



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
ESCOLA POLITECNICA
MESTRADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL URBANA**

LÍVIA REIS CAMPOS

**ATERRO SANITÁRIO SIMPLIFICADO:
INSTRUMENTO DE ANÁLISE DE VIABILIDADE
ECONÔMICO-FINANCEIRA, CONSIDERANDO
ASPECTOS AMBIENTAIS.**

**SALVADOR
2008**

LÍVIA REIS CAMPOS

**ATERRO SANITÁRIO SIMPLIFICADO:
INSTRUMENTO DE ANÁLISE DE VIABILIDADE
ECONÔMICO-FINANCEIRA, CONSIDERANDO
ASPECTOS AMBIENTAIS.**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana da Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Ambiental Urbana.

Orientador: Prof^a. Dra. Viviana Zanta
Co-orientador: Dr. José Julio Ferraz de Campos Jr.

**SALVADOR
2008**

C198 Campos, Livia Reis

Aterro Sanitário Simplificado: Instrumento de Análise de Viabilidade Econômico-Financeira, Considerando Aspectos Ambientais / Livia Reis Campos. – Salvador, 2008.

148 f. : il. color.

Orientador: Prof. Doutora Viviana Maria Zanta

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica, 2008.

1. Resíduos Sólidos Urbanos. 2. Aterro Simplificado. 3. Valoração Econômica de Impactos Ambientais. 4. Avaliação Econômico-Financeira I. Universidade Federal da Bahia. II. Título.

CDD: 658.4

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os que me apoiaram e incentivaram ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço primeiramente à Deus.

À família Martinelli, devo um agradecimento especial.

À minha família pelo apoio e estímulo.

Aos meus orientadores pela paciência, críticas e palavras de incentivo.

Ao professor Emerson, um pedido de desculpas e a certeza de que as oportunidades dadas não foram e nem serão esquecidas.

Aos meus amigos que com suas palavras e gestos me estimularam a continuar no desenvolvimento da pesquisa. São tantos os nomes, mas gostaria de agradecer à Charles Batalha, por “mexer com os meus brios” criando dentro de mim um desafio pessoal que me fez superar a cada dia os obstáculos que apareciam. À Danilo Sobrinho, que muito me ajudou e me fez acreditar que Papai Noel existe. À Mário May, um colega e parceiro que com paciência me introduziu no mundo dos resíduos sólidos urbanos e de aterros sanitários simplificado. Às minhas colegas e amigas Liliane Leão e Débora Santa Fé, exemplos de dedicação e perseverança.

E a todos os meus amigos e colegas que de alguma forma participaram, comemorando e sofrendo comigo, o meu muito obrigada.

RESUMO

A adoção de tecnologias apropriadas para a destinação e tratamento dos resíduos sólidos urbanos (RSU) é um grande desafio para a sociedade moderna. Na Bahia, 85% municípios são de pequeno porte (PAIVA, 2005), que enfrentam problemas de restrição orçamentária, o que dificulta ainda mais a adoção de tecnologias convencionais para a disposição final resíduos sólidos. Diante deste cenário, indica-se a adoção de Aterro Simplificado como tecnologia de destino final de RSU, por requerer um custo mais baixo para a sua construção e manutenção, além de exigir procedimentos operacionais mais simples. Este trabalho propõe um instrumento de avaliação econômico-financeira considerando a dimensão ambiental de aterros simplificados (AS) para municípios de pequeno porte para auxiliar em seu gerenciamento. Para tanto, foram revistos na literatura aspectos construtivos e operacionais de AS, bem como, de ferramentas de valoração econômico - financeira. Na ferramenta proposta calcula-se, primeiramente, o valor ambiental (VA) do dano gerado por AS considerando agravos ambientais existentes, custos de operação e o investimento inicial realizado para a implantação do equipamento urbano. Posteriormente, incorpora-se este valor ao fluxo de caixa contendo receita e as principais linhas custos e despesas relativas ao AS. A verificação desta ferramenta foi realizada pela aplicação em dois aterros sanitários simplificados com diferentes condições ambientais e operacionais dos municípios de Saubara e o de Aporá/ BA. Os resultados obtidos se mostraram consistentes com a realidade observada, permitindo encontrar um valor financeiro relativo à componente ambiental. Verificou-se que o método é de fácil aplicação, mas que a disponibilidade de dados e informações pode se constituir em uma limitação. Acredita-se que a ferramenta pode ser aprimorada, mas que desde já pode contribuir para destacar a importância da valoração econômica ambiental de benefícios e prejuízos advindos da execução e operação de AS.

Palavras chave: resíduos sólidos urbanos, aterro simplificado, valoração econômica de impactos ambientais; avaliação econômico-financeira.

ABSTRACT

The adoption of appropriated technologies for destination and treatment of urban solid waste (SW) is a great challenge to modern society. In Bahia, 85% of the municipalities sizes are considered small (PAIVA, 2005), and they face problems with budget limitations, which makes even harder the adoption of conventional technologies for the final disposition of solid waste. On this case, it is indicated the adoption of “Simplified Landfill” as the technology for final disposition of SW, as it requires a lower cost for its construction and maintenance, as it demands simpler procedures operation. This research proposes an instrument of financial-economic evaluation concerning the environmental dimension of simplified landfills to small size municipalities, in order to become a helpful tool for its management. Therefore, it has been reviewed the constructive and operational features of simplified landfill in the literature, such as the tools related to financial-economic value. The proposed tool, estimates, first of all, the environmental value (EV) of the damage caused by simplified landfill considering existent environmental grievance, costs of operation and the initial investment made to the implantation of urban equipment. Soon as it is done, this value is put together to the cash desk flow which contains the incomes and the main costs and expenses related to simplified landfill. The verification of this tool was executed by the application in two simplified sanitary landfills with different environmental and operational conditions in the municipalities of Saubara and Aporá/ BA. The obtained results proved themselves consistent to the observed reality of these places, allowing finding a financial value relative to the environmental component. The method was verified as of easy application, but the availability of data and information may constitute a limitation. It is understandable that the tool can be improved, but it is already an significant contribution to detach the importance of finding the environmental and economic values for the benefits and losses came from simplified landfill execution and operation,

Key-words: solid urban waste, simplified landfill, economic value of environmental impacts, financial-economic evaluation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Modelo de vala de um AS.....	23
Figura 2: Modelo de portaria de um AS.	24
Figura 3: Ruptura na Vala do AS de Baixio Palame.	30
Figura 4: Principais pensadores que influenciaram nas teorias econômico-ambiental.	35
Figura 5: Métodos para valoração de impactos ambientais.....	40
Figura 6: Matriz quadrada aplicada aos parâmetros de agravo presentes no <i>Check-list Ambiental</i>	54
Figura 7: Formulário Cadastral: aspectos gerais do município.	59
Figura 8: Formulário Cadastral: receita do município.	60
Figura 9: Formulário Cadastral: custos com projeto.	60
Figura 10: Formulário Cadastral: custo com terreno.....	61
Figura 11: Formulário Cadastral: custo com construção civil.....	64
Figura 12: Formulário Cadastral: custos operacionais.	65
Figura 13: Fluxo de Caixa: entradas.....	66
Figura 14: Fluxo de Caixa: saídas.	68
Figura 15: Fluxo de Caixa: saídas (2).....	70
Figura 16: Fluxo de Caixa: visão consolidada.	71
Figura 17: Aterro Simplificado: relatório final.	73
Figura 18: AS Saubara: <i>check-list</i> ambiental.	74
Figura 19: AS Saubara: <i>check-list</i> ambiental (continuação).	75
Figura 20: AS de Saubara: Sinais de erosão do solo.	76
Figura 21: AS de Saubara: lixo espalhado pelo terreno.	76
Figura 22: AS de Saubara: RSU espalhado fora da vala.	76
Figura 23: AS de Saubara: vegetação local.	77
Figura 24: AS Saubara: seleção de papelão.	78
Figura 25: AS Saubara: seleção de plásticos.	78
Figura 26: AS Saubara: presença de vetores (2).	78
Figura 27: AS de Saubara: formulário cadastral.	80
Figura 28: AS de Saubara: formulário cadastral (continuação).	81
Figura 29: AS de Saubara: fluxo de caixa – 1º semestre.	83
Figura 30: AS de Saubara: fluxo de caixa – 2º semestre.	84

Figura 31: AS de Saubara: relatório final de avaliação econômico-financeira.	85
Figura 32: AS de Aporá: <i>check-list</i> ambiental.....	86
Figura 33: AS Aporá: Vala ainda sem operação.	87
Figura 34: AS Aporá: Poço de monitoração.....	88
Figura 35: AS – Aporá: formulário cadastral.	90
Figura 36: AS – Aporá: formulário cadastral (continuação).	91
Figura 37: AS – Aporá: formulário cadastral.	92
Figura 38: AS – Aporá: fluxo de caixa – 1 semestre.....	94
Figura 39: AS – Aporá: fluxo de caixa – 2 semestre.....	95
Figura 40: AS – Aporá: relatório final de avaliação econômico-financeira.....	96

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação dos Resíduos Sólidos – NBR 10.004, de 2004.	19
Quadro 2: Tecnologias para Tratamento/ Reciclagem de RS.....	21
Quadro 3: Avaliação dos impactos ambientais ocasionados pela má disposição dos resíduos sólidos urbanos em aterros sanitários.	27
Quadro 4: Principais diferenças entre a economia do meio ambiente e a economia ecológica.	38
Quadro 5: Aspectos e parâmetros componentes do <i>check-list</i>	51
Quadro 6: Escala de pesos proposta por Saaty.	54

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AHP	Análise Hierárquica de Processos
AS	Aterro Sanitário Simplificado
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.
CONDER	Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia
COP	Custo de Oportunidade
EMgK	Eficiência Marginal do Capital
FC	Fluxo de Caixa
IL	Índice de Lucratividade
ONU	Organização das Nações Unidas
RS	Resíduos Sólidos
RSU	Resíduos Sólidos Urbano
TMA	Taxa Mínima de Atratividade
TIR	Taxa Interna de Retorno
VPL	Valor Presente Líquido

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	OBJETIVOS.....	17
2.1	OBJETIVO GERAL.....	17
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3	REVISÃO DA LITERATURA.....	18
3.1	RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU)	18
3.1.1.	Conceito.....	18
3.1.2.	Classificação dos RSU	19
3.1.3	Formas de Manejo e Tratamento	20
3.2	TECNOLOGIAS SIMPLIFICADAS DE ATERROS DE DISPOSIÇÃO DE RSU	22
3.3	PRINCIPAIS EXTERNALIDADES NEGATIVAS GERADAS POR UM AS	25
3.4	MÉTODOS DE VALORAÇÃO ECONÔMICA DE IMPACTOS AMBIENTAIS	33
3.4.1	A Evolução do Pensamento Econômico e o Meio Ambiente.....	34
3.4.2	Valoração Ambiental	37
3.5	MÉTODOS DE AVALIAÇÃO ECONÔMICO-FINANCEIRA	44
4	METODOLOGIA.....	50
4.1	ETAPAS	50
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	57
5.1	AVALIAÇÃO AMBIENTAL DE AS	57
5.2	VALORAÇÃO ECONÔMICO-FINANCEIRA DE AS.....	58
5.2.1	Formulário Cadastral	59

5.2.2	Fluxo de Caixa (FC)	66
5.2.2.1	Entradas	66
5.2.2.2	Saídas.....	68
5.2.3	Relatório de Análise Final	72
5.3	VERIFICAÇÃO DO INSTRUMENTO PROPOSTO	74
5.3.1	AS de Saubara	74
5.3.1.1	Pesquisa de campo – aplicação do <i>check-list</i>	74
5.3.1.2	Considerações importantes	76
5.3.1.3	Valor do dano ambiental do AS de Saubara.....	79
5.3.2	AS de Aporá	86
5.3.2.1	Pesquisa de campo - aplicação do <i>check-list</i>	86
5.3.2.2	Considerações importantes	87
5.3.2.3	Valor do dano ambiental do AS de Aporá.....	89
5.4	ANÁLISE DO MODELO PROPOSTO.....	97
6	CONCLUSÃO.....	99
7	REFERÊNCIAS	101
	APÊNDICE I – CONTROLE FINANCEIRO DO AS.....	105
	APÊNDICE II – RELATÓRIO DE ANÁLISE FINAL.....	106
	APÊNDICE III – <i>CHECK-LIST</i> DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL	109
	ANEXO A	114

1 INTRODUÇÃO

A crescente geração de resíduos sólidos no meio urbano (RSU) é consequência direta do elevado consumo de recursos naturais. A sua geração é intrínseca à vida humana e suas ações no meio após a Revolução Industrial se agravou. O elevado volume e a rapidez com que os RSU são gerados exigem estruturas cada vez mais sofisticadas para o seu tratamento e destinação final.

A adoção de tecnologias apropriadas para a destinação e tratamento dos RSU é o grande desafio da sociedade moderna, isso porque demanda, na sua grande maioria, grandes áreas de terrenos próximos aos centros urbanos, mão de obra especializada e investimentos de capital para sua construção e manutenção.

No Brasil, os municípios de pequeno porte, ou seja, municípios com até 20 mil habitantes, são responsáveis por 68,5% dos resíduos gerados e representam 73% do total de municípios brasileiros. No caso da Bahia, 85% dos seus municípios são caracterizados como de pequeno porte, e, muitas vezes, enfrentam problemas de restrição orçamentária, o que dificulta ainda mais a adoção de tecnologias tradicionais para tratamento dos seus resíduos sólidos (MASUKADO, 2004; PAIVA, 2005).

Este trabalho elaborou um instrumento de avaliação econômico-financeira considerando a dimensão ambiental de aterros simplificados (AS) para municípios de pequeno porte. Aterro Simplificado consiste em um tipo de tecnologia de destino final de resíduos sólidos que requer um custo mais baixo para a sua construção e manutenção, além de exigir a incorporação de mão de obra menos qualificada e sua gestão ser mais simplificada, se adequando mais facilmente às restrições dos municípios pequenos.

No Estado da Bahia, a CONDER – Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia vem assumindo a responsabilidade pela construção dos AS, denominados de aterros sanitários simplificados, que posteriormente são entregues para que os municípios possam fazer sua gestão.

O instrumento proposto apresenta uma linguagem de fácil entendimento para que um grupo heterogêneo de usuários possa compreender as informações resultantes do estudo. A ferramenta foi desenvolvida utilizando como objeto de estudo o aterro simplificado da CONDER (CONDER, 2004), no entanto poderá ser utilizada na avaliação de outras tecnologias simplificadas similares.

Os gestores responsáveis pela manutenção/operação do AS podem utilizar o instrumento proposto como forma de controlar o investimento orçamentário destinado à manutenção do aterro, gerenciando desta forma a melhor maneira de otimizar sua aplicação, uma vez que poderão, por meio do fluxo de caixa, identificar como está a distribuição dos recursos por linha de custo do AS.

No caso dos pesquisadores, estudantes e técnicos interessados, o instrumento proposto pode vir a se transformar numa fonte geradora de indicadores econômico-financeiro e ambiental para análise e avaliação de desempenho de AS.

Outro possível usuário do referido instrumento é o Ministério Público, uma vez que o presente trabalho se propõe a valorar economicamente parâmetros ambientais geradores de externalidades negativas em um AS. Desta forma, o valor encontrado pode servir como referência para determinação de possíveis sanções aos que agiram com negligência ou imprudência na gestão do aterro fiscalizado.

Portanto, a união de indicadores da análise econômico-financeira tradicional com a aplicação dos métodos de valoração econômica de impactos ambientais possibilita uma ferramenta inovadora para auxiliar na avaliação de desempenho de um aterro simplificado (AS).

Um aterro simplificado pode ser visto também, como um empreendimento com reflexo no âmbito social o que também mereceria esforços de mensuração. No entanto, a aplicação de indicadores de caráter social se torna difícil, uma vez que o retorno do recurso investido se dá de forma indireta e muitas vezes subjetiva. Ou seja, por meio de ganhos na qualidade de vida da população local, na saúde, dentre outros. Esta subjetividade aliada a falta de dados estatísticos tornam-se limitadores para a mensuração desses ganhos em forma econômica, de modo que esse trabalho restringiu-se apenas à avaliação financeira dos recursos aplicados,

considerando o seu valor no tempo (VPL).

Já para determinar o valor de um recurso ambiental, a economia enfrenta um pouco mais de dificuldade, por incluir aspectos subjetivos, relacionados ao bem-estar das pessoas. Daí o interesse de algumas correntes de economistas em estudar e desenvolver conceitos e métodos que objetivam valorar economicamente os impactos nos recursos naturais em decorrência da ação do homem no ambiente.

O grande desafio desta pesquisa, portanto, consistiu em construir um instrumento de valoração econômico-financeira de um AS que incorpore parâmetros ambientais relevantes, gerando assim um indicador para este tipo de empreendimento.

Para validar o instrumento proposto foram escolhidos dois AS em condições ambientais e operacionais distintas do Estado da Bahia, o AS de Saubara e Aporá.

A metodologia adotada neste trabalho consistiu em revisão da literatura e pesquisas de campo, que resultaram na compilação do instrumento de avaliação econômico-financeira de AS, incorporando variáveis ambientais. Inicialmente, foram destacadas as etapas necessárias para a avaliação econômico-financeira de AS identificando as principais linhas de custos e indicadores importantes para a avaliação. Em seguida foi construído o *check-list* ambiental, contemplando alguns parâmetros importantes para a valoração de possíveis impactos em um aterro simplificado. Ao final, foram sintetizadas as informações em planilhas Excel e realizadas as validações do instrumento por meio de sua aplicação em dois AS do Estado da Bahia.

Por meio dos resultados obtidos foi possível responder a uma série de perguntas. Como é possível incorporar variáveis ambientais em um fluxo de caixa de um AS? De qual maneira podem ser valorados os impactos ambientais de aterros simplificados? Qual a contribuição que este instrumento quando aplicado pode trazer para os interessados?

O primeiro capítulo apresenta as bases teóricas referentes a resíduos sólidos urbanos, desde a sua conceituação à discussão da sua problemática e forma de tratamento destino final.

O segundo capítulo discute as tecnologias simplificadas de aterros para a disposição de

resíduos sólidos urbanos, a sua estrutura e operacionalização. O terceiro capítulo analisa as principais externalidades negativas geradas por um AS e que serviram de parâmetros para a valoração ambiental.

O quarto capítulo aborda os métodos disponíveis na economia para valoração de impactos ambientais, discute ainda, a evolução do pensamento econômico e as críticas aos modelos disponíveis, bem como, a escolha do método de valoração a ser aplicado ao instrumento proposto e apresenta o método estatístico (AHP) a ser utilizado para definição dos pesos do modelo.

O quinto capítulo apresenta os métodos de avaliação econômico-financeira de AS e discute detalhadamente cada aspecto e etapa que comporão a avaliação financeira. O capítulo seguinte expõe a metodologia adotada no trabalho. Os capítulos seguintes foram destinados à aplicação do instrumento proposto nos AS de Saubara e Aporá.

Finalmente são expostas as conclusões com relação à aplicação do instrumento proposto, seus alcances e suas limitações.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- Propor um instrumento de análise de viabilidade econômico-financeira, incorporando aspectos ambientais de aterros simplificados (AS) para municípios de pequeno porte.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar elementos referentes a construção, operação e manutenção de AS de interesse para análise de viabilidade financeira destes equipamentos.
- Identificar os principais impactos negativos gerados por AS de interesse para valoração econômica.
- Desenvolver o instrumento de análise econômico financeiro para AS.
- Verificar a aplicabilidade do instrumento quanto a AS em escala real.

3 REVISÃO DA LITERATURA

Este item aborda aspectos básicos relativos aos resíduos sólidos, as principais tecnologias simplificadas, as principais externalidades negativas geradas por um AS, os métodos de valoração econômica de impactos ambientais e os métodos de avaliação econômico-financeira de aterros simplificados.

3.1 RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU)

3.1.1. Conceito

Para este trabalho a definição de Resíduos Sólidos (RS) adotada foi a descrita na NBR – 10.004/2004 da ABNT. Segundo essa norma RS são todos os:

Resíduos nos estados sólido ou semi-sólido que, resultam de atividades 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 alguns líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (ABNT, 2004, p. 04).

A partir dessa definição, pode-se abstrair o conceito de Resíduos Sólidos Urbanos – RSU como sendo todos os resíduos que resultam das atividades desenvolvidas nas áreas urbanas dos municípios. Sua composição e volume podem variar conforme os aspectos socioeconômicos e ambientais característicos da região. Em sua maioria, são destinados a aterros sanitários que recebem todos os resíduos gerados nas residências, comércio, estabelecimentos de saúde e os resíduos oriundos da limpeza pública (varrição, capina, poda e outros) (ZANTA E FERREIRA, 2003).

3.1.2. Classificação dos RSU

A NBR – 10.004/2004 da ABNT, além de apresentar a definição de resíduos sólidos ainda os caracterizam pela sua periculosidade, que segundo Zanta e Ferreira (2003, p. 06) nada mais é do que a “característica apresentada pelo resíduo em função de suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas, que podem representar um potencial de risco à saúde pública e ao meio ambiente”. A norma classifica os RS em duas classes: resíduos perigosos e resíduos não-perigosos (Quadro 1).

Quadro 1 - Classificação dos Resíduos Sólidos – NBR 10.004, de 2004.

CLASSE	CLASSIFICAÇÃO	TIPO	DEFINIÇÃO
I	Resíduos Perigosos	1. Inflamáveis	Poder do resíduo, líquido ou gasoso, de se converter em chamas.
		2. Corrosivos	Resíduos que possuam pH menor ou igual 2, ou, maior ou igual 12,5, e que quando misturado à água tem o poder de corroer aço.
		3. Reativos	Resíduos que quando misturados à água podem formar misturas potencialmente explosivas, gerar gases, vapores e fumos tóxicos em quantidades suficientes para provocar danos à saúde e/ou ao meio ambiente.
		4. Tóxicos	Resíduos que possuem propriedades letais ao homem.
		5. Patogênicos	Serão considerados patogênicos os resíduos que analisados apresentem uma amostra significativa de: microrganismos patogênicos, proteínas virais, ácido desoxirribanucléico (ADN) ou ácido ribanucléico (ARN) recombinantes, organismos.

II	Resíduos Não – Perigosos		
II A	Resíduos Não-Inertes	combustibilidade	Poder do resíduo em propagar o fogo.
		biodegradabilidade	Resíduos suscetíveis à decomposição por microrganismos.
		solubilidade em água	Resíduos que se dissolvem / desaparecem em água.
II B	Resíduos Inertes	-----	São todos os RS que não põem em risco a saúde e o meio ambiente.

Fonte: ABNT, 2004.

Existem outras formas de classificar o resíduo, em função de sua origem, de seu grau de biodegradabilidade, ou, por exemplo, do seu potencial de reciclagem. Nesse trabalho enfatiza-se a classificação segundo a NBR 10.004/2004, da ABNT, por ela permitir a identificação dos resíduos que podem ser perigosos ao meio ambiente e à saúde pública.

3.1.3 Formas de Manejo e Tratamento

O manejo e tratamento de resíduos sólidos têm por objetivo diminuir os riscos de contaminação do meio ambiente e proteger a saúde da população local, por meio da adoção de procedimentos e tecnologias apropriadas (JARAMILLO, 1997; IBAM 2001).

O manejo de resíduos sólidos pode envolver várias etapas, sendo as principais o acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e disposição final. Várias ações e tecnologias podem ser adotadas visando à redução dos resíduos ou o seu reaproveitamento, tais como, melhor aproveitamento dos alimentos, coleta seletiva, segregação e beneficiamento de resíduos, compostagem e reciclagem de materiais como plásticos, alumínio, entre outros.

O quadro 2 apresenta um resumo das principais tecnologias utilizadas para tratamento de resíduos sólidos urbanos, indicando algumas vantagens e desvantagens para cada opção.

Quadro 2: Tecnologias para Tratamento/ Reciclagem de RS.

Tecnologia	Compostagem	Reciclagem	Incineração
Definição	A compostagem é um processo controlado que utiliza o oxigênio presente no ar e os microrganismos presentes nos resíduos, gerando um composto, fruto da decomposição da matéria orgânica degradável em: dióxido de carbono, minerais, vapor de água. (JARAMILLO, 1997; MASSUKADO, 2004).	A reciclagem representa o processo pelo qual os Resíduos Sólidos descartados são incorporados ao processo industrial como matéria prima na produção de novos produtos de composição similar.	Trata-se de um processo de tratamento de RS que consiste na combustão controlada com temperaturas entre 800° e 1000°C numa mistura balanceada de componentes e quantidades apropriadas de ar por um tempo pré-determinado (MASSUKADO, 2004).
Vantagens	<ol style="list-style-type: none"> 1. Redução da quantidade de resíduos destinados aos Aterros Sanitários. 2. Eliminação de patógenos. 3. Economia no tratamento de efluentes. 4. Utilização do composto orgânico residual no melhoramento do solo, embora não substitua o tradicional fertilizante. 5. Divulgação da educação ambiental, quando praticada por família e divulgada na comunidade local. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Redução da quantidade de resíduos destinados aos Aterros Sanitários. 2. Redução do consumo de energia. 3. Geração de renda com a criação de novos postos de trabalho formais e informais (empresas de reciclagem e catadores cooperados). 4. Proporciona uma maior participação da sociedade. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Redução da quantidade de resíduos destinados aos Aterros Sanitários. 2. Eliminação de patógenos. 3. Funcionamento independente do clima. 4. Área útil de instalação para operação reduzida. 5. Aproveitamento do calor gerado como fonte de energia.
Desvantagens	<ol style="list-style-type: none"> 1. Depende da demanda do mercado. 2. Necessita de um espaço físico para a destinação da matéria orgânica. 3. Deve ser feita uma pré-seleção do material. 4. Monitoramento durante o processo. 5. Uso inadequado pode gerar odores desagradáveis e lixiviados. 6. Pouca flexibilidade para se adaptar e tratar de quantidades adicionais de RS. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Falta de incentivo dos gestores públicos. 2. Elevada tributação tanto na esfera Federal, Estadual e Municipal. 3. Falta de Recipientes coletores específicos para disposição de RS recicláveis. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Produção de cinzas e escórias que deverão ser destinados a um local adequado para disposição final (geralmente aterros sanitários). 2. Elevados custos para montagem da estrutura. 3. Capacidade máxima de operação limitada pela capacidade instalada. 4. Necessidade de mão de obra especializada. 5. Requer equipamentos de controle para evitar a contaminação do ar.
Legislação pertinente	<ol style="list-style-type: none"> 1. Decreto Lei N° 86.955 data . 2. Portaria MA 84 de 29/03/82. 3. Portaria MA 01 de 04/03/83. <p>As portarias citadas determinam que o produto deverá apresentar declaração expressa de ausência de agentes fitotóxicos, agentes patogênicos ao homem, animais e plantas, assim como os metais pesados, agentes poluentes, pragas e ervas daninhas.</p>		Resolução CONAMA 264/2000.

Fonte: JARAMILLO, 1997; MASSUKADO, 2004.

No caso específico da disposição final, o aterro sanitário para municípios de médio e grande porte é uma das alternativas mais utilizadas. Para os municípios de pequeno porte tecnologias simplificadas de disposição foram estudadas e algumas delas já estão sendo implantadas, como é o caso do aterro em valas (CETESB, 1997, B) muito utilizado no estado de São Paulo ou do aterro sanitário simplificado utilizado no Estado da Bahia (CONDER, 2004).

3.2 TECNOLOGIAS SIMPLIFICADAS DE ATERROS DE DISPOSIÇÃO DE RSU

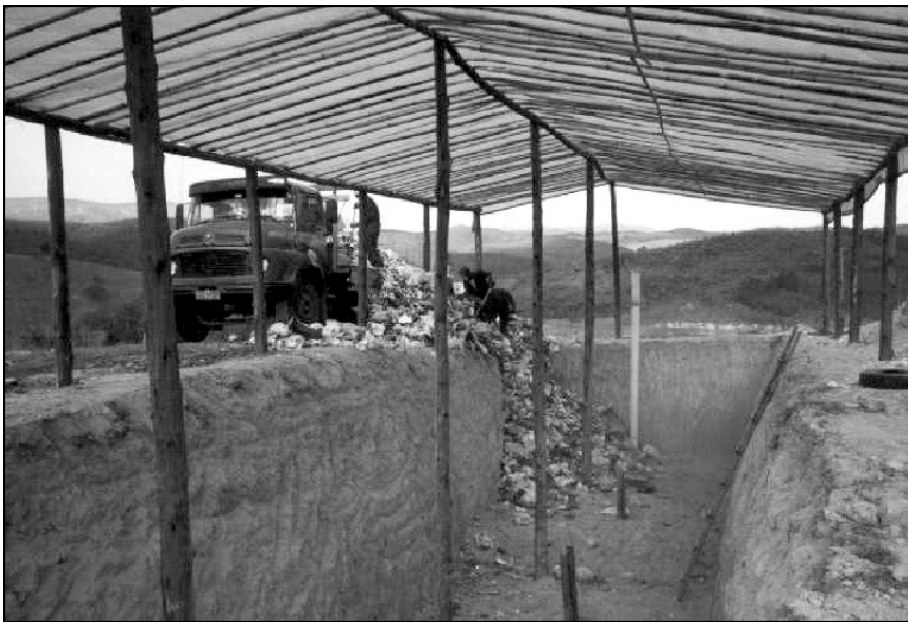
Tecnologias simplificadas de aterros de disposição de resíduos sólidos urbanos (RSU) caracterizam-se pela menor complexidade de implantação, operação e por requerem um investimento de capital menor do que os aterros sanitários convencionais. Portanto, tornam-se vantajosas para serem aplicadas em municípios de pequeno porte. Entende-se como município de pequeno porte aquele que possui até 20.000 habitantes e que gera, no máximo, 30 toneladas de resíduos sólidos por dia (JARAMILLO, 1997; CETESB, 1997 a; BRASIL, 2002).

Na literatura existem várias tecnologias simplificadas propostas, a saber: aterro manual (JARAMILLO, 1997), aterro em valas (CETESB, 1997 a), aterro sustentável (CASTILHOS JR, 2003) e aterro sanitário simplificado (CONDER, 2004) todas muito similares.

Segundo Jaramillo (1997), essa tecnologia simplificada consiste na escavação de valas, cujas dimensões irão variar conforme as características físicas do terreno, principalmente, no caso do lençol freático estar próximo à superfície. O solo retirado na escavação deverá ser disposto ao lado das valas para ser utilizado, posteriormente, como material de cobertura.

O uso de máquinas e equipamentos pesados se faz necessário, essencialmente no momento da adequação do solo (ex: nivelamento, quando necessário); escavação das valas; e construção das vias internas para circulação dos veículos coletores de resíduos sólidos. O tipo de equipamento a ser utilizado pode variar conforme a capacidade de pagamento do município ou de sua disponibilidade de máquinas e equipamentos. A existência de uma máquina retroescavadeira no município já permite atender as necessidades dos serviços de abertura de valas do AS.

Na fase de preenchimento das valas abertas a operação pode ser realizada manualmente. Ou seja, os resíduos são lançados pelo caminhão, ou outro tipo de veículo transportador, a partir de uma extremidade da vala, avançando em sentido longitudinal para a outra, à medida que seu volume atinge a altura máxima da vala. Cabe aos funcionários responsáveis, ao final do dia, cobrir com uma manta plástica ou com solo os resíduos dispostos e, quando for atingida a cota máxima, executar a camada de cobertura final com solo (Figura 1).



Fonte: LANGE, SIMÕES e FERREIRA, 2003, p. 166.

Figura 1: Modelo de vala de um AS.

Esse processo deverá ser repetido até que a vala esteja completamente preenchida, devendo-se, então, iniciar a operação de uma nova vala, e assim, sucessivamente, até que a capacidade máxima instalada do AS seja atingida.

As estruturas usuais em um AS são muito simples, justificada pelo seu pequeno porte, consistindo em (CETESB, 1997 a; CONDER, 2004):

- **Isolamento da área do aterro:** Tem como objetivo impedir o acesso de catadores e animais. Devem ser construídas cercas com arame farpado e mourões de concreto ou madeira.

A sua estrutura simplificada e de fácil operação é o que faz com que a implantação de um AS por um município de pequeno porte se torne atrativa. No entanto, o investimento realizado na implantação do AS pode ser desperdiçado se não houver capacidade técnica e financeira no município para manter a qualidade operacional.

3.3 PRINCIPAIS EXTERNALIDADES NEGATIVAS GERADAS POR UM AS

A implantação de AS engloba uma série de atividades que causam modificações no meio físico, biológico e sócio econômico (antrópico). Na área de implantação e seu entorno, em geral há a maior possibilidade de impactos considerados negativos relacionados desde a desvalorização imobiliária até poluição do meio devido a falhas no projeto ou a problemas operacionais. Por outro lado é inegável que há impactos positivos para toda comunidade que utiliza o AS para dispor seus resíduos, uma vez que há um local apropriado para o confinamento dos resíduos coletados, mantendo-se as condições de limpeza em áreas urbanas.

Considerando os impactos negativos que podem ser ocasionados em áreas de aterros sanitários convencionais e em sua área de influencia, Azevedo (2004), propõe uma matriz na qual apresenta as externalidades negativas geradas pelo aterro sanitário, avaliando-as em função do tipo de resíduo sólido disposto e de suas características físicas, químicas e biológicas.

A relevância do trabalho elaborado por Azevedo (2004) deve-se ao fato de ter dado ênfase aos possíveis efeitos dos impactos gerados sobre a saúde pública. Na avaliação, foram considerados os efeitos negativos gerados sobre meio físico (água superficial, água subterrânea, ar, solo e paisagem); meio biológico (macrofauna, microfauna, macroflora e microflora; meio antrópico), meio antrópico (catadores, trabalhadores da coleta e pessoas que vivem próximas ao local) e ao meio socioeconômico.

Dos impactos mencionados para aterros sanitários convencionais pode-se analisar que os impactos mais significativos para AS são aqueles relacionados aos resíduos sólidos urbanos de origem doméstica ou de estabelecimentos comerciais de pequeno porte que são os resíduos comumente aceitos neste tipo de empreendimento. Esses resíduos por apresentarem

características físicas, químicas e biológicas e, podem, causar os impactos indicados por Azevedo (2004) e mostrados no quadro 3.

Entre os impactos listados encontram-se aqueles de caráter sócio econômico, tais como, a existência de triagem do material encaminhado ao aterro. Essa triagem pode ser primária quando os resíduos não são coletados seletivamente, ou secundária quando os resíduos já são oriundos de uma coleta seletiva. Essa atividade pode gerar benefícios, em termos de geração de renda e inclusão social, como também permite o aumento do ciclo de vida de materiais e da própria vida útil do AS.

Quadro 3: Avaliação dos impactos ambientais ocasionados pela má disposição dos resíduos sólidos urbanos em aterros sanitários.

MEIO	FATORES	RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS - CARACTERÍSTICA		
		FÍSICA	QUÍMICA	BIOLÓGICA
M E I O F Í S I C O	Águas Superficiais	<ul style="list-style-type: none"> * Poluição visual * Assoreamento * Aumento da carga de sólidos 	<ul style="list-style-type: none"> * Consumo do OD dissolvido, aumento da concentração de N e P * Problemas de eutrofização * Contaminação química 	<ul style="list-style-type: none"> * Contaminação biológica (bactérias, vírus, protozoários, helmintos)
	Águas Subterrâneas		<ul style="list-style-type: none"> * Contaminação química, devido ao chorume * problemas devido a nitratos, nitritos, solventes e pesticidas 	<ul style="list-style-type: none"> * Possibilidade de contaminação biológica (vírus)
	Ar	<ul style="list-style-type: none"> * Odores desagradáveis * Partículas em suspensão * Geração de gases, fumaças como produtos da queima 	<ul style="list-style-type: none"> * Poluição química pela queima de compostos perigosos (plástico, organoclorados e outros) * Produção de dioxinas pela queima (plástico e matéria orgânica) * Produção de cinzas contaminadas química e biologicamente pela queima 	<ul style="list-style-type: none"> * Presença de microrganismos via aerosol empaticulas em suspensão * Possível presença de fungos, principalmente, <i>Aspergillus</i> e <i>fumigatus</i>* * Produção de cinzas contaminadas biologicamente pela queima
	Solo	<ul style="list-style-type: none"> * Poluição visual 	<ul style="list-style-type: none"> * Perda da fertilidade * Perda de cobertura vegetal * Erosão * Contaminação química 	<ul style="list-style-type: none"> * Contaminação biológica
	Paisagem	<ul style="list-style-type: none"> * Perda da saúde ambiental * Desvalorização da área 		

Quadro 3: Avaliação dos impactos ambientais ocasionados pela má disposição dos resíduos sólidos urbanos em aterros sanitários (CONTINUAÇÃO).

MEIO	FATORES	RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS - CARACTERÍSTICA		
		FÍSICA	QUÍMICA	BIOLÓGICA
M E I O A N T R Ó P I C O	Catadores	<ul style="list-style-type: none"> * Prática de catação de materiais recicláveis * Risco de acidentes e cortes * Inalação de gases e poeiras 	<ul style="list-style-type: none"> * Prática de catação de restos de alimentos * Risco de contaminação química 	<ul style="list-style-type: none"> * Risco de contaminação biológica * Risco de mordidas de animais
	Trabalhadores da coleta	<ul style="list-style-type: none"> * Risco de acidentes e cortes * Inalação de gases e poeiras 	<ul style="list-style-type: none"> * Risco de contaminação química 	<ul style="list-style-type: none"> * Risco de contaminação biológica * Risco de mordidas de animais
	Pessoas que vivem próximas ao local	<ul style="list-style-type: none"> * Inalação de gases e poeiras 	<ul style="list-style-type: none"> * Risco de contaminação química pela ingestão de água contaminada pelo chorume 	<ul style="list-style-type: none"> * Risco de contaminação biológica pela ingestão de água contaminada pelo chorume * Risco de contaminação biológica pela inalação de microrganismos * Risco de contaminação biológica pela ingestão de alimentos ou por vetores
SOCIOECONÔMICOS		<ul style="list-style-type: none"> * Perda de terras produtivas * Perdas de divisas devido à atividade turística * Desvalorização econômica das áreas no entorno * Reciclagem de materiais inertes * Reintegração dos materiais reciclados ao ciclo produtivo * Menor custo com a disposição dos resíduos * Exclusão e marginalização da população que vive no lixão e em seu entorno * Depreciação social do servidor, morador e catador * Custo com a recuperação ambiental da área degradada 		

Fonte: Azevedo (2004)

O AS existentes normalmente, recebem resíduos compostos de matéria orgânica putrescível, plástico, papel, papelão, vidros, metais, panos, couros e borrachas. Além de contaminantes químicos (pilhas, medicamentos, inseticidas, lâmpadas, etc) e biológico (por exemplo: papel higiênico, cotonetes, algodão, curativos, gazes e panos com sangue, seringas, dentre outros) (GOMES, 2002).

Castilho (2002) apresenta os seguintes impactos como mais relevantes num AS: impacto visual negativo, poluição atmosférica, vulnerabilidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, susceptibilidade à erosão, alteração da flora, atenuação da poluição sonora, alteração das atividades locais.

Já May, apresenta um instrumento de análise e avaliação de sustentabilidade técnica e ambiental de AS, no qual apresenta diversos aspectos desde à escolha da área de construção do AS até o plano de uso futuro da mesma que possam favorecer ou não impactos ambientais negativos, (ZANTA, CAMPOS e MAY, 2006).

Assim estes autores indicam que no meio físico solo pode ocorrer alterações relacionadas à contaminação por infiltração do lixiviado, líquido oriundo da decomposição dos resíduos sólidos mais água de chuva e que pode apresentar alto potencial poluidor, sendo a permeabilidade do solo, uma característica importante a ser conhecida.

Solos com baixa permeabilidade, retêm o lixiviado por longos períodos o que pode possibilitar a atenuação da carga poluidora presente pela ação mecânica ou por interações químicas e biológicas.

Segundo Gomes e Martins (2003) a análise das características de solo e a profundidade da água do sub-solo possibilitam avaliar a necessidade de se construir o sistema de impermeabilização de laterais e fundos das valas. Desde modo, a localização de AS em áreas com solo com baixa permeabilidade, permite a redução de custos, por não ser necessário a construção de barreiras, seja de solo compactado, muitas vezes importados de jazidas distantes ou com uso de materiais geosintéticos, (GOMES e MARTINS, 2003; ZANTA, CAMPOS e MAY, 2006).

O método de análise e avaliação da sustentabilidade técnico-ambiental e financeira de aterros simplificados - AASAS, (ZANTA, CAMPOS e MAY, 2006) considerou como ideal as faixas de permeabilidade indicadas pela ABNT, que trata de resíduos sólidos não perigosos, no Projeto de Norma PN 1:603.06.006. Neste trabalho foi salientada a importância da execução de ensaios para determinação do coeficiente de permeabilidade, que varia de acordo como as características do solo. Desta forma, considerou-se favorável um solo com permeabilidade menor ou igual a $1,0 \times 10^{-6}$ cm/s, como neutra a permeabilidade encontrada no intervalo de $1,0 \times 10^{-5}$ cm/s e $1,0 \times 10^{-6}$ cm/s, e como desfavorável um valor de coeficiente de permeabilidade maior que $1,0 \times 10^{-5}$ cm/s.

Outro aspecto citado por estes autores foram os sinais de erosão do solo das laterais e fundos das valas abertas e sem uso por períodos de tempo relativamente extensos, levando a ruptura do solo das laterais internas e comprometendo o uso futuro da vala. Em valas já preenchidas a erosão de camada de cobertura do solo pode permitir uma maior entrada de água de chuva, e conseqüentemente de geração de lixiviado, como também permitir que os resíduos fiquem expostos, atraindo vetores.

A figura 3 apresenta uma vala com sinais de ruptura e erosão da sua camada de cobertura lateral.



Figura 3: Ruptura na Vala do AS de Baixio Palame.

Após o encerramento das atividades de deposição de resíduos no AS, inicia-se uma fase de monitorização conforme descrito por Gomes e Martins, 2003, p. 91-92.

É nessa fase que se finaliza o memorial técnico com a apresentação do plano de monitoramento e uso futuro da área. O monitoramento pós-encerramento do aterro tem por objetivo acompanhar o desempenho dos seus sistemas de proteção ambiental e garantir a segurança e integridade do sistema. As atividades de monitoramento das águas do subsolo e superficiais, de biogás, de efluentes líquidos e estabilidade do maciço de resíduos deverão estender-se por toda a vida ativa do sistema, ou então até que as emissões atinjam padrões aceitáveis definidos pelos órgãos de controle ambiental).

Ao se reduzir à níveis aceitáveis as emissões do AS, pode-se permitir que a área seja utilizada para outros fins, condicionado as novas características do local, devido as modificações introduzidas como a alteração do relevo devido as atividades de movimentação de terra como cortes e aterros, terraplanagem, entre outras, que acarretam alterações no relevo natural da área utilizada, modificando os caminhos naturais de drenagem e a paisagem local.

A alteração da paisagem local pela implantação do AS pode gerar algum tipo de poluição visual devido a falhas na operação de disposição do aterro, ou pela não re-integração do local a paisagem do entorno quando do encerramento das atividades do aterro. Assim na operação cuidados para não haver acúmulo de resíduos fora das valas ou descobertos ou espalhados pelo vento são essenciais para manter-se a organização e limpeza da área. Ainda, deve-se manter-se os AS a uma distância adequada de áreas de concentração urbana e recomendando-se a existência de cinturões verdes que preservem a visão do AS .

Com relação à reconstituição da paisagem local é recomendável, que no momento da elaboração do projeto do aterro, seja realizado um estudo do meio biótico, com o objetivo de identificar as principais formações vegetais e as espécies animais existentes no terreno. Dessa forma, ao final da operação do aterro, pode-se prever a revegetação com espécies originalmente encontradas (GOMES e MARTINS, 2003).

Em relação à poluição do ar, têm-se basicamente a emissão de odores decorrentes da degradação biológica dos resíduos orgânicos, principalmente, Metano (CH_4) e o Gás Carbônico (CO_2). Também são gerados em menores quantidades gás sulfídrico (H_2S), amônia (NH_3) e outros derivados de enxofre (mercaptanas) (GOMES e MARTINS, 2003) o que gera maus odores.

De acordo com Russo (2006), problemas circulatórios, cardíacos, respiratórios e de insônia são alguns exemplos de conseqüências geradas pelo stress causado pela exposição de um indivíduo à emissão de poluentes.

Uma das formas de evitar problemas devido a emanação de odores é manter uma distância adequadas de aglomerações urbanas e verificar a direção predominante dos ventos.

Zanta, Campos e May (2006), propõem 1.000m como distância mínima recomendada. Para distância máxima, é indicado o valor de 5.000m, de modo a viabilizar o transporte dos resíduos da sede urbana geradora até o local de disposição final.

No entanto, Gomes e Martins (2003) ressaltam a importância de se adotar um bom sistema de cobertura diário e final, uma vez que este tem a função de reduzir a exalação de maus odores, tanto quanto evitar a proliferação de vetores.

Caso haja problemas de odores emanados do aterro, este pode ser rejeitado pela comunidade local, sendo alvo de denúncias da população; assim, a existência de reclamações por parte da comunidade, é um indicador para avaliação da qualidade da operação do aterro (ZANTA, CAMPOS e MAY, 2006).

Em relação à qualidade de mananciais superficiais, observa-se que a mesma deve ser preservada e melhorada de modo a atender aos diversos usos possíveis.

A Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências, determina que o enquadramento dos corpos de água deve estar baseado nos níveis de qualidade que devem possuir para atender às necessidades da comunidade (BRASIL, 2005). Deve ser considerado que a saúde e o bem-estar humano, bem como o equilíbrio ecológico aquático, não sejam afetados pela deterioração da qualidade das águas.

A contaminação das águas, subterrâneas ou superficiais, por um aterro sanitário, geralmente está relacionada, entre outros aspectos, à falta de drenagem tanto do lixiviado quanto das águas pluviais. O potencial de poluição do lixiviado é função de suas características qualitativas e quantitativas, bem como das do solo ou da concepção do AS. As conseqüências

desse tipo de poluição podem refletir diretamente na saúde da população e no meio ambiente do município em questão.

Alguns aspectos foram considerados por Zanta, Campos e May, 2006, para avaliação ambiental de um AS com relação à contaminação de águas próximas, tais como: alteração das características físicas, químicas e biológicas da água do subsolo, a sua capacidade de recuperação e a preservação de uso.

Para uma maior proteção destes mananciais pode-se adotar parâmetros de referencia em termos de profundidade para água do subsolo e de distância para águas superficiais.

A profundidade para água do subsolo indicada por ZANTA, CAMPOS e MAY (2006) como favorável é igual ou acima de 2m, e como não favorável as distâncias iguais ou inferiores a 1,5m. O intervalo entre as duas distâncias encontra-se numa zona de neutralidade. Já para a distância entre o local de aterramento de resíduos e corpos d'água, estes mesmos autores citam, com base na Portaria do Ministério do Interior n° 124/80 e na NBR 13.896 (ABNT, 1997) a distância mínima de 200 metros.

Deste modo observa-se que os possíveis impactos ambientais negativos de AS podem ser mitigados, favorecendo os benefícios sociais e econômicos que podem decorrer da sua implantação.

3.4 MÉTODOS DE VALORAÇÃO ECONÔMICA DE IMPACTOS AMBIENTAIS

A economia moderna visa, dentre outros objetivos, estabelecer um equilíbrio entre a expansão da produção, a equidade social e a preservação ambiental. Daí pode-se entender a nova concepção de produção, fundamentada em recursos básicos, processos e produtos que atendem as necessidades presentes, reduzindo os impactos para a capacidade das gerações futuras.

No debate acadêmico, duas correntes econômicas, distintas, dividem opiniões sobre a temática do meio ambiente: a economia do meio ambiente e a economia ecológica. A economia do meio ambiente e dos recursos naturais baseia sua análise nos fundamentos da teoria neoclássica, abordando de duas maneiras distintas a questão ambiental: 1) via a

poluição: analisa os recursos ambientais no seu papel de depositário de rejeitos, *outputs* indesejáveis dos processos produtivos; 2) via os recursos naturais: analisa os recursos ambientais no seu papel de insumos, de *inputs* para os processos produtivos (AMAZONAS, 1994).

Já a economia ecológica se apóia nas leis da termodinâmica e procura valorar os recursos ecológicos com base nos fluxos de energia líquida dos ecossistemas (entropia). Embora utilizem métodos de valoração semelhantes aos da economia neoclássica, sustentam a idéia de que o ecossistema deve ser compreendido como um sistema altamente interligado e co-evolutivo (AMAZONAS, 1994; BELLIA, 1996; NORGAARD, 1998; ROMEIRO, 2003).

A economia enfrenta duas realidades antagônicas que são a escassez dos recursos e as ilimitáveis aspirações da sociedade. Os recursos são limitados e finitos. Em contrapartida, os processos de mudanças sociais fazem com que o padrão de bem-estar desejado por um indivíduo seja por ele próprio superado constantemente. Essa é justamente a lógica do capitalismo: incentivar o consumo por meio da manipulação dos padrões de bem-estar social.

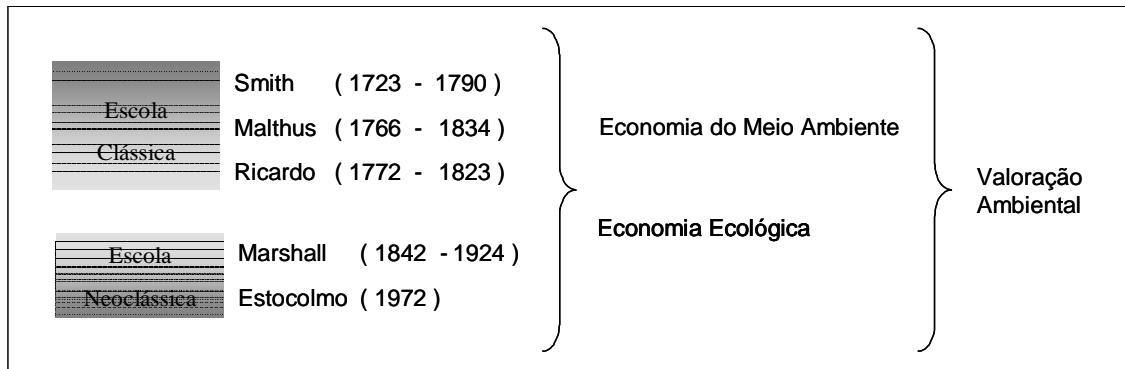
Dá o interesse dos economistas em estudar e desenvolver conceitos, métodos e técnicas com o objetivo de valorar economicamente os impactos que os recursos disponíveis na natureza sofreram ou virão a sofrer em decorrência do processo produtivo.

3.4.1 A Evolução do Pensamento Econômico e o Meio Ambiente

O meio ambiente é responsável por fornecer elementos básicos necessários para a sobrevivência e reprodução dos seres vivos na Terra. A dependência do homem aos recursos naturais é clara, embora o avanço tecnológico propicie uma falsa ilusão de independência. A todo o momento, a natureza dá sinais de sua limitação e exaustão. Sinais esses constantemente camuflados e, muitas vezes, ignorados em função da manutenção do sistema capitalista baseada no modelo extrativista.

Ao longo da história do pensamento econômico, fica clara a preocupação dos economistas em estudar os limites do uso da Terra. Esses estudos confrontam, principalmente, os benefícios envolvidos na preservação ou degradação do meio ambiente. Vale ressaltar que todos os

teóricos da economia citados na figura 4, que apresenta a evolução do pensamento econômico a respeito das limitações dos recursos naturais, baseavam sua análise na idéia de valor, valor esse geralmente associado ao uso da Terra e dos recursos dela adquiridos.



Fonte: CAMPOS, L., 2005.

Figura 4: Principais pensadores que influenciaram nas teorias econômico-ambiental.

O primeiro pensador econômico a se destacar é Adam Smith (1723–1790). Para Smith, o valor real de diversos componentes do preço de um bem deveria conter as remunerações do trabalho, da renda e do capital (lucro). No seu livro “A Riqueza das Nações”, declara que no momento em que toda a terra de um país se torna propriedade privada, os seus donos passam a exigir por ela uma renda, mesmo pelos produtos naturais da terra. A madeira da floresta, o capim do campo e todos os frutos da terra, os quais, quando eram comuns a todos, custavam ao trabalhador apenas o trabalho de apanhá-las. A partir desta nova situação, passa-se a cobrar pela permissão de apanhar esses bens, pertencendo ao proprietário da terra uma parte daquilo que o seu trabalhador colhe ou produz (SMITH, 1996).

Em seguida, destaca-se Thomas Robert Malthus (1766-1834). Malthus viveu na Inglaterra em plena Revolução Industrial, período marcado por intensos conflitos de classes. Por meio da sua Teoria da População introduziu a noção de limitação dos recursos naturais, pois acreditava que a população se reproduzia em progressão geométrica, enquanto a produção de alimentos crescia em progressão aritmética.

Malthus acreditava que todas as pessoas eram impelidas por um desejo quase insaciável de prazer sexual e que, por isso, as taxas de reprodução, quando incontidas, levariam a aumentos em progressão geométrica da população; especificamente a população duplicaria a cada geração. O equilíbrio entre homem e natureza poderia se dar, segundo Malthus, de duas

formas: a primeira seria por meio do controle preventivo: reduzindo as taxas de natalidade (esterilidade, controle da natalidade, abstinência sexual, dentre outros); e a segunda se daria por um controle positivo: aumentaria a taxa de mortalidade (fome, miséria, guerra, dentre outros). Dessa forma, a natureza na sua análise teria o papel de limitar o crescimento populacional dando-se, assim, o equilíbrio entre homem e meio ambiente (HUNT, 1989).

O terceiro economista de destaque foi David Ricardo (1772-1823). Baseado na Teoria da População de Malthus, elabora sua Teoria da Renda da Terra, na qual afirma que o aumento populacional levaria os atores da economia a ocupar terras cada vez menos férteis até chegar ao ponto em que a renda dos camponeses não ultrapassaria o nível da subsistência, não sendo mais possível a produção de excedentes, o que levaria a uma estagnação econômica e demográfica (RIMA, 1987).

A teoria neoclássica iniciou-se nas últimas décadas do século XIX, com Jevons, Menger e Walras. Mas foi Alfred Marshall (1842 - 1924) que fundou a economia Neoclássica do século XX. Para Marshall, o valor de troca de um bem é relativo e exprime a relação entre duas coisas com lugar e tempo determinado (MARSHALL, 1985). Dentre suas principais contribuições, destaca-se a teoria da Lei da Utilidade Marginal Decrescente.

Essa Lei, afirma que a satisfação ou o benefício diminui à medida que se consome uma unidade adicional de determinado bem. Para os economistas, a idéia de utilidade está ligada à idéia de satisfação ou bem-estar que os indivíduos obtêm da melhor combinação dos bens que eles consomem. O indivíduo escolherá um conjunto de bens que – nos limites da sua restrição orçamentária – maximizará seu bem-estar. É por isso que, no capitalismo, o consumo está sempre sendo estimulado e novos produtos e serviços lançados no mercado, acelerando o processo produtivo industrial (SANDRONI, 2001).

A maior dificuldade encontrada é justamente o de alcançar o “ótimo” de bem-estar social, pois se torna subjetivo à medida que se analisam as diferentes aspirações dos agentes econômicos. Fica dessa forma quase que impossível de se atingi-lo, já que o aumento do bem-estar esperado por um indivíduo, gera como consequência um prejuízo a outrem. Segundo os neoclássicos, quando o “ótimo” não é respeitado dá-se uma “falha de mercado”, e os métodos de valoração ambiental representam uma opção de correção desta falha, pois surgem

possibilidades de modificações das atividades ou ações da sociedade no meio ambiente (PARETO, 1987; AMAZONAS, 1994).

3.4.2 Valoração Ambiental

Os debates sobre a relação entre crescimento econômico e meio ambiente tomam destaque no mundo como um todo. E ao longo da história do pensamento econômico, duas teorias ganharam destaque na análise do meio ambiente. De um lado a economia do meio ambiente, que, como já foi visto, tem como pressuposto básico a manutenção da lógica do capitalismo; e do outro lado, a economia ecológica, que tenta combater a teoria econômica do meio ambiente em quase todos os seus pressupostos básicos. O quadro 4 apresenta um resumo de fácil compreensão das principais diferenças entre essas duas teorias.

Quadro 4: Principais diferenças entre a economia do meio ambiente e a economia ecológica.

	Economia do Meio Ambiente	Economia Ecológica
Abordagem geral	Mecanicista - o meio ambiente é apenas um anexo independente do sistema econômico.	Sistêmica - o meio ambiente é um sistema complexo, no qual está integrado o sistema econômico.
Abordagem tecnológica	Otimista - a tecnologia pode solucionar todos os problemas.	Preventiva - a tecnologia não é a solução e pode gerar problemas ainda desconhecidos.
Abordagem teórica	Monodisciplinar.	Multidisciplinar.
Objetivo	Maximizar a utilidade do uso dos sistemas ecológicos pelo sistema econômico.	Promover o desenvolvimento econômico sustentável com o meio ambiente.
Escala temporal	Curto prazo.	Longo prazo.
Escala geográfica	Local e internacional.	Local e global.
Teoria do valor	Baseada na satisfação de necessidades pessoais.	Não tem. Pode ser baseada na energia.
Recursos naturais	Devem ser alocados no mercado do modo mais eficiente.	Definem o potencial do desenvolvimento econômico.
Sustentabilidade	Busca a sustentabilidade dos recursos economicamente interessantes para manter o funcionamento da economia.	Busca a sustentabilidade como forma de manter e melhorar a qualidade de vida das pessoas.
Valoração econômica	Pode ser realizada somente com base na teoria e no ferramental da economia.	Necessita de um amplo conhecimento transdisciplinar para poder ser feita adequadamente.

Fonte: CAMPOS JR., 2003.

É notória a importância dos recursos naturais para a manutenção da vida na Terra, uma vez que existe uma dependência direta da economia ao meio ambiente. Essa importância pode ser traduzida em forma de valores, sendo esses valores biológicos, ecológicos e econômicos.

Determinar o valor de um recurso ambiental inclui aspectos subjetivos por estar ligado diretamente com a questão do bem-estar das pessoas e da importância de tal recurso para o ecossistema. Logo, para se determinar o valor econômico de um recurso ambiental é

necessário fazer uma estimativa do valor monetário deste em relação aos bens e serviços disponíveis no mercado.

Mas é importante ressaltar que o mercado, apesar de representar uma forma direta e de fácil associação para se expressar o valor de um recurso natural, não responde a todas as questões, por exemplo, o valor biológico ou ecológico de um bem natural. É possível apenas a determinação de valores econômicos, nos quais a economia tenta expressar o custo da apropriação por todos os entes econômicos das variáveis e dos ativos ambientais (MOTA, 2004).

O objetivo principal da valoração econômica ambiental é determinar quais os custos sociais oriundos da utilização de um recurso natural ou a incorporação dos benefícios alcançados com a sua utilização. Não existe um método único em que se possa valorar a totalidade dos bens e serviços ambientais disponíveis na natureza. Isso porque existem várias maneiras de se utilizar tais recursos, portanto, para se identificar o Valor Econômico Total (VET) dos recursos naturais é necessário realizar o seguinte somatório:

$$\text{VET} = \text{VUD} + \text{VUI} + \text{VOP} + \text{VEXT}$$

Equação 1: Valor Econômico Total.

Valor de Uso Direto (VUD): o custo ou valor de uso direto como o próprio nome já diz é obtido por meio do uso direto dos recursos naturais. Recursos obtidos por meio da cobrança pela visita à uma reserva ecológica, passeio turístico etc.

Valor de Uso Indireto (VUI): o custo ou valor de uso indireto é obtido por meio dos benefícios indiretos dos serviços prestados pelo ambiente, ou seja, são aqueles advindos das funções ecológicas do recurso ambiental. Um exemplo desse custo é a impossibilidade do uso da água de um lençol freático devido a sua contaminação por infiltração de lixiviado, por exemplo.

Valor de Opção (VOP): o valor de opção é a disposição de um indivíduo ou sociedade em pagar pela opção de uso ou não-uso de um recurso natural no futuro.

Valor de Existência ou Valor de Não Uso (VEXT): é aquele que se paga simplesmente por saber que existe um recurso natural, mesmo que nunca o tenha visto ou tenha sido usado. Um exemplo seria se a população brasileira estivesse disposta a pagar para a preservação da Amazônia na sua forma natural.

Destaca-se que, para cada tipo de utilização, a economia adota métodos diferentes para a valoração. A figura 5 apresenta alguns desses métodos.

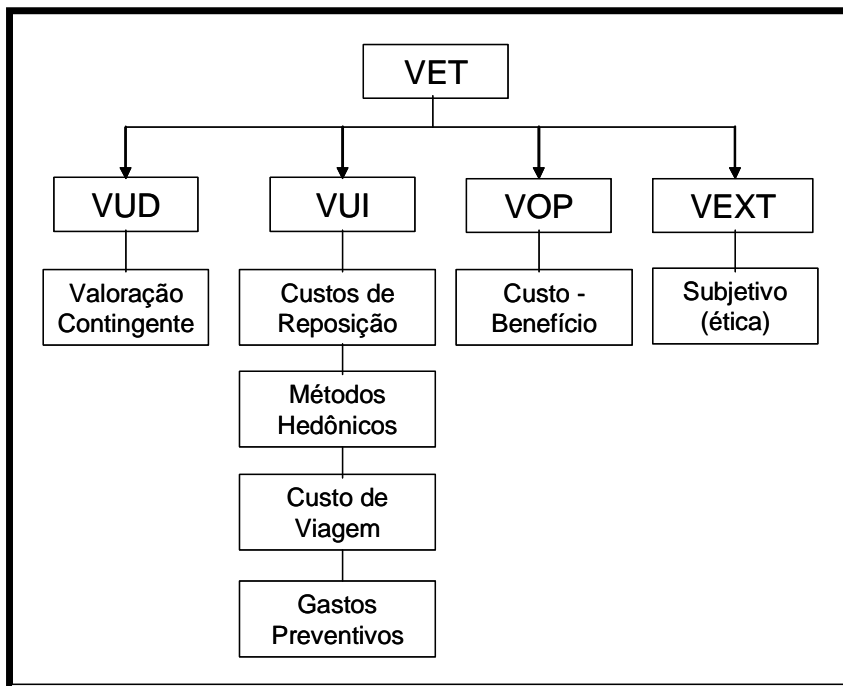


Figura 5: Métodos para valoração de impactos ambientais.

A **valoração contingente** analisa em termos monetários quanto uma pessoa estaria disposta a pagar para utilizar ou não uma tecnologia nova ou diferente que vise a reduzir ou melhorar o consumo dos recursos ambientais.

Vantagens:

É uma técnica bastante utilizada por ser de fácil aplicação. Segundo Campos Jr. (2003, p.38), por meio da valoração contingente é possível obter “valores referentes a bens intangíveis e outros bens que não estejam representados por um mercado”.

Desvantagens:

É uma técnica que apresenta pontos de preocupação, tais como: a definição da amostra da população a ser questionada pode não ser representativa; as formulações dos questionários têm que ser bem elaboradas de forma a representar corretamente o cenário a ser avaliado; subjetividade das respostas coletadas seja por falta de informação do entrevistado, ou por falta de interesse em responder de forma verdadeira às perguntas realizadas.

Custos ou preços hedônicos pretende estimar o preço implícito por atributos ambientais característicos de bens comercializados em mercado. No caso da construção civil, esse preço é composto pelas características ou atributos incorporados, ou seja, as qualidades do equipamento, por exemplo, uma vista para o mar ou um bosque de Mata Atlântica, ou ainda o preço de mercado de um imóvel com vista para um aterro sanitário ou lixão etc.

Vantagens:

Permite identificar as preferências do mercado com relação às determinadas características ambientais que irão compor a paisagem ao redor do imóvel avaliado.

Desvantagens:

Trata-se de uma técnica que requer a incorporação de muitas variáveis para a sua mensuração. Segundo Nogueira, Medeiros e Arruda (1998) é importante considerar os segmentos de composição étnica/racial; imóveis a alugar e à venda; intervalos de preços; histórico da localidade; desta pode-se estimar uma função hedônica para segmento do mercado.

O custo de viagem procura estimar o custo do uso recreativo de um recurso natural. A visita de uma pessoa a um local de recreação, uma praia, lago, parque, floresta, por exemplo, envolve aspectos implícitos, a serem identificados por meio de pesquisa com questionários que deverão informar os hábitos dos visitantes e gastos associados à viagem (ORTIZ, 2003).

Vantagens:

Os custos são obtidos de forma direta por meio das observações dos fluxos de visitantes e/ou coleta de dados junto aos mesmos.

Desvantagens:

Assim como a valoração contingente, o método de custo com viagem, enfrenta a fragilidade ao se definir a população da amostra a ser entrevistada.

A técnica somente permite a avaliação do presente, sendo preciso a execução de vários estudos de custo de viagem ao longo do tempo para verificar-se a variação do comportamento do consumidor em face de alterações ambientais no local visitado, particularmente, quando se procura avaliar os efeitos de um acidente ambiental (CAMPOS JR., 2003, p. 35).

O **custo de controle ou prevenção ou gastos preventivos** apresenta o custo que se tem para reduzir ou evitar um dano ambiental, como exemplo, o efluente de uma estação de tratamento de esgoto que, posteriormente, será lançado num corpo d'água ou a adoção de tecnologias apropriadas no momento da construção de aterro sanitário, de forma que se evite a contaminação do ar, solo e água.

Vantagens:

O custo com gastos preventivos pode ser facilmente mensurado, uma vez identificadas as tecnologias necessárias para evitar futuros impactos ambientais.

Desvantagens:

Dificuldade em se prever todos os possíveis impactos que o equipamento possa vir a gerar.

O **custo de mitigação ou de reposição** como o próprio nome sugere representa o custo para recuperar um bem natural degradado até atingir a sua qualidade inicial. Como exemplo pode-se citar o custo para a recuperação de um rio após o lançamento de lixiviado de um aterro sanitário (ORTIZ, 2003). Ou os custos de recuperação de um corpo d'água poluído, ou seja, o custo para a remoção de poluentes causados por lançamentos de resíduos tóxicos industriais em águas fluviais.

Vantagens:

O custo com gastos preventivos pode ser obtido diretamente com os envolvidos no processo, uma vez identificadas as tecnologias necessárias para recompor a área degradada.

Desvantagens:

Segundo Campos Jr. (2003, p. 43) “esta técnica é indicada para danos agudos, não servindo para a valoração de danos que ocorrem gradualmente. Desse modo seu uso em situações de danos irreversíveis apenas indicará o valor mínimo do ambiente valorado”. Sem contar a dificuldade técnica que se tem em recompor a área afetada às suas características naturais.

A **análise do custo-benefício** é o método mais utilizado, por ser de fácil aplicação e entendimento. Por benefício entende-se todo o bem-estar alcançado pela sociedade ao se manter um bem ou serviço ecológico disponível. Já por custo considera-se todo o recurso econômico transferido para a restauração do bem-estar social devido a uma destruição ou má utilização de um recurso natural.

O **valor de existência** é subjetivo, pois ele só passa a existir quando há por parte da sociedade uma responsabilidade ambiental pautada em princípios éticos de preservação e proteção dos recursos naturais. Esses seriam os pressupostos básicos da sustentabilidade, garantindo assim que gerações futuras também tenham o direito ao convívio em um ambiente com qualidade ecológica.

Como já foi dito na introdução deste item, a economia enfrenta o desafio de ajustar o uso de recursos escassos e finitos, com o objetivo de garantir o bem-estar da sociedade. Daí a importância de se valorar os impactos causados à natureza pela ação do homem para que se possa encontrar um meio de conscientizar ou até no extremo punir aqueles que insistirem em consumir os recursos naturais de forma irresponsável e não sustentável.

3.5 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO ECONÔMICO-FINANCEIRA

Normalmente, o estudo de viabilidade de um equipamento é composto pelas análises econômica e financeira. A análise da viabilidade econômica é uma avaliação qualitativa, pois serve para comparar se a rentabilidade do equipamento é mais atrativa do que outra alternativa de investimento oferecido pelo mercado. Já a apreciação da viabilidade financeira, sendo um exame quantitativo, leva em consideração a disponibilidade de capital necessária para realizar, no caso, a construção do aterro (ASSUMPÇÃO, 2004).

Com base nos estudos apresentados por Rocha Lima Jr. (1998), pode-se inferir que quando se analisa a qualidade de um investimento, o objetivo é o de estabelecer indicadores que possam transmitir ao responsável pela execução o reconhecimento de que a alternativa que se apresenta está contida no espectro de seus interesses, na maioria das vezes, inclusive, sendo hierarquizada, contra alternativas disponíveis no mercado para absorver este investimento.

A função objetiva da análise da qualidade é dar suporte ao investidor, para que este possa decidir, levando em conta que se trata de um empreendimento ou equipamento urbano “aceitável” - do ponto de vista econômico, “sustentável” – do ponto de vista financeiro e que compreende um lastro válido para os recursos imobilizados. Logo, para que o estudo de viabilidade se aproxime da realidade, deve-se partir de um bom cenário; dispor de um bom modelo para simulação; conhecer os indicadores da qualidade fornecidos pelo modelo de cálculo; saber interpretar os indicadores; e estabelecer critérios particulares de decisão (BEZERRA DA SILVA, 1995, citado por AMORIM, NETO E JÚNIOR, 2003).

Os indicadores da qualidade não respondem exclusivamente pela avaliação da rentabilidade, mas, de forma geral, dão indicações do estado de um binômio que corresponde a [qualidade x riscos]. Desta forma, quando se estende à formação de indicadores, para melhorar a qualidade da informação, já se faz uma natural incursão pela análise de risco (ROCHA LIMA JR., 1998, p. 22).

Por se tratar o objeto de estudo deste trabalho, o AS, de um projeto sem fins lucrativos, ele é um equipamento urbano de um serviço público, não será possível a aplicação dos indicadores econômico-financeiros, comumente utilizados em empreendimentos particulares, tais como: Taxa Interna de Retorno (TIR), Payback e Índice de Lucratividade (IL), uma vez que um AS não gera retorno financeiro direto.

Considerando esse limitador, foi utilizado neste trabalho apenas o cálculo do Valor Presente Líquido (VPL)¹, aplicado ao fluxo de caixa do aterro avaliado. Desta forma, têm-se o valor total aplicado no equipamento corrigido monetariamente.

Considera-se que a árvore de benefícios diretos e indiretos gerados por um AS envolve vários aspectos, muitos subjetivos, e que por se tratar de uma tecnologia recente não foram estudados ou levantados dados que representassem os ganhos ou prejuízos na saúde e na qualidade de vida da população e no meio ambiente.

Por outro lado, também não foi localizado, durante a revisão bibliográfica realizada, algum trabalho que analisasse as variáveis: econômico-financeira e ambientais, simultaneamente, em um estudo de viabilidade econômica financeira de aterros simplificados.

No entanto, alguns indicadores de custos foram identificados, como os usados no trabalho realizado por Jaramillo (1997).

Segundo Jaramillo (1997), a análise de um aterro simplificado envolve os custos de inversão, de operação e de finalização das valas. Considerando como custo de inversão: os aportes financeiros destinados a elaboração do projeto, aquisição e preparação do terreno e obras complementares. Os custos de operação envolvem as despesas com mão de obra, ferramentas, EPIs, drenagens de gases e drenagens secundárias, manutenção e adequação periódica do terreno (caminhos, drenagens, escavações etc).

Por fim, têm-se os custos finais que, como o próprio nome já sugere, englobam todos os custos de conclusão da operação do aterro simplificado, que compreendem a cobertura final do aterro e sua cobertura vegetal, os sistemas de drenagem de águas pluviais, e o acompanhamento do aterro até que o potencial poluidor seja nulo. Jaramillo (1997) ainda apresenta os procedimentos que devem ser adotados para o cálculo dos custos citados, como:

¹ O Valor Presente Líquido - VPL corresponde à soma algébrica dos valores do fluxo de caixa de um projeto, atualizados à taxa ou taxas adequadas de desconto. Todo projeto de investimento que tiver um VPL positivo será rentável, logo ao se comparar mais de um projeto o que tiver maior VPL é o mais rentável (CONTADOR, 1997; AMORIM, NETO e JÚNIOR, 2003).

- a. **Custos Anuais de Investimentos** = Custo Total / Vida útil do aterro (**\$/ano**).
- b. **Investimento Médio Anual** = Custo Total \times $[(n+1) / 2n]$ \times i (**\$/ano**), sendo n = vida útil em anos e i = a taxa de juros de correção monetária.
- c. **Custo do Capital Investido** = Custo Total \times Fator de Recuperação do Capital (**\$/ano**).
- d. **Fator de Recuperação do Capital** = taxa de juros bancário / $[1 - (1 / (1+i)^n)]$ (**\$/ano**), sendo n = vida útil em anos e i = a taxa de juros de correção monetária..
- e. **Custo com mão de obra** = 12 \times N° de trabalhadores \times (Fator de benefício \times Salário Mínimo) + 12 \times N° de Supervisores (Fator de Benefício \times Salário do Supervisor) (**\$/ano**).
- f. **Custo anual de operação** = custo anual de mão de obra + custo anual com ferramentas + custo anual com máquinas + outros custos anuais (**\$/ano**).
- g. **Custo unitário de operação** = custo anual operacional / rendimento anual (**\$/ano**), sendo rendimento representado pelo total de recursos do orçamento destinado ao AS.
- h. **Custo anual do aterro** = Custo unitário total + Custo anual de capital (**\$/ano**).

Diversos indicadores econômico-financeiros podem ser gerados por meio da análise do fluxo de caixa do equipamento avaliado. Esse fluxo representa a sequência de movimentação financeira composta por entradas e saídas de capital ao longo do tempo, podendo ser representada de forma analítica ou gráfica.

A avaliação do Fluxo de Caixa analítico permite que os gestores possam controlar as despesas por tipo, mensalmente ou anualmente, ao longo dos anos da vida útil do AS, avaliando assim, a capacidade de pagamento do município em manter a operação e a existência do aterro. Permite, também, identificar qual linha de despesa representa um impacto maior no volume total dos investimentos fixos, de forma que se possa definir estratégias para otimizar os recursos disponíveis, garantindo, assim, a operação e manutenção do AS.

Observa-se que neste trabalho o estudo foi basicamente financeiro considerando elementos de despesa relativos as etapas de construção e operação do aterro, não havendo valoração econômica dos impactos ambientais.

Provavelmente, a inexistência de trabalhos que incorporem essa variável possa ser devida ao entendimento de que o AS, devido ao pequeno volume de resíduos sólidos confinados causam impactos ambientais negativos pouco expressivos.

No entanto, embora a magnitude dos impactos negativos dos AS de municípios de pequeno porte possa ser menor quando comparada aos de aterros de municípios de médio e grande porte, deve-se considerar que cerca de 75% dos municípios brasileiros são de pequeno porte, o que pode estar acarretando uma proliferação de áreas impactadas negativamente (IBGE, 2007).

Devido à escassez de trabalhos específicos de valoração econômica para AS e da dificuldade de aplicação de métodos citados anteriormente, buscou-se identificar trabalhos que abordassem a valoração de impactos ambientais negativos de empreendimentos similares. Neste sentido, identificou-se o método proposto por Almeida (2000) e outro semelhante aplicado a uma atividade de mineração pela Fundação Gorceix de Ouro Preto, Minas Gerais (denominado de modelo Gorceix).

Neste modelo o objetivo é encontrar um valor monetário que expresse o montante do dano ambiental gerado pelo equipamento avaliado. Para a realização desse cálculo, são levados em conta os seguintes fatores (equação 2):

$$VD = VR + VC + DM$$

Equação 2: Valor do Dano.

- **Valor de Reposição (VR):** que corresponde ao montante que deverá ser aplicado para a recuperação do ambiente degradado, ou seja, o custo necessário para a recuperação da área afetada.
- **Valor Compensatório (VC):** esse fator corresponde à parcela que o responsável pelo equipamento deverá pagar para compensar à sociedade pela externalidade gerada pelo seu equipamento.

$$VC = (VE \times SD \times FA)$$

Equação 03 – Valor Compensatório.

O valor compensatório é composto pela multiplicação do valor econômico (VE), pelo somatório dos danos (SD) e pelo fator de adequação (FA).

- O **Valor Econômico (VE)**: corresponde ao somatório dos “ganhos de capital decorrentes da não recuperação no momento oportuno, ou seja, a vantagem econômica que o empreendedor obteve ao não desembolsar o capital necessário à recuperação concomitantemente à atividade” realizada (GORCEIX, 2005, p. 3).

No cálculo do somatório de danos (SD), têm-se uma relação, em formato de *check-list*, de aspectos ambientais, tais como solo/subsolo, ar, água, paisagem e outros aspectos sócio-econômicos. Para cada aspecto é dado uma pontuação que pode variar entre 0 e 2. Cada aspecto, compreende um grupo de fatores de agravo ou parâmetros de análise que deverão compor a análise das externalidades.

No trabalho em questão, não foi apresentada nenhuma legenda que explicitasse como foi realizada a definição dos pesos atribuídos aos fatores e nem os critérios de avaliação. Pode-se perceber apenas que os pesos atribuídos poderiam assumir valores como 0, 1 e 2, como mencionado no parágrafo anterior, e representando uma relação diretamente proporcional ao impacto de cada fator.

Por fim, a metodologia Gorceix apresenta os fatores de adequação (FA), ou seja, para cada fator analisado atribui-se um índice compreendido entre 0,7 e 1,3, o que representa um aumento ou redução de até 30% (trinta por cento) do valor final de compensação ambiental. No trabalho não são especificados os motivos que levaram à definição do intervalo do índice a ser atribuído pelo avaliador.

- **Dano Moral (DM):** O dano moral é entendido como aquele que representa o sofrimento ou dor advindo da privação de um bem jurídico sobre o qual a vítima teria interesse reconhecido juridicamente. Para Maria Helena Diniz (citado por OLIVEIRA, 2003, p.2), o dano moral representa a "lesão a um interesse que visa a satisfação ou gozo de um bem jurídico extrapatrimonial contido nos direitos da personalidade [...] ou nos atributos da pessoa".

Na revisão realizada não foi possível identificar formas de estimativas de valores monetários correspondentes a danos morais. Segundo Zanetti (2008) o Superior Tribunal da Justiça (STJ) até tenta estabelecer alguns critérios na tentativa de orientar o julgador, por exemplo, deixa claro que não existe um critério objetivo (art. 944 CCiv.) para o cálculo, mas enfatiza que o julgamento deve ser feito com moderação e razoabilidade, analisando o grau de culpa e o nível sócio-econômico das partes. O STJ acredita que a experiência e o bom senso do juiz são fundamentais no momento da avaliação. O objetivo fim deve ser o de procurar desestimular o ofensor a não mais cometer os mesmos crimes, ou seja, a indenização pecuniária serve muito mais como um paliativo do que como uma tentativa de mensuração do dano (OLIVEIRA, 2003).

Mesmo com a tentativa de se aplicar critérios para guiar o juiz a subjetividade da análise final é muito grande, pois o entendimento de moderação e razoabilidade de um julgador pode ser diferente do outro.

Embora com algumas limitações o método Gorceix representa um instrumento econômico que permite penalizar e indenizar por prejuízos ambientais decorrentes de atividade potencialmente poluidoras. Por outro viés, também possibilita ao gestor simular, antecipadamente, o quanto monetariamente estaria poupando se efetuasse os investimentos necessários para se ter um equipamento bem instalado e operado.

4 METODOLOGIA

4.1 ETAPAS

Neste item são descritas a seqüência de atividades desenvolvidas nesta pesquisa, indicando-se os critérios adotados e os métodos empregados para o desenvolvimento do instrumento de análise econômica financeira considerando os aspectos ambientais para AS.

A primeira atividade realizada consistiu na revisão de literatura abordando temas importantes para a elaboração e compreensão do trabalho, tais como: tecnologias de tratamento de resíduos sólidos urbanos, principalmente, aterros sanitários simplificados, instrumentos para análise econômico-financeira de projetos e de valoração econômica de impactos ambientais.

Esta etapa foi fundamental para se conhecer os possíveis impactos ambientais (IA) de AS e levantar a disponibilidade na literatura de trabalhos no campo da valoração econômica ambiental aplicada a equipamentos urbanos, tais como os AS que poderiam fundamentar o desenvolvimento do instrumento de análise econômico financeira.

Frente à escassez de trabalhos que pudessem fornecer subsídios no tocante à valoração econômica de AS, como também se verificando a existência, do uso já consagrado do fluxo de caixa analítico para análise financeira, embora pouco aplicado ao objeto de estudo, optou-se por incorporar, a valoração econômica da dimensão ambiental como elemento de despesa

Para essa decisão contribuiu ter-se identificado na literatura revisada um método de valoração do dano ambiental elaborado pela Fundação Gorceix de Ouro Preto, Minas Gerais, usado pelo Ministério Público de Minas Gerais, já descrito no item 3.5 e constante do anexo I.

Assim utilizou-se como base o modelo conceitual do método GORCEIX propondo-se modificações para que o mesmo fosse passível de ser aplicado a AS. As modificações realizadas foram: (1) adoção de aspectos ambientais referentes a tecnologia estudada, na forma de *check list*, com os seus respectivos parâmetros de agravo, (2) adoção de critérios para identificar a significância de cada parâmetro de agravo e (3) proposição de uma

expressão matemática que representasse na medida possível a degradação ambiental causada pelo empreendimento em caso de ocorrência de IA.

A escolha dos aspectos ambientais e parâmetros de agravo, bem como, dos respectivos critérios se basearam na descrição de externalidades negativas feita no item 3.3. Os possíveis IA foram agrupados considerando os aspectos ambientais água, ar, solo e meio sócio econômico. Para cada aspecto ambiental considerado foram indicados parâmetros de agravo da qualidade ambiental e respectivos critérios de avaliação.

O quadro 05 apresenta os aspectos de avaliação e os seus respectivos, parâmetros de avaliação de agravos.

Quadro 5: Aspectos e parâmetros componentes do *check-list*.

ASPECTOS	PARÂMETRO DE AGRAVO	CRITÉRIO
1 - SOLO/SUBSOLO	Apresenta sinais de erosão	SIM
		NÃO
	Alteração na capacidade de uso da terra	SIM
		NÃO
	Dano ao relevo	SIM
		NÃO
	Permeabilidade do solo	$k > 10^{-5}$ cm/s
$10^{-5} \geq k > 10^{-6}$ cm/s		
$k \leq 10^{-6}$ cm/s		
2 - AR	Proximidade de núcleos habitacionais	$d < 1.000$ m
		$d \geq 1.000$ m
	Emissão de odores	Intenso
		Moderado
		Fraço

Quadro 05: Aspectos e parâmetros componentes do *Check-list* (continuação).

ASPECTOS	PARÂMETRO DE AGRAVO	CRITÉRIO
3 - ÁGUA	Aquífero subterrâneo	
	Foi comprometido	SIM
		NÃO
	Profundidade	$p \leq 1.5 \text{ m}$
		$1.5 < p < 2 \text{ m}$
		$p \geq 2 \text{ m}$
	Reequilíbrio	Intervenção Humana
		Natural
	Utilidade do aquífero	Consumo humano e/ou animais e/ou irrigação
		Recreação, c/ contato secundário.
		Não é utilizado
	Mananciais superficiais	
	Foi comprometido	SIM
		NÃO
	Distância	$d < 200 \text{ m}$
		$d \geq 200 \text{ m}$
Reequilíbrio	Natural	
	Intervenção Humana	
Utilidade do aquífero subterrâneo	Consumo humano e/ou animais e/ou irrigação	
	Recreação, c/ contato secundário.	
	Não é utilizado	
Gerou prejuízo financeiro à comunidade local	SIM	
	NÃO	
4 - PAISAGEM	Alteração na paisagem local - Impacto visual	SIM
		NÃO
	Existe projeto de readequação à paisagem original	NÃO
SIM		
5 - OUTROS ASPECTOS	O ASS possui galpão de triagem	NÃO
		SIM
	A presença do ASS gerou desvalorização dos terrenos vizinhos	SIM
		NÃO
	Presença de vetores transmissores de doenças	SIM
NÃO		

Para cada parâmetro de agravo consideraram-se os critérios possíveis nas quais a resposta só poderia ser positiva ou negativa, ou seja, havia o dano ou não havia. Para este caso adotaram-se pesos equivalentes a zero (0) ou a um (1) respectivamente.

Já para os parâmetros de agravo com três situações possíveis, a importância ou potencial de magnitude do IA relativo a cada situação é diferente, empregou-se o Método de Análise Hierárquica de Processos (AHP), desenvolvido por Thomas L. Saaty, que apresenta uma

metodologia para análise multicriterial de forma a considerar, simultaneamente, características qualitativas do objeto de estudo (MURAKAMI, 2003).

O método AHP utilizado compreende 4 etapas. A primeira etapa consiste em obter-se uma matriz quadrada construída com base na comparação entre parâmetros (PAMPLONA, 1999). No caso específico deste trabalho, para cada parâmetro de agravo comparou-se as situações possíveis entre si, ou seja, para cada parâmetro obteve-se uma matriz quadrada. A seguir apresenta-se cada uma das etapas.

1ª Etapa: Construção da matriz quadrada.

1ª Propriedade de matrizes quadradas: Se $a_{ij} = \alpha$, então $a_{ji} = 1/\alpha$;

2ª Propriedade de matrizes quadradas: Se C_i (parâmetro de avaliação) é julgado como de igual importância relativa a C_j , então $a_{ij} = 1$, $a_{ji} = 1$; e em particular $a_{ii} = 1$ para todo i .

	C_1	C_2	C_n
C_1	1	a_{12}		a_{1n}
C_2	$1/a_{12}$	1		
....				
C_n	$1/a_{1n}$	a_{12}/a_{1n}		1

Fonte: Pamplona (1999).

O julgamento da importância relativa de cada situação correspondente a um critério de avaliação foi realizada pela pesquisadora por limitações de tempo, no entanto entende-se que o mais adequado seria que essa atribuição fosse realizada por meio de técnicas como grupo focal ou método delphi de modo a se obter um resultado baseado em opiniões de especialistas o que tornaria o resultado final mais representativo. O quadro 6 apresenta a escala proposta por Saaty (citado por PAMPLONA, 1999) utilizada no método AHP.

Quadro 6: Escala de pesos proposta por Saaty.

Intensidade de Importância	Definição	Explicação
1	Mesma importância	Duas atividades contribuem igualmente para o objetivo
3	Importância pequena de uma sobre a outra	A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade em relação à outra
5	Importância grande ou essencial	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação à outra
7	Importância muito grande ou demonstrada	Uma atividade é fortemente favorecida; sua importância é demonstrada na prática
9	Importância absoluta	A evidência favorece uma atividade em relação à outra com o mais alto grau de certeza

Fonte: modificada pela autora Pamplona (1999).

A matriz quadrada obtida da aplicação a cada parâmetro de agravo com três situações possíveis presentes no Check-list Ambiental é apresentada na figura 6. Observa-se que para os casos em que o parâmetro de agravo possui três situações possíveis de análise, os impactos ambientais foram classificados de alta, média ou baixa magnitude. Desta forma, a matriz quadrada construída, conforme a visão da pesquisadora, considerou a relatividade entre os impactos ambientais dos parâmetros avaliados.

	Alto Impacto	Médio Impacto	Baixo Impacto
Alto Impacto	1,00	9,00	5,00
Médio Impacto	0,11	1,00	3,00
Baixo Impacto	0,20	0,33	1,00

Figura 6: Matriz quadrada aplicada aos parâmetros de agravo presentes no *Check-list Ambiental*.

Fonte: CAMPOS, L., 2007.

2ª Etapa: Calcular o Autovetor: após o preenchimento da matriz é realizado o cálculo do autovetor para determinação da prioridade ou hierarquia dos parâmetros avaliados.

3ª Etapa: Calcular o Autovalor: o autovalor avalia a consistência ou a qualidade dos resultados obtidos. Por convenção considera-se aceitável uma razão de consistência menor do que 0,10. Segundo Pamplona (1999), essa é mais uma

vantagem do método AHP, a possibilidade da verificação da consistência dos resultados obtidos.

O valor obtido no somatório total dos pesos para cada parâmetro de agravo representa o Fator Ambiental (n), ou seja, a condição de degradação ambiental no momento da aplicação do instrumento. Este fator é utilizado na expressão matemática apresentada na sequência .

Para propor a expressão matemática que possibilite expressar o valor do dano ambiental em decorrência dos impactos identificados como existentes em determinado instante, se adotou os seguintes parâmetros:

(a) **Investimento Inicial (I):** Corresponde ao montante do custo pré-operacional, ou seja, o volume total de recursos destinados à construção do AS. A incorporação desse variável ao dano ambiental representa uma forma de reembolso à sociedade do valor investido e desperdiçado devido a má operação do AS.

(b) **Custos operacionais e manutenção (Co):** Corresponde ao valor monetário destinado à manutenção / operação do aterro simplificado. Entende-se que existe uma relação entre os custos e a magnitude dos IA, ou seja, o montante financeiro investido na operação do aterro é diretamente proporcional a minimização dos impactos ambientais negativos, já que em locais com menor capacidade de assimilação dos IA devem existir uma maior estrutura de proteção do meio ambiente construída que deve ser mantida e conservada.

(c) **Fator Ambiental (FA):** representa o resultado obtido com a aplicação do *check-list* ambiental e entendendo-se que quanto menor o fator ambiental, maior é o potencial de magnitude dos IA identificados.

Desta forma, tem-se a seguinte equação para determinação do valor do dano ambiental (VDA):

$$\text{VDA} = \text{I} + (\text{Co} / \text{FA})$$

Equação 04: Valor do Dano Ambiental (VDA)

Assim, considera-se que numa abordagem simplificada, que os IA decorrentes da construção e operação de um AS podem ser considerados proporcionais aos custos de implantação e operação majorados pelo fator ambiental, representativo dos impactos ambientais observados em determinado momento.

O VDA obtido deve ser incorporado à análise econômico-financeira do AS, como um custo ambiental no fluxo de caixa, na linha de custos referente aos impactos ambientais.

A avaliação econômico-financeira aterro simplificado foi dividida em 4 partes. A primeira compreende a entrada de dados cadastrais tais como aspectos gerais do município explicitando a sua economia, população, área, percentual do serviço de coleta, dentre outros. A segunda compreende dados da receita orçamentária do município, ou seja, o montante de recurso disponível para a manutenção do AS. Já a terceira etapa, compreende as informações relativas aos investimentos e os custos relativos as despesas envolvendo todas as etapas da implantação de AS desde o projeto até a sua operação e o valor ambiental dos impactos ambientais que compõe o fluxo de caixa. A última etapa compreende a apresentação dos resultados na forma de relatório de análise final que fornece indicadores econômicos e o valor presente líquido do investimento aplicado no equipamento.

Para verificar a aplicação do método em uma situação real aplicou-se a análise financeira a dois AS selecionados usando como critério de escolha o grau de representatividade de condições ambientais e operacionais diversas, a distância dos mesmos à Salvador, considerada viável para a realização de visitas técnicas e a existência de vínculos anteriores com o Grupo de Resíduos Sólidos do DEA/UFBA, que facilitassem a realização da pesquisa.

Deste modo foram selecionados dois municípios baianos de pequeno porte, os AS simplificados de Saubara e Aporá, que são apresentados nos próximos itens.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 AVALIAÇÃO AMBIENTAL DE AS

Com base nas etapas descritas no item metodologia apresenta-se o *check-list* de Avaliação Ambiental de AS para determinação do valor do dano ambiental que irá compor como elemento de despesa o instrumento de análise econômico financeiro apresentado na seqüência.

O quadro 06 apresenta os aspectos de avaliação e os seus respectivos parâmetros de avaliação de agravos e pesos. No apêndice III encontra-se informações sobre cada parâmetros de agravos de forma à facilitar o preenchimento do *check list*.

Quadro 6: *Check-list* de Avaliação Ambiental de AS

ASPECTOS	PARÂMETRO DE AGRAVO	CRITÉRIO	PESO
1 -	Apresenta sinais de erosão	SIM	0
		NÃO	1
	Alteração na capacidade de uso da terra	SIM	0
		NÃO	1
	Dano ao relevo	SIM	0
		NÃO	1
	Permeabilidade do solo	$k > 10^{-5}$ cm/s	0,1
		$10^{-5} \geq k > 10^{-6}$ cm/s	0,3
		$k \leq 10^{-6}$ cm/s	0,6
	2 - AR	Proximidade de núcleos habitacionais	$d < 1.000$ m
$d \geq 1.000$ m			1
Emissão de odores		Intenso	0,1
		Moderado	0,3
		Fraco	0,6
3 - ÁGUA	Aquífero subterrâneo		
	Foi comprometido	SIM	0
		NÃO	1
	Profundidade	$p \leq 1.5$ m	0,1
		$1.5 < p < 2$ m	0,3
		$p \geq 2$ m	0,6
	Reequilíbrio	Intervenção Humana	0
		Natural	1
	Utilidade do aquífero	Consumo humano e/ou animais e/ou irrigação	0,1
		Recreação, c/ contato secundário.	0,3
Não é utilizado		0,6	

Quadro 6: *Check-list* de Avaliação Ambiental de AS (Continuação)

ASPECTOS	PARÂMETRO DE AGRAVO	CRITÉRIO	PESO
3 - ÁGUA	Mananciais superficiais		
	Foi comprometido	SIM	0
		NÃO	1
	Distância	d < 200 m	0
		d >= 200 m	1
	Reequilíbrio	Natural	0
		Intervenção Humana	1
	Utilidade do aquífero subterrâneo	Consumo humano e/ou animais e/ou irrigação	0,1
		Recreação, c/ contato secundário.	0,3
		Não é utilizado	0,6
Gerou prejuízo financeiro à comunidade local	SIM	0	
	NÃO	1	
4 - PAISAGEM	Alteração na paisagem local - Impacto visual	SIM	0
		NÃO	1
	Existe projeto de readequação à paisagem original	NÃO	0
		SIM	1
5 - OUTROS ASPECTOS	O ASS possui galpão de triagem	NÃO	0
		SIM	1
	A presença do ASS gerou desvalorização dos terrenos vizinhos	SIM	0
		NÃO	1
	Presença de vetores transmissores de doenças	SIM	0
		NÃO	1

5.2 VALORAÇÃO ECONÔMICO-FINANCEIRA DE AS

A geração dos indicadores econômico-financeiros baseia-se nas informações cadastradas no formulário cadastral e desta forma, o seu correto preenchimento é fundamental para a obtenção de resultados coerentes e reais. Como o instrumento proposto foi construído em planilhas Excel, uma vez alimentadas as informações iniciais, as planilhas do fluxo de caixa e o relatório final são automaticamente calculadas. Exceto o *check-list* de avaliação de impactos ambientais, que por se tratar de uma análise complementar, o seu resultado financeiro deve compor o fluxo de caixa, na linha de custos com impacto ambiental.

A seguir são apresentados os formulários: Avaliação econômico-financeira aterro simplificado - Entrada de dados; Analítico financeiro do aterro simplificado - visão consolidada; e Relatório de análise final.

5.2.1 Formulário Cadastral

O formulário cadastral representa o início da construção do controle econômico-financeiro. Nesta etapa, o gestor deve informar os dados que irão compor o fluxo de caixa do AS, tais como:

- **Aspectos gerais do município**

Este item engloba as informações pertinentes ao município em que o aterro será construído, que irão compor os indicadores de desempenho do AS, conforme apresentado na figura 07.

ASPECTOS GERAIS DO MUNICÍPIO	
Nome do Município:	<input type="text"/>
População:	<input type="text"/> hab.
Extensão:	<input type="text"/> Km
Economia:	<input type="text"/>
1.1. Possui fábricas ou indústrias? Quais?	
<input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	
<input type="text"/>	
1.2. A quanto tempo possui aterro simplificado?	
<input type="text"/>	mês
1.3. Quem construiu o aterro?	
<input type="text"/>	
1.4. Como era disposto o RSU antes da construção do AS?	
<input type="text"/>	
1.5. O município possui serviços de coleta de lixo domiciliar?	
<input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	
1.6. Qual o percentual de cobertura de coleta no Município?	<input type="text"/>
1.7. Qual o volume diário de resíduos gerados no Município?	<input type="text"/> m ³ /dia
1.8. Quantos dias da semana é realizada a coleta?	<input type="text"/> Dias
1.9. Qual a distância do AS do núcleo habitacional mais próximo?	<input type="text"/> Km

Figura 7: Formulário Cadastral: aspectos gerais do município.

Fonte: CAMPOS, L., 2007.

1.10. O aterro está localizado em uma área prevista para expansão urbana?

Sim
 Não

1.11. Qual o estado de conservação das vias de acesso ao AS?

Bom
 Razoável
 Péssimo

1.12. Qual o estado de conservação das vias de internas do AS?

Bom
 Razoável
 Péssimo

1.13. Qual a vida útil do AS? Anos

Figura 7: Formulário Cadastral: aspectos gerais do município (continuação).
 Fonte: CAMPOS, L., 2007.

- **Receita do município destinada à construção, operação e manutenção do AS**

Neste campo (figura 8), o gestor do AS deverá informar todas as formas de entradas de recursos orçamentários que serão destinados à sua operação/manutenção.

0 RECEITA DO MUNICÍPIO DESTINADA A OPERAÇÃO/MANUTENÇÃO DO AS		R\$	-
Fonte de Receita Anual	Valor R\$		
TOTAL	R\$		-

Figura 8: Formulário Cadastral: receita do município.
 Fonte: CAMPOS, L., 2007.

- **Custo com projeto**

Representa o volume financeiro pago para a elaboração do projeto do AS, seja para profissionais ou empresa responsável (figura 9).

1 CUSTOS COM PROJETO		R\$	-
Técnico/Empresa Responsável	Custo Hora/Trabalho		
TOTAL	R\$		-

Figura 9: Formulário Cadastral: custos com projeto.
 Fonte: CAMPOS, L., 2007.

- **Custo com terreno**

O item custo com terreno visa apresentar o valor do ativo imobilizado do equipamento, bem como, à forma de integralização desse recurso, se foi por doação, desapropriação, propriedade da prefeitura, concedido pela CONDER, ou outra forma de recebimento (figura 10).

2 CUSTO COM TERRENO		R\$	-
2.1. Tipo de Aquisição:			
<input type="checkbox"/>	Doação		
<input type="checkbox"/>	Desapropriação		
<input type="checkbox"/>	Propriedade da Prefeitura		
<input type="checkbox"/>	CONDER		
<input type="checkbox"/>	Outros		
2.2. Valor de Mercado do Terreno:	<input type="text"/>		
2.3. Área do Terreno:	<input type="text"/>	m2	
2.4. Distância do Centro Urbano:	<input type="text"/>	km	
2.5. Número de valas do AS:	<input type="text"/>	unid.	

Figura 10: Formulário Cadastral: custo com terreno.

Fonte: CAMPOS, L., 2007.

- **Custos com construção civil**

Os custos com a construção do aterro são fornecidos pelo responsável pela projeção ou construção do AS. Com a base de dados gerada pelo preenchimento desse item é possível se obter uma estimativa de custos por produto ou serviço necessário à construção do AS. Quando avaliado mais de um aterro de uma mesma região pode-se obter valores médios por estes produtos e serviços.

O cuidado com a veracidade e o preenchimento dessas informações é fundamental para a obtenção de indicadores coerentes.

Para compor esse item serão levados em conta os gastos com:

- **Serviços preliminares:** corresponde aos investimentos necessários para o preparo do terreno (corte, locação de cercas, desmatamento...), aluguel de máquinas e equipamentos, por exemplo.

- **Acesso viário:** compreende todas as despesas necessárias para a construção das vias de acesso externas e internas do AS. Envolve os serviços de terraplanagem, base de solo (geralmente usa-se britas), dentre outras.
- **Valas sanitárias:** envolve todas as despesas com a construção de uma vala, que engloba a escavação, carga, transporte, descarga e espalhamento de solo de qualquer natureza, dentre outros serviços.
Em alguns aterros a CONDER já entrega o AS com mais de uma vala aberta. Essa atitude requer uma reflexão, pois ao mesmo tempo em que se pode estar poupando recursos financeiros das prefeituras com horas de máquina para a abertura de novas valas, a exposição das mesmas a ações do tempo gera, normalmente, o aparecimento de rachaduras e rupturas dos solos laterais.
- **Drenagem:** Esse é uma das etapas mais importantes na construção de um AS, pois a economia na adoção de um sistema de drenagem de lixiviado e de águas pluviais adequado e eficiente pode gerar prejuízos futuros não só financeiro, uma vez que no futuro pode surgir a necessidade de refazer o serviço, mas principalmente ambiental, pois um sistema de drenagem ineficaz aumenta o risco de uma contaminação do solo pelo lixiviado.
- **Edificações:** a estrutura de apoio de um AS é muito simples, sendo esse item composto por todos os insumos necessários para a sua construção. Blocos de alvenaria, telhas, cimento, são alguns dos itens utilizados.
- **Abastecimento de água:** compreende toda a estrutura necessária para a disponibilização da água para a estrutura de apoio, como tubulação, reservatório de água, equipamentos hidrossanitários etc.
- **Paisagismo:** como todo projeto de AS deve prever a construção de uma cerca viva para amenizar o impacto visual causado pelo empreendimento, esse item engloba tanto a aplicação de gramas, como construção do portão de entrada, cercas de eucalipto, dentre outras.

- **Monitorização ambiental:** compreende a execução e instalação de poço de monitorização, fornecimento de moto-bomba para drenagem de lixiviado, se houver necessidade, ou seja, estrutura necessária para prevenção, acompanhamento e avaliação de degradação ambiental gerada pelo AS ao meio ambiente.
- **Acompanhamento técnico:** nessa linha de despesas é identificado o gasto com mão de obra técnica seja para acompanhamento constante ou esporádico.
- **Serviços extras:** Compreende as despesas que por ventura não se enquadrem em nenhuma linha de custos anteriormente definidos. É um item que deve ser utilizado com cautela e cuidadosamente discriminado, para não por em risco à credibilidade do controle financeiro.

A figura 11 apresenta os campos do formulário que devem ser preenchidos com as informações referentes aos custos com construção civil.

3 CUSTOS COM CONSTRUÇÃO CIVIL				R\$	-
3.1. SERVIÇOS PRELIMINARES		R\$	-		
Descrição	Quantidade	Unidade	Preço Unitário	Custo Total	
				R\$	-
				R\$	-
TOTAL				R\$	-
3.2. ACESSO VIARIO		R\$	-		
Descrição	Quantidade	Unidade	Preço Unitário	Custo Total	
				R\$	-
				R\$	-
TOTAL				R\$	-
3.3. VALAS SANITÁRIAS		R\$	-		
Descrição	Quantidade	Unidade	Preço Unitário	Custo Total	
				R\$	-
				R\$	-
TOTAL				R\$	-
3.4. DRENAGEM		R\$	-		
Descrição	Quantidade	Unidade	Preço Unitário	Custo Total	
				R\$	-
				R\$	-
TOTAL				R\$	-
3.5. EDIFICAÇÕES		R\$	-		
Descrição	Quantidade	Unidade	Preço Unitário	Custo Total	
				R\$	-
				R\$	-
TOTAL				R\$	-
3.6. ABASTECIMENTO DE ÁGUA		R\$	-		
Descrição	Quantidade	Unidade	Preço Unitário	Custo Total	
				R\$	-
				R\$	-
TOTAL				R\$	-
3.7. ESGOTAMENTO SANITÁRIO		R\$	-		
Descrição	Quantidade	Unidade	Preço Unitário	Custo Total	
				R\$	-
				R\$	-
TOTAL				R\$	-
3.8. PAISAGISMO		R\$	-		
Descrição	Quantidade	Unidade	Preço Unitário	Custo Total	
				R\$	-
				R\$	-
TOTAL				R\$	-
3.9. MONITORIZAÇÃO AMBIENTAL		R\$	-		
Descrição	Quantidade	Unidade	Preço Unitário	Custo Total	
				R\$	-
TOTAL				R\$	-
3.10. ACOMPANHAMENTO TÉCNICO		R\$	-		
Descrição	Quantidade	Unidade	Preço Unitário	Custo Total	
				R\$	-
TOTAL				R\$	-
3.11. SERVIÇOS EXTRAS		R\$	-		
Descrição	Quantidade	Unidade	Preço Unitário	Custo Total	
				R\$	-

Figura 11: Formulário Cadastral: custo com construção civil.
 Fonte: CAMPOS, L., 2007.

- **Custos operacionais**

Os grupos de despesas dos custos operacionais/manutenção (figura 12) são compostos pelos itens: Mão de Obra; EPIs; Máquinas e Equipamentos; Água; Energia; Monitorização Ambiental; Acompanhamento Técnico e Serviços Extras.

4 CUSTOS OPERACIONAIS				R\$	-
4.1. MÃO DE OBRA		R\$	-	Mensal	
Função	Tipo	Unidade	Preço Unitário	Custo Total	
				R\$	-
				R\$	-
TOTAL				R\$	-
4.2. EPI'S		R\$	-	#DIV/0!	meses
Descrição EPIs Utilizados	Período de Troca (em dias)	Unidade	Preço Unitário	Custo Total	
				R\$	-
				R\$	-
TOTAL				R\$	-
4.3. MAQUINAS/EQUIPAMENTOS		R\$	-		
Descrição Máquina/Equipamento	Tipo	Unidade	Preço Unitário	Custo Total	
				R\$	-
				R\$	-
TOTAL				R\$	-
4.4. AGUA		R\$	-		
4.5. ENERGIA		R\$	-		
4.6. MONITORIZAÇÃO AMBIENTAL		R\$	-		
Tecnologia Adotada	Unidade	Preço Unitário	Custo Total		
			R\$	-	
			R\$	-	
TOTAL			R\$	-	
4.8. SERVIÇOS EXTRAS		R\$	-		
Descrição do Serviço	Qtd.	Preço Unitário	Custo Total		
			R\$	-	
			R\$	-	
TOTAL			R\$	-	

Figura 12: Formulário Cadastral: custos operacionais.

Fonte: CAMPOS, L., 2007.

5.2.2 Fluxo de Caixa (FC)

Um fluxo de caixa pode ser apresentado de duas formas: analítica e consolidada. Por meio da sua análise os gestores devem controlar os investimentos realizados por tipo de despesa, mensalmente, ao longo dos anos da vida útil do AS, avaliando, assim, a capacidade de pagamento do município deve manter a operação/manutenção do aterro. Permite também, identificar qual a linha de despesa que representa um impacto maior no volume total dos investimentos fixos, de forma que o gestor possa definir uma melhor estratégia para otimizar os recursos orçamentários disponíveis, garantindo, assim, uma melhor conservação do AS.

O fluxo de caixa de um AS, é composto pelas linhas de custos já identificadas e devidamente alimentadas pelo formulário de cadastramento inicial. A seguir são apresentadas as linhas de custos que compõe o fluxo de caixa do instrumento proposto dos quais são extraídos os indicadores para análise de viabilidade do AS.

O modelo proposto apresenta os dados inseridos de forma consolidada e é composto por dois blocos: entradas e saídas, conforme apresentado na figura 13. Como o fluxo de caixa é basicamente composto pelos itens descritos no formulário de cadastro inicial, serão definidos apenas os itens anteriormente não mencionados.

5.2.2.1 Entradas

No grupo das entradas (figura 13) é identificado todo o volume financeiro do orçamento da prefeitura ou de outra entidade, destinado à construção, operação e manutenção do AS, ao longo do tempo.

DESCRIÇÃO		0	1	2
E N T R A D A S	Investimento Inicial			
	Recurso Prefeitura		R\$ -	R\$ -
	TOTAL ENTRADAS		R\$ -	R\$ -

Figura 13: Fluxo de Caixa: entradas.

Fonte: CAMPOS, L., 2007.

- **Investimentos iniciais**

Representa o montante de recursos financeiros necessários para a implantação do aterro desde a concepção do seu projeto até a sua construção. Seu lançamento no fluxo de caixa se dá normalmente no ano “0” (zero) por representar os investimentos realizados antes do início da operação do AS.

É importante ressaltar que os investimentos iniciais podem ser realizados por diversas fontes, e para cada uma há uma particularidade no seu lançamento no FC, por exemplo:

- a. Investimento realizado por uma determinada entidade **sem** a participação do município local: o lançamento do investimento inicial tem que corresponder ao total de todos os recursos investidos.
- b. Investimento realizado por uma determinada entidade **com** a participação do município local:
 - **À vista:** o lançamento do investimento inicial tem que corresponder ao somatório total de todos os recursos investidos. Visando um maior detalhamento e controle, sugere-se o lançamento diferenciado identificando o montante por fonte.
 - **Parcelamento:** quando o investimento do município for integralizado de forma parcelada, devem-se lançar os valores correspondentes aos meses de exercício das prestações. Desta forma, o gestor municipal poderá avaliar todos os compromissos necessários para a manutenção do AS.
Quanto ao total investido pela entidade colaboradora, deverá ser integralizado totalmente, pois não será de responsabilidade do município.
- c. Investimentos realizados 100% pelo município: os lançamentos dos investimentos deverão seguir a mesma lógica do item anterior, ou seja, se for à vista, o lançamento deste item deverá corresponder ao total das

despesas realizadas. Se o pagamento das despesas se der de forma parcelada, os lançamentos das prestações deverão ser identificados nos meses de referências.

- **Recursos orçamentários do município**

Como já foi mencionado, representa o montante de recursos financeiros do orçamento do município destinado à operação/manutenção do AS. Desta forma, é importante que o gestor municipal tenha pleno conhecimento da aplicação deste recurso, pois será com base na sua disponibilidade que as estratégias de redução e/ou otimização dos custos deverão ser definidas.

5.2.2.2 Saídas

- **Custos pré-operacionais**

O grupo de despesas dos custos pré-operacionais é composto pelos itens: elaboração do projeto; aquisição do terreno; e custos com construção civil (figura14).

DESCRIÇÃO	0	1	2
1 CUSTOS PRÉ OPERACIONAIS	R\$ -	R\$ -	R\$ -
1.1 ELABORAÇÃO DO PROJETO	R\$ -		
1.2 AQUISIÇÃO DO TERRENO			
1.3 CUSTOS COM CONSTRUÇÃO CIVIL	R\$ -		
1.3.1 SERVIÇOS PRELIMINARES	R\$ -		
1.3.2 ACESSO VIÁRIO	R\$ -		
1.3.3 VALAS SANITÁRIAS	R\$ -		
1.3.4 DRENAGEM	R\$ -		
1.3.5 EDIFICAÇÕES	R\$ -		
1.3.6 ABASTECIMENTO DE ÁGUA	R\$ -		
1.3.7 ESGOTAMENTO SANITÁRIO	R\$ -		
1.3.8 PAISAGISMO	R\$ -		
1.3.9 MONITORIZAÇÃO AMBIENTAL	R\$ -		
1.3.10 ACOMPANHAMENTO TÉCNICO	R\$ -		
1.3.11 SERVIÇOS EXTRAS	R\$ -		

Figura 14: Fluxo de Caixa: saídas.

Fonte: CAMPOS, L., 2007.

- **Custos operacionais/manutenção**

É importante que o gestor municipal tenha conhecimento do montante dos recursos necessários para a operação e manutenção do AS, uma vez que esses custos mensais serão arcados pela prefeitura municipal (figura 15). A restrição orçamentária definirá a capacidade de pagamento de determinado município.

Logo, um planejamento mal realizado pode inviabilizar todo o investimento aplicado no aterro, podendo este vir a se tornar um lixão se a gestão não tiver condições de manter a operação da forma mais indicada técnica e ambientalmente.

- **Custos com impactos ambientais**

Os custos com impacto ambiental deverão ser representados pelo valor encontrado por meio da valoração do dano ambiental

- **Custos com impostos**

Representa o montante de recursos financeiros necessários para o pagamento dos impostos oriundos da construção e operação de um AS. O volume da carga tributária em um equipamento é de extrema importância, pois o valor do montante a ser repassado pode inviabilizar o projeto a ser realizado. Exemplo IPTU, TFF, multas, e outros.

- **Outros custos**

O item “Outros Custos” (figura 15) representa todas as despesas que não podem ser classificadas nas linhas de custos anteriormente especificadas.

2	CUSTOS OPERACIONAIS / MANUTENÇÃO	R\$ -	R\$ -	R\$ -
	3.1. MÃO DE OBRA	R\$ -	R\$ -	R\$ -
	3.2. EPI'S	R\$ -	R\$ -	R\$ -
	3.3. MÁQUINAS/EQUIPAMENTOS	R\$ -	R\$ -	R\$ -
	3.4. ÁGUA	R\$ -	R\$ -	R\$ -
	3.5. ENERGIA	R\$ -	R\$ -	R\$ -
	3.6. MONITORIZAÇÃO AMBIENTAL	R\$ -	R\$ -	R\$ -
	3.7. ACOMPANHAMENTO TÉCNICO	R\$ -	R\$ -	R\$ -
	3.8. SERVIÇOS EXTRAS	R\$ -	R\$ -	R\$ -
3	CUSTOS COM IMPACTOS AMBIENTAIS		R\$ -	R\$ -
4	CUSTOS COM IMPOSTOS	R\$ -	R\$ -	R\$ -
5	OUTROS CUSTOS	R\$ -	R\$ -	R\$ -
	TOTAL DESPESAS	R\$ -	R\$ -	R\$ -
	SALDO	R\$ -	R\$ -	R\$ -

Figura 15: Fluxo de Caixa: saídas (2).

Fonte: CAMPOS, L., 2007.

A seguir será apresentado o Fluxo de Caixa completo. A forma de preenchimento está apresentada no apêndice I e deverá ser a mesma para diferentes cenários em análise, ou seja, o modelo se presta tanto para avaliação de aterros a serem construídos – em fase de projeto, quanto para acompanhar os custos dos AS já em operação (figura 16).

ANALÍTICO FINANCEIRO DO ATERRO SIMPLIFICADO VISÃO CONSOLIDADA							
Empreendimento: << 01 >>		Ano de Exercício: << 04 >>					
Município: << 02 >>		Prefeito: << 05 >>					
Técnico Responsável: << 03 >>		Nº CREA: << 06 >>					
DESCRIÇÃO		<< 09 >>	<< 10 >>				
		Pré - Operacional	Janeiro	Fevereiro	(...)	Novembro	Dezembro
ENTRADAS	Investimento Inicial						
	Recurso Prefeitura						
	TOTAL ENTRADAS	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
SAÍDAS	1 CUSTOS PRÉ OPERACIONAIS	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
	1.1 ELABORAÇÃO DO PROJETO						
	1.2 AQUISIÇÃO DO TERRENO						
	1.3 CUSTOS COM CONSTRUÇÃO CIVIL						
	1.3.1 SERVIÇOS PRELIMINARES						
	1.3.2 ACESSO VIÁRIO						
	1.3.3 VALAS SANITÁRIAS						
	1.3.4 DRENAGEM						
	1.3.5 EDIFICAÇÕES						
	1.3.6 ABASTECIMENTO DE ÁGUA						
	1.3.7 ESGOTAMENTO SANITÁRIO						
	1.3.8 PAISAGISMO						
	1.3.9 MONITORIZAÇÃO AMBIENTAL						
	1.3.10 ACOMPANHAMENTO TÉCNICO						
	1.3.11 SERVIÇOS EXTRAS						
	2 CUSTOS OPERACIONAIS / MANUTENÇÃO	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
	3.1. MÃO DE OBRA						
	3.2. EPI'S						
	3.3. MÁQUINAS/EQUIPAMENTOS						
3.4. ÁGUA							
3.5. ENERGIA							
3.6. MONITORIZAÇÃO AMBIENTAL							
3.7. ACOMPANHAMENTO TÉCNICO							
3.8. SERVIÇOS EXTRAS							
3 CUSTOS COM IMPACTOS AMBIENTAIS	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
4 CUSTOS COM IMPOSTOS	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
5 OUTROS CUSTOS	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	

Figura 16: Fluxo de Caixa: visão consolidada.

Fonte: CAMPOS, L., 2007.

5.2.3 Relatório de Análise Final

O relatório de análise final (figura 17) divide-se em três partes:

- O cabeçalho, contendo os dados identificadores do ASS.
- Características gerais do município, que inclui não somente aspectos gerais da economia municipal, mas informações importantes a respeito do ASS a ser construído ou em operação.
- Indicadores econômico–financeiros, que representam uma relação entre as linhas de despesas e os indicadores gerais selecionados.

E, por fim, para complementar a análise, tem-se a visão do valor do total dos recursos investidos no tempo, por meio da análise do Valor Presente Líquido (VPL). Segundo Contador (1997), o VPL corresponde à soma algébrica dos valores do fluxo de caixa de um projeto, atualizados à taxa ou taxas adequadas de desconto.

Como período para análise da rentabilidade considerou-se no modelo o período correspondente ao um ano. Quanto à taxa padrão, sugere-se a adoção de uma taxa de Custo de Oportunidade (COP) que seja utilizada para remunerar projetos da área de saneamento, por exemplo. Esse campo é de livre preenchimento do usuário, uma vez que a taxa de COP pode variar de analista para analista.

Como forma de complementar a análise o modelo proposto apresenta dois valores de VPL. O primeiro, incluindo os investimentos realizados no ano zero, correspondendo ao VPL do montante total aplicado no equipamento. O segundo representa apenas o volume dos recursos investidos para operação/manutenção do aterro ao longo do ano.

O apêndice II orienta como preencher o relatório apresentado na figura 17.

ATERRO SIMPLIFICADO DE XXXX					
Empreendimento: << 01 >>		Data de Atualização: << 02 >>			
Município: << 05 >>		Técnico Responsável: << 03 >>			
Prefeito: << 06 >>		Nº CREA: << 04 >>			
CARACTERÍSTICAS GERAIS DO MUNICÍPIO					
<ul style="list-style-type: none"> ▶ O município de << 07 >> possui << 08 >> km de extensão, para os seus << 09 >> habitantes. ▶ Principal economia é a << 10 >>. ▶ Indústria local: << 11 >>. ▶ O AS foi construído pela << 12 >>, há << 13 >> anos. ▶ Antes da construção do Aterro o lixo do município era disposto em << 14 >>. ▶ O serviço de coleta do município é realizado << 15 >> vezes ao dia, atendendo um total de << 16 >> % da população do município, que representa um volume médio de << 17 >> m³ de lixo por dia. ▶ Localizado à << 18 >> km do núcleo habitacional mais próximo, numa área << 19 >> previsão de expansão, o aterro simplificado de << 07 >> foi projetado para atender ao município por << 20 >> anos. ▶ Quanto ao estado das suas vias de acesso pode-se dizer que: <ol style="list-style-type: none"> 1. As vias internas estão em << 21 >> estado; 2. As vias de acesso estão em << 22 >> estado. 					
INDICADORES ECONÔMICO-FINANCEIRO					
		<< 23 >>	<< 24 >>	<< 25 >>	<< 26 >>
LINHA DE DESPESA	CUSTOS POR QUANTIDADE DE VALAS CONSTRUÍDAS	CUSTOS POR RESÍDUOS RECEBIDOS (TON/DIA)	CUSTOS POR HABITANTE ATENDIDO	CUSTOS POR HABITANTE	
1	CUSTOS PRÉ OPERACIONAIS	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
1.1	ELABORAÇÃO DO PROJETO	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
1.2	AQUISIÇÃO DO TERRENO	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
1.3	CUSTOS COM CONSTRUÇÃO CIVIL	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
1.3.1	SERVIÇOS PRELIMINARES	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
1.3.2	ACESSO VIÁRIO	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
1.3.3	VALAS SANITÁRIAS	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
1.3.4	DRENAGEM	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
1.3.5	EDIFICAÇÕES	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
1.3.6	ABASTECIMENTO DE ÁGUA	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
1.3.7	ESGOTAMENTO SANITÁRIO	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
1.3.8	PAISAGISMO	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
2	CUSTOS OPERACIONAIS / MANUTENÇÃO	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
2.1.	MÃO DE OBRA	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
2.2.	EPI'S	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
2.3.	MÁQUINAS/EQUIPAMENTOS	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
2.4.	ÁGUA	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
2.5.	ENERGIA	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
2.6.	MONITORIZAÇÃO AMBIENTAL	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
2.7.	ACOMPANHAMENTO TÉCNICO	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
2.8.	SERVIÇOS EXTRAS	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
3	CUSTOS COM IMPACTOS AMBIENTAIS	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -

Figura 17: Aterro Simplificado: relatório final.

Fonte: CAMPOS, L., 2007.

5.3 VERIFICAÇÃO DO INSTRUMENTO PROPOSTO

Nesta etapa são apresentados os resultados obtidos através da pesquisa de campo bem como a consolidação dos resultados obtidos nas planilhas Excel elaboradas neste trabalho.

5.3.1 AS de Saubara

5.3.1.1 Pesquisa de campo – aplicação do *check-list*

As pesquisas de campo do Aterro Simplificado de Saubara foram realizadas nos meses de outubro e novembro de 2007 e contou com as seguintes etapas:

1ª Etapa: visita ao AS, para conhecimento e aplicação do *check-list* ambiental. Os dados coletados na visita estão apresentados nas figuras 18 e 19.

ASPECTOS	PARÂMETRO DE AGRAVO	CRITÉRIO	SAUBARA
1 - SOLO/SUBSOLO	Apresenta sinais de erosão	SIM	0
		NÃO	
	Alteração na capacidade de uso da terra	SIM	0
		NÃO	
	Dano ao relevo	SIM	0
		NÃO	
	Permeabilidade do solo	$k > 10^{-5}$ cm/s	0,6
		$10^{-5} \geq k > 10^{-6}$ cm/s	
		$k \leq 10^{-6}$ cm/s	
	TOTAL		
2 - AR	Proximidade de núcleos habitacionais	$d < 1.000$ m	1
		$d \geq 1.000$ m	
	Emissão de odores	Intenso	0,1
		Moderado	
		Fraco	
	TOTAL		

Figura 18: AS Saubara: *check-list* ambiental.

Fonte: CAMPOS, L., 2007.

ASPECTOS	PARÂMETRO DE AGRAVO	CRITÉRIO	SAUBARA
3 - ÁGUA	Aquífero subterrâneo - Não Avaliado.		
	Mananciais superficiais		
	Foi comprometido	SIM	
		NÃO	1
	Distância	d < 200 m	
		d >= 200 m	1
	Reequilíbrio	Natural	
		Intervenção Humana	1
	Utilidade do aquífero subterrâneo	Consumo humano e/ou animais	
		Recreação, c/ contato secundário.	
Não é utilizado		0,6	
Gerou prejuízo financeiro à comunidade local	SIM		
	NÃO	1	
TOTAL			4,6
4 - PAISAGEM	Alteração na paisagem local - Impacto visual	SIM	
		NÃO	1
	Existe projeto de readequação à paisagem original	NÃO	0
		SIM	
TOTAL			1
5 - OUTROS ASPECTOS	O ASS possui galpão de triagem	NÃO	0
		SIM	
	A presença do ASS gerou desvalorização dos terrenos vizinhos	SIM	
		NÃO	1
	Presença de vetores transmissores de doenças	SIM	0
		NÃO	
TOTAL			1
MÉDIA SOMATÓRIO TOTAL			8,3

Figura 19: AS Saubara: *check-list* ambiental (continuação).

Fonte: CAMPOS, L., 2007.

5.3.1.2 Considerações importantes

SOLO

No aspecto solo é possível perceber sinais de erosão em alguns pontos próximos das valas e na estrada da via interna, conforme apresentado na figura 20.



Figura 20: AS de Saubara: Sinais de erosão do solo.
Fonte: CAMPOS, L., 2007.

Foi possível observar falhas na operação do aterro, pela presença de lixo espalhado fora das valas (figura 22), e de escoamento superficial de lixiviado (figura 21).



Figura 21: AS de Saubara: lixiviado espalhado pelo terreno.
Fonte: CAMPOS, L., 2007.



Figura 22: AS de Saubara: RSU espalhado fora da vala.
Fonte: CAMPOS, L., 2007

AR

No quesito ar, o aterro avaliado atende ao requisito de distância mínima ao superar a margem de 3 km do núcleo habitacional mais próximo.

Quanto à intensidade do odor, o odor era bastante intenso, com destaque para o cheiro de peixe e frutos do mar.

ÀGUA

No quesito água de mananciais superficiais como não havia no local do empreendimento ou em seu entorno mananciais superficiais, este item não pode ser avaliado. Quanto o aquífero subterrâneo, dados secundários obtidos por Zanta (2008), não possibilitaram afirmar que o aquífero foi comprometido

PAISAGEM

O aterro está localizado em local afastado dos núcleos urbanos o que reduz o impacto visual que é minimizado pela presença no entorno de vegetação local (figura 23).



Figura 23: AS de Saubara: vegetação local.
Fonte: CAMPOS, L., 2007.

OUTROS ASPECTOS

O aterro sanitário simplificado de Saubara não possui galpão de triagem, sendo realizada uma seleção dos materiais pelos próprios operadores do AS. O material coletado é agrupado e depois vendido para um comerciante local e o recurso obtido serve como complemento de renda para os mesmos. São separados materiais dos mais diversos, tais como plásticos, papelão, metais e ferro (figuras 24 e 25). Esta atividade embora traga vantagens para os funcionários e reduza a quantidade de resíduos encaminhada ao aterro, cria pontos de acúmulo de resíduos sem qualquer proteção fora das valas do aterro, trazendo prejuízos ao aspecto da área do aterro, bem como, possibilitando a atração de vetores.



Figura 24: AS Saubara: seleção de papelão.
Fonte: CAMPOS, L., 2007.



Figura 25: AS Saubara: seleção de plásticos.
Fonte: CAMPOS, L., 2007.

Devido à má operação do AS, é intensa a presença de vetores no local, tais como urubu, aves e moscas, por exemplo, como mostra a figura 26.



Figura 26: AS Saubara: presença de vetores (2).
Fonte: CAMPOS, L., 2007.

5.3.1.3 Valor do dano ambiental do AS de Saubara

Aplicando a equação matemática para encontrar o VDA do aterro avaliado têm-se:

$$\text{VDA} = \text{I} + (\text{Co} / \text{FA})$$

Equação 04

Onde:

I = Investimento Inicial/R\$

O valor correspondente ao volume financeiro destinado à construção do aterro sanitário de Saubara foi de **R\$ 129.599,99** (cento e vinte nove mil quinhentos e noventa e nove Reais e noventa e nove centavos). Valor obtido através da pesquisa de campo em entrevista com o secretário de administração do município.

Co = Custo operacional/ano R\$ /ano

Considerando um custo operacional médio de R\$ 3.000,00 mês, têm-se um custo ano de **R\$ 36.000,00** no ano de 2007.

FA = Fator Ambiental obtido no *check-list* = **8,30**.

VA₂₀₀₇ (R\$/ano) = R\$ 133.937,34 ano.

VA₂₀₀₇ (R\$/mês) = R\$ 11.161,44 mês.

O resultado do VA obtido será incorporado ao fluxo de caixa do aterro a ser apresentado na próxima etapa.

2ª Etapa: entrevista com o secretário de administração do município, para o preenchimento do formulário cadastral.

0 ASPECTOS GERAIS DO MUNICÍPIO	
Nome do Município:	SAUBARA
População:	11 051 hab.
Área:	158 Km ²
Economia:	Serviços
1.1. Possui fábricas ou indústrias? Quais?	
<input type="radio"/> Sim <input checked="" type="radio"/> Não	
1.2. Há quanto tempo possui aterro simplificado?	
36	mês
1.3. Quem construiu o aterro?	
Empresa de Desenvolvimento Urbano ou afins.	
1.4. Como era disposto o RSU antes da construção do AS?	
Lixão	
1.5. O município possui serviços de coleta de lixo domiciliar?	
<input checked="" type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	
1.6. Qual o percentual de cobertura de coleta no Município?	68%
1.7. Qual o volume diário de resíduos gerados no Município?	18 m ³ /dia
1.8. Quantos dias da semana é realizada a coleta?	6 Dias
1.9. Qual a distância do AS do núcleo habitacional mais próximo?	2 Km
1.10. O aterro está localizado em uma área prevista para expansão urbana?	
<input type="radio"/> Sim <input checked="" type="radio"/> Não	
1.11. Qual o estado de conservação das vias de acesso ao AS?	
<input checked="" type="radio"/> Bom <input type="radio"/> Razoável <input type="radio"/> Péssimo	
1.12. Qual o estado de conservação das vias de internas do AS?	
<input type="radio"/> Bom <input checked="" type="radio"/> Razoável <input type="radio"/> Péssimo	
1.13. Qual a vida útil do AS?	15 Anos
1 RECEITA DO MUNICÍPIO DESTINADA À OPERAÇÃO/MANUTENÇÃO DO AS	
R\$ 120.000,00	
Fonte de Receita Anual	Valor R\$
Recurso Prefeitura	R\$ 120.000,00
TOTAL	R\$ 120.000,00

Figura 27: AS de Saubara: formulário cadastral.
Fonte: CAMPOS, L.

1 CUSTOS COM PROJETO		R\$ -	
Técnico/ Empresa Resp	Custo Hora/ Trabalho		
CONDER	R\$ -		
TOTAL	R\$ -		
2 CUSTO COM TERRENO		R\$ 320.000,00	
2.1. Tipo de Aquisição:			
<input type="checkbox"/>	Doação		
<input checked="" type="checkbox"/>	Desapropriação		
<input type="checkbox"/>	Propriedade da Prefeitura		
<input type="checkbox"/>	CONDER		
<input type="checkbox"/>	Outros		
2.2. Valor de Mercado: R\$ 320.000,00			
2.3. Área do Terreno: 58.836 m ²			
2.4. Distância do Centro Urbano: 4 Km			
2.5. Número de valas do AS: 2 unid.			
3 CUSTOS COM CONSTRUÇÃO CIVIL		R\$ 129.599,99	
4 CUSTOS OPERACIONAIS		R\$ 13.400,00	
4.1. MÃO DE OBRA R\$ 760,00 Períodicidad Mensal			
Função	Tipo	Unidade	Preço Unitário
Operários	Terceirizados	1	R\$ 380,00
Vigilante	Terceirizados	1	R\$ 380,00
TOTAL			R\$ 760,00
4.2. EPI'S R\$ 60,00 Período Médio de Troca = 2 meses			
Descrição EPIs Utilizados	Período de Troca (em dias)	Unidade	Preço Unitário
Luva	60	2	R\$ 25,00
Bota	60	2	R\$ 5,00
TOTAL			R\$ 60,00
4.3. MÁQUINAS/EQUIPA R\$ 12.580,00 Períodicidade: mensal			
Descrição Máquina/ Equipamento	Tipo	Unidade	Preço Unitário
Máquina Compactadora	Próprio	2	R\$ 700,00
Caçambas	Alugada	2	R\$ 2.500,00
Pá carregadeira	Alugada	1	R\$ 5.500,00
Carroças	Alugada	2	R\$ 200,00
TOTAL			R\$ 12.580,00
4.4. ÁGUA =			
4.5. ENERGIA =			
4.6. MONITORIZAÇÃO AMBIENTAL =			
Tecnologia Adotada	Unidade	Preço Unitário	Custo Total
REALIZADO PELA UFBA			R\$ -
TOTAL			R\$ -
4.7. ACOMPANHAMENTO TÉCNICO =			
Técnico / Empresa	Qtd. Horas Trabalhadas	Valor / hora	Custo Total
REALIZADO PELA UFBA			R\$ -
TOTAL			R\$ -
4.8. SERVIÇOS EXTRAS =			
Descrição do Serviço	Qtd.	Preço Unitário	Custo Total
			R\$ -
TOTAL			R\$ -
5 CUSTOS COM IMPOSTOS		R\$ 500,00	
Descrição do Serviço	Qtd.	Preço Unitário	Custo Total
Renovação do licenciamento ambiental	1	R\$ 500,00	R\$ 500,00
TOTAL			R\$ 500,00
6 OUTROS CUSTOS		R\$ -	

Figura 28: AS de Saubara: formulário cadastral (continuação).
Fonte: CAMPOS, L.

3ª Etapa: construção do fluxo de caixa

Após o levantamento dos dados junto à prefeitura, conforme apresentado nas figuras 27 e 28, inicia-se o preenchimento do fluxo de caixa do AS de Saubara, que ficou comprometido uma vez que durante a pesquisa não foi possível conseguir o memorial de cálculo detalhado das despesas da obra nem junto à CONDER, nem à prefeitura do município. Foi obtido apenas o valor total gasto com obra, que será lançado na linha de custos pré-operacionais.

Considerando o recurso orçamentário da prefeitura disponível para a manutenção/operação do AS, em contra-partida à sua despesa pode-se afirmar que do ponto de vista financeiro o aterro de Saubara seria viável se não fosse incorporado o custo com impactos ambientais, do contrário o resultado passa a ser negativo, como mostra o fluxo de caixa a seguir (figuras 29, 30 e 31).

Fluxo de Caixa: AS Saubara – 1º Semestre.

ANALÍTICO FINANCEIRO DO ATERRO SIMPLIFICADO								
VISÃO CONSOLIDADA								
DESCRIÇÃO		0	1	2	3	4	5	6
ENTRADAS	Investimento Inicial	R\$ 129.599,99						
	Recurso Prefeitura		R\$ 10.000,00	R\$ 10.000,00	R\$ 10.000,00	R\$ 10.000,00	R\$ 10.000,00	R\$ 10.000,00
	TOTAL ENTRADAS	R\$ 129.599,99	R\$ 10.000,00	R\$ 10.000,00	R\$ 10.000,00	R\$ 10.000,00	R\$ 10.000,00	R\$ 10.000,00
SAÍDAS	1 CUSTOS PRÉ OPERACIONAIS	R\$ 129.599,99	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
	2 CUSTOS OPERACIONAIS / MANUTENÇÃO	R\$ -	R\$ 1.838,33	R\$ 1.838,33	R\$ 1.838,33	R\$ 1.838,33	R\$ 1.838,33	R\$ 1.838,33
	3.1. MÃO DE OBRA	R\$ -	R\$ 760,00	R\$ 760,00	R\$ 760,00	R\$ 760,00	R\$ 760,00	R\$ 760,00
	3.2. EPI'S	R\$ -	R\$ 30,00	R\$ 30,00	R\$ 30,00	R\$ 30,00	R\$ 30,00	R\$ 30,00
	3.3. MÁQUINAS/EQUIPAMENTOS	R\$ -	R\$ 1.048,33	R\$ 1.048,33	R\$ 1.048,33	R\$ 1.048,33	R\$ 1.048,33	R\$ 1.048,33
	3.4. ÁGUA	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
	3.5. ENERGIA	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
	3.6. MONITORIZAÇÃO AMBIENTAL	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
	3.7. ACOMPANHAMENTO TÉCNICO	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
	3.8. SERVIÇOS EXTRAS	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
	3 CUSTOS COM IMPACTOS AMBIENTAIS	R\$ -	R\$ 11.161,44	R\$ 11.161,44	R\$ 11.161,44	R\$ 11.161,44	R\$ 11.161,44	R\$ 11.161,44
4 CUSTOS COM IMPOSTOS	R\$ -	R\$ 500,00	R\$ 500,00	R\$ 500,00	R\$ 500,00	R\$ 500,00	R\$ 500,00	
5 OUTROS CUSTOS	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
TOTAL DESPESAS	R\$ 129.599,99	R\$ 13.499,77	R\$ 13.499,77	R\$ 13.499,77	R\$ 13.499,77	R\$ 13.499,77	R\$ 13.499,77	
SALDO	R\$ -	R\$ (3.499,77)	R\$ (3.499,77)	R\$ (3.499,77)	R\$ (3.499,77)	R\$ (3.499,77)	R\$ (3.499,77)	

Figura 29: AS de Saubara: fluxo de caixa – 1º semestre.

Fonte: CAMPOS, L.

Fluxo de Caixa: AS Saubara – 2º Semestre.

ANALÍTICO FINANCEIRO DO ATERRO SIMPLIFICADO								
VISÃO CONSOLIDADA								
DESCRIÇÃO		7	8	9	10	11	12	Anual
E N T R A D A S	Investimento Inicial							R\$ 129.599,99
	Recurso Prefeitura	R\$ 10.000,00	R\$ 10.000,00	R\$ 10.000,00	R\$ 10.000,00	R\$ 10.000,00	R\$ 10.000,00	R\$ 120.000,00
	TOTAL ENTRADAS	R\$ 10.000,00	R\$ 10.000,00	R\$ 10.000,00	R\$ 10.000,00	R\$ 10.000,00	R\$ 10.000,00	R\$ 249.599,99
S A Í D A S	1 CUSTOS PRÉ OPERACIONAIS	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 129.599,99
	2 CUSTOS OPERACIONAIS / MANUTENÇÃO	R\$ 1.838,33	R\$ 1.838,33	R\$ 1.838,33	R\$ 1.838,33	R\$ 1.838,33	R\$ 1.838,33	R\$ 22.060,00
	3.1. MÃO DE OBRA	R\$ 760,00	R\$ 760,00	R\$ 760,00	R\$ 760,00	R\$ 760,00	R\$ 760,00	R\$ 9.120,00
	3.2. EPI'S	R\$ 30,00	R\$ 30,00	R\$ 30,00	R\$ 30,00	R\$ 30,00	R\$ 30,00	R\$ 360,00
	3.3. MÁQUINAS/EQUIPAMENTOS	R\$ 1.048,33	R\$ 1.048,33	R\$ 1.048,33	R\$ 1.048,33	R\$ 1.048,33	R\$ 1.048,33	R\$ 12.580,00
	3.4. ÁGUA	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
	3.5. ENERGIA	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
	3.6. MONITORIZAÇÃO AMBIENTAL	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
	3.7. ACOMPANHAMENTO TÉCNICO	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
	3.8. SERVIÇOS EXTRAS	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
3 CUSTOS COM IMPACTOS AMBIENTAIS	R\$ 11.161,44	R\$ 11.161,44	R\$ 11.161,44	R\$ 11.161,44	R\$ 11.161,44	R\$ 11.161,44	R\$ 11.161,44	R\$ 133.937,28
4 CUSTOS COM IMPOSTOS	R\$ 500,00	R\$ 500,00	R\$ 500,00	R\$ 500,00	R\$ 500,00	R\$ 500,00	R\$ 500,00	R\$ 6.000,00
5 OUTROS CUSTOS	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
TOTAL DESPESAS	R\$ 13.499,77	R\$ 13.499,77	R\$ 13.499,77	R\$ 13.499,77	R\$ 13.499,77	R\$ 13.499,77	R\$ 13.499,77	R\$ 291.597,27
SALDO	R\$ (3.499,77)	R\$ (3.499,77)	R\$ (3.499,77)	R\$ (3.499,77)	R\$ (3.499,77)	R\$ (3.499,77)	R\$ (3.499,77)	R\$ (41.997,28)

Figura 30: AS de Saubara: fluxo de caixa – 2º semestre.

Fonte: CAMPOS, L.

Relatório final de avaliação econômico-financeira do AS de Saubara

ATERRO SIMPLIFICADO DE SAUBARA				
Empreendimento: Aterro Simplificado de Saubara				
Técnico Responsável: CONDER				
Município: Saubara				
Prefeito: Antonio Raimundo de Araújo.				
CARACTERÍSTICAS GERAIS DO MUNICÍPIO				
<ul style="list-style-type: none"> ▶ O município de Saubara, possui 158 km² de área, para os seus 11.051 habitantes. ▶ Principal economia é a prestação de serviços e comércio. ▶ Industria local: não possui. ▶ O AS foi construído pela CONDER, há 3 anos. ▶ Antes da construção do aterro o lixo do município era depositado em lixão. ▶ O serviço de coleta do município é realizado 6 vezes ao dia, atendendo um total de 68% da população do município, que representa um volume médio de 18m³ de lixo por dia. ▶ Localizado à 2 km do núcleo habitacional mais próximo, numa área sem previsão de expansão, o aterro simplificado de Saubara foi projetado para atender ao município por 10 anos. ▶ Quanto ao estado das suas vias de acesso pode-se dizer que: <ol style="list-style-type: none"> 1. As vias internas estão em bom estado. 2. As vias de acesso estão em bom estado. 				
INDICADORES ECONÔMICO-FINANCEIRO				
LINHA DE DESPESA	CUSTOS POR QUANTIDADE DE VALAS CONSTRUÍDAS	CUSTOS POR RESÍDUOS RECEBIDOS (TON/DIA)	CUSTOS POR HABITANTE ATENDIDO	CUSTOS POR HABITANTE
1 CUSTOS PRÉ OPERACIONAIS	64.800,00	7.200,00	17,25	11,73
2 CUSTOS OPERACIONAIS / MANUTENÇÃO	11.030,00	1.225,56	2,94	1,27
2.1. MÃO DE OBRA	4.560,00	506,67	1,21	0,52
2.2. EPI'S	180,00	20,00	0,05	0,02
2.3. MÁQUINAS/EQUIPAMENTOS	6.290,00	698,89	1,67	0,72
2.4. ÁGUA	0,00	0,00	0,00	0,00
2.5. ENERGIA	0,00	0,00	0,00	0,00
2.6. MONITORIZAÇÃO AMBIENTAL	0,00	0,00	0,00	0,00
2.7. ACOMPANHAMENTO TÉCNICO	0,00	0,00	0,00	0,00
2.8. SERVIÇOS EXTRAS	0,00	0,00	0,00	0,00
3 CUSTOS COM IMPACTOS AMBIENTAIS	66.968,64	2,28	17,84	12,12
4 CUSTOS COM IMPOSTOS	3.000,00	333,33	0,80	0,54
5 OUTROS CUSTOS	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL DESPESAS	145.798,64	8.761,16	38,82	25,66
Taxa mínima de aplicação dos recursos livres (cop) (ao ano)		6%		
VPL (incluindo os investimentos no ano zero):	R\$ 168.067,65	VPL:	R\$ 83.838,44	

Figura 31: AS de Saubara: relatório final de avaliação econômico-financeira.
Fonte: CAMPOS, L.

5.3.2 AS de Aporá

5.3.2.1 Pesquisa de campo - aplicação do *check-list*

As pesquisas de campo do aterro simplificado de Aporá foram realizadas em dezembro de 2005, e contou com as seguintes etapas:

1ª Etapa: visita ao AS, para conhecimento e aplicação do *Check-list* ambiental.

ASPECTOS	PARÂMETRO DE AGRAVO	CRITÉRIO	APORÁ
1 - SOLO/SUBSOLO	Apresenta sinais de erosão	SIM	
		NÃO	1
	Alteração na capacidade de uso da terra	SIM	0
		NÃO	
	Dano ao relevo	SIM	0
		NÃO	
	Permeabilidade do solo	$k > 10^{-5}$ cm/s	
$10^{-5} \geq k > 10^{-6}$ cm/s			
$k \leq 10^{-6}$ cm/s		0,6	
TOTAL			1,6
2 - AR	Proximidade de núcleos habitacionais	$d < 1.000$ m	
		$d \geq 1.000$ m	1
	Emissão de odores	Íntenso	
		Moderado	
		Fraco	0,6
TOTAL			1,6
3 - ÁGUA	Aquífero subterrâneo - Não avaliado.		
	Mananciais superficiais		
	Foi comprometido	SIM	
		NÃO	1
	Distância	$d < 200$ m	
		$d \geq 200$ m	1
	Reequilíbrio	Natural	
		Intervenção Humana	1
	Utilidade do aquífero subterrâneo	Consumo humano e/ou animais e/ou irrigação	
		Recreação, c/ contato secundário.	
Não é utilizado		0,6	
Gerou prejuízo financeiro à comunidade local	SIM		
	NÃO	1	
TOTAL			4,6

Figura 32: AS de Aporá: *check-list* ambiental.

Fonte: CAMPOS, L.

ASPECTOS	PARÂMETRO DE AGRAVO	CRITÉRIO	APORÁ
4 - PAISAGEM	Alteração na paisagem local - Impacto visual	SIM	
		NÃO	1
	Existe projeto de readequação à paisagem original	NÃO	0
		SIM	
TOTAL			1
5 - OUTROS ASPECTOS	O ASS possui galpão de triagem	NÃO	0
		SIM	
	A presença do ASS gerou desvalorização dos terrenos vizinhos	SIM	
		NÃO	1
	Presença de vetores transmissores de doenças	SIM	
		NÃO	1
TOTAL			2
MÉDIA SOMATÓRIO TOTAL			10,8

Figura 32: AS de Aporá: *check-list* ambiental (continuação).
 Fonte: CAMPOS, L.

5.3.2.2 Considerações importantes

SOLO

Nas visitas foi possível constatar que o aterro é bem operado. Não apresentando nenhum problema visível com o aspecto solo, conforme mostra a figura 33.



Figura 33: AS Aporá: Vala ainda sem operação.
 Fonte: GRSU / UFBA

AR

No quesito ar, o aterro avaliado atende ao requisito de distância mínima ao superar a margem de 18 km do núcleo habitacional mais próximo. O AS na visita realizada apresentava odor fraco.

ÁGUA

No quesito água o aterro simplificado de Aporá não foi possível observar problemas de alteração da qualidade já que os monitoramentos realizados pela equipe do GRSU/UFBA nos poços à montante e jusante (figura 34), não puderam ser realizados uma vez que os mesmos encontravam-se na época da visita secos, logo este item não pode ser avaliado.



Figura 34: AS Aporá: Poço de monitoração.
Fonte: GRSU / UFBA

PAISAGEM

Assim, como o aterro de Saubara, a localização do aterro de Aporá está em um terreno afastado do centro urbano e da estrada, o equipamento não apresenta interferência à paisagem local, embora no projeto do aterro não tenha especificado plano de readequação da área.

OUTROS ASPECTOS

O aterro sanitário simplificado de Aporá não possui galpão de triagem, e na visita não foi identificado nenhum tipo de separação de materiais. Como também não foi identificada a presença de vetores de grande porte, apenas moscas, embora em pouca quantidade.

5.3.2.3 Valor do dano ambiental do AS de Aporá

Aplicando a equação matemática para encontrar o VDA do aterro avaliado têm-se:

$$\text{VDA} = \text{I} + (\text{Co} / \text{FA})$$

Equação 04

Onde:

I = Investimento Inicial:

O valor correspondente ao volume financeiro destinado à construção do aterro sanitário de Aporá foi de **R\$ 160.187,67** (cento e sessenta mil cento e oitenta e sete Reais e sessenta e sete centavos). Valor obtido através da pesquisa de campo em entrevista com o secretário de administração do município.

x = Custo operacional/ano R\$/ano

Considerando um custo operacional aproximado de R\$ 7.000,00 por mês, têm-se um custo ano de **R\$ 84.000,00 ao ano**.

n = Fator Ambiental obtido no *check-list* = 10,80

VA (R\$/ano) = R\$ 167.965,45 ao ano.

VA (R\$/mês) = R\$ 13.997,12 ao mês.

O resultado do VA obtido será incorporado ao fluxo de caixa do aterro a ser apresentado na próxima etapa.

2ª Etapa: entrevista com o secretário de administração do município, para o preenchimento do formulário cadastral.

AVALIAÇÃO ECONÔMICO-FINANCEIRA ATERRO SIMPLIFICADO ENTRADA DE DADOS	
ASPECTOS GERAIS DO MUNICÍPIO	
Nome do Município:	APORÁ
População:	17.412 hab.
Área:	600,9 km ²
Economia:	Pecuária
1.1. Possui fábricas ou indústrias? Quais?	
<input type="radio"/> Sim <input checked="" type="radio"/> Não	
1.2. A quanto tempo possui aterro sanitário simplificado?	
36	mês
1.3. Quem construiu o aterro?	
Empresa de Desenvolvimento Urbano ou afins.	
1.4. Como era disposto o RSU antes da construção do AS?	
Lixão	
1.5. O município possui serviços de coleta de lixo domiciliar?	
<input checked="" type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	
1.6. Qual o percentual de cobertura de coleta no Município?	60%
1.7. Qual o volume diário de resíduos gerados no Município?	25 m ³ /dia
1.8. Quantos dias da semana é realizada a coleta?	6 Dias
1.9. Qual a distância do AS do núcleo habitacional mais próximo?	18 Km
1.10. O aterro está localizado em uma área prevista para expansão urbana?	
<input type="radio"/> Sim <input checked="" type="radio"/> Não	
1.11. Qual o estado de conservação das vias de acesso ao AS?	
<input checked="" type="radio"/> Bom <input type="radio"/> Razoável <input type="radio"/> Péssimo	
1.12. Qual o estado de conservação das vias de internas do AS?	
<input checked="" type="radio"/> Bom <input type="radio"/> Razoável <input type="radio"/> Péssimo	
1.13. Qual a vida útil do AS?	10 Anos
0 RECEITA DO MUNICÍPIO DESTINADA À OPERAÇÃO/MANUTENÇÃO DO AS	
R\$ 140.000,00	
Fonte de Receita Anual	Valor R\$
Recurso Prefeitura	R\$ 140.000,00
TOTAL	R\$ 140.000,00

Figura 35: AS – Aporá: formulário cadastral.
Fonte: CAMPOS, L.

2ª Etapa: entrevista com o secretário de administração do município, para o preenchimento do formulário cadastral (continuação).

1 CUSTOS COM PROJETO		R\$ -	
Técnico/ Empresa Responsável	Custo Hora/Trabalho		
CONDER			
TOTAL	R\$		-
2 CUSTO COM TERRENO		R\$ 45.000,00	
2.1. Tipo de Aquisição:			
<input type="checkbox"/>	Doação		
<input type="checkbox"/>	Desapropriação		
<input type="checkbox"/>	Propriedade da Prefeitura		
<input checked="" type="checkbox"/>	CONDER		
<input type="checkbox"/>	Outros		
2.2. Valor de Mercado do Terreno:	R\$	45.000,00	
2.3. Área do Terreno:		67.500	m2
2.4. Distância do Centro Urbano:		18	km
2.5. Número de valas do AS:		3	unid.
3 CUSTOS COM CONSTRUÇÃO CIVIL		R\$ 160.187,67	
3.1. SERVIÇOS PRELIMINARES		R\$	18.898,00
Descrição	Quantidade	Unidade	Preço Unitário
MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS	1,00	vb	R\$ 5.400,00
DESMATAMENTO C/ TRATOR DE EST. E DESTOCAMENTO	10.000,00	m ²	R\$ 0,13
CORTE, CARGA, TRANSPORTE E DESCARGA DE SOLO ORGANICO SUPERFICIAL (DMT <=	3.300,00	m ³	R\$ 3,09
LOCAÇÃO DAS OBRAS (PATIO, EDIFICAÇÕES E VALAS)	2.900,00	m ²	R\$ 0,39
LOCAÇÃO DA CERCA	1.500,00	m	R\$ 0,58
TOTAL			R\$ 18.898,00
3.2. ACESSO VIÁRIO		R\$	22.332,60
Descrição	Quantidade	Unidade	Preço Unitário
LOCAÇÃO DO SISTEMA VIÁRIO	700,00	Unidade	R\$ 1,64
REGULARIZAÇÃO MECANIZADA DO TERRENO	3.860,00	Unidade	R\$ 0,26
BASE EM SOLO BRITA	1.050,00	Unidade	R\$ 19,22
TOTAL			R\$ 22.332,60
3.3. VALAS SANITÁRIAS		R\$	35.563,60
Descrição	Quantidade	Unidade	Preço Unitário
ESCAV., CARGA, TRANSP., DESC. E ESPAL. DE SOLO DE QUALQUER NAT., EXCETO ROC	8.524,00	m ³	R\$ 3,40
ESPALHAMENTO E ADENSAMENTO DE CAMADA DE AREIA (e=30cm)	360,00	m ³	R\$ 15,50
ATERRO COMPACTADO (e=50 CM)	600,00	m ³	R\$ 1,40
IMPERMEABILIZAÇÃO COM LONA PLÁSTICA	72,00	m ³	R\$ 2,25
TOTAL			R\$ 35.563,60
3.4. DRENAGEM		R\$	44.863,16
Descrição	Quantidade	Unidade	Preço Unitário
CANALETA TRAPEZOIDAL REVESTIDA C/ BRITA COMPACTADA	900,00	Unidade	R\$ 4,44
FORNECIMENTO E EXECUÇÃO DE BUEIRO DE CIMENTO Ø 40 cm	10,00	Unidade	R\$ 31,75
CAIXA DE PASSAGEM EM ALVENARIA	3,00	Unidade	R\$ 180,22
POÇO DRENANTE	2	Unidade	390,83
MANTA GEOTEXTIL	100	m ²	4,47
TOTAL			R\$ 44.863,16
3.5. EDIFICAÇÕES		R\$	5.211,14
Descrição	Quantidade	Unidade	Preço Unitário
ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALAS	2,24	m ³	R\$ 10,27
ALVENARIA DE PEDRA ARGAMASSADA	2,24	m ³	R\$ 159,85
CINTA DE C.A. PARA RADIER	0,45	m ³	R\$ 500,41
			R\$ 225,18

Figura 36: AS – Aporá: formulário cadastral (continuação).

Fonte: CAMPOS, L.

2ª Etapa: entrevista com o secretário de administração do município, para o preenchimento do formulário cadastral (continuação).

3.6. ABASTECIMENTO DE ÁGUA		R\$	4.467,38		
Descrição	Quantidade	Unidade	Preço Unitário	Custo Total	
FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE RESERVATÓRIO DE ÁGUA, C/ CONEXÕES	1,00	Unidade	R\$ 147,38	R\$	147,38
FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE RESERVATÓRIO DE ÁGUA, C/ CONEXÕES	1,00	Unidade	R\$ 2.376,00	R\$	2.376,00
POÇO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	1,00	Unidade	R\$ 1.944,00	R\$	1.944,00
TOTAL				R\$	4.467,38
3.7. ESGOTAMENTO SANITÁRIO		R\$	3.167,99		
Descrição	Quantidade	Unidade	Preço Unitário	Custo Total	
FOSSA SEPTICA	1,00	Unidade	R\$ 578,99	R\$	578,99
SUMIDOURO	1,00	Unidade	R\$ 390,83	R\$	2.589,00
TOTAL				R\$	3.167,99
3.8. PAISAGISMO		R\$	19.851,80		
Descrição	Quantidade	Unidade	Preço Unitário	Custo Total	
PLANTIO DE ARVORE EM MUDA	300,00	Unidade	R\$ 5,76	R\$	1.728,00
CERCA DE EUCALIPTO C/ 08 FIOS DE ARAME	1.500,00	Unidade	R\$ 11,36	R\$	17.040,00
PLANTIO DE GRAMA	25,00	Unidade	R\$ 4,02	R\$	100,50
PORTÃO METALICO COM PINTURA	1,00	Unidade	R\$ 760,31	R\$	760,31
PLACA DA OBRA	1,00	Unidade	R\$ 70,20	R\$	70,20
PLACA DE SINALIZAÇÃO	3,00	Unidade	R\$ 50,93	R\$	152,79
TOTAL				R\$	19.851,80
3.9. MONITORIZAÇÃO AMBIENTAL		R\$	5.832,00		
Descrição	Quantidade	Unidade	Preço Unitário	Custo Total	
EXECUÇÃO E INSTALAÇÃO DE POÇO DE MONITORIZAÇÃO	3,00	Unidade	R\$ 1.944,00	R\$	5.832,00
TOTAL				R\$	5.832,00
3.10. ACOMPANHAMENTO TECNICO		R\$	-		
Descrição	Quantidade	Unidade	Preço Unitário	Custo Total	
				R\$	-
TOTAL				R\$	-
3.11. SERVIÇOS EXTRAS		R\$	-		
Descrição	Quantidade	Unidade	Preço Unitário	Custo Total	
				R\$	-
TOTAL				R\$	-
4 CUSTOS OPERACIONAIS		R\$ 6.946,00			
4.1. MÃO DE OBRA	R\$ 1.300,00	Periodicidade:	Mensal		
Função	Tipo	Unidade	Preço Unitário	Custo Total	
Administrador	Efetivo	1	R\$ 600,00	R\$	600,00
Operarios	Terceirizados	4	R\$ 175,00	R\$	700,00
TOTAL				R\$	1.300,00
4.2. EPI'S	R\$ 146,00	Período Médio de Troca =	2 meses		
Descrição EPIs Utilizados	Período de Troca (em dias)	Unidade	Preço Unitário	Custo Total	
Luva	60	2	R\$ 3,00	R\$	6,00
Bota	60	2	R\$ 15,00	R\$	30,00
Camisa Manga Longa ou 3/8.	60	2	R\$ 50,00	R\$	100,00
Máscara Protetora	60	2	R\$ 5,00	R\$	10,00
TOTAL				R\$	146,00
4.3. MÁQUINAS/EQUIPAMENTOS	R\$ 5.500,00	Periodicidade:	mensal		
Descrição Máquina/Equipamento	Tipo	Unidade	Preço Unitário	Custo Total	
Caçamba	Próprio	1	R\$ 2.500,00	R\$	2.500,00
Caçamba	Alugada	1	R\$ 1.500,00	R\$	1.500,00
Caminhão	Alugada	1	R\$ 1.500,00	R\$	1.500,00
TOTAL				R\$	5.500,00
4.4. AGUA	R\$ -				
4.5. ENERGIA	R\$ -				

Figura 37: AS – Aporá: formulário cadastral.
Fonte: CAMPOS, L.

3ª Etapa: construção do fluxo de caixa

O preenchimento do FC do AS de Aporá, diferentemente do que ocorreu com o AS de Saubara, como o projeto de construção do aterro continha o memorial de cálculo detalhado foi possível preencher todos os sub itens que compõem a linha de custos pré-operacionais.

Considerando o valor informado pelo secretário de administração do município, o orçamento do município tem recursos financeiros suficiente para arcar com as despesas de operação/manutenção do AS de Aporá sem incorporar os custos ambientais. Assim como o AS de Saubara após a inclusão do valor do dano ambiental o resultado passa a ser negativo (figuras 38,39 e 40).

Fluxo de Caixa AS Aporá- 1º Semestre.

ANALÍTICO FINANCEIRO DO ATERRO SIMPLIFICADO								
VISÃO CONSOLIDADA								
DESCRIÇÃO		0	1	2	3	4	5	6
ENTRADAS	Investimento Inicial	R\$ 160.187,67						
	Recurso Prefeitura		R\$ 11.666,67	R\$ 11.666,67	R\$ 11.666,67	R\$ 11.666,67	R\$ 11.666,67	R\$ 11.666,67
	TOTAL ENTRADAS	R\$ 160.187,67	R\$ 11.666,67	R\$ 11.666,67	R\$ 11.666,67	R\$ 11.666,67	R\$ 11.666,67	R\$ 11.666,67
SAÍDAS	1 CUSTOS PRÉ OPERACIONAIS	R\$ 160.187,67	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
	1.1 ELABORAÇÃO DO PROJETO	R\$ -						
	1.2 AQUISIÇÃO DO TERRENO							
	1.3 CUSTOS COM CONSTRUÇÃO CIVIL	R\$ 160.187,67						
	2 CUSTOS OPERACIONAIS / MANUTENÇÃO	R\$ -	R\$ 6.946,00	R\$ 6.946,00	R\$ 6.946,00	R\$ 6.946,00	R\$ 6.946,00	R\$ 6.946,00
	3.1. MÃO DE OBRA	R\$ -	R\$ 1.300,00	R\$ 1.300,00	R\$ 1.300,00	R\$ 1.300,00	R\$ 1.300,00	R\$ 1.300,00
	3.2. EPI'S	R\$ -	R\$ 146,00	R\$ 146,00	R\$ 146,00	R\$ 146,00	R\$ 146,00	R\$ 146,00
	3.3. MÁQUINAS/EQUIPAMENTOS	R\$ -	R\$ 5.500,00	R\$ 5.500,00	R\$ 5.500,00	R\$ 5.500,00	R\$ 5.500,00	R\$ 5.500,00
	3.4. ÁGUA	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
	3.5. ENERGIA	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
	3.6. MONITORIZAÇÃO AMBIENTAL	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
	3.7. ACOMPANHAMENTO TÉCNICO	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
	3.8. SERVIÇOS EXTRAS	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
	3 CUSTOS COM IMPACTOS AMBIENTAIS		R\$ 13.997,12	R\$ 13.997,12	R\$ 13.997,12	R\$ 13.997,12	R\$ 13.997,12	R\$ 13.997,12
	4 CUSTOS COM IMPOSTOS	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
5 OUTROS CUSTOS	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
TOTAL DESPESAS	R\$ 160.187,67	R\$ 20.943,12	R\$ 20.943,12	R\$ 20.943,12	R\$ 20.943,12	R\$ 20.943,12	R\$ 20.943,12	
SALDO	R\$ 0,00	R\$ (9.276,45)	R\$ (9.276,45)	R\$ (9.276,45)	R\$ (9.276,45)	R\$ (9.276,45)	R\$ (9.276,45)	

Figura 38: AS – Aporá: fluxo de caixa – 1 semestre.

Fonte: CAMPOS, L.

Fluxo de Caixa AS Saubara – 2º Semestre.

ANALÍTICO FINANCEIRO DO ATERRO SIMPLIFICADO								
VISÃO CONSOLIDADA								
DESCRIÇÃO	7	8	9	10	11	12	Anual	
ENTRADAS	Investimento Inicial							R\$ 160.187,67
	Recurso Prefeitura	R\$ 11.666,67	R\$ 11.666,67	R\$ 11.666,67	R\$ 11.666,67	R\$ 11.666,67	R\$ 11.666,67	R\$ 140.000,00
	TOTAL ENTRADAS	R\$ 11.666,67	R\$ 11.666,67	R\$ 11.666,67	R\$ 11.666,67	R\$ 11.666,67	R\$ 11.666,67	R\$ 300.187,67
SAÍDAS	1 CUSTOS PRÉ OPERACIONAIS	0	0	0	0	0	0	R\$ 160.187,67
	2 CUSTOS OPERACIONAIS / MANUTENÇÃO	R\$ 6.946,00	R\$ 6.946,00	R\$ 6.946,00	R\$ 6.946,00	R\$ 6.946,00	R\$ 6.946,00	R\$ 83.352,00
	3.1. MÃO DE OBRA	R\$ 1.300,00	R\$ 1.300,00	R\$ 1.300,00	R\$ 1.300,00	R\$ 1.300,00	R\$ 1.300,00	R\$ 15.600,00
	3.2. EPI'S	R\$ 146,00	R\$ 146,00	R\$ 146,00	R\$ 146,00	R\$ 146,00	R\$ 146,00	R\$ 1.752,00
	3.3. MÁQUINAS/EQUIPAMENTOS	R\$ 5.500,00	R\$ 5.500,00	R\$ 5.500,00	R\$ 5.500,00	R\$ 5.500,00	R\$ 5.500,00	R\$ 66.000,00
	3.4. ÁGUA	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
	3.5. ENERGIA	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
	3.6. MONITORIZAÇÃO AMBIENTAL	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
	3.7. ACOMPANHAMENTO TÉCNICO	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
	3.8. SERVIÇOS EXTRAS	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
	3 CUSTOS COM IMPACTOS AMBIENTAIS	R\$ 13.997,12	R\$ 13.997,12	R\$ 13.997,12	R\$ 13.997,12	R\$ 13.997,12	R\$ 13.997,12	R\$ 13.997,12
4 CUSTOS COM IMPOSTOS	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
5 OUTROS CUSTOS	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
TOTAL DESPESAS	R\$ 20.943,12	R\$ 20.943,12	R\$ 20.943,12	R\$ 20.943,12	R\$ 20.943,12	R\$ 20.943,12	R\$ 20.943,12	R\$ 411.505,11
SALDO	R\$ (9.276,45)	R\$ (9.276,45)	R\$ (9.276,45)	R\$ (9.276,45)	R\$ (9.276,45)	R\$ (9.276,45)	R\$ (9.276,45)	R\$ (111.317,44)

Figura 39: AS – Aporá: fluxo de caixa – 2 semestre.

Fonte: CAMPOS, L.

Relatório final de avaliação econômico-financeira do AS de Aporá.

ATERRO SIMPLIFICADO DE APORÁ						
Empreendimento: Aterro Simplificado de Aporá Técnico Responsável: CONDER Município: Aporá Prefeito: Ivonei Raimundo dos Santos						
CARACTERÍSTICAS GERAIS DO MUNICÍPIO						
<ul style="list-style-type: none"> ▶ O município de Aporá, possui 600,9km² de área, para os seus 17.412 habitantes. ▶ Principal economia é a pecuária. ▶ Industria local: não existe. ▶ O AS foi construído pela Conder, há 3 anos. ▶ Antes da construção do Aterro o lixo do município era depositado em lixão. ▶ O serviço de coleta do município é realizado 6 vezes ao dia, atendendo um total de 60% da população do município, que representa um volume médio de 25m³ de lixo por dia. ▶ Localizado à 18km do núcleo habitacional mais próximo, numa área sem previsão de expansão, o aterro simplificado de Aporá foi projetado para atender ao município por 10 anos. ▶ Quanto ao estado das suas vias de acesso pode-se dizer que: <ol style="list-style-type: none"> 1. As vias internas estão em bom estado; 2. As vias de acesso estão em bom estado. 						
INDICADORES ECONÔMICO-FINANCEIRO						
LINHA DE DESPESA	CUSTOS POR QUANTIDADE DE VALAS CONSTRUÍDAS	CUSTOS POR RESÍDUOS RECEBIDOS (TON/DIA)	CUSTOS POR HABITANTE ATENDIDO	CUSTOS POR HABITANTE		
1	CUSTOS PRÉ OPERACIONAIS	R\$ 53.395,89	R\$ 2,37	R\$ 15,33	R\$ 9,20	
1,1	ELABORAÇÃO DO PROJETO	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
1,2	AQUISIÇÃO DO TERRENO	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
1,3	CUSTOS COM CONSTRUÇÃO CIVIL	R\$ 53.395,89	R\$ 2,37	R\$ 15,33	R\$ 9,20	
1.3.1	SERVIÇOS PRELIMINARES	R\$ 6.299,33	R\$ 0,28	R\$ 1,81	R\$ 1,09	
1.3.2	ACESSO VIÁRIO	R\$ 7.444,20	R\$ 0,33	R\$ 2,14	R\$ 1,28	
1.3.3	VALAS SANITÁRIAS	R\$ 11.854,53	R\$ 0,53	R\$ 3,40	R\$ 2,04	
1.3.4	DRENAGEM	R\$ 14.954,39	R\$ 0,66	R\$ 4,29	R\$ 2,58	
1.3.5	EDIFICAÇÕES	R\$ 1.737,05	R\$ 0,08	R\$ 0,50	R\$ 0,30	
1.3.6	ABASTECIMENTO DE ÁGUA	R\$ 1.489,13	R\$ 0,07	R\$ 0,43	R\$ 0,26	
1.3.7	ESGOTAMENTO SANITÁRIO	R\$ 1.056,00	R\$ 0,05	R\$ 0,30	R\$ 0,18	
1.3.8	PAISAGISMO	R\$ 6.617,27	R\$ 0,29	R\$ 1,90	R\$ 1,14	
2	CUSTOS OPERACIONAIS / MANUTENÇÃO	R\$ 27.784,00	R\$ 1,23	R\$ 7,98	R\$ 0,40	
2.1.	MÃO DE OBRA	R\$ 5.200,00	R\$ 0,23	R\$ 1,49	R\$ 0,07	
2.2.	EPI'S	R\$ 584,00	R\$ 0,03	R\$ 0,17	R\$ 0,01	
2.3.	MÁQUINAS/EQUIPAMENTOS	R\$ 22.000,00	R\$ 0,98	R\$ 6,32	R\$ 0,32	
2.4.	ÁGUA	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
2.5.	ENERGIA	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
2.6.	MONITORIZAÇÃO AMBIENTAL	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
2.7.	ACOMPANHAMENTO TÉCNICO	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
2.8.	SERVIÇOS EXTRAS	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
3	CUSTOS COM IMPACTOS AMBIENTAIS	R\$ 55.988,48	R\$ 2,49	R\$ 16,08	R\$ 9,65	
4	CUSTOS COM IMPOSTOS	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
5	OUTROS CUSTOS	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
TOTAL DESPESAS		R\$ 137.168,37	R\$ 6,10	R\$ 39,39	R\$ 19,25	
Taxa mínima de aplicação dos recursos livres (cop) (ao ano)			6,00%			
VPL (incluindo os investimentos no ano zero):		R\$ 243.395,46		VPL:		R\$ 97.811,51

Figura 40: AS – Aporá: relatório final de avaliação econômico-financeira.

Fonte: CAMPOS, L.

5.4 ANÁLISE DO MODELO PROPOSTO

Durante as pesquisas de campo ficou evidenciado a carência dos municípios em relação ao conhecimento e disponibilização de dados relativos aos custos de manutenção / operação do aterro sanitário. Em virtude disso, as informações coletadas podem ser imprecisas, devendo ser realizada a análise do resultado final da avaliação econômico-financeira com cautela.

A análise econômica, como se trata de uma avaliação qualitativa, fica prejudicada uma vez que os cenários apresentam diferentes dados de quantidade valas construídas, de receita média da prefeitura, dentre outros, impedindo assim uma comparação entre os VPLs encontrados. O resultado obtido pode servir como referencial histórico para análise de desempenho dos aterros ao longo da sua vida útil

O fluxo de caixa comparativo serve para identificar e questionar o porquê do aterro de Saubara gastar o equivalente a 1% dos custos de Aporá com máquinas e equipamentos, que podem ser justificados por uma má aplicação de recursos. Esses pontos de análises são importantes para se questionar se houve falha nos dados fornecidos, ou se a operação realmente justifica a diferença de preço.

Outra lacuna identificada foi que em Saubara foram informados despesas com taxas e impostos relativos, por exemplo, ao licenciamento ambiental, enquanto Aporá informou não possuir esses custos. O que representa uma limitação do método quando utilizado para comparar mais de um equipamento, pois se corre o risco de possuir valores subestimados na amostra o que pode afetar o resultado da avaliação.

Os relatórios finais dos ASs avaliados apresentam indicadores de desempenho de custos do aterro. Para que seja possível uma comparação entre os mesmos é preciso igualar as unidades de medida, ou seja, fazer as simulações considerando a mesma quantidade de valas construídas e uma amostra populacional próxima. Do contrário os valores não poderão ser comparados de forma direta.

Embora a linguagem do modelo proposto seja relativamente simples, a sua utilização fica condicionada ao preparo técnico do entrevistado como também a disponibilidade de informações por parte da prefeitura municipal, como pôde ser observado pela verificação realizada neste trabalho.

Pode-se perceber que embora o AS de Aporá tenha apresentado um desempenho ambiental melhor do que o de Saubara, o seu valor ambiental ficou mais elevado devido ao maior custos de construção e de operação/manutenção. Pode-se inferir, portanto, que o seu bom desempenho ambiental está diretamente relacionado ao maior investimento inicial realizado e sua correta manutenção/operação.

Analisando o fator ambiental (FA) percebe-se que quanto maior o seu valor absoluto, menor o impacto ambiental causado pelo aterro, no entanto há um valor de dano ambiental a ser obtido pois se entende que qualquer obra causa uma alteração no meio ambiente..

Deste modo no melhor cenário quando o fator ambiental obtido através do *check-list*, corresponde ao valor máximo de 18. Quando o cenário é desfavorável o valor do FA é 0,5. Portanto, nesta proposta de valoração existe um limite no fator de ponderação do dano ambiental.

A falta de outros trabalhos similares a esta pesquisa impossibilitou uma análise comparativa dos resultados obtidos.

6 CONCLUSÃO

- **Valoração econômica de impactos ambientais de AS**

Nesta pesquisa foi possível obter a valoração dos impactos ambientais de aterros sanitários. O valor encontrado que antes era ignorado, passa agora a compor o fluxo de caixa do aterro, como mais uma linha de custo do equipamento.

No entanto o modelo proposto possui limitações por não contemplar toda a gama de variáveis ambientais que envolvem ou que são afetadas direta e indiretamente pelo AS. Verifica-se também a necessidade de melhor avaliar os limites máximos do valor ambiental de um cenário desfavorável tornando-o mais representativo da realidade.

- **Análise econômico-financeira de AS**

Ao longo da pesquisa, principalmente, na etapa de pesquisa de campo, foi possível verificar a carência dos municípios em ter uma ferramenta que os auxilie na gestão financeira e controle dos recursos orçamentários destinados ao AS da cidade.

Na etapa de verificação do instrumento foi possível identificar que a tecnologia de destino final de RSU, AS, é viável do ponto de vista financeiro, ou seja, os dois municípios avaliados possuem capacidade financeira de manter de forma adequada a operação/manutenção dos equipamentos.

Mas quando os equipamentos apresentarem condições similares, o instrumento proposto pode gerar uma importante ferramenta de comparação de custos de produtos/serviços entre regiões, município e estados, se for o caso. O Tribunal de Contas do Município pode utilizar esse produto final como fonte para a construção de uma tabela de preços de produtos e serviços utilizados desde a construção até o encerramento de um AS. Facilitando desta forma, os serviços de auditoria e fiscalização das contas públicas.

A maior conquista deste trabalho está na tentativa de articulação das ciências econômicas e da engenharia sanitária. Espera-se desta forma, que através da interdisciplinaridade das duas

ciências compreender melhor os conflitos e tensões, gerados entre as necessidades das práticas humanas e as dinâmicas do meio ambiente.

- **Considerações para trabalhos futuros**

Para os interessados em trabalhar na mesma linha de pesquisa sugere-se ampliar os estudos nos seguintes tópicos:

- Incorporar mais variáveis ambientais no *check-list* ambiental.
- Submeter o *check-list* ambiental à apreciação de um grupo focal, para revisão crítica dos especialistas aos aspectos avaliados e dos pesos aplicados.
- Retirar do *check-list* o item “emissão de odores” ou identificar uma melhor maneira de identificar o grau de incômodo gerado pela sua emissão, uma vez que esse pode variar de pessoa para pessoa, tornando-se então uma variável subjetiva.
- No grupo focal deve-se aproveitar para discutir a matriz de relevância utilizada no método AHP, uma vez que a adotada neste trabalho considerou apenas a visão da autora.
- Validação do modelo proposto por pesquisadores com diferentes níveis de conhecimentos técnicos para avaliar o grau de complexidade de uso da ferramenta.
- Estudar a possibilidade de definir um limite máximo para o valor ambiental.

7 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. P. de. **Perícia Ambiental**. Rio de Janeiro: Thex Editora, 2000.

AMAZONAS, M. C. **Economia do meio ambiente: Uma análise da abordagem neoclássica a partir de marcos evolucionista e institucionalistas**. Campinas. 1994. Dissertação, UNICAMP.

AMORIM, P.H.M. de; NETO, J.A.L.C.; JÚNIOR, J.V.B. **Estudo de um modelo para Análise de Viabilidade de Empreendimentos Imobiliários**. 2003. 42 f. Monografia (Especialização em Gerenciamento de Obras) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Norma NBR 10.004: Resíduos Sólidos – Classificação**. São Paulo, 2004. 71 p.

ASSUMPÇÃO, J. Análise de Viabilidade Econômico e Financeira para o Desenvolvimento de Empreendimentos Imobiliários. In: **II Seminário Tecnológico da Construção Civil**, v. 1, 2004, Salvador: SEBRAE.

AZEVEDO, M. de A. **Avaliação do risco à saúde da população vizinha às áreas de disposição final de resíduos sólidos urbanos: o aterro sanitário como cenário de exposição ambiental**. São Carlos, 2004. Tese (Doutorado em Engenharia Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, USP.

BELLIA, V. **Introdução à Economia do Meio Ambiente**. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis, 1996.

BEZERRA DA SILVA, Mozart. **Planejamento Financeiro para o Setor da Construção Civil**. Texto Técnico 11 (TT/PCC/11). São Paulo: EPUSP, 1995, 47 pág.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. CONAMA. Resolução n. 308, de 21 de março de 2002. Licenciamento Ambiental de sistemas de disposição final dos resíduos sólidos urbanos gerados em municípios de pequeno porte. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30802.html> >. Acesso em: 21 nov. 2006.

_____. Resolução n. 357, de 17 de março de 2005. Classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.html> >. Acesso em: 21 nov. 2006.

CAMPOS JR., J. **Aspectos Econômicos de Derrames Costeiros de Petróleo**. São Paulo, 2003. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia Mecânica da UNICAMP. Comissão de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica Planejamento de Sistemas Energéticos.

CASTILHOS, JR (Coord.). **Alternativas de Disposição de Resíduos Sólidos Urbanos para Pequenas Comunidades**. Projeto: PROSAB. Rio de Janeiro: ABES, RiMa, 2002. 104 p.

_____. **Resíduos sólidos urbanos: aterro sustentável para municípios de pequeno porte.** Projeto: PROSAB. Rio de Janeiro: ABES, RiMa, 2003. 294 p.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. **Aterros Sanitários em Vala.** São Paulo: CETESB, 1997 a . 34 p.

_____. **Aterro Sanitário.** São Paulo: CETESB, 1997 b . 34 p.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO URBANO DO ESTADO DA BAHIA – CONDER. **Manual de operação do aterro sanitário simplificado da cidade de Saubara.** Salvador, 2004. 17 p.

CONTADOR, C. **Projetos Sociais: avaliação e prática.** 3ª ed. ampl.. São Paulo: Atlas, 1997.

COWI. **A Study on the Economic Valuation of Environmental Externalities from Landfill Disposal and Incineration of Waste.** European Commission, DG Environment. October, 2000.

PAIVA, I.E.P. de. **Aterro Sanitário em Município de Pequeno Porte: estudo de potencial de aplicação de tecnologias aplicadas na região do semi-árido baiano – Salvador 2005.** Dissertação (mestrado) – Escola Politécnica UFBA, 2005. Orientadora: Profª Drª Viviana Maria Zanta, p. 134.

FLORIANI, D. **Marcos conceituais para o desenvolvimento da Interdisciplinaridade.** In: Interdisciplinaridade em Ciências Ambientais. 1ª ed. São Paulo: Signus Editora, 2000. p. 95 - 107.

GOMES, L. P.; et al. **Trincheiras em série para disposição final de resíduos sólidos urbanos.** In: Resíduos Sólidos Urbanos: Aterro Sustentável para Município de Pequeno. 1ª ed. Rio de Janeiro: ABES RiMA, 2002. Capítulo 3, p. 19-28.

GOMES, L. P.; MARTINS, F. B. **Projeto, Implantação e Operação de Aterros Sustentáveis de Resíduos Sólidos para Municípios de Pequeno Porte.** In: Resíduos Sólidos Urbanos: Aterro Sustentável para Município de Pequeno. 1ª ed. Rio de Janeiro: ABES RiMA, 2003. Capítulo 3, p. 51-105.

GORCEIX. F. **Relatório de visita Lafarge Brasil S/A.** Comarca de Montes Claros. Minas Gerais, 2005.

HUNT, K.E. **História do pensamento econômico.** Tradução de José Ricardo Brandão Azevedo. 7ª Edição. Rio de Janeiro: Campos, 1989.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL – IBAM. **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos.** Rio de Janeiro: 2001. 197 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Municípios com até 20 mil habitantes no Brasil são a maioria.** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/ibgeteen/noticias/municipios.html>. Acesso em: 21 nov.2007

JARAMILLO, Jorge. **Guia para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales.** Programa de Salud Ambiental. Série técnica, n° 18. Washington, DC, enero, 1997.

LANGE, L.C., SIMÕES, G.F., FERREIRA, C.F.A. **Aterro Sustentável: Um Estudo para a cidade de Catas Altas, MG.** In: Resíduos Sólidos Urbanos: Aterro Sustentável para Município de Pequeno. 1ª ed. Rio de Janeiro: ABES RiMA, 2003. Capítulo 5, p. 143-198.

MASSUKADO, Luciana Miyoko. **Sistema de Apoio à Decisão: avaliação de cenários de gestão integrada de resíduos sólidos urbanos domiciliares.** Dissertação de mestrado. São Carlos: UFSCar, 2004. 230 p.

MARSHALL, A. Princípios de Economia: tratado introdutório. In: **Coleção Os Economistas.** Tradução de Rômulo Almeida e Ottolmy Strauch. 2ª Edição. São Paulo: Nova Cultural, 1985.

MOTA, J. A. Economia. **Meio Ambiente e Sustentabilidade: As limitações do mercado onde o mercado e o limite.** Brasília: B. Cient. ESMPU, a. III – n. 12, p. 67-87 – jul. / set. 2004.

MURAKAMI, M. **Decisão Estratégica em TI: Estudo de Caso.** São Paulo, 2003. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Administração da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da USP.

NORGAARD, R. Special Section: Forum On Valuation Of Ecosystem Services:Next, The Value Of God, And Other Reations. **Ecological Economics**, V. 25, Issue 1, Pgs 37-39 (April 1998).

NOGUEIRA, J.M; MEDEIROS, M.A.A.de; ARRUDA, F.S.T.de. **Valoração Econômica do Meio Ambiente: Ciência ou Empiricismo?** 50ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC). Natal, 12 e 17 de jul. de 1998. Disponível em: <http://www.unb.br/face/eco/imm/trabalhos/1998/c.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2007.

OLIVEIRA, R. M. de. **O dano moral no novo Código Civil .** Jus Navigandi, Teresina, ano 7, n. 63, mar. 2003. Disponível em: <<http://jus2.uol.com.br/doutrina/texto.asp?id=3863>>. Acesso em: 15 maio 2008.

ORTIZ, R. Valoração Econômica ambiental. In: MAY, P.; LUSTOSA, M.; VINHA, V. **Economia do Meio Ambiente: teoria e prática.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

PAMPLONA, E. de O. **Avaliação Qualitativa de Cost Drivers pelo método AHP.** VI ABCustos. São Paulo, SP, julho de 1999.

PARETO, V. Manual de Economia Política. In: **Coleção Os Economistas.** Tradução de João Guilherme Vargas Netto. 2ª Edição. São Paulo: Nova Cultural, 1987.

RIMA, I. H. **História do Pensamento Econômico.** São Paulo, Atlas, 1987.

ROCHA LIMA JR., J. **Decidir sobre Investimentos no Setor da Construção Civil.** São Paulo 1998. EPUSP (Boletim Técnico do Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da USP).

ROMEIRO, A.R. Economia ou Economia Política da Sustentabilidade. In: MAY, P.; LUSTOSA, M.; VINHA, V. **Economia do Meio Ambiente: teoria e prática.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

RUSSO, P. R. **Poluição atmosférica: Refletindo sobre a qualidade ambiental em áreas urbanas.** Disponível em:

<http://www.educacaopublica.rj.gov.br/biblioteca/geografia/geo05c.htm>. Acesso em: 31 out. 2006.

SANDRONI, P. **Novíssimo Dicionário de Economia.** 6ª ed.. São Paulo: Best Seller, 2001.

SMITH, A. A Riqueza das Nações. In: Coleção os Economistas. Tradução de Luiz João Baraúna. V. I. São Paulo: Nova Cultural, 1996.

ZANTA, V.M.; FERREIRA, C.F.A. Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos. In: CASTILHOS JR., J.A. **Resíduos Sólidos Urbanos: Aterro Sustentável para Municípios de Pequeno Porte.** Rio de Janeiro: ABES, RiMA, 2003. p 01-18.

ZANTA, V.M. , CAMPOS, L.; MAY, M. **Análise e Avaliação da Sustentabilidade de Aterros Simplificados.** Salvador: PROSAB, 2006. 102 p.

ZANTA, V.M. Avaliação Ambiental de Aterros Sanitários Simplificados no Estado da Bahia – ASS- coord. Viviana Maria Zanta; relatório final de pesquisa FAPESB – documento interno (2008).

APÊNDICE I – CONTROLE FINANCEIRO DO AS

FORMA DE PREENCHIMENTO

Os campos identificados devem ser preenchidos conforme indicação abaixo:

1. **Equipamento:** Preencher com o nome do AS.
2. **Ano do Exercício:** Informar a que ano correspondem os dados financeiros da planilha.
3. **Município:** Nome do município em que o AS está localizado.
4. **Prefeito:** Nome do prefeito do município.
5. **Técnico Responsável:** Nome do técnico responsável pelo acompanhamento do AS.
6. **Nº CREA:** Nº do CREA do técnico responsável pelo AS.
7. **Entradas:** Informar todas as fontes de entradas de recursos destinados ao AS.
8. **Saídas:** Informar as despesas realizadas no AS, por linhas de custos.
9. **Pré-Operacional:** Preencher com os valores de entradas e saídas necessários para a construção do AS. Entende-se como pré-operacional todos investimentos realizados antes do início da operação do AS.
10. **Meses do Ano:** Preencher os valores das estradas e saídas correspondentes a cada mês do ano em exercício.
11. **Total:** Somar todos os valores apresentados na linha de receita ou custo correspondente.
12. **Total de entradas:** Somar o total das entradas realizadas no período pré-operacional ou por mês, e por fim somar o total realizado no ano (valores correspondentes à coluna do item 11).
13. **Total de despesas:** Somar o total das despesas realizadas no período pré-operacional ou por mês, e por fim somar o total realizado no ano (valores correspondentes à coluna do item 11).
14. **Saldo:** Diminuir o Total de Entradas pelo Total de Despesas realizadas no período pré-operacional ou por mês, e por fim somar o total realizado no ano.

APÊNDICE II – RELATÓRIO DE ANÁLISE FINAL

FORMA DE PREENCHIMENTO

Os campos identificados devem ser preenchidos conforme indicação abaixo:

1. **Equipamento:** Apresenta o nome do equipamento.
2. **Ano do Exercício:** Informa a que ano correspondem os dados financeiros da planilha.
3. **Técnico Responsável:** Nome do Técnico responsável pelo acompanhamento do AS.
4. **Nº CREA:** Nº do CREA do Técnico Responsável pelo AS.
5. **Município:** Nome do município em que o AS está localizado.
6. **Prefeito:** Nome do prefeito do município.
7. Informa o nome do município onde o AS está localizado.
8. Informa a área do município em km².
9. Informa a quantidade de habitantes do município.
10. Informa a principal economia do local (exemplo: agrícola, comércio, pecuária, serviços...).
11. Sinaliza se existe indústria no município.
12. Informa o responsável pela construção do AS (exemplo: Empresa de Desenvolvimento Urbano ou afim, Prefeitura; outros).
13. Informa o tempo de existência do aterro.

14. Informa como era disposto o resíduo sólido gerado pelo município antes da construção do AS (exemplo: AS, Lixão, Aterro Controlado...).
15. Informa a quantidade de vezes em que é realizada a coleta de lixo no município.
16. Informa qual o percentual dos habitantes do município que é atendida pela coleta de lixo.
17. Informa o volume médio de m³ de lixo coletados por dia.
18. Informa a distância do aterro ao núcleo habitacional mais próximo.
19. Informa se o aterro simplificado foi construído em uma área com possibilidade de expansão.
20. Informa o tempo de vida útil do aterro.
21. Informa qual o estado das vias internas do AS.
22. Informa qual o estado das vias de acesso do AS.
23. **Custos por quantidade de valas construídas:** Preenche as linhas de custos conforme a seguinte fórmula desta coluna:
= Total da linha de despesa dividido pela quantidade de valas construídas no aterro.
Exemplo: = Total dos custos operacionais dividido pela quantidade de valas construídas no aterro → R\$ 10.000,00/5 = R\$ 2.000,00.
24. **Custos por resíduos recebidos (t/dia):** Preenche as linhas de custos conforme a seguinte fórmula desta coluna:
= Total da linha de despesa dividido pela quantidade de toneladas/dia de resíduo destinada ao aterro simplificado.
Exemplo: = Total dos custos operacionais dividido pela quantidade de toneladas/dia de resíduo destinada ao aterro simplificado → R\$ 10.000,00/36 = R\$ 277,78 t/d.

- 25. Custos por habitantes atendidos:** Preenche as linhas de custos conforme a seguinte fórmula desta coluna:

O primeiro passo é identificar a quantidade de habitantes do município atendido pela coleta de lixo. O cálculo é bem simples, multiplica-se o percentual de população atendida pela coleta (informação do item 16) pelo total de habitantes do município.

Exemplo: Total de Habitantes: 15.000 hab.

% de habitantes atendidos: 90%

Cálculo: $15.000 \times 0,90 = 13.500$ hab. atendidos.

Feito isso, o número achado passa a compor a seguinte fórmula:

= Total da linha de despesa dividido pela quantidade de habitantes atendidos com a coleta de lixo.

Exemplo: = Total dos custos operacionais dividido pela quantidade de habitantes atendidos com a coleta de lixo $\rightarrow R\$ 10.000,00/13.500 = R\$ 0,74$.

- 26. Custos por habitantes:** Preenche as linhas de custos conforme a seguinte fórmula desta coluna:

= Total da linha de despesa dividido pela quantidade de habitantes do município.

Exemplo: = Total dos custos operacionais dividido pela quantidade de habitantes do município $\rightarrow R\$ 10.000,00/15.000 = R\$ 0,67$.

- 27. Taxa mínima de aplicação dos recursos livres (COP) (ao ano):** Informa a taxa que será utilizada no cálculo do VPL para remuneração do capital investido no aterro ao longo do tempo.
- 28. VPL (incluindo os investimentos no ano zero):** Apresenta o VPL dos recursos aplicados no aterro desde a fase da sua construção, ou seja, inclui os custos pré-operacionais.
- 29. VPL:** Apresenta o VPL apenas dos recursos aplicados a partir do início da operação do aterro simplificado.

Obs.: Os valores correspondentes às linhas de custos serão iguais aos valores encontrados na planilha “Controle Financeiro do Aterro Simplificado”.

APÊNDICE III – *CHECK-LIST* DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL

FORMA DE PREENCHIMENTO

A seguir apresenta-se um breve resumo dos conceitos de cada parâmetro de agravo para facilitar o entendimento e preenchimento do *check-list* de avaliação ambiental. Em caso de dúvidas a leitura do capítulo 3.3 pode complementar o material apresentado.

Aspecto: Solo/Subsolo

Parâmetro de agravo: Sinais de erosão

Objetivo: Identificar sinais de erosão do solo, principalmente quando localizados nas laterais internas das valas de disposição do resíduo. Embora o solo do terreno tenha uma permeabilidade favorável, se este apresentar sinais de erosão na camada de cobertura, tem-se ali um canal aberto para a infiltração de lixiviados contaminados. Deve-se sinalizar com SIM quando identificados os sinais de erosão e Não para caso contrário.

Parâmetro de agravo: Alteração na capacidade de uso da terra

Objetivo: Identificar a alteração na capacidade de uso do solo prevista para a etapa de encerramento das atividades do aterro sanitário. Normalmente, o projeto do aterro já prevê um uso futuro para o terreno. Cabe avaliar se essa previsão poderá ser atendida mediante o cenário de impactos apresentados. Deve-se sinalizar com SIM caso as condições ambientais estejam favoráveis aos planos futuros para o terreno e Não para caso contrário.

Parâmetro de agravo: Dano ao relevo

Objetivo: Identificar se os danos causados pela construção do aterro (escavação das trincheiras para posterior aterramento dos resíduos; construção do sistema de tratamento de lixiviados; poços de monitoração; e abertura das vias de acesso para movimentação dos caminhões de coleta de resíduos) causaram alterações nas características naturais do relevo.

Deve-se sinalizar com SIM em caso de alteração nas características do relevo e Não para caso contrário.

Parâmetro de agravo: Permeabilidade do solo

Objetivo: identificar se o solo das valas, onde deverão ficar acondicionados os resíduos e lixiviados produzidos, possui um sistema de permeabilidade lateral e ao fundo, que garanta a menor infiltração de líquido contaminado nas camadas mais profundas do solo.

O solo do aterro com baixo coeficiente de permeabilidade além de atuar como uma barreira natural, minimizando os riscos de contaminação, exerce o papel de “filtro” atenuando o poder poluidor do lixiviado gerado no fundo das valas.

O método de análise e avaliação da sustentabilidade técnico ambiental e financeira de aterros simplificados - AASAS, (ZANTA, CAMPOS, MAY, 2006), considera favorável um solo com permeabilidade maior ou igual do que 10^{-6} ; como neutra a permeabilidade encontrada no intervalo de 10^{-5} e 10^{-6} ; e desfavorável as inferiores a 10^{-5} .

Aspecto: Ar

Parâmetro de agravo: Proximidade de núcleos habitacionais

Objetivo: Verificar a distância entre o aterro sanitário e o núcleo habitacional mais próximo. Como parâmetros para avaliação da proximidade ideal serão considerados os indicadores apresentados por ZANTA, CAMPOS e MAY (2006), que determinam como distância mínima recomendada de 1.000 m. Para distância máxima é indicado o valor de 5.000m, de modo a viabilizar o transporte dos resíduos da sede urbana geradora até o local de disposição final

Parâmetro de agravo: Emissão de odores

Objetivo: Identificar a intensidade da emissão de odores desagradáveis, oriundo do processo de decomposição dos resíduos dispostos nas valas. O mau cheiro é oriundo da emissão de gás sulfídrico (H₂S), amônia (NH₃) e outros derivados de enxofre (mercaptanas).

Aspecto: Água**Parâmetro de agravo: Aquíferos Subterrâneos - Comprometimento do aquífero**

Objetivo: Identificar se houve ou não a contaminação do aquífero subterrâneo, ou seja, alteração nas suas características físico – químicos que impeçam o uso do seu recurso natural tal como na sua origem.

Deve-se sinalizar com SIM em caso de contaminação e Não para caso contrário.

Parâmetro de agravo: Aquíferos Subterrâneos - Profundidade do aquífero

Objetivo: Identificar se a profundidade do aquífero subterrâneo é suficiente para reter e/ou atenuar a poluição do lixiviado, que pode variar também em função das características e propriedades do solo (tamanho dos grãos e partículas, capacidade de adsorção e de troca catiônica, por exemplo).

A profundidade indicada por Zanta, Campos e May (2006) é igual ou acima de dois metros, e como não recomendável às distâncias iguais ou inferiores a um metro e meio. O intervalo entre as duas distâncias encontra-se numa zona de neutralidade.

Parâmetro de agravo: Aquíferos Subterrâneos - Reequilíbrio

Objetivo: Identificar a capacidade do meio em reconstituir as suas características naturais. Quando o impacto toma uma proporção mais elevada, há a necessidade da intervenção humana para recompor o meio afetado, isso porque o ambiente natural não tem condições de se reconstituir de forma natural e espontânea.

Parâmetro de agravo: Aquíferos Subterrâneos - Utilidade do Aquífero

Objetivo: Identificar se a qualidade de um aquífero está ideal para garantir a qualidade de vida e saúde da população/animais que por ventura venha ingerir direta ou indiretamente a sua água.

Considera que quanto maior a probabilidade de ingestão da água contaminada maior será o dano sócio-ambiental causado pela contaminação.

Deve-se sinalizar a opção do principal uso da água do aquífero (consumo humano/animais/irrigação; recreação sem contato primário; não é utilizado).

Aspecto: Água**Parâmetro de agravo: Mananciais Superficiais - Comprometimento do manancial; Reequilíbrio e Utilidade do Aquífero**

Objetivo: esses três aspectos seguem as mesmas características para avaliação que foi considerada para os aquíferos subterrâneos, comentados no item anterior.

Parâmetro de agravo: Mananciais Superficiais - Distância do corpo d`água

Objetivo: Identificar se o aterro atende aos padrões definidos na Portaria do Interior nº 124/80 e na NBR 13896 (ABNT, 1997), que indicam como distância mínima 200 metros, como distância recomendável para proteger os mananciais em casos de acidentes ou falhas operacionais (ZANTA, CAMPOS, MAY, 2006).

Parâmetro de agravo: Mananciais Superficiais - Distância do corpo d`água

Objetivo: esses três aspectos seguem as mesmas características para avaliação que foi considerada para os aquíferos subterrâneos, comentados no item anterior.

Parâmetro de agravo: Mananciais Superficiais - Grau de prejuízo financeiro causado à comunidade local

Objetivo: Identificar se o manancial superficial é utilizado como fonte de subsistência pela comunidade local, e se por algum motivo se vê impossibilitada de manter as suas atividades, esse prejuízo financeiro, que normalmente é desconsiderado, tem que ser avaliada como impacto ambiental gerado pelo aterro. Como exemplo pode-se citar a contaminação dos peixes de um manancial superficial em virtude do alto nível de infiltração do lixiviado de um aterro sanitário, impossibilitando a pesca comercial pelos pescadores locais.

Aspecto: Alteração da Paisagem Local

Parâmetro de agravo: Alteração na paisagem local – impacto visual

Objetivo: Identificar se a alteração da paisagem local decorrente da construção aterro gerou algum tipo de impacto visual ao entorno. Sugere-se o equipamento seja construído com uma distância mínima de 1.000 metros de centros urbanos, justamente para evitar que o aterro se torne a paisagem mais evidente da localidade, o que pode se tornar uma poluição visual, com possíveis desvalorização para os imóveis que estivessem no entorno do aterro.

Parâmetro de agravo: Existe projeto de readequação à paisagem local

Objetivo: Identifica a existência de algum tipo de projeto para readequação do terreno à paisagem original ao final da operação do AS.

É comum que no momento da elaboração do projeto do aterro seja realizado um estudo do meio biótico, com o objetivo de identificar as principais formações vegetais e as

espécies animais existentes no terreno. Deste forma, ao final da operação do aterro pode-se prever a revegetação com espécies originalmente encontradas.

Aspecto: Outros Aspectos a serem avaliados

Parâmetro de agravo: O AS possui galpão de triagem

Objetivo: Identificar se o aterro possui galpão de triagem com um unidade de triagem de forma a reduzir a quantidade de materiais depositados no terreno. Podendo gerar renda para os operários do equipamento, se autorizado pelo gestor, ou até para o próprio município.

Parâmetro de agravo: A presença do AS gerou desvalorização dos terrenos vizinhos

Objetivo: Identificar se a presença do aterro gerou desvalorização no valor dos terrenos vizinhos (independente se o aterro esteja sendo bem ou mal operado).

Parâmetro de agravo: Ocorrência de espécies endêmicas

Objetivo: Avaliar se a presença do aterro contribuiu para a ocorrência de espécies endêmicas, ou seja, se afetou a comunidade, geralmente pelos incômodos causados pelo forte odor, presença de vetores, dentre outros.

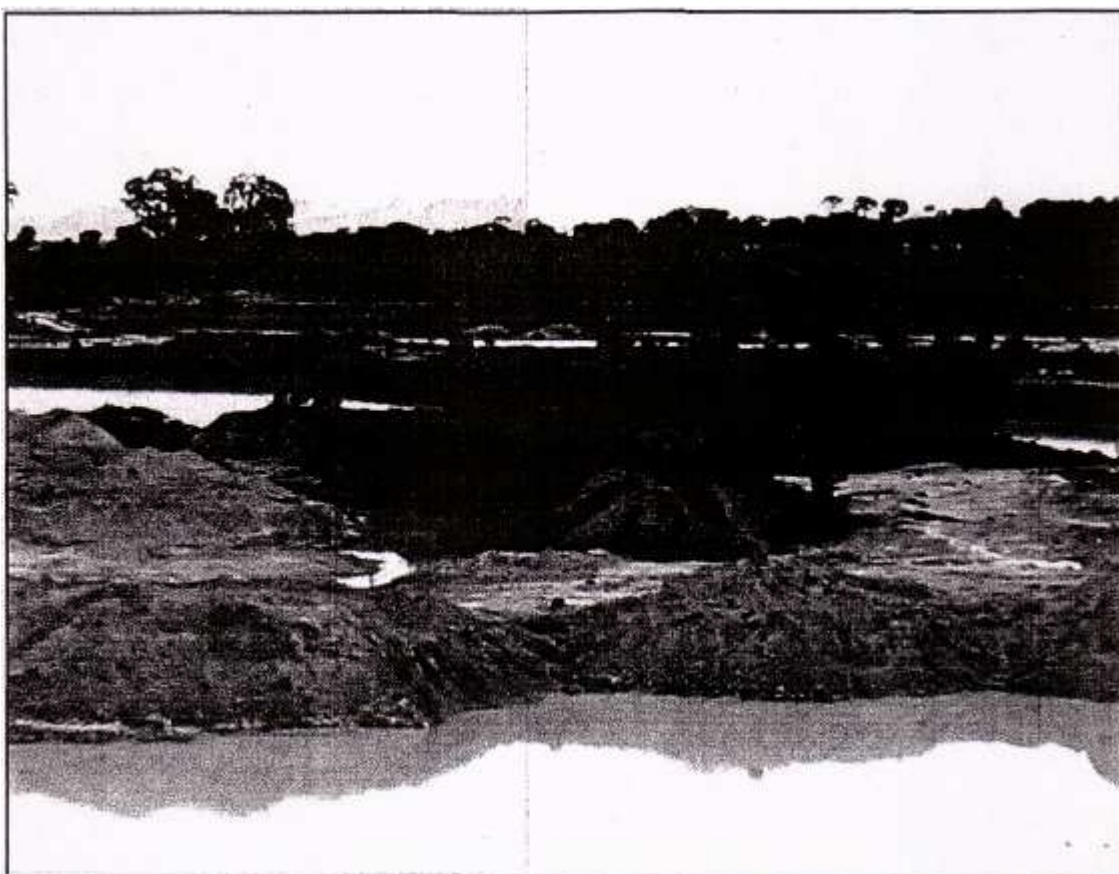
ANEXO A



Fundação Gorceix
NUMAM-Núcleo de Meio Ambiente



RELATÓRIO DE VISTORIA
LAFARGE BRASIL S/A



COMARCA DE
MONTES CLAROS

Dezembro de 2005

I-OBJETO

Trata-se de vistoria técnica em área de extração de argila promovida por Lafarge Brasil S.A, no Município de Montes Claros, localizada na Fazenda Augusto, de coordenadas: Longitude 16° 42' 17" S, Latitude 44° 04' 34" W, na sub-bacia hidrográfica do Rio Verde Grande.

O objetivo do trabalho é apresentar à Coordenadoria das Prometerias Ambientais da Bacia do Rio Verde Grande, após análise do relatório de avaliação de desempenho ambiental da lavra de argila caulínica e vistoria no campo, a fixação de valores compensatórios pelo exercício da atividade e a sugestão de outras condicionantes para a renovação da licença operacional.

II – METODOLOGIA

Os trabalhos de campo foram precedidos pela verificação dos documentos referentes ao RADA apresentado pela empresa, bem como o parecer técnico da FEAM referente ao relatório de vistoria nº 007614/2005 de 18 de fevereiro de 2.005.

A responsabilidade pelo trabalho técnico é do Eng. Geólogo Wilson José Guerra e das acadêmicas de Engenharia Ambiental Renata A. Lima de Paula, Teresa Cristina Ibraim e Flávia Gonçalves Barbalho, todos do corpo técnico da Fundação Gorceix de Ouro Preto.

Acompanharam os trabalhos de campo o Promotor de Justiça Carlos Eduardo Dutra Pires, pelo membro do COPAM Eduardo Gomes e o Eng. José Eustáquio S. Oliveira, gerente de produção da empresa.

A localização da área vistoriada foi devidamente identificada por GPS, em coordenadas geográficas. Para a documentação fotográfica utilizou-se de câmaras digitais.

III - AVALIAÇÃO AMBIENTAL

A lavra de argila na mineradora é a céu aberto, por tiras, lavrada num único banco de espessura média de quatro metros. A parte capeante do solo é removida e estocada em área no entorno da mina para ulterior utilização no processo de recuperação da área explorada.

No dia da vistoria as atividades encontravam-se paralisadas e a área de extração estava parcialmente coberta por água proveniente das fortes chuvas que caíram na região. Segundo o representante da empresa, a extração de argila é realizada por retro-escavadeira e o transporte da mina até a indústria cimenteira é feita por caminhões basculantes.

A argila extraída é tratada termicamente na indústria (forno de calcinação a 800°C) e depois alimenta um moinho de cimento.

A reserva da mina era de aproximadamente 1 milhão de toneladas, já tendo sido extraídas cerca de 800 mil toneladas, restando, portanto, cerca de 200 mil toneladas a serem extraídas. A área de intervenção é de aproximadamente 25 ha Os trabalhos de lavra iniciaram-se no ano de 1997 e deverão ser concluídos no final de 2007.

A recuperação ambiental vem se processando de maneira muito lenta, apresentando reabilitação em menos de 4 ha de um total de cerca de 22 ha já trabalhados, em quatro frentes de lavra. Segundo o representante da empresa, tal atraso na recuperação decorre da

necessidade de se ter todas essas frentes de lavra para blendagem e obtenção da argila mais adequada ao processo industrial.

Os danos ambientais mais relevantes referem-se à supressão de vegetação (gramíneas com poucas unidades remanescentes do cerrado), modificação da topografia original, alteração das características hídricas do terreno, dando origem a novos corpos d'água superficiais.

Estes novos corpos d'água superficiais estão sendo divididos em diversas bacias por solicitação dos proprietários da área que pretendem, após a conclusão da lavra, utilizá-los para fins agropecuários (sedentação de animais, criatório de peixes, etc.).

Observou-se a presença de bovinos na área dificultando o trabalho de reabilitação, demonstrando a necessidade de isolamento adequado dos locais em processo de recuperação.

IV - CONDICIONANTES SUGERIDAS

Além das condicionantes já previstas na licença ambiental, propõe-se as seguintes medidas:

- a) apresentar estudo ambiental que conclua sobre a conveniência de subdividir os novos corpos d'água decorrentes da atividade de lavra ou manter um único grande lago.
- b) manter as áreas em reabilitação isoladas evitando o pisoteio e pastagem de bovinos.

V - COMPENSAÇÃO DOS DANOS AMBIENTAIS

Utilizou-se para cálculo dos valores compensatórios a metodologia utilizada pelo Centro de Apoio Operacional do Meio Ambiente do Ministério Público, bastante assemelhada ao método proposto por Josimar Ribeiro de Almeida (Perícia Ambiental; Thex Editora; Rio de Janeiro; 2.000).

Segundo a metodologia, o dano ambiental é expresso:

Onde VD é o valor do dano, VC é o valor compensatório e DM é o dano moral.

Considerando que a área deverá ser integralmente reabilitada, será calculado apenas o valor compensatório, que é expresso por:

$$VC = VE \times SD \times FA;$$

Onde VE é a vantagem econômica obtida, SD é o somatório de danos e FA são os fatores de adequação.

A vantagem econômica vai ser fixada pelo ganho de capital decorrente da não recuperação no momento oportuno, ou seja, a vantagem econômica que o minerador obteve ao não desembolsar o capital necessário à recuperação concomitantemente à atividade de lavra.

No presente caso, houve uma extração de aproximadamente 800 mil toneladas, sendo que em apenas ¼ desse total promoveu-se a recuperação. Adota-se uma área extraída e não recuperada de 18 ha.

O valor da extração, segundo o próprio representante da empresa, é de aproximadamente R\$ 2,00 por tonelada. Assim obtém-se um custo de extração total, vinculado à área não recuperada de:

$$600.0001 \times 2,00 \text{ reais} = 1.200.000 \text{ reais}$$

Adota-se como custo de recuperação ambiental, no presente caso, 10% do custo de extração da argila, obtendo-se assim, um custo final de recuperação da área remanescente de R\$ 120.000,

Adotando-se para cálculo de acumulação de capital:

$$VE = (120.000 / 7) \times \text{FRS}(6,7) - \text{capital inicial}$$

$$i = 6\% \text{ ao ano (juros legais)}$$

$$* = 7 \text{ anos de extração}$$

Obtém-se:

$$VE = 23.828,00 \text{ reais .}$$

Cálculo do somatório de danos:

ASPECTOS	PARÂMETROS DE AGRAVOS	ÍNDICES
1 -SOLO/SUBSOLO		
	Toxidade da emissão	0
	Localização em relação a áreas protegidas	0
	Assoreamento de corpos d'água	0
	Alteração na capacidade de uso da terra	2
	Dano ao relevo	2
	Tempo para o reequilíbrio	1
	MEDIA	0,83
2- AR		
	Toxidade da emissão	0
	Proximidade de centros urbanos	0
	Localização em relação a áreas protegidas	0
	Alteração da qualidade do ar	0
	Tempo para o reequilíbrio	0
	MEDIA	0
3- ÁGUA		
	Toxidade da emissão	0
	Comprometimento do aquífero	1
	Localização em relação a áreas protegidas	0
	Alteração da classe do corpo d'água	1
	Alteração na vazão/volume d'água	1
	Tempo para o reequilíbrio	1
	MEDIA	0,75
4- FAUNA		
	Localização em relação a áreas protegidas	0
	Ocorrência de espécies ameaçadas de	0
	Ocorrência de espécies endêmicas	0
	Alteração nos nichos ecológicos	0
	Tempo para o reequilíbrio	0
	MEDIA	0
5- FLORA		
	Localização em relação a áreas protegidas	0
	Ocorrência de espécies ameaçadas de	1
	Ocorrência de espécies endêmicas	0
	Favorecimento à erosão	0
	Alteração nos nichos ecológicos	0
	Tempo para o reequilíbrio	1
	MEDIA	0,33
6- PAISAGEM		
	Impacto visual	2
	Reversão do dano	0
	MEDIA	1
7 VALOR DE O		
	SOMATÓRIO DAS MÉDIAS	2,91

Cálculo dos fatores de adequação:

Para cada um destes fatores atribui-se um índice compreendido entre 0,7 e 1,3, o que poderá representar um aumento ou redução de até 30% (trinta por cento) do valor final de compensação ambiental.

1- nível de cooperação do degradador (c): quanto maior o interesse manifestado pelo responsável em reparar o dano, maior a probabilidade da eficácia da conduta reparadora.

c=1,0

- 2- histórico ambiental do degradador (h): o degradador primário deverá ser penalizado com menor rigor,
h = 0,8
- 3- capacidade para arcar com os custos compensatórios (p): observa-se a efetiva capacidade económica do agente degradador de arcar com a parcela indenizatória.
P = 1,0
- 4- prazo para adotar as medidas de recuperação (t): deverá ser considerado o tempo transcorrido entre a ocorrência e a conclusão das medidas adequadas de recuperação ambiental.
t = 1,2
- 5- fator de regionalização (r): avalia-se a abrangência territorial do dano ambiental,
r = 0,8
- 6- legalidade da atividade (l): aprecia-se a legalidade das atividades que causaram dano, lembrando-se que nenhuma licença administrativa pode afastar a responsabilidade pela degradação ambiental.
l = 1,0
- 7- potencial eficiência da recuperação (e): avaliar, em tese, o grau de eficiência do projeto de recuperação apresentado.
e = 0,9
- 8- capacidade de percepção da lesividade de sua conduta (s): o potencial conhecimento do agente quanto a lesividade de sua conduta.

Desta forma, o novo fator de adequação (FA) será o resultado dos diversos produtos:

$$FA = (q) \times (t) \times (r) \times (c) \times (h) \times (p) \times (l) \times (e) \times (s)$$

$$FA = 0,83$$

Logo, o valor compensatório final é de :

VC -R\$ 57.551,00 (cinquenta e sete mil, quinhentos e cinquenta e um reais).

Ouro Preto, 06 de dezembro de 2005

Wilson José Guerra
Engenheiro Geológico

Flávia Gonçalves Barbalho
Estagiária - Eng. Ambiental

Renata A. Lima de Paula
Estagiária - Eng. Ambiental

Teresa Cristina Ibraim
Estagiária - Eng. Ambiental

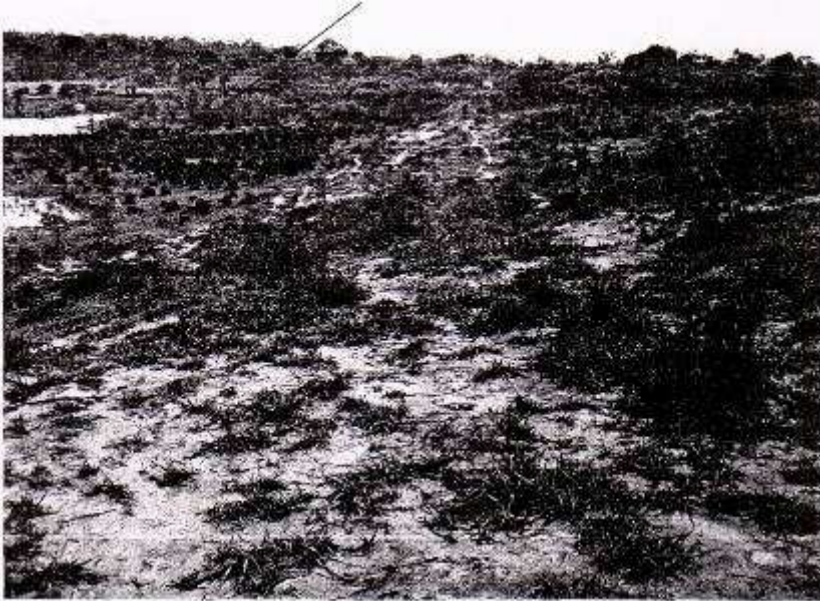
REGISTRO FOTOGRÁFICO

Foto 1- Área já lavrada e parcialmente recomposta pela vegetação.

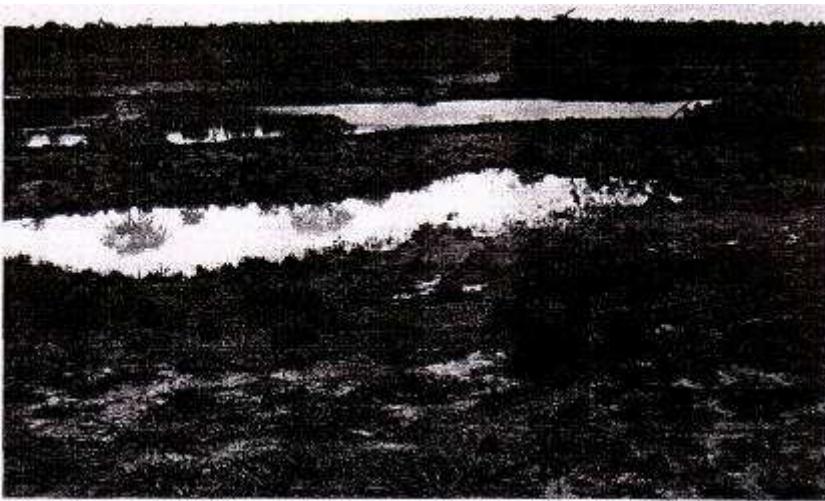


Foto 2- Antigas áreas de extração.



Foto 3- Frente de lavra paralisada decorrente às condições do tempo.



Foto 4- Antigas áreas de extração.



Foto 5- Frente de lavra.



Foto 6- Vegetação ao entorno (gramíneas com resquícios de cerrado).



o.



Foto 8 - Corpos d'água subdivididos decorrentes da atividade de extração.

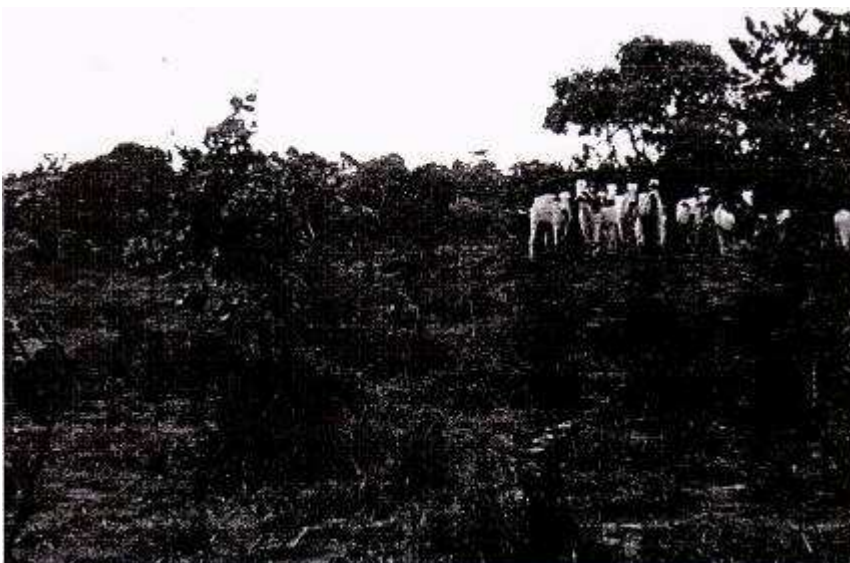


Foto 9- Presença de animais na área em processo de recuperação.