



## 14 - VERIFICAÇÃO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA IMPLANTAÇÃO DE UMA USINA DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES DE BAIROS DE CLASSE MÉDIA E ALTA DE JOÃO PESSOA: ESTUDO DE CASO PARA RESIDÊNCIAS UNIFAMILIARES

### **Fabiana Lima Onofre**

Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Aluna de iniciação científica PIVIC/UFPB.

### **Gilson Barbosa Athayde Júnior<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Civil pela Universidade Federal da Paraíba, Doutor em Engenharia Civil pela University of Leeds - Inglaterra. Professor do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba.

### **Claudia Coutinho Nóbrega**

Engenheira Civil pela Universidade Federal da Paraíba, Doutora em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande. Professora do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Juiz Agrícola Montenegro, 105/1404, Miramar, CEP.: 58.032-210. João Pessoa-PB. Fone: (83)xx3226-9530. E-mail: gbathayde@bt.jpa.com.br.

### **RESUMO**

A reciclagem é um importante mecanismo de gerenciamento de resíduos sólidos. Uma etapa fundamental que antecede estudos de reciclagem é a determinação da composição gravimétrica do resíduo a ser reciclado. O objetivo deste trabalho é a determinação da composição gravimétrica de resíduos sólidos exclusivamente domiciliares provenientes de residências unifamiliares de bairros de classe média e alta de João Pessoa, além do levantamento do valor econômico dos respectivos itens recicláveis e verificação da viabilidade econômica da implantação de uma usina de reciclagem para tais resíduos. A composição gravimétrica encontrada é semelhante àquela encontrada na literatura para cidades brasileiras, com predominância do item matéria orgânica, com aproximadamente 75%. Com a reciclagem dos RSD aqui referidos, poder-se-ia auferir uma receita bruta anual de R\$ 2.132.592,08, que se comparada com os custos de implantação/operação de uma usina de reciclagem/compostagem serviria para se analisar a viabilidade econômica da reciclagem de tais resíduos na cidade de João Pessoa. Os resultados mostraram que uma usina de reciclagem/compostagem para as condições de mercado encontradas em João Pessoa é empreendimento economicamente inviável. Caso houvesse coleta seletiva, o empreendimento seria economicamente viável, com receita líquida anual de R\$ 3.155.281,81, relação benefício/custo de 7,98 e período de retorno de menos de 2 anos. Estes resultados mostram a importância da coleta seletiva para projetos de reciclagem.

**PALAVRAS-CHAVE:** reciclagem, resíduos domiciliares, viabilidade econômica.

### **INTRODUÇÃO**

Os resíduos sólidos (RS), comumente chamados de lixo, costumam ser definidos como todo e qualquer material descartado, proveniente das atividades humanas. No entanto, nem tudo que é descartado pelo homem deveria ser considerado como lixo, visto que muitos dos materiais que se encontram no lixo podem ser reciclados, diminuindo, assim, a quantidade de resíduos gerada.

Há muito tempo, o lixo não era visto como um problema, pois ele era gerado em menor quantidade, e sua maior parte era composta por materiais degradáveis, facilmente transformados pela natureza. No entanto, a população cresceu bastante, migrou da área rural para as cidades, seus hábitos mudaram, passaram a consumir mais produtos industrializados e, com isso, passaram a existir no lixo as embalagens longa vida, sacos plásticos, isopor, latas, dentre outros; materiais esses que demoram muito para serem degradados.



Atualmente, cada habitante gera em média 5 kg de resíduos sólidos domiciliares (RSD) por semana, o que multiplicado por toda a população se torna um número exorbitante. Mas enquanto o lixo vem aumentando, os locais para disposição de todos esses resíduos estão se esgotando, e é necessário que haja uma redução da quantidade de RSD gerada. Uma forma de se conseguir isso é através da reciclagem, que consiste numa transformação na qual materiais que seriam descartados como lixo tornam-se novamente matéria-prima, reduzindo a quantidade do RSD e a extração de recursos naturais, poupando o meio ambiente. Outro benefício que a diminuição do lixo traz é uma grande economia com a coleta, pois esta é muito dispendiosa para os cofres públicos.

No entanto, para que a reciclagem ocorra, é necessária a participação não só dos governos, mas também da população, que deve contribuir com a implantação da coleta seletiva de lixo - que consiste na segregação de tudo o que pode ser reaproveitado, como papéis, latas, vidro, plástico, entre outros - enviando-se esse material para reciclagem.

Com base nisto, o presente trabalho é um estudo feito, em residências unifamiliares em bairros de classe média no município de João Pessoa, da geração e composição de RSD e da viabilidade econômica da implantação de uma usina de reciclagem/compostagem para atender à mencionada cidade.

### COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RS NO BRASIL

Os RS têm uma composição bastante variada. Essa variação é resultado, principalmente, das características ambientais e socioeconômicas da população que o gera. Logo, o lixo gerado em uma localidade pode ser diferente do lixo gerado em outra.

Um parâmetro que bem expressa a característica do lixo é sua composição gravimétrica. Esta expressa o peso e o valor percentual (com relação ao peso total) de cada componente da massa de lixo (PEREIRA NETO, 1999).

O gráfico a seguir (PEREIRA NETO, 1999) ilustra a percentagem da composição gravimétrica do resíduo sólido domiciliar gerado no Brasil.

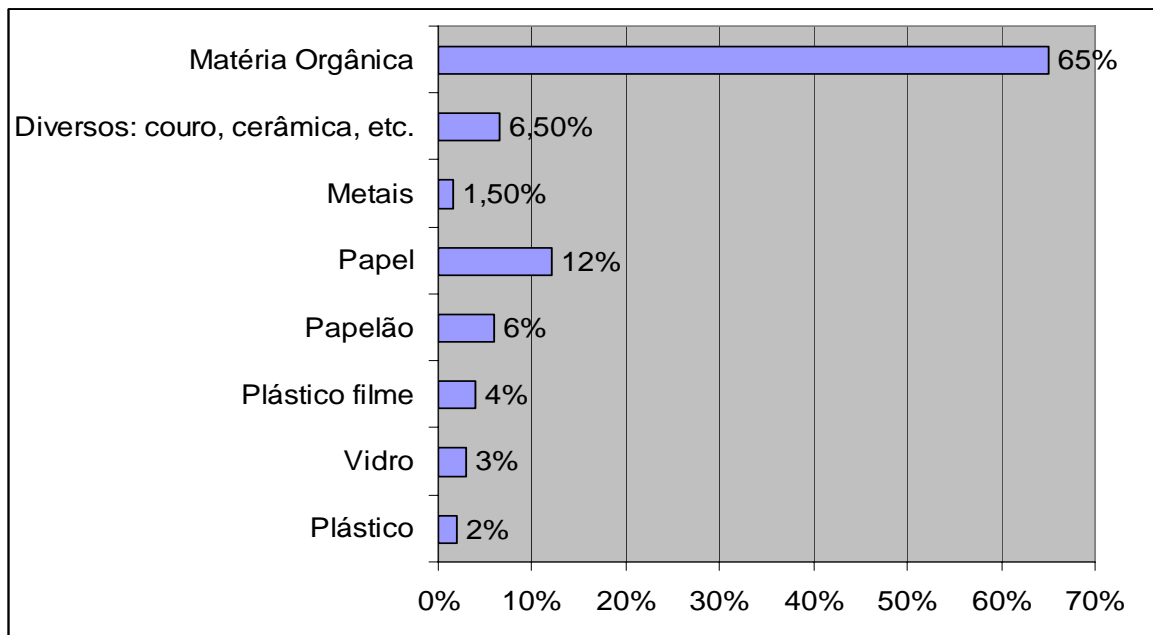


Figura 1: Composição Gravimétrica do Resíduo Sólido Domiciliar Gerado no Brasil.



## **RECICLAGEM DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES**

Reciclagem é o resultado de uma série de atividades, através da qual materiais que se tornariam lixo são desviados, sendo coletados separados e processados para serem usados como matéria-prima na manufatura de bens, feitos anteriormente apenas com matéria-prima virgem (IPT / CEMPRE, 1995).

Dentre os benefícios da reciclagem, pode-se citar: diminuição da quantidade de lixo a ser aterrado, implicando em um aumento de vida útil dos aterros sanitários; preservação dos recursos naturais; economia de energia; diminuição da poluição do ar e das águas, uma vez que o lixo terá um destino adequado; e geração de empregos através da criação de indústrias recicladoras.

Os resíduos sólidos domiciliares possuem uma grande quantidade de materiais recicláveis, dentre os quais, papéis, vidros, plásticos e, na maior parte, matéria orgânica.

A segregação dos RSD pode ser feita de duas formas: pela população, através da coleta seletiva, ou em usinas de triagem, feita após a coleta normal do lixo. Entre as vantagens da coleta seletiva está o fato de os materiais apresentarem uma qualidade melhor para serem reciclados, uma vez que estão menos contaminados pelos outros materiais presentes no lixo, além de estimular a cidadania. E entre as desvantagens podemos citar a necessidade de caminhões especiais, que passam em dias diferentes dos da coleta convencional, implicando em um custo muito maior. Outra desvantagem é o fato de mesmo havendo a segregação na fonte, pelo próprio gerador, ser necessário um centro de triagem, onde os recicláveis são separados por tipo.

No Brasil, foi constatada em 1994, através de um questionário do IPT/CEMPRE, a existência de 82 programas de coleta seletiva operados por prefeituras. Praticamente todos esses programas iniciaram a partir de 1990 e a tendência é de crescimento.

## **METODOLOGIA**

Fez-se a obtenção da composição gravimétrica dos RSD em três residências, situadas nos seguintes bairros: Jardim 13 de Maio, Tambaú e Miramar.

O quadro abaixo apresenta os dados referentes à caracterização do RSD, entre os quais: população média, data da coleta e massa gerada no dia.

A pesquisa foi realizada num intervalo de tempo de 84 dias. Dentre esses dias, escolheu-se 5 dias para ser feita a caracterização do RSD, procurando-se, para obtenção de melhores resultados, fazê-la em 5 dias de semana distintos, de segunda a sexta-feira.

O procedimento empregado para a caracterização do RSD consiste na separação manual de todo o lixo gerado no dia e posterior pesagem. Os RSD foram separados nos seguintes componentes: papel, papelão, metais ferrosos, metais não-ferrosos (exceto alumínio), alumínio, plástico filme, plástico rígido (exceto PET), PET, vidro, madeira, couro, osso, trapo, terra, matéria orgânica, borracha e outros (fraldas descartáveis, embalagens longa vida, embalagens plástico-alumínio).

Após a separação dos componentes, foi feita a pesagem de cada material em separado, através de uma balança (fabricante Brião) de capacidade de 15kg e precisão de 0,01Kg.

Abaixo, algumas figuras ilustram o procedimento da caracterização realizado nas residências: o RSD já separado em sacos plásticos distintos e um dos componentes sendo pesado.



Figuras 2 e 3: RSD a serem classificados na Residência B

Apresentam-se, na tabela a seguir, os dados referentes a caracterização do RSD nas 3 residências pesquisadas.

**Tabela 1: Dados da caracterização do RSD nas residências pesquisadas.**

RESIDÊNCIAS	DATAS DE COLETA	MASSA DE RSD GERADA NO DIA (KG)	POPULAÇÃO MÉDIA
A	26/09/2007	2,750	2,95
	06/11/2007	2,500	
	08/11/2007	2,100	
	09/11/2007	0,550	
	-----	-----	
B	10/10/2007	5,570	6,63
	13/11/2007	5,535	
	22/11/2007	5,300	
	23/11/2007	5,150	
	17/12/2007	5,975	
C	19/03/2008	4,095	5,55
	27/03/2008	1,165	
	31/03/2008	5,550	
	01/04/2007	0,990	
	04/04/2007	2,990	

## RESULTADOS

### Composição gravimétrica

Seguindo a metodologia descrita acima, obtivemos a composição gravimétrica nas três residências analisadas.

Na tabela a seguir, estão apresentados os dados obtidos fazendo-se a média dos 5 dias em que foram feitas as caracterizações em cada residência, e, a partir das médias obtidas nas residências A, B e C, obtivemos uma média desses três dados.



**Tabela 2: Composição Gravimétrica das residências A, B e C e média da composição nessas três residências.**

ITENS	Residência A	Residência B	Residência C	Média
Matéria orgânica	77,506	77,427	70,089	75,283
Papel	1,133	2,617	12,811	5,297
Plástico filme	4,467	4,515	5,156	4,694
Plástico rígido (exceto PET)	2,207	3,345	2,742	2,920
Papelão	3,172	2,035	2,933	2,547
Vidro	2,823	0,972	0,736	1,304
Embalagens longa-vida	2,455	0,492	0,258	0,850
PET	0,000	0,751	1,554	0,824
Alumínio	0,051	0,019	2,458	0,744
Metais ferrosos	0,364	1,069	0,401	0,719
Trapo	0,616	0,252	0,195	0,314
Madeira	0,000	0,000	0,000	0,000
Outros	5,206	6,505	0,665	4,503

Como podemos observar na tabela, a matéria orgânica foi o item mais presente no lixo, o que confirma o que foi visto na literatura. Depois da matéria orgânica, o item que apresentou maior percentual nos resíduos foi o papel. A percentagem dos demais materiais também se encontra em acordo com o visto na literatura, podendo-se tomar como parâmetro a figura 1, extraída de PEREIRA NETO (1999), que apresenta a composição gravimétrica do resíduo sólido domiciliar gerado no Brasil.

Sendo assim, podemos concluir que o RSD não pode ser considerados lixo, uma vez que grande parte deles, 95% de acordo com os dados apresentados na Tabela 5.1 (todos os itens, exceto trapo, madeira e outros) pode ser reciclada. Caso a matéria orgânica não fosse incluída, este percentual seria de cerca de 20%. Num trabalho anterior e semelhante a este, conduzido em edifícios multifamiliares de João Pessoa (FREITAS FILHO et al, 2007), tais percentuais foram de 83% e 21% respectivamente.

As residências estudadas foram de classe média, com rendimento médio entre 10 e 20 salários mínimos. Para a obtenção dos bairros com rendimento médio situado no mesmo intervalo das residências em estudo, fizemos uso de uma tabela fornecida pelo IBGE.

Os bairros que, de acordo com o IBGE (IBGE, 2000), possuem rendimento nesta faixa são os apresentados na tabela abaixo.

**Tabela 3-Bairros com rendimento mediano situado na faixa de 10 a 20 salários mínimos**

BAIRROS	POPULAÇÃO (habitantes)
Aeroclube	4057
Brisamar	4148
Cabo Branco	5439
Bairro dos Estados	6479
Jardim Oceania	10015
Manaíra	19289
Miramar	6986
Ponta dos Seixas	383
Tambaú	6782
Tambauzinho	4466
<b>TOTAL</b>	<b>68044</b>



### Valor econômico dos itens recicláveis

Taxa per capita de geração de RSD (q) da amostra para as três residências estudadas (LIMA, 2008):

Residência a: taxa per capita ( $q_a$ ) = 589g/ hab x dia

Residência b: taxa per capita ( $q_b$ ) = 810g/ hab x dia

Residência c: Taxa per capita ( $q_c$ ) = 492g/ hab x dia

A partir desses três dados, determinou-se o q médio baseando-se na média ponderada das três residências, sendo o peso de cada um igual a sua população média (ver tabela 2) durante o período estudado.

Logo:

$$q = \frac{P_a \times q_a + P_b \times q_b + P_c \times q_c}{\sum P_i}$$

$q = 650,26$  g/ hab x dia ou  $0,237$  t/ hab x ano.

Com o somatório da população dos bairros representados pela amostra, chegamos ao número de pessoas que deverá ser atendida pela usina de reciclagem proposta.

População total =  $\sum$  população dos bairros = 68044 habitantes (ver tabela 3)

Para uma população de 68044 habitantes, a quantidade de lixo (Q) em toneladas por ano, será:

$Q = \text{População total} \times \text{Taxa per capita} = 68044 \times 0,237 = 16.149,923$  t/ ano

A receita bruta é a quantidade de cada material multiplicado pelo seu respectivo valor de venda. No caso do processo de compostagem, existe uma perda de massa da matéria devido à diminuição da umidade ao longo do processo. Desta forma, parte da água se perde, diminuindo o peso total. Assim, um coeficiente de minoração de 0,625 foi aplicado à massa de matéria orgânica para se estimar a massa do composto orgânico (húmus).

A tabela 4 mostra a quantidade de cada material reciclável, em tonelada por ano, estimada para uma população de 68044 habitantes, e seus respectivos valores pra venda. Multiplicando-se, então, a massa gerada no ano (ton/ano) pelo valor de venda (R\$/ton), obtemos a receita anual bruta (R\$/ano). O preço de cada item foi fornecido por uma empresa local que compra materiais recicláveis. Percebe-se que o item correspondente a maior receita bruta é o plástico filme, devido à relativa grande participação no computo total dos RSD, seguido pelo item alumínio, que tem o maior valor comercial por unidade de peso. Salienta-se que a receita anual bruta seria ainda maior caso outros bairros fosse incluídos no computo. Além do valor financeiro, não se pode deixar de considerar outros benefícios oriundos da reciclagem, notadamente os de natureza ambiental, como, por exemplo, a economia de matéria-prima e de espaço em aterros sanitários.

**Tabela 4: Média, preço e receita bruta de cada material reciclável.**

Itens	Média (t/ano)	Preço do material reciclável (R\$/t)	Receita Bruta (R\$/ano)
Matéria orgânica (húmus)	12158,15	20	151976,83
Plástico filme	855,46	600	513276,85
Papel	758,08	530	401781,01
Vidro	471,58	90	42442,00
Plástico rígido	411,34	800	329070,83
Papelão	210,59	540	113721,30
Metais ferrosos	137,27	340	46673,28
Alumínio	120,16	3300	396512,91
PET	116,12	1050	121923,84
Embalagem longa-vida	50,71	300	15213,23
<b>TOTAL</b>	<b>16149,76</b>		<b>R\$ 2.132.592,08</b>





### a) Custos de uma usina de reciclagem/compostagem

Para esta quantidade de resíduos, estima-se que duas esteiras de 20 metros cada serão suficientes para atender a demanda. A área para comportar tais esteiras e infra-estrutura complementar foi estimada em 14.000 m<sup>2</sup>.

O cálculo da área necessária foi feito levando-se em consideração a extensão dos equipamentos e o espaço necessário para os funcionários trabalharem. A triagem é composta de 2 esteiras com extensão de 20 m e largura de aproximadamente 1,2 m cada uma, e a prensa, usada para fazer os fardos do material selecionado. O processo de compostagem a ser realizado é o método natural, que é um processo bem simplificado e de baixo custo. O material a ser compostado será disposto em leiras, que são montes de forma prismática, com seção reta aproximadamente triangular.

A infra-estrutura da área deverá comportar, além do local de triagem e do pátio de compostagem, banheiros para os funcionários e um escritório, contendo uma sala de administração e um banheiro.

Apesar do projeto propor o funcionamento da usina por 20 anos, não foi possível calcular a projeção populacional, para que se verificasse o aumento da população a cada ano, isto porque, de acordo com o IBGE, até os dias de hoje só havia sido realizado um censo que levantasse a população de cada bairro de João Pessoa. Este fato impossibilita a previsão de como seria a curva que representa o crescimento populacional dos bairros estudados.

### Custos de implantação

Os custos iniciais são os provenientes da compra da área, bem como da construção do galpão que irá comportar a triagem e a compostagem dos resíduos sólidos coletados. Ainda deve-se considerar a compra dos equipamentos necessários para o funcionamento da usina. O quadro abaixo discrimina os custos de cada um dos itens necessários.

Para a estimativa do custo da construção do galpão, foi solicitado um orçamento a uma firma local especializada em construção com pré-moldados.

**Tabela 5: Gastos com a implantação de uma usina de reciclagem/compostagem**

Itens	Custos (R\$)
Área de 14.000 m <sup>2</sup>	50.000,00
Construção do galpão	1.300.000,00
2 esteiras	220.000,00
1 prensa	23.500,00
1 pá carregadeira	250.000,00
10 trituradores de resíduos sólidos orgânicos	8.420,00
<b>Total</b>	<b>R\$ 1.851.920,00</b>

### Custos operacionais

Energia elétrica (EE): de acordo com LIMA (2006), a energia gasta em uma usina de triagem é da ordem de R\$ 70,00 por mês por tonelada diária processada (dados da usina de triagem do baixo Roger). Por ano, teríamos um gasto de R\$ 37.166,95.

Pessoal (P): A previsão feita foi de um total de 56 funcionários, segundo o descrito em IPT/Cempre (1995). O valor do salário mínimo considerado foi o vigente (R\$415,00).



**Tabela 5: Gasto mensal com pessoal**

Pessoal triagem	Quant.	Sal. Mín.*	Valor sm.	Total
Supervisor	1	8	415	3.320,00
Vigilantes	4	2	415	3.320,00
Operários	50	1,5	415	31.125,00
Tratorista	1	2	415	830,00
Total				38.595,00
encargos				17.560,73
TOTAL MENSAL				R\$ 56.155,73

\* Salario mínimo de R\$ 415,00

Manutenção (M): Foi previsto um gasto anual de R\$12.000,00 para as despesas de manutenção.

Coleta (C): Segundo a EMLUR (2008), em João Pessoa, o custo da coleta de lixo está em torno de R\$ 67,00 por tonelada. Multiplicando este valor pela quantidade de lixo gerado em um ano (16.149,92 toneladas), calcula-se um custo de R\$ 1.082.016,75.

Combustível da pá carregadeira (CP): De acordo com catálogos de fabricantes, o consumo médio de combustível de uma pá carregadeira é de 8 litros por horas. Considerando um funcionamento de 4 horas diárias de trabalho e o valor atual do litro do diesel, cerca de R\$ 1,95, temos um custo anual de R\$22.776,00.

Despesa evitada com aterro: Sendo o RSD reciclado, não mais precisará ser aterrado e, assim, o aterro entrará como uma despesa evitada no cômputo da receita bruta. A despesa evitada com o aterro será de R\$ 18,04 por tonelada de lixo. Sendo o lixo gerado igual a 16.149,92 ton/ano, a despesa evitada em um ano é R\$ 291.344,61.

### Viabilidade econômica

Para o cálculo da viabilidade econômica, levou-se em consideração uma vida útil igual há 20 anos para o funcionamento da usina, bem como uma taxa de 8,25% de juros anuais. Esta taxa de juros foi escolhida com base na praticada pelo BDNES para financiamento de projetos na área de saneamento básico/ambiental (BNDES, 2008).

### Receita líquida

A receita líquida anual será a diferença entre o valor da receita bruta e os custos de energia, pessoal, manutenção, coleta e combustível, adicionado a despesa evitada com o aterro, uma vez que sendo o RSD reciclável, não mais precisará ser aterrado.

Com isso, tem-se:

$$RL = RB - EE - P - M - C - CP + DEA = -R\$ 302.453,54$$

RL= Receita Líquida

RB= Receita Bruta

EE= Energia Elétrica

P= Pessoal

M= Manutenção

C= Coleta

CP= Combustível da Pá-carregadeira

DEA = Despesa evitada com aterro





### Análise econômica: relação benefício/custo

A relação benefício/custo encontrada foi de -1,70. Diante do valor encontrado, conclui-se que a implantação da usina de reciclagem/compostagem é inviável e que apresenta um benefício líquido acumulado negativo conforme tabela 6 abaixo. Como podemos ver, o prejuízo no final dos 20 anos é de R\$ 3.155.587,08, ou seja, é inviável a construção de uma usina de reciclagem/compostagem na região de João Pessoa.

**Tabela 6: Análise econômica de uma usina de reciclagem/compostagem**

Ano	Receita Líquida	VPL	VPL acumulado
1	-302.453,54	-302.453,54	-302.453,54
2	-302.453,54	-279.402,81	-581.856,36
3	-302.453,54	-258.108,83	-839.965,19
4	-302.453,54	-238.437,72	-1.078.402,91
5	-302.453,54	-220.265,79	-1.298.668,70
6	-302.453,54	-203.478,79	-1.502.147,50
7	-302.453,54	-187.971,17	-1.690.118,67
8	-302.453,54	-173.645,42	-1.863.764,09
9	-302.453,54	-160.411,48	-2.024.175,57
10	-302.453,54	-148.186,12	-2.172.361,69
11	-302.453,54	-136.892,49	-2.309.254,18
12	-302.453,54	-126.459,58	-2.435.713,76
13	-302.453,54	-116.821,78	-2.552.535,54
14	-302.453,54	-107.918,50	-2.660.454,04
15	-302.453,54	-99.693,77	-2.760.147,81
16	-302.453,54	-92.095,86	-2.852.243,67
17	-302.453,54	-85.077,01	-2.937.320,67
18	-302.453,54	-78.593,08	-3.015.913,75
19	-302.453,54	-72.603,30	-3.088.517,05
20	-302.453,54	-67.070,03	-3.155.587,08

Considerando a não viabilidade econômica de uma usina de reciclagem/compostagem para as condições de João Pessoa, estudou-se também a opção do empreendimento considerando apenas a usina de reciclagem (excluindo a parte de compostagem). Assim, levaremos em consideração os mesmo dados indicados nos itens anteriores, menos aqueles relacionados à compostagem.

### b) Custos de uma usina de reciclagem

Custos Iniciais: Para uma mesma quantidade de RSD gerado por ano foram propostos os seguintes equipamentos: duas esteiras de 20,00 m de comprimento, uma prensa, uma área de 1000 m<sup>2</sup> e um galpão. O quadro abaixo discrimina os custos de cada um dos itens necessários.

**Tabela 7: Custos iniciais de uma usina de reciclagem**

	Quantidade.	Valor (R\$)	Total (R\$)
Esteira	2	110.000,00	220.000,00
Prensa	1	23.500,00	23.500,00
Área	1	50.000,00	50.000,00
Galpão	1	102.080,00	102.080,00

O valor estimado total para equipamentos e a infra-estrutura da triagem é de R\$395.580,00



### Custos operacionais

Energia elétrica (EE): a energia elétrica é de R\$ 840,00 por ano tonelada dia. Sendo produzido 44,25 toneladas por dia, o custo da energia estimado é de R\$ 37.170,00.

Pessoal (P): para triagem a quantidade de funcionários prevista é de 55 pessoas, com um salário mínimo atual de R\$ 415,00.

**Tabela 8: Custo mensal com o pessoal necessário para o funcionamento de uma usina de reciclagem.**

Pessoal triagem	Quant.	Sal. Min.	Valor sm.	Total
Supervisor	1	8	415	3.320,00
Vigilantes	4	2	415	3.320,00
Operários	50	1,5	415	31.125,00
Total				37.765,00
encargos				17.183,08
<b>TOTAL MENSAL</b>				<b>R\$ 54.948,08</b>
Salario minimo	R\$ 415,00			

O custo total de despesas com os funcionários é de R\$ 54.948,08 por mês, totalizando por ano um custo de R\$ 659.376,90.

Manutenção (M): foi previsto um gasto anual de R\$12.000,00 para as despesas de manutenção

Coleta (C): segundo a EMLUR (2008), em João Pessoa, o custo da coleta de lixo está em torno de R\$ 67,00 por tonelada. Multiplicando este valor pela quantidade de lixo gerado em um ano (16.149,92 toneladas), calcula-se um custo de R\$ 1.082.016,75.

### Viabilidade econômica

Para o cálculo da viabilidade econômica da usina de reciclagem também foi considerado uma vida útil igual há 20 anos, e uma taxa de 8,25% de juros anuais.

### Receita bruta

A Receita Bruta de cada RSD é o produto do valor de mercado do material pela sua quantidade. A tabela abaixo mostra a quantidade de resíduos sólidos gerado por uma população de 68.044 habitantes por ano, o preço de venda e a receita bruta de cada material, respectivamente.

**Tabela 9: Média, preço e receita bruta de cada material reciclável.**

ITENS	Massa	Valor de venda	Receita anual bruta
	ton/ano	r\$/ton	Valor (R\$)
Plástico filme	758,011	500,000	379.005,70
Alumínio	120,201	2800,000	336.562,91
Plástico rígido (exceto PET)	471,643	700,000	330.150,24
Papelão	411,288	280,000	115.160,59
Papel	855,520	120,000	102.662,37
PET	133,151	600,000	79.890,64
Metais ferrosos	116,189	200,000	23.237,71
Vidro	210,665	30,000	6.319,96
Embalagens longa-vida	137,200	40,000	5.487,98
<b>TOTAL</b>			<b>1.378.478,11</b>



Como a usina é apenas de triagem foi desconsiderado o valor de preço da matéria orgânica. Totalizando uma receita bruta de R\$ 1.378.478,11.

### Receita Líquida

A Receita Líquida é a diferença da receita bruta total menos o custo da energia elétrica, do pessoal da triagem, da manutenção e da coleta, somado a despesa evitada com aterro sanitário.

$$RL = RB - EE - P - M - C + DEA = R\$ -507.294,71$$

RL= Receita Líquida

RB= Receita Bruta

EE= Energia Elétrica

P= Pessoal

M= Manutenção

C= Coleta

DEA = Despesa evitada com aterro sanitário.

### Análise econômica: relação benefício/custo

Foi obtida uma relação benefício/custo de -13,38, pior que no caso da usina de reciclagem/compostagem, uma vez que a despesa evitada com o aterro diminuiu, já que a parte da matéria orgânica precisaria ser aterrada e a receita bruta diminuiu em virtude da não consideração da produção do composto orgânico.

Devido ao valor obtido, conclui-se que a implantação da usina de reciclagem também é economicamente inviável, acarretando numa benefício líquido acumulado negativo conforme tabela 10 abaixo.

**Tabela 10: Análise econômica de uma usina de reciclagem**

Ano	Receita Líquida	VPL	VPL acumulado
1	-507294,71	-507294,71	-507294,71
2	-507294,71	-468632,52	-975927,23
3	-507294,71	-432916,88	-1408844,11
4	-507294,71	-399923,22	-1808767,33
5	-507294,71	-369444,08	-2178211,41
6	-507294,71	-341287,83	-2519499,24
7	-507294,71	-315277,44	-2834776,68
8	-507294,71	-291249,37	-3126026,05
9	-507294,71	-269052,54	-3395078,59
10	-507294,71	-248547,38	-3643625,97
11	-507294,71	-229604,97	-3873230,94
12	-507294,71	-212106,21	-4085337,14
13	-507294,71	-195941,07	-4281278,21
14	-507294,71	-181007,91	-4462286,13
15	-507294,71	-167212,85	-4629498,98
16	-507294,71	-154469,15	-4783968,13
17	-507294,71	-142696,67	-4926664,80
18	-507294,71	-131821,41	-5058486,21
19	-507294,71	-121774,97	-5180261,18
20	-507294,71	-112494,20	-5292755,39

A não-viabilidade da usina de triagem é devido ao alto custo do preço da coleta que é de R\$ 67,00 por tonelada e o baixo preço de compra dos materiais recicláveis em João Pessoa.



Foi calculado o preço de custo da coleta para uma receita líquida igual à zero. Para a usina de triagem, o custo estimado foi de R\$ 35,59 por tonelada, e para a usina de triagem/compostagem foi de R\$ 48,27 por tonelada.

### c) Estudo para as condições de mercado dos itens recicláveis de São Paulo

Observou-se que o principal motivo da inviabilidade da usina de reciclagem/compostagem é a falta de mercado dos materiais recicláveis em João Pessoa e o alto custo do preço da coleta que é de R\$ 67,00 por tonelada. O preço de compra dos materiais pelas empresas é muito baixo se compararmos, por exemplo, com o estado de São Paulo. A tabela 11, apresentada a seguir, mostra os preços dos materiais recicláveis de diversos estados inclusive os de algumas cidades de São Paulo que notadamente apresentam as melhores condições de mercado de recicláveis.

Se os preços dos materiais recicláveis em João Pessoa fossem os mesmos de São Paulo, por exemplo, teríamos uma relação benefício/ custo para a usina de reciclagem de 10,32, sendo a benefício acumulado de R\$ 4.082.025,27, e para a usina de reciclagem/compostagem a relação benefício/custo é de 3,36, sendo o benefício acumulado positivo de R\$ 6.219.193,58, todas calculadas ao final de 20 anos.

**Tabela 11: Preço do material reciclável em algumas cidades do Brasil (CEMPRE, maio/2008), preço da tonelada em real.**

	Papelão	Papel Branco	Latas de Aço	Alumínio	Vidro Incolor	Vidro Colorido	Plástico Rígido	PET	Plástico Filme	Longa Vida
<b>Ceará</b>										
Nova Olinda	170PL	350PL	200PL	2.700PL	-	-	550PL	600PL	400PL	-
<b>Mato Grosso do Sul</b>										
Barsilândia	220PL	120PL	200PL	3.500PL	-	-	350L	600PL	350PL	100PL
<b>Minas Gerais</b>										
Belo Horizonte	300PL	380PL	200	3.400PL	-	-	800PL	1.000PL	400PL	300PL
Itabira	350PL	500PL	350PL	3.300PL	170PL	140PL	760PL	1.200PL	1.200PL	350PL
<b>Rio de Janeiro</b>										
Rio de Janeiro	200PL	450PL	200PL	3.000PL	140	100	650PL	1.500PL	650PL	200P
<b>São Paulo</b>										
Caçapava	300PL	150PL	300PL	3.100PL	-	80	110PL	800PL	200PL	50PL
Guarujá	290PL	300L	280L	2.900L	60L	30L	900PL	1.150PL	500PL	160PL
Santos	160	250	-	3.100	80	80	650	500	650	150PL
São Bernardo	520PL	530PL	350PL	3.000PL	120	100	800P	1.100P	500P	300P
SP/Coopere	540P	500P	330	3.500	220	100	900P	1.100P	600P	280P
SP/Granja Julieta	540PL	250PL	280PL	3.300PL	120	100	300PL	1.000PL	1.000PL	300PL
SP/São Mateus	300	470	340	3.300	150	90	450	800	-	200

P = prensado - L = limpo - I = inteiro - C = cacos - UN = unidade

### d) Estudo considerando a existência de coleta seletiva para usina de reciclagem

Uma terceira análise feita para a região de João Pessoa foi a de uma usina só de reciclagem (sem compostagem), considerando que houvesse coleta seletiva, o que acarretaria grande economia com a coleta, já que seu volume seria bastante reduzido (sem considerar a matéria orgânica).

Neste caso, a receita líquida foi positiva e igual a R\$ 3.155.281,81. Então, esta foi uma possibilidade viável, como podemos ver na tabela abaixo que representa o benefício líquido acumulado no período de 20 anos.



**Tabela 12: Análise econômica de uma usina de reciclagem (coleta seletiva)**

Ano	Receita Líquida	VPL	VPL acumulado
1	307301,11	307301,11	307301,11
2	307301,11	283226,83	590527,94
3	307301,11	261038,55	851566,49
4	307301,11	240588,53	1092155,02
5	307301,11	221740,58	1313895,59
6	307301,11	204369,20	1518264,79
7	307301,11	188358,71	1706623,50
8	307301,11	173602,49	1880225,99
9	307301,11	160002,30	2040228,29
10	307301,11	147467,56	2187695,85
11	307301,11	135914,80	2323610,64
12	307301,11	125267,10	2448877,74
13	307301,11	115453,54	2564331,28
14	307301,11	106408,80	2670740,08
15	307301,11	98072,62	2768812,70
16	307301,11	90389,51	2859202,22
17	307301,11	83308,31	2942510,53
18	307301,11	76781,85	3019292,38
19	307301,11	70766,68	3090059,06
20	307301,11	65222,75	3155281,81

A relação benefício/custo, neste caso, foi de 7,98.

Considerando os preços de São Paulo a receita líquida ficaria em R\$ 12.580.943,82 e o benefício/custo seria 31,80.

## CONCLUSÕES

Uma usina de reciclagem/compostagem para as condições de mercado encontradas em João Pessoa é empreendimento economicamente inviável, com receita líquida anual negativa de R\$ 3.155.587,08.

Uma usina de reciclagem para as condições de mercado encontradas em João Pessoa é empreendimento economicamente inviável, com receita líquida anual negativa de R\$ 5.292.755,39.

Uma usina de reciclagem para a região de João Pessoa, considerando que houvesse coleta seletiva, é empreendimento economicamente viável, com receita líquida anual positiva de R\$ 3.155.281,81, relação benefício/custo de 7,98 e período de retorno de menos de 2 anos.

Uma usina de reciclagem/compostagem para as condições de mercado encontradas em São Paulo é empreendimento economicamente viável, com receita líquida anual positiva de R\$ R\$ 6.219.193,58, relação custo/benefício de 3,36 e período de retorno de menos de 4 anos.

Uma usina de reciclagem para as condições de mercado encontradas em São Paulo é empreendimento economicamente viável, com receita líquida anual positiva de R\$ 4.082.025,27, relação custo/benefício de 10,32 e período de retorno de menos de 2 anos.

Uma usina de triagem para a Paulo, considerando que houvesse coleta seletiva, é empreendimento economicamente viável, com receita líquida anual positiva de R\$ 12.580.943,82, relação custo/benefício de 31,80 e período de retorno de menos de 1 ano.

Estes resultados mostram a importância da coleta seletiva para projetos de reciclagem.



De qualquer forma a desvantagem da implantação da usina é meramente do ponto de vista econômico, pois como já comentado em outras passagens deste trabalho, a vantagem proporcionada por uma usina de reciclagem é inestimável do ponto de vista ambiental, cuja análise não é o foco principal deste trabalho.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. Disponível em <[www.bndes.gov.br/social/saneamento.asp](http://www.bndes.gov.br/social/saneamento.asp)>. Acessado em 21.05.2008.
2. CALDERONI, S. Os bilhões perdidos no lixo. 3ª edição. Humanitas FFLCH/USP. 2003.
3. EMLUR. Empresa Municipal de Limpeza Urbana. Comunicação pessoal. 2006.
4. FREITAS FILHO J.S.; SEIXAS M.G; FAGUNDES G.S.; BESERRA L.B.S.; ATAHYDE JÚNIOR G.B., Viabilidade econômica da implantação de uma usina de reciclagem de resíduos sólidos domiciliares de bairros de classe média e alta de João Pessoa. 1º Simpósio Nordeste sobre Resíduos Sólidos, Gestão e Tecnologia da reciclagem.
5. IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. <http://www.ibge.gov.br> 2000.
6. IPT/CEMPRE. Lixo municipal – manual de gerenciamento integrado. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. São Paulo. 1995.
7. LIMA, E.G.F.S, Determinação da taxa de geração per capita de resíduos sólidos domiciliares em residências unifamiliares de bairros de classe média de João Pessoa. Relatório de Pesquisa (Iniciação Científica). Universidade Federal da Paraíba.2008.
8. LIMA, J.D. Comunicação pessoal. 2006.
9. PEREIRA NETO, J.T. Quanto vale nosso lixo. IEF/UNICEF. Belo Horizonte. 1999.
10. PMJP. Prefeitura Municipal de João Pessoa, 2008. Disponível em <[www.joaopessoa.pb.gov.br](http://www.joaopessoa.pb.gov.br)>. Acessado em 30.05.2008.