

USINA GERADORA DE ENERGIA ELÉTRICA UTILIZANDO RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: A VIABILIDADE PARA INSTALAÇÃO NA REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM – AMAZÔNIA-BRASIL

Ailson Renan Santos Picanço – UEPA

jalsoncscs@hotmail.com

Fernanda Silva de Assis França – UEPA

de.assis.fernanda@gmail.com

Leandro Dela Flora Cruz – UEPA

dfc.leandro@gmail.com

Lirha Freitas Santos – UEPA

lirha.freitas@gmail.com

Heriberto Wagner Amanajás Pena –UEPA

heripena@yahoo.com.br

Resumo:

Este artigo se propõe demonstrar uma possibilidade de investimento no setor ambiental, em uma indústria de geração de energia a partir da utilização de dejetos orgânicos e o aproveitamento de créditos de carbono. Os impactos ambientais proveniente do lixo depositado no lixão do Aurá afeta os corpos hídricos e as comunidades do entorno do lixão, tratando-se de um problema social e ambiental crônico da Região Metropolitana de Belém - RMB. Contudo, apesar do apelo ambiental, é indispensável que seja realizado um estudo acurado da viabilidade econômica de implantação da usina. Para avaliar a viabilidade do projeto, utilizaram-se os índices econômicos VPL, VPLa, ILL, ROIA, Relação Benefício Custo e TIR, em três cenários diferentes de reajustes de venda de energia. Eles demonstraram que esse investimento gera um retorno de 15,97%, 16,25%, 15,69%, respectivamente, em contraponto a Taxa Mínima de Atratividade de 7,09%, o que evidencia a vantagem em investir nesta indústria.

Palavras-Chave: *Resíduos Sólidos Urbanos, Usina “waste to energy”, viabilidade econômica*

Abstract

This article intends to demonstrate a possibility of investing in the environmental sector, in an industry of power generation from the use of organic waste and use of carbon credits. The environmental impacts from the waste dumped in landfill aura affects water bodies and the communities surrounding the dump, in the case of a chronic social and environmental problem in the metropolitan region of Belém - RMB. However, despite the environmental appeal, it is essential that you undergo a careful study of the economic feasibility of implementation of the plant. To assess the feasibility of the project, used the economic indicators NPV ANPV, ILL, Roia, Benefit Cost Ratio and IRR in three different scenarios of energy sales increases. They showed that this investment generates a return of 15.97%, 16.25%, 15.69%, respectively, against the Minimum Rate of Attractiveness of 7.09%, which demonstrates the advantage of investing in this industry.

Keywords: Municipal solid waste, plant "waste to energy", economic viability

1. Introdução

No Brasil, o manuseio e eliminação de resíduos sólidos urbanos (RSU) é um dos fatores de maior impacto ambiental que põe em risco a saúde pública. A falta de locais adequados para disposição final dos RSU ainda é uma problema enfrentado pela maioria dos municípios brasileiros.

Segundo dados obtidos na pesquisa nacional de saneamento básico, realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), cerca de 51% dos resíduos produzidos no país ainda são lançados em vazadouros a céu aberto. O problema é mais agravante na região norte do país, onde aproximadamente 59% dos municípios lançam seus resíduos em aterros sanitários, popularmente denominados de “lixões”. (ABRELPE, 2010).

E neste contexto está inserido a Região Metropolitana de Belém, que tem como principal destino de lixo urbano o Aterro Sanitário do Aurá. O projeto inicial que deu origem ao depósito de resíduos sólidos da região metropolitana de Belém incluía três unidades básicas: uma usina de incineração, uma usina de reciclagem e compostagem e um aterro sanitário. As duas primeiras unidades não foram habilitadas e o aterro, que no projeto receberia apenas cinzas e resíduos da usina de incineração e compostagem, recebe todos os tipos de resíduos. Tal fato provocou a sobrecarga da área e deu origem a uma fonte pontual e permanente de poluição que coloca em risco os recursos ambientais da região (IPEA, 1997).

A alternativa que tem se mostrado mais acertada no mundo, permitindo a disposição final adequada com reduzido impacto ambiental, é o tratamento térmico do lixo. Temperaturas elevadas, associadas a um sofisticado sistema de limpeza dos gases da combustão, satisfazem as normas ambientais mais exigentes. Essa alternativa pode se converter na geração de uma cadeia de valor a partir da produção de resíduos sólidos, com a produção de energia elétrica e a venda de créditos de carbono.

O potencial energético proveniente dos resíduos sólidos é significativo. Segundo Kiser (2003), uma tonelada de RSU possui uma capacidade calorífica de 1900kcal/kg, que equivale à capacidade de um tambor de 200L de petróleo. E pode fornecer 520kwh ou 2,5t de vapor (40bar e 400°C).

Levando em consideração os potenciais impactos ambientais resultantes da disposição inadequada dos resíduos sólidos urbanos, associado ao fato do Município de Belém-PA não possuir um sistema adequado de disposição final dos resíduos sólidos em funcionamento este estudo pretende analisar a viabilidade econômica de instalação de uma usina “*waste-to-energy*” (aproveitamento da capacidade calorífica dos resíduos sólidos para a produção de energia elétrica), a partir do processo de “*mass burning*”, que transforma a biomassa proveniente dos resíduos sólidos urbanos em fonte calorífica de energia elétrica. Para isto, pretende-se:

- Realizar uma análise acerca da área de deposição do RSU da Região Metropolitana de Belém (Aterro Sanitário do Aurá);
- Estudar a cadeia de valor dos resíduos sólidos atualmente, comparando com a possibilidade de criação da usina termoeletrica à biomassa;
- Realizar um estudo de viabilidade econômica a partir dos indicadores: Valor Presente Líquido (VPL); Índice de Lucratividade líquida (I.L.L.); Retorno Adicional sobre o Investimento Inicial (R.O.I.A.), Relação Custo/Benefício e; “*Payback*”;

- Realizar uma análise de sensibilidade a partir do estudo de viabilidade econômica.

Apesar das questões ambientais supracitadas, é importante avaliar a viabilidade de criação de uma usina “*waste-to-energy*” sob a óptica econômica, aplicada à realidade local, às legislações vigentes, para poder propor a criação da usina a fim de atender às demandas da Região Metropolitana de Belém (RMB).

2. Fundamentação Teórica e os Índices de Avaliação

Um projeto de investimento consiste na identificação e análise das consequências mais importantes de certa decisão de aplicar recursos de capital. Essas consequências mais importantes variam de um projeto para outro, mas geralmente incluem as de ordem econômico-financeira.

Nesse sentido, a partir dos dados da estrutura de custo do café tradicional a técnica de engenharia econômica de projetos tem a finalidade de explicitar e quantificar as vantagens e as desvantagens de cada alternativa de investimento, aqui simulada duas taxas para efeito comparativo, uma vez que a informação que os projetos contêm nunca é completa, a experiência e a intuição sempre são valiosas para a tomada de decisão.

2.1 Os Principais Indicadores de Avaliação de Investimentos

Os investidores dispõem de diversos métodos para a análise de um investimento. Cada um destes enfoca uma variável diferente. O Pay Back – PB é extremamente voltado para a variável tempo enquanto o Valor Presente Líquido - VPL volta-se para o valor dos fluxos de caixas obtidos a data base. A idéia da Taxa Interna de Retorno - TIR surgiu como mais um modelo de análise de investimento, dessa vez voltada para a variável taxa. A utilização da TIR tenta reunir em apenas um único número o poder de decisão sobre determinado projeto. Esse número não depende da taxa de juros de mercado vigente no mercado de capitais (Daí o nome taxa interna de retorno). A TIR é um número intrínseco ao projeto e não depende de nenhum parâmetro que não os fluxos de caixa esperados desse projeto.

2.1.1 O Valor Presente Líquido – VPL

O valor presente líquido é o valor dos fluxos financeiros trazidos à data zero. Na disponibilidade de índices e critérios de avaliação utilizados atualmente, o VPL se constitui no mais importante e clássico método para tomada de decisões quando envolve o tratamento com fluxos monetários futuros.

A importância na utilização deste método é que ele não restringe o número de fluxos, o que engloba os projetos em diferentes horizontes de tempo (curto, médio e longo prazos), é possível também simular diferentes cenários a partir da alteração da taxa de desconto, o que estaria associado a modificações no cenário econômico do país, região ou estado. No entanto, existem algumas limitações no uso da técnica, entre as quais, a que o projeto de investimento deve ter uma escala temporal para que VPL seja determinado e nenhum critério de risco está associado ao cálculo, tendo que para complementar tal questão adicionar uma análise sensibilidade sobre as mudanças de custo de capital ou projeção de receita.

Para efeito de dedução matemática, o modelo VPL de avaliação de investimentos, pode ser visualizado melhor através do seguinte equacionamento, onde cada fluxo de caixa do projeto é trazido para o momento inicial, independente da quantidade de movimentações periódicas que se estabeleça no horizonte de planejamento. Cada fluxo descrito no modelo abaixo deve

ser líquido, ou seja, as operações algébricas consideram as diferenças entre receitas e custos envolvidos na operação.

De acordo com cada período os fluxos de caixa são descontados e a taxa de desconto é mantida constante, e também recebe o nome de taxa mínima de atratividade, o conjunto das operações objetiva indicar o saldo líquido dos fluxos subtraído do investimento inicial para recomendar se o projeto é viável ou inviável.

$$VPL = \left[\frac{FC_1}{(1+i)^1} + \frac{FC_2}{(1+i)^2} + \frac{FC_3}{(1+i)^3} + \frac{FC_4}{(1+i)^4} + \dots + \frac{FC_n}{(1+i)^n} \right] - FC_0 \quad (1)$$

De forma restrita temos;

$$VPL = \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+i)^j} - FC_0 \quad (2)$$

Considerando representação funcional para aplicação no Excel

$$VPL(i) = FC_0 + \sum_{j=1}^n FC_j / (1+i)^j - FC_0 \quad (3)$$

Onde,

FC₀ = Fluxo de Caixa verificado no momento zero (momento inicial), podendo ser um investimento, empréstimo ou financiamento.
FC_j = Fluxos de caixa previstos no projeto para cada intervalo de tempo (Entradas (+)/Saídas (-))
i = Taxa de desconto
n = Período de Tempo

O modelo de determinação do VPL adotado resulta num valor monetário que objetiva indicar se o projeto proporciona rendimentos nas três condições abaixo:

VPL > 0	Atesta-se a viabilidade econômica do projeto
VPL < 0	Atesta-se a inviabilidade do empreendimento
VPL = 0	Neste caso, a situação é indiferente, podendo aceitar ou não

A interpretação da primeira condição assegura ao produtor rural que o seu custo de oportunidade estará sendo coberto, ou seja, além de cobrir os investimentos iniciais e administrativos com uma determinada estrutura de custo, o projeto ofereceu uma remuneração acima da taxa de desconto utilizada ou de outro modo, se a Taxa Mínima de Atratividade - TMA do empreendimento foi superada por rendimentos positivos ao final do projeto, a viabilidade é atestada.

Na situação em que o $VPL < 0$, a recomendação é para desistir do investimento exatamente porque os fluxos líquidos descontados no presente a uma determinada taxa de desconto não cobriram ou remuneraram o custo de capital de forma suficiente, neste caso atesta-se a inviabilidade do projeto. No ultimo caso, a igualdade a zero do VPL cria uma situação de área inconclusiva, no entanto dificilmente os produtores bem orientados investiram esforços para trocar dinheiro no tempo.

2.1.2 A Taxa Interna de Retorno – TIR

Os indicadores de avaliação das alternativas de investimento tem na TIR um método para comparar pelo confronto puro e simples e de forma direta o retorno sobre modelo de produção diferentes, mas no entanto com horizontes de planejamento iguais. Sua importância

é crucial ao sistema econômico porque discrimina a que percentual ocorre a remuneração do capital. Portanto, este é o fator de crescimento da economia na medida em que atrair novos capitais, mas precisamente porque promove o crescimento dos capitais atuais (HESS, 1982).

A TIR é a taxa de juros que torna o valor presente das entradas de caixa igual ao valor presente das saídas de caixa do investimento. Isso quer dizer que a TIR é a taxa que "zera" o seu investimento. É uma taxa tal que se utilizada fará com que o lucro do seu projeto seja nulo ou $VPL = 0$. Esse índice relativo tem como objetivo medir a rentabilidade por unidade de tempo e o seu resultado é auferido em percentual (MOTTA, 2002).

De outro modo, a Taxa Interna de Retorno é a taxa de desconto que iguala o valor atual líquido dos fluxos de caixa de um projeto a zero, a taxa que com o valor atual das entradas seja igual ao valor atual das saídas. Para fins de decisão, a taxa obtida deverá ser confrontada a taxa que representa o custo de capital da empresa e o projeto só deverá ser aceito quando a sua taxa interna de retorno superar o custo de capital, significando que as aplicações da empresa estarão rendendo mais que o custo dos recursos usados na entidade como um todo.

Para Gitman (2004, p. 344), “a taxa interna de retorno (TIR) talvez seja a mais utilizada técnica sofisticada de orçamento de capital. Entretanto, seu cálculo manual é muito mais difícil que o do VPL”. Ela representa a taxa de desconto, em determinado momento (geralmente o momento zero – início do investimento) as entradas com as saídas previstas de caixa. É composta de retorno anual que a empresa obterá se concretizasse o projeto e recebesse as entradas de caixa previstas.

Segundo Assaf Neto (2006, p. 310), a TIR, ao considerar o valor do dinheiro no tempo, representa a “rentabilidade do projeto expressa em termos de taxa de juros composta equivalente periódica”. Em todos os projetos de investimento a TIR é indispensável como índice de decisão, principalmente porque relativizam numa taxa os ganhos ou perdas do empreendedor.

A TIR pode ser representada pela seguinte fórmula, supondo-se a atualização de todos os movimentos de caixa para o momento zero, matematicamente, a TIR é obtida resolvendo-se a equação (5) a partir da dedução da equação (4).

$$\frac{FC_0}{(1+i)^0} + \frac{FC_1}{(1+i)^1} + \frac{FC_2}{(1+i)^2} + \frac{FC_3}{(1+i)^3} + \frac{FC_4}{(1+i)^4} + \dots + \frac{F_n}{(1+i)^n} = 0 \quad (4)$$

$$VPL = \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+i)^j} - FC_0 \quad (5)$$

Para o valor de i que torna o VPL igual a zero, isto é,

$$FC_0 = \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+TIR)^j} \quad (6)$$

onde:

I₀	Montante do investimento no momento zero (início do projeto);
I_t	Montantes previstos de investimento em cada momento subsequente;
K	Taxa de rentabilidade equivalente periódica (TIR);
FC	Fluxos previstos de entradas de caixa em cada período de vida do projeto (benefícios de caixa).

O critério de aceitação do método é o seguinte:

TIR > TMA	Indica que a rentabilidade, por período, é maior do que a
---------------------	---

	rentabilidade mínima exigida para o produtor rural, o que significa a cobertura do custo de oportunidade ou atratividade financeira.
TIR = TMA	Indica que a aplicação tem rentabilidade, igual à exigida pelo produtor ou condizente com o seu custo de oportunidade, neste caso do ponto de vista financeiro deve ser aceita.
TIR < TMA	Indica que a aplicação tem rentabilidade por período, menor do que o custo de oportunidade do produtor rural, então deve haver recusa neste caso.

A TIR representa também uma medida comparativa com várias proposta de investimento e deve ser analisada em conjunto com outros índices como por exemplo o VPL.

2.1.3 Valor Presente Líquido Anualizado – VPLa

O valor presente líquido anualizado é um índice que responde as questões de ganhos anuais, tendo em vista que o VPL é uma medida de valor monetário para toda a vida do projeto, ou seja, o saldo final, enquanto o VPLa anualiza esses ganhos levando em consideração a mesma taxa de desconto ou TMA para cada ano de vigência do projeto, essa medida é importante porque estabelece uma dimensão mais real para o produtor ou investidor, isto permite uma visualização clara e objetiva durante o ciclo do produto.

Trata-se de uma variação do VPL, cuja função é demonstrar quanto de ganho líquido um projeto de investimento poderá propiciar *período a período*. Esta técnica somente é usada quando se comparam projetos com fluxos de caixa de *vidas úteis diferentes*, pois, quando os projetos possuem vidas úteis iguais, o VPLa sempre acompanhará o VPL. Também conhecido por Valor Anual Uniforme Equivalente – VAUE (DAISY, 2004)

A determinação do índice só é possível utilizando as formulas dos juros compostos, a partir dos conceitos de Valor Presente – VP; Valor Futuro – VF e o valor das prestações ou pagamentos uniformes – PMT. Nesse sentido, algebricamente temos:

$$PV = PMT \cdot \frac{(1+i)^n - 1}{(1+i)^n \cdot i} \quad (7)$$

$$PMT = PV \cdot \frac{(1+i)^n \cdot i}{(1+i)^n - 1} \quad (8)$$

Onde,

PMT = São os pagamentos uniformes decorrentes da atualização dos fluxos de caixa futuros
PV = Valor Presente ou atualizado dos fluxos de caixa, aqui nesta fórmula é sinônimo do VPL
i = Taxa de desconto ou TMA
n = Período de Tempo

Com o valor presente – PV do fluxo de caixa da serie não uniforme do projeto considerado, procede-se a anualização do fluxo, considerando para isso o VPL como valor atualizado submetido ao horizonte do planejamento a uma determinada taxa de desconto – TMA, obtendo-se assim, o fluxo de caixa anual uniforme equivalente ao tempo de duração do projeto.

2.2.4 Índice de Lucratividade Líquida – ILL

O índice de Lucratividade - ILL é uma variante do VPL, e é determinado por meio da divisão do valor presente dos benefícios líquidos de caixa pelo valor presente dos dispêndios (desembolso de capital). O método indica, em termos de valor presente, quanto o projeto oferece de retorno para cada unidade monetária investida (Neto, 2006). Em termos algébricos temos:

$$ILL = \frac{VP}{I_0} \quad (9)$$

ILL = índice de lucratividade líquida
PV = Valor Presente ou atualizado dos fluxos de caixa
I₀ = Investimento inicial do projeto

O índice de lucratividade líquida orienta o investidor qual será o retorno adicional oriundo do seu empreendimento para cada 1 unidade monetário empregada, esta medida oferece uma nova interpretação de retorno, precisamente esclarecendo em quantas vezes o investimento inicial será multiplicado.

2.2.5 Retorno Adicional sobre o Investimento – ROIA

É a melhor estimativa da rentabilidade para um projeto de investimento, representa, em termos percentuais, a riqueza gerada pelo projeto. O ROIA é o análogo percentual do conceito de Valor Econômico Agregado - EVA. Esta medida deriva da taxa equivalente ao Índice de Benefício Custo - IBC para cada período do projeto.

O retorno adicional só pode se observado a partir do cálculo do ILL, e sua medida se apresenta em percentual, fazendo um paralelo com a TIR, uma vez que sua interpretação também é anual. A comparação direta com a TIR é importante porque traz uma resposta mais realista sobre o percentual de ganhos, no entanto relativizada pelo investimento inicial do empreendimento.

$$i = \sqrt[n]{\frac{S}{C}} - 1 \quad (10)$$

O que passa a ser operacionado como

$$i = \sqrt[n]{\frac{FV}{PV}} - 1 \quad (11)$$

Com pequenas adaptações temos,

$$ROIA = \sqrt[n]{\frac{FV}{PV}} - 1 \quad (12)$$

$$ROIA = \left(\frac{FV}{PV}\right)^{\left(\frac{1}{n}\right)} - 1 \quad (13)$$

Onde,

S	Montante do investimento (fim do projeto, capital mais rendimentos);
i	Taxa de desconto ou taxa de juros submetida a rendimento;

n	Prazo do Investimento (projeto);
FV	Fluxos previstos de entradas de caixa na vida do projeto (benefícios de caixa).
PV	Fluxos atualizados do projeto;
ROIA	Retorno Adicional sobre o Investimento Inicial em substituição ao cálculo da taxa

A resolução matemática do ROIA considera primeiramente o cálculo do ILL, que passa a ser entendido como FV dos fluxos do projeto, depois desse procedimento a aplicação da expressão matemática é direta. O ROIA enquanto índice de análise de investimento nivela por baixo a taxa de rendimento do projeto, apresentando uma leitura mais condizente com o percentual anual de ganhos em relação ao investimento inicial que representa uma indagação real do investidor, produtor, entre outros.

2.2.6 O Retorno do Investimento – *PAYBACK*

Os períodos de *payback* são comumente utilizados na avaliação de investimentos. Segundo Gitman (2004, p. 339), trata-se do tempo necessário para que a empresa recupere seu investimento inicial, calculado com suas entradas de caixa. Ratificado por Assaf Neto (2006, p. 305) que o define como a “determinação do tempo necessário para que o dispêndio de capital (valor do investimento) seja recuperado por meio dos benefícios incrementais líquidos de caixa (fluxos de caixa) promovidos pelo investimento.

De a importância do índice reside no fato de que atualmente os empreendimentos estão priorizando aplicações em negócios que sejam pagáveis em menor período, isso possibilita, por exemplo, novas negociações para novos investimentos com outras taxas e prazos que visem expandir o negócio. Os ganhos do empreendimento associados a um rápido retorno ou pagamento do investimento inicial podem representar mais competitividade ao negócio, e de fato tem contribuído para o sucesso de muitos empreendimentos.

Este índice de fácil manuseio tem grande potencial de decisão comparativo entre empreendimentos, orientando o investidor/produtor as melhores alternativas, seu cálculo é relativamente simples e aqui segue a expressão empregada para fluxos de caixa regulares.

$$PB = \frac{I_0}{FC} \quad (14)$$

Onde,

PB	Payback ou prazo de retorno do investimento;
I₀	Investimento inicial em R\$;
FC	Fluxo de caixa regular do projeto

Existem empreendimentos que os maiores rendimentos só aparecem nos últimos fluxos, neste caso deve-se ponderar o uso do índice, principalmente quando o objetivo for analisar comparativamente alternativas de investimento. Isto ocorre para investimentos de longo prazo, e aí o procedimento adotado para o cálculo leva em consideração o VPL vis-à-vis (ano a ano) e quanto do investimento inicial é amortizado em cada novo cálculo do VPL.

3. Panorama de Resíduos Sólidos Urbanos no Estado do Pará

As disparidades econômicas e sociais do Estado do Pará possuem uma ligação direta com um conjunto de políticas de ocupação da Amazônia, implantadas pelos governos militares nas décadas de 1960 e 1970, com predominância de atividades extrativistas, mineração e indústria madeireira. Como consequência dessa política predatória, tem-se uma grande migração, principalmente do nordeste, bolsões de miséria, desigualdade social e degradação ambiental. Os problemas com RSU no estado do Pará são proporcionalmente similares às dificuldades encontradas no restante do Brasil e em outros países, agravados pelas dimensões continentais do estado e as disparidades sociais entre os seus municípios (VIEIRA; PONTE, 2006).

O Estado do Pará possui uma extensão territorial de 1.248.042 km² e população segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2010, de 7.443.904 habitantes distribuídos em 144 municípios, e tem a cidade de Belém como capital. Apresenta uma produção diária de 5.779 toneladas de RSU, onde 78,40% possuem alguma forma de coleta, algo em torno de 4.531 toneladas (ABRELPE, 2009).

Ainda segundo a ABRELPE (2009), das 4.531 toneladas de RSU coletadas no estado, 26,5% são destinadas a aterros sanitários; 35,1% a aterros controlados e 38,4% a lixões a céu aberto (gráfico 01). Em todo estado do Pará, não há município que possua aterro sanitário que obedeça a todos os parâmetros estabelecidos nas normas ambientais.

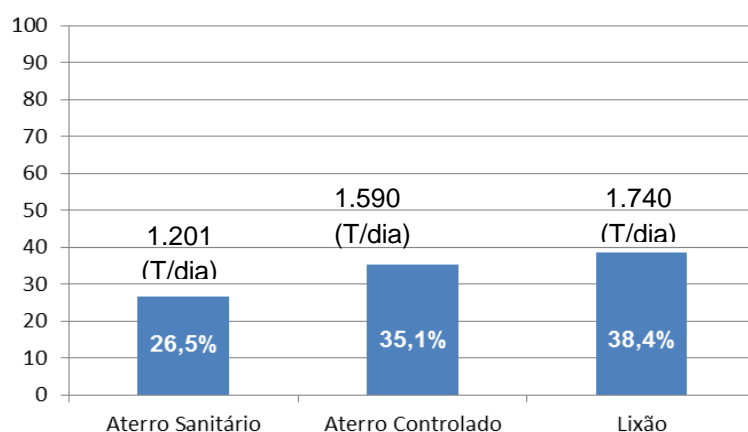


Gráfico 01: Destinação final de RSU do Estado do Pará em 2009 (Fonte: ABRELPE, 2009)

Segundo pesquisa desenvolvida pelo Instituto de Desenvolvimento Econômico, Social e Ambiental do Pará (IDESP), realizada nos municípios mais populosos do estado, foi detectado que em 51% deles, os gestores ambientais apontam a destinação final do lixo como um grande desafio ambiental e social. Podemos perceber na tabela 01 a evolução do estado em relação à coleta de RSU.

Ano	Total de Domicílios	Coletado Diretamente	Coletado Indiretamente	%
2006	1748.565	1.180.306	158.090	77
2007	1.841.975	1.364.592	97.119	79
2008	1.938.899	1.377.173	153.630	79

Quadro 1: Coleta dos resíduos sólidos por número de domicílios no estado do Pará entre 2004 e 2008 (Fonte: IDESP, 2009)

A evidente evolução quanto à coleta não minimiza os impactos sociais e ambientais causados pela destinação final desse resíduo. A busca por novas soluções mais práticas e inovadoras, e que busquem um melhor gerenciamento e incentivo para a disposição final do lixo urbano, aproveitamento energético desse resíduo e reciclagem, depende de uma ação estratégica entre os diversos setores da sociedade.

A reciclagem é apontada como uma solução clara para esses desafios, porém é pouco desenvolvida no estado. O Pará, através da implantação de programas de coleta seletiva e reciclagem em diversos municípios, tenta estimular uma mudança nesse paradigma. Buscando estruturar uma iniciativa de gestão integrada entre os diversos municípios paraenses, a Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano, dentro do programa de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (PGIRS), desenvolve ações de assessoria técnica, com atividades de recuperação de lixões, estruturação de coleta seletiva e orientações para a criação de cooperativas de catadores (GONÇALVES, 2010).

4. Estudo de Viabilidade Econômica

4.1 Metodologia

A metodologia proposta para a execução do estudo de viabilidade econômica para a criação de uma usina “*waste-to-energy*”, dar-se-á através de uma análise inicial acerca da problemática dos resíduos sólidos na região Metropolitana de Belém, abordando questões como a destinação dos resíduos sólidos, impactos ambientais gerados e produção de resíduos produzidos pela região.

Em seguida, será analisada a cadeia de valor dos resíduos sólidos, levando em consideração a cadeia logística de coleta desses resíduos, a existência de coleta seletiva que gera renda aos catadores de lixo e a centenas de famílias. Nesse contexto, será apresentada a proposta de criação da usina, abordando o princípio de funcionamento e as suas características.

Enfim, um estudo de viabilidade econômica será feito a fim de dar respostas concretas acerca da possibilidade de criação. Para tanto, se utilizará de custos de implantação, manutenção, retorno financeiro esperado (fontes de captação), taxas de atratividade e níveis de depreciação, o que fornecerá subsídios para fazer a análise de sensibilidade da temática em questão.

4.2. Caracterização do Problema

4.2.1. Análise da problemática da destinação de resíduos sólidos urbanos na Região Metropolitana de Belém-PA

O estudo foi realizado no Aterro Sanitário do Aurá, situado no município de Belém-PA, localizado no quadrante entre os paralelos 10° 10' S e 10° 30' S e os meridianos 48° 25' W e 48° 35' W, fazendo limite ao sul com o rio Guamá, ao norte com a baía do Marajó (MORALES, 2002).

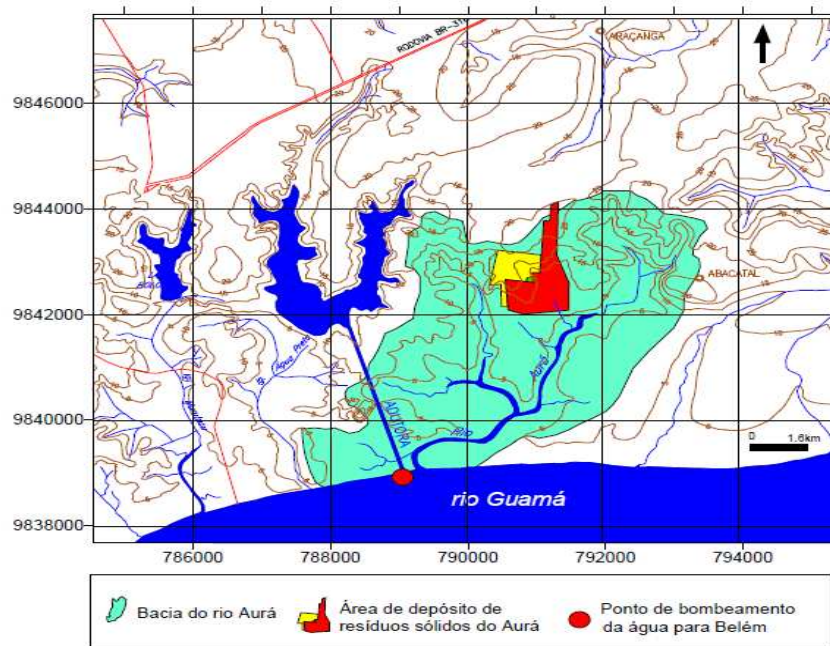


Figura 01: Mapa de localização do Aterro do Aurá (Morales, 2002)

Belém é a segunda maior metrópole da região norte do Brasil. Sua região metropolitana é composta por cinco municípios (Belém, Ananindeua, Marituba, Benevides e Santa Bárbara), sendo que só o município de Belém ocupa uma área de 50.582,30 ha e possui aproximadamente 1.392.031 habitantes (IBGE, 2010).

O aterro sanitário do Aurá, vulgarmente conhecido como “lixão do Aurá”, foi fundado em 1987, e situa-se próximo à margem esquerda do Rio Aurá (Figura 01), que por sua vez é afluente do Rio Guamá. A Oeste da área, situados a aproximadamente 1.400 metros de distância, localizam-se os mananciais Bolonha e Água Preta, principais fontes de abastecimento da região metropolitana. Ao Sul encontram-se áreas de baixadas cobertas com densa vegetação que se estende até o Rio Guamá, o Leste limita-se com áreas despovoadas. Com altitude média de 10,8 metros, o depósito de lixo do Aurá é circundado por áreas de vegetação nativa e áreas remanescentes da floresta amazônica (BAHIA, 2003).

A produção de lixo na RMB cresce de forma proporcional ao crescimento populacional (Morales, 2002), o que torna a problemática supracitada ainda mais contundente e alarmante. A partir do crescimento da produção de lixo destinado ao Aterro Sanitário do Aurá, proveniente da Região Metropolitana de Belém, e dos riscos ambientais de contaminação de recursos hídricos nas proximidades do lixão, surge a alternativa de criação de uma usina de produção de energia elétrica a partir de resíduos sólidos urbanos (RSU).

4.2.2. Análise da Cadeia de Valor dos Resíduos Sólidos Urbanos

A existência da humanidade está intimamente ligada à produção de resíduos sólidos. Este processo transforma bens de consumo ou de capital (input), através da produção ou consumo humano (processo), em artefatos que serão descartados pela sociedade, em um processo de perda gradativa de valor agregado, cujo valor, ao fim do processo, se torna mínimo ou nulo, movendo apenas a economia da reciclagem ao gerar renda aos catadores de lixo, o que, em aspecto macro, é pequeno em relação à economia como um todo, conforme pode ser visualizado no fluxograma abaixo:

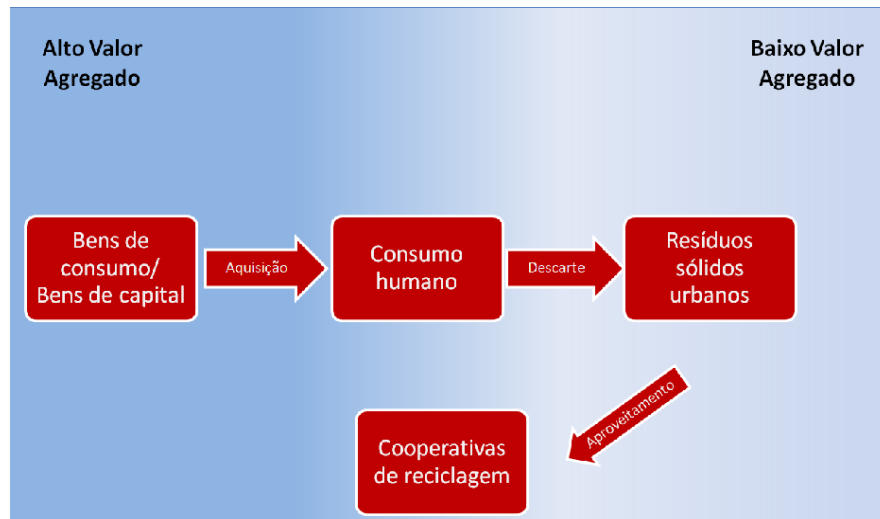


Figura 02: Fluxograma da Cadeia de Valor Tradicional de Resíduos Sólidos

A criação da usina geraria um reciclo da cadeia produtiva dos resíduos sólidos, haja vista que tem por finalidade gerar um valor agregado ao que antes era descartado, ao transformar os resíduos sólidos em fonte de energia elétrica, gás para abastecimento de indústrias (alternativa ao gás natural) e créditos de carbono. Os rejeitos da usina (escoria/cinzas) serão reaproveitados na construção civil e nos aterros sanitários.

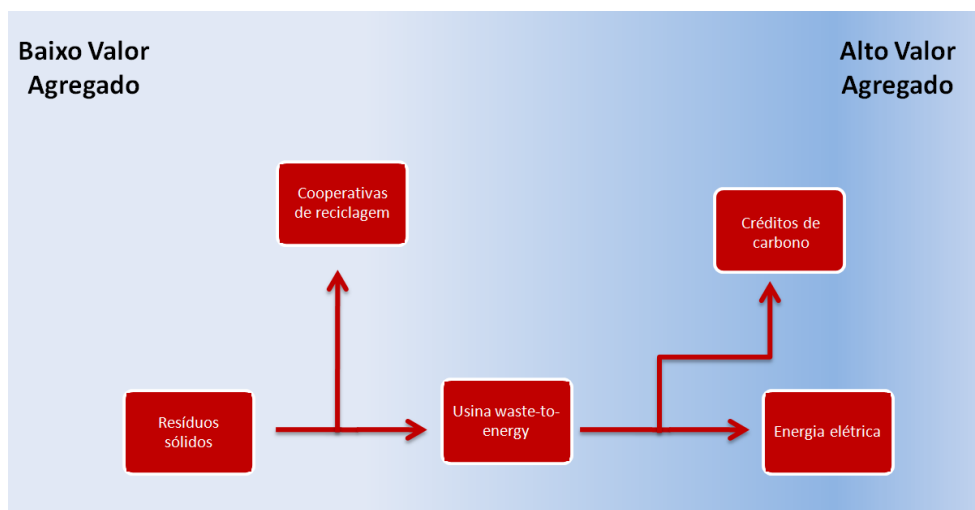


Figura 03: Fluxograma da Cadeia de Valor com a Criação da Usina

Em síntese, o que se percebe é a formação de um reciclo na cadeia de valor dos resíduos sólidos, uma vez que se atribui valor agregado ao que antes era descartado (baixo valor). Conforme pode ser visualizado na ilustração a seguir:

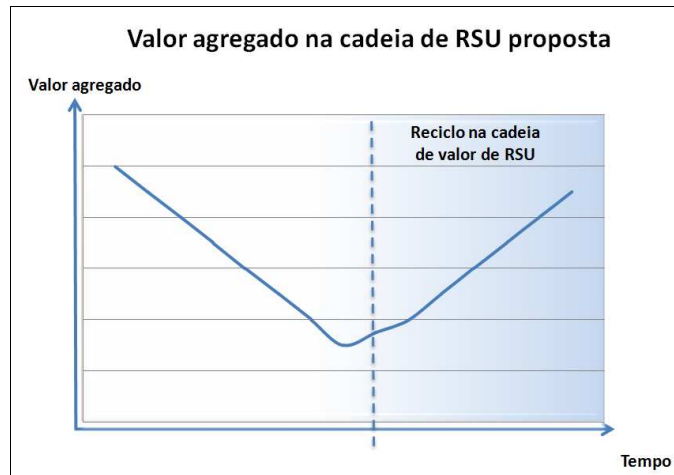


Figura 04: Reciclo na Cadeia de Valor de RSU

4.2.3. A proposta de instalação de uma usina “waste-to-energy” a partir do processo de “mass burning”

O processo consiste na incineração de resíduos, na forma em que são recebidos na UTTR, sem necessidade de triagem ou beneficiamento prévio. O calor resultante é aproveitado para geração de energia elétrica e/ou vapor para processos industriais. O rendimento alcançável em uma usina térmica utilizando RSU como principal insumo, utilizando as mais modernas tecnologias existentes no mundo, está em torno de 22%, significando, aproximadamente, 1,29MWh/ton de RSU processado (RIBEIRO, 2010).



Figura 05: Ilustração simplificada de uma usina “waste-to-energy” a partir do processo de “mass burning” (RIBEIRO, 2010)

4.3. Análise de Viabilidade econômica

Uma usina para processar 792 t/dia com PCI de 1850 Kcal/Kg (“Mass Burning”) exige um investimento inicial de aproximadamente R\$ 200 milhões e produzirá cerca de 30 715 MWe líquidos consumindo cerca de 24 362 MWt de gás natural mensalmente. Deve levar em consideração o período de instalação da usina, de cerca de 3 anos, conforme determina o projeto de instalação proposta por Bolognesi (2010). Seguem abaixo, os valores referentes a fontes de receita, custos eminentes e a taxa do financiamento:

- Custo do Gás Natural = R\$ 60,00 / MWht (R\$ 0,69 / m3)
- Crédito de Carbono = R\$ 30,00 / t de RSU
- Custo de O&M = R\$ 50,00 / t lixo processado
- Preço de Venda da Energia Elétrica = R\$ 170,00 / MWh
- Financiamento = 6% a.a. (TJLP - **Taxa de Juros de Longo Prazo – BNDS**)

A partir das características e dos dados supracitados, foi realizado o cálculo da viabilidade econômica. Nesse sentido, a geração de energia e os créditos de carbono representam um fluxo de caixa positivo, enquanto os custos com operações e manutenção (O&M) e com gás natural, representam custos, ou seja, fluxos de caixa negativos. O quadro abaixo mostra as fontes de receita, os custos e o lucro em escala mensal e anual:

	Energia	Créditos de carbono	Mensal	Total
Receitas	R\$ 5.221.550,00	R\$ 712.800,00	R\$ 5.934.350,00	R\$ 71.212.200,00
	Gás Natural	O&M		
Custos	R\$ 1.461.720,00	R\$ 1.188.000,00	R\$ 2.649.720,00	R\$ 31.796.640,00
		Lucro	R\$ 3.284.630,00	R\$ 39.415.560,00

Quadro 02: Fontes de receita e custos mensalmente e anualmente

Foram simulados três cenários para a determinação da viabilidade econômica. No primeiro, considerou-se o preço de venda da energia elétrica inalterado, nos dois seguintes, foram realizados reajustes (positivo e negativo). Para esses, ajustes utilizaram-se os últimos 15 períodos do IGPM (Índice Geral de Preços do Mercado), criado pela Fundação Getúlio Vargas (FGV), conforme elucida o quadro abaixo:

Períodos	IGPM	Períodos	IGPM
1	0,0053	9	0,01
2	0,0065	10	0,0079
3	0,0044	11	0,0069
4	-0,0012	12	0,0145
5	-0,0018	13	0,0101
6	0,0043	14	0,0115
7	0,0045	15	0,0077
8	0,0062		

Quadro 03: IGPM dos últimos 15 períodos (anuais)

Dessa forma, calculou-se o Valor Presente Líquido (VPL); o Índice de Lucratividade Líquida (I.L.L.); o Retorno Adicional sobre o Investimento Inicial (R.O.I.A.), a Relação Custo/Benefício e o “Payback”, conforme apresenta o quadro abaixo:

Índices	15 anos	15 anos com fator de atualização positiva	15 anos com fator de atualização negativa
VPL	R\$ 277.455.460,50	R\$ 280.433.868,43	R\$ 274.477.062,44
TIR	15,97%	16,25%	15,69%
VF	R\$ 632.491.700,68		
ILL	R\$ 2,39	R\$ 2,40	R\$ 2,37
VPLa	R\$ 28.567.581,09	R\$ 28.874.246,20	R\$ 28.260.916,99
Índice Benefício / Custo	R\$ 1,39	R\$ 1,40	R\$ 1,37

ROIA	2,21%	2,28%	2,13%
-------------	-------	-------	-------

Quadro 04: Indicadores nos três cenários estudados

A seguir, apresenta-se o detalhamento de cada cenário.

4.3.1. Cenário 01 – Sem reajuste no preço de venda da energia elétrica

No primeiro cenário estudado, o preço de venda foi considerado constante, e o fluxo de caixa para 15 períodos pode ser observado abaixo:

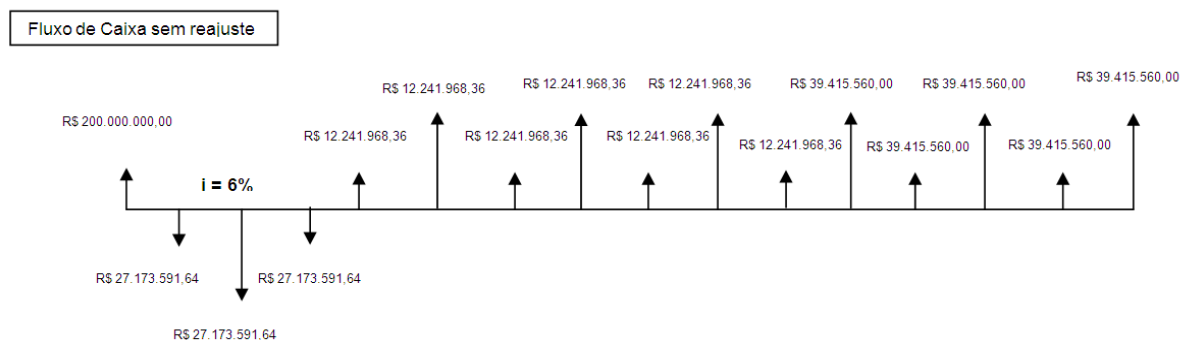


Figura 06: Fluxo de Caixa sem reajuste no preço de venda da energia elétrica

Considerando a taxa de 6%, o fluxo de caixa acima explicitado e o valor futuro de R\$ 632.491.700,68; o VPL encontrado foi de R\$ 277.455.460,50, com uma taxa interna de retorno (TIR) de 15,97%, o que cobre o custo de oportunidade (representado pela TMA) de 7,09%, caso o montante fosse aplicado na poupança. Este VPL significa que o investimento é viável economicamente. Vale observar que o ILL de R\$ 2,39 é bastante atrativo, o que significa que para cada real investido, têm-se um retorno descontado de 1,39 reais. O VPLa de R\$ 28.567.581,09 responde às questões de ganhos anuais satisfatoriamente. Nivelando por baixo a taxa de rendimento do projeto, o ROIA de 2,21% apresenta uma leitura mais condizente com o percentual anual de ganhos em relação ao investimento inicial. A relação Benefício/Custo de R\$ 1,39, por ser superior a 1(um), mostra que o benefício cobre os custos de investimento, operações e manutenção. No gráfico abaixo, pode-se observar o fluxo de caixa no horizonte de tempo.

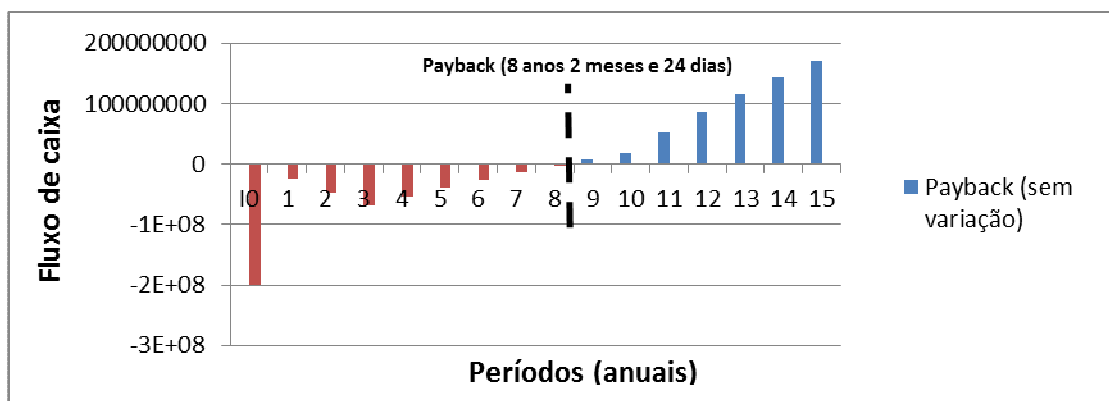


Gráfico 02: Pay back para o cenário 1

O *pay back* encontrado foi de 8 anos, 2 meses e 24 dias, ou seja, o investimento se paga em aproximadamente 8 anos, o que representa um horizonte de tempo médio.

4.3.2. Cenário 02 – Com reajuste positivo no preço de venda da energia elétrica

No segundo cenário, considerando positivo o reajuste no preço de venda da energia elétrica, observa-se que o empreendimento é viável, uma vez que o valor presente líquido calculado foi maior que zero (VPL = R\$ 280.433.868,43). A TIR foi calculada em 16,25% a.a, e a taxa mínima de atratividade considerada ficou na ordem de 7,09% a.a, ou seja, investimentos em poupança que apresentassem taxa de retorno maior que essa inviabilizavam a geração. Houve um acréscimo líquido de R\$ 1,40 para cada unidade monetária investida (ILL= R\$ 2,40), o que comprova a viabilidade do empreendimento. O retorno adicional sobre investimento, considerado melhor estimativa de rentabilidade, foi calculado em 2,28%. O VPLa de R\$ 28.874.246,20 responde satisfatoriamente às expectativas de ganhos anuais.

Abaixo pode ser visualizado o fluxo de caixa para o segundo cenário:

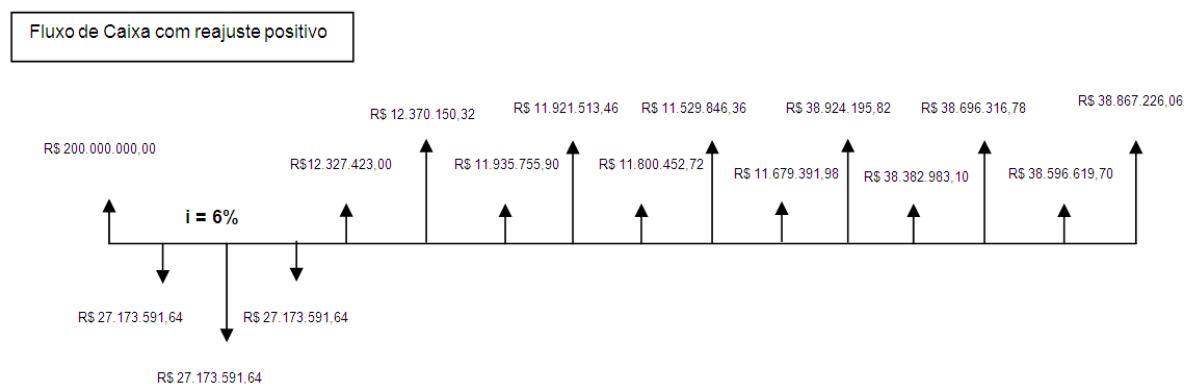


Figura 07: Fluxo de Caixa com reajuste positivo no preço de venda da energia elétrica

Em relação ao tempo necessário para o projeto pagar os custos e investimentos iniciais, nesse segundo cenário, calculou-se um tempo de *pay back* de 8 anos, 2 meses e 2 dias. Conforme pode ser observado no gráfico abaixo:

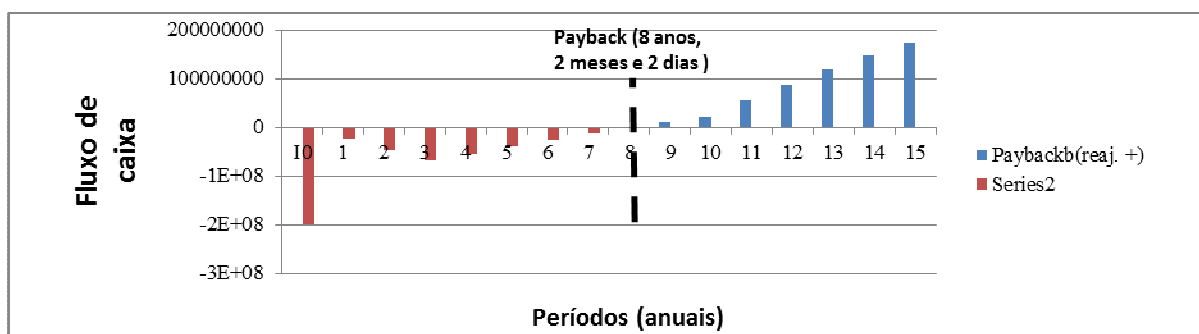


Gráfico 03: Pay back para o cenário 2

4.3.3. Cenário 03 – Com reajuste negativo no preço de venda da energia elétrica

O fluxo de caixa para o terceiro período, que considera negativo o reajuste do preço de venda da energia elétrica, pode ser visualizado a seguir:

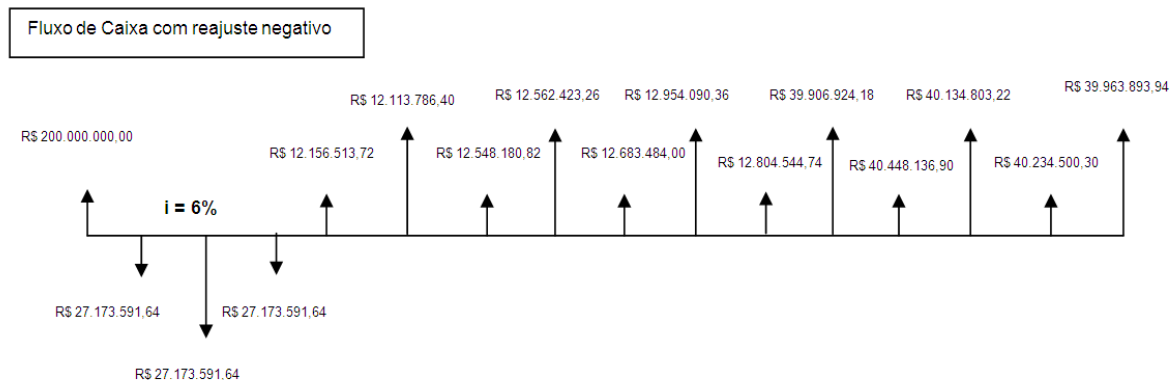


Figura 08: Fluxo de Caixa com reajuste negativo no preço de venda da energia elétrica

A partir desse fluxo de caixa, o VPL foi calculado em R\$ 274.477.062,44, e taxa interna de retorno em 15,69%, superando a taxa mínima de atratividade de 7,09% e o custo de oportunidade. Nesse cenário para cada unidade monetária investida, calculou-se um ganho de R\$ 1,37 (ILL R\$ 2,37). O VPLa apontado em R\$ 28.260.916,99 é considerado um atrativo para o investidor. A taxa de rendimento do projeto, o ROIA de 2,13%, estima a boa rentabilidade do mesmo. No gráfico abaixo, observa-se o tempo necessário que o projeto leva para superar seus custos e investimentos (*pay back* 8 anos 4 meses e 9 dias):

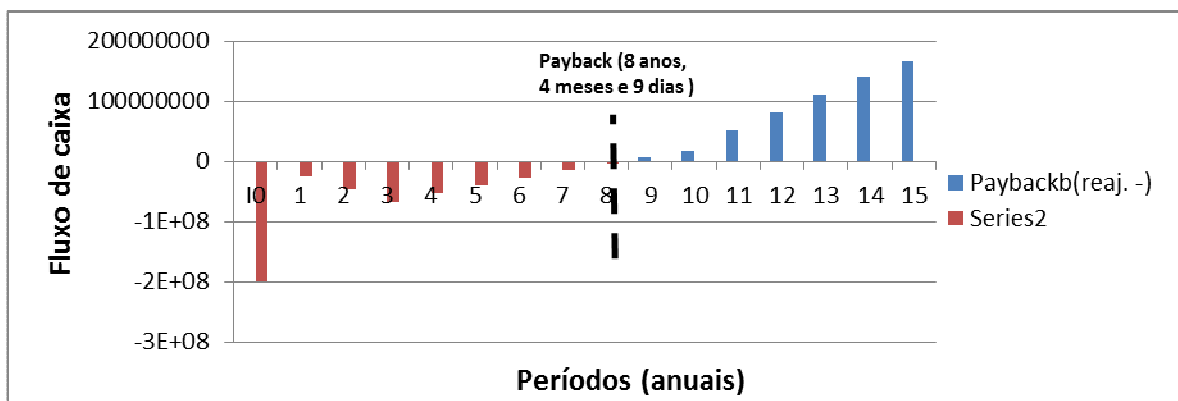


Gráfico 04: Pay back para o cenário 3

5. Considerações finais

A implementação de uma usina “*waste-to-energy*”, apesar de **viável economicamente** e no contexto ambiental, requer alto investimento inicial. Tal investimento, se analisado isoladamente, pode ser considerado como uma barreira à instalação desse tipo de usina. No entanto, analisando a realidade sob a óptica da preservação ambiental, bem como a necessidade de se encontrar fontes alternativas e renováveis para a geração de energia, a instalação de uma usina “*waste-to-energy*”, que transforma os rejeitos sólidos produzidos pela população urbana em energia elétrica, ultrapassa o alcance, no que se refere ao reaproveitamento do lixo, da reciclagem.

Outra preocupação que se tem quanto à produção de lixo urbano é o destino que é dado a esse resíduo, que acontece na maioria das vezes, de maneira inadequada, apesar do trabalho realizado por cooperativas de reciclagem, fato que reduz o tempo de vida de aterros sanitários, transformando-os em grandes concentrações de poluição, causando disseminação de doenças, comprometendo o saneamento básico e permitindo a liberação de gases que comprometem o lençol freático.

Visto o processo de instalação de usinas hidrelétricas, forma mais comum de produção de energia elétrica no país, causar grandes impactos ambientais, aliando-se a isso a quantidade de lixo produzido pela RMB por dia e a necessidade de aumentar a produção energética do país, torna-se viável, dessa forma, a construção de uma usina “*waste-to-energy*” na região.

Foram levantadas três hipóteses acerca do padrão histórico do preço de venda do MWh da energia elétrica. Utilizou-se o IGPM para vislumbrar dois cenários com ajustes positivos e negativos, e um terceiro, sem ajuste, considerando constante o preço de mercado. Nos três cenários, o investimento inicial de 200 milhões teve resposta satisfatória e com valores de VPL significativamente positivos. Os resultados demonstraram que esse investimento gera um retorno de 15,97%, 16,25%, 15,69%, respectivamente nos diferentes cenários, em contraponto à Taxa Mínima de Atratividade de 7,09%, o que evidencia a vantagem em investir nesta indústria.

Outro ponto a ser destacado é o reciclo na cadeia de valor proveniente da utilização do lixo como fonte de energia. A perda gradativa do valor de produtos e serviços devido às ações antrópicas produz lixo, resíduos de baixo valor agregado, que têm diversos impactos ambientais e sociais. Com o projeto de instalação da usina, a conversão deste lixo em energia agrega mais valor do que os rejeitos sólidos.

Ainda que este estudo considere viável, do ponto de vista econômico, a implantação de uma usina “*waste-to-energy*” na Região Metropolitana de Belém, é necessário que outros estudos acerca do assunto sejam realizados a fim de ratificar os resultados aqui apontados, e que levem aspectos sócio-econômicos e culturais, sob outras perspectivas.

Referências

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**, 2010. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/downloads/Panorama2010.pdf> Acessado em: 31/10/2011.

BAHIA, V. E. **Estudo hidrogeológico da área localizada entre o depósito de lixo metropolitano de Belém (Aurá) e o lago água preta**. Universidade federal do Pará, 2003 (Dissertação de Mestrado).

BOLOGNESI, Antônio. **A geração de energia a partir do lixo**. EMAE, 2010. Disponível em: http://www.arsesp.sp.gov.br/downloads/secoes/eventos/workshop_28mai10/05-Antonio_Bolognesi.pdf. Acessado em 31/10/2011.

CODEM – Companhia de Desenvolvimento e Administração da Área Metropolitana de Belém. **Plano de Desenvolvimento da Grande Belém: metodologia, estudos básicos, prognósticos, desenvolvimento e sistemas**. Belém, V. 1, 1975.

KISER, Jonathan V. L.. **Recycling and Waste-to-Energy: The ongoing compatibility success story**. Integrated Waste Services Association (IWSA), 2003. Disponível em: http://www.wte.org/userfiles/file/2003_recycling_compatibility.pdf . Acessado em: 30/10/2011.

MORALES, G. P. **Avaliação ambiental dos recursos hídricos, solos e sedimentos na área de abrangência do Depósito de Resíduos Sólidos do Aurá.** Universidade Federal do Pará, Belém: 2002. (Tese de Doutorado).

RIBEIRO, Sergio. **Geração De Energia Elétrica Com Resíduos Sólidos Urbanos - Usinas “Waste-To-Energy” (Wte).** WTERT. Brasil: 2010.

SOZA, Alceu. **Decisões financeiras e análise de investimento:** Fundamentos, Técnicas e Aplicações. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2004. 178 p.