e sendo assistidos por consultorias técnicas que podem ser agências de cooperação internacional. A ideia defendida é que a GRSU é um bom “ponto de entrada” para desenvolver a capacidade de gestão municipal.

Uma dificuldade inerente a esta forma de apoio é o fator tempo. É difícil estimar o período em que os consultores externos deverão estar disponíveis para o acompanhamento das ações devido às implicações políticas e humanas envolvidas.

Para Schübeler et. al (1996, p 11), a gestão de resíduos sólidos urbanos<sup>11</sup> “is a complex task which requires appropriate organizational capacity

---

<sup>11</sup> tarefa complexa a qual exige capacidade organizacional e cooperação entre os numerosos atores dos setores público e privado

and cooperation between numerous stakeholders in the private and public sectors”. Dentre estes, o autor destaca: cidadãos, comunidades de base, autoridades governamentais nos níveis local, regional e nacional; Organizações Não Governamentais (ONG); empreendedores formais e informais e agências de cooperações técnica e financeira.

Segundo o autor, os objetivos, nos países em desenvolvimento, para a gestão de resíduos sólidos urbanos deveriam ser: proteger a saúde ambiental, promoção da qualidade de vida urbana, apoiar a eficiência e produtividade da economia e geração de emprego e renda.

Schübeler et al. (1996) sugeriram 6 dimensões : política, institucional, social, financeira, econômica e técnica. O autor complementa que a gestão de resíduos sólidos urbanos depende de uma apropriada distribuição de responsabilidades, autoridade, orçamento e correspondente estrutura organizacional nos diferentes níveis de governo; planos de carreira e descrição das atividades; capacitação técnica dos envolvidos; abertura para a participação de empreendedores; e envolvimento dos catadores informais de resíduos.

Schübeler et al. (1996) finaliza defendendo que a capacitação institucional na área financeira com ferramentas simples, acesso a recursos regionais e nacionais, introdução gradativa da taxa de lixo, de princípio associando a conta de água, posteriormente com orçamento exclusivo para o setor, são ações fundamentais no aprimoramento do processo.

Bartone e Bernstein (1993) encontraram, em países em desenvolvimento, gastos entre 20% e 50% do orçamento operacional com a gestão de RSU. Os autores defendem que a temática deve estar integrada à gestão ambiental e urbana da cidade. Avaliando as lições aprendidas pelo Banco Mundial no investimento no setor eles esclarecem que o estabelecimento de um plano estratégico deve ser priorizado entre os instrumentos de gestão, seguidos por investimentos na melhoria operacional do sistema, legislação específica, desenvolvimento institucional com ênfase na capacitação dos funcionários.

Na revisão sobre os casos de gestão no mundo, apreendeu-se que na maioria dos países desenvolvidos o plano municipal de gestão de resíduos sólidos urbanos está inserido num contexto maior de gestão de resíduos, estabelecido nos planos nacional e regional, e que esta política setorial está inserida numa estratégia ambiental. Outra apreensão foi que a equipe técnica municipal é quem concebe e gere os Planos de Gestão de Resíduos Sólidos.

## 2.2 INSTRUMENTOS DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Seadon (2006) aponta como instrumentos para implementar processos de gestão integrada de resíduos: os planos, legislação, instrumentos econômicos e voluntários, somados à estratégia de informação.

Investigando estratégias na área de gestão de RSU, Taylor (2000) concluiu que existem, basicamente, três tipos de áreas de ação: regulação de comando e controle, incentivos sócio-psicológicos e econômicos.

O autor lista uma série de diferentes instrumentos nestas três áreas. Todavia, esclarece que existem ligações de interdependência entre elas mesmas. Dentre os incentivos de ordem psico-social, Taylor (2000) acredita que a disseminação de informações, incluindo a capacitação técnica do pessoal responsável pela gestão de RSU, é a mais importante. Os canais de informação devem ser múltiplos e a mensagem simples: o que deve ser feito, por que fazer, e como fazer.

No aspecto econômico, Taylor (2000) identifica que a razão fundamental para a introdução de instrumentos como PVL é a correção de distorções no mercado. Outra característica observada pelo autor é a prática, majoritária, de não cobrar pelos custos de disposição final dos produtos por parte do poder público. O resultado é a não internalização destes ônus nos produtos, porém a tendência é de reversão desta conduta.

Subsídios públicos, taxas de disposição de resíduos, taxas de retorno de produtos, geralmente usadas em embalagens de bebidas, taxas de limpeza

pública são alguns instrumentos econômicos citados. Proibir a disposição final de um produto no aterro é um exemplo na área de “controle-comando”.

O autor lista alguns motivos para a mudança de paradigma da antiga prática de coletar e enterrar para uma abordagem integrada: aumento da produção de resíduos, carência de espaços onde os resíduos possam ser dispostos considerando os aspectos econômicos e ambientais, e aumento do conhecimento sobre os riscos inerentes nos resíduos.

Taylor (2000) esclarece que para alcançar as metas de minimização e ampliação das taxas de reciclagem, são necessários reforços nas estruturas organizacionais e, por consequência, maiores investimentos. O autor lista alguns motivos que levam as instituições ou os indivíduos a buscarem estas práticas: economia de recursos, redução de custos, pressão social/familiar, motivos psicológicos (sentimento de bem-estar decorrente da ação positiva), ganhos econômicos (pagamento por material que podem ser reciclados), impedimento de desnecessários resíduos e busca de uma boa imagem social.

Dentre os instrumentos encontrados no tópico 2.1 desta tese, citam-se: instrumentos econômicos, sistemas de informações, análise do ciclo de vida de um produto, legislação e outros atos normativos de controle-comando que definam diretrizes, *benchmarking*, princípios, metas e objetivos, índices ambientais, campanhas de sensibilização, avaliação de impacto ambiental, fiscalização e rótulos e selos ambientais

No próximo tópico é realizada uma revisão específica sobre instrumentos de gestão de resíduos sólidos, organizados estruturalmente como instrumentos legais, outros, econômicos, além dos técnicos, neste caso priorizando os instrumentos de avaliação de Planos.

### 2.2.1 Instrumentos técnicos

Os Planos de Gestão de Resíduos Sólidos são um dos instrumentos técnicos utilizados no Brasil e no mundo. Conforme visto no tópico 2.2, no âmbito internacional é comum o uso de ferramentas de Avaliação de Planos de GRS, com o intuito de aferir as decisões inseridas no Plano. A seguir é realizada uma revisão mais profunda sobre o tema.

Simões e Marques (2009) esclarecem que na Holanda, a “análise de risco” é um dos instrumentos utilizados no processo de elaboração dos planos de gestão de resíduos urbanos. Segundo Petts (2000), esta facilita a participação da sociedade no processo de deliberação, pois permite uma maior racionalização nas discussões. O autor complementa que, desde 1995, na Europa, tem se dado uma maior atenção para a participação da população na formulação e deliberação das estratégias de gestão de RSU.

Em suas conclusões, Petts (2000) defende que não existe uma ferramenta de suporte à decisão capaz de analisar os impactos intra e intergeracionais envolvidas na gestão de resíduos sólidos, pois os riscos são muito complexos e variam localmente.

Simões e Marques (2009) identificaram 55 trabalhos bibliográficos acerca da eficiência dos sistemas de resíduos sólidos urbanos. Importante destacar que este tipo de análise só é possível com a existência e a confiabilidade de dados gerados pelos agentes que atuam no setor, principalmente, os governos em seus diversos níveis.

Finalmente, eles concluem afirmando que quanto maior a renda e a densidade populacional melhor a eficiência do sistema. Essa afirmativa revela o viés econômico da análise.

Avaliando as opções de gestão, Döberl et al. (2002) embasaram suas simulações no Ato Austríaco sobre Gestão de Resíduos (1990). O método utilizado foi uma combinação da Análise do Fluxo de Materiais com métodos de

avaliação econômica (análise custo/benefício e análise de custo/efetividade) para identificar impactos ambientais a longo prazo.

Para tanto, foi necessário definir: o escopo do modelo a partir das obrigações definidas pela legislação austríaca, o horizonte de investigação, as variáveis ambientais que seriam investigadas, a montagem dos cenários e os possíveis custos das soluções.

Foram construídas duas possibilidades de abordagem para a análise, cada uma avaliada em 9 cenários. Na primeira, os custos sociais inseridos na análise foram: custos da gestão de resíduos sólidos pelas empresas privadas, custos para remediação de aterros e custos das emissões originadas no sistema. Na outra, emissões evitadas com a utilização de energia e não utilização de matéria-prima e custos privados evitados.

Döberl et al. (2002) estabeleceram e avaliaram 110 metas, em ambas as abordagens, o custo/benefício do sistema negativo, pois a maioria das variáveis é de valor intangível: evitar uma doença, ou a morte de uma pessoa e evitar o lançamento de resíduos nos aterros.

As possibilidades de manejo investigadas pelos autores foram: não tratamento, tratamento térmico, incineração, incineração com o uso de cimento para estabilização, processos que usam altas temperaturas, *fluidsed-bed furnace*, coprocessamento, tratamento mecânico biológico, reciclagem e recuperação de materiais metálicos.

Como conclusão, os autores expressam que, em longo prazo, segundo os modelos utilizados, a incineração é mais vantajosa ambientalmente que o tratamento mecânico-biológico em aterros, sem pré-tratamento dos resíduos. Entretanto, salientam a necessidade de desenvolvimento de sistemas que avaliem efeitos não monetários na gestão de resíduos e complementam avaliando como pertinente o Ato Austríaco sobre Aterros Sanitários de 1996

que obriga o pré-tratamento dos resíduos antes da disposição final<sup>12</sup> (DEPONIEV apud DÖBERL, G. et al 2002).

Ekvall et al. (2007) realizaram uma análise sobre as potencialidades e as limitações na utilização do método ACV como ferramenta de suporte à decisão na gestão de Resíduos Sólidos. O motivo desta análise foi por que eles identificavam uma tendência da ampliação do ACV, nos países membros da UE. Em geral, os autores acreditam que o modelo é limitado para a avaliação dos impactos ambientais. Os resultados obtidos dependem de algumas decisões metodológicas, como: definição temporal; considerações realizadas nos estudos; escolha das variáveis; definição dos encargos ambientais para diferentes ciclos de vida; e modelamento dos impactos ambientais.

Ekvall et al. (2007) identificaram como lacunas ser o método inadequado à identificação e avaliação de estratégias de prevenção na geração dos resíduos. Outra deficiência é no trato da espacialização da informação. O método não permite considerações decorrentes de características específicas do lugar onde é aplicado. A linearidade no trato das informações é outra insuficiência, o que gera dificuldades de um ACV identificar ótimos índices de reuso e reciclagem em relação aos custos econômicos.

Como pontos positivos do ACV, eles indicam a possibilidade de contabilização de alguns ganhos ambientais em alguns processos de tratamento de resíduos, como: a recuperação de energia em incineradores, diminuição do consumo de matéria-prima com a reciclagem e utilização de fertilizantes e combustível para veículos com tratamento biológicos.

Outras virtudes localizadas pelos autores: as simulações de emissão atmosférica e consumo de combustível na coleta e tratamento de resíduos e comparações entre as diversas possibilidades de tratamento (reciclar, aterrar, incinerar).

Por fim, os autores acreditam que ACV, assim como outras ferramentas de suporte à decisão, contribui para tornar o problema a ser enfrentado mais

---

<sup>12</sup> DEPONIEV. Deponieverordnung (Landfill ordinance). BGBl 164, Áustria, 1996.

compreensível. Todavia, essa simplificação é decorrente das escolhas no momento da modelagem. Uma equipe técnica capacitada é o fator mais importante para ponderar estes limites e acrescentar outros elementos no momento da decisão como os fatores sociais envolvidos e a adequação dos investimentos à realidade do local.

O ACV não possibilita análises em relação às mudanças na quantidade de resíduos gerados, e não é indicado para a identificação e avaliação de estratégias de redução de resíduos. Outra limitação, identificada pelos autores, é em relação à ausência de um recurso que contabilize as variações nos fluxos dos resíduos, pois, em regra, são estáticos. O resultado disso é que não fornecem informações sobre os momentos necessários de investimentos nas instalações.

Como conclusão, Ekvall et al. (2007) recomendam a utilização do ACV com outros instrumentos de suporte à decisão como: os estudos de impacto ambiental, análises econômicas, como avaliação custo-benefício, modelos não lineares, modelos de riscos ambientais. Entretanto, como lembram os autores, essas ferramentas demandam uma grande quantidade de informações e consequente ampliação dos custos.

Em outro trabalho, Erisson, Olofsson e Ekvall (2003) esclareciam que os modelos para gestão de resíduos começaram a ser desenvolvidos em 1960, e que o foco era o roteiro dos veículos de coleta, localização de unidades de tratamento e capacidade de unidades de tratamento.

Em 2003, os autores defendiam a ampliação do uso destas ferramentas por parte dos governos locais, a partir de alguns ajustes. Escolheram como estudo de caso o município de Jönköping, na Suécia, onde foi utilizado, simultaneamente, os modelos ORWARE e MIMES/Waste pelos gestores locais para a tomada de decisão. O método de pesquisa foi complementado com entrevistas com os gestores dos serviços de resíduos e energia acerca da experiência na utilização dos modelos.



Inicialmente o Organic Waste Reseach (ORWARE) foi desenvolvido para modelar a fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos. Com o tempo, foram adicionados outros componentes ao sistema, para a realização de análise ambiental e econômica, com base em condições estáticas e programação linear através da montagem de cenários.

O MIMES/Waste é um modelo não linear, também embasado em condições estáticas, que incluiu, no seu pacote, simulação da coleta dos resíduos via transporte rodoviário, reciclagem e disposição final visando a estipulação de estratégia de curto e longo prazo, além de avaliar ótimos econômicos e ambientais. O acrônimo MIMES significa Integrated Material Flows and Energy Systems. Os dois modelos tinham como base, na perspectiva da análise, o ciclo de vida dos materiais.

Dentre os processos de tratamento de resíduos sólidos simulados pelos programas, a partir da coleta separada, citam-se: fertilização do solo com os resíduos líquidos gerados, geração de energia, calor, vapor e combustível para veículos, digestão anaeróbia, compostagem, disposição no solo e incineração. Em regra, os modelos baseados em ACV são capazes de simular emissões no ar, na água e no solo.

A cidade de Jönköping possuía 120.000 habitantes e o governo local era o responsável pela gestão dos RSU e dos resíduos perigosos. Os resíduos industriais e os de construção e demolição eram, principalmente, coletados e tratados pela iniciativa privada. Erisson, Olofsson e Ekvall (2003) revelam que foram montados 28 cenários para a definição do sistema.

Erisson, Olofsson e Ekvall (2003) escolheram este objeto de estudo, pois a cidade foi alvo da aplicação e da avaliação do uso destes dois modelos em três momentos diferentes (1998, 2000 e 2002). As empresas de energia e de gestão dos resíduos trabalharam conjuntamente neste esforço. Como conclusões, foram obtidos resultados que levaram à ampliação da capacidade de tratamento dos incineradores dentro de uma estratégia regional.

Um consenso nas simulações nos três anos foram os benefícios decorrentes da combinação na utilização da incineração e digestão anaeróbia

em vez de aterramento dos resíduos. Por fim, os autores julgavam que as pressões legais é que motivaram as mudanças no campo da gestão dos resíduos e que os gerentes dos serviços revelaram que a utilização dos modelos ajudou no momento da definição das estratégias.

Como resultado, os autores acreditavam que seria oportuna a diminuição do número de simulações para possibilitar um melhor nível de debate por parte dos tomadores de decisão. Na opinião deles, quatro cenários poderiam viabilizar a utilização destas ferramentas na Suécia, que, em 2003, era rara por parte dos governos locais. Erisson, Olofsson e Ekvall (2003) sugeriram uma série de sugestões para incrementar o uso dos modelos para a realidade sueca.

Em outra cidade sueca, Bjorklund; Dalemo; e Sonesson (1999) também utilizaram o ORWARE para avaliar os impactos da incorporação de tratamento anaeróbio e a ampliação das taxas de reciclagem. Uppsala teve seu primeiro plano de gestão de RS em 1990 e, uma terceira atualização aprovada em 1998 para adequações segundo as metas da legislação. Os resultados confirmaram que as emissões de poluentes seriam menores, caso a nova estratégia fosse plenamente implementada.

Winkler e Bilitewski (2007) identificaram grandes variações nos escopos de seis diferentes modelos de gestão de resíduos. Outras críticas realizadas são em relação ao grau de complexidade que tornam o volume de informações difícil de ser manejadas e o elevado número de suposições que simplificam demasiadamente a realidade. Por fim, os autores acreditam que ACV não é uma ferramenta científica exata, mas um método de avaliação com base científica para mensurar os impactos decorrentes de um produto ou sistema no meio ambiente.

Winkler e Bilitewski (2007) simularam os seis diferentes modelos que são utilizados por organizações de pesquisa, associação industriais e instituições governamentais, num único estudo de caso: a cidade de Dresden, na Alemanha. Os modelos usados foram: ARES (Alemanha); EPIC/CSR

(Canadá), DST (Estados Unidos), IWM2 (Reino Unido), ORWARE (Suécia) e UMBERTO (Alemanha).

A capital da Saxônia possui um sistema que divide a coleta em três diferentes acondicionadores: resíduo orgânico, recicláveis e embalagens. Papéis, vidros e têxteis, além de resíduos eletrônicos, resíduos de construção que não excedam a um metro cúbico e resíduos perigosos também devem ser encaminhados para “centros de resíduos”, situados em alguns pontos centrais.

Em 2006, a composição dos resíduos urbanos em Dresden foi: 27.8% papel, 10.8% papelão, 10.9% vidro, 24.6% orgânicos, plástico 4.8%, metais 1.4%, outros 17.7%. Após o aproveitamento dos materiais reciclados e a compostagem dos orgânicos, os resíduos perigosos são encaminhados para aterros específicos e o restante para aterros sanitários (Abfallwirtschaftsam<sup>13</sup> apud WINKLER; BILITEWSKI, 2007).

As variáveis simuladas nos seis modelos de análise do ciclo de vida foram dispostas em três cenários de tratamento de resíduos: incineração, aterro sanitário e reciclagem. Em todas as simulações, a reciclagem é a alternativa ambientalmente mais correta. Em relação à categoria “aquecimento global”, dois dos sistemas apontam a incineração, como pior solução. Os outros quatro apontam, como mais danoso, aterrar os resíduos.

Winkler e Bilitewski (2007) concluem que é impossível construir um desenho da realidade a partir de modelos estáticos e lineares que pretendem simular impactos ambientais nas soluções de resíduos. Finalmente, lembram que a palavra “avaliação” implica um julgamento humano que varia de uma pessoa para outra pessoa. As ferramentas lógicas e gráficas do ACV, que permitem uma visualização do todo, são destacadas como suas virtudes. Entretanto, os autores lembram que os resultados dependem das variáveis escolhidas para a simulação.

Bahor et al. (2009) lembram que as simulações realizadas com modelos ACV não são capazes de aferir o “como” e nem “em que momento” a qualidade

---

<sup>13</sup> Autoridade de resíduos sólidos urbanos da cidade, 1999.

dos produtos recicláveis será afetada com o incremento das taxas de material que retornarão ao ciclo produtivo.

Morrissey e Browne (2004) realizaram uma avaliação dos diversos modelos utilizados em gestão de RSU. Segundo estes autores, os primeiros modelos foram desenvolvidos no final da década de 60 e tratavam de aspectos específicos como as rotas dos caminhões de coleta. Nos anos 80, com o incremento tecnológico na área computacional, os sistemas incorporaram outras variáveis e realizavam simulações entre elas. Alguns deles começaram a inserir o fator reciclagem, na década de 90. Nesta época, o aspecto econômico era predominante; todavia, algumas pesquisas começaram a rastrear as melhores localidades para os aterros sanitários.

Com o advento da teoria da Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos, na década de 80, os modelos foram sendo refinados para abraçar a gama de possibilidades de tratamento disponíveis e, principalmente, a diminuição dos impactos ambientais, como a análise do ciclo de vida dos materiais. Entretanto, poucos modelos contemplavam a dimensão social até o final da década de 90 e início do século XXI.

Os autores concluem que existem dois passos fundamentais no processo de tomada de decisão na área de RSU: a formulação do problema a ser enfrentado e o envolvimento de atores relevantes. Neste aspecto, existe uma concordância em relação à opinião do autor desta tese.

Morrissey e Browne (2004) dividiram a análise, para os propósitos da pesquisa, em três grupos de modelos de gestão de resíduos sólidos: os baseados na análise de custo/benefício; outros na avaliação do ciclo de vida e, finalmente, os de decisão multicriterial.

Os modelos baseados em custo/benefício ajudam os tomadores de decisão, disponibilizando os aspectos positivos e negativos dos cenários montados, numa medida comum, geralmente monetária. Os resultados são apresentados de maneira clara. Mesmo assim, a estipulação de valores financeiros nos impactos ambientais e sociais é motivo de controvérsias.

Os modelos baseados em ACV servem para levantar os aspectos ambientais e os potenciais impactos na aquisição, no uso e na disposição das matérias-primas no processo produtivo. Morrissey e Browne (2004) afirmam que, apesar da ampliação do uso por parte de instituições públicas ligados à gestão de resíduos e do meio ambiente nos EUA e na CE, os resultados obtidos por diferentes ACV são diferentes, revelando interferências por parte das equipes que estruturam o modelo, escolhem e simulam os dados.

O método de avaliação multicriterial objetiva a formulação de um *ranking* de alternativas. Dependendo do interesse do estudo, este *ranking* possui flexibilidade para incorporar variáveis quantitativas e qualitativas, permitindo uma abordagem sistemática, considerando, principalmente, critérios que envolvam riscos, segurança e variáveis econômicas. Uma das principais virtudes é a possibilidade de aferir as preferências dos diversos atores envolvidos com interesses diferentes.

Os modelos de análise multicriterial não indicam as “melhores decisões”. Por conta disso, são necessários técnicos com experiência para realizar os julgamentos finais, considerando as circunstâncias do problema a ser enfrentado. Outra crítica apontada é em relação a ponderação das variáveis, sujeita a um alto grau de subjetividade, o que implica nas mesmas interferências no momento da formulação de outros modelos.

Morrissey e Browne (2004) complementam que, nos casos consultados na literatura científica, o modelo só foi utilizado para aferir os resíduos produzidos, sendo negligenciados os materiais reusados, os reciclados e os degradados biologicamente. O ELECTRE III foi o modelo que apareceu com mais frequência na literatura científica nas aplicações de gestão de RSU. O PROMETHEE e o ORESTE também foram identificados.

Como conclusão, eles defenderam que nenhum dos modelos avaliados considera o ciclo total de gestão dos resíduos, principalmente nos aspectos intergeracionais. Outra crítica é em relação à ausência da participação do público em geral, quem gera os resíduos, e do envolvimento de atores

relevantes: o governo, autoridades locais, especialistas técnicos, iniciativa privada nos momentos das simulações e da tomada de decisão.

Por fim, Morrissey e Browne (2004) afirmam que está se tornando consenso, na literatura científica, que os processos de gestão de resíduos sólidos que não consideram a participação dos atores, estão fadados ao insucesso. Como aspectos positivos, eles citam a possibilidade de simulação das interdependências entre os elementos escolhidos para fazer parte do sistema, desde que haja a combinação de diversos modelos.

Morrissey e Browne (2004), estudando nove casos de gestão de resíduos, considerados como de estágios avançados na Europa, identificou um fator comum nas experiências: a consideração da questão da aceitação pública e com a definição de estratégias de comunicação social no momento da concepção e implementação dos planos.

#### 2.2.1.1 Instrumentos de Avaliação de Planos Municipais de Resíduos Sólidos Urbanos

Neste tópico foram pesquisadas ferramentas de avaliação específicas de planos municipais de gestão de Resíduos Sólidos Urbanos e os componentes que devem estar presentes em sua concepção.

Fabbricino (2001) formulou um modelo matemático para servir como instrumento de suporte de decisão de sistemas municipais de RSU. Porém, esclarece que esse modelo deve estar articulado como uma estratégia estadual que potencialize as ações pelo princípio da cooperação. O foco do trabalho foi o aspecto econômico.

O autor embasa a simulação nas legislações italianas sobre resíduos, que respeitam as diretrizes europeias, e conclui afirmando que a meta de 35% de reciclagem é impossível de ser alcançada sem uma estratégia de ampliação das taxas de compostagem observadas na região.

Fabbricino (2001), partindo de uma revisão bibliográfica sobre os modelos utilizados na gestão de resíduos sólidos urbanos, identificou que a maioria era baseada no critério do ótimo econômico. Uma constatação do autor foi que esses métodos necessitam de uma quantidade grande de dados e que, por isso, são mais recomendados durante a operação e implementação do que na fase inicial de avaliação do plano.

Dentre as variáveis analisadas durante o processo de simulação, o autor encontrou como variáveis das ferramentas de avaliação: local de disposição final, reciclagem de material, compostagem, coleta de resíduos, avaliação do ruído gerado pelo transporte do material, aspectos ambientais e recursos financeiros.

Fabbricino (2001) estruturou seu modelo a partir dos seguintes elementos que compõem um sistema de gestão de resíduos sólidos urbanos: fontes de geração, estações de transferências, estações de tratamento sem transformação de material e outras com transformação (incineradores, composteiras, pirólise, aterros sanitários, estes elementos representavam os “nós” da rede de simulação).

Os elementos inseridos no sistema eram: estrutura do sistema, quantidade de resíduos gerada, cobertura do serviço, caracterização dos resíduos, calor específico do resíduo. Os parâmetros utilizados foram: custo unitário da coleta, transporte e disposição, lucros com a venda de recicláveis, de artigos compostados e da energia economizada, taxa de material reciclado, de material compostado e da produção de cinzas no incinerador e, finalmente, a quantidade de energia produzida.

O modelo foi utilizado na região de Campania, na Itália. O resumo da composição dos resíduos é: 30% de resíduos orgânicos, 23% de papel, 11% de plástico e 6% de vidro. O autor assume que, devido ao formato linear das simulações e das variáveis escolhidas, os resultados devem ser encarados numa ótima econômica, pois não foram considerados os aspectos social, político e ambiental.

O autor apreende um modelo de simulação, como um processo de decisão intermediário e que a gestão integrada de RSU deve ser o resultado de

uma dinâmica que utilize diversos métodos de coleta para os diferentes tipos de resíduos, e que através da análise do fluxo de materiais, estes sejam direcionados para tratamentos específicos, considerando todos os aspectos envolvidos.

Hasome et al (2001) avaliaram sistemas japoneses de gestão municipal de RSU, tendo como referência a utilização de dois modelos: custo/benefício e “ranking das cidades de conforto e amenidades”. Em relação ao segundo, os autores tiveram que complementar o índice com alguns dados para poder realizar a análise. No final, sugeriram adaptações nesse índice.

O modelo japonês baseado no “ranking das cidades de conforto e amenidades”, tem como categorias: reabilitação, conveniência, conforto, saúde e ambiente humano. Dentre os indicadores trabalhados neste método, citam-se: serviços de cuidados médicos por pessoa doente, acessibilidade para compras e qualidade do serviço público em relação aos impostos pagos.

O método é baseado, principalmente, em pesquisa qualitativa em que são realizadas algumas perguntas: existe área verde onde as pessoas possam criar seus filhos sem preocupação? A cidade é atrativa? Existem muitas pessoas saudáveis? Quantas casas são servidas com sistemas individuais de esgoto? As condições ambientais permitem que as pessoas atinjam a idade senil? O modelo foi concebido para a realidade do país.

Hasome et al (2001) calibraram os modelos tendo como “pano de fundo” essas cinco perguntas. Identificaram sistemas em que as taxas médias de reciclagem, de incineração e de coleta por pessoa, por dia, em 17 cidades, eram de 16.7%, 73.3% e 897.4 gramas, respectivamente. Outros dados da gestão de RSU amealhados e avaliados foram: 3.4% foi o percentual médio do orçamento municipal gasto com o sistema; idade média dos sistema de incineração: 15.7 anos; e 16.4% dos resíduos, em peso, era destinado para aterros.

Por fim, eles concluem que o modelo baseado no “*ranking* das cidades de conforto e amenidades” é oportuno para a realidade japonesa. Entretanto,



entendem que é necessário diminuir o número de variáveis de treze (13) para cinco (5). O modelo sugerido abraçaria somente o controle de pagamentos pelos cidadãos, taxas de reciclagem, dados de expansão, aquisição e construção de infraestrutura e equipamentos, eficiência econômica e dados sobre a disposição final dos resíduos.

Sem considerar a questão social diretamente, Zhao et al. (2009) defendem a utilização de ACV para avaliações de impactos ambientais decorrentes da gestão de resíduos sólidos urbanos. Todavia, salientam que o principal desafio é a montagem de um sistema confiável de dados que embase as simulações e os planos estratégicos.

Zhao et al. (2009) investigaram o sistema de gestão de RSU de Hangzhou, China, com base na Avaliação do ciclo de vida em conjunto com um modelo específico, desenvolvido na Dinamarca, para avaliar impactos ambientais: Environmental Assessment of Solid Waste Systems and Technologies (EASEWASTE)<sup>14</sup>.

Uma crítica ao trabalho de Zhao et al. (2009) deve ser feita em relação à quantidade de suposições realizadas e, decorrente da inexistência de dados na China, da utilização do banco de dados do EASEWASTE, gerado em outras simulações.

Zhao et al. (2009) utilizaram o EASEWASTE para simular análises a partir de dois eixos: otimizar o encaminhamento de resíduos para a estação mais próxima, e calcular o benefício da retirada de sacolas plásticas, banidas por Lei na China, por sacolas recicláveis de papelão. Os autores intitulam o sistema como integrado, apesar de não possuir coleta seletiva de resíduos.

Os resultados encontrados foram que, no caso em estudo, o alumínio e o papel são os materiais reciclados que mais contribuem para mitigar as emissões gasosas, e que, nas condições de operação observadas, é mais vantajoso, nos aspectos ambiental e econômico, incinerar do que aterrar os

---

<sup>14</sup> Avaliação ambiental de sistemas de resíduos sólidos e tecnologias.

resíduos, pois existe a possibilidade da geração de energia e calor, substituindo o uso de carvão.

Zhao et al. (2009) lembram que, por motivos econômicos, culturais e técnicos, não existe separação de resíduos orgânicos, conseqüentemente as taxas de eficiência dos incineradores é baixa, e não existe a utilização de técnicas de aproveitamento do biogás.

Na conclusão, os autores apontam como positiva a utilização da metodologia de avaliação do ciclo de vida em conjunto com o EASEWASTE e a possibilidade de que estas sirvam como ferramentas de suporte a decisão na escala local, regional e mundial. O importante é a disponibilidade de dados.

Das ferramentas pesquisadas percebe-se que, em regra, elas são utilizados para sistemas de gestão de resíduos de grandes cidades, de uma região, ou de um país. Outra limitação da aplicação, na Amazônia, dessas ferramentas usadas internacionalmente é a necessidade de uma série histórica confiável de dados, que não é o caso da maioria dos municípios brasileiros e da Amazônia em particular.

Outra constatação é o uso de ferramentas computacionais para simular impactos ambientais, principalmente em relação ao uso de incineradores, portanto, dentre as ferramentas levantadas no tópico 2.2.1 e 2.2.1.1 nenhuma é adequada à realidade amazônica.

### **2.2.2 Instrumentos legais**

Conforme visto no capítulo 1, a Diretiva 98/2008 é a principal referência legal da UE no trato da gestão dos resíduos sólidos. Um de seus objetivos desta é reforçar o valor econômico dos resíduos priorizando a redução em sua produção, tentando desassociar crescimento econômico dos impactos ambientais relacionados à geração de resíduos, com o intento de proteger a saúde da população. Nessa perspectiva, os Estados-membro “não deverão apoiar, na medida do possível, a deposição em aterros, nem a incineração”.

Em relação à última, a intenção é desestimular a incineração como forma de tratamento e reservá-la para um estratégia de valorização energética.

Esta diretiva estabelece como princípios fundamentais: a obrigação do tratamento como forma de proteção ao ambiente e à saúde humana, o princípio do poluidor-pagador e os princípios da autosuficiência e da proximidade. Institui as seguintes diretrizes no trato da questão, também chamada de hierarquia no tratamento com os resíduos:

- A prevenção-minimização;
- A preparação para o reuso;
- A reciclagem;
- Outras formas de recuperação, principalmente recuperação energética;
- A eliminação/ disposição final.

A definição de resíduos na diretiva 98/2008 é “quaisquer substâncias ou objetos de que o detentor se desfaz ou tem a intenção ou obrigação de se desfazer”. O esclarecimento conceitual de “resíduos” foi uma das demandas geradas pelo parlamento europeu que geraram a necessidade da formulação da nova diretiva sobre o assunto. Essa demanda foi criada pela ausência de consenso entre os especialistas e pela busca de uma definição para, no mínimo, uniformizar o entendimento na UE.

Importante ser mencionado é que, na Diretiva 2008/98, a avaliação do ciclo de vida dos recursos é definida como base da gestão. A dissociação de crescimento econômico dos impactos ambientais relacionados à geração de resíduos, a responsabilidade alargada da empresa que gera um produto e a participação do público na elaboração de planos e programas relativos ao meio ambiente são definidos como requisitos gerais do processo de gestão (2003/35/EC).

A ideia dos legisladores da UE é clara: substituir a estratégia centrada na incineração e deposição dos resíduos por outra de análise de fluxo de matéria e energia que possibilite a introdução de sistemas circulares. A Diretiva

2008/98 estabelece, até finais de 2011, a obrigação do desenvolvimento de um plano para alterar os atuais padrões de consumo. Outro avanço da Diretiva é a delimitação clara entre resíduos e não resíduos, que remete a uma estratégia de gestão de recursos.

Aqui se tem um ponto de inflexão na política pública da UE, quando começa a diferenciar resíduo de recurso, que leva a discussão do tema para momentos anteriores da produção de um determinado bem. A diretriz é embasar as decisões de *design*, componentes e linhas de produção nos princípios que fortaleçam a postura de reduzir, reusar e reciclar, e que estabeleçam prioridades de uso de materiais, embasadas em produtividade e custo, inclusive de tratamento e disposição final.

A Diretiva está em consonância com as ações definidas no sexto programa de ação do meio ambiente da UE, em relação à gestão dos recursos naturais e dos resíduos. Algumas dessas são listadas a seguir:

- Fiscalização da utilização dos recursos;
- Eliminação das subvenções que promovem a utilização excessiva de recursos; e
- Integração do princípio da utilização eficaz dos recursos no âmbito da política integrada de produtos, dos sistemas de atribuição do rótulo ecológico, dos sistemas de avaliação ambiental, etc.

Os membros da UE têm a obrigação de implantar e informar para os outros países os planos de gerenciamento de resíduos sólidos. Conforme o artigo 28 da Diretiva 2008/98 é decisão do estado-membro a existência de um, ou a articulação de alguns planos de gestão de resíduos, contanto que abranja todo o território em questão.

No corpo da diretiva também ficam definidos os conteúdo mínimo e algumas sugestões de componentes nos planos de gestão de resíduos sólidos, tendo em conta o nível geográfico e a cobertura da zona de planejamento. Também fica explicitada a necessidade dos planos serem integrados a outros

programas vigentes e que eles sejam avaliados, pelo menos, a cada seis (6) anos. O conteúdo dos planos também é definido na diretiva.

Em relação aos resíduos sólidos urbanos, os governos municipais são os responsáveis pela gestão, respeitando as diretrizes do plano regional e da estratégia nacional. Por fim, no corpo da Diretiva 98/2008, é ressaltada a importância do uso de instrumentos econômicos na prevenção e na gestão dos resíduos.

Em outro continente, na Oceania, a Lei que instituiu a Estratégia de Resíduos na Nova Zelândia define resíduos como: “any material, solid, liquid or gas, that is unwanted and/or unvalued, and discarded or discharged by its owner<sup>15</sup>” (Ministry for the Environment, 2002 apud SEADON, 2006)<sup>16</sup>. Este conceito leva a perceber que o que é resíduo para um, pode não ser para outro. A hierarquia no trato da questão dos resíduos também é assumida no país (SEADON, 2006).

A principal referência legal estadunidense sobre disposição de resíduos sólidos urbanos e resíduos perigosos é conhecida como Resource Conservation and Recovery Act (RCRA)<sup>17</sup>, aprovada pelo Congresso no dia 21.10.76. Esta é uma emenda ao Solid Waste Disposal Act de 1965.

Kundell e Ruffer (2001) chamam atenção para as subvenções federais criadas por esta emenda, para dar suporte à pesquisa e iniciativas por parte dos Entes estaduais e locais para reorientar as práticas assistidas na área. O resultado foi o fortalecimento da atuação estadual na gestão de resíduos municipais.

Em 1984, outra emenda, The Federal Hazourds and Solid Waste Amendments, teve como foco a minimização de resíduos e eliminação progressiva de antigos aterros para resíduos perigosos, assim como novas diretrizes para futuros aterros. Outra determinação desta emenda foi a

---

<sup>15</sup> Qualquer material sólido, líquido ou gás, indesejado e/ou sem valor, rejeitado ou descarregado pelo seu proprietário

<sup>16</sup>.NEW ZELAND. The New Zeland Waste Strategy. Ministry for the Environment. Wellington, New Zeland, 2002

<sup>17</sup> Ato de recuperação e conservação dos recursos.

ampliação da autoridade da agência de proteção ambiental americana (EPA) no trato da questão.

Foster e Repa (2001) incluem, além das quatro regulações, na lista das que mais influenciam na gestão de resíduos sólidos municipais, nos Estados Unidos da América (EUA):

1. Ato do Ar Limpo (AAL);
2. Ato da Água Limpa (AAL);
3. Administração Federal de Aviação (AFA) guias; e
4. Implicações de Controle de Fluxos (casos de corte).

O Ato do Ar Limpo foi emendado em 1990, promulgando regras para a emissão de gases em aterros sanitários e de transporte de resíduos. Em 1996, uma nova emenda trouxe considerações acerca da proibição da disposição de eletrodomésticos em aterros e determinou a instalação de coletores e sistemas de controles em aterros com capacidade superior a 2.5 milhões de metros cúbicos.

O Ato da Água Limpa, aprovado em 1977, torna obrigatório o licenciamento de sistemas de disposição final de resíduos sólidos, visando a manutenção da qualidade do recurso água. O AFA estabelece diretrizes sobre localização, construção e operação de infraestrutura de sistemas municipais de resíduos sólidos, visando evitar a colisão de pássaros com aeronaves. Entretanto, existem exceções para a aplicação desta norma, visando não inviabilizar a instalação de aterros ou de aeroportos em pequenas cidades.

Finalmente, a teoria por trás das “Implicações de Controle de Fluxos” é que os Entes da Federação podem restringir a importação e a circulação de resíduos originados fora de seus limites. Mesmo assim, a Suprema Corte tem proibido estas restrições, por violarem a cláusula de livre comércio, presente na Constituição Americana.

Hill e Glenn (2001) pesquisaram a legislação sobre resíduos sólidos nos Estados Unidos, no âmbito estadual. O pacto federativo nos Estados Unidos permite que cada unidade legisle sobre seu território, respeitando a hierarquia

das Leis. As normas sobre resíduos sólidos urbanos diferem, as vezes profundamente, de um Estado para outro.

Hill e Glenn (2001) identificam um ponto de inflexão na passagem da legislação, em Oregon, do “Opportunity to Recycle” no ano de 1993. Até então, a principal direção dos resíduos sólidos nos EUA era a incineração, com recuperação de energia. Os autores complementam que, no início da década de 90, a maioria dos estados determinava, em Lei, metas de redução na geração de resíduos.

Uma característica é comum nos Estados Unidos: a presença de estratégias estaduais no trato da questão e, em muitos casos, a obrigatoriedade de elaboração de planos municipais de resíduos sólidos para que se alcancem as metas e objetivos estabelecidos pelo Estado. No caso de não alcançar estes fins, os municípios podem ser multados ou convidados a responder o motivo que justifique o insucesso. Outra possibilidade é a criação de incentivos para o mercado de recicláveis no local (HILL; GLENN, 2001).

Os autores concluem afirmando que um dos princípios que embasam as Leis Estaduais americanas é o do poluidor pagador, que tem sua origem na década de 70, com a promulgação dos atos que obrigavam a disponibilização de condicionadores especiais para vasilhames de bebidas. O estado pioneiro foi Oregon e o último a adotar esta medida foi Nova Iorque. Outra linha adotada é aplicação de taxas para disposição final do produto. Como exemplo, 28 estados taxam os produtores de pneus.

Do exposto, verifica-se que a ideia é diminuir a quantidade de resíduos encaminhados para aterros sanitários, através da recuperação de materiais nos processos produtivos ou na utilização dos resíduos como fonte energética. Tchobanoglous, Kreith e Williams (2001) chamam a atenção para o fato de que, nas legislaturas estaduais americanas, o maior número de Leis aprovadas tratam sobre Resíduos Sólidos.

### 2.2.3 Instrumentos econômicos

Bilitewwski (2008) realizou uma revisão bibliográfica sobre os instrumentos econômicos ligados à gestão de resíduos sólidos, e aponta que a incorporação dos custos da reciclagem nos produtos e que a imposição de taxas nos preços dos produtos não recicláveis são uma realidade na Europa. Outras reflexões são feitas acerca da sistemática de definição de valores das taxas pelos serviços de limpeza, coleta e tratamento de resíduos, chegando à conclusão que entre 70% a 80% dos custos do sistema provêm de custos fixos.

Como sistemas tradicionais, o autor identifica e analisa os prós e contras dos sistemas que baseiam suas taxas por pessoa, do sistema de cobrança por unidade residencial e o sistema de cobrança por container. Como conclusão, aponta que todos eles vêm apresentando evoluções, todavia como estratégia para minimizar resíduos, o Pague conforme Você Lança (PVL) apresenta mais vantagens

Neste trabalho específico sobre o financiamento da gestão de RSU, Bilitewwski (2008) defendeu a adoção do sistema PVL. Percebendo que a questão ganhou destaque somente nos últimos 20 anos, o autor destaca o princípio do poluidor pagador como o maior avanço assistido.

O autor utiliza alguns dados que evidenciam a elevação do peso das taxas de gestão de RSU no orçamento da família alemã: no início da década de 1990, a taxa de águas servidas, mais os serviços de resíduos sólidos e limpeza pública, representavam 1% do total do custo de vida. Em 2000, verificava-se um aumento de 80% nessas taxas, enquanto que os ganhos médios subiram 30% por família.

Em relação ao PVL, o mesmo autor identifica três componentes que diferenciam do sistema tradicional de ratear os custos indiferenciadamente pelos cidadãos: possibilidade de identificação dos geradores, mensuração dos resíduos gerados e preço único baseado na quantidade gerada. Como



resultado principal, o sistema beneficia quem gera menos resíduo. (BILITEWWSKI, 2008).

O mesmo autor identifica uma inovação realizada na Dinamarca, que é a existência de uma taxa básica cobrada universalmente e esta pode ser acrescida decorrente de alguma característica específica do serviço prestado, como exemplos: distância percorrida, difícil acesso e formas de coleta dos resíduos, porta a porta ou em condicionadores coletivos; todavia como inconveniente desta prática, ele cita a ampliação dos custos administrativos.

Bilitewwski (2008) aponta que, na Alemanha, 26% dos governos locais vêm utilizando o PVL enquanto 69% não o utilizam e que, na Europa, há tendência na ampliação do uso. Segundo o autor, este sistema de cobrança possibilita mais igualdade e justiça, tornando-o mais apreensível pelo público em geral.

Taylor (2000) identifica uma série de sistemas de tarifação dos serviços de gestão de RSU que são conhecidos como preço único, preço por sacola de resíduo, preço por peso, preço por volume e PVL. O autor identifica uma tendência da substituição da cobrança convencional que rateia os custos totais pela população pela taxa que tentam estabelecer relação entre o pagamento pelo serviço e a quantidade gerada de resíduos.

Karagiannidis, Xirogiannopoulou e Moussiopoulos (2005) investigaram os efeitos das características demográficas na formulação das políticas de cobrança pelos serviços de gestão de RSU em 339 municípios gregos, que representam 62% da população do país.

Karagiannidis, Xirogiannopoulou e Moussiopoulos (2005) identificaram que a densidade influencia diretamente nos custos da gestão de RSU e que lugares de interesse turístico apresentaram os valores mais elevados, decorrentes da variação na geração dos resíduos e a consequente necessidade de alteração da logística dos sistema. Os autores concordam que a tendência é a ampliação dos sistema PVL.

A teoria por trás do sistema PVL é a internalização dos custos por parte dos geradores domésticos de resíduos. Tendo que arcar com estas despesas, o gerador é obrigado a pensar, desde o momento da compra, em produtos passíveis de reciclagem. A diretiva europeia sobre resíduo de 2006, no seu artigo 14, recomenda a aplicação do Princípio do Poluidor-Pagador (PPP) em relação aos resíduos domésticos. As taxas convencionais não criam este tipo de incentivo para a redução de resíduos (DUNNE; CONVERY; GALLAGHER, 2008).

Uma tecnologia que começa a ser usada em escala é a instalação de chips em todos os condicionadores domésticos, visando à informatização do processo, a um custo de dois euros a unidade. Mesmo assim, ela não é indicada para áreas rurais ou pouco adensadas. Também é necessário equipar os caminhões com a tecnologia para registrar os pesos dos resíduos.

Na Irlanda, Dunne, Convery e Gallagher (2008) apontam que as taxas de reciclagem têm aumentado lentamente, abaixo do esperado quando o sistema (PVL) foi introduzido. Os administradores locais revelaram que têm encontrado muitas resistências e tentativas de burlar o sistema, através da compactação dos resíduos gerado ou pagando para coletores informais para dispor em locais não autorizados. Taylor (2000) descreveu outras práticas que tentam burlar o sistema (PVL): colocar os resíduos no condicionador de outros, nos corpos d'água e nas rodovias, colocar resíduos não recicláveis em condicionadores de reciclados, queimar os resíduos e lançar em lugares não autorizados.

Outra característica da população irlandesa é aceitar com mais facilidade o pagamento de taxas para a iniciativa privada do que para o governo local. A explicação é que eles tendem a encarar a taxa privada como uma obrigação pela realização de um serviço, enquanto que a cobrança pelo poder público como uma duplicidade de tributos. As companhias privadas não concedem isenções de pagamento pela taxa de resíduos, em alguns casos o poder público paga a concessionária do serviço, para beneficiar alguma comunidade específica (DUNNE; CONVERY; GALLAGHER, 2008)

Dunne; Convery e Gallagher (2008) revelam que, em Dublin, as taxas cobradas cobrem somente 50% das despesas com o serviço e que alguns protestos aconteceram na cidade quando houve a proposta de aumentá-las. Como consequência das manifestações, houve a paralisação da coleta e muitas pessoas foram detidas e encaminhadas para a prisão, chegando num ponto crítico de quase colapso da ordem pública. As taxas pela coleta e disposição dos resíduos, na Irlanda, variam entre 190 e 440 euros, por um condicionador de 120 litros, por semana.

Finalizando a listagem dos instrumentos econômicos citam-se: os fundos de reciclagem, os fundos ambientais, os incentivos fiscais, a isenção de impostos e a criação de linhas de financiamento para empreendimentos que viabilizem a reciclagem e o reaproveitamento de resíduos sólidos.

Na CE, existem os Fundos Estruturais, Fundos de Desenvolvimento Regional e Fundos de Coesão, dentre outros, que são linhas de investimento para diminuir as diferenças entre os países membros. As formas de financiamento são de liberação de recursos com juros subsidiados ou a crédito de fundo perdido. Na França existe o Fundo de Modernização da Gestão de Resíduos que pode ser acessado pelas comunas (o equivalente aos municípios brasileiros), que recebam novas instalações de tratamento de resíduos em seu território (EUROPEAN GREEN CITY INDEX, 2009).

Na Alemanha, existem casos de financiamento com recursos nacionais para a remediação de áreas degradadas, em parceria com os municípios. Na Holanda, as taxas ambientais são maiores para a disposição em aterros em comparação com a incineração, além dos incentivos fiscais para a potencializar a reciclagem e a reutilização (BILITEWWSKI, 2008).

Na Dinamarca, assim como na Holanda, existem taxas ambientais diferenciadas que variam de acordo com a forma de tratamento dos resíduos. A maior parte dos fundos é encaminhada para programas contínuos de educação ambiental e para projetos específicos de remediação de áreas degradadas (EUROPEAN GREEN CITY INDEX, 2009). No Japão, o Governo Federal

oferecem subsídios, em casos específicos como ocorrência de sinistros, as estruturas regionais e locais (HASOME et al, 2001).

#### **2.2.4 Outros instrumentos**

A porcentagem de reciclagem de resíduos, em Helsinki, é de 57.61% de acordo com o EUROPEAN GREEN CITY INDEX (2009). Este é uma importante ferramenta para avaliar o desempenho ambiental de 30 cidades, através da análise combinada de 30 indicadores, divididos em oito (8) categorias: de gestão de resíduos urbanos, de consumo de água, de transporte, de consumo de energia, de emissão atmosférica, dentre outros.

Em Janeiro de 2008, a UE lançou, em conjunto com a Associação de Prefeitos da Europa, a meta de cortar as emissões de carbono em pelo menos 20% até 2020. Como resultado, várias cidades, muitas pela primeira vez, elaboraram planos de ações com este intuito. A relação entre estes planos e o índice europeu de cidades verdes é direta. A tendência dos governos europeus, em todas as esferas, é dar uma atenção especial ao trato da questão urbana, defendida com uma das 7 estratégicas temáticas do programa de meio ambiente vigente (COMUNIDADE EUROPÉIA. Decisão 1600/2002).

Algumas conclusões sobressaem ao analisar-se o índice europeu de cidades verdes: os estreitos laços entre saúde, riqueza e desempenho ambiental; cidades médias e pequenas tendem a ser mais equilibradas ambientalmente; quanto maior a atividade da sociedade civil melhor é o desempenho da cidade no índice e, finalmente, o fundo europeu de financiamento tem se mostrado decisivo na melhoria do índice das cidades.

Os indicadores de gestão de resíduos sólidos aparecem, positivamente, na mesma categoria de “uso da terra”. As políticas que visam conter a expansão urbana e a promoção de áreas verdes são analisadas junto com a produção municipal de resíduos, a quantidade de resíduos reciclada e as ações de redução e reuso de resíduos.

A metodologia inclui a comparação com *benchmark*, avaliação por especialistas e comparação entre mínimo e máximo dos valores encontrados por cidades. Em relação à gestão de resíduos sólidos urbanos tem-se:

- Produção *per capita* de resíduos: 300 Kg/ano (meta da CE);
- Percentagem de resíduos recicladas: 50% (meta da CE);
- Avaliação de especialistas.

Amsterdã e Zurique são as primeiras colocadas em relação à gestão de resíduos urbanos. Na cidade suíça foi decidido, no meio da década de 80, que não iria continuar a incineração da maioria dos resíduos produzidos. A estratégia foi criar um sistema que incentiva a reciclagem através de uma extensa rede de ecopontos. Por outro lado, os cidadãos têm que dispor seus resíduos não recicláveis em sacos especiais que diferem de preço de acordo com o tamanho. Quanto maior o saco, maior o preço.

Esse sistema foi introduzido no início da década de 90 e, em três anos, a produção de resíduos caiu em 24%. Em 2007, cada residente de Zurique produzia apenas 406 Kg de resíduos por ano, enquanto a média europeia era 511 Kg. Para reforçar a boa posição no índice, a taxa de reciclagem é de 34%.

Amsterdã recicla 43% e têm na sensibilização pública, no hábito assimilado da população em separar os resíduos e na excelente rede de ecopontos, praticamente uma em cada esquina, os motivos do sucesso. Mesmo assim, o fator diferencial de Amsterdã é no trato dos não recicláveis. Com a prática de 90 anos de incineração, a Holanda tem a liderança tecnológica no setor (EUROPEAN GREEN CITY INDEX, 2009).

Os sistemas de incineração proveem 75% da energia necessária para a cidade, recuperam minerais, inclusive ferro e ouro, e encaminham somente 1%, dos 1.4 milhões de toneladas que entram no sistema, para aterros sanitários. O passo futuro é mover-se da gestão dos resíduos para ciclos de energia e materiais sustentáveis.

Outra iniciativa interessante foi desenvolvida em Viena: uma rede de reparos composta por 50 unidades que incentiva a população a encaminhar e, ocasionalmente, comprar artigos usados e recuperados nestas lojas.

Outro índice utilizado na Europa que traz indicadores de sustentabilidade é European Urban Ecosystem Survey (não aborda a questão do RSU). O European Green Capital Award premia uma cidade por ano, embasado nas ações ambientais promovidas, para que esta sirva de modelo para outras cidades. Em 2010, a escolhida foi Estocolmo na Suécia.

Baumann, Boons e Bragd (2002) identificaram mais de 200 ferramentas “verdes” no campo da engenharia, das quais 29% já tinham sido testadas empiricamente, e que um dos desafios a ser enfrentado é a escolha e a combinação na sua utilização, em cada problema. Dentre estas cita-se: ISO 14001, Ecological Footprinting e Factor 10. Robèrt et al. (2002) realizou uma análise de como estas ferramentas se inter-relacionam, quando usadas em processos de planejamento para a sustentabilidade.

Na lista de outros instrumentos, inserem-se os incentivos sócio-psicológicos defendidos por TAYLOR (2000). Seadon (2006) defende que a educação deve ser a principal estratégia para se alcançar reduções na taxas de geração de resíduos e que as campanhas de marketing devem usar figuras, diferentes linguagens e pessoas e grupos que sejam identificados a comunidade em questão.

Bilitewski (2008) defende que os fatores motivacionais preponderantes para sensibilizar o público em geral são: excelente estrutura de coleta, boa estratégia de marketing e um adequado e transparente sistema de cobrança. Segundo esse autor, existem relações, na Alemanha, entre o nível de reciclagem e a percepção do público dos ganhos financeiros provenientes do PVL.

Werner e Makela (1998) estudaram os motivos que levam as pessoas a realizarem tarefas enfadonhas, porém necessárias, como a reciclagem. As conclusões confirmaram outros estudos na área de psicologia ambiental,

segundo os quais, os sujeitos que mantêm um comportamento proativo em relação à reciclagem, tentam transformar cognitivamente a tarefa em algo mais interessante de fazer, como: envolver as crianças na atividade e encarar a reciclagem como uma fonte de aprendizado. Os autores também afirmam que as pesquisas na área de autopersuasão mostram que as pessoas são mais persuadidas por argumentos criados por elas mesmas.

Taylor (2000) conclui, com base numa revisão bibliográfica, que os programas de redução na geração de resíduos e aumento das taxas de reciclagem embasados na combinação do uso de instrumentos de ordem psicossocial, legais e econômicos, nos Estados Unidos, alcançaram sucessos que variam em torno de 25 a 50 % de diminuição de material aterrado, ampliação de 3% nos índices de reciclagem e diminuição de 10 a 15% de material coletado.

JOOS et. al. (1999), avaliando a situação suíça, concordam que é imprescindível o envolvimento da participação da sociedade em planos de GRSU. Para alcançar aceitação pública são necessários: transparência nas decisões, cooperação inter-regional e programas de informação. O método utilizado foi três ciclos de questionamentos para especialistas (Delphis).

Segundo a pesquisa com os especialistas, um comportamento ambientalmente mais responsável pode ser alcançado, principalmente, através de um sistema de incentivo financeiro. Este fator também é apontado como o mais importante caminho para incrementar a qualidade ecológica dos produtos por parte das empresas, seguido pelos sistemas de certificação/selos, obrigação de disposição final e, finalmente, regulamentações. Mais uma vez, é defendida a composição do uso de instrumentos para aprimorar a gestão de resíduos sólidos.

Em um estudo de caso irlandês, Dunne, Convery e Gallagher (2008) enviaram questionários para todas as autoridades locais responsáveis pela gestão dos RSU. Do total, os municípios que responderam representavam mais da metade da população do país. O método foi complementado com

entrevistas com atores acerca das estratégias implementadas, e seus efeitos, em relação à aceitação do público em geral da cobrança pelos serviços.

Dunne; Convery e Gallagher (2008) reforçam a importância de campanhas de sensibilização na ampliação das taxas de reciclagem. Um conjunto de residências foi dividido em três grupos: o primeiro recebia informativos sobre reciclagem e as datas de coleta; no segundo, além de receber informações, eram avisados dias antes da coleta, o último grupo, além dos dois materiais, eram visitados por uma pessoa que explicava as vantagens, os objetivos e como o programa de reciclagem funcionava. Após sete meses, as taxas de reciclagem tinham aumentado 10%, 21% e 28% respectivamente, nos grupos estudados na Irlanda.

Os autores acrescentam a necessidade de que sejam ampliadas as pesquisas sobre fatores motivacionais em relação à gestão de RSU, pois existe um lapso entre o que as pessoas, geralmente, respondem nas pesquisas de opinião pública e seu comportamento. Outra dificuldade é encontrar estratégias para ampliar o consenso sobre a necessidade do pagamento pelos serviços. A aceitação da população em relação à introdução ou aumento da tarifa pelo serviço é maior onde já existem programas em andamento e onde o departamento de RSU possui ações na área de marketing e publicidade.

Nesta linha de raciocínio, Seadon (2006) aponta como elemento-chave do processo de elaboração de gestão de resíduos, a definição e o envolvimento de atores no processo: agentes do governo, investidores e gerentes (público e privado), sociedade civil organizada e cidadãos em geral. Complementa a lista com atores emergentes no processo de GRSU: acadêmicos, organizações ambientais e associações comerciais e de outras categorias profissionais.

Nesta perspectiva, uma linha de ação fundamental é a existência de planos de comunicação e marketing que tenham um horizonte longo, que possuam uma mensagem clara em vários tipos de mídia e que sejam adequado à realidade do local (SEADOM, 2006).



Do exposto no capítulo, percebe-se a tendência da ampliação do uso de instrumentos econômicos para a minimização dos resíduos, como o PYT. Como forma de diminuir diferenças regionais, existem linhas de financiamento dos governos centrais voltadas, principalmente, para instalação de unidades de tratamento e recuperação de áreas degradadas.

Os instrumentos econômicos são utilizados como forma de incentivar certas práticas e coibir outras, como a destinação indiscriminada de resíduos no solo. As regulamentações de controle como padrões de emissões e uso do solo, apoiadas por estruturas fortes de fiscalização, são usadas para fortalecer as políticas de gestão de resíduos/recursos.

Um aspecto importante, identificado na UE, é a mudança na estratégia da política, antes focada mais acentuadamente na regulamentação, e agora sendo complementada com uma aproximação do setor produtivo no sentido de aprimorar a implantação das diretrizes estabelecidas, fundamentadas em metas e cronogramas mais exequíveis. A ideia é investir em tecnologia verde e análise do ciclo de vida como formas de assegurar o princípio da prevenção.

A participação da sociedade nos Estados Unidos, UE e Japão é um fator diferencial em relação aos países em desenvolvimento. Outros aspectos decisivos para os avanços na área de gestão de resíduos sólidos nestes países são a valorização do planejamento e a definição do papel dos atores envolvidos no processo.

Apesar das diferenças entre as nações, alguns outros aspectos foram apreendidos: a tendência é de aumento dos custos envolvidos na gestão de RSU no países desenvolvidos, inclusive pela decisão em recuperar antigas áreas de disposição inadequada e também pelo ampliação do controle definido por normas mais rígidas.

Como resumo das experiências internacionais, pode se apreender que nos países desenvolvidos:

1. A equipe técnica municipal é emancipada e conduz o processo de elaboração e adaptação do Plano e da gestão de resíduos sólidos

com recursos próprios oriundos de taxas delegando custos e responsabilidades para a iniciativa privada;

2. A Gestão municipal de RSU tem que estar inserida num contexto Nacional de Gestão de Resíduos, assim como num Plano de Ação Regional;
3. Os objetivos da GRS devem estar associados a princípios como o poluidor pagador e o princípio da auto suficiência;
4. O plano municipal de resíduos sólidos urbanos é um dos instrumentos de gestão de resíduos sólidos urbanos;
5. As dimensões envolvidas, em regra, são: ambiental, social e econômica. Em alguns documentos também podem ser encontradas como sub divisões das três primeiras: institucional, cultural, gerencial, política e financeira;
6. O sistema de GRSU é financiado pelos usuários através de taxas específicas;
7. Os principais indicadores e variáveis utilizados no processo de gestão são: quantidade de resíduos gerados por ano, por habitante; percentagem dos resíduos reciclada; percentagem dos resíduos compostada; percentagem dos resíduos convertidos em energia .
8. A tendência é a inserção da GRSU na gestão da cidade dentro de uma estratégia ambiental;
9. Existe uma forte presença do setor privado na gestão de RSU, principalmente nos grandes aglomerados urbanos;
10. O maior desafio é a diminuição da geração dos resíduos e aumentar as taxas de reciclagem. Por conta disso, existem pesquisas na área científica investigando os motivos psicológicos e motivacionais para direcionar as campanhas educativas, visando a ampliação da adesão popular;
11. Existência do uso de ferramentas computacionais para avaliar os impactos ambientais e as escolhas relacionadas ao tratamento dos resíduos. Foi identificado uma tendência de ampliação da crítica no uso indiscriminado de incineradores;
12. Tendência de estabilização na quantidade de resíduos gerados;

13. Composição dos resíduos é marcada pela grande quantidade de papel e plástico.

Em relação à situação da gestão de resíduos nos países em desenvolvimento foi constatado que:

1. A gestão municipal é dependente de repasses de recursos financeiros e humanos de outras esferas de governo;
2. A gestão municipal de RSU não está inserida num Plano de Ação Regional. Em alguns países, existem Leis Nacionais de Gestão de Resíduos, entretanto com baixos índices de aplicação;
3. O principal instrumento de gestão é o Plano de Gestão. Entretanto, em muitos casos, ele está obsoleto ou não existe. Carência de outros instrumentos de gestão de resíduos sólidos, assim como da sua aplicação;
4. Os principais indicadores e variáveis são: quantidade de resíduos gerados por ano, por habitante, taxa de cobertura do serviço e percentagem dos resíduos reciclada;
5. A tendência é a desarticulação intrainstitucional e conseqüente baixo padrão gerencial;
6. Há baixo índice de financiamento dos serviços por parte dos usuários;
7. Existe uma crescente presença do setor privado na gestão de RSU, principalmente nos grandes aglomerados urbanos;
8. O maior desafio é a ampliação da cobertura do serviço de coleta, viabilização de soluções adequadas de disposição final, nos aspectos ambiental e sanitário, inserção dos coletores informais no sistema e estruturação econômica do mercado de reciclados;
9. Foi identificada uma tendência da ampliação da utilização de incineradores em alguns países, marcados pela intervenção do Governo Federal;

10. A maior parte dos resíduos é lançada em aterros sanitários ou em Lixões;
11. Baixa capacidade técnica dos responsáveis pelos serviços nos Governos Locais e poucas e não confiáveis informações geradas pelos sistemas de gestão;
12. Há uma tendência de ampliação na quantidade de resíduos gerados;  
e
13. A composição dos resíduos é marcada pela grande quantidade de matéria orgânica.

Aproximando-se do objeto de estudo desta tese, no próximo capítulo é realizada a contextualização da gestão de resíduos urbanos no Brasil e na Amazônia, tendo com destaque a aprovação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) em Agosto de 2010.