

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
Weliton Santos de Abreu

**ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA FINANCEIRA DA
GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DO
ATERRO SANITÁRIO DA CIDADE DE TAUBATÉ**

Taubaté – SP
2007

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
Weliton Santos de Abreu

**ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA FINANCEIRA DA
GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DO
ATERRO SANITÁRIO DA CIDADE DE TAUBATÉ**

Dissertação apresentada para obtenção do
Título de Mestre pelo Curso de Mestrado em
Gestão e Desenvolvimento Regional do
Departamento de Economia, Contabilidade e
Administração da Universidade de Taubaté.
Área de Concentração: Sistemas Produtivos,
Operações e Inovação.
Orientador: Prof. Dr. Antônio Pascoal
Del'Arco Jr.

Taubaté – SP
2007

A162a Abreu, Weliton Santos de.
Estudo de viabilidade técnica financeira da geração de energia elétrica a partir do aterro sanitário da cidade de Taubaté. / Weliton Santos de Abreu. — Taubaté: UNITAU, 2007.

93 fl.: il.; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – UNITAU – Universidade de Taubaté. Departamento de Economia, Contabilidade e Administração. 2007.
Orientador: Prof. Dr. Antônio Pascoal Del'Arco Jr.

1. Desenvolvimento Energético. 2. Política Pública. 3. Gestão Energética. I. Del'Arco Júnior, Antônio Pascoal. II. UNITAU – Universidade de Taubaté. Departamento de Economia, Contabilidade e Administração. III. Título.

CDD(21) 621.3191

WELITON SANTOS DE ABREU
ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA FINANCEIRA DA
GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DO
ATERRO SANITÁRIO DA CIDADE DE TAUBATÉ

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Gestão e Desenvolvimento Regional do Departamento de Economia, Contabilidade e Administração da Universidade de Taubaté.
Área de Concentração: Sistemas Produtivos, Operações e Inovação
Orientador: Prof. Dr. Antônio Pascoal Del'Arco Jr.

Data: 14 de abril de 2007

Resultado: APROVADO

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Antônio Pascoal Del'Arco Jr.

Universidade de Taubaté

Assinatura _____

Prof. Dr. Márcio da Silveira Luz

Universidade de Taubaté

Assinatura _____

Prof. Dr. Messias Borges da Silva

Universidade Estadual Paulista
"Júlio de Mesquita Filho"

Assinatura _____

Dedico esse trabalho aos meus pais e a meu irmão
pelo apoio nos momentos decisivos de minha vida.

AGRADECIMENTOS

A todos meus colegas que comigo enfrentaram esta etapa do aprendizado acadêmico com companheirismo e dedicação e, aos professores pela paciência e respeito que nos dedicaram.

Em especial ao meu professor e orientador Antônio Pascoal Del'Arco Jr. pela inigualável paciência e apoio nos momentos de dificuldades do desenvolvimento da pesquisa.

Ao Engenheiro Paulo Roberto pela colaboração quanto aos dados referente ao aterro sanitário de Taubaté.

Ao técnico-químico Geraldo pela colaboração quanto às informações referente à estruturação de aterros sanitários.

“Tudo o que fazemos cansa. Feliz daquele que não perde as forças.”

Goethe

RESUMO

A necessidade de reestruturação do setor elétrico brasileiro e a incapacidade de investimento pelo governo marcaram a abertura deste mercado para o capital privado. O processo iniciado em meados dos anos 90, junto à acentuada expansão do consumo ocorrido pela estabilização monetária, deixou o País à beira de uma crise de abastecimento. Somado aos impedimentos técnicos para ampliação do sistema hidroelétrico predominantemente adotado, potencializou-se, então, o empenho na busca por fontes alternativas. Dentre as inúmeras formas de geração de energia desenvolvidas, destaca-se o processo da queima dos gases como subproduto de estruturados aterros sanitários. Aplicando pesquisa bibliográfica e documental este estudo seleciona e apresenta os aspectos relevantes às organizações públicas que, usufruindo-se dos benefícios explícitos e implícitos nesta prática, decidam por investir no manejo dos resíduos urbanos. Portanto, além de proporcionar a descentralização da fonte energética e atuar sobre um problema social – lixo – esta atividade permite, por meio de mercados multilaterais e instrumentos econômicos criados pela crescente preocupação com o desenvolvimento sustentável da sociedade, uma atividade viável e com relativa rentabilidade para os municípios do Vale do Paraíba e Litoral Norte.

Palavras-chave: Desenvolvimento Energético; Política Pública; Gestão Energética.

ABSTRACT

The necessity of Brazilian electric sector reorganization and the incapacity of investment by the government represented the opening of this market for the private capital. The process initiated in the mid 90s, with the accented expansion of the consumption occurred by the monetary stabilization, left the Country in the edge of a supply crisis. Added to the technical impediments to turn that predominantly hydroelectric system adopted up, the search for alternative sources persisted increasingly. Amongst the innumerable energy generation developed forms, the process by gases burning as product of structuralized land fill is distinguished. Applying documentary and bibliographical research this study selects and presents the relevant aspects to public organizations that, use the explicit and implicit benefits of this practice and therefore decide for investing in the urban residues handling. So, besides providing the energy source decentralization and acting on a social problem - garbage - this activity allows, by multilateral markets and economic instruments created by the increasing concern with the sustainable development of the society, a viable activity and with relative yield for the cities in the Paraíba Valley and North Seaboard.

Key Words: Energy Development; Public Politics; Energy Management.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Avaliação dos pontos listados.....	61
Tabela 2 – Resultado da avaliação.....	62
Tabela 3 – Dados do empreendimento estudado.....	71
Tabela 4 – Estimativa para os 37 anos de vida útil do aterro.....	71
Tabela 5 – Estimativa dos gases para queima por ano.....	72
Tabela 6 – Custos estimados para funcionamento do aterro de Taubaté por ano.....	75
Tabela 7 – Custos estimados para diversas fontes.....	79

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Condições da disposição dos resíduos urbanos no Vale do Paraíba e Litoral Norte.....	37
---	----

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 – Modelo de decaimento de primeira ordem.....	69
---	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Aumento do consumo por classe de consumo.....	20
Figura 2 – Desenvolvimento da oferta de energia, demanda de energia e PIB.....	21
Figura 3 – Distribuição mundial do crédito carbono.....	31
Figura 4 – Divisão dos projetos para redução na emissão de poluentes.....	32
Figura 5 – Disposição dos resíduos urbanos no Vale do Paraíba e Litoral Norte.....	37
Figura 6 – Impactos ambientais em aterros sanitários.....	39
Figura 7 – Geração de energia por meio de aterro sanitário.....	40
Figura 8 – Estimativa energética em Adrianópolis e Marambaia.....	42
Figura 9 – Vista geral do aterro de Taubaté.....	47
Figura 10 – Processo de compactação.....	47
Figura 11 – Processo de recobrimento.....	48
Figura 12 – Rede de canaletas em área de utilização futura.....	48
Figura 13 – Reservatório do chorume produzido.....	49
Figura 14 – Dreno vertical e ponto de dispersão dos gases.....	49
Figura 15 – Demonstração da queima de gases.....	49
Figura 16 – Impermeabilização do solo.....	51
Figura 17 – Representação gráfica do aterro estruturado.....	52
Figura 18 – Níveis de acúmulo do aterro.....	53
Figura 19 – Central de monitoramento e queima de gases.....	53
Figura 20 – Sistema proposto para estudo de viabilidade.....	57
Figura 21 – Pontos cruzados para alavancagem.....	65
Figura 22 – Pontos cruzados para vulnerabilidade.....	65
Figura 23 – Pontos cruzados para limitações.....	65
Figura 24 – Pontos cruzados para problemas.....	65
Figura 25 – Produção per capita de resíduos em alguns países e cidades.....	65
Figura 26 – Composição média do lixo.....	66
Figura 27 – Acomodação diária estimada no período de 1976 – 2006.....	69

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 O PROBLEMA.....	15
1.2 OBJETIVOS	15
1.3 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO	15
1.4 RELEVÂNCIA DO ESTUDO.....	15
1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	16
2 REVISÃO DA LITERATURA	17
2.1 Introdução.....	17
2.2 O Setor Elétrico Brasileiro	17
2.2.1 Aumento da Demanda Elétrica.....	20
2.2.2 Busca por Fontes Alternativas no Brasil.....	21
2.3 Preocupação Ambiental e o Desenvolvimento Sustentável.....	23
2.4 O Valor Econômico do Meio Ambiente	24
2.5 Interpretação das Projeções de Custo	26
2.6 Processos de Incentivo ao Investimento Ambiental	28
2.7 Protocolo de Kyoto	29
2.8 Reflexo nas Políticas Públicas: Manejo de Resíduos Urbanos	32
2.9 Controle Ambiental e o Panorama Paulista	34
2.10 Resíduos Sólidos e o Cenário do Vale do Paraíba e Litoral Norte	36
2.11 Disposição Final dos Resíduos Sólidos.....	38
2.12 Geração de Gases em Aterros Sanitários	39
2.13 Aterros Sanitários e Geração de Energia Elétrica no Brasil	40
3 MÉTODO	43
4 RESULTADOS	46
4.1 Características do Aterro de Taubaté	46
4.2 Processo de estruturação de um aterro sanitário	50
4.3 Processo de implementação do projeto proposto.....	54
4.4 Avaliação do cenário para o empreendimento proposto	58
4.4.1 Alavancagem	62
4.4.2 Vulnerabilidades	63
4.4.3 Limitações	64

4.4.4 Problemas	65
4.5 Composição do lixo	65
4.6 Estimativa de produção de gases.....	67
4.7 Estimativa de produção de energia elétrica.....	72
4.8 Estimativa do custo da eletricidade proveniente do aterro de Taubaté	73
4.9 Comparativo de custos de produção da energia elétrica.....	75
5 DISCUSSÕES.....	80
6 CONCLUSÃO	84
REFERÊNCIAS.....	86
APÊNDICE A	90
ANEXO A.....	91

1 INTRODUÇÃO

O aumento da demanda e as dificuldades no crescimento da oferta de energia pela matriz nacional, em grande parte por falta de investimento, forçou o governo a desenvolver estratégias a fim de suprir as necessidades e manter o equilíbrio na balança de abastecimento de energia elétrica e, assim, não se tornar um entrave no desenvolvimento industrial brasileiro. Um dos aspectos desta prática foi a abertura de mercado e, que conseqüentemente, gerou a busca por fontes alternativas de energia elétrica.

A crescente preocupação com as questões ambientais e seus efeitos no crescimento sustentável de uma sociedade surge, paralelamente, como fonte de inúmeras discussões de como influenciará o comércio e quais os papéis dos cidadãos, seja ele pessoa física ou jurídica, pública ou privada. E, diante desta nova realidade, as cobranças por ações dos governantes resultaram em legislações específicas para as políticas de gerenciamento dos fatores que afetam o meio ambiente. Estas políticas influenciam o processo produtivo, onerando os custos, alterando a concepção do uso das matérias primas ou consumo dos equipamentos. Ou, sob o aspecto fiscalizador, aplicando multas a quem não atende os pré-requisitos estabelecidos.

Portanto, integrar estas informações, dentro da análise estratégica para uma administração municipal pode representar uma atividade rentável que justifique o investimento na correta disposição dos resíduos urbanos e autoprodução de energia elétrica.

1.1 O PROBLEMA

O problema proposto para estudo enfoca quais fatores levariam a administração pública municipal se tornar um produtor de energia elétrica em caráter alternativo ao sistema tradicional por meio do beneficiamento de seus resíduos urbanos em acordo com a recente abertura do mercado energético e enquadrar-se dentro do atual cenário sócio-ambiental.

1.2 OBJETIVOS

O objetivo do presente estudo foi analisar a viabilidade técnica financeira dos investimentos em fonte alternativa de energia elétrica pelo aproveitamento de resíduos orgânicos domésticos e fornecer subsídios que proporcionem benefícios às prefeituras municipais sob o ponto de vista financeiro, social e ambiental.

1.3 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

O estudo visou apontar fatores técnicos financeiros relevantes que podem ser inseridos no planejamento estratégico dos municípios localizados no Vale do Paraíba e Litoral Norte implementado com parceria público-privada ou não.

1.4 RELEVÂNCIA DO ESTUDO

Este estudo fornece informações sobre as recentes mudanças no mercado de energia elétrica nacional que vem a incentivar a geração alternativa de energia. E, conjuntamente, as modificações nas práticas de manejo dos resíduos urbanos diante de uma sociedade na busca pelo desenvolvimento sustentável.

Alinhando estes dados por meio de atividades e serviços que afligem diretamente a sociedade, desponta as possibilidades de construir atividades rentáveis sob aspectos financeiros e sociais aos órgãos administrativos municipais.

1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Primeiramente este trabalho apresenta as causas da gradual abertura do mercado energético e os elementos que compõem a reestruturação do setor. Nesta explanação serão apresentados os principais dados históricos na geração de energia e conseqüentes investimentos neste setor.

Em outro capítulo, aborda a crescente preocupação com as questões ambientais e as implicações no crescimento sustentável de uma sociedade. A partir destes fatores, é discutido brevemente como as imposições dos consumidores sobre o tratamento da proteção, conservação e recuperação da natureza podem influenciar as estratégias empresariais enfocadas na competitividade comercial.

Complementando, foram abordadas algumas políticas de incentivo e programas de financiamento para projetos que resultem em benefícios ao desenvolvimento sustentável por meio de negociações multilaterais.

Então, calcado pelos princípios conceituais quanto à valoração do meio ambiente e geração de eletricidade, o estudo se desenvolve sobre identificar quais fatores despertariam o interesse no manejo de resíduos que, por meio de aterro sanitário estruturado e por intermédio de instrumentos econômicos, torna-se uma fonte de recursos. Permitindo a descentralização energética e, assim, mais uma fonte de renda. E, conclui com uma demonstração de viabilidade financeira apresentando quais informações, dentre os elementos apresentados, amortizam os investimentos em gestão ambiental e energética por parte do setor público.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Introdução

Inicialmente os fatores apresentados indicam as causas que levaram ao aumento da demanda de energia elétrica e das dificuldades no acompanhamento pela oferta através do sistema tradicional de geração de eletricidade, fazendo o governo desenvolver estratégias a fim de suprir as necessidades e manter o equilíbrio na balança de abastecimento.

Adiante são expostas as preocupações com as questões ambientais e seus efeitos no crescimento sustentável de uma sociedade como fonte de discussões sobre a influência nas atividades comerciais e quais papéis as entidades públicas ou privadas assumem perante esta nova realidade.

Finalmente as informações referente as atividades que incorporem as práticas descritas – geração alternativa e manejo de resíduos – como forma de melhoria da infra-estrutura dos municípios e seus habitantes.

2.2 O Setor Elétrico Brasileiro

No início do século XX, as empresas de energia elétrica eram todas privadas, na década de 30, através do Código de Águas, implantou-se uma forte regulamentação de controle e, a partir de meados dos anos 50, por força dos conflitos entre governo e empresas privadas em torno de tarifas e da necessidade de promover a industrialização, se inicia a gradual e efetiva estatização. A estatização é concluída em 1970 e os resultados técnicos eram considerados positivos e de ganhos para o país. Porém, nas últimas décadas do século XX, o processo é invertido no âmbito mundial, principalmente, pela intolerância com a

ineficiência estatal e, no Brasil, entre 1995 e 2000, um grande esforço de reestruturação institucional e regulamentar é desenvolvido enfrentando repletas dificuldades marcadas pela aplicação da concorrência nos segmentos de geração e de comercialização, com a inserção de novos agentes, e garantia do acesso nos serviços de energia elétrica. (A CRISE...,2002)

A eletricidade, como uma das mais versáteis e convenientes formas de energia, considerada como recurso estratégico e indispensável para o desenvolvimento socioeconômico, e que, apesar dos avanços tecnológicos e benefícios já alcançados ainda não atinge considerável parcela da população brasileira evidencia a carência de investimento. Esbarrando na diversidade regional, onde partes dos recursos energéticos são localizadas em regiões pouco desenvolvidas dos grandes centros consumidores e com fortes restrições ambientais. (ATLAS..., 2002)

Enfrentando estas inúmeras diferenças regionais, a vasta interligação na transmissão, a predominância da base hidráulica sobre a térmica e a indústria de gás natural – insumo decisivo no cenário mundial – ainda em estágio embrionário por si só daria características únicas ao processo de transição, porém com a forte expansão no consumo de energia elétrica acentuado pela estabilização monetária tornaram nosso sistema energético incomparável com outros países.

Assim, necessidade de reforma sentida no fim da década de 80 enfrentou dificuldades políticas retardando a ação até 1995, coincidindo com o impetuoso crescimento do consumo que introduziu um fator de risco que não foi devidamente calculado e, a partir da reestruturação, exigia mais precauções na implementação.

Dentre as razões apresentadas em A CRISE...(2002, p.15), para as mudanças no modelo brasileiro de geração, transmissão, distribuição e comercialização, a principal foi à incapacidade de investimento do Estado no setor, resultado da inadimplência das unidades distribuidoras de energia, sobretudo as de São Paulo, que recebiam energia das grandes geradoras federais, cobravam as contas dos consumidores e não repassavam o montante a União, gerando um déficit de US\$ 26 bilhões, em torno de 20% e 25% da dívida interna na época, sendo coberto com recursos do Tesouro Nacional, através da Lei nº 8.193/93 aprovada em Congresso em 1993.

Com a premência da solução do problema já adiada por algum tempo, não permitiu que se adotasse a seqüência de planejar e depois executar, em função de uma pressão reformista, foi dado início às privatizações por meio de medidas emergenciais, elaboradas pelo Ministério de Minas e Energia, evitando o caos.

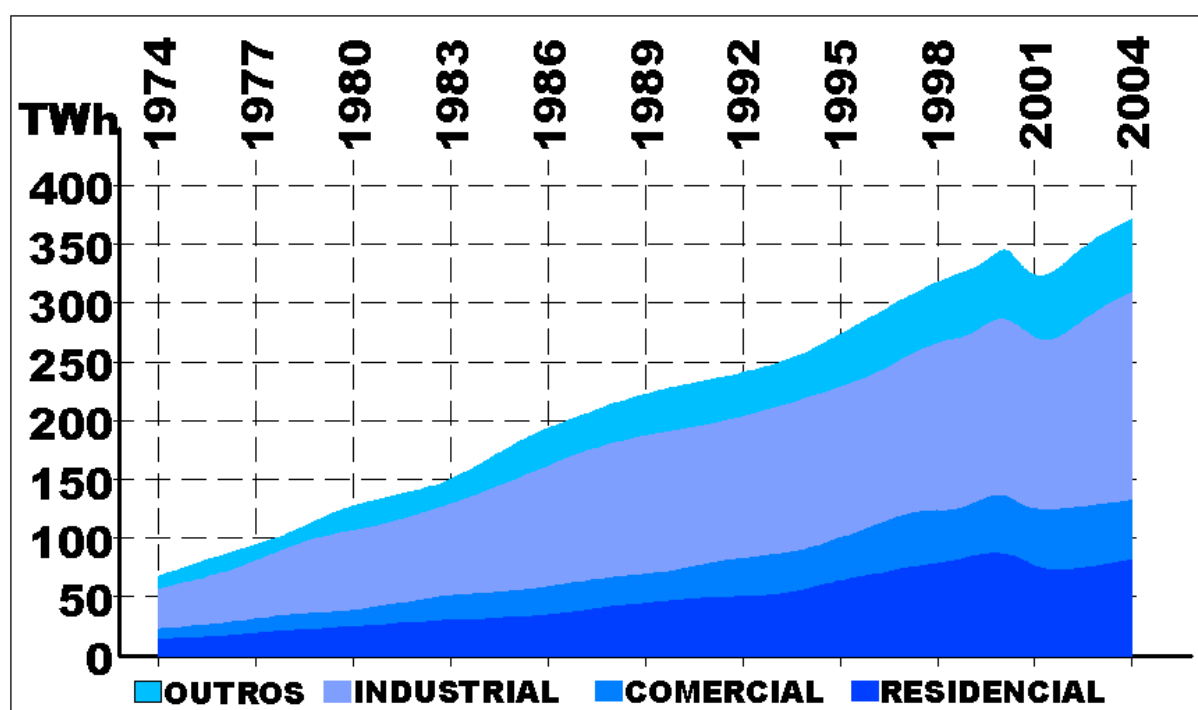
Conforme apresentado no relatório sobre o fornecimento de energia elétrica do País (A CRISE..., 2002, p. 38), os fatos que marcaram este período foram o adiantamento, por meio do Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica, dos termos contratuais e as regras iniciais para as privatizações; criação da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL); empreendimento e elaboração da proposta de modelo de mercado, por meio do Projeto de Reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro (RESEB); retomada da expansão da oferta, mediante ativação de obras paralisadas com participação do capital privado; e a construção do gasoduto Bolívia-Brasil, para viabilizar projetos de geração térmica, que serviriam ao País durante a transição do setor.

2.2.1 Aumento da Demanda Elétrica

Outro aspecto não determinante, porém significativo, ocorrido durante este período de crise foi o aumento substancial na demanda devido à estabilização da moeda.

A estrutura de consumo de energia elétrica entre os segmentos de consumidores mostra uma forte concentração na indústria seguida pelo residencial, como pode ser visto na Figura 1, vale salientar que a faixas denominadas comercial e outros abrangem as repartições públicas e os serviços públicos tais como iluminação, respectivamente. Contribuindo com o agravado panorama energético que, combatido pela falta de investimento estatal, resultou no ápice da crise do abastecimento energético ocorrido em 2001 e, assim reforçando a busca por fontes alternativas ao sistema hidroelétrico – tradicional fonte motriz de eletricidade.

(BALANÇO..., 2005)



FONTE: Balanço..., 2005

Figura 1 – Aumento por Classe de Consumo

O consumo de energia elétrica teve um aumento significativo – algo em torno de 8 vezes comparado com os índices de 1970 – durante o período em que se iniciou o processo de estabilidade da moeda brasileira, apesar de haver um aumento na oferta nominal instalada, não foi compatível com as demanda conforme demonstrado na Figura 2.

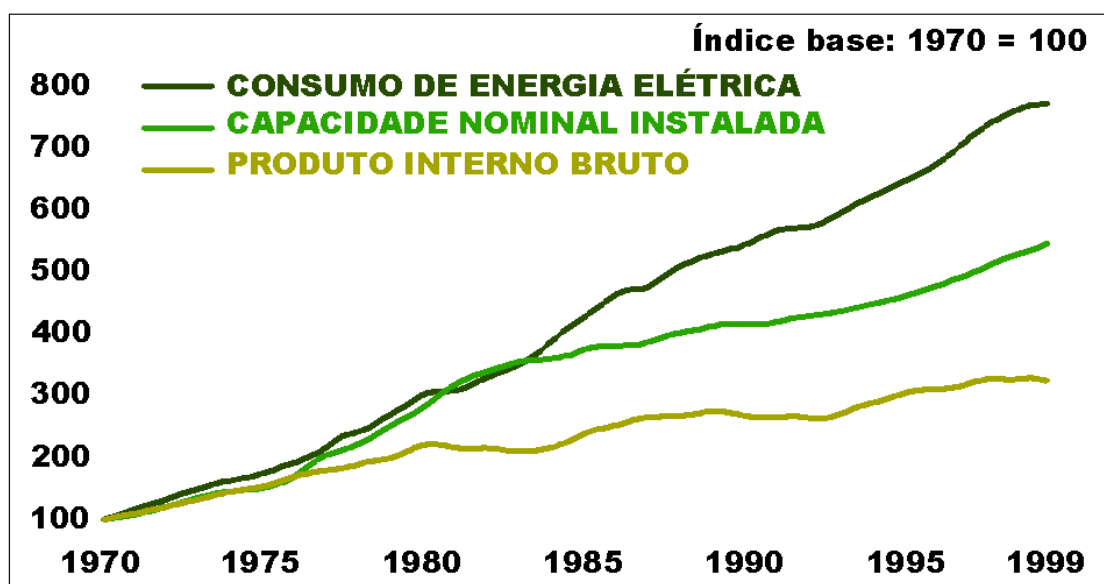


Figura 2 – Desenvolvimento da oferta de energia, demanda de energia e PIB

2.2.2 Busca por Fontes Alternativas no Brasil

A introdução da livre concorrência nas áreas de geração e comercialização de energia elétrica são características marcantes no processo de desestatização do setor iniciado em 1995. Estes procedimentos resultam na construção de centros energéticos direcionados as regiões sob risco da falta de energia elétrica, principalmente, para o processo produtivo.

Conforme ATLAS... (2002, p. 92), os esgotamentos dos melhores potenciais hidráulicos – fonte de base do sistema gerador – do país incentivaram os investimentos em fontes alternativas ao modelo tradicional de geração de eletricidade. Além de provocar vários impactos ambientais como inundação de

áreas, interferência no curso natural dos rios e seus ciclos, as hidrelétricas perdem espaço para as termoelétricas – principalmente após a construção do gasoduto Bolívia-Brasil – que surgem como uma alternativa de rápida introdução ao sistema interligado nacional no momento que o quadro energético apresentava déficit. (FGV et al., 2002)

Por outro lado, PERFIL (2005, p. 146), apresenta as discussões sobre a poluição provocada por estas unidades geradoras ocasionando certo desconforto a população vizinha. Principalmente, pelo alto consumo de água para resfriamento das caldeiras e despejo na atmosfera de gases óxidos originado na combustão. (INDICADORES...,2005)

O desenvolvimento de novas fontes não se limita ao atendimento a compromissos ou obrigações ambientais, mas também visa aprimoramento tecnológico do país, reduzindo dependência de equipamentos de ponta para produção e, ainda reduzir as diferenças regionais no que diz respeito ao acesso à energia. (COSTA; PRATES; 2005)

Assim, por meio da Lei no. 10.438 de 2002, é instituído o Programa de Incentivo as Fontes Alternativas de Energia Elétrica – PROINFA, com o objetivo de aumentar a participação de fontes alternativas renováveis na produção de energia elétrica, privilegiando empreendedores que não tenham vínculos societários com concessionárias de geração, transmissão ou distribuição de energia incrementando o número de agentes no setor elétrico. A partir de 2004 todos os custos concernentes à aquisição da energia gerada pelo PROINFA, inclusive custos administrativas, financeiros e os decorrentes de encargos tributários, são rateados por todas as classes de consumidores finais, exceto o consumo igual ou inferior a 80kWh/mês. (NOTA..., 2005)

2.3 Preocupação Ambiental e o Desenvolvimento Sustentável

É crescente a consciência de que se faz necessário que as políticas públicas devam dar conta de proteção, conservação e recuperação da natureza, por outro lado, crescem também as exigências da sociedade para aumento de riqueza e dos níveis de renda e emprego.

Sob este aspecto a legislação ambiental, aprimorada pelo governo, estabelece parâmetros técnicos sobre o volume máximo de resíduos considerando ambientalmente aceitáveis, instituiu penalidades extremamente rigorosas, algumas das quais colocam em risco a continuidade das empresas, quando não se constituem em sua interdição definitiva. (RIBEIRO; MARTINS, 1998)

Ou seja, as agências ambientais ao impor padrões de controle da poluição influenciam nos processos produtivos e, oneram os custos, atingindo as indústrias. Esta imposição obriga a prática de novos projetos como redução de refugo no processo produtivo, modificações de design dos produtos e utilização de matéria prima biodegradável, além de haver desenvolvimento tecnológico, por equipamentos mais econômicos (HARRISON, 2001). O mesmo acontece quando os consumidores são beneficiados na implantação de programas de rotulagens ambientais e o setor industrial, mais uma vez, recaem nas elevações dos custos, que por final, refletem nas alterações das regras de competição comercial (BRAGA; MIRANDA, 2002). Assim, conforme exposto por Ribeiro e Martins (1998, p. 3 - 4), os danos ao meio ambiente tomaram proporções tão significativas que as medidas para tentar a reversão ou contenção deste quadro emergem de vários pontos.

Da mesma forma que o setor privado é imensamente afetado pelas políticas ambientais o setor público, além de corresponder a um paradigma de eficiência sobre os serviços de infra-estrutura, torna responsável pelo controle e fiscalização

das atividades que degradam o meio ambiente adotando programas e ações diversas, inclusive legislação local, para conservação dos recursos naturais e recuperação do meio ambiente. (PERFIL...,2005)

Portanto, o conjunto das demonstrações contábeis pode ser o canal adequado para tais evidenciações e a adição das informações de natureza ambiental viria a enriquecer tais demonstrações e também permitir aos usuários melhores condições de acesso a estes elementos para avaliar a grandeza dos investimentos ambientais comparativamente ao patrimônio e aos resultados produzidos no período. (RIBEIRO; MARTINS, 1998)

2.4 O Valor Econômico do Meio Ambiente

A valoração ambiental é desenvolvida por meio de conceitos, métodos e técnicas que objetivam calcular os valores econômicos representados pelo ambiente.

Com a necessidade de conceituar o valor econômico do meio ambiente, bem como de desenvolver técnicas para estimar este valor, surge o fato de que a maioria dos bens e serviços ambientais e das funções providas ao homem pelo ambiente não é transacionada pelo mercado e devem atender as necessidades da adoção de medidas visando à utilização do recurso ambiental ao longo do tempo sem riscos de degradação. Conforme discussão apresentada por Marques e Comune (ROMEIRO; REYDON; LEONARDI, 2001, p.25-43), os conceitos e métodos disponíveis são de uso amplo e permitem avaliar os bens e serviços ambientais de uma forma bastante sensível às sociedades tornando suas decisões apoiadas em valores monetários. Como os custos ambientais geralmente não são captados nas relações de mercado, em função da indefinição de direitos privados de propriedade, ou seja, o custo da

degradação não incide sobre os que degradam, mas recaem sobre a sociedade como um todo e sobre as suas futuras gerações, a mensuração destes custos não é trivial, mas a literatura econômica indica algumas possibilidades, todas sob críticas, pois não apresentam com precisão os valores dos custos ambientais. (ROMEIRO; REYDON; LEONARDI, 2001)

As dificuldades de mensuração são proporcionadas, principalmente, pela desinformação dos indivíduos e identificação dos custos resultantes, porém para ambos os casos podem ser minimizados com um esforço de pesquisa. Sendo assim, uma vez identificados os custos ambientais dos recursos naturais em risco, a sociedade deveria determinar o nível ótimo de uso desses recursos, ou seja, uma análise de custo e benefício. Então, dentro dos objetos de consenso na avaliação da gestão ambiental no Brasil surgem três questões principais, onde a primeira está baseada nas restrições legais de comando e controle, que por sua vez, apresentam uma capacidade reduzida de controle ambiental e geram ineficiência no setor. A segunda questão, sob a competitividade internacional da economia que depende cada vez mais no ajuste estrutural que o setor é capaz de antecipar e se adequar aos padrões ambientais vigentes no mercado externo. E, o terceiro questionamento é quanto aos custos elevados, onde tais implementações não são possíveis de se realizar sem o apoio de fomento e de mecanismos mais flexíveis de internacionalização para os custos ambientais. (ROMEIRO; REYDON; LEONARDI, 2001)

Portanto, a forma hoje reconhecida por todas as nações industriais como iniciativa amplamente sugerida é a adoção do instrumento econômico. Classificados em dois tipos, incentivo prêmio e incentivo na forma de preço. O primeiro são os créditos subsidiados e reduções de impostos que, operados por órgãos de fomento

governamentais e intermediação política, requerem compatibilização dos prazos e taxas mais adequadas à maturação dos investimentos ambientais e atender aos casos mais específicos com as necessidades de ajustes emergenciais. O segundo são incentivos econômicos via preço, entende-se por todo mecanismo de mercado que orienta os agentes a valorizarem os bens e serviços ambientais de acordo com a escassez e seu custo de oportunidade.

2.5 Interpretação das Projeções de Custo

A projeção das demonstrações financeiras é um procedimento indispensável para a estimativa e interpretação da atividade operacional nas quais as empresas possibilitam a administração medir o valor monetário dos bens e serviços despendidos para obter benefícios correntes ou futuros. Dentre as projeções básicas se destaca a importância dos custos desempenhados por cada organização que, principalmente, diante da competição acirrada pela globalização necessita de gestão mais adequada.

Segundo Ching, Marques e Prado (2003, p. 163 apud Eliseu Martins, 1998), a interpretação do custo depende da atividade operacional de cada empresa, entretanto, pode se definir o gasto como o sacrifício financeiro com o qual a entidade arca para obter um produto ou serviço qualquer e custo como o gasto relativo a um bem ou serviço utilizado na produção de outros bens ou serviços onde, por exemplo, a matéria-prima é um gasto em sua aquisição e passa a um custo de utilização para a fabricação de um bem. Assim, quando há a entrega dos bens e serviços todos os custos que são ou foram gastos se transformam em despesas para composição da receita que, por sua vez, compõe a estrutura das demonstrações financeiras

representando a capacidade da organização em honrar dívidas e a maximização do retorno aos seus investidores.

Os custos possuem diferenças relativas a uma maior ou menor facilidade de apuração contábil de seus valores, contudo podem ser conceitualmente divididos em custos diretos e indiretos. Os gastos diretamente apropriados a um produto ou serviço tais como quantidade de matéria-prima, embalagens, etc. compõe os custos diretos. E, os gastos estimados ou arbitrários indiretamente aplicados à produção, representam os custos indiretos conforme pode ocorrer com as atividades de engenharia, controle de qualidade, manutenção, etc.

Os custos podem apresentar comportamento variável e classificam-se, segundo Santos (2005, p.48), em custos fixos, variáveis e semivariáveis. Os custos fixos se caracterizam pela natureza independente dos níveis das vendas e são conhecidos de antemão dos administradores como salário dos funcionários, aluguel do imóvel ou maquinários, etc. Os custos variáveis estão relacionados aos níveis de produção e venda, geralmente, influenciado pelos gastos com matéria-prima. E, finalmente, custos semivariáveis que são fixos até determinado patamar de produção e, acima destes, adquirem características variáveis por exigirem desembolsos complementares a cada unidade excedente, como ocorre com a necessidade de novos espaços para armazenar estoque, por exemplo.

A apropriação dos custos, denominado como custeio, é adotado pela contabilidade financeira das empresas como forma de compreensão para as tomadas de decisão com mais responsabilidade. Dentre os métodos mais conhecidos se destaca o processo de custeio por absorção ou total por considerar todos os custos de produção aos bens produzidos ou serviços prestados. Este método apresenta algumas vantagens ao reconhecer a estrutura dos custos atuais,

inclusive as despesas diretas e indiretas. Entretanto, a adoção de critérios arbitrários para vinculação efetiva do custo indireto sobre cada produto torna um produto rentável em, aparentemente, não rentável. Contudo este é o método aplicado para fins fiscais conforme art. 232 do Regulamento do Imposto de Renda – RIR/94. (CHING; MARQUES; PRADO, 2003)

Toda organização necessita de alguma forma para contabilizar os custos e neste processo, geralmente, os gestores coletam os dados por classificação “natural”, como materiais, mão-de-obra ou atividade desempenhada formando o acúmulo dos custos. E, por fim, rastrear e reatribuir os custos para um ou mais objetos de custo, tais como atividades, processos, departamentos, clientes e produtos. E, assim, identificado e assegurando a posição e magnitude dos custos de uma organização para cada produto, os gestores podem apoiar suas decisões de uma forma confiável para as questões gerenciais e operacionais. (HORNGREN; SUNDEN; STRATTON, 2004)

2.6 Processos de Incentivo ao Investimento Ambiental

A preocupação das empresas é a de como permanecer viável e continuar a operar de forma amigável com o meio ambiente, desta maneira como as empresas responderão a estes desafios determinarão sua situação competitiva e a sua sobrevivência, em outras palavras, entramos na era da qualidade total e nem todas as empresas encaram esta nova realidade com o mesmo grau de seriedade. (KINLAW, 1998)

Algumas das exportações realizadas pelos segmentos considerados potencialmente poluidores, principalmente, aos países onde há uma maior preocupação ecológica, estão condicionadas ao certificado de qualidade ambiental,

que para tal, exigem investimentos em equipamentos e tecnologias antipoluentes, utilizando matérias-primas e insumos em geral com padrões de qualidade satisfatórios. Em outra esfera ocorre a alteração na concepção de projetos e design de produtos para minimizar os refugos ou proporcionar menor consumo energético. (RIBEIRO; MARTINS, 1998)

Como exemplo, o Protocolo Verde, um acordo assinado entre Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e alguns outros bancos governamentais, cujo objetivo é subsidiar a aquisição de tecnologias antipoluentes. Exigindo que a empresa elabore, previamente e periodicamente, estudos e relatórios sobre os impactos causados ao meio ambiente de forma que a mesma seja auxiliada em seu autoconhecimento, além de comprometê-la na melhoria do seu sistema operacional. (RIBEIRO; MARTINS, 1998)

2.7 Protocolo de *Kyoto*

A conseqüência de uma série de eventos entre governantes e cientistas, cujo objetivo era discutir e desenvolver políticas sobre as mudanças climáticas, constituiu o protocolo de um tratado internacional com compromissos mais rígidos para a redução na emissão dos gases que provocam o efeito estufa.

O protocolo de *Kyoto* é um novo componente da Convenção Marco sobre a Mudança Climática assinado na ECO-92 com o objetivo de evitar as interferências antropogênicas perigosas ao sistema climático. Discutido e negociado na cidade de *Kyoto* no Japão em 1997, este dispositivo contém, pela primeira vez, um acordo que compromete os países do Norte a reduzir suas emissões de gases que provocam o efeito estufa em 5,2% em relação aos níveis de 1990 para o período de 2008 – 2012

com expectativa de reduzir a temperatura global entre 0,02° e 0,28°C até 2050, contudo não estabelece nenhum limite obrigatório para as emissões dos países em desenvolvimento. (HINRICHS; KLEINBACH, 2003)

Este dispositivo foi aberto para assinaturas em 16 de março de 1998 e ratificado em 15 de março de 1999 e, oficialmente, entrou em vigor a partir de 16 de fevereiro de 2005 após a incorporação da Rússia em novembro do ano anterior. Dos 175 países que selaram o acordo na ECO-92 apenas 141 o ratificaram e, nesta ocasião, os Estados Unidos da América se recusaram a ratificar o protocolo de *Kyoto* sobre a alegação que os compromissos acarretados pelo mesmo interfeririam de forma negativa na economia norte-americana.

Por meio deste protocolo, os países signatários são estimulados a cooperarem entre si sobre as ações básicas quanto à reforma dos setores de energia e transporte, o uso de fontes renováveis, limitação das emissões de metano no gerenciamento de resíduos e dos sistemas energéticos e, por fim, em proteger as florestas e sorvedouros de carbono.

Estabelecendo mecanismos de flexibilidade, o protocolo de *Kyoto* permite aos países inclusos em seu Anexo I, formado por 22 países industrializados tais como Japão, Canadá, Itália, Holanda, Alemanha França, Espanha, entre outras nações desenvolvidas e do Anexo II – países desenvolvidos que cobrem os custos de desenvolvimento de países menos favorecidos – a cumprir as exigências na redução de emissões fora de seus territórios. Estes mecanismos correspondem à Implementação Conjunta – *Joint Implementation* (JT), comércio de emissões – *Emission Trading* (ET) e Mecanismos de Desenvolvimento Limpo – *Clean Development Mechanism* (CDM), tratando os projetos que reduzam ou absorvam as

emissões poluidoras em países diversos daquele em que foram elaborados e não incluídos nos anexos I e II. O CDM ou MDL – sigla na língua portuguesa – é o único que permite a participação de países em desenvolvimento, como o Brasil, mediante o comércio de crédito carbono certificados. (CAPOOR: AMBROSI, 2006)

A Figura 3 demonstra como se divide o mercado de crédito carbono no mundo:

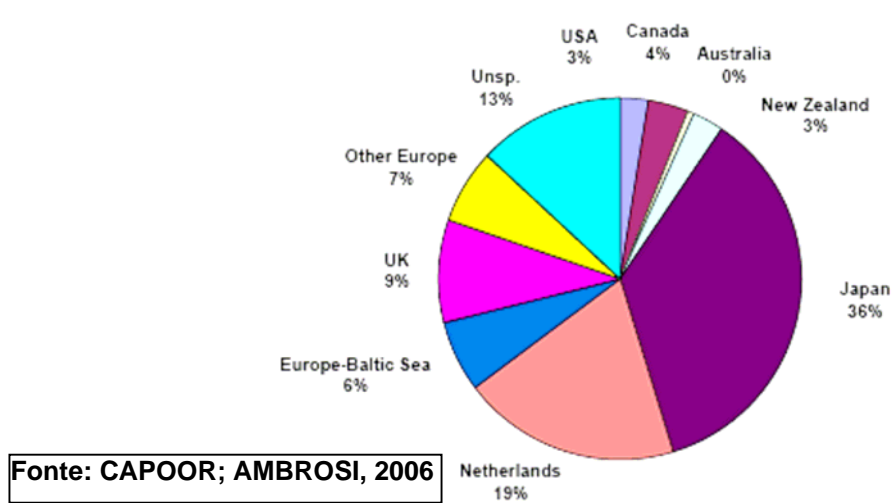


Figura 3 – Distribuição Mundial do Crédito Carbono

O aparecimento dos Estados Unidos da América entre os negociadores de crédito carbono, mesmo sem a ratificação do tratado por meio de seus governantes, se deve pela primeira iniciativa privada e voluntária de comercialização de crédito carbono no mundo realizada por 120 membros formados por empresas, como FORD e MOTOROLA, e municípios, tais como Oakland e Chicago. Esta atividade é realizada por meio da Bolsa de Clima de Chicago, um pregão virtual com cotação diária em que empresas e países comercializa legalmente créditos de carbono a fim de atender, neste caso, as diretrizes definidas pelo grupo de empresas e municípios participantes em reduzir 1% de suas emissões anuais e vender os valores excedentes a este percentual. Atualmente, os membros participantes de convênio, representam 5% das emissões dos Estados Unidos.

A Figura 4 representa a participação mundial dos países em projetos de desenvolvimento limpo:

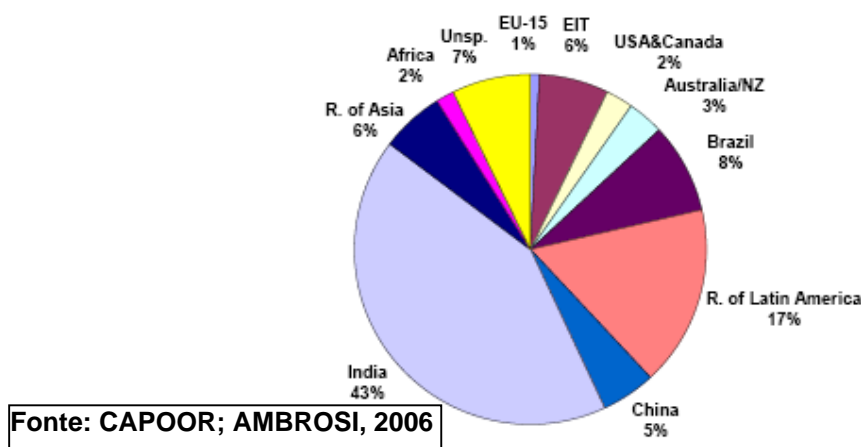


Figura 4 – Divisão dos projetos para redução na emissão de poluentes

Dentre os, aproximadamente, 350 projetos para validação postado até o ano de 2006 nas Nações Unidas esperando liberação de financiamento há algo entre 8 e 10 projetos brasileiros que podem render um total em cerca de US\$ 20 milhões em verba para a implementação destes empreendimentos, segundo Samuel Barbosa, analista da empresa validadora do aterro de Nova Iguaçu. (RELATÓRIO AMBIENTAL E SOCIAL..., 2003)

2.8 Reflexo nas Políticas Públicas: Manejo de Resíduos Urbanos

A imposição social diante das questões ambientais junto ao comércio reflete nas ações públicas e nos serviços de base prestados tal qual na disposição dos resíduos urbanos.

Conforme afirma Zanta e Ferreira (CASTILHOS Jr., 2003, p.2), a prioridade dada à redução de resíduos ou a determinada tecnologia para destinação final dos mesmos é decisão para os gestores públicos e é imprescindível estabelecer as condições políticas, institucionais, legais, financeiras, sociais e ambientais

necessárias. E, por sua vez, os aspectos tecnológicos e operacionais relacionados ao determinado programa aplicado à redução da fonte ou à implementação de um aterro de disposição de resíduos, envolvendo também os aspectos administrativos, econômicos e sociais, são de atribuição do gerenciador do sistema de limpeza urbana.

Desta forma, a gestão municipal não tem dado a devida prioridade ao problema e o cenário quanto a este aspecto pouco alterou, conforme os números apresentados na PESQUISA...(2002, p.51), onde indicam que em 2000 cerca de 63,6% dos municípios brasileiros destinavam seus resíduos em “lixões”, somente 13,8% se utilizam de aterros sanitários e 18,4% em aterros controlados. E, os 5% dos entrevistados restantes não declaram o destino de seus resíduos. Em 1989 apenas 10,7% dos municípios administravam seus resíduos de uma forma adequada.

O lixo não-coletado e indevidamente disposto compõe a carga poluidora das águas pluviais urbanas e rurais, e o lixo coletado e com disposição inadequada em aterros ou a céu aberto e em áreas alagadas gera problemas sanitários e de contaminação hídrica nos locais onde é depositado. O acesso a serviço de coleta de lixo passa ser fundamental para a proteção da saúde da população e que vem a beneficiar o controle de vetores e, como conseqüências, as doenças por eles causadas. Entretanto, conforme Motta e Sayago (1998, p. 2), o serviço de gestão de resíduos não se restringe à fase de coleta, mas também a transferência do lixo coletado para tratamento, reaproveitamento e sua disposição final.

A melhoria na qualidade ambiental beneficia significativamente no entorno imediato das áreas beneficiadas, porém não é capaz de eliminar os efeitos

ambientais nocivos decorrentes das inadequadas formas de acomodação e acumulação.

2.9 Controle Ambiental e o Panorama Paulista

Dentre as possíveis causas das alterações às condições humanas apontadas anteriormente, os resíduos sólidos proporcionam amplos motivos de discussão na sociedade e influencia grandemente a legislação ambiental.

Os resíduos sólidos, definido pela norma brasileira NBR 10004, de 2004, como “aqueles resíduos nos estados sólidos e semi-sólidos, que resultam de atividades da comunidade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face a melhor tecnologia disponível”, popularmente conhecido como lixo, são despejos sólidos, restos, remanescentes putrescíveis e não putrescíveis – com exceção dos excrementos – que incluem papel, papelão, latas, material de jardim, madeira, vidro, cacos, trapos, lixo de cozinha e resíduos de indústria, instrumentos defeituosos e até mesmo aparelhos eletrodomésticos imprestáveis. Devem ser dispostos em locais apropriados, denominados Aterro Sanitário, com pré-requisitos de ordem sanitária e ambiental. O aterro deve ser construído de acordo com técnicas definidas, como: impermeabilização do solo para que o chorume não atinja os lençóis freáticos, contaminando as águas; sistema de drenagem para chorume, que deve ser retirado do aterro sanitário e depositado em

lagoa próxima que tenha essa finalidade específica, vedada ao público; sistema de drenagem de tubos para os gases, principalmente o gás carbônico, o gás metano e o gás sulfídrico, pois, se isso não for feito, o terreno fica sujeito a explosões e deslizamentos. (CETESB, 2006)

Em INDICADORES... (2004, p.142), justificando o acesso a serviço de coleta de lixo torna se fundamental para a proteção da saúde da população, ao facilitando o controle e reduzindo os fatores de riscos das doenças por eles causadas, significando a melhora na qualidade ambiental do entorno imediato das áreas beneficiadas, mas por si só não é capaz de extinguir os efeitos nocivos decorrentes da inadequada destinação do lixo, tais como a poluição do solo e das águas causadas pelo chorume.

Sendo evidente a necessidade de um órgão de controle e fiscalização das atividades que atentem contra a legislação ambiental vigente – federal, estadual e municipal –, surgiram as agências responsáveis pelo controle, monitoramento e licenciamento de atividades geradoras de poluição que preservam e recuperam a qualidade das águas, do ar e do solo. Esta instituição é representada no estado de São Paulo pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB, cuja criação em 1968 incorporou superintendência e comissão que atuava nos municípios da Grande São Paulo. (CETESB, 2006)

A CETESB desde sua origem desenvolveu diversos trabalhos de levantamentos e avaliações sobre as condições do meio ambiente no território paulista. Especificamente, a partir de 1997, as características ambientais e sanitárias dos locais de destinação final de resíduos domiciliares dos municípios paulistas passaram a ter suas informações obtidas de forma organizada e sistematizada de modo a compor um inventário sobre os sistemas de disposição e tratamento destes

compostos. Realizando o processamento dos dados obtidos por meio de questionário padronizado junto as inspeções realizadas constituído pelas características locacionais, estruturais e operacionais de cada instalação de tratamento e/ou disposição de detrito e, sendo enquadrada em três faixas: inadequada, controlada e adequada.(INVENTÁRIO..., 2005)

De acordo com o INVENTÁRIO...(2005, p.7-9), ao compreender o período de 1997 e 2004, permitiu se demonstrar e aferir o resultados das ações no controle da poluição ambiental e monitorar a eficácia dos programas alinhados com as políticas públicas estabelecidas para o setor.

2.10 Resíduos Sólidos e o Cenário do Vale do Paraíba e Litoral Norte

A CETESB é responsável pelo controle e monitoramento das condições de acomodação dos resíduos, além de notificar e multar as entidades que infringem as determinações ambientais.

A representação da CETESB no Vale do Paraíba e Litoral Norte é realizada por quatro unidades. Divididas pela agência de Aparecida, que compreende os municípios de Aparecida, Arapeí, Areias, Bananal, Cachoeira Paulista, Canas, Cruzeiro, Cunha, Guaratinguetá, Lavrinhas, Lorena, Piquete, Potim, Queluz, Roseira, São José do Barreiro e Silveiras. Na agência de Jacareí, que compreende Guararema, Igaratá, Jacareí, Jambuí, Paraíbuna, Santa Branca e Santa Isabel. Na agência de Taubaté, compreendendo Caçapava, Campos do Jordão, Lagoinha, Monteiro Lobato, Natividade da Serra, Pindamonhagaba, Redenção da Serra, Santo Antônio do Pinhal, São Bento do Sapucaí, São José dos Campos, São Luís do Paraitinga, Taubaté e Tremembé. E, na agência de Ubatuba, os municípios de Caragatatuba, Ilha Bela, São Sebastião e Ubatuba.

Os dados relacionados ao Vale do Paraíba e Litoral Norte, levantados pela CETESB entre 1997 e 2004 conforme INVENTÁRIO...(2005, p.49), apontam as condições de acomodação dos resíduos domiciliares da região de acordo com a distribuição na figura seguinte:

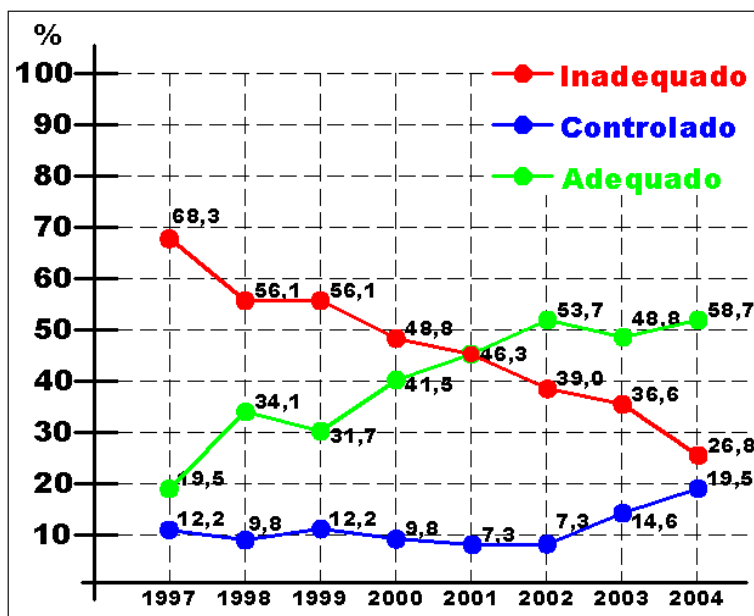


Figura 5 – Disposição dos resíduos urbanos no Vale do Paraíba e Litoral Norte

Individualizando os resultados de cada regional os dados indicados pela CETESB apresentam os seguintes índices conforme Quadro 1.

AGÊNCIA	LIXO (TONELADA/DIA)	TRATAMENTO ADEQUADO	TRATAMENTO CONTROLADO	TRATAMENTO INADEQUADO
<i>Aparecida</i> (17 cidades)	170,2	8,70%	23,15%	68,15%
<i>Jacareí</i> (07 cidades)	157,7	97,97%	2,03%	0,00%
<i>Taubaté</i> (13 cidades)	705,0	77,87%	22,13%	0,00%
<i>Ubatuba</i> (04 cidades)	109,8	11,84%	0,00%	88,16%

Quadro 1 – Condições da disposição dos resíduos urbanos no Vale do Paraíba e Litoral Norte

2.11 Disposição Final dos Resíduos Sólidos

A manipulação dos resíduos urbanos possui características peculiares e necessitam de cuidados mais específicos quanto à coleta, acondicionamento, transporte, manipulação e disposição final.

De acordo com a Norma Brasileira de no. 10.004, resíduos sólidos ou semi-sólidos são aqueles que resultam de atividade da comunidade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e varrição. Além de determinados líquidos cujas particularidades tornam inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos, exigindo assim, soluções técnicas e economicamente viáveis. (TEIXEIRA, 2004)

A Norma estabelece critérios de classificação quanto à origem e características dos detritos determinando peculiaridades ao tratamento destes elementos. Estas características variam em função a fatores relacionados as comunidades, tais como sociais, econômicos, culturais, geográfico e climático, além dos aspectos biológicos e químicos. É necessário ainda o conhecimento da quantidade produzida por dia – ton/dia ou m³/dia – e a produção per capita – ton/hab. dia – como dados a serem empregados nas fases de planejamento de estruturas para manejo dos resíduos.

A mistura de resíduos nos aterros proporciona uma grande variedade de componentes químicos que, sob influência de agentes naturais sofre transformações físicas, químicas e biológicas, originando os vetores de poluição por meio de biogás e lixiviados conforme exemplificado na Figura 6.



Figura 6 – Impactos ambientais em aterros sanitários

2.12 Geração de Gases em Aterros Sanitários

Em função das reações bioquímicas ocorridas no interior do aterro é produzido um gás composto basicamente de metano e gás carbônico em uma proporção de aproximadamente de 60% e 40%, respectivamente. (HINRICHS; KLEINBACH, 2003)

Este processo de biodegradação anaeróbica é conseguido ao longo do esgotamento do oxigênio nas câmaras dos aterros, contribuída pela compactação do lixo realizada por máquinas no momento da deposição. Ocorrido em vários estágios proporcionados pela presença de bactérias que se alimentam de matéria orgânica transformando os resíduos em compostos mais simples. Este processo também ocorre com a degradação dos resíduos do esgoto urbano (COELHO et al, 2006) e com os dejetos de alguns animais herbívoros, principalmente, suínos e bovinos (COLDEBELLA et al, 2006).

Os aterros podem gerar cerca de 125 metros cúbicos de gás metano por tonelada de lixo em um período de 10 a 40 anos. E, ainda, esta geração no Brasil pode chegar a 945 milhões de metros cúbicos por ano segundo Teixeira (2004 apud CETESB, 1999, p. 35).

Esta produção de gás metano, um gás altamente inflamável e forte contribuinte para o aumento do efeito estufa, pode ser aproveitado como combustível na geração de energia térmica ou elétrica, ou em sistemas de cogeração. A utilização do gás do lixo é realizada em vários países da Europa, América e Ásia, sendo considerado como uso energético mais simples dos resíduos sólidos urbanos.

2.13 Aterros Sanitários e Geração de Energia Elétrica no Brasil

Os gases gerados pelo processo de decomposição bacteriana são canalizados e tratados de forma a eliminar partículas, impurezas e condensados de acordo com a finalidade de uso do biogás.

Após o processo de tratamento estes gases são direcionados para sistemas de geração de vapor (caldeiras e fornos), ou sistemas geradores de energia elétrica (motores estacionários), podendo ser igualmente aproveitado o calor rejeitado para aquecimento de água, estabelecendo um sistema de cogeração (GENOVESE, 2006), conforme apresentado na Figura 7.

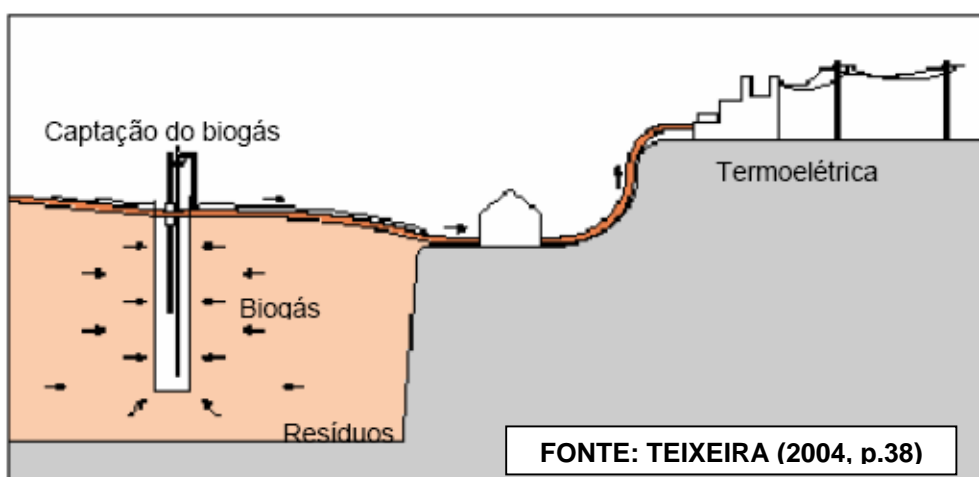


Figura 7 – Geração de energia por meio de aterros sanitários

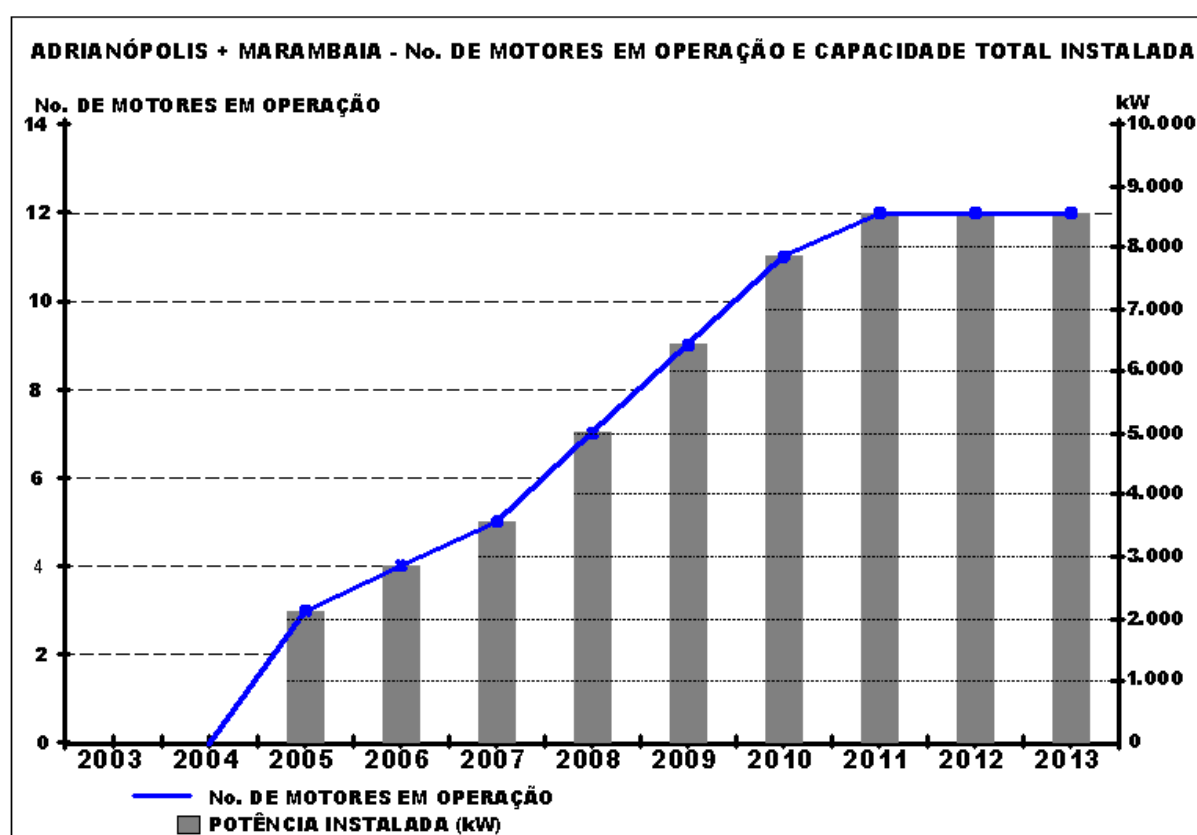
No Brasil existem iniciativas no sentido de aproveitar o biogás gerado em aterros ou antigos lixões, conforme ilustrado em cidades pelo Aterro Bandeirantes em São Paulo; Canabrava em Salvador; Marambaia e Adrianópolis em Nova Iguaçu no Rio de Janeiro.

O Aterro Bandeirantes, em São Paulo, considerado um dos maiores do mundo, recebe cerca de 7.000 toneladas de resíduos por dia, 50% do total produzido nesta cidade. O acúmulo de detritos, iniciados há quase 30 anos, resultam em um armazenamento em torno de 30 milhões de toneladas de lixo o que, segundo as previsões, resultará no encerramento de suas atividades de acomodação ao fim de 2006, entretanto, em janeiro de 2004, foi inaugurada a Termoelétrica a Gás do Aterro Sanitário Municipal Bandeirantes utilizando-se do biogás produzido no aterro para a geração de energia elétrica servindo cerca de 300.000 habitantes. (TEIXEIRA, 2004)

Entre 1974 e 1997 o antigo lixão de Canabrava recebeu lixo produzido pelos municípios de Salvador, tornando-se palco de degradação social onde cerca de 100 catadores trabalhavam em cooperativas e sobreviviam da catação de lixo. Em parceria com o governo do Canadá, a prefeitura de Salvador empreendeu uma reurbanização da área e implantou uma planta piloto com capacidade de 75kWh, segundo Teixeira (2004, p.42), alimentando todos os equipamentos do complexo e parte das residências.

Sob as mesmas características, o aterro de Marambaia e Adrianópolis localizados no município de Nova Iguaçu no estado do Rio de Janeiro com suas operações previstas, respectivamente, de 1987 a 2003 e 2003 a 2022. Controlado pela NovaGerar, uma *join venture* entre as empresas S. A. Paulista e EcosSecurities Brasil Ltda, este empreendimento, além de gerar energia elétrica – conforme as

projeções ilustradas na Figura 8 – realiza a queima monitorada dos gases com medição autônoma da quantia emitida pelo aterro e, posteriormente, por ser um empreendimento certificado pela ONU, negocia créditos de carbono com o mercado internacional por meio de papéis em bolsa de valores beneficiando-se dos instrumentos implantados pelo Protocolo de *Kyoto*. (RELATÓRIO AMBIENTAL – CENTRAL DE TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS DE NOVA IGUAÇU..., 2003)



FONTE: Relatório..., 2003

Figura 8 – Estimativa energética em Adrianópolis e Marambaia

Portanto, no ano de 2013, segundo o Relatório Energético da NovaGerar (2003, p.38), os gases produzidos nos dois aterros proporcionarão um aumento na oferta de energia em 9 MegaWatts, valores compatíveis com a demanda de um município de 900 mil habitantes como a cidade de Nova Iguaçu.

3 MÉTODO

A sistemática a ser aplicada na obtenção de informações segue os padrões apontados por Vergara (2000, p. 46), onde quanto aos fins esta pesquisa é exploratória e, quanto aos meios, realizada por meio de investigação bibliográfica e documental.

Ao definir a pesquisa sob o critério exploratório, não comportando hipóteses, foi realizada uma sondagem sobre a base teórica que contempla as informações relacionadas ao meio ambiente, análises econômicas e técnicas para geração de energia elétrica. Selecionando, para a estruturação conceitual, os dados coletados por outras pessoas por meio de material já elaborado ou não (LAKATOS; MARCONI, 2001). E, esta documentação indireta, foi adquirida por meio de material acessível ao público em geral, por meio de publicação em livros, revistas, jornais ou rede eletrônica (VERGARA, 2000).

Ainda de acordo com Vergara (2000, p.48), a pesquisa é documental e bibliográfica, pois permite contato direto com os materiais escritos sobre o assunto, possibilitando um reforço paralelo para análise das pesquisas e/ou manipulação de suas informações, explicando o problema a partir de referências teóricas, neste caso, conforme as determinações legais e normativas das agências reguladoras e fiscalizadoras quanto à valoração ambiental e concessões do setor elétrico.

A coleta de informações realizada seguindo os preceitos de Vergara (2000, p. 51) haja vista que as informações são coletadas à medida que o trabalho se desenvolve. Ou, sob outro ponto de vista, em função da forma intencional e típica (LAKATOS; MARCONI, 2001). Constituída de forma indireta por meio de dados

fornecidos por aterros sanitários localizados nos municípios de Tremembé – SASA e de Taubaté, aos quais profissionais ligados aos serviços de disposição de resíduos oferecem subsídios sobre as características dos detritos gerados na região e como ocorre o processo de acúmulo, tratamento e queima dos biogases. Além do processo de venda dos créditos de carbono possibilitado por meio do Protocolo de *Kyoto*.

Estas informações concedidas constituíram a base de dados que são tratadas de forma qualitativa e quantitativa com o objetivo de exemplificar as potencialidades do estudo sugerido e, assim, demonstrar a viabilidade de investimentos para as prefeituras da região do Vale do Paraíba e Litoral Norte. Tomando como referência as experiências já implementadas, apresentadas no mesmo aspecto por este estudo realizado, foi possível definir as dificuldades e implicações que esta prática fornece, bem como, os fatores benevolentes.

A geração de gases foi estimada, por meios matemáticos conforme realizado pela NOVAGERAR (RELATORIO AMBIENTAL DE GERAÇÃO DE ENERGIA...,2003, p.12), sobre o acúmulo de resíduos sólidos urbanos, apresentado em levantamento por órgão controlador competente, proporcionando os dados básicos para projeção dos investimentos característicos para desenvolvimento, tratamento e disposição final dos resíduos. Desta forma, abordando as necessidades de área e localização para a implantação de aterro sanitário estruturado, os custos com funcionários, os dispêndios com equipamentos e operacional entre outros fatores, constituem o custo bruto de geração de eletricidade por meio dos gases destes aterros sanitários. E, por sua vez, os subsídios fornecidos por meio de financiamento, venda de energia assegurada, capitalização por meio do fornecimento de crédito de carbono, minimizações dos impactos

ambientais e sociais constituem os fatores de amortização destes investimentos neste projeto.

Portanto, o estudo de viabilidade técnico financeiro caracterizado pela comparação indireta e fatores qualitativos, foi representado por meio da análise estratégica conhecida como *S.W.O.T.* (traduzido do inglês, respectivamente, pontos fortes, pontos fracos, oportunidades e ameaças) conforme Costa (2005, p.112), apresentando os benefícios proporcionados pela aplicação deste sistema de manejo de resíduos urbanos que servirão, também, como elementos de amortização do investimento inicial. Como a realização deste estudo exige a interação de pessoas inseridas no processo para a análise do cenário, da mesma forma que a origem de parte das fontes de informação que constituem a base teórica deste trabalho, então, foram realizado os contatos que permitiram a elaboração coerente e mais próxima da realidade, o que torna representativo o resultado desta avaliação no processo de definição da viabilidade do empreendimento proposto.

O outro aspecto, é constituído sob a demonstração das características quantitativas por meio da comparação direta entre os custos do Megawatt-hora (MWh) do sistema hidroelétrico com os custos da geração de eletricidade do sistema proposto, projetado sobre as características locais de geração de resíduos urbanos e, conseqüentemente, produção de gás metano. Neste caso foram inseridos os custos com o operacional e tecnologia aplicada para a implantação de aterro com características estruturadas, além dos equipamentos necessários para a conversão da energia proporcionada para a energia elétrica.

4 RESULTADOS

4.1 Características do Aterro de Taubaté

Ao iniciar suas atividades em 1976, o aterro de Taubaté atendia as expectativas da época, onde pura e simplesmente era realizado o acúmulo dos resíduos coletados na cidade e não havia uma preocupação com a contaminação pelos lixiviados emanados por esta forma de manejo.

Então, em 1998, se iniciou o processo de reformulação desta prática conhecida atualmente como “lixão” e, seguindo as recomendações da CETESB, passou a atuar com características controladas onde, além da compactação por meio de maquinários e recobrimento da massa com terra para diminuir a proliferação do mau cheiro e atrativos para aves e animais, na área foi introduzida uma rede de canaleta que introduzidas sob os resíduos acumulados passam a recolher todo, ou quase todo, o chorume produzido e, assim, por meio gravitacional encaminhar a um local onde pudesse ser recolhido e tratado para diminuição de seu potencial poluidor.

Outra preocupação atendida por esta nova forma de manejo dos resíduos é quanto aos gases que são produzidos nos níveis mais baixos do aterro, resultado da fermentação do material orgânico acumulado. Através de drenos dispostos na vertical, os gases são encaminhados ao nível de cobertura onde são dispersos na atmosfera e passam a ser queimados, também com a função de diminuir os vetores de contaminação, conforme pode ser visto pela seqüência da Figura 9 a 15.

O aterro de Taubaté recebe, atualmente, 170 toneladas/dia em média de resíduos urbanos resultado da coleta pública e varrição que, somado à massa

acumulada desde o início das atividades, produzem cerca de 700m³/mês de chorume que é encaminhado para uma estação de tratamento em São José dos Campos.



Figura 9 – Vista geral do aterro de Taubaté



Figura 10 – Processo de compactação



Figura 11 – Processo de recobrimento



Figura 12 – Rede de canaletas em área para utilização futura



Figura 13 – Reservatório do chorume produzido



Figura 14 – Dreno vertical e ponto para dispersão dos gases



Figura 15 – Demonstração da queima dos gases

O funcionamento do aterro é realizado por um total de nove funcionários distribuídos nos dois turnos que executam as atividades administrativas como controle do tipo e quantidade de resíduos está sendo encaminhado para o local e operação dos maquinários para compactação do lixo, além de guardar a área evitando que outras pessoas, denominadas como catadores, venham a adentrar ao recinto e pratiquem a seleção de produtos recicláveis ou alimentos em estado de decomposição, tornando esta atividade um fator danoso a saúde pública. Os equipamentos, em sua grande parte, são alugados.

Segundo a atual administração, foi iniciado um processo de reformulação e projeção adequada para a área de ampliação no aterro local, entretanto maiores informações sobre o andamento deste projeto poderiam atrapalhar os trâmites de licitação que irão ocorrer.

4.2 Processo de estruturação de um aterro sanitário

A perspectiva de cumprir os objetivos de prevenção da poluição exige que as disposições finais dos resíduos urbanos assegurem as características mais adequadas para o meio ambiente.

Por meio de um processo dinâmico constituído em tecnologia e simplicidade operacional haja vista que os atuais procedimentos são resultados de melhorias aplicadas no manejo de resíduos urbanos e estudos científicos no decorrer dos anos e que permite a flexibilidade necessária para compatibilizar sua concepção, projeto e operação com os requisitos ambientais e as potencialidades locais, resultando em inúmeros procedimentos que permitem a estruturação de, até então, “lixões” ou aterros com disposição controlada para aterros sanitários estruturado.

O projeto de implementação de um aterro sanitário estruturado parte dos estudos preliminares visando levantar as informações necessárias que definirão as características dos resíduos ali depositados, forma de coleta e transporte. Segue pela seleção da área que, por sua vez, deve minimizar a possibilidade de existência de impactos ambientais, os custos envolvidos, complexibilidade técnica para viabilizar o aterro e, assim, maximizar a aceitação pública de acordo com os interesses da comunidade. Existem inúmeras características ambientais a serem consideradas nesta fase dentre elas se destaca a preocupação com a penetração do chorume – produzido pela fermentação dos resíduos orgânicos em decomposição – no solo e a possibilidade de contaminação do lençol freático. Este processo de impermeabilização é executado em função das características específicas do solo, entretanto, a formação básica deste sistema consiste na disposição por camadas de pedregulho, pedrisco e argila, recoberta por uma manta de polietileno de alta densidade (PEAD), com caimento de 2% para o ponto mais baixo da área como forma de direcionar o chorume para recolhimento e tratamento adequado, conforme Figura 16, cedida pelo aterro de Tremembé.



Figura 16 – Impermeabilização do solo

Este processo repete-se a cada nível de cerca de 4 m de altura, determinando as curvas de níveis isolados entre si, conforme Figura 17. Estes níveis mantêm se interligados somente pelos dutos verticais de captação de gases que, por sua vez, têm a sua extremidade superior canalizada até a central para queima controlada, onde ocorre o processo de desumidificação dos gases, medição da vazão total, registro autônomo da vazão destes gases, a separação final do líquido do percolado e a queima propriamente dita.

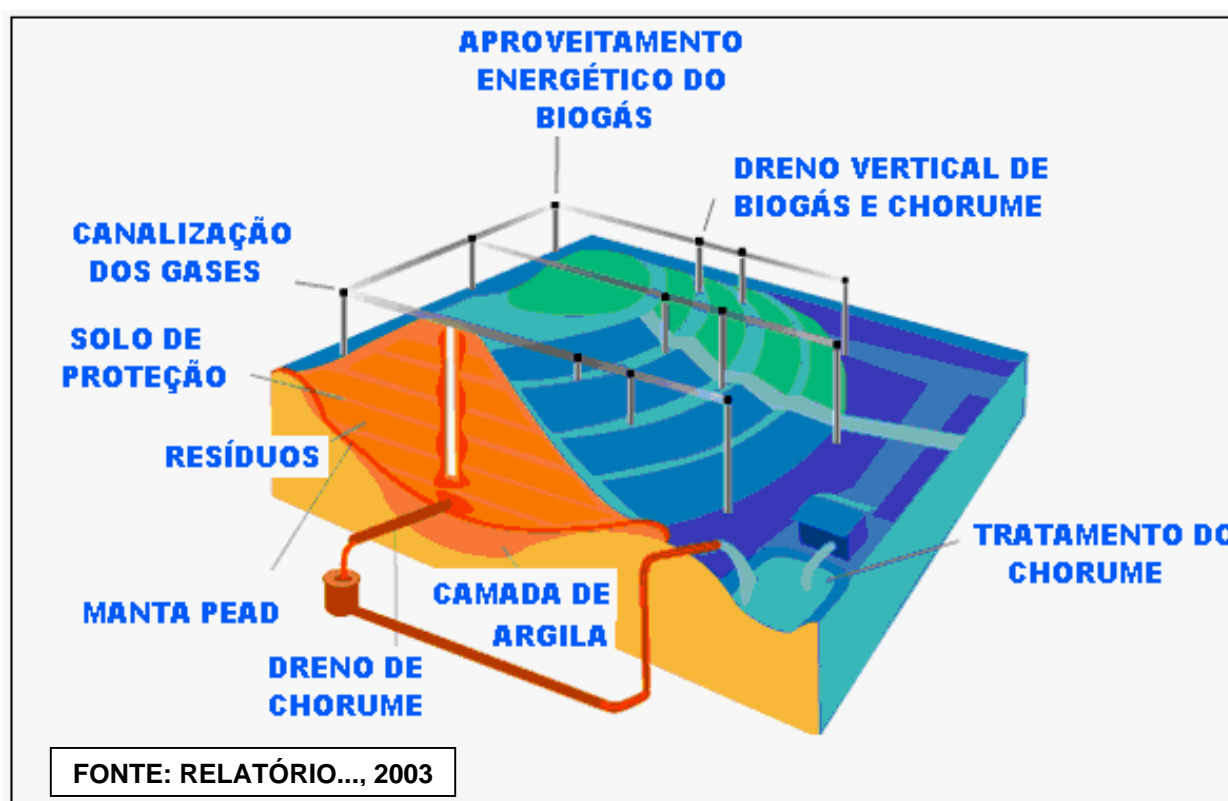


Figura 17 – Representação gráfica do aterro estruturado

A Figura 18 demonstra como deve ser o processo de finalização da área de contenção dos resíduos com a formação de curvas de nível e aplicação de vegetação como forma de garantir a sustentabilidade do solo e evitar erosões que possam descobrir o material ali depositado.



Figura 18 – Níveis de acúmulo do aterro



Figura 19 – Central de monitoramento e queima dos gases

Quando há a motivação na venda de crédito de carbono pelo empreendimento, junto à central de monitoramento é aplicado um conjunto de equipamentos que realizam a medição da vazão dos gases canalizados que, de uma

forma segura e autônoma, registra os valores que serão comercializados no mercado ambiental.

Ainda há a preocupação com a precipitação das chuvas, desta forma, os níveis finalizados devem ser elaborados com calhas que encaminhem as águas de uma forma segura, evitando tanto a infiltração sobre os resíduos – ocasionando interferência no processo de fermentação dos resíduos – e, também evitando a contaminação da água em contato pelo lixiviados produzidos.

Há a necessidade de se monitorar as condições físicas do aterro sanitário executando a limpeza das calhas pluviais, controle de erosão das áreas finalizadas e, principalmente, realização de ensaios sobre as condições do solo de forma intermitente.

4.3 Processo de implementação do projeto proposto

O processo de implementação de um aterro sanitário estruturado é relativamente longo, da ordem de 4 a 6 anos. Sendo considerada uma atividade de grande porte e impacto devido às diversas etapas técnicas a serem cumpridas, além das exigências legais solicitadas pelos órgãos fiscalizadores e financiadores competentes, conforme apresentado a seguir:

- ✓ O empreendedor deve elaborar relatórios que compreendam as condições ambientais e sociais da comunidade local e, as implicações técnicas para proporcionar as condições de operação de acordo com os procedimentos normalizados para execução desta atividade;
- ✓ O relatório ambiental e social consiste no diagnóstico do meio físico, biótico e socioeconômico que venha a justificar a escolha do local, além de mostrar as ações mitigadoras que serão executadas para reduzir os potenciais

impactos ambientais. Estas ações devem ser descritas sucintamente de forma a refletir a ação que o gestor realizará ao longo da vida útil do aterro;

✓ Todo este levantamento vem ao encontro da justificativa do projeto que, por sua vez, deve ser composto de uma consulta pública e apresentar um plano social e de monitoramento ambiental estruturados por base científica reconhecida e de acordo com a legislação vigente. Neste memorial descritivo também deve constar os benefícios proporcionados pela atividade do aterro estruturado, principalmente, junto à comunidade local;

✓ Desenvolvendo o interesse na captação de recursos por meio da geração de energia, o gestor deve providenciar, também, um relatório quanto ao impacto na matriz energética local, descrevendo o projeto e a forma de transformação de energia, apresentando as potencialidades e os programas de acompanhamento que possibilita a contribuição de organismos do governo para geração de energia elétrica. Conforme nos casos anteriores, estes relatórios devem ser formulados de acordo com as regras vigentes no setor elétrico brasileiro, caracterizando parte do estudo de viabilidade econômica;

✓ De acordo com o formato de manejo de resíduos proposto, torna-se necessário seguir as exigências definidas pelo mercado de crédito carbono e, assim, proporcionar a captação de recursos e amortizar o investimento realizado;

✓ Estas exigências, divididas em etapas, onde o gestor deve apresentar o projeto completo do empreendimento que conste o histórico e os dados da empresa responsável, bem como os cálculos comprobatórios da redução dos gases proporcionada;

✓ Em uma segunda fase, deve ser realizada uma auditoria no projeto por parte de uma empresa validadora autônoma que, por sua vez, defere o projeto, atestando e garantindo a credibilidade da execução e dos resultados apresentados. Esta empresa validadora deve ser registrada junto a Organização das Nações Unidas (ONU);

✓ De posse do deferimento por meio da empresa validadora, o empreendedor encaminha este documento a Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima que realiza o registro e, posteriormente, envia ao Quadro Executivo da ONU permitindo, desta forma, o registro internacional que, por sua vez, certifica e oficializa a posição de vendedor de crédito carbono.

✓ Ao ser formalmente reconhecido como vendedor de crédito carbono, os gestores do empreendimento realizam registros autônomos da quantia de gases emitidos pelo aterro e, assim, podem comercializar tais papéis;

✓ Os registros destes papéis servem como garantia na conversão percentual de gases metano contido no biogás produzido no aterro e, por sua vez, na conversão em dióxido de carbono, haja vista que o metano é 21 vezes mais danoso à camada de ozônio que o próprio CO₂, fato que permite as negociações mediante o Protocolo de *Kyoto*;

✓ Por fim, estes créditos podem ser comercializados por intermédio de câmaras internacionais de investimentos ambientais, tais como, a Bolsa de Clima de Chicago, um pregão virtual em que empresas e países comercializam créditos de carbono com cotações diárias a fim de atender, neste caso, as diretrizes definidas pelo grupo de empresas e municípios participantes desta bolsa.

✓ Quando são abordados os países, o principal comprador dos créditos brasileiros de carbono é a Holanda, contudo, iniciaram-se as negociações de venda com alguns dos 36 demais países que possuem compromisso formal diante do Protocolo de *Kyoto* em reduzir suas emissões, dentre eles, Japão e Rússia.

Após o processo de implementação executado e aprovado, o projeto proposto é representado de forma simplificada no fluxograma da Figura 20.

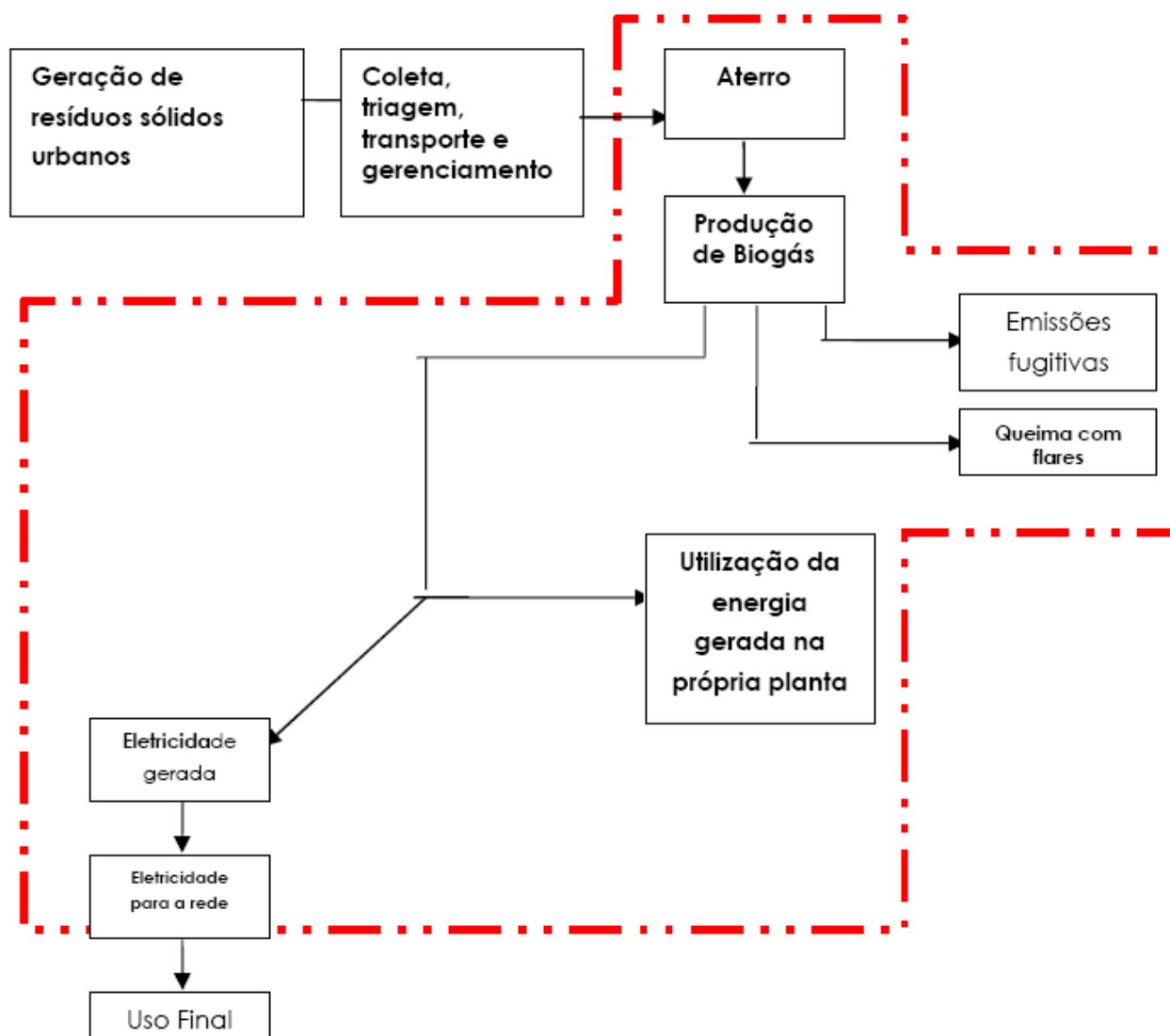


Figura 20 – Sistema proposto para estudo de viabilidade

Portanto, de acordo com o levantamento realizado, para a concretização de todos estes procedimentos há uma grande demanda de tempo e disposição para enfrentar o processo burocrático e produzir todo o material e estudos necessários a fim de justificar a potencialidades do empreendimento, entretanto, a prática tem mostrado que este mercado está em plena evolução e o Brasil tem muito a lucrar com isso, sejam por meio de financiamentos ou subsídios estrangeiros proporcionados pelas atividades ligados as questões ambientais, seja por meio da geração e venda descentralizada de energia elétrica, seja por meio de mitigar um problema social que atinge inúmeros municípios brasileiros – o lixo.

4.4 Avaliação do cenário para o empreendimento proposto

Como forma de analisar os principais fatores que condicionam a formação do sucesso, ou não, do empreendimento proposto foi elaborado o estudo derivado da técnica conhecida como Análise de *SWOT*.

Nesta análise foram listada uma série de características irrestritas constituída de fatores considerados fortes, fracos e os que favorecem ou prejudicam tal implementação e que, posteriormente, foram ordenados pelos aspectos mais relevantes e avaliados por pessoas envolvidas na implementação do sistema proposto e, onde foram atribuídos valores de acordo os níveis de interferência na estratégia do empreendimento. São eles:

- ✓ Financiamentos: formas de incentivos para investimentos em tecnologias menos poluentes e desenvolvimento de uso otimizado de matéria-prima, bem como o estudo de formas de redução e/ou reuso de resíduos urbanos;

✓ Subsídios: benefícios proporcionados por governos nas três esferas – federal, estadual e municipal – para o desenvolvimento de novas tecnologias e serviços que contribuam com a melhoria do meio ambiente;

✓ Diminuição do Impacto Ambiental: atividades que proporcionem a diminuição dos efeitos poluidores de práticas indispensáveis;

✓ Reaproveitamento de Massa: atividade proporcionada pelos elementos dispensados em aterro sanitário como última locação de produtos classificados como lixo sob a concepção de não haver mais valor para a sociedade;

✓ Saúde Pública: diminuição de vetores de doenças que são, sabidamente, produzidos por elementos poluidores depositados na natureza;

✓ Emprego: criação de atividades remuneradas e sob os critérios determinados pelo Ministério do Trabalho quanto às condições de trabalho;

✓ Mercado Ambiental: atividades comerciais sob as características delineadas pelo conceito de desenvolvimento sustentável da sociedade;

✓ Crédito Carbono: atividade comercial específica dentro do mercado ambiental que já possui benefícios consolidados;

✓ Bolsa de Crédito de Carbono: como qualquer produto negociado em uma bolsa de valores, o crédito carbono sofre as oscilações do mercado;

✓ Sociedade: abordando os benefícios a sociedade pela prática executada, tanto sob o aspecto ambiental quanto pelo energético e, a percepção e participação da mesma quanto ao funcionamento destas atividades;

✓ Coleta Seletiva: prática em desenvolvimento no Brasil que permite um melhor aproveitamento dos resíduos recolhidos pelo serviço de limpeza pública.

Esta atividade segue a hierarquia da utilização do lixo, em que é definido o processo de reduzir, reutilizar, reciclar, recuperar e dispor de forma adequada;

✓ **Potencial de Geração de Gás:** como todo o projeto está estruturado nas aproximações matemáticas quanto à produção de gases para queima e geração de eletricidade, o desenvolvimento em coleta seletiva que beneficie também os resíduos orgânicos, como é visto no uso de fertilizantes caseiros, pode, ou não, interferir na quantidade de resíduos dispostos no aterro e, sendo assim, distorcer a análise prevista para tempo e vazão estimados pelo processo físico-químico;

✓ **Tempo de Implantação:** tempo utilizado para desenvolver todas as etapas do projeto proposto, partindo desde o levantamento ambiental inicial até a certificação e oficialização como vendedor de crédito carbono e energia elétrica realizado por instituição pública;

✓ **Características Políticas:** por se tratar de uma implementação que necessita de ampla colaboração dentro do planejamento estratégico de uma organização pública, esta atividade pode, ou não, sofrer interferências de caráter político da sociedade a que venham interferir o andamento do projeto proposto;

✓ **Dispersão das Informações:** o acesso para todas as informações, quanto ao aproveitamento dos gases e geração de energia e quanto a certificação destes setores para realização do evento estudado, torna-se um entrave a consolidação do empreendimento;

Portanto, para realizar a análise de SWOT, foram adotados como referência os valores 5, 3 e 1 que, respectivamente, são os fatores que possuem influências alta, média e baixa. Consequentemente, os resultados desta análise constituem a Tabela 1:

Tabela 1 – Avaliação dos pontos listados

PONTOS FORTES	ESCORE	PONTOS FRACOS	ESCORE
<i>Financiamentos e Subsídios (FS)</i>	5	<i>Características Políticas (CP)</i>	5
<i>Dim. dos Impactos Ambientais (DIA)</i>	5	<i>Tempo de Implantação (TIw)</i>	5
<i>Reaproveitamento de Massa (RM)</i>	3	<i>Dispersão das Informações (DI)</i>	3
<i>Sociedade (Ss)</i>	1	<i>Sociedade (Sw)</i>	1
OPORTUNIDADES	ESCORE	AMEAÇAS	ESCORE
<i>Mercado Ambiental (MA)</i>	5	<i>Políticas Públicas (PP)</i>	5
<i>Coleta Seletiva (CS)</i>	5	<i>Tempo de Implantação (TIt)</i>	3
<i>Saúde Pública (SP)</i>	3	<i>Bolsa de Crédito Carbono (BCC)</i>	3
<i>Emprego (E)</i>	1	<i>Pot.l de Geração de Gás (PGG)</i>	1

Assim, cruzando os pontos considerados fortes e de oportunidade para êxito estratégico do negócio, ou seja, multiplicando os escores apontados para cada um dos itens listados e selecionando os maiores valores que resultaram deste processo aritmético, mostram as características que provavelmente alavancariam o negócio. Este procedimento se repete para os pontos fortes e ameaçadores dando origem às vulnerabilidades, para os pontos fracos e oportunos como fonte das limitações e, por fim, o cruzamento dos pontos fracos com ameaçadores surgindo os problemas que possam interferir no sucesso do empreendimento.

Representados por siglas conforme apresentado na Tabela 1 e com a pontuação resultante dos cruzamentos, os principais aspectos que podem prejudicar ou favorecer dentro do cenário previsto para a implantação do sistema proposto foram identificados de acordo com os maiores índices por meio das células coloridas, conforme exposto na Tabela 2:

Tabela 2 – Resultado da avaliação

		ALAVANCAGEM				VULNERABILIDADES			
		Pontos Oportunos				Pontos Ameaçadores			
Pontos Fortes		25 FSxMA	25 FSxCS	15 FSxSP	5 FSxE	25 FSxPP	15 FSxTIt	15 FSxBCC	5 FSxPGG
		25 DIAxMA	25 DIAxCS	15 DIAxSP	5 DIAxE	25 DIAxPP	15 DIAxTIt	15 DIAxBCC	5 DIAxPGG
		15 RMxMA	15 RMxCS	9 RMxSP	3 RMxE	15 RMxPP	9 RMxTIt	9 RMxBCC	3 RMxPGG
		5 SsxMA	5 SsxCS	5 SsxSP	1 SsxE	5 SsxPP	3 SsxTIt	3 SsxBCC	1 SsxPGG
		LIMITAÇÕES				PROBLEMAS			
		Pontos Oportunos				Pontos Ameaçadores			
Pontos Fracos		25 CPxMA	25 CPxCS	15 CPxSP	5 CPxE	25 CPxPP	15 CPxTIt	15 CPxBCC	5 CPxPGG
		25 TIwxMA	25 TIwxCS	15 TIwxSP	5 TIwxE	25 TIwxPP	15 TIwxTIt	15 TIwxBCC	5 TIwxPGG
		15 DlxMA	15 DlxCS	9 DlxSP	3 DlxE	15 DlxPP	3 DlxTIt	3 DlxBCC	3 DlxPGG
		5 SwxMA	5 SwxCS	5 SwxSP	1 SwxE	5 SwxPP	1 SwxTIt	1 SwxBCC	1 SwxPGG

4.4.1 Alavancagem

PONTOS FORTES		ESCORE	X	OPORTUNIDADES		ESCORE	=
FINANCIAMENTOS E SUBSÍDIOS (FS)	5	5		MERCADO AMBIENTAL (MA)	5		
DIMINUIÇÃO DOS IMP. AMBIENTAIS (DIA)	5	5	COLETA SELETIVA (CS)	5			
REAPROVEITAMENTO DE MASSA (RM)	3	3	SAÚDE PÚBLICA (SP)	3			
SOCIEDADE (Ss)	1	1	EMPREGO (E)	1			

ALAVANCAGEM	ESCORE
FS X MA	25
FS X CS	25
DIA X MA	25
DIA X CS	25

Figura 21 – Pontos cruzados para alavancagem

✓ As atividades relacionadas à melhoria do meio ambiente, dentre elas o serviço de manejo de resíduos urbanos de forma adequada, proporciona, por meio de instrumentos econômicos que caracterizados por acessibilidade em

financiamentos e subsídios do governo, tornam-se os atrativos a medida que se corresponda as metas estabelecidas na fase de projeto.

✓ Ainda surge a possibilidade de reaproveitamento, ou seja, gerar lucratividade com uma massa que, até então, é um problema ambiental e social e, conseqüentemente, custos a instituição pública, mas que aos olhos da sociedade não era dada à devida atenção.

✓ Como forma de amortizar os investimentos iniciais, o empreendedor parte da prerrogativa das vendas de crédito carbono e da eletricidade gerada pelos gases fermentados nos resíduos acumulados no aterro estruturado, aproveitando-se da abertura do setor elétrico brasileiro e na possibilidade de comercializar o crédito carbono com os países que possuem obrigações formais diante do Protocolo de *Kyoto*.

✓ Há, entre outras oportunidades, a vantagem de se implementar coletas seletivas diante de uma sociedade organizada e informada e gerar mais formas de capitalização nesta atividade por meio da reciclagem.

✓ E, paralelo ao manejo dos resíduos, surge à geração de energia de forma descentralizada que, pode beneficiar parte ou toda a comunidade local.

4.4.2 Vulnerabilidades

PONTOS FORTES		ESCORE	X	AMEAÇAS		ESCORE
FINANCIAMENTOS E SUBSÍDIOS (FS)	5			POLÍTICAS PÚBLICAS (PP)	5	
DIMINUIÇÃO DOS IMP. AMBIENTAIS (DIA)	5			TEMPO DE IMPLANTAÇÃO (TIw)	5	
REAPROVEITAMENTO DE MASSA (RM)	3			B. CRÉDITO CARBONO (BCC)	3	
SOCIEDADE (Ss)	1			POT. DE GER. DE GÁS (PGG)	1	

VULNERABILIDADES		ESCORE
FS X PP		25
DIA X PP		25

Figura 22 – Pontos cruzados para vulnerabilidades

✓ O ponto percebido nesta atividade está no longo tempo de desenvolvimento das etapas burocráticas a serem cumpridas e, também, o relativamente longo tempo de maturação para geração de gases, principalmente, no caso de novos aterros estruturados, pois estes aspectos tendem a comprometer a captação de recursos por meio do crédito carbono, haja vista que, outras atividades já buscam este mercado, tornando, cada vez mais, restrito a captação destes recursos;

4.4.3 Limitações

PONTOS FRACOS		ESCORE	X	OPORTUNIDADES		ESCORE	
CARACTERÍSTICAS POLÍTICAS (CP)	5	5		5	MERCADO AMBIENTAL (MA)	5	5
TEMPO DE IMPLANTAÇÃO (TIw)	5	5		5	COLETA SELETIVA (CS)	5	5
DISPERSÃO DAS INFORMAÇÕES (RM)	3	3		3	SAÚDE PÚBLICA (SP)	3	3
SOCIEDADE (Sw)	1	1		1	EMPREGO (E)	1	1

LIMITAÇÕES		ESCORE
CP X MA	25	25
CP X CS	25	25
TIw X MA	25	25
TIw X CS	25	25

Figura 23 – Pontos cruzados para limitações

✓ Por se tratar de um empreendimento inteiramente público ou, eventualmente, por parceria público-privada, torna-se altamente susceptível quanto às posições políticas dos gestores deste processo que, dependendo da situação, pode beneficiar ou prejudicar o desenvolvimento de implantação do projeto proposto, no tempo de implantação, na iniciativa de investir na coleta seletiva e os reflexos quanto ao mercado ambiental. Fato este que, além da morosidade natural do processo de validação do projeto e trâmites naturais, devem ser consideradas na programação do empreendimento;

4.4.4 Problemas

PONTOS FRACOS		ESCORE	X	AMEAÇAS		ESCORE
CARACTERÍSTICAS POLÍTICAS (CP)	5	=		POLÍTICAS PÚBLICAS (PP)	5	
TEMPO DE IMPLANTAÇÃO (TIw)	5			TEMPO DE IMPLANTAÇÃO (TIw)	5	
DISPERSÃO DAS INFORMAÇÕES (RM)	3			B. CRÉDITO CARBONO (BCC)	3	
SOCIEDADE (Sw)	1			POT. DE GER. DE GÁS (PGG)	1	

PROBLEMAS	ESCORE
CP X PP	25
TIw X PP	25

Figura 24 – Pontos cruzados para problemas

✓ A grande ameaça percebida nesta atividade está no longo tempo de desenvolvimento das etapas burocráticas para serem cumpridas que possa vir como reflexo das inúmeras atividades interdependentes dos setores públicos e mudanças de direcionamento político.

✓ O real conhecimento do processo proposto por parte do meio político local se faz necessário para que haja sinergia nos interesses quanto ao resultado final da implementação de um aterro sanitário estruturado com suas inúmeras possibilidades de rentabilidade e, conseqüentemente, ganhos para a sociedade.

4.5 Composição do lixo

A produção de lixo é diretamente associada ao estágio de desenvolvimento da sociedade que, em geral, mais evoluída, produz maior volume e peso dos resíduos. Entretanto outros fatores influenciam na geração de lixo, tais como, variações sazonais e climáticas, hábitos e costumes da população, densidade geográfica, leis e regulamentações específicas, entre outros.

Segundo Borsoi et al (apud Oficina Pan-americana de La Salud/OMS, 1995), são produzidas no Brasil diariamente cerca de 240 mil toneladas de lixo, dos quais 90 mil são de origem domiciliar, assim, a média nacional de produção de resíduos por habitantes em torno de 600g/habitante. Contudo as dimensões continentais do

Brasil proporcionam discrepâncias quanto a estes números onde, por exemplo, a cidade de São Paulo gera em média de 1.000g/habitante-dia, locando entre os maiores índices do mundo conforme demonstrado na Figura 25:

CANADÁ	1.900g/hab-dia	MÉXICO	900g/hab-dia
ESTADOS UNIDOS	1.500g/hab-dia	RIO DE JANEIRO	900g/hab-dia
HOLANDA	1.300g/hab-dia	BUENOS AIRES	800g/hab-dia
SUIÇA	1.200g/hab-dia	SANTIAGO DO CHILE	800g/hab-dia
JAPÃO	1.000g/hab-dia	SAN SALVADOR	680g/hab-dia
EUROPA	900g/hab-dia	TEGUCIGALPA	520g/hab-dia
ÍNDIA	400g/hab-dia	LIMA	500g/hab-dia

Figura 25 – Produção per capita de resíduos em alguns países e cidades

A disposição de resíduos urbanos sem tratamento é um dos principais problemas ambientais municipais brasileiros e, na maioria dos casos, o tratamento por compostagem e incineração também geram efluentes e emissões atmosféricas, por vezes muito intensas.

Desta forma, conhecer a composição do lixo é imprescindível para o desenvolvimento de planos e investimento em coleta, tratamento e disposição final dos resíduos. Segundo Borsoi et al. (apud J. T. Pereira Neto, 1992), verificou-se que em países de maior renda per capita correspondem ao maior percentual de resíduos inorgânicos como vidro, papel, plástico e metal e, por sua vez, os países de menor renda apresentam alto conteúdo de alimentos, ou seja, matéria orgânica.

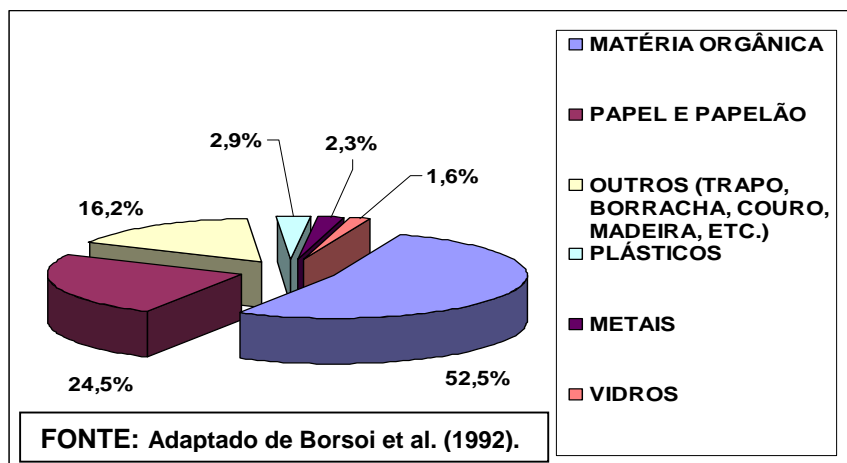


Figura 26 – Composição média do lixo

A composição dos resíduos urbanos no Brasil demonstrou uma grande parcela de material orgânico, matéria-prima do biogás, devido em parte pelo baixo índice de aproveitamento destes componentes em compostagem doméstica, conforme ocorre em outros países. Desta forma, o envio e acúmulo destas substâncias em aterros sanitários que, aliado ao clima tropical da região, incrementa a decomposição bioquímica dos compostos sob condições anaeróbicas que, por sua vez, otimiza as possibilidades de êxito na produção e aproveitamento dos gases.

Estas estatísticas permitiram ainda a estimativa quanto aos dividendos que a seleção e venda para reciclagem de certos produtos – vidro, plástico, papelão e metais – proporcionaram ao empreendimento proposto, haja vista que o aterro atualmente desconhece as reais características dos resíduos colhidos no município, fato relevante para o controle de suas condições e, eventuais, projeções de melhoria no serviço de coleta.

4.6 Estimativa de produção de gases

O acúmulo de lixo está diretamente relacionado ao potencial da geração do biogás que, por sua vez, constitui a estimativa de gás metano, matéria-prima da produção de energia elétrica.

O biogás como subproduto da decomposição anaeróbica dos resíduos urbanos por ação dos microorganismos que os transformam em substâncias estáveis, como dióxido de carbono, água, gás sulfídrico, gás metano, mercaptanas e outros componentes minerais. Esta combinação resulta em 55% de metano, 40% de gás carbônico e 5% de nitrogênio e outros gases. O gás metano, principal componente do biogás, é 21 vezes mais danoso que o dióxido de carbono para a camada de ozônio, fato que permite explorar as condições estabelecidas pelo Protocolo de *Kyoto*.

A geração de gás é dividida em quatro etapas características da vida útil de um aterro sanitário, onde, a primeira constitui a fase aeróbica com oxigênio e o gás produzido é dióxido de carbono (CO_2). Na segunda há um esgotamento de oxigênio que resulta em um ambiente anaeróbico com grande quantidade de gás carbônico e um pouco de hidrogênio produzido no local. A terceira fase começa a produção de metano (CH_4), com redução na quantidade de dióxido de carbono produzido. Com uma redução drástica na produção de nitrogênio (N_2) nestas fases anaeróbicas, na quarta etapa, a geração de metano, dióxido de carbono e nitrogênio tornam-se estáveis. O tempo de cada etapa e a capacidade de geração destes gases varia em função das condições do aterro sanitário em função da composição do resíduo, material de cobertura, projeto e estado anaeróbico que, por sua vez, sofrem influência das condições climáticas como taxa de precipitação, umidade e temperatura. (YANG; SWITENBANK, 2005)

Na determinação da quantidade de biogás pela disposição dos resíduos urbanos dispostos nos aterros sanitários são aplicados métodos matemáticos que representam uma aproximação teórica que definem a curva de produção em função de parâmetros característicos de cada aterro sanitário.

As características do aterro de Taubaté são similares as condições do aterro de Marambaia em Nova Iguaçu, conforme informações apresentadas pela NOVAGERAR nos relatórios para o Banco Mundial ((RELATORIO AMBIENTAL DE GERAÇÃO DE ENERGIA...,2003, p.12), permitindo a adoção do mesmo procedimento para a estimativa de produção dos gases. Este processo foi realizado por meio do modelo de decaimento de primeira ordem representado pela Equação 1:

$$L_{FG} = 2 L_0 R (e^{-kc} - e^{-kt}) \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

L_{FG}: total de biogás gerado no ano (m³, metros cúbicos);

L₀: potencial teórico do volume de biogás gerado pela massa de resíduos (m³/kg, metros cúbicos por quilograma);

R: taxa de disposição de resíduos (kg/anos, quilograma por ano);

t: início da operação do aterro (anos);

c: final do projeto (anos);

k: taxa de geração de biogás (m³/kg-ano, metros cúbicos por quilograma no período de um ano);

Com o intuito de avaliar a capacidade de geração do biogás pelo aterro de Taubaté e, conseqüentemente, a captação dos gases com queima controlada e utilização do gás metano como combustível para obtenção de eletricidade por meio de grupos motores geradores foram aplicados os mesmos valores locais para L₀ e k do projeto de Nova Iguaçu conforme estipulado pela NovaGerar (Relatório..., 2003, p.13 apud Training Workshop for the US EPA Landfill Methane Outreach Program, 2001) que, por sua vez, é proveniente dos valores desenvolvidos para os aterros dos

Estados Unidos, onde até 2001 haviam 330 aterros funcionando com estas características e, assim, comprovação empírica sobre esta simulação matemática.

A falta de dados concretos quanto à quantidade de resíduos e a quantia depositada diariamente no aterro de Taubaté ao longo de seus anos de funcionamento, com exceção do período compreendido de 2.000 a 2.006 quando entrou em operação a pesagem por balança para controle e monitoramento do local, foram contornadas pela estimativa baseada no crescimento populacional nacional haja vista que o aumento na geração de resíduos é diretamente proporcional ao crescimento no número de habitantes. Assim, de acordo com os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (CENSO HISTÓRICO), o crescimento populacional médio no período entre 1970 e 1996 foi de 2,64% ao ano. Desta forma, levando em consideração que no ano de 2.006 a disposição diária no local chega a 170 toneladas por dia, foi possível realizar uma estimativa do retrospecto da quantia de lixo depositado no aterro conforme representado na Figura 27:

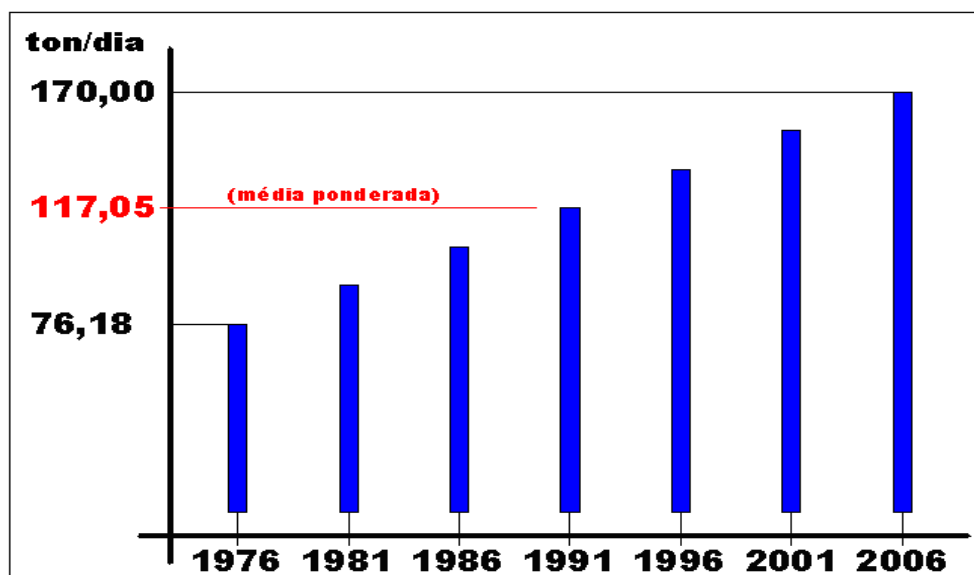


Figura 27 – Acomodação diária estimada no período de 1976 - 2006

De posse destes valores é possível estimar que desde a época da elaboração deste aterro foram depositados aproximadamente 945.000 toneladas de resíduos nos atuais 172.000 m² do aterro sanitário de Taubaté. E, então, estipulado os parâmetros para cálculo do volume de biogás e metano, apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Dados do empreendimento estudado

VARIÁVEIS	ATERRO DE TAUBATÉ
<i>R (ton/dia - média)</i>	117,05
<i>R (kg por ano)</i>	42.723.250
<i>L_o</i>	0,1641
<i>k</i>	0,06243
<i>c</i>	7 (2013)
<i>t</i>	30 (1976)

Dentro do período útil do aterro, ou seja, época estipulada para haver acomodação dos resíduos, que para o aterro de Taubaté foi determinado de 1976 a 2013 os resultados se mostraram conforme a Tabela 4:

Tabela 4 – Estimativa para os 37 anos de vida útil do aterro

BIOGÁS E METANO	
<i>BIOGÁS</i>	115.717.961 m³
<i>METANO</i>	63.664.878 m³
	47.619 ton

A taxa real de biogás recuperado resulta em 50% da curva teórica de produção devido às emissões fugitivas e oxidação por atuação de bactérias aeróbicas das porções mais superficiais do maciço. Dentro desta composição, o método aplicado considera 57% de metano em volume de biogás estimado e, ainda,

permite ser captado durante alguns anos após o fechamento das atividades de acomodação dos resíduos no aterro.

4.7 Estimativa de produção de energia elétrica

A estimativa do biogás gerado no aterro de Taubaté e aproveitado como fonte motriz de geração de energia elétrica tem por objetivo mitigar os investimentos na estruturação do local e diminuição dos impactos ambientais ocasionados pelo acúmulo de resíduos urbanos.

A captação destes gases a um conjunto motor-gerador que se utiliza de gás metano como combustível permite um ganho ambiental muito importante, pois além de contribuir para a diminuição da emissão dos gases de efeito estufa, torna o aterro sanitário em fonte renovável de energia. Assim, os valores estimados de captação dos gases que o sistema se utiliza para geração de energia se apresentam em valores anuais conforme pode ser visto na Tabela 5:

Tabela 5 – Estimativa dos gases para queima

BIOGÁS E METANO		
<i>BIOGÁS</i>	<i>3.127.513</i>	<i>m³/ano</i>
<i>METANO</i>	<i>1.782.682</i>	<i>m³/ano</i>

Assim de acordo com a recomendação de um dos fabricantes de grupos geradores instalados no Brasil e detentor desta tecnologia, esta estimativa permite a utilização de 03 unidades com potencial energético de 75 kWh para um consumo individual de 1.500 m³/dia, com funcionamento de 24h e com eficiência elétrica do motor-gerador a gás em torno de 35%. Portanto o potencial estimado deste parque energético aplicado no aterro de Taubaté é de 478kWh.

4.8 Estimativa do custo da eletricidade proveniente do aterro de Taubaté

A estimativa dos gastos com a adaptação do aterro de Taubaté aos padrões ambientalmente sustentáveis constitui os custos diretos e, concebendo características que permitam a exploração de recursos antes não utilizados, constitui os custos indiretos. Estes fatores tornam-se mitigadores no investimento para geração de energia por meio deste empreendimento.

A quantidade de manta de polietileno de alta densidade – PEAD – foi estabelecida para o recobrimento da atual área (172.000m²) e, considerando a área definida para uso nos próximos anos (72.000m²), além de, neste último setor, foi considerado o uso da manta entre as células de 4m verticais com um total médio de altura dos taludes de 35m.

A canalização de PVC foi estimada de acordo com a suposta localização da central de equipamentos. E, ainda, considerando os novos drenos verticais necessários para cobrir e interligar os novos setores de armazenamento dos resíduos urbanos.

O custeio com o pessoal de manutenção do aterro, locação de equipamentos e serviços terceirizado de coleta e/ou tratamento do chorume foram baseados em informações colhidas diretamente com a atual administração do aterro em função da verba disponibilizada pela Prefeitura Municipal de Taubaté.

Os gastos com estudo e projeto de adequação foi fornecido por escritórios especializados em serviços de manejo de resíduos e impactos ambientais. Esta etapa compreende o levantamento das características locais, eventuais soluções das deficiências apresentadas e diagnósticos quanto a possíveis bolsões existente

de gases ou líquidos provenientes do processo de fermentação dos resíduos orgânicos.

A estimativa quanto ao valor financeiro dos elementos componentes do grupo motor-gerador, específico para produzir energia elétrica pelo biogás rico em metano canalizado do aterro, realizado por meio de colaboração de empresa multinacional especializada no ramo. Este valor compreende os equipamentos principais para tal função – motor de combustão, sistema de escape, gerador de eletricidade e unidade de controle automático. E, demais acessórios específicos para esta aplicação: bomba de sucção para aumento da pressão do biogás produzido (de 250 mbar no dreno do aterro para 200 bar na entrada do filtro), filtro de micro partículas sólidas e líquidas do biogás, câmara de resfriamento, manômetros e registradores da quantidade de gás e oxigênio.

A aproximação quanto à necessidade de contratação do pessoal dedicado à seleção do lixo e os custos quanto à estrutura necessária para execução deste serviço foram apontados por colaboração de associações destinadas a reciclagem de papel, vidro e demais materiais reutilizáveis. Bem como os valores possíveis de amortização do investimento proporcionado pela venda destes produtos.

A venda de energia elétrica foi baseada nos valores proporcionados pela mitigação do consumo que ocorreria sem o tal sistema implementado, não levando em consideração um possível acordo de compromisso específico firmado entre a administração do Aterro e concessionária de energia local.

Os gastos necessários quanto à adequação do local para atender as condições mínimas exigidas para implantar o sistema estudado são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 – Custos estimados para funcionamento do aterro de Taubaté por ano

<i>Descrição</i>	<i>Total (R\$)</i>
CUSTOS DIRETOS	
Manta PEAD para cobertura das células	+408.000,00
Canalização dos gases por tubulação PVC	+16.500,00
Pessoal de Manutenção do Aterro	+126.000,00
Locação dos equipamentos para serviço no Aterro	+1.152.000,00
Serviços de coleta e tratamento do chorume	+144.000,00
CUSTOS INDIRETOS	
Estudo e projeto de adequação do Aterro	+45.000,00
Sistema Motor-Gerador e acessórios (energia elétrica)	+250.000,00
Venda de Crédito Carbono	-112.000,00
Pessoal da Coleta Seletiva	+1.260.000,00
Implantação da estrutura para seleção do lixo	+200.000,00
Venda de papel, papelão, etc.	-2.280.400,00
Venda de vidro branco, vidro verde, etc.	-158.900,00
Venda de plástico reciclável	-202.500,00
Venda da energia elétrica produzida	-1.780,00
Total (R\$ 2,13 – US\$ 1.00)	R\$ 745.920,00

Portanto a totalização destes gastos que, diluídos pelos 7 anos de expectativa de manejo dos resíduos tornou-se o custeio da energia elétrica produzida pelo aterro sanitário de Taubaté e permitiu, por meio da conversão dos valores, a comparação com outras fontes de eletricidade do sistema nacional.

4.9 Comparativo de custos de produção da energia elétrica

Um dos melhores potenciais energético do mundo encontra-se no Brasil que, apesar de apresentar reservas de combustíveis fósseis relativamente reduzidas, possui os grandes potenciais hidráulicos, de irradiação solar, da biomassa e da força dos ventos abundantes para garantir sua auto-suficiência, entretanto, há a necessidade no desenvolvimento e aplicação de tecnologias eficientes.

Caracterizado por um setor elétrico preponderantemente de base hidráulica torna esta fonte de energia relativamente barata, algo em torno de US\$ 25 e US\$ 30/MWh e nas usinas mais antigas, com custos já amortizados, entre US\$ 10 e US\$ 20/MWh. Entretanto, estes cálculos não levam em consideração o impacto ambiental significativo causado pelos grandes reservatórios ao inundar áreas extensas, a exigência na realocação de milhares de moradores e as largas faixas definidas para as linhas de transmissão que, devido à existência e operação das usinas mais próxima das cargas, atualmente, justifica a expectativa de cerca de metade dos custos para a construção de uma nova unidade ser aplicado em transmissão, distribuição e instalações gerais, além de, aumentar as perdas energéticas para encaminhamento da energia gerada.

Fortemente dependente das condições climáticas e regimes de chuvas, a energia elétrica proveniente do sistema hidroelétrico não tem mais prioridade absoluta no uso da água, haja vista que a geração de energia não poderá preceder a satisfação de outros usos da água que são a dessedentação humana, navegação, à irrigação entre outros. Desta forma, a compreensão dos custos provenientes das fontes hidroelétricas é um tema controverso e complexo.

A intensificação no uso de gás natural, seguindo uma tendência mundial, enfrentou uma série de problemas e não teve êxito esperado, entretanto, o seu uso como forma complementar a energia hidrelétrica constituem a forma mais barata de se fazer tal complementação haja vista que o custo aproximado de US\$ 40/MWh para produção de energia por origem térmica, cerca de 50% deste valor refere-se ao custo do gás e, reduzindo o consumo do combustível a apenas 25% de seu tempo o custo marginal de produção de energia cai para a ordem de US\$27/MWh, preço inferior das alternativas existentes. Entretanto a regulamentação não induz as

térmicas a usarem energia secundária, ou seja, novos usos para os gases quando não houver a necessidade de eletricidade por meio térmico.

A energia eólica desperta o interesse quanto à alternativa energética em franca expansão nas regiões propícias do Brasil devido sua competitividade por causa da qualidade, da velocidade e da constância dos ventos e, em particular, pelas características climáticas do país, haja vista que não há riscos com tufão o que assegura a ampliação da vida útil dos equipamentos instalados. O custo ainda relativamente caro, na ordem de US\$50 e US\$ 70/MWh, mas que o aumento na comercialização dos equipamentos necessários para geração de energia por meio desta técnica e a evolução natural da tecnologia na melhoria do rendimento destes elementos a perspectiva é de se alcançar o custo na ordem de US\$30/MWh, conforme valores praticados nos países onde esta indústria está consolidada.

Os custos com placas fotovoltaicas para geração de energia por meio dos raios solares ainda se mostram caro demais, tornando as aplicações proibitivas como fonte de eletricidade para grandes volumes de energia, entretanto, o aumento no uso em aplicações de pequeno porte pode vir a tornar esta prática tecnicamente viável para ampliação do sistema nacional. Outro aspecto que deve ser considerado para a matriz energética brasileira é o uso promissor da energia solar na produção de calor por meio de coletores ou concentradores para aquecimento de água e, conseqüente, economia no uso de eletricidade gerada no sistema nacional.

A energia nuclear como a terceira maior fonte geradora de energia elétrica do mundo, embora evite a emissão de consideráveis quantidades de dióxido de carbono e outros poluentes, é vista com uma série de reservas sobre o ponto de vista ambiental, pois envolve problemas de segurança e altos custos de disposição dos rejeitos nucleares. Além de exigir grande quantidade de água em seu sistema

de refrigeração que, por conseqüente, torna-se outro fator ambiental complexo e interferente aos custos desta fonte energética.

Na formação do custo total estimado para a geração de energia por meio do Aterro de Taubaté – vide Tabela 6 – foi considerado os custos diretamente ligados ao processo de manejo dos resíduos urbanos e os custos indiretos relacionados aos serviços efetivamente destinados a mitigar o investimento nos anos de vida útil do Aterro. Ou seja, somando todo o investimento necessário para implantar o sistema estudado, diminuído pelo retorno dos serviços e produtos prestados e diluindo este volume líquido de capital pelos 7 anos de vida útil definido para o Aterro, configura o custo real para a energia ali produzida como pode ser verificado no Apêndice 1.

Assim, levando em consideração a estimativa de energia elétrica produzida por meio do gás emitido pela massa orgânica depositada no local, algo em torno de 478 quiloWatt-hora (kWh), foi possível fazer uma projeção linear do aumento dos gastos para produzir 1MegaWatt-hora (MWh), seguindo recomendações dos fabricantes dos equipamentos específicos para conversão de energia, onde em regra geral os valores destes componentes do sistema aumentam a medida que aumenta a capacidade de geração de energia.

Estes valores foram convertidos para o dólar americano em cotação corrente de modo a permitir confrontar com os custos das demais fontes.

De posse destes valores finais, os resultados foram comparados com os Valores Normativos¹ estabelecidos na Resolução nº22/2001 da Agência Nacional

¹ Valor Normativo: custo de referência para comparação dos preços de compra de energia e a definição do custo a serem repassadas as tarifas de fornecimento. Permitem estabelecer condições necessárias a distribuidores e geradores para celebração de contratos de longo prazo.

de Energia Elétrica – ANEEL, e revogada pela Resolução nº 248/2002, mas que ainda servem como parâmetro dos custos de produção tomado como referência a partir de fontes diversa no país e conforme apresentado em A CRISE...(2002, p. 82) e adaptado para a Tabela 7 com a inclusão dos valores definidos para a produção energética do Aterro Sanitário de Taubaté após o processo de estruturação proposta por este estudo:

Tabela 7 – Custos estimados para diversas fontes

FONTES ENERGÉTICAS	ESTIMATIVA DE CUSTO (US\$/MWh)
<i>Competitiva (Hidroeletricidade e Termeletricidade)</i>	22 – 30*
<i>Termeletricidade a carvão nacional</i>	37 – 45
<i>Pequenas Centrais Hidrelétricas</i>	80
<i>Biomassa e Resíduos</i>	31 – 90
<i>Eólica</i>	50 – 70
<i>Solar Fotovoltaica</i>	260
<i>Usina a Gás Natural</i>	25 – 40
<i>Nuclear</i>	54 – 65
<i>Aterro de Taubaté</i>	85

** Não estão considerados os custos com impactos ambientais ocasionados pelas questões técnicas deste sistema – alagamento, deslocamento populacional, faixas desocupadas para a transmissão, etc.*

5 DISCUSSÕES

O aumento na participação das fontes alternativas na matriz energética brasileira foi resultado da necessidade de ampliação na geração de eletricidade, principalmente, após o evento denominado como “apagão” que veio a refletir o estado do sucateamento do sistema de geração, transmissão e distribuição nacional.

Sendo assim, gerar energia elétrica pela queima dos gases provenientes de aterros sanitários aparece como uma solução ecologicamente correta, pois alia os aprimoramentos nas técnicas de manejo dos resíduos urbanos com as emissões controladas dos dióxidos de carbono na atmosfera. E, além disso, pode se beneficiar dos incentivos proporcionados ao mercado pelas atividades que envolvem as questões ambientais.

Sob este cenário o estudo realizado utilizou-se das características do Aterro de Taubaté para demonstrar a viabilidade técnica financeira deste sistema. A principal motivação para se basear neste local foi em função do aproveitamento da estrutura já instalada eliminando os custos com terraplenagem, construção de vias de acesso, obras de drenagem, entre outras. E, desta forma, os gastos caberiam simplesmente com a adequação da estrutura do aterro para propiciar as condições mínimas para o aproveitamento dos gases, seleção dos resíduos e geração de energia. Desta forma os custos diretos, diluídos no tempo de vida útil previsto – 7 anos, compreendem a implantação de camada geomembrana e canalização em PVC sobre a área existente e nas novas células no espaço reservado à ampliação, além da aquisição dos equipamentos necessários para realização dos serviços

paralelos propostos – vendas de produtos recicláveis, crédito carbono e energia elétrica.

A avaliação do cenário proposto demonstrou as eventuais oportunidades e dificuldades que está prática enfrentaria quanto ao processo decisório para investimento, particularmente, devido as características da organização pública que este empreendimento representa. Os ganhos, em sua maior parte qualitativo, despertam o interesse na sociedade quanto aos benefícios no aspecto ambiental proporcionando rendimentos na execução da reciclagem de alguns produtos e venda de créditos carbono, neste caso, ganhos quantitativos, se considerado o acesso aos financiamentos e subsídios oferecidos por órgãos de fomento.

O sistema proposto enfrenta dificuldades quanto ao tempo de transposição das etapas burocráticas a serem cumpridas, em grande parte, devido ao desconhecimento dos benefícios que esta prática proporciona e a morosidade natural no processo de validação e trâmites do projeto desenvolvido. Ainda há o descrédito quanto à forte influência das mudanças de posição política que este empreendimento público sofre. Entretanto esses efeitos podem ser contornados com a adoção de capital privado, ou seja, tornar uma parceria pública-privada. Para isso há a necessidade de uma clara legislação para atrair os investidores.

A composição dos resíduos urbanos no Brasil possui uma grande parcela de material orgânico, matéria-prima do biogás, devido em parte pelo baixo índice de aproveitamento destes componentes em compostagem doméstica, conforme ocorre em outros países (SIMMONS et al, 2006). Entretanto, o envio e acúmulo destas substâncias em aterros sanitários que, aliado ao clima tropical da região, incrementa a decomposição bioquímica dos compostos sob condições anaeróbicas que, por sua vez, otimiza as possibilidades de êxito na produção e aproveitamento dos gases.

Estas estatísticas permitiram ainda a estimativa quanto aos benefícios que a seleção e venda para reciclagem de certos produtos – vidro, plástico, papelão e metais – podem proporcionar ao empreendimento proposto, haja vista que o aterro atualmente desconhece as reais características dos resíduos colhidos no município, fato relevante para o controle de suas condições e, eventuais, projeções de melhoria no serviço de coleta.

A análise realizada para a estimativa de produção de gases considerou somente as projeções matemáticas devido à escassez de dados e informações quanto ao volume e condições dos resíduos depositados nestes 30 anos no aterro de Taubaté. Este fato foi agravado pela impossibilidade em obter informações mais precisas quanto a formação de eventuais bolsões de gases, isto pode ser contornado com a contratação de empresas especializadas em manejo ambiental que, por meio de perfurações nas camadas mais antigas, podem realizar o levantamento da quantidade e condições destes gases, haja vista que estes gases podem sofrer oxidação e perder as condições necessárias para utilização.

Refletindo a estimativa de produção do biogás, a expectativa de geração de energia elétrica considerou as projeções matemáticas e os valores projetados serviriam em hipótese para consumo interno após a aplicação da série de equipamentos para executar os serviços paralelos a principal atividade do aterro – seleção de vidros, plásticos, papéis e metais. Outro fato determinante nos valores estimados para energia está no baixo rendimento das máquinas para gerar a eletricidade, algo em torno de 35%.

Embora a expectativa de geração de energia elétrica possa ser considerada baixa para a venda de eletricidade excedente este estudo indica a possibilidade de uso desta técnica para complementar o sistema hidroelétrico nos horários de pico

que, desta forma, atendam aos imóveis já existentes nas imediações do aterro mediante conexão ao sistema de distribuição local ou mesmo a aplicação para suprir algum consumo em caráter emergencial, haja vista que os geradores estão projetados para funcionamento em caráter contínuo, ou seja, em 24 horas.

O valor final do custo de energia elétrica por meio de aterro sanitário é maior que algumas fontes de eletricidade do cenário nacional em grande parte pelos altos valores quanto aos equipamentos de infra-estrutura solicitados por esta técnica, relativamente, recente no Brasil. Entretanto esta análise foi realizada sobre os aspectos quantitativos ao permitir somente a percepção de rendas provenientes de serviços e produtos alternativos ao manejo de resíduos.

Ao analisar o empreendimento pelo aspecto qualitativo, os ganhos com as melhorias nas condições do meio ambiente, aumento no número de empregos, diminuição nos vetores de doença, reciclagem de produtos, etc. podem vir a suprir esta diferença. Outro aspecto que pode vir a ser abordado por outros estudos é quanto ao manejo dos resíduos nos pequenos municípios, onde ocorrem maiores índices de concentração inadequada de resíduos urbanos, que poderiam atuar de forma unificada e concentrada, aproveitando-se dos conceitos aqui apresentados.

6 CONCLUSÃO

O sistema proposto possui uma série de características sobre o cenário ambiental mundial e do setor elétrico brasileiro que permitem as organizações públicas o retorno de capital investido na melhoria do manejo de resíduos urbanos.

A implementação de técnicas de manejo e estruturação de aterros sanitários traz inúmeras vantagens a sociedade, como a diminuição dos vetores de doença e de contaminação do ar, solo ou água.

O atual cenário apresenta reconhecimento do mercado àqueles que investem na solução das questões ambientais e, em alguns casos, pode haver benefícios financeiros.

Este estudo mostra a necessidade de se buscar um maior comprometimento dos gestores políticos e sociedade para enfrentar o longo e burocrático período de maturação do investimento proposto.

O uso dos resíduos urbanos como uma fonte alternativa de energia elétrica, se não supre a demanda local, pode perfeitamente complementar o sistema hidroelétrico nacional.

O sistema estudado tem um custo ainda elevado se comparado às fontes tradicionais, entretanto, fatores qualitativos tais como perspectiva no aumento de oportunidades de emprego e serviços diretos e indiretos, como por exemplo, a coleta seletiva que geralmente emprega um sem número de pessoas com baixa escolaridade.

Os interesses do capital privado em investimentos relacionados às questões ambientais, buscando visibilidade diante de uma parcela da população que valoriza tal iniciativa, possibilitam as parcerias entre instituições públicas e privadas para aproveitar-se das potencialidades deste empreendimento.

Por fim este estudo sugere a análise quanto à associação de pequenos municípios que tenham dificuldades quanto às questões do manejo de resíduos e são impossibilitados financeiramente de implementar isoladamente o sistema aqui proposto.

REFERÊNCIAS

A CRISE DE ABASTECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA. **Brasil. Congresso Nacional, Comissão mista especial destinada a estudar as causas da crise de abastecimento de energia no país, bem como propor alternativas ao seu equacionamento: Relatório.** Brasília, 2002. 208 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10520:** Informação e documentação: citações em documentos: apresentação. Rio de Janeiro, 2002. 7p.

_____. **NBR 6023:** Informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro, 2002. 24p.

ATLAS DE ENERGIA ELÉTRICA DO BRASIL. **Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL.** Brasília, 2002. 153 p.

BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL 2005: ANO BASE 2004. **Brasil - Ministério de Minas e Energia.** Relatório Final. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética - EPE, 2005. 188 p.

BORSOI, Zilda; CAMISÃO, Maria Lúcia; LANARI, Nora; TORRES, Solange; GOMES, Simone Mures. **Informe Infra-Estrutura: áreas de projetos de infra-estrutura.** Brasília, 2002. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/conhecimento/infra/g7412.pdf>>. Acesso em: 27 nov. 2006.

BRAGA, Antônio Sérgio; MIRANDA, Luiz Camargo de (Org.). **Comércio & Meio Ambiente: uma agenda positiva para o desenvolvimento sustentável.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente/Secretaria de Políticas para o Desenvolvimento Sustentável, 2002. 310 p.

CAPOOR, Karan; AMBROSI, Philippe. **State and trends of the carbon market 2006.** Washington DC: The World Bank/ International Emissions Trading Association – IETA, 2006

CASTILHOS JUNIOR., Armando Borges de (Coord.). **Resíduos sólidos urbanos: aterro sustentável para municípios de pequeno porte.** Projeto Prosab. Rio de Janeiro: ABES, RIMA, 2003. 294p.

CENSO HISTÓRICO. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censohistorico/1940_1996.shtm>. Acesso em: 08 nov. 2006.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Glossário ecológico ambiental**. São Paulo. Disponível em: < <http://www.cetesb.sp.gov.br/Ambiente/glossario>>. Acesso em: 26 jan. 2006.

_____. **Institucional**. São Paulo. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Institucional/portugues_historico.asp>. Acesso em: 26 jan. 2006.

CHING, Hong Yuh; MARQUES, Fernando; PRADO, Lucilene. **Contabilidade & Finanças para não especialistas**. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

COELHO, Suani Teixeira; VELAZQUEZ, Sílvia M. S. González; MARTINS, Osvaldo Stella; ABREU, Fernando Castro de. **Sewage biogas conversion into electricity**. Disponível em: < <http://paginas.agr.unicamp.br/energia/agre2006/pdf/64.pdf>>. Acesso em 23 de nov. de 2006.

COLDEBELLA, Anderson; SOUZA, Samuel Nelson Melegari de; SOUZA, Juliano de; KOHELER, Ana Carolina. **Viabilidade da cogeração de energia elétrica com biogás da bovinocultura de leite**. Disponível em: <<http://paginas.agr.unicamp.br/energia/agre2006/pdf/35.pdf>>. Acesso em 23 de nov. de 2006.

COMITÊ COORDENADOR DO PLANEJAMENTO DA EXPANSÃO DOS SISTEMAS ELÉTRICOS – CCPE. **Sumário executivo do plano decenal de expansão 2003/2012**. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/site/others_publications/others_publicaton_list.do?yearFilter=2003&channelId=50>. Acesso em 23 de fev. de 2006.

COSTA, Eliezer Arantes da. **Gestão estratégica**. São Paulo: Saraiva, 2005.

COSTA, Ricardo Cunha; PRATES, Cláudia Pimentel. **O papel das fontes renováveis de energia no desenvolvimento do setor energético e barreiras à sua penetração no mercado**. BNDES Setorial - Setor Energético n. 21, p. 5-30. Rio de Janeiro: BNDES, 2005.

FGV, Fundação Getúlio Vargas; ISA, Instituto Socioambiental; CIDS, International Center for Sustainable Development; EBAPE, Brazilian School of Public and Business Administration. **The state of the Brazilian environment 1992-2002: a view from civil society**. --1.ed.— São Paulo: FGV and Institutional Support Ford Foundation, 2002. 47p.

GENOVESE, Alex Leão; UDAETA, Miguel Edgar Morales; GALVÃO, Luiz Cláudio Ribeiro. **Aspectos energéticos da biomassa como recurso no Brasil e no mundo**. Disponível em: < <http://paginas.agr.unicamp.br/energia/agre2006/pdf/54.pdf>>. Acesso em 23 de nov. de 2006.

HARRISON, Roy M. (Org.). **Pollution – causes, effects and control**. --4.ed. -- Cambridge – UK: Royal Society of Chemistry, 2001.

HINRICHS, Roger A.; KLEINBACH, Merlin. **Energia e meio ambiente**. Tradução: Flávio Maron Vichi; Leonardo Freire de Mello. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003. 545 p.

HORNGREN, Charles T.; SUNDEM, Gary L.; STRATTON, Willian O. **Contabilidade gerencial**. Tradução: Elias Pereira. -- 12 ed. -- São Paulo: Prentice Hall, 2004.

INDICADORES DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – BRASIL 2004. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE**. Dimensão ambiental – saneamento 2004. Disponível em: <http://www.ibge.com.br/servidor_arquivos_est/>. Acesso em: 12 fev. 2006.

INVENTÁRIO ESTADUAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES. **Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB**. Relatório de 2004. São Paulo, 2005. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/relatorios/rsdomiciliares2004.zip>>. Acesso em: 18 nov. 2005.

KINLAW, Dennis C. **Empresa competitiva e ecológica**. Adaptado por Cíntia Sakellarides. São Paulo: Makron Books Brasil, 1998.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Atlas, 2001.

NOTA TÉCNICA No. 357/2005. **Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL**. Brasília, 2005. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/cedoc/nota2005sre.pdf\(#search='proinfra'\)](http://www.aneel.gov.br/cedoc/nota2005sre.pdf(#search='proinfra'))>. Acesso em: 23 fev. 2006.

MOTTA, Ronaldo Seroa; SAYAGO, Daiane Ely. **Propostas de instrumentos econômicos ambientais para a redução do lixo urbano e o reaproveitamento de sucatas no Brasil**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA. Texto para discussão nº. 608. Rio de Janeiro, 1988.

PERFIL DOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS – MEIO AMBIENTE 2002. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE**. Pesquisa de informações básicas municipais. Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <http://www.ibge.com.br/home/estatistica/economia/perfilmunic/meio_ambiente_2002/meio_ambiente2002.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2005.

PESQUISA NACIONAL DE SANEAMENTO BÁSICO 2000. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE**. Rio de Janeiro, 2002. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb/pnsb.pdf>>. Acesso em: 12 fev. 2006.

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO. **Normas para elaboração e apresentação de trabalhos acadêmicos**. Taubaté: Unitau, 2005. 35 p.

RELATÓRIO AMBIENTAL – CENTRAL DE TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS DE NOVA IGUAÇU – ADRIANÓPOLIS – NOVA IGUAÇU – RJ – BRASIL. **NovaGerar geração de energia em Adrianópolis e Marambaia**. Relatório para Banco Mundial. 2003. Disponível em: <<http://www.novagerar.com.br/relatorioambiental.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2005.

RELATÓRIO AMBIENTAL DE GERAÇÃO DE ENERGIA: PLANTA DE MINIMIZAÇÃO DE GASES EFEITO ESTUFA E APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DO BIOGÁS GERADO NO LIXÃO DE MARAMBAIA E NO ATERRO SANITÁRIO DE ADRIANÓPOLIS – NOVA IGUAÇU – RJ – BRASIL. **NovaGerar geração de energia em Adrianópolis e Marambaia.** Relatório para Banco Mundial. 2003. Disponível em: <http://www.novagerar.com.br/relatorio_energetico.pdf>. Acesso em: 10 out. 2005.

RELATÓRIO AMBIENTAL E SOCIAL DO LIXÃO DE MARAMBAIA ENVIRONMENTAL AND SOCIAL ASSESSMENT FOR MARAMBAIA DUMPSITE NOVA IGUAÇU – RIO DE JANEIRO – BRASIL. **NovaGerar geração de energia em Adrianópolis e Marambaia.** Relatório para Banco Mundial. 2003. Disponível em: <http://www.novagerar.com.br/relatorio_bancomundial.pdf>. Acesso em: 10 out. 2005.

RIBEIRO, Maísa de Souza; MARTINS, Eliseu. Ações das empresas para preservação do meio ambiente. **Associação Brasileira das Companhias Abertas – ABRASCA.** Boletim 415, p. 3-4. São Paulo: ABRASCA, 1998.

ROMEIRO, Ademar Ribeiro; REYDON, Bastiaan Philip; LEORNARDI, Maria Lúcia Azevedo (Org.): **Teoria, políticas e a gestão de espaços regionais.** -- 3 ed.-- Campinas: Unicamp I. E., 2001.

SANTOS, José Odálio dos. **Avaliação de empresas: cálculo e interpretação do valor das empresas - um guia prático.** São Paulo: Saraiva, 2005.

SIMMONS, Phil; GOLDSTEIN, Nora; KAUFMAN, Scott M.; THEMELIS, Nickolas J.; THOMPSON, James Jr. **The state of garbage in America.** Biocycle – Journal of Composting and Recycling. Disponível em: < http://www.environmental-expert.com/result_acharticle4.asp?cid=6042&codi=6696&idproducttype=6&idmainpage=69&level=4>. Acesso em: 10 jun. 2006.

TEIXEIRA, Pedro Rios de Moura. **Simulação do processo de combustão de gases provenientes de aterros sanitários.** 2004. 144f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia Mecânica da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisas em administração.** São Paulo: Atlas, 2000.

YANG, Y. B.; SWITHENBANK, J. **Numerical simulation of the burning characteristics of thermally-thick biomass fuels in packed-beds.** Sheffield – UK: Institution of Chemical Engineers Trans IChemE, November 2005 Process Safety and Environmental Protection, 83 (B6): p. 549-558, 2005.

APÊNDICE A

De posse dos custos estimados – Tabela 6 – para a geração de energia elétrica, têm-se:

Estimativa de energia produzida (pág. 72)..... **478kWh**
 Para um custeio anual.....**R\$ 745.920,00**

Desta forma:

$$\text{Custeio por dia} = (R\$745.920,00/\text{ano} : 365 \text{ dias}) = \mathbf{R\$ 2.043,61 \text{ (por dia)}}$$

$$\text{Custeio por dia} = (R\$2.043,61/\text{dia} : 24) = \mathbf{R\$ 85,15 \text{ (por hora)}}$$

Como a base de comparação ilustrada na Tabela 7 é por produção de MWh, a relação linear dos valores estimados para os equipamentos de geração de energia determina a variação, também linear, nos custos de geração pelo Aterro. Assim 1MWh, que equivale a 1000kWh, é 2,092 vezes a produção energética estimada para o Aterro (478kWh).

Portanto:

$$\text{Custeio por hora para 1MWh} = 2,092 \times R\$ 85,15 = \mathbf{R\$ 178,14}$$

Convertendo este valor em reais para o dólar americano (US\$ 1,00 = R\$ 2,13), têm-se:

$$R\$ 178,14 : R\$ 2,13 = \mathbf{US\$ 83,64}$$

ANEXO A

Questionário de Avaliação da CETESB:

ÍNDICE DA QUALIDADE DE ATERROS DE RESÍDUOS - IQR				
MUNICÍPIO:		DATA:		
LOCAL:		AGÊNCIA:		
BACIA HIDROGRÁFICA:		UGRNI:		
LICENÇA:	L.I.: <input type="checkbox"/>	L.O.: <input type="checkbox"/>	TÉCNICO:	
ÁREA OCUPADA:				

ITEM	SUB-ITEM	AValiaÇÃO	PESO	PONTOS	
1	CAPACIDADE DE SUPORTE DO SOLO	ADEQUADA	5		
		INADEQUADA	0		
	C	PROXIMIDADE DE NÚCLEOS HABITACIONAIS	LONGE > 500m	5	
			PRÓXIMO	0	
	A	PROXIMIDADE DE CORPOS DE ÁGUA	LONGE > 200m	3	
			PRÓXIMO	0	
	R	PROFUNDIDADE DO LENÇOL FREÁTICO	MAIOR 3m	4	
			DE 1 A 3m	2	
			DE 0 A 1m	0	
	T	PERMEABILIDADE DO SOLO	BAIXA	5	
			MÉDIA	2	
	E		ALTA	0	
			SUFICIENTE	4	
	S	DISPONIBILIDADE DE MATERIAL PARA RECOBRIMENTO	INSUFICIENTE	2	
NENHUMA			0		
I	QUALIDADE DO MATERIAL PARA RECOBRIMENTO	BOA	2		
		RUIM	0		
C	CONDIÇÕES DE SISTEMA VIÁRIO, TRÂNSITO E ACESSO	BOAS	3		
		REGULARES	2		
A		RUINS	0		
		BOA	4		
D	ISOLAMENTO VISUAL DA VIZINHANÇA	RUIM	0		
		LOCAL PERMITIDO	5		
O	LEGALIDADE DE LOCALIZAÇÃO	LOCAL PROIBIDO	0		
		SUBTOTAL MÁXIMO		40	

2	CERCAMENTO DA ÁREA	SIM	2	
		NÃO	0	
I	PORTARIA / GUARITA	SIM	2	
		NÃO	0	
N	IMPERMEABILIZAÇÃO DA BASE DO ATERRO	SIM / DESNECES.	5	
		NÃO	0	
F	DRENAGEM DE CHORUME	SUFICIENTE	5	
		INSUFICIENTE	1	
		INEXISTENTE	0	
R	DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS DEFINITIVA	SUFICIENTE	4	
		INSUFICIENTE	2	
		INEXISTENTE	0	
A	DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS PROVISÓRIA	SUFICIENTE	2	
		INSUFICIENTE	1	
		INEXISTENTE	0	
E	TRATOR DE ESTEIRAS OU COMPATIVEL	PERMANENTE	5	
		PERIÓDICAMENTE	2	
		INEXISTENTE	0	
S	OUTROS EQUIPAMENTOS	SIM	1	
		NÃO	0	
T	SISTEMA DE TRATAMENTO DE CHORUME	SUFICIENTE	5	
		INSUF. / INEXIST.	0	
U	ACESSO À FRENTE DE TRABALHO	BOA	3	
		RUIM	0	
R	VIGILANTES	SIM	1	
		NÃO	0	
A	SISTEMA DE DRENAGEM DE GASES	SUFICIENTE	3	
		INSUFICIENTE	1	
		INEXISTENTE	0	
M	CONTROLE RECEBIMENTO DE CARGAS	SIM	2	
		NÃO	0	
P	MONITORIZAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	SUFICIENTE	3	
		INSUFICIENTE	2	
		INEXISTENTE	0	
L	ATENDIMENTO A ESTIPULAÇÕES DE PROJETO	SIM	2	
		PARCIALMENTE	1	
A		NÃO	0	
		SUBTOTAL MÁXIMO		45

ITEM	SUB-ITEM	AValiaÇÃO	PESO	PONTOS
	ASPECTO GERAL	BOM		4
		RUIM		0
	OCORRÊNCIA DE LIXO A DESCOBERTO	NÃO		4
		SIM		0
	RECOBRIMENTO DO LIXO	ADEQUADO		4
		INADEQUADO		1
		INEXISTENTE		0
		NÃO		1
	PRESEÇA DE URUBUS OU GAIVOTAS	SIM		0
		NÃO		2
	PRESEÇA DE MOSCAS EM GRANDE QUANTIDADE	SIM		0
		NÃO		3
3	PRESEÇA DE CATADORES	SIM		0
		NÃO		3
C	CRIAÇÃO DE ANIMAIS (PORCOS, BOIS)	NÃO		3
		SIM		0
O	DESCARGA DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE	NÃO		3
		SIM		0
N	DESCARGA DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS	NÃO / ADEQUADA		4
		SIM / INADEQ.		0
D	FUNCIONAMENTO DA DRENAGEM PLUVIAL DEFINITIVA	BOM		2
		REGULAR		1
I		INEXISTENTE		0
		BOM		2
O	FUNCIONAMENTO DA DRENAGEM PLUVIAL PROVISÓRIA	REGULAR		1
		INEXISTENTE		0
P		BOM		3
		REGULAR		2
R	FUNCIONAMENTO DA DRENAGEM DE CHORUME	INEXISTENTE		0
		BOM		5
A	FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE CHORUME	REGULAR		2
		INEXISTENTE		0
C	FUNCIONAMENTO DO SIST. DE MONITORIZAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	BOM		2
		REGULAR		1
		INEXISTENTE		0
I	EFICIÊNCIA DA EQUIPE DE VIGILÂNCIA	BOA		1
		RUIM		0
O	MANUTENÇÃO DOS ACESSOS INTERNOS	BOAS		2
		REGULARES		1
		PÉSSIMAS		0
SUBTOTAL MÁXIMO			45	

TOTAL MÁXIMO		130
IQR=SOMA DOS PONTOS / 13		
IQR	AValiaÇÃO	
0 a 6,0	CONDIÇÕES INADEQUADAS	
6,1 a 8,0	CONDIÇÕES CONTROLADAS	
8,1 a 10	CONDIÇÕES ADEQUADAS	
TOTAL DE CATADORES:	MENORES DE 14 ANOS:	

Autorizo cópia total ou parcial desta obra, apenas para fins de estudo e pesquisa, sendo expressamente vedado qualquer tipo de reprodução para fins comerciais sem prévia autorização específica do autor.

Weliton Santos de Abreu

Taubaté, maio de 2007.