



V SINGEP

Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability

ISSN: 2317 - 8302

Geração de energia com reaproveitamento de resíduos sólidos urbanos – valuation e análise de impacto de um projeto piloto em Belo Horizonte

RONALDO LAMOUNIER LOCATELLI

Fundação Pedro Leopoldo (FPL)
ronaldo.locatelli@yahoo.com.br

SÉRGIO FERNANDO VECCHIO SALOMON

Fundação Pedro Leopoldo (FPL)
salomonbensalomon@hotmail.com



V SINGEP

Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade

International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability

ISSN: 2317 - 8302

GERAÇÃO DE ENERGIA COM REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS – VALUATION E ANÁLISE DE IMPACTO DE UM PROJETO PILOTO EM BELO HORIZONTE

Resumo

Os volumes crescentes de resíduos sólidos urbanos tornam cada vez maiores os custos operacionais dos aterros sanitários convencionais, sendo difícil encontrar áreas ambientalmente adequadas para a disposição do lixo, e são preocupantes os seus impactos na saúde pública e no meio ambiente. Este artigo se alinha às preocupações internacionais com a sustentabilidade e teve por objetivo analisar a viabilidade financeira de reaproveitamento da fração orgânica dos resíduos sólidos coletados em Belo Horizonte. O estudo reporta a uma planta piloto que utiliza a tecnologia de fermentação anaeróbica termofílica a seco para cogeração de energia e produção de composto orgânico. Foram empregadas metodologias adequadas para precificar um ativo real, mas a abordagem difere-se das análises tradicionais de *valuation*, pois foram explicitados outros importantes impactos do projeto. O projeto não se mostrou capaz de gerar valor aos investidores aos níveis atuais de preço da energia, mas o resultado ligeiramente negativo do VPL não deveria ser impeditivo para a implantação da planta, pois serão geradas receitas tributárias diretas muito superiores ao necessário subsídio na fase de sua implantação. Além dos benefícios ambientais, projeções do aproveitamento total da fração do lixo orgânico do município indicam números expressivos de geração de renda do trabalho, do capital e de receitas fiscais.

Palavras-chave: Gestão dos resíduos sólidos urbanos, sustentabilidade e geração de energia, *valuation*.

POWER GENERATION WITH REUSE OF MUNICIPAL SOLID WASTE - VALUATION AND IMPACT ANALYSIS OF A PILOT PROJECT IN BELO HORIZONTE

Abstract

The rising volumes of urban solid waste make the operating costs of the conventional sanitary landfills increasingly higher, being difficult the task of finding environmentally suitable areas for the garbage disposal, and are worrying their impacts on public health and the environment. This article is aligned to international concerns with sustainability and aimed to analyze the financial viability reuse of organic fraction of the solid waste collected in Belo Horizonte. The study refers to a pilot plant using dry thermophilic anaerobic fermentation technology for energy cogeneration and production of organic compound. Appropriate methodologies were applied to set the price of a real asset, but the approach differs from traditional analysis of valuation since other important impacts of the project were made explicit. The project was not able to generate value for investors at current levels of energy prices, but the slight negative NPV should not constitute an obstacle to its implementation as long as the project generates direct tax revenues that exceed the necessary allowance for its implementation. Besides the environmental benefits, projections of total utilization of organic waste fraction of the municipality indicate expressive figures of income generation of labor, capital and tax revenues.

Keywords: Urban solid waste management, sustainability and energy generation, valuation.



1 Introdução

São crescentes os volumes dos resíduos sólidos urbanos no país depositados em aterros sanitários, devido ao aumento da população economicamente ativa e elevação do consumo pessoal de bens e serviços (Abrelpe, 2014). No caso específico de Belo Horizonte, a situação não é diferente e este quadro tem que ser revertido para que a cidade possa ser uma cidade com características inclusiva e ambientalmente responsável. Acrescente-se o fato de que há dificuldades de liberação de áreas nos arredores da capital que ambientalmente possam ser utilizadas para instalação de aterro sanitário convencional, impondo custos crescentes pelo transporte até a disposição final do lixo.

Zveibil (1991) apresenta uma análise abrangente para identificar os diversos problemas provocados pela má gestão dos RSU, destacando-se os agentes biológicos de proliferação de vetores transmissores de doenças, a poluição atmosférica causada pelo odor ou queima de lixo a céu aberto, a contaminação de lençóis d'água por substâncias químicas presentes na massa de resíduos, o assoreamento devido ao acúmulo de materiais às margens de cursos d'água e encostas, e os aspectos estéticos (poluição visual) com a exposição indevida do lixo.

Além dos aspectos sanitários apresentados, deve-se ponderar que os gases gerados nos aterros têm entre seus componentes o gás metano que é um dos maiores geradores de gás de efeito estufa (GEE), motivo de preocupação mundial. Os efeitos do gás metano sobre a atmosfera terrestre e sobre a camada de ozônio, além dos problemas ambientais, impactam a saúde pública decorrentes de doenças associadas à exposição aos raios solares, especialmente em países tropicais como o Brasil. Finalmente, cabe destacar o fenômeno social da existência de “catadores de lixo” nas cidades brasileiras. Embora o sistema de coleta pública venha se aprimorando, essa classe de trabalhadores não desapareceu e atua de forma precária, sem equipamentos de segurança e com risco diário de contaminação, transmissão de doenças e acidentes que podem ser provocados por resíduos cortantes contidos nos resíduos.

Isto posto, impõem-se mudança de paradigma em relação aos RSU, sendo perfeitamente possível o seu uso com a consequente criação de novas oportunidades de negócios, promoção e geração de renda e de criação de novos empregos. Seguindo a tipologia de Schumpeter, conforme relatado em McCraw (2012), pode-se tratar o reaproveitamento do resíduo sólido como uma inovação, que é a mola propulsora do crescimento, pois permitiria: a produção de novo bem a ser transacionado no mercado – energia elétrica e compostagem; a introdução de um novo método de produção – biometanização; e a conquista de novas fontes de matérias-primas. Colocado em outros termos, com a eliminação dos aterros sanitários abrir-se-ia espaço para uma “destruição criativa”, suprimindo uma atividade sub-humana representada pelos “catadores de lixo”, para uma mais consentânea com a dignidade humana, representada pela reciclagem de materiais e a transformação do material orgânico em energia e compostagem.

O objeto deste artigo é investigar se a introdução dos novos produtos pode ser justificada do ponto de vista econômico-financeiro. A pesquisa é influenciada por experiências de países desenvolvidos que adotam práticas sustentáveis no manejo e gestão dos resíduos sólidos, e se fundamenta nos modernos instrumentais de finanças corporativas. Além dos desejáveis resultados financeiros aos investidores, a implantação de plantas exercem impactos sociais e econômicos e contribuem com geração de energia limpa, propiciada pelo reaproveitamento dos resíduos e que hoje são descartados em aterros sem nenhum beneficiamento.



O artigo está estruturado em seis seções, incluindo esta breve introdução. A segunda seção é dedicada ao desenvolvimento do referencial teórico sendo apresentados os conceitos, métodos e instrumentais de finanças corporativas empregados em análises de avaliação (*valuation*) de investimentos. Como o tema envolve discussões de políticas públicas, a análise será estendida para incorporar outras dimensões, além dos aspectos financeiros do projeto. A seção 3 caracteriza o projeto piloto de uma planta de biometanização e cogeração de energias, elétrica e térmica, e na seção 4 são descritos os procedimentos metodológicos adotados. Na quinta seção são discutidos os resultados alcançados em linha com os delineados objetivos da pesquisa. E, finalmente, na sexta seção são apresentadas as considerações finais, contendo as contribuições da investigação, as limitações da pesquisa e as sugestões para futuros trabalhos.

2 Referencial teórico

2.1 *Valuation* e a seleção de projetos de investimento

Segundo Damodaran (2010) existem três abordagens principais para avaliação de empresas: a avaliação por fluxo de caixa descontado, que retrata o valor do ativo como o valor presente de um fluxo de caixa futuro esperado; a avaliação relativa na qual o valor de um ativo é estimado tendo por referência o preço de ativos similares em relação às variáveis comuns, tais como rendimentos, valor contábil, vendas, entre outros; e a avaliação de direitos contingentes, que utiliza modelos que incorporam probabilidades de ocorrência de eventos para medir o valor do ativo com características de opções. Neste artigo será empregado o modelo de fluxo de caixa descontado, que é tido como aquele que melhor revela a efetiva capacidade de geração de riqueza de um empreendimento, uma vez que traz o valor presente de benefícios futuros esperados a uma taxa de desconto apropriada (custo de oportunidade do capital), e retrata a realidade do ambiente econômico no qual a empresa se encontra inserida.

O critério básico no processo decisório é a capacidade de geração de valor que esse negócio poderá propiciar, ou seja, a condição para que tais operações sejam levadas adiante é a geração de riqueza aos acionistas. Para tanto, é pré-requisito que os potenciais investidores saibam precificar o que está sendo adquirido (comprado). Registra-se, contudo, que processo de avaliação de um ativo, mesmo sendo efetuado com o uso de modelos matemáticos, envolve julgamentos subjetivos, principalmente no que diz respeito às informações utilizadas no processo, pois o retorno de um ativo é calculado com base na expectativa de resultados futuros para este mesmo ativo. Conforme pondera Damodaran (2010), a subjetividade no processo de avaliação é uma das maiores dificuldades da mensuração do valor de um ativo e quaisquer preconcepções que o analista trouxer para o processo de avaliação acabarão por se incorporar ao valor. Assim, a decisão desse tipo de investimento é tomada sob incerteza, tal como definida por Keynes (1936).

2.2 O fluxo de caixa para os investidores

Os fluxos de caixa utilizados na avaliação de empresas é o fluxo de caixa disponível livre (*free cash flow*) e são calculados líquidos do imposto de renda, após serem descontadas todas as necessidades de investimentos fixo e de giro, sendo essencialmente de dois tipos: Fluxo de Caixa Disponível da Empresa (FCDE) e Fluxo de Caixa Disponível dos Acionistas (FCDA).

O FCDE é o resultado líquido de caixa destinado a todos os investidores: credores e acionistas, sendo calculado a partir do fluxo de caixa operacional líquido do imposto de renda



(Serra & Wickert, 2014). Já o fluxo de caixa disponível aos acionistas é calculado subtraindo-se do fluxo de caixa da empresa (investidores) o fluxo de caixa dos credores. O FCDA é relativo somente ao capital próprio, sendo referência o lucro líquido. Em decorrência, pode-se aplicar o CAPM (*Capital Asset Pricing Model*) para trazer os valores futuros ao presente. Caso os fluxos de caixa futuros previstos incorporem os resultados de todos os proprietários de capital (FCDE), estes devem ser descontados pelo custo médio ponderado de capital (WACC), que é estimado considerando a participação dos investidores (*firm value*), decorrentes do uso de dívida (*debt*) e do emprego do capital próprio (*equity*).

Nesta pesquisa será adotada a abordagem de FCDE para a determinação do valor da empresa, o qual incorpora o valor do patrimônio líquido e as dívidas, podendo ser calculado da seguinte maneira:

Receita Operacional Bruta

(-) Deduções – impostos indiretos e devoluções

(-) Custos dos Produtos Vendidos

= Lucro Bruto

(-) Despesas Operacionais (exceto depreciação e amortização)

= EBITDA - Lucro antes dos juros, impostos, depreciação e amortização

(-) Depreciação

= EBIT - Lucro antes dos juros e dos impostos

(-) Imposto de renda sobre o EBIT

= NOPLAT (Lucro Operacional Líquido menos Imposto de Renda Ajustado)

(+) Depreciação

= FCO - Fluxo de Caixa Operacional

(-) Investimentos Permanentes (CAPEX)

(-) Variações nas Necessidades de Capital de Giro

= FCDE (Fluxo de Caixa Livre da Empresa)

2.3 Impactos sócio-econômicos do projeto

Embora o *valuation* considere apenas a capacidade financeira do projeto de gerar valor para os investidores, análises que envolvem políticas públicas deveriam abordar outras dimensões. Na teoria de desenvolvimento, conforme ressaltado por Locatelli (1985), há vasta literatura sobre estratégias alternativas de investimento, sendo que os analistas enfatizam que, dentre outros aspectos, dever-se-iam considerar os impactos dessas nas receitas públicas, no mercado de trabalho e no ambiente de negócios.

Motivado pelos trabalhos de Locatelli (1985) e Piketty (2014), nesta pesquisa serão explicitadas a geração de tributos, a criação de renda assalariada e do capital, e a formação bruta de capital fixo. Registre-se que todas as informações serão obtidas no próprio processo de *valuation* e, assim, serão considerados apenas os impactos diretos do projeto. As receitas fiscais decorrem dos tributos sobre a renda formada (Imposto de Renda - IRPJ e Contribuição Social Sobre o Lucro Líquido - CSLL), uma vez que a atividade é isenta de recolhimento de impostos indiretos (ICMS, IPI, PIS, Cofins, etc.). A renda assalariada compreende o pagamento de salários e encargos trabalhistas, que é parte das despesas administrativas e operacionais do projeto.

Sabe-se que as empresas têm como objetivo maximizar seu valor, que reflete no aumento da riqueza de acionistas e no uso mais eficiente de recursos econômicos de uma sociedade e, por



consequente, na melhoria da economia como um todo. De acordo com Copeland *et al.* (2002), se os administradores concentrarem-se na construção de valor para o acionista criarão empresas mais saudáveis, que, por sua vez, levarão a economias mais sólidas, padrões de vidas mais elevados e maiores oportunidades de carreira e de negócios para os indivíduos. Assim, a melhoria do ambiente de negócios na presente análise é decorrente da formação bruta de capital fixo (CAPEX), que aumenta a capacidade produtiva da economia, e pela geração de renda do capital medido pelo NOPLAT, que se constitui na recompensa aos investidores pela mobilização de recursos e pelas inovações em produtos e processos.

2.4 O custo de oportunidade do capital

2.4.1 Fontes de financiamento: o uso de capital próprio e de dívida

A relação entre risco/retorno quando da tomada de decisão em relação a determinado investimento ganhou corpo a partir dos trabalhos de Markowitz (1952), cujo resultado foi o desenvolvimento de um modelo matemático de otimização de carteiras baseado na combinação de ativos individuais, capaz de reduzir o risco do investidor (volatilidade dos retornos). Posteriormente, o conceito de risco foi refinado, sendo admitido que o risco total pode ser classificado em específico (diversificável) e o risco não diversificável ou sistemático (beta).

De acordo com Fama e French (2004), *The Capital Asset Pricing Model* formulado por Sharpe (1964) e Lintner (1965) marca o nascimento da teoria do CAPM, amplamente usada para expressar o custo de capital próprio, sendo este descrito na equação (1):

$$E[R_i] = R_f + \beta(E[R_m] - R_f) \quad (1)$$

$E[R_i]$ = expectativa de retorno do ativo;

R_f = taxa de retorno de um ativo livre de risco;

β = beta, que retrata a sensibilidade dos retornos do ativo em relação aos retornos de uma carteira de mercado;

$E[R_m]$ = expectativa de retorno da carteira mercado.

Apesar do CAPM ser amplamente empregado nas análises de avaliação e seleção de projetos de investimento, o modelo tem sido objeto de fortes críticas em face das dificuldades da escolha de um título para espelhar a taxa livre de risco, do período e o intervalo de tempo para se mensurar o beta, da definição de uma carteira apropriada de mercado, além de ser não considerar outras importantes variáveis que influenciam o retorno de qualquer ativo (Fernandes, 2014). Embora os analistas reconheçam as fragilidades do CAPM, o modelo continua sendo usado, pois a relação custo/benefício é desfavorável aos modelos alternativos (Da, Guo & Jagannathan, 2012).

A alavancagem e o uso de dívida constitui um dos temas mais importantes na implementação de estratégias corporativas, pois amplia as possibilidades de crescimento da empresa, mediante o financiamento corporativo de curto e longo prazo. Em seu trabalho inicial Modigliani e Miller alegam que não existiria uma estrutura de capital ótima, ou seja, todas as combinações possíveis entre dívida e capital próprio geraria o mesmo valor da firma, desde que considerados adequadamente os riscos envolvidos. Posteriormente, os autores relaxam a hipótese de mercados perfeitos para introduzir a possibilidade de dedutibilidade das despesas de juros da base de cálculo do imposto de renda. Nestas circunstâncias, a alavancagem torna-



se variável importante na decisão do empresário e o valor da empresa é uma função crescente do endividamento (Miller, 1988).

As contribuições de Modigliani e Miller ensejaram o surgimento de uma teoria bastante aceita no meio acadêmico, denominada de teoria do “*trade off*” que leva em conta dois fatores que atuam em direções opostas: as economias fiscais induzem as empresas a endividar, enquanto que os riscos de inadimplência e os custos percebidos de falência (aumento do risco sistemático, medido pelo beta alavancado, e elevação do custo da dívida) inibem o apetite pelo uso do capital de terceiros.

2.4.2 A alavancagem, o beta *bottom up* e o custo de oportunidade do capital

Como a dívida aumenta o risco da empresa, pode-se postular que quanto mais dívida uma empresa tomar, maior será o beta. Isto ocorre porque a dívida cria um custo fixo adicional decorrente das despesas com juros, aumentando a exposição ao risco de mercado. Assim, a pergunta que se coloca é seguinte: como estimar o risco sistemático (beta alavancado) de um projeto (empresa) caso os seus ativos não sejam negociados em bolsa de valores?

Conforme relatam Marquetotti & Locatelli (2014), em situações como esta se recomenda empregar o método o *bottom up*, utilizando informações de empresas com riscos similares para as estimativas do beta alavancado. O método de beta *bottom up* tem como princípio a lógica de que empresas dentro do mesmo setor tendem a apresentar *beta* diferenciados basicamente pela alavancagem financeira. A fórmula (2) permite identificar a influência da dívida no risco sistemático da empresa:

$$\beta_U = \frac{\beta_L}{[1 + (\frac{D}{E}) \times (1 - t)]} \quad (2)$$

Sendo:

β_U = beta desalavancado, caso a empresa não tivesse dívida;

β_L = beta alavancado da empresa;

D/E = Dívida/Equity em valores de mercado;

t = alíquota de imposto de renda que propiciará o benefício fiscal do serviço da dívida.

Damodaram (2010) apresenta, didaticamente, a forma que deve ser empregada para se estimar o beta *bottom up*: i) identificar o negócio no qual a empresa objeto do *valuation* atua ou irá atuar; ii) estimar os betas alavancados de empresas do mesmo setor que possuem ações negociadas em bolsa de valores; iii) desalavancar o beta de cada empresa pelo índice médio de dívida/capital próprio (D/E) corrigido pela dedução fiscal; iv) realavancar o beta médio para estimar o beta *bottom up*, utilizando para este propósito a relação D/E que se propõe para a empresa objeto da avaliação.

Consoante às discussões anteriores, para estimar o custo de oportunidade de capital, que constitui a taxa de desconto a ser usada na análise de viabilidade econômico-financeira, devem ser avaliados os tipos de capital disponíveis e a estrutura do financiamento. Assim, o custo médio ponderado de capital (WACC) é a média do custo de capital próprio e de terceiros, ponderada pelas frações do valor da empresa que correspondem às ações e dívida, respectivamente, de acordo com a seguinte equação:

$$WACC = K_e \left[\frac{E}{(D + E)} \right] + K_d \left[\frac{D}{(D + E)} \right] \times (1 - T) \quad (3)$$



Sendo:

E e D = os valores de mercado do capital próprio e capital de terceiros, respectivamente;

K_e e K_d = os custos de cada fonte de financiamento;

T = a alíquota do imposto de renda da empresa.

3 A descrição da planta piloto para geração de energia elétrica com reaproveitamento dos RSU

De acordo com levantamentos do Banco Mundial foram gerados 1,3 bilhões de toneladas de resíduos sólidos nas cidades de todo o mundo, uma média de 1,2 kg por dia para cada habitante sendo previsto que este volume aumente para 2.2 bilhões de toneladas em 2025 (Hoorweg & Bhada-Tata, 2012).

Tendo em vista a saturação do aterro sanitário de Belo Horizonte, desde 2007 a capital envia o lixo para o aterro de Macaúbas/Sabará, amparada em um contrato válido por 25 anos, com gasto de R\$ 37 milhões ao ano. A quantidade total de resíduos sólidos urbanos destinados à aterragem no ano de 2014 foi de 828.157 toneladas, sendo que além da capital mineira utilizam o aterro os municípios de Pedro Leopoldo, Lagoa Santa, Itaguara, Ibirité e Matozinhos. Deste total, aproximadamente 41% são de resíduos orgânicos alimentares, ou seja, 339.000 t/ano o que demonstra o enorme potencial de geração de biogás, ainda não explorado (SLU, 2014).

Muitos países abandonaram há algum tempo o uso de aterro sanitário para destino do lixo e utilizam diferentes tecnologias para o seu reaproveitamento, sendo o desenvolvimento destas propiciadas por legislações e políticas públicas, inovações tecnológicas na reciclagem, e exigências ambientais devido a uma maior conscientização de suas populações. Mas o aterro continua sendo o principal local de disposição dos RSU em Belo Horizonte.

São várias as tecnologias que podem ser empregadas para o aproveitamento e transformação dos resíduos (Figura 1). As tecnologias físicas e biológicas ainda apresentam custos superiores às receitas auferidas com a venda do material beneficiado no país, e o tratamento requer, também, um modelo de gestão de elevada complexidade envolvendo diferentes segmentos no processo, como trabalhadores, intermediários e indústrias recicladoras (FADE/UFPE, 2014; FEAM, 2012).



Figura 1 - Rotas tecnológicas para destinação de RSU

Fonte: Feam (2012).

As tecnologias térmicas utilizam o calor como forma de recuperar, separar ou neutralizar determinadas substâncias presentes nos resíduos, ou reduzir massa e volume, ou produzir energia térmica e energia elétrica. Aplica-se à resíduos que tenham em sua composição química os elementos carbono e hidrogênio, podendo ser originários de atividades industriais,



domésticas, comerciais e rurais. Atualmente, as principais tecnologias de tratamento térmico de resíduos, com aproveitamento energético, são a incineração, a pirólise, a gaseificação, o plasma e o coprocessamento em forno de clínquer. Em uma planta dedicada aos RSU, a princípio, qualquer resíduo compatível a este poderá ser tratado em conjunto, independente de sua origem, desde que contemplados e aprovados no processo de regularização ambiental. (FADE/UFPE, 2014; FEAM, 2012).

Os RSU coletados em Belo Horizonte possuem uma elevada fração de matéria orgânica (61,59%) com elevada umidade, isto pode resultar em resíduos misturados com carga térmica inferior, implicando no aumento do consumo de combustível auxiliar, quando utilizado as tecnologias térmicas para o seu reaproveitamento. Porém, a utilização destes mesmos resíduos com a tecnologia de processo termofílico anaeróbico a seco em fermentador permite produzir biogás com alto potencial de cogeração de energias.

A WTE é um processo bem estabelecido e tem sido aplicada para a obtenção de energia, destacando-se como fornecedores de tecnologia e equipamentos as empresas Kompogas, Dranco e Valorca. Somente a empresa Kompogas possui unidades instaladas em 28 países, tendo implantado 10 unidades para a geração de energia entre os anos de 2013 e 2014.

A instalação desta planta traz as seguintes vantagens:

- aumentar a vida útil do aterro porque somente dos rejeitos de processo serão aterrados
- gerar biogás que poderá ser utilizado como energia elétrica limpa ou gás natural veicular, podendo ser vendidos para a concessionária local;
- gerar calor aproveitável que poderá ser transformado em frio e utilizado de acordo com o desejo do operador da planta;
- produzir em tempo reduzido um composto de alta qualidade e fertilizante líquido já adequado para sua utilização;
- obter certificados em função da redução das emissões de gases efeito estufa, o que permitirá a negociação de Créditos de Carbono;
- melhorar o conceito social e ambiental do gestor dos RSU.

4 Metodologia

4.1 Unidade de análise e fluxos de caixa livres

O projeto, objeto deste estudo, refere-se a implantação de uma planta piloto industrial-WTE com capacidade de 15.000 toneladas por ano para reaproveitamento dos resíduos sólidos orgânicos provenientes de grandes estabelecimentos comerciais, como restaurantes, bares, restaurantes industriais, shopping centers, supermercados, grandes condomínios residenciais da cidade de Belo Horizonte, com um prazo de funcionamento de 30 anos. O empreendimento demanda uma área aproximada de 5.000 m², e poderá ser construído no prazo de 20 meses após a sua aprovação e obtenção das licenças ambientais regulamentadas em leis específicas para este tipo de empreendimento. Devem ser realizados testes a frio por um período de 4 meses após a finalização de construção e montagem. A produção industrial contínua de energias, elétrica e térmica e de compostagem se dará após 24 meses de implantação e testes operacionais.

A planta piloto foi desenvolvida pela Kompogas Suiça e sua representante Kutner do Brasil Ltda, conforme documento interno da empresa (Kutner, 2016). O fluxo de caixa foi construído com base nas especificações técnicas da planta e nas condições atuais do mercado



brasileiro, e elaborado em termos constantes, ou seja não foram considerados reajustes de preços ou de custos, seja decorrente de inflação ou provenientes de mudanças na competitividade.

A receita operacional do projeto é gerada pela comercialização de energia elétrica e térmica, e dos compostos orgânicos, sólido e líquido produzidos na planta piloto. A receita foi projetada a partir das seguintes premissas:

- a) Previsão de geração própria de energia elétrica e térmica

Energia Elétrica	4.420.000 Kwh/ano
Energia térmica	4.460.000 Kwh/ano

- b) Previsão para produção de composto orgânico sólido e líquido = 7.500 toneladas/ano.

- c) Preços para cálculo dos valores das energias e do composto orgânico

Como não há na atualidade brasileira um preço de referência para energias com base em resíduos sólidos urbanos, foram consideradas duas alternativas com base em energias que mais se aproximam daquelas geradas pela planta objeto da análise, ou seja: energia de biomassa/carvão (Alternativa 1), e energia a gás natural (Alternativa 2). Os preços foram extraídos de informações do 23º leilão de energia nova A-5, cujo início de entrega de energia no mercado regulado se dará em 5 anos, realizado em 30 de abril de 2016 pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL)/Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE):

- ✓ Alternativa 1 - preço de venda R\$ 251,00/MWh,
- ✓ Alternativa 2 - preço de venda R\$ 290,00/MWh.

O composto orgânico produzido no processo é comercializado por preços variando entre R\$100,00 a R\$150,00/tonelada, conforme informações do sitio CEMPRE - Compromisso Empresarial para a Reciclagem (acessado em 19 de junho de 2016). Assim, foi considerado um valor intermediário de R\$ 125,00/tonelada.

Foram, também, levantadas as despesas operacionais e administrativas, incluindo a depreciação das máquinas, equipamentos e obras civis, e os investimentos necessários compreendidos pelo CAPEX e capital de giro, e as informações são apresentadas na Tabela 3. Os dados foram processados com o emprego dos softwares Eviews 9.0 e Excel.

4.2 Precificação dos riscos e do custo de capital

Para levantar o risco do investimento (expresso pelo beta) da planta piloto, cujo principal produto é a geração de energia elétrica, adotou-se o método *bottom up*, sendo selecionada uma amostra composta de três empresas de capital aberto do setor de energia elétrica representativas dos setor e cujas ações constam do Ibovespa (Cemig, Cesp e Copel). Para estimar os betas alavancados e desalavancados dessas empresas foram levantadas informações sobre o retorno total aos acionistas (RTA), variação do Ibovespa e estrutura de capital destas empresas (*debt e equity*), abrangendo o período de 01/07/2013 à 01/08/2016. O beta alavancado foi estimado por meio de uma regressão, na qual a variável dependente é o retorno semanal das ações da empresa e a variável explicativa é o retorno semanal do Ibovespa. Seguindo os procedimentos apresentados na seção 2 foi calculado o beta setorial sem alavancagem, sendo este realavancado adotando-se uma possível estrutura de capital para financiar a planta industrial.



Para obter o custo de capital próprio foi empregado o CAPM (equação 1), sendo usados o “beta setorial” alavancado, uma taxa livre de risco e o prêmio de risco do mercado brasileiro. Em relação à primeira, foi utilizada a taxa referente a um título soberano emitido pelo governo brasileiro - Nota do Tesouro Nacional, Série B (NTN-B) principal, desconsiderando-se a correção pela inflação medida pelo IPCA/IBGE, com vencimento em 15/05/2035. Este título oferecia uma rentabilidade real em 09/09/16 de 6% ao ano. Póvoa (2012) recomenda prêmios de risco entre 5% e 6,5%. Outros autores como Silva, Locatelli & Lamounier (2016) têm adotado a mesma taxa internacional (5% ao ano), sob o argumento de que a taxa livre de risco brasileira está muito elevada em face do elevado risco país, o que onera bastante o custo do capital próprio. Nesta pesquisa, optou-se, também, por utilizar o prêmio de risco de 5%,

Para refletir o custo de capital de terceiros foi adotada a taxa real de uma linha de financiamento de longo prazo com *funding* internacional, repassada pelo Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais – BDMG, com swap em reais, da ordem de 11% ao ano. O WACC foi estimado mediante o emprego da equação (3) e utilizado como taxa de desconto para trazer os fluxos de caixa futuros para o presente.

5 Apresentação e discussão dos resultados

Para alcançar os objetivos da pesquisa foi necessário, em primeiro lugar, estimar o risco sistemático, para precificar o custo de capital próprio a ser empregado no projeto.

5.1 O risco sistemático de empresas setor elétrico e o custo de capital do projeto

Como a empresa objeto desta dissertação não possui ativos negociados em Bolsa de Valores foi necessário utilizar informações de empresas de geração de energia para refletir o risco sistêmico do projeto, conforme descrito na metodologia. Os resultados de estimativa do beta para as empresas da amostra, todos eles significativos, encontram-se na Tabela 1.

Há diferenças nas magnitudes dos betas alavancados de empresas do setor elétrico brasileiro, e a Cesp figurou como a empresa de menor risco sistemático da amostra, com beta inferior a 1,0, o que revela uma menor volatilidade dos retornos da empresa em relação à carteira de mercado. Em termos de ajuste de modelo, indicado pelo R^2 ajustado, o valor é baixo, variando de 28% a 47%. Como o risco que está sendo medido é o risco sistemático, deve-se ponderar que outros importantes fatores não estão sendo considerados para explicar os retornos proporcionados pelos ativos. Tal resultado não constitui surpresa e, em geral, é observado para várias empresas e mercados (Damodaran, 2010; Moreira, Locatelli & Afonso, 2016). Entretanto, a regressão é válida, o que é confirmado pela estatística F, altamente significativa.

Tabela1 : Risco Sistemático de Empresas do Setor Elétrico Brasileiro

Empresa	Coefficientes	Erro Padrão	Estatística t	Prob. Signif.	R ² Ajustado	Estatística F
Cemig	1,1257	0,1195	9,4212	0,0000	0,3615	88,7586
Cesp	0,8134	0,1024	7,9395	0,0000	0,2858	63,0356
Copel	1,0221	0,0865	11,8169	0,0000	0,4721	139,6401

Nota: ¹ Dados semanais no período agosto de 2013 a julho de 2016. Número de observações 156.

² Não foram observados problemas de heteroscedasticidade e de correlação serial dos erros.

Fonte: Dados da pesquisa.



Como o beta alavancado (β_L) tem uma relação direta com o uso de capital de terceiro, deve-se prosseguir com a análise para expurgar o efeito produzido pela alavancagem no risco de cada empresa. O beta desalavancado é construído com a hipótese de uma estrutura de capital baseada somente no uso de capital próprio, permitindo que o beta reflita apenas os riscos tipicamente operacionais do negócio.

Constatou-se, inicialmente, que as empresas apresentam diferentes estruturas de capital, sendo que a Cemig é a que usa mais intensamente dívida para financiar suas atividades. Aplicando-se a fórmula (2) apresentada na seção 2, obteve-se o beta não alavancado do setor de 0,7114, calculado mediante uma média simples dos betas não alavancados das empresas (Tabela 2).

Tabela 2 - Betas desalavancados das empresas

Empresa	Beta Alavancado	Dívida/ Capital próprio (%)	Taxa de Tributo (%)	Beta Desalavancado
Cemig	1,1257	117,89	0,34	0,6331
Cesp	0,8134	14,05	0,34	0,7444
Copel	1,0221	53,16	0,34	0,7566
Beta do Setor	0,9462			0,7114

Fonte: Yahoo Finanças e dados da pesquisa.

A partir do beta não alavancado do setor, estimou-se o beta *bottom up* do projeto. Para o cálculo da relação dívida/capital próprio foi considerada a alavancagem financeira para o projeto, levando em consideração uma possível fonte de financiamento. Foi adotada a premissa de que 50% seriam oriundos de dívida e 50% de capital próprio, apresentando, assim, uma estrutura equilibrada. Aplicando-se os dados na equação 2, e tendo em vista que o valor de $t = 34\%$, o beta alavancado a ser considerado no projeto é de 0,9462.

Para quantificação do custo de oportunidade do *equity* foi utilizado o CAPM, conforme discutido na seção 2, sendo estimado o retorno real esperado de 10,73% a.a. O custo real de capital de terceiros levantado é de 11% a.a. antes dos tributos. Considerando-se a alíquota de 34%, que é a alíquota máxima de tributos sobre a renda, o custo real líquido da dívida para a empresa após a dedutibilidade fiscal é de 7,26% a.a. Admitindo-se as participações de 50% de capital de terceiros e de 50% de capital próprio no financiamento do projeto, o custo da dívida (K_d) de 7,26% a.a. e o custo do capital próprio (K_e) de 10,73%, o WACC foi estimado da ordem de 9% ao ano.

5.2 O fluxo de caixa livre e o valor presente do projeto

Após estimativa do custo de oportunidade de capital deve-se identificar o fluxo de caixa livre do projeto obtido ao longo de sua vida útil, que é de 30 anos. Para realizar a avaliação do projeto, foram contempladas as informações operacionais e financeiras, considerando os resultados desde o início do projeto. As projeções foram feitas em valores reais de acordo com duas alternativas, descritas na seção 4. A Alternativa 2 difere da primeira apenas em relação ao preço de venda da energia, que impacta as receitas do projeto e, em menor grau, as despesas, pois parte da energia gerada é utilizada no processo produtivo. Neste artigo, por questão de espaço, apresenta-se os dados desagregados apenas para a Alternativa 1 (Tabela 3). Como o tamanho da planta em termos de geração de energia é insignificante em termos da produção brasileira de energia, admitiu-se que ela irá operar sem ociosidade, de tal forma que



a Receita Bruta é a mesma durante todo o período. Admitiu-se que as despesas se mantenham fixas em termos reais, da mesma forma que o preço da energia e do composto orgânico.

Para efeito de recolhimento de Imposto de Renda e Contribuição Social foi considerada a alíquota máxima de imposto de renda (34%), sendo que nos dois primeiros anos de implantação do projeto a planta é deficitária, acumulando prejuízo. Este prejuízo é compensado nos anos posteriores para efeito de pagamento de imposto de renda na forma da legislação (máximo de 30% dos lucros do exercício).

Os investimentos em máquinas, equipamentos e obras civis serão realizados nos dois anos de implantação, R\$ 12,9 milhões e R\$ 13,4 milhões, respectivamente. Estes investimentos serão depreciados pelo método linear, conforme a legislação, sendo 10% ao ano para máquinas e equipamentos e 4% ao ano para obras civis. Nos anos 10 e 20 serão feitos investimento de reposição da ordem de 2,5% do valor do CAPEX, demandados pelos desgastes naturais de motorizador e pá carregadeira. A necessidade de capital de giro foi calculada em cerca de 10% das receitas, e retornará aos investidores no final do projeto.

Como seria de se esperar o projeto contabiliza prejuízo nos anos de sua implantação, mas a partir daí apresenta geração positiva de caixa (EBITDA) em valores um pouco acima de R\$ 3 milhões/ano. A margem EBITDA/Receita Líquida é da ordem de 76%, enquanto que as despesas administrativas e operacionais perfazem 14% do Lucro Bruto.

Nos dois primeiros anos de operação do projeto, o fluxo de caixa é impactado positivamente pela compensação de imposto de renda decorrente de prejuízos acumulados na fase de implantação. Do terceiro ao nono ano, o fluxo de caixa livre aos investidores situa-se em torno de R\$ 2,8 milhões/ao. No 10º e 20º anos há necessidade de pequenos investimentos de reposição em peças/equipamento. A partir do 11º ano a geração de caixa livre é reduzida pelo fim das deduções de imposto de renda decorrente da depreciação de máquinas e equipamento, e no 25º encerra-se a depreciação das obras civis. Finalmente, no 30º e último ano de concessão há o retorno do capital de giro disponível.

O sumário dos principais resultados está detalhado na Tabela 4. Apesar dos resultados positivos dos fluxos de caixa durante a operação da planta, o projeto com os preços de energia adotados na Alternativa 1 (R\$ 251,00 MW/H) resulta em geração de valor ligeiramente negativa. Este resultado é revertido na Alternativa 2, que admite preços de venda de energia de R\$290,00 MW/H.

Face aos resultados encontrados, a viabilidade do projeto na previsão mais conservadora (preço de energia R\$ 251,00 KW/H) demandaria pequeno subsídio por parte do poder concedente, que deveria ser da ordem do VPL negativo do projeto. É importante registrar que não obstante este subsídio, o projeto não provoca danos às finanças públicas, muito antes pelo contrário, pois sua operação irá propiciar receitas tributárias diretas que superam aquele valor (Tabela 4). Além dos seus notórios ganhos ambientais outras contribuições deste investimento, em valor presente, podem ser brevemente elencadas: impactos no mercado de trabalho com geração de renda assalariada da ordem de R\$ 4,6 milhões, impactos na renda de capital decorrentes de geração de lucro líquido ajustado após tributação direta (NOPLAT) de cerca de R\$ 9,6 milhões, e contribuição na Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF) de R\$ 25,2 milhões.



Tabela 3 - Fluxo de Caixa Livre: Alternativa 1

Descrição	Implantação			Operação									
	Ano 1	Ano 2		Ano 1	Ano 2	Ano 3 a 9	Ano 10	Ano 11 a 19	Ano 20	Ano 21 a 25	Ano 26 a 29	Ano 30	
Receita Líquida			4.103.880	4.103.880	4.103.880	4.103.880	4.103.880	4.103.880	4.103.880	4.103.880	4.103.880	4.103.880	
Venda de Energia elétrica	1.109.420	1.109.420	1.109.420	1.109.420	1.109.420	1.109.420	1.109.420	1.109.420	1.109.420	1.109.420	1.109.420	1.109.420	
Venda de Energia térmica	1.119.460	1.119.460	1.119.460	1.119.460	1.119.460	1.119.460	1.119.460	1.119.460	1.119.460	1.119.460	1.119.460	1.119.460	
Compostagem	1.875.000	1.875.000	1.875.000	1.875.000	1.875.000	1.875.000	1.875.000	1.875.000	1.875.000	1.875.000	1.875.000	1.875.000	
(-) Custo dos serviços/produtos			(485.052)	(485.052)	(485.052)	(485.052)	(485.052)	(485.052)	(485.052)	(485.052)	(485.052)	(485.052)	
Energia elétrica	(112.950)	(112.950)	(112.950)	(112.950)	(112.950)	(112.950)	(112.950)	(112.950)	(112.950)	(112.950)	(112.950)	(112.950)	
Energia térmica	(301.200)	(301.200)	(301.200)	(301.200)	(301.200)	(301.200)	(301.200)	(301.200)	(301.200)	(301.200)	(301.200)	(301.200)	
Outros Insumos	(14.025)	(14.025)	(14.025)	(14.025)	(14.025)	(14.025)	(14.025)	(14.025)	(14.025)	(14.025)	(14.025)	(14.025)	
Óleo lubrificante	(2.000)	(2.000)	(2.000)	(2.000)	(2.000)	(2.000)	(2.000)	(2.000)	(2.000)	(2.000)	(2.000)	(2.000)	
Diesel	(34.950)	(34.950)	(34.950)	(34.950)	(34.950)	(34.950)	(34.950)	(34.950)	(34.950)	(34.950)	(34.950)	(34.950)	
Água industrial planta piloto	(9.984)	(9.984)	(9.984)	(9.984)	(9.984)	(9.984)	(9.984)	(9.984)	(9.984)	(9.984)	(9.984)	(9.984)	
Assistência técnica													
(=) Lucro Bruto	(146.385)	(228.592)	3.618.828	3.618.828	3.618.828	3.618.828	3.618.828	3.618.828	3.618.828	3.618.828	3.618.828	3.618.828	
(-) Desp. Administrativos/Operacionais	(1.603)	(8.241)	(309,18)	(309,18)	(309,18)	(309,18)	(309,18)	(309,18)	(309,18)	(309,18)	(309,18)	(309,18)	
Despesas administrativas	(1.603)	(8.241)	(309,18)	(309,18)	(309,18)	(309,18)	(309,18)	(309,18)	(309,18)	(309,18)	(309,18)	(309,18)	
Aluguel do terreno/planta piloto	(1.500)	(1.500)	(1.500)	(1.500)	(1.500)	(1.500)	(1.500)	(1.500)	(1.500)	(1.500)	(1.500)	(1.500)	
Escritório (Banda larga/telefonia)	(2.400)	(2.400)	(2.400)	(2.400)	(2.400)	(2.400)	(2.400)	(2.400)	(2.400)	(2.400)	(2.400)	(2.400)	
Suporte Técnico Informativa/Mat.Esc.	(5.280)	(5.280)	(15.840)	(15.840)	(15.840)	(15.840)	(15.840)	(15.840)	(15.840)	(15.840)	(15.840)	(15.840)	
Assessoria Contábil	(103)	(261)	(618)	(618)	(618)	(618)	(618)	(618)	(618)	(618)	(618)	(618)	
Água de uso do escritório	(144.782)	(250.351)	(461,491)	(461,491)	(461,491)	(461,491)	(461,491)	(461,491)	(461,491)	(461,491)	(461,491)	(461,491)	
Despesas com Pessoal	(84.480)	(84.480)	(84.480)	(84.480)	(84.480)	(84.480)	(84.480)	(84.480)	(84.480)	(84.480)	(84.480)	(84.480)	
Engenheiro Operacional	(10,560)	(10,560)	(31,680)	(31,680)	(31,680)	(31,680)	(31,680)	(31,680)	(31,680)	(31,680)	(31,680)	(31,680)	
Operador de pá carregadeira	(47,520)	(47,520)	(142,560)	(142,560)	(142,560)	(142,560)	(142,560)	(142,560)	(142,560)	(142,560)	(142,560)	(142,560)	
Técnico Operacional	(3,520)	(3,520)	(10,560)	(10,560)	(10,560)	(10,560)	(10,560)	(10,560)	(10,560)	(10,560)	(10,560)	(10,560)	
Operário de limpeza geral	(55,900)	(55,900)	(178,182)	(178,182)	(178,182)	(178,182)	(178,182)	(178,182)	(178,182)	(178,182)	(178,182)	(178,182)	
Encargos, Trabalhistas	(4,401)	(4,401)	(14,029)	(14,029)	(14,029)	(14,029)	(14,029)	(14,029)	(14,029)	(14,029)	(14,029)	(14,029)	
Ticket alimentação e Vale transporte													
(=) BRLTDA	(146.385)	(272.617)	3.126.419	3.126.419	3.126.419	3.126.419	3.126.419	3.126.419	3.126.419	3.126.419	3.126.419	3.126.419	
(-) Depreciação			(2.424,457)	(2.424,457)	(2.424,457)	(2.424,457)	(2.424,457)	(2.424,457)	(2.424,457)	(2.424,457)	(2.424,457)	(2.424,457)	
Máquinas e equipamentos			(2.284,012)	(2.284,012)	(2.284,012)	(2.284,012)	(2.284,012)	(2.284,012)	(2.284,012)	(2.284,012)	(2.284,012)	(2.284,012)	
Outras obras			(140,445)	(140,445)	(140,445)	(140,445)	(140,445)	(140,445)	(140,445)	(140,445)	(140,445)	(140,445)	
(=) BRLT	(146.385)	(272.617)	701,963	701,963	691,963	691,963	691,963	2.975,974	2.975,974	2.975,974	3.116,419	3.116,419	
(-) Tributos sobre o lucro (IRPJ e CSLL)			(28,078)	(30,254)	(235,267)	(235,267)	(235,267)	(1.011,831)	(1.011,831)	(1.011,831)	(1.059,583)	(1.059,583)	
(=) NOPLAT	(146.385)	(272.617)	673,885	671,709	456,695	456,695	456,695	1.964,143	1.964,143	1.964,143	2.056,837	2.056,837	
(+) Depreciação e Amortização			2.424,457	2.424,457	2.424,457	2.424,457	2.424,457	140,445	140,445	140,445	140,445	140,445	
(-) CAPEX	(12.927,962)	(13.423,277)					(571,003)						
Máquinas/equipamentos/imobiliar	(10.821,289)	(12.018,838)											
Planta piloto industrial	(9.610,638)	(10.112,851)											
Motogerador	(425,195)	(687,292)											
Pá carregadeira (Bobcat)		(90,000)											
Montagem eletromecânica	(785,456)	(1.178,185)											
Outras obras	(2.106,673)	(1.404,449)											
(-) Capital de Risco	(200,000)	(300,000)											
(=) Fluxo de caixa para os investidores	(13.274,347)	(13.995,894)	3.098,341	3.096,165	2.881,152	2.310,149	2.104,588	1.533,585	2.104,588	2.056,837	2.556,837	500,000	

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Tabela 4:** Valuation - Planta piloto de RSU com geração de energia*

Variáveis	Alternativa 1	Alternativa 2
Valor presente líquido	-1.636.579	630.981
Impactos do projeto em valor presente		
Geração de receitas tributárias	4.658.610	5.538.759
Geração de renda assalariada	4.728.466	4.728.466
Geração de renda do capital - NOPLAT	9.641,551	12.702.146
Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF)	25.244.025	25.244.025

Nota: * Os valores em reais foram trazidos a valor presente aplicando-se o WACC.

Fonte: Dados da pesquisa.

Em suma, o VPL negativo foi observado apenas na Alternativa mais conservadora, mas ainda assim tem um valor muito reduzido mais do que compensado pela geração de receitas tributárias, e não deveria ser impeditivo para a implantação de projetos desta natureza. Ademais, é provável que esse resultado seja revertido à luz de uma nova realidade da economia brasileira, que deve ser caracterizada por crescimento econômico, redução da taxa de inflação e do risco país. Um ambiente político e econômico mais favorável promoverá queda na taxa básica de juros da economia, com a consequente redução na taxa de desconto a ser utilizada para avaliar o projeto. Também, não foram considerados na presente pesquisa a desoneração dos serviços de manejo dos resíduos sólidos em aterros sanitários, que devem ser considerados no cotejo de custo x benefícios efetivos do projeto.

6 Considerações finais e recomendações

A presente pesquisa teve por objetivo apresentar o *valuation* de um projeto piloto para implantação de uma planta piloto com capacidade de 15.000 t/ano para reaproveitamento energético de resíduos sólidos orgânicos do município de Belo Horizonte. Apesar dos resultados positivos dos fluxos de caixa na operação da planta, o projeto mostrou-se incapaz de gerar valor aos investidores em uma alternativa mais conservadora de preço de venda de energia. Contudo, o valor presente líquido negativo encontrado é pouco expressivo e não deveria ser impeditivo para a implantação de projetos desta natureza. Conforme discutido, esse resultado pode ser revertido à luz de uma nova realidade da economia brasileira, em um ambiente político e econômico mais favorável. Tal mudança na conjuntura promoverá queda na taxa básica de juros da economia, com a consequente redução na taxa de desconto e geração de valor pelo projeto.

Face aos resultados encontrados, a viabilidade do projeto em uma projeção mais conservadora demandaria pequeno subsídio por parte do poder concedente da ordem encontrada no VPL negativo do projeto. É importante registrar que não obstante este subsídio, o projeto não provoca danos às finanças públicas, muito antes pelo contrário, pois sua operação irá propiciar receitas tributárias que superam o desembolso inicial do órgão concedente. É fato, contudo, que o subsídio deve ser arcado pela poder público municipal, enquanto que a arrecadação representada pelos tributos diretos (IR) irá ser absorvida pela União.

Além dos seus notórios ganhos ambientais, podem ser elencadas outras contribuições deste investimento, especialmente aquelas representadas pelos impactos no mercado de trabalho e



no ambiente dos negócios. Deve-se ter em conta que os resultados levantados nesta pesquisa apresentam cifras bem reduzidas, pois são relativos à implantação de uma planta piloto com capacidade de processamento de apenas 15.000 ton/ano de fração orgânica de resíduos sólidos. Tendo em vista que Belo Horizonte gera aproximadamente 339 mil ton/ano deste material, o potencial de aproveitamento é de cerca de 22 vezes ao da planta piloto considerada neste estudo. Projeções do aproveitamento total da fração do lixo orgânico em 30 anos podem atingir cifras significativas, sendo que o valor presente das rendas do trabalho, capital e de receita tributária poderia atingir o montante de R\$ 419 milhões.

Espera-se, desta forma, que o estudo fomente o debate e forneça parâmetros básicos para análises de instalações de plantas desta natureza em municípios brasileiros. Como recomendação para futuras pesquisas, salienta-se a necessidade de considerar os elevados custos de implantação, operação e monitoramento dos aterros sanitários convencionais, cujas reduções devem ser abordadas no cotejo de custo x benefícios efetivos de projetos alternativos. Deve ser analisada, também, a sensibilidade do projeto ao aumento de capacidade produtiva, pois pode haver economias de escala com redução dos custos fixos, com o conseqüente aumento de valor do projeto. Ademais, outros métodos poderiam ser utilizados no *valuation*, com destaque para a Teoria de Opções Reais, haja vista que a volatilidade do preço da *commodity* introduz uma flexibilidade importante e pode agregar valor ao projeto.

Referências

Abrelpe, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (2014). *Panorama dos resíduos sólidos no Brasil*. Recuperado em 22 agosto, 2016, de <http://www.abrelpe.org.br/>

Copeland, T., Koller, T., Murrin, J. (2012). *Avaliação de empresas – valuation: calculando e gerenciando o valor das empresas*. 3ª ed. São Paulo: Pearson Makron Books.

Da, Z., Guo, R., & Jagannathan, R. (2012). CAPM for estimating the cost of equity capital: interpreting the empirical evidence. *Journal of Financial Economics*, 103(1), p. 204-220.

Damodaran, A. (2010). *Avaliação de Investimentos: ferramentas e técnicas para a determinação do valor de qualquer ativo*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Qualitymark.

FADE/UFPE (2014). *Análise das diversas tecnologias de tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos no Brasil, Europa, Estados Unidos e Japão*. Recuperado em 22 agosto, 2016, <http://www.bndes.gov.br/programas/outros/fep.asp>

Fama, E.F., & French, K.R. (2004). The Capital Asset Pricing Model: Theory and Evidence *Journal of Economic Perspective*, 18 (3), p. 25–46.

FEAM- Fundação Estadual de Meio Ambiente (2012). *Aproveitamento energético de resíduos sólidos urbanos: guia de orientações para governos municipais*. Belo Horizonte - MG.

Fernandez, P. (2014). *CAPM: an absurd model*, IESE Business School, University of Navarra, Madrid.



V SINGEP

Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade

International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability

ISSN: 2317 - 8302

- Keynes, J. M. (1936). *The general theory of employment, interest and money*. New York: Harcourt, Brace and Company.
- Kutner. (2016). *Fermentador para lixo orgânico - 15.000 tonelada/ano*, Kutner do Brasil Ltda: Contagem-MG.
- Lintner, J. 1965. Security Prices, Risk and Maximal Gains from Diversification. *Journal of Finance*. 20, p.587-616.
- Locatelli, R. L. (1985), *Industrialização, crescimento e emprego: uma avaliação da experiência brasileira*. Rio de Janeiro, Série PNPE, IPEA/INPES.
- McCraw, T. K. (2012). *Joseph Schumpeter e a destruição criativa: o profeta da inovação*. Rio de Janeiro, Editora Record.
- Marquetotti, D. M. & Locatelli, R. L (2014). *IPO e o custo de capital: um estudo de caso do setor de serviços de locação de máquinas e equipamentos*. Anais do III SINGEP. São Paulo, UNINOVE.
- Markowitz, H. (1952). Portfolio selection. *The Journal of Finance*, 7(1), p.77-91.
- Miller, M. H. (1988). The Modigliani-Miller propositions after thirty years. *Journal of Economic Perspectives*, 2(4), 99-120.
- Moreira, R. A., Locatelli, R. L., & Afonso, T. (2015) Avaliação e gestão econômico-financeira de projetos: um estudo aplicado ao setor metalúrgico. *Revista Gestão e Projetos*, 6(3), p. 28-43.
- Piketty, T. (2014). *O capital no Século XXI*, Rio de Janeiro: Intrínseca.
- Póvoa, A. (2012). *Valuation: como precificar ações*. Rio de Janeiro: Campus.
- Serra, R. G., Wickert, M. (2014). *Valuation: guia fundamental*. São Paulo: Atlas.
- Silva, T. V., Locatelli, R. L., & Lamounier, W, M. (2016). Abertura de capital e retornos aos acionistas: o caso da Companhia de Saneamento de Minas Gerais S/A, *Revista Gestão & Tecnologia*, 16(1), p. 7-32.
- Sharpe, W. F. (1964). Capital asset prices: a theory of market equilibrium under conditions of risk. *The Journal of Finance*, 19(3), p. 425-442.
- SLU - Superintendência de Limpeza Urbana de Belo Horizonte. (2014). *Histórico da evolução de resíduos destinados – massa/tonelada ano*. Belo Horizonte - MG.
- Zveibil, V. Z. (2001). *Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos*. Rio de Janeiro: IBAM.
- Hoornweg, D., & Bhada-Tata, P. (2012). A global review of solid waste management. Recuperado de <<http://www.worldbank.org/urban> World Bank,