

## **8 CONSIDERAÇÕES COMPLEMENTARES SOBRE A INCINERAÇÃO**

### **8.1 ASPECTOS SOCIAIS**

A Síndrome NIMBY existe sempre que se discute acerca de unidades para resíduos sólidos. As observações feitas em relação à propagação do medo, à mobilização popular, entre outras, são semelhantes àquelas apresentadas no Capítulo 5 – Problemas do afastamento. No que se refere à incineração, a força do NIMBY pode ser identificada nos textos de *sites* de entidades ambientalistas.

Muitos ambientalistas, no Brasil e no mundo, através de organizações não-governamentais (como a Aliança Global Anti-Incineração, o Greenpeace, o Amaivos<sup>1</sup> etc.), realizam protestos e campanhas públicas utilizando diversas mídias para descaracterizar a incineração como alternativa de tratamento dos resíduos, mobilizando grande parte da população contra a implantação de novos incineradores e a favor do fechamento dos equipamentos existentes (AMAIIVOS, 2003).

De acordo com a Aliança Global Anti-Incineração (GAIA), pelo menos 300 incineradores planejados ou em operação, nos Estados Unidos, deixaram de ser instalados ou pararam de funcionar, nos últimos 15 anos, em função de manifestações e esclarecimentos à população sobre os danos decorrentes de seu funcionamento. No Japão, o país onde essa tecnologia é muito empregada, a pressão popular está aumentando e já são 500 incineradores fechados (AMAIIVOS, 2003).

A referência brasileira acerca da incineração são os antigos incineradores que emitiam diversos poluentes, causando problemas de saúde na população vizinha. Por isso, a rejeição é muito forte.

O desconhecimento da população sobre a tecnologia empregada, muitas vezes devido à falta de divulgação por parte dos empreendedores, e a falta de transparência no processo de elaboração, planejamento e instalação das unidades contribuem para a forte rejeição e combate às novas unidades de incineração.

### **8.2 ASPECTOS URBANOS**

O local de implantação da unidade de incineração, ao contrário do aterro sanitário, não tem seu uso comprometido ou restringido após o encerramento das atividades. A edificação do incinerador pode ser removida e a área, destinada para outros usos, levando à valorização imobiliária do local e da região do entorno.

A área ocupada pela unidade de incineração é significativamente menor que a do aterro sanitário. Por exemplo, de acordo com os projetos de incineradores de resíduos domiciliares elaborados para o município de São Paulo em 1994

---

<sup>1</sup> Sites: <<http://www.greenpeace.com.br>>, <<http://www.amaivos.com.br>> e <<http://www.no-burn.org>>.

(PROEMA, 1994a; PROEMA, 1994b), uma das unidades ocuparia 3,9 hectares e a outra, 4,3 hectares, uma área, portanto, 30 vezes menor que a ocupada pelo atual aterro Bandeirantes, que possui 140 hectares.

Obviamente, a quantidade de resíduos enviada a um único incinerador é menor que a recebida no aterro sanitário Bandeirantes, porém, mesmo com vários incineradores para tratamento dos materiais, a área urbana ocupada pelas unidades ainda será muito menor que a do atual aterro.

A unidade de incineração que atende a Região Metropolitana de Lisboa ocupa um terreno de 4 hectares (VALORSUL, 2004b) e compreende: edifício administrativo; equipamentos para incineração, limpeza de gases e geração de energia; local de armazenagem de escórias e metais; estacionamento etc., conforme ilustra a figura a seguir:

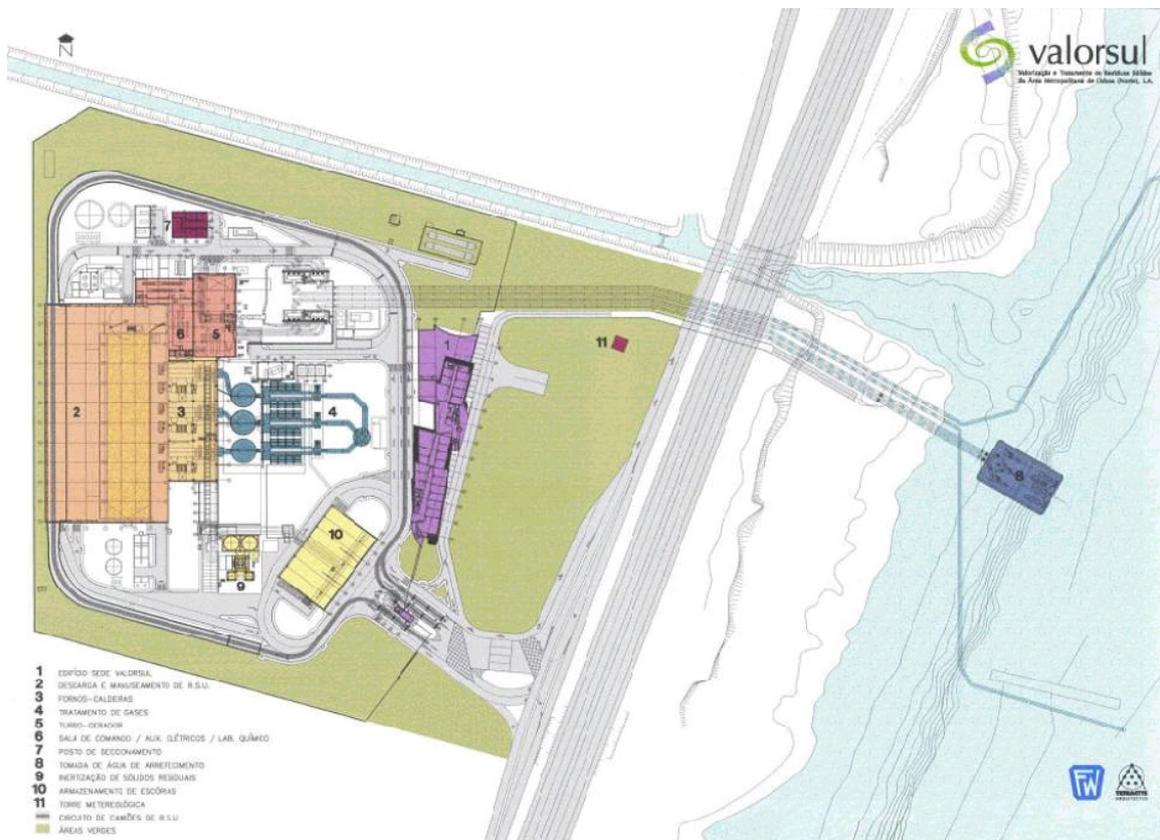


Figura 8.1 – Planta da unidade de incineração de Lisboa – Portugal  
Fonte: VALORSUL, 2004b.

Também se ressalta que a área necessária para o aterro das cinzas da incineração é muito menor que a atual, onde os resíduos dispostos não sofreram redução de volume.

### 8.3 ASPECTOS ECONÔMICOS

Sob o ponto de vista econômico, a tecnologia da incineração, se comparada ao aterro sanitário, é considerada muito mais onerosa na implantação e operação, principalmente devido aos altos custos dos sistemas de limpeza de gases, necessários à proteção do meio ambiente.

Por outro lado, com a incineração, o custo da aquisição do terreno é bem menor, uma vez que a área também é menor. Ademais, pode haver valorização imobiliária do local e entorno após o encerramento das atividades, valorização esta que será muito maior do que na região do aterro. Além disso, as unidades de incineração, por serem menores, podem estar mais próximas dos locais de geração dos resíduos, diminuindo os custos de transporte e da manutenção das vias de circulação.

Outros custos que não ocorrem são aqueles com a manutenção dos aterros, necessária por décadas após o encerramento das atividades, nem o de recuperação ambiental quando da poluição do meio ambiente pelos líquidos gerados nos aterros.

A venda da energia gerada, dos metais e das escórias representa ganho econômico associado à incineração, enquanto que, no aterramento, os diferentes materiais confinados não são utilizados, podendo ser aproveitado somente o biogás, caso haja a estrutura de captação e transformação.

Apesar de apresentar custos elevados, a situação mundial de adoção da incineração mostra que os incineradores são um importante aliado na redução do volume de resíduos enviados aos aterros, principalmente nos grandes centros urbanos e países de pequenas dimensões espaciais.

#### **8.4 INCINERADORES NO MUNDO**

A tecnologia de incineração de resíduos urbanos está presente em diversos países, com tendência de aumento no número de equipamentos e resíduos incinerados.

Na Europa, por exemplo, a CEWEP (2004?) apresenta os dados relativos à incineração de resíduos municipais e industriais referentes ao ano de 2002, incluindo a quantidade de novas unidades planejadas.

Na Comunidade Européia, estão em operação 450 unidades de incineração com recuperação de energia, que tratam de mais de 140 mil toneladas diárias de resíduos, e ainda há mais 75 unidades em planejamento. A tabela a seguir apresenta quantas unidades operam em cada país e o quantitativo tratado anual e diariamente:

Tabela 8.1 – Relação de incineradores municipais e industriais do tipo *waste-to-energy* da Comunidade Européia e quantidade de resíduos tratados anual e diariamente – 2002

País	Incineradores (unidade)	Resíduos tratados (mil t/ano)	Resíduos tratados (mil t/dia**)
Alemanha	58	13.400	36,71
Áustria	3	574	1,57
Bélgica	17	2.816	7,72
Dinamarca	30	3.344	9,16
Espanha	9	1.240	3,40
Finlândia	3	600	1,64
França	130	11.000	30,14
Holanda	12	5.026	13,77
Hungria	1	258	0,71
Itália	44	2.891	7,92
Noruega	11	658	1,80
Polônia	1	nd	nd
Portugal	3	944	2,59
Reino Unido*	14	2.542	6,96
República Tcheca	59	501	1,37
Suécia	26	2.791	7,65
Suíça	29	3.011	8,25
TOTAL	450	51.596	141,36

nd – Não disponível, não divulgado. \* Reino Unido: Estatísticas da Inglaterra. \*\* Valor calculado dividindo o total anual por 365 dias.

Fonte: CEWEP, 2004?.

A Tabela 8.2 contém a quantidade de unidades de incineração planejadas para cada país da Comunidade Européia, a capacidade adicional projetada e a capacidade total do país após o início das operações.

Tabela 8.2 – Relação de incineradores planejados do tipo *waste-to-energy* da Comunidade Européia e capacidade adicional projetada para o país

País	Incineradores planejados (unidade)	Capacidade adicional projetada (mil t/ano)	Capacidade total do país*
Alemanha	14	2.706	16.106
Áustria	1	80	654
Bélgica	-	-	2.816
Dinamarca	1	nd	3.344
Espanha	2	326	1.566
Finlândia	10	1.200	1.800
França	7	6.736	17.736
Holanda	**	650	5.676
Hungria	2	nd	258
Irlanda	2	250	250
Itália	11	1.800	4.691
Noruega	-	-	658
Polônia	-	-	nd
Portugal	1	400	1.344
Reino Unido	9	4.881	7.423
República Tcheca	nd	300-555	801-1.056
Suécia	13	2.000	4.791
Suíça	2	298	3.309
TOTAL	75	24.627	76.223-76.478

\* Valor calculado – Capacidade atual mais capacidade projetada. \*\* Holanda – Ampliação das linhas atuais.

Fonte: CEWEP, 2004?.

Gripp (1998) montou uma tabela com a quantidade de incineradores de resíduos municipais em operação no mundo, nas décadas de 1980 e 1990, e o percentual de resíduos incinerados em cada país. Note que os incineradores brasileiros indicados são o Vergueiro e o Ponte Pequena, ambos em São Paulo, que, na época, ainda estavam em operação.

Tabela 8.3 – Quantidade de incineradores e percentual (em peso) de resíduos sólidos domiciliares incinerados

País	Incineradores (unidade)	Incineração (%)
Alemanha	48 (c)	35,0 (f)
Áustria	nd	30,0 (f)
Bélgica	28 (c)	nd
Brasil	02 (i)	0,1 *
Dinamarca	52 (c)	60,0 (f)
Espanha	22 (b)	6,0 (b)
Estados Unidos	196 (h)	16,3 (h)
França	260 (c)	35,0 (e)
Holanda	12 (b)	40,0 (f)
Hungria	01 (b)	9,0 (b)
Inglaterra	42 (c)	8,0 (g)
Itália	94 (b)	18,0 (b)
Japão	1.942 (d)	69,2 (d)
Suécia	23 (b)	60,0 (f)
Suíça	nd	75,0 (a)

nd - Não disponível \* - Estimativa de Gripp, 1998.

Fonte: Organizado por GRIPP, 1998 (a – SELKE, 1994; b – ISWA apud LIMA, 1994; c – WOODFIELD, 1989; d – KATO, 1986; e – MALLOY, 1995; f – PORTEOUS, 1993; g – PATEL et al., 1995; h – NSWMA, 1992; i – PROEMA, 1994).

De acordo com dados do CEMPRE (2002): o Japão incinerava 72% dos resíduos sólidos municipais gerados; a Bélgica, 25%; a Suíça, 59%; a Dinamarca, 90%; a França, 42%; a Alemanha, 36%. No mundo, há mais de 1.600 incineradores com geração de energia.

Em 2004, no Japão, dos mais de 50 milhões de toneladas anuais de resíduos gerados, aproximadamente 80% eram incinerados tendo como objetivos o tratamento sanitário e a redução de volume (AKIYAMA; KATAOKA; SAMESHIMA, 2004).

Nos Estados Unidos, em 1992, havia 171 incineradores de resíduos municipais com geração de energia em operação ou em estágio avançado de planejamento (BERENYI, 1996).

A tecnologia de queima denominada *mass burning* é o processo mais comumente encontrado nas unidades dos Estados Unidos. Os resíduos sólidos municipais são processados como chegam, com pouca ou nenhuma trituração ou separação antes da combustão (BERENYI, 1996).

Apesar de as diferentes fontes de informações (CEWEP, Gripp, CEMPRE, Akiyama, Kataoka e Sameshima, Berenyi) apresentarem percentuais variados de incineração, percebe-se que há países que, atualmente, incineram mais de 60% dos resíduos municipais gerados, como é o caso do Japão, Suíça e Suécia; outros, como França e Alemanha, incineram uma quantidade menor, porém significativa, de seus resíduos e planejam ampliar ainda mais a capacidade de incineração.

## 8.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS – ATERRO X INCINERADOR

Seja qual for a destinação escolhida para os resíduos sólidos urbanos, sempre haverá aspectos positivos e negativos associados a ela. Comparando as opções de destinação dos resíduos sólidos urbanos em megacidades (confinamento em aterro sanitário e tratamento através da incineração), podem ser tecidas diversas considerações sob as óticas ambiental, social, urbana e econômica, conforme apresentado nos quadros a seguir:

Quadro 8.1 – Comparação entre a incineração e o aterro sanitário – aspectos ambientais

	Incinerador	Aterro sanitário
<b>Aspectos ambientais</b>		
Destinação	Queima.	Confinamento.
Redução de volume	Redução significativa do volume e peso dos resíduos.	Somente a redução decorrente da degradação dos orgânicos – que acarreta recalques na massa aterrada.
Tempo de destruição	Destruição rápida.	Degradação lenta.
Geração de energia	Energia, calor e vapor – durante o processo.	Energia – somente se houver a captação do biogás através de estrutura complementar.
Subprodutos aproveitáveis	Calor, vapor, escórias e metais.	Biogás.
Subprodutos indesejáveis	Gases e cinzas tóxicos.	Líquidos e gases, se não forem captados para gerar energia.
Poluição ambiental	Aumento da poluição atmosférica.	Poluição dos meios: ar, água e terra, pois os mecanismos de proteção se degradam com os anos.
Dioxinas e furanos	- os incineradores modernos têm emissão abaixo dos limites impostos pela legislação européia (a mais restritiva); - do total das dioxinas e furanos na atmosfera, o percentual referente às emissões dos incineradores está diminuindo; - mais pesquisa é necessária para identificar os problemas à saúde humana.	- também formadas nos aterros; - pouco se sabe sobre essas emissões nestes locais.
Consumo de materiais	Cal, carvão, água etc. – para o tratamento dos gases.	Terra e pedra em grande quantidade.
Tecnologia de tratamento	Sofisticada e custosa.	Mais simplificada e menos onerosa.

Quando há incineração, somente as cinzas do processo seguem para aterramento, então, no aterro, menor quantidade de gases e líquidos é gerada, se comparada à quantidade produzida nos aterros de resíduos urbanos.

De acordo com os estudos de Jones (1994 apud TAMMEMAGI, 1999), as emissões gasosas de incineradores de resíduos modernos apresentam menores riscos à saúde que as emissões dos aterros, mesmo quando os aterros têm sistemas de controle de gases. Entretanto, essas conclusões são o exato oposto da percepção pública e o foco das atenções dos regulamentos.

Por exemplo, segundo os estudos da Comissão Real em Poluição Ambiental do Reino Unido, a incineração de 1 milhão de toneladas de resíduos municipais produz emissões com 15.000 toneladas de dióxido de carbono, enquanto a mesma quantidade de resíduos em um aterro com recuperação de energia gera 50.000 toneladas de dióxido de carbono. Assim, mesmo com a coleta e queima dos gases, os aterros têm um impacto pior no aquecimento global se comparados aos incineradores (TAMMEMAGI, 1999).

Para Tammemagi (1999), o lixo é um combustível mais limpo que o combustível fóssil. Quando se incinera, é aproveitado o potencial energético presente nos resíduos sólidos.

Quadro 8.2 – Comparação entre a incineração e o aterro sanitário – aspectos sociais e urbanos

	Incinerador	Aterro sanitário
<b>Aspectos sociais</b>		
Síndrome NIMBY	Existente.	Existente.
Aprovação/rejeição	Maior mobilização contra a implantação do equipamento no mundo, liderada por ONG's e ambientalistas; As experiências brasileiras contribuem para o descrédito da tecnologia.	Considerada a melhor opção para confinamento dos resíduos.
<b>Aspectos urbanos</b>		
Área ocupada	Pequena, se comparada à do aterro.	Grandes áreas.
Localização	Pode ficar dentro da malha urbana (exemplo de Paris – Figura 6.19).	Está cada vez mais distante do local de geração dos resíduos.
Transporte	Menores distâncias de transporte e, conseqüentemente, menores emissões.	Maiores distâncias de transporte e emissões.
Uso do solo após fechamento	Pode ser utilizado para outros fins.	Tem uso restringido, pode tornar-se um <i>brownfield</i> .
Tempo de utilização	Pode operar por décadas e ser melhorado tecnologicamente para continuar operando.	Inevitavelmente, a área esgota e são necessárias novas áreas para aterramento.

As áreas adequadas e disponíveis para implantação de aterros sanitários estão cada vez mais escassas. Através da redução do volume de resíduos pela incineração, amplia-se a vida útil do aterro.

Quadro 8.3 – Comparação entre a incineração e o aterro sanitário – aspectos económicos e legais

	Incinerador	Aterro sanitário
<b>Aspectos económicos</b>		
Custo de construção e operação	Caro.	Mais barato.
Custo de manutenção após o fechamento	Inexistente.	Existente por décadas.
Recursos auferidos	Pelo tratamento do resíduo; Pela venda da energia, das escórias e dos metais.	Pelo confinamento dos resíduos.
Gastos	Com tratamento dos gases.	Com transporte e tratamento dos líquidos.
Gastos com transporte	Pode ser minimizado em função da localização do equipamento.	Tende a aumentar com a implantação de novas áreas mais distantes.
Economias	Ao ampliar a vida útil do aterro sanitário; Ao evitar gastos de despoluição ambiental e manutenção do aterro.	
<b>Aspectos legais</b>		
Legislação europeia	Incentiva a incineração como forma de reduzir o volume dos resíduos que vai para o aterro e valorizar os materiais.	Proíbe aterrar os resíduos misturados; Estabelece metas de redução da matéria orgânica disposta no aterro; Na Alemanha, a partir de 2005, não é permitida a disposição de resíduos com mais de 5% de materiais orgânicos em aterro (WIEDEMANN, 1998; HOFFMANN, 2003). Só são aceitos no aterro os resíduos últimos (que já sofreram tratamento ou não tratados por não haver tratamento disponível).

As legislações europeias de tratamento de resíduos e disposição em aterro podem ter sido elaboradas devido à diversidade de problemas ambientais associados aos resíduos *in natura* no aterro, conforme comprovam as pesquisas realizadas.

Os estudos de Belevi e Baccini (apud HJELMAR, 1996) em aterros sanitários de resíduos sólidos municipais mostram que são necessários de 500 a 1.700 anos para que a parcela orgânica de carbono do chorume de um aterro sanitário de resíduos sólidos municipais reduza ao nível de 20 mg/l. Além disso, é necessário mais de um século para redução do Fósforo e do Cloro a níveis aceitáveis no meio ambiente.

Com relação às águas subterrâneas, a maior preocupação é com relação à concentração de amônia, que permanece alta através de considerável período de tempo (BELEVI; BACCINI apud HJELMAR, 1996).

Segundo estudo recente de Hjelmar (1996), a estimativa simplificada realizada aponta que, para um aterro com 12 metros de profundidade e uma taxa de infiltração/produção de lixiviado de 200 mm/ano atingir a “qualidade de estoque final” (ou seja, para que possa ser seguramente abandonado, sem sistema ativo de proteção ambiental, pois se encontra estabilizado) são necessários cerca de 300 anos, no caso do aterramento de resíduos municipais, e de 100 anos, no caso de alguns resíduos inorgânicos (como as escórias de incineração).

Se, em São Paulo, os aterros possuem áreas com mais de 100 metros de profundidade<sup>2</sup>, questiona-se quanto tempo seria necessário para alcançar essa estabilização da massa confinada.

Qualquer que seja a destinação escolhida, sempre haverá benefícios e problemas. O importante é verificar qual a melhor opção para cada situação e se a população está disposta a arcar com suas conseqüências (em termos de custos, degradação ambiental, conflitos sociais, comprometimentos futuros, entre outros).

Nova Iorque é um exemplo: o governo optou por afastar os resíduos, aumentando sensivelmente os custos, ao invés de procurar uma solução local – que provavelmente criaria conflitos com a população, pelo NIMBY. No caso de países com limitação de espaço disponível ou acessível, Hjelmar (1996) aponta que a incineração é a alternativa preferida.

Concorda-se com as opiniões de Wiedemann (1998) e Tammemagi (1999): por enquanto, a incineração dos resíduos sólidos em grandes metrópoles é uma solução mais apropriada do que o aterro sanitário.

---

<sup>2</sup> Mais de oito vezes a espessura da estimativa citada.