PROJETO ELBAS – ENERGIA DE LIXO NA BAIXADA SANTISTA

Werner Eugênio Zulauf
Eng.º Civil e Sanitarista
Mestre em Saúde Pública
PRESIDÊNCIA
Maria Helena de A. Orth
Eng.ª Química
GERÊNCIA DE ASSISTÊNCIA EM RESÍDUOS SÓLIDOS
Luiz Augusto R. Stellin
Eng.º Químico
DIVISÃO DE RESÍDUOS DOMÉSTICOS

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA Prof. Dr. Lucas Nogueira Garcez
Av. Prof. Frederico Hermann Junior, 345 - Pinheiros
05459-900 - SÃO PAULO - BRASIL

INTRODUÇÃO

Em fins do ano de 1980, a CETESB-Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, através de um contrato de prestação de serviços, elaborou, para a COSIPA-Companhia Siderúrgica Paulista, o estudo denominado "ENERGIA DE LIXO DA BAIXADA SANTISTA - PROJETO ELBAS", o qual foi concluído no início de 1981.

Este projeto, além de seu objetivo maior, elaborado no auge ainda da crise energética nacional - em 1979 o Brasil apresentou uma produção média de 170 mil barris de petróleo por dia, para um consumo médio de 1075 mil barris de petróleo por dia - teve, como proposta, contribuir para a consecução dos objetivos energéticos do País, visto que o gás do aterro sanitário poderia (e pode) ser importante fonte alternativa para substituir ou complementar a queima de óleo combustível na companhia siderúrgica.

OBJETIVO DO PROJETO

O "PROJETO ELBAS" foi idealizado com o objetivo de solucionar os graves problemas que existiam e continuam a existir com a destinação final dos resíduos sólidos domésticos coletados numa região tremendamente crítica, sob todos os aspectos, dos municípios que compõem a Baixada Santista, quais sejam Santos, São Vicente, Cubatão, Praia Grande e Guarujá.

Para esses municípios, que apresentam as características típicas das regiões litorâneas, com abundância de zonas baixas tomadas por mangues ou apresentando afloramentos do lençol freático, foi estudada e dimensionada a implantação de um aterro sanitário único, para servir conjuntamente a uma disposição dos resíduos sólidos dos municípios citados.

Além de prever a destinação correta dos resíduos, dando solução ao problema ambiental causado pelos vazadouros a céu aberto e gravames sócio-econômicos, esse projeto apresenta um estudo para o aproveitamento dos gases resultantes da decomposição do lixo, o biogás ou gás bioquímico-GBQ, como fonte alternativa de geração de energia.

CLASS
A 3R
TOMBO 31198 ex 2
014312 ex 1

FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

A destinação final dos resíduos sólidos gerados pelos municípios da Baixada Santista tem se constituído num problema histórico, passando por sucessivas administrações sem solução.

A inexistência de locais apropriados para a disposição desses resíduos resultou na criação de múltiplos vazadouros onde os resíduos são depositados a céu aberto, transformando-se em focos de deterioração do meio ambiente, tão agredido naquela região.

A situação dos municípios de Santos, São Vicente, Cubatão, Praia Grande e Guarujá enquadra-se exatamente na situação descrita, agravada pela grande produção de lixo, aumentada de muito nas épocas de temporada e fins de semana prolongados nas cidades litorâneas (exceção feita a Cubatão), bem como pela inexistência de áreas próprias para a construção de aterros sanitários.

Atualmente, dos municípios mencionados, apenas dois deles têm um esboço de solução: o Município de Guarujá, que implantou um aterro sanitário em junho/84, e Cubatão, que desenvolve, desde 1982, de forma precária e incipiente, um aterro numa das áreas a serem ocupadas pelo "ELBAS".

O aterro do Município de Guarujá, no entanto, é solução temporária, pois tem vida útil de curta duração, menos de dois anos, e foi implantado em terreno situado próximo a moradias, o que já ocasionou, em épocas de chuvas intensas, sérios problemas àquela comunidade.

Os municípios de Santos e São Vicente possuem enormes depósitos de lixo a céu aberto, sobre áreas de mangues e junto a cursos hídricos, em terrenos cujas capacidades de recepção de resíduos se encontram praticamente esgotadas.

O Município de Praia Grande também possui um depósito de lixo a céu aberto, operado precariamente em área de mangue.

A inexistência de perspectivas da criação de soluções individuais para esses problemas torna premente a implantação de um projeto abrangente como o "ELBAS".

SOLUÇÃO PROPOSTA

O relatório resultante do estudo realizado em 1980, "ENERGIA DE LIXO NA BAIXADA SANTISTA - PROJETO ELBAS", preconiza uma solução de transporte e destinação final, através de aterro sanitário dos resíduos sólidos coletados nos municípios de Santos, São Vicente, Cubatão, Praia Grande e Guerujá, bem como ao aproveitamento do biogás, através de sua captação no aterro, condicionamento e emissão a um consumidor, no caso a COSIPA.

Esse trabalho foi realizado visando a verificar a viabilidade técnica e econômico-financeira do empreendimento proposto e, para isso, foram desenvolvidos os estudos necessários para se atingir o fim pretendido.

Os estudos técnicos tiveram como ponto de partida a seleção de uma área adequada à implantação de um aterro sanitário anergético, isto é, favorável à operação de um aterro sanitário, levando-se em conta os fatores ambientais, de fácil acesso aos veículos coletores, de boa capacidade de recepção de lixo e próxima à companhia consumidora do gás energético. Esta área foi a denominada Sítio Areaes, que compreende quatro valas na encosta de um morro situado no Município de Cubatão, identificados por sub-áreas I a IV, próximo cerca de dois quilômetros, em linha reta, da COSIPA.

Os estudos de transporte dos lixos coletados nas cidades levaram à proposição de construção de três estações de transbordo dos resíduos, sendo uma localizada em Santos, com capacidade para atender a este município e ao de São Vicente, e as outras duas localizadas uma em Praia Grande e outra em Guarujá. O transporte do lixo da cidade de Cubatão seria transportado por via direta, isto é, pelos próprios veículos coletores, dada à proxi

midade do aterro sanitário.

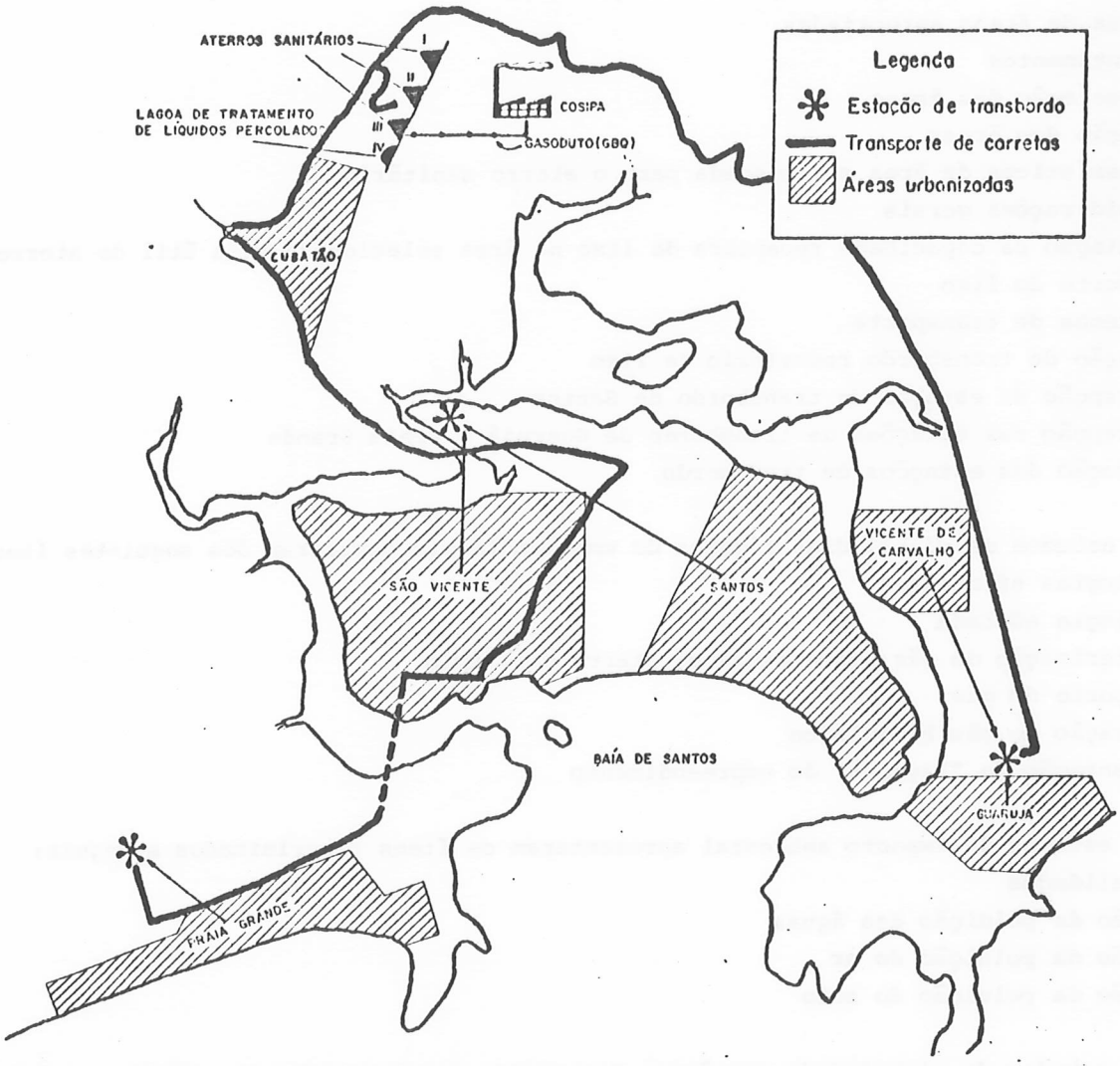

FIGURA 1 - Esquema da solução preconizada no Projeto ELBAS

SÍNTESE DO ESTUDO ELABORADO EM 1980

O trabalho desenvolvido para implementação do "Projeto ELBAS" compõe-se de: a) estudos técnicos; b) estudos de viabilidade técnica do empreendimento; c) impacto ambiental; d) estudos de viabilidade econômico-financeira do empreendimento e e) linhas de financiamento.

Os estudos técnicos constaram dos seguintes ítens e sub-ítens:

. Estimativa de produção de lixo a ser encaminhado ao aterro sanitário.
- quantidades atuais de lixo coletado em Santos, São Vicente, Cubatão, Guarujá e Praia Grande.
- médias anuais de lixo coletado em Santos, São Vicente, Cubatão, Guarujá e Praia Grande.
- projeções das quantidades de lixo coletado em Santos, São Vicente, Cubatão, Guarujá e Praia Grande.
- projeções das quantidades de lixo a ser encaminhado ao aterro sanitário.

. Atributos do lixo como fonte potencial de geração de gás.
- fundamentos básicos da digestão anaeróbia.
- composição de resíduos dispostos em aterros sanitários.
- composição e poder calorífico dos gases de aterro.
- taxas de produção de gás.

- considerações sobre os dados compilados e estimativa da taxa de produção adotada.
- expectativa da produção de gás do "Projeto ELBAS".

. Pesquisa de áreas apropriadas
- levantamentos
- pré-seleção das áreas
- seleção das áreas

. Características da área selecionada para o aterro sanitário
- considerações gerais
- avaliação da capacidade receptora de lixo na área selecionada; vida útil do aterro.

. Transporte do lixo
- sistemas de transporte
- estação de transbordo rodoviário de lixo
- concepção da estação de transbordo de Santos
- concepção das estações de transbordo de Guarujá e Praia Grande
- operação das estações de transbordo

Os estudos de viabilidade técnica do empreendimento constaram dos seguintes ítens:

. Tecnologias existentes
. Tecnologia adotada
. Caracterização do gás proveniente do aterro sanitário
. Transporte do gás
. Utilização do gás bioquímico
. Apresentação do "lay-out" do empreendimento

Os estudos de impacto ambiental apresentaram os ítens discriminados a seguir:

. Generalidades
. Redução da poluição das águas
. Redução da poluição do ar
. Redução da poluição do solo

Os estudos de viabilidade econômico-financeira do empreendimento constaram dos ítens e sub-ítens discriminados em sequência:

. Considerações preliminares
. Alternativas
. Investimentos necessários
- terreno
- proteção, controle e infraestrutura
- drenagem de líquidos percolados
- tratamento de líquidos percolados
- estudos e projetos
- estação de transbordo e transporte
- construção do gasoduto

. Custos operacionais
- aterro sanitário
- estações de transbordo

. Receitas provenientes da utilização do GBQ
. Resumo dos investimentos e custos operacionais
. Fluxo de caixa e rentabilidade

Os estudos sobre linhas de financiamento apresentaram os seguintes ítens:

. Antecedentes

. Linhas de financiamento para a implantação do projeto
. Linhas de financiamento para o projeto e estudos de desenvolvimento
. As outras entidades contatadas
. Recomendações

A seguir, nos ítens subsequentes, faz-se um breve resumo do conteúdo do trabalho, daquilo que trata dos aspectos técnicos e econômicos, tendo em vista que o estudo sobre as linhas de financiamento estão inteiramente defasados no tempo, após cinco anos passados do estudo original.

ESTUDOS TÉCNICOS

Estimativa da produção de lixo a ser encaminhado ao aterro sanitário

Na tabela 1 são reproduzidas as projeções das quantidades de lixo coletado anualmente nos municípios de Santos, São Vicente, Cubatão, Guarujá e Praia Grande. Tais projeções resultaram da análise criteriosa de dados de população fixa e flutuante, séries históricas de pesagem de lixo coletado nas cidades, informações contidas em outros estudos realizados anteriormente, índices médios de produção "per capita", sazonalidade e emprego de modelos matemáticos de regressão linear.

Foram considerados todos os resíduos passíveis de serem dispostos no aterro sanitário energético, quais sejam os resíduos provenientes da coleta regular, dos serviços de varrição, capinação e raspagem, limpeza de locais de feiras-livres e de praias e alguns resíduos provenientes do sistema de esgotos de Santos e São Vicente e de caixas de gordura.

A título de exemplo, para o ano de 1985 extraem-se, da tabela 1, os seguintes valores médios diários de quantidades de resíduos sólidos para cada um dos municípios:

. Santos ..... 520 t/dia
. São Vicente ..... 77 t/dia
. Cubatão ..... 75 t/dia
. Praia Grande ..... 155 t/dia
. Guarujá ..... 177 t/dia
. Total ..... 1 004 t/dia

Atributos do Lixo como Fonte Potencial de Geração do Gás

A decomposição biológica de compostos orgânicos contidos no lixo, em ambiente anaeróbio, tal como ocorre no interior de um aterro sanitário, é um processo em que a matéria orgânica complexa é convertida em metano e gás carbônico. Esta conversão se efetua em dois estágios consecutivos.

No primeiro estágio, os compostos orgânicos complexos, tais como gorduras, proteínas e carbohidratos são convertidos em matéria orgânica mais simples, principalmente ácidos orgânicos de cadeia curta, como o acético, o propiônico e o butírico. Ocorre ainda a formação de gases, principalmente o gás carbônico, e uma pequena quantidade de novas células. Esta degradação é realizada pelas bactérias acidogênicas, que podem ser aeróbias ou facultativas, auxiliadas por enzimas extracelulares.

No segundo estágio ocorre a estabilização da matéria orgânica, onde certas espécies de bactérias metanogênicas, estritamente anaeróbias, utilizam os ácidos voláteis formados no primeiro estágio para a formação de gás metano (CH_4) e gás carbônico (CO_2), enquanto outras espécies utilizam o gás carbônico formado como receptor de hidrogênio, removido enzimaticamente dos compostos orgânicos, para formar gás metano e água.

TABELA 1 - PROJEÇÕES DAS QUANTIDADES DE LIXO COLETADO EM SANTOS, SÃO VICENTE, CUBATÃO, GUARUJÁ E PRAIA GRANDE (t/ano)

Município / Ano	Santos	São Vicente	Cubatão	Guarujá	Praia Grande	Total
1981	166 363	24 658	21 499	55 489	45 915	313 924
1982	172 223	25 526	22 940	57 831	48 555	327 075
1983	178 078	26 394	24 388	60 149	51 193	340 202
1984	183 944	27 263	25 883	62 436	53 757	353 283
1985	189 806	28 132	27 423	64 678	56 457	366 496
1986	195 668	29 002	29 008	66 872	59 180	379 730
1987	201 532	29 872	30 609	69 015	61 923	392 951
1988	207 394	30 741	32 314	71 058	64 545	406 052
1989	213 227	31 611	34 003	73 116	67 325	419 312
1990	219 119	32 480	35 795	75 080	70 127	432 601
1991	224 983	33 351	37 646	76 985	72 787	445 752
1992	230 849	34 221	39 559	78 837	75 622	459 088
1993	237 708	35 090	41 533	80 632	78 474	473 437
1994	242 572	35 960	43 570	82 377	81 178	485 657
1995	248 435	36 831	45 672	84 075	84 065	499 078
1996	254 297	37 700	47 839	85 721	86 971	512 528
1997	260 162	38 571	50 073	87 336	89 897	526 039
1998	266 037	39 442	52 377	88 916	92 653	539 425
1999	271 887	40 310	54 752	90 452	95 608	553 009
2000	277 682	41 178	57 199	91 951	98 582	566 592
2001	283 531	42 029	59 720	93 442	101 366	580 088
TOTAL	4 725 497	700 362	813 832	1 596 448	1 536 180	9 372 319

Os dois grupos de bactérias responsáveis pelo processo têm condições ótimas de crescimento bastante distintas, sendo as metanogênicas de crescimento mais lento e mais sensíveis às variações das condições do processo. Nos processos convencionais, em que as duas etapas são realizadas no mesmo ambiente físico, o passo limitante do processo é a formação de gás metano.

As condições ótimas de reprodução das bactérias metanogênicas são: temperatura de 27 a 37°C (faixa mesofílica) ou de 55 a 60°C (faixa termofílica), pH próximo a 7,0, ocorrência de nutrientes em quantidades suficientes, ausência de oxigênio molecular, ausência de substâncias tóxicas, tempo de detenção de 10 a 30 dias e boas condições de homogeneização.

Na faixa termofílica, o processo ocorre mais rapidamente, porém isto pode não compensar o dispêndio extra de energia para o aquecimento.

Quanto à composição e poder calorífico do gás bioquímico-GBQ gerado, a tabela 6.2 apresentada mostra os resultados de análises efetuadas em amostras realizadas em antigo aterro de São Paulo, localizado na altura do quilômetro 14,5 da Rodovia Raposo Tavares. A composição dos gases em aterros sanitários vai depender, num certo grau, das características dos resíduos aterrados.

Em relação às taxas de produção de gás, dada à insuficiência de dados referentes a sua produção em aterros sanitários, para a elaboração do "Projeto ELBAS" foram compilados dados obtidos em ensaios de laboratório, em condições controladas, e em aterros sanitários, levadas a efeito nos Estados Unidos. Ressalte-se a inexistência de dados práticos sobre a variação dessas taxas ao longo do tempo.

A compilação desses dados permitiu tecer as seguintes considerações:

- os valores obtidos, tanto em experimentos laboratoriais como aqueles realizados em campo, referem-se aos resíduos sólidos domiciliares característicos dos E.U.A., com teores de umidade da ordem de 30%, de restos alimentares de 10 a 15% e de papel de 40 a 45%; os resíduos sólidos característicos do Município de São Paulo, semelhantes aos do resto do País, apresentam valores médios da ordem de 61% de umidade, 17% de papel, 5% de papelão e 62% de orgânicos;

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA

TABELA 2 - COMPOSIÇÃO QUÍMICA E PODER CALORÍFICO OBTIDOS EM AMOSTRAS DE GBQ DO ATERRO SANITÁRIO DA RODOVIA RAPOSO TAVARES - QUILÔMETRO 14,5 (SÃO PAULO)

Componentes químicos e Poder Calorífico	Valores de duas amostragens	
	I	II
Metano - CH_4 (%)	61,9	67,0
Gás Carbônico - CO_2 (%)	36,7	26,1
Oxigênio - O_2 (%)	1,4	2,1
Nitrogênio - N_2 (%)		4,3
Monóxido de carbono - CO (%)	...	0,2
Gás sulfídrico - H_2S (%)	0,001	...
Gás sulfuroso - SO_2 (%)	...	traços
Outros (%)	...	0,3
Poder Calorífico Superior - PCS ($kcal/Nm^3$)	5 810	6 300

Obs.: (...) cifra desconhecida

- todos os ensaios efetuados mostraram que um aumento, tanto na umidade como na temperatura, acelera a produção de gás;
- os valores teóricos de produção de gás encontrados variaram de 248 Nm^3/t de lixo até 410 Nm^3/t, conforme alguns autores; entretanto, os valores recomendados para aterros, para alguns autores, variaram de 42 Nm^3/t até 124 Nm^3/t (evidentemente, estes valores foram recomendados para aterros sanitários construídos sem a finalidade de aproveitamento de gás como fonte de energia).

O "Projeto ELBAS" levou em conta que, para o caso brasileiro, os valores de produção de gás poderiam ser majorados, tendo-se em vista as diferenças de teor de matéria orgânica, teor de umidade do lixo e temperatura do meio ambiente e a própria concepção do aterro sanitário do presente projeto.

Na tabela 3 mostra-se a estimativa da produção de GBQ útil (descontadas as perdas) consideradas no "Projeto ELBAS". Na figura 1, a mesma produção é apresentada na forma gráfica, comparando-se a mesma com as curvas propostas por Tabasaram e Rettenberger (ISWA Journal 26/27, Dec. 1978, Jan. 1979).

Com base, portanto, nas projeções das quantidades de lixo dos municípios a serem encaminhadas ao aterro sanitário energético e na proposição da taxa de produção de GBQ, o estudo apresentou as estimativas de quantidades de gás bioquímico conforme apresentadas na tabela 4 e gráfico da figura 2.

Características da Área Selecionada para o Aterro Sanitário

No antigo Sítio Areaes, localizado no Município de Cubatão, existem 4 sub-áreas adjacentes (enumeradas de I a IV), as quais foram indicadas para implantação do "ELBAS".

Previu-se a execução do aterro sanitário nas áreas I, II e III, em duas etapas, com início previsto na área III. A área IV foi reservada para a implantação de um sistema de tratamento do líquido percolado do aterro, através de lagoas de estabilização biológica.

*TABELA 3 - ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO DE GBQ ÚTIL * DO ATERRO SANITÁRIO ENERGÉTICO DO "PROJETO ELBAS"*

Ano	Produção Anual de GBQ (Nm^3/t de lixo X ano)	Produção Acumulada do GBQ (Nm^3/t de lixo)
1º	-	-
2º	19	19
3º	18	37
4º	17	54
5º	16	70
6º	15	85
7º	14	99
8º	13	112
9º	12	124
10º	11	135
11º	10	145
12º	9	154

* Descontadas as perdas

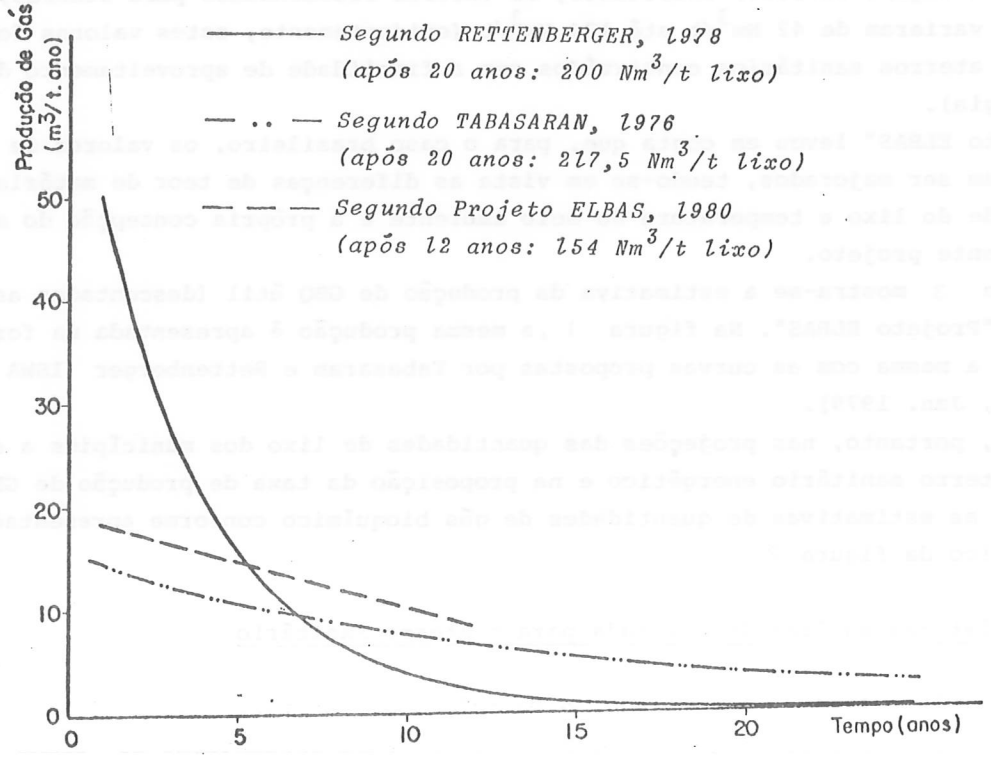

FIGURA 2 - Produção de gás de Aterro Sanitário ao Longo do Tempo, segundo TABASARAN, RETTENBERGER e ELBAS

TABELA 4.- ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO DE GBQ ÚTIL NO "PROJETO ELBAS"*

Ano	Quantidade de Lixo Encaminhado ao Aterro (t/ano)			Produção de Gás Útil					
				Diária (Nm^3/dia)			Anual (Nm^3/ano)		
	de Santos, Cubatão e São Vicente	de Guarujá e Praia Grande	Total	do lixo de Santos, Cubatão e S. Vicente	do lixo de Guarujá e Praia Grande	Total	do lixo de Santos, Cubatão e S. Vicente	do lixo de Guarujá e Praia Grande	Total
1981	212 520	101 404	313 924	0	0	0	0	0	0
1982	220 689	106 386	327 075	11 063	5 287	16 350	4 037 880	1 929 676	5 967 556
1983	226 549	111 342	337 891	21 968	10 539	32 507	8 018 451	3 846 606	11 865 057
1984	237 090	116 193	353 283	32 574	15 765	48 340	11 889 673	5 754 314	17 643 987
1985	245 361	121 136	366 497	43 109	20 939	64 048	15 734 625	7 642 849	23 377 474
1986	253 678	126 052	379 730	53 424	26 052	79 476	19 499 736	9 509 108	29 008 844
1987	262 013	130 938	392 951	63 499	31 089	94 589	23 177 309	11 347 635	34 524 944
1988	270 449	135 603	406 052	73 314	36 053	109 350	26 759 669	13 152 944	39 912 613
1989	278 871	140 441	419 312	82 850	40 866	123 716	30 240 300	14 916 003	45 156 303
1990	287 394	145 207	432 601	92 084	45 576	137 660	33 610 500	16 635 275	50 245 775
1991	295 980	149 772	445 752	100 997	50 150	151 146	36 863 766	18 304 641	55 168 407
1992	304 629	154 459	459 088	109 659	54 563	164 132	39 992 773	19 915 569	59 908 342
1993	313 331	159 106	472 437	113 123	56 588	169 711	41 289 969	20 654 694	61 944 663
1994	322 102	163 555	485 657	116 699	58 600	175 299	42 595 043	21 389 091	63 984 134
1995	330 938	168 140	499 078	120 349	60 591	180 939	43 927 244	22 115 651	66 042 895
1996	339 836	172 692	512 528	123 966	62 571	186 536	45 247 448	22 838 305	68 085 753
1997	348 806	177 233	526 039	127 607	64 537	192 144	46 576 698	23 555 956	70 132 654
1998	357 856	181 569	539 425	131 275	66 490	197 765	47 915 367	24 269 002	72 184 369
1999	366 949	186 060	553 009	134 973	68 422	203 395	49 265 050	24 974 163	74 239 213
2000	376 059	190 533	566 592	138 692	70 347	209 039	50 622 425	25 676 702	76 299 127
2001	-	-	-	142 986	72 260	215 246	52 189 886	26 375 067	78 564 953

* Descontadas as perdas

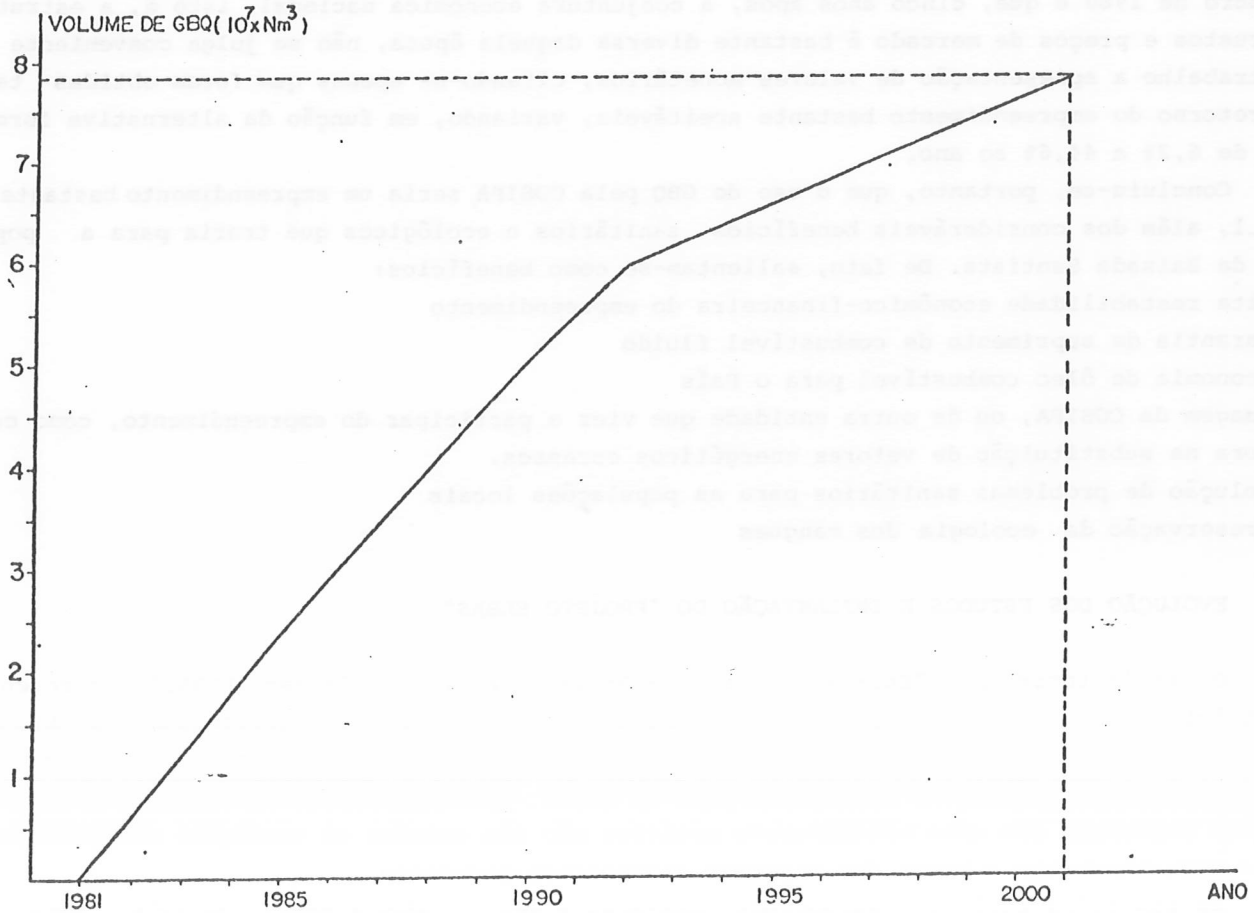

FIGURA 3 - Produção Anual Total de GBQ Útil, em função do tempo, prevista no "Projeto ELBAS" (*Descontadas as perdas)*

ESTUDOS DE VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA DO EMPREENDIMENTO

O reaproveitamento de resíduos sólidos para quaisquer finalidades tem sido, ao longo do tempo, objeto de inúmeros estudos, donde se conclui que cada situação é um caso diferente que conduz a distintas conclusões.

No estudo do "Projeto ELBAS" foram desenvolvidos estudos econômicos visando a se avaliar as taxas de retorno interno (TIR) do empreendimento, considerando-se diferentes situações de investimento e custeio dos elementos que compõem os sistemas de transporte e aterramento de lixo e captação e emissão do biogás.

Tais situações foram simuladas considerando-se diferentes cenários de investimentos e hipóteses de desembolso e de valoração do GBQ.

Os cenários montados referiram-se à época em que seriam adquiridas as áreas necessárias à execução do acesso e da primeira e segunda etapas do projeto, bem como a forma de financiamento dos desembolsos que seriam efetuados nos três primeiros anos de implantação.

Quanto às hipóteses relativas aos investimentos, foram elas formuladas considerando-se a extensão dos desembolsos que estariam a cargo da COSIPA e das Prefeituras Municipais envolvidas no empreendimento.

Para os cálculos das receitas do empreendimento, foram efetuadas hipóteses quanto à valoração do GBQ, tomando-se por base o preço do óleo combustível utilizado pela COSIPA e o preço do gás de nafta produzido e vendido pela companhia de gás de São Paulo (COMGÁS).

A combinação das hipóteses formuladas para cada um dos cenários gerou um leque de 27 alternativas econômicas. Para todas estas alternativas foram calculados os seguintes parâmetros: investimentos necessários, custos operacionais, receitas, fluxos de caixa e taxas de retorno.

Tendo em vista que os valores monetários foram avaliados com base de cruzeiros (Cr$) de outubro de 1980 e que, cinco anos após, a conjuntura econômica nacional, isto é, a estrutura de custos e preços de mercado é bastante diversa daquela época, não se julga conveniente neste trabalho a apresentação de valores monetários, citando-se apenas que foram obtidas taxas de retorno do empreendimento bastante aceitáveis, variando, em função da alternativa formulada, de 6,2% a 44,6% ao ano.

Concluiu-se, portanto, que o uso do GBQ pela COSIPA seria um empreendimento bastante rentável, além dos consideráveis benefícios sanitários e ecológicos que traria para a população da Baixada Santista. De fato, salientam-se como benefícios:

- alta restabilidade econômico-financeira do empreendimento
- garantia de suprimento de combustível fluido
- economia de óleo combustível para o País
- imagem da COSIPA, ou de outra entidade que vier a participar do empreendimento, como cooperadora na substituição de vetores energéticos escassos.
- solução de problemas sanitários para as populações locais
- preservação da ecologia dos mangues

EVOLUÇÃO DOS ESTUDOS E IMPLANTAÇÃO DO "PROJETO ELBAS"

O estudo intitulado "Energia do Lixo na Baixada Santista - Projeto ELBAS", apresentado no início do ano de 1981, não teve continuidade no sentido de serem implantadas as obras preconizadas, devido em parte aos problemas financeiros (inexistência de recursos) e, principalmente, ao aspecto político de envolvimento de cinco municipalidades em um projeto único, de âmbito regional. Sem este entendimento político não são criadas as condições necessárias para o equacionamento e busca dos recursos financeiros previstos.

As condições políticas apropriadas passaram a ser criadas a partir de 1984, considerando-se então a possibilidade de se dar início à implantação do "Projeto ELBAS" a partir do fi

Transporte do Gás

O GBQ será captado no interior do aterro sanitário, através da rede de drenagem desenvolvida pela tecnologia adotada, e transferido para a usina (COSIPA) por meio de um sistema de transporte de gás, constituído por instalações de sucção, compressão, desumidificação e gasoduto.

Para a operação de compressão, necessária ao despacho do gás para a usina, previu-se a instalação de um conjunto de exaustores/compressores centrífugos ou alternativos, que fará a sucção do gás do aterro e o comprimirá para o gasoduto.

Utilização do Gás Bioquímico

O GBQ apresenta todas as vantagens de utilização inerentes aos combustíveis gasosos, quando comparados aos sólidos e líquidos, ressaltando-se:

. maior rendimento na combustão, por já se encontrar na condição do processo, evitando com isso perdas devidas ao calor de liquefação e de vaporização, e maior homogeneidade da mistura combustível/comburente;

. possibilidade de se atuar na velocidade do gás (consequentemente de sua vazão), através de modificação da pressão de alimentação dos queimadores, dado ao caráter aeriforme do gás;

. maior facilidade no controle operacional e na manutenção de equipamentos, não ocasionando incrustações nos queimadores, câmaras de combustão e dutos de escape dos gases de combustão;

. facilidade de mistura com outros combustíveis gasosos, não necessitando de reservatórios e sistemas de homogeneização, como no caso dos líquidos.

O gás bioquímico do lixo poderá ainda ser misturado a outros gases combustíveis que, por seu baixo teor energético ou quantidades produzidas, não sejam hoje utilizados, bastando para isso o uso de queimadores adequados para a mistura.

IMPACTO AMBIENTAL

A implantação do "Projeto ELBAS" disciplinará a destinação final do lixo na Baixada Santista, eliminando os vazadouros e dezenas de pequenas descargas de resíduos, a céu aberto, existentes nos municípios e que causam sérios problemas de poluição do solo, do ar (fumaça da combustão) e das águas (líquidos percolados e sólidos suspensos).

Todos os conhecidos problemas decorrentes da inadequada destinação de resíduos sólidos são agravados, em muito, na região da Baixada Santista, dada as suas características. Sua extensa zona de mangues vai do pé da Serra do Mar até a Ilha de São Vicente, constituindo-se numa faixa que toma lugar nos municípios de São Vicente, Cubatão, Guarujá e Santos.

A degradação da qualidade de água e do sedimento do estuário, assim como a alteração na composição e na estética de vegetação em áreas de mangue são evidências de graves desequilíbrios nestes ecossistemas altamente produtivos, fato este muitas vezes irreversível.

A utilização de áreas alagadiças para a deposição de lixo das cidades implica em aumento da poluição das águas pelos líquidos percolados.

Ainda, a implantação do ELBAS terá como consequência o desaparecimento de problemas urbanísticos e de natureza social decorrentes do estabelecimento de locais para deposição do lixo sem o devido planejamento. Tais locais poderão ser recuperados para uso público, através de um planejamento adequado.

O aproveitamento do biogás como combustível, em substituição a uma parcela equivalente de óleo combustível, tem como vantagem, ainda, atuar indiretamente no controle da poluição do ar, ao oferecer uma alternativa não poluente para o óleo BPF, que contem cerca de 5% de enxofre.

TABELA 5 - LOCAIS PRECONIZADOS NO "PROJETO ELBAS" PARA CONSTRUÇÕES DE TRANSBORDO

Município	Local de Transbordo	Distância Rodoviária (km)
Santos e São Vicente	Alemôa (Santos)	16
Guarujá	Jardim Primavera	29
Praia Grande	Vila Sônia	31

"Projeto ELBAS", foi desenvolvida em São Paulo, a partir de 1979, pela empresa de consultoria HICSAN LTDA, para a Prefeitura da Capital, ao serem projetados dois grandes conjuntos de aterros sanitários em locais próximos de áreas urbanizadas.

Os estudos conduziram a projetos que foram esquematizados conforme apresentados nas figuras 4 e 5, destacando-se principalmente os pontos seguintes:

. captação dos líquidos percolados através de drenos localizados na parte inferior dos aterros e condução dos mesmos a um sistema de tratamento;

. tratamento dos líquidos percolados através de um sistema de lagoas de estabilização em série (anaeróbia + facultativa + maturação) durante a fase de operação dos aterros;

. recirculação dos líquidos percolados para o interior da massa de lixo, após concluídas as etapas úteis dos aterros, sendo ainda prevista, se necessária para a reposição dos líquidos evaporados, a adição de água, esgotos ou resíduos líquidos industriais orgânicos;

. construção das células de lixo com 5 m de espessura e cobertura mínima com terra, devendo esta cobertura ser removida por ocasião da execução da célula superior, misturando-se a terra com o lixo ao ser este acondicionado na nova célula em execução, a fim de evitar possíveis compartimentos estanques que dificultariam o fluxo de líquidos e gases;

. drenagem dos gases através de sistema combinado de drenos verticais e horizontais, utilizando-se tubulação ranhurada para circulação dos líquidos percolados e dos gases, e

. acabamento final na superfície superior com uma camada de pedra britada e uma manta de filme plástico para vedação do aterro, reduzindo-se a perda de gás, intercalando-se entre a pedra e o filme plástico uma manta de geo-membrana sintética para proteção do plástico, e colocando-se finalmente uma camada de cerca de 1 metro de terra, onde será aplicada hidro-semeadura para evitar erosão, assim como implantado um eficiente sistema de coleta de águas pluviais.

Caracterização do Gás Proveniente do Aterro Sanitário

Em função dos resultados de análises de GBQ encontrado nos aterros de São Paulo e Rio de Janeiro, adotou-se para o desenvolvimento do "Projeto ELBAS" um valor de 5 800 kcal/Nm^3, para o seu poder calorífico superior (PCS).

O GBQ constitui-se, portanto, em uma mistura gasosa com poder energético 22% acima do gás manufaturado que é distribuído na cidade de São Paulo, cujo PCS é de 4 750 kcal/Nm^3. Sua densidade relativa está em torno de 0,88 (ar=1), que o classifica como um gás combustível leve.

A ausência de monóxido de carbono ou outro contaminante tóxico confere ao gás bioquímico do aterro o caráter de não toxicidade, e a presença de frações mínimas de derivados sulfúricos apresenta-o como gás não poluente, isento de odores desagradáveis.

Para a utilização do GBQ como combustível, não se faz necessário qualquer tipo de tratamento visando a se alterar suas qualidades físico-químicas, sendo suficiente tão somente a diminuição do teor de umidade, que se fará por simples separação do condensado, visto que o GBQ extraído do aterro constitui-se numa mistura saturada de umidade.

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA

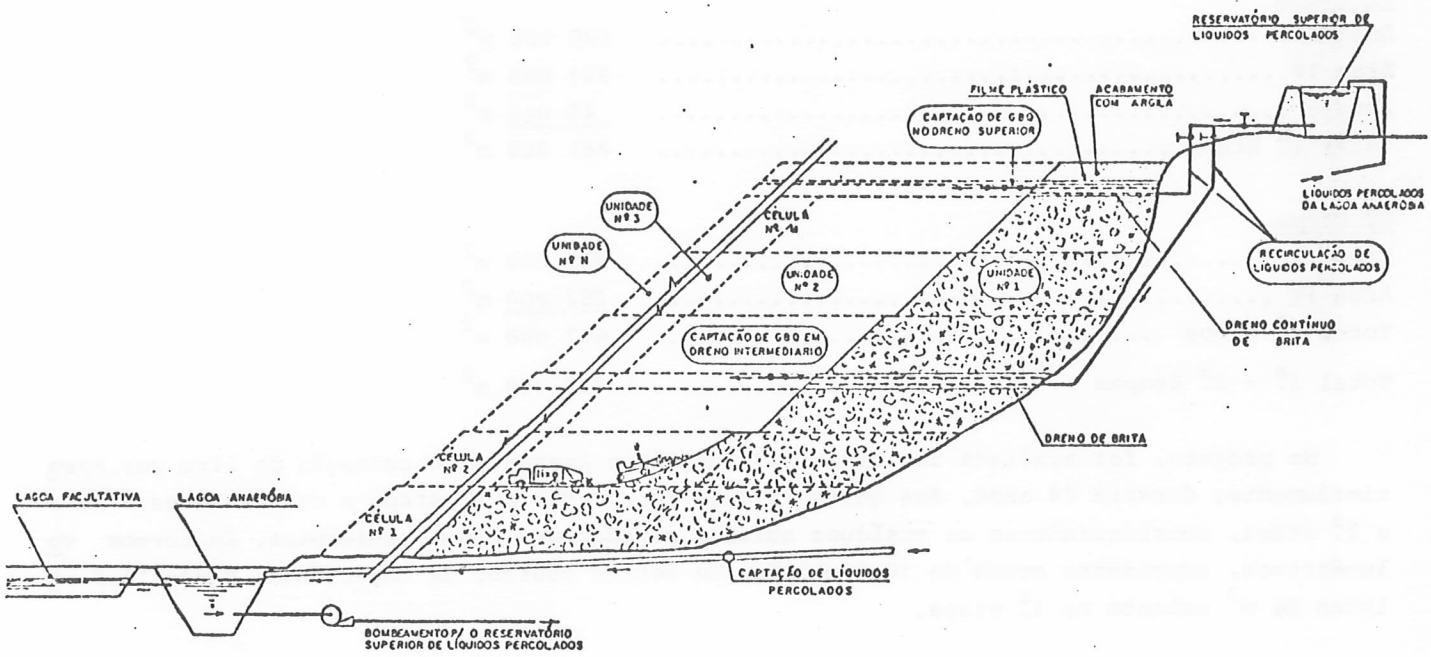

FIGURA 4.- Esquema Longitudinal do Aterro Sanitário com Aproveitamento de GBQ

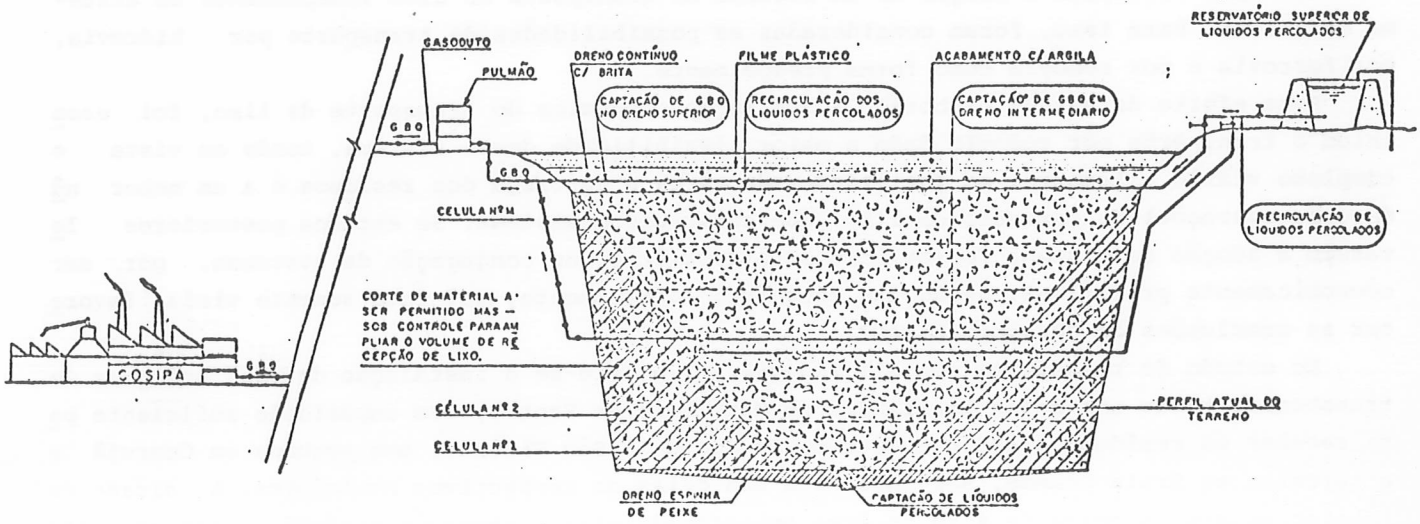

FIGURA 5 - Esquema transversal do Aterro Sanitário com Aproveitamento de GBQ

As superfícies de terreno estimadas como sendo necessárias ao projeto foram as seguintes:

1ª Etapa

Área III	620 000 m^2
Área IV	213 000 m^2
Acesso	48 000 m^2
Total 1ª Etapa	881 000 m^2

2ª Etapa

Área I	365 000 m^2
Área II	252 000 m^2
Total 2ª Etapa	617 000 m^2
Total 1ª + 2ª Etapas	1 498 000 m^2

No projeto, foi avaliada uma capacidade do Sítio Areaes para recepção de lixo por, aproximadamente, durante 24 anos, dos quais 17 anos abrangerão a 1ª etapa e os restantes 7 anos a 2ª etapa, considerando-se os resíduos sólidos gerados nos cinco municípios. Em termos volumétricos, representa cerca de 18,8 milhões de metros cúbicos de capacidade, sendo 11,9 milhões de m^3 somente na 1ª etapa.

Transporte de Lixo

Em decorrência da localização da área preconizada para o "Projeto ELBAS" estar situada próxima à COSIPA e ao longo da Rodovia Cubatão-Piaçaguera, as distâncias a serem percorridas pelos veículos coletores no transporte do lixo recolhido em Santos, São Vicente, Guarujá e Praia Grande são consideráveis, através de estradas de difícil trânsito e intenso movimento de veículos.

Tal fato recomenda a adoção de um sistema de transporte de lixo independente do sistema de coleta. Para isso, foram consideradas as possibilidades de transporte por hidrovia, por ferrovia e por rodovia como forma predominante.

Para efeito do estudo elaborado e avaliação econômica do transporte de lixo, foi escolhido o transporte por rodovia dada a maior flexibilidade deste sistema, tendo em vista o complexo viário existente, as facilidades de carga e descarga dos resíduos e a um menor número de operações de manuseio do lixo, que encarecem o sistema. Se estudos posteriores levassem à adoção de sistema ferroviário ou hidroviário, ou conjugação de sistemas, por ser economicamente preferível, desde que exequível tecnicamente, tal fato somente viria favorecer as conclusões do "Projeto ELBAS".

No estudo do transporte por via rodoviária, previu-se a instalação de três estações de transbordo, sendo uma delas localizada no Município de Santos, com capacidade suficiente para receber os resíduos sólidos coletados em Santos e São Vicente, uma segunda em Guarujá e a terceira em Praia Grande, servindo cada uma delas os respectivos municípios. A cidade de Cubatão acha-se a cerca de 4 km da área selecionada para o aterro sanitário e, portanto, dispensaria qualquer tipo de instalação de transbordo.

Os estudos das estações foram norteadas de forma a se ter baixo investimento inicial, simplicidade de operação e economicidade do sistema.

ESTUDOS DE VIABILIDADE TÉCNICA DO EMPREENDIMENTO

Tecnologia Adotada

A tecnologia para a construção do aterro sanitário energético, adotada na execução do

nal do ano de 1985.

Entretanto, como o projeto original data de 1980, apresenta uma certa defasagem, como já citado, com as condições atuais da economia nacional, necessitando de uma reformulação, para atualização, dos estudos realizados, tendo em vista ainda, além dos aspectos econômicos, os avanços tecnológicos ocorridos nesse período de tempo tanto no desenvolvimento de um aterro energético quanto no condicionamento e aproveitamento do biogás para fins energéticos.

Desta forma, preve-se para a continuidade dos trabalhos a execução de estudos e projetos para aterro sanitário com lixo urbano e industrial biodegradável, abrangendo:

. aterro sanitário propriamente dito;
. sistema de transbordo e de transporte secundário do lixo;
. sistema de tratamento e recirculação de líquidos percolados e
. sistema de captação, tratamento e transporte do GBQ - gás bioquímico.

A reavaliação do "Projeto ELBAS" e seu programa de implantação consistirá na elaboração de contrato a ser firmado entre as partes interessadas, no estabelecimento de diretrizes gerais e planejamento, na reavaliação técnica e econômico-financeira do empreendimento e no equacionamento do fluxo de recursos financeiros.

Assim é que, espera-se, após a submissão destes estudos à aprovação das partes, partase, de forma conclusiva, ao detalhamento dos projetos executivos dos sistemas componentes do "Projeto ELBAS", possibilitando o início de implantação das obras ainda no ano de 1985, o que deverá dar solução final a um problema da Baixada Santista que vem se desenrolando há longos anos, qual seja o da destinação final dos resíduos sólidos.

nal do ano de 1985.

Entretanto, como o projeto original data de 1980, apresenta uma certa defasagem, como já citado, com as condições atuais da economia nacional, necessitando de uma reformulação, para atualização, dos estudos realizados, tendo em vista ainda, além dos aspectos econômicos, os avanços tecnológicos ocorridos nesse período de tempo tanto no desenvolvimento de um aterro energético quanto no condicionamento e aproveitamento do biogás para fins energéticos.

Nesta forma, prevê-se para a continuidade dos trabalhos a execução de estudos e projetos para aterro sanitário com lixo urbano e industrial biodegradável, abrangendo:

. aterro sanitário propriamente dito;

. sistema de transbordo e de transporte secundário do lixo;

. sistema de tratamento e recirculação de líquidos percolados e

. sistema de captação, tratamento e transporte do CBG - gás biogênico.

A reavaliação do "Projeto EGGAS" e seu programa de implantação consistirá na elaboração de contrato a ser firmado entre as partes interessadas, no estabelecimento de diretrizes gerais e planejamento, na reavaliação técnica e econômico-financeira do empreendimento e no equacionamento do fluxo de recursos financeiros.

Assim é que, espera-se, após a submissão destes estudos à aprovação das partes, parta-se, de forma conclusiva, ao detalhamento dos projetos executivos dos sistemas componentes do "Projeto EGGAS", possibilitando o início de implantação das obras ainda no ano de 1985, o que deverá dar solução final a um problema da Baixada Santista que vem se desenvolvendo há longos anos, qual seja o da destinação final dos resíduos sólidos.

Data Aquis.:
Indic.:
Livraria:
Preço: Cr$
Data Tomba. 25/09/95