

# Análise econômica para implantação de uma usina de compostagem de resíduo orgânico urbano

## Economic analysis for implantation of a composting plant of urban organic residue

Saulo de Oliveira GARRÉ [1](#); Maria Laura Gomes Silva LUZ [2](#); Carlos Alberto Silveira da LUZ [3](#); Gizele Ingrid GADOTTI [4](#); Renan NAVROSKI [5](#)

Recibido: 10/10/16 • Aprobado: 30/10/2016

### Conteúdo

- [1. Introdução](#)
  - [2. Material e métodos](#)
  - [3. Resultados e discussão](#)
  - [4. Conclusão](#)
- [Referências](#)

#### RESUMO:

O presente trabalho apresenta a avaliação da viabilidade econômica para a implantação de uma usina de compostagem de resíduo orgânico urbano na cidade brasileira de Pelotas no estado do Rio Grande do Sul. O projeto da usina é dimensionado através do uso de dados reais da produção diária de resíduos sólidos urbanos do município. Analisam-se esses dados em conjunto com dados econômicos e desenvolve-se uma análise econômica e de projeto, obtendo-se como conclusão que a implantação da usina, além de ser economicamente viável, apresenta vantagens ambientais e sociais, como a redução da poluição ambiental e geração de empregos.

**Palavras-chave:** Resíduos Sólidos Urbanos, Viabilidade Econômica, Sustentabilidade, Tratamento de RSU, Compostagem.

#### ABSTRACT:

This paper presents the evaluation of economic viability for the implementation of an urban organic waste composting plant in the Brazilian city of Pelotas in the state of Rio Grande do Sul. The plant project is dimensioned through the use of real data of the daily production of municipal solid waste in the city. These data are analyzed in conjunction with economic data to develop an economic analysis and design, yielding as a conclusion that the implementation of the plant, as well as being economically viable, presents environmental and social benefits, such as reducing environmental pollution and generation jobs.

**Keywords:** Municipal Solid Waste (MSW), Economic Viability, Sustainability, Treatment of MSW, Composting.

## 1. Introdução

O desenvolvimento econômico, principalmente de países em crescimento, orientado pelo acesso

à tecnologia e aumento do poder de compra da população, tem grande influência sobre as preferências de consumo e estilo de vida. Estes fatores ocasionam como consequência o aumento da produção de resíduos sólidos, principalmente em grandes centros urbanos.

Nesse âmbito a gestão e o tratamento de resíduos sólidos assume uma importância crescente. Haja visto que, o beneficiamento de resíduos urbanos apresenta uma alternativa para se reduzir o impacto ambiental tal como uma resposta à população cada vez mais preocupada com a destinação final de seus resíduos.

Embora os aterros sanitários sejam uma boa solução para a prevenção da contaminação do solo, do ar e da água e para os odores fétidos resultantes da decomposição da matéria orgânica, não são verdadeiramente um método de eliminação de resíduos. Assim sendo, diversas formas de reutilização dos resíduos foram surgindo, entre elas a compostagem como meio de valorização orgânica.

De acordo com Pereira Neto (1996), a compostagem é definida como um processo aeróbio controlado, desenvolvido por uma população diversificada de micro-organismos, efetuada em duas fases distintas: a primeira quando ocorrem as reações bioquímicas mais intensas, predominantemente termofílicas; e a segunda ou fase de maturação, quando ocorre o processo de humificação. O produto final dessa fase é denominado composto orgânico, o qual pode ser aplicado ao produto compostado, estabilizado e higienizado, que é benéfico para a produção vegetal (Zucconi *et al.*, 1987).

A compostagem atenua os problemas causados pelos resíduos sólidos urbanos (RSU) dando-lhes um destino útil a custo reduzido e sendo ambientalmente eficiente.

No Brasil, o composto orgânico produzido em usinas de compostagem de lixo domiciliar deve atender a valores estabelecidos pelo Ministério da Agricultura (2010) para que possa ser comercializado, de acordo com os índices de: matéria orgânica total, nitrogênio total, umidade, relação C/N e pH. A legislação pertinente é regulada pelas Leis Nº 6.894, de 16 de dezembro de 1980 e Nº 12.305, de 02 de agosto de 2010 e pelas Instruções Normativas IN-20, de 02 de junho de 2009, IN-10, de 06 de maio de 2004, IN-35, de 04 de julho de 2006, IN-27 DAS, de 05 de junho de 2006, IN-25 DAS, de 23 de julho de 2009, IN-13, de 24 de março de 2011, ABNT NBR-10.004, que regem as recomendações em uma usina de triagem e compostagem de lixo.

Atualmente, muitos municípios possuem coleta seletiva. E, mesmo os que não possuem, contam com catadores que buscam, principalmente, com a catação de materiais recicláveis (papelão, alumínio, garrafas PET, plástico, vidros, etc.) receberem compensação financeira com a venda desses materiais.

A cidade de Pelotas-RS possui tanto os catadores como a coleta seletiva e, com intuito de melhorar o seu trato com os rejeitos urbanos, a cidade implantou no ano 2000 uma cooperativa de reciclagem de lixo seco e atualmente também estuda a viabilidade da instalação de uma usina de tratamento de RSU.

Como, aproximadamente 55% de todo o lixo gerado diariamente no município é composto por materiais orgânicos, segundo Plá (2012), seu tratamento poderá ser uma saída econômica e potencialmente viável frente a desativação do aterro municipal, o qual recebia diariamente todo o resíduo da cidade.

Destaca-se também que esse tipo de solução (aterro controlado) pode causar diversos problemas ambientais, sociais e econômicos. De acordo com a CITC (1999) os principais problemas nesses ambientes são a possível contaminação do lençol freático, comprometendo seu uso domiciliar; a poluição da atmosfera, com o desprendimento de gases e o mau cheiro; a proliferação de insetos e roedores transmissores de doenças; o problema da presença de catadores nos locais onde os resíduos sólidos são depositados nos lixões; a exploração infantil e o empobrecimento do município com o gasto **exacerbado** em coleta e disposição de resíduos sólidos.

O lixo pelotense, segundo dados do IBGE (2010) e da Prefeitura Municipal de Pelotas (2012) compõem-se de: 55% de material orgânico, 19% de papel e papelão, 14% de materiais ferrosos e não ferrosos, 4% de plástico cristal, 4% de plástico colorido, 2% de vidros e 2% de outros.

Segundo Plá (2012), o município de Pelotas descarta atualmente uma média de 200 t.dia<sup>-1</sup> de resíduo sólido doméstico, das quais, grande parte era destinada ao aterro municipal o qual encerrou suas atividades por ter atingido a capacidade máxima de deposição de resíduos.

Com esse problema em vista e sabendo-se que todo o lixo de Pelotas, como medida emergencial, será transportado para o Aterro Sanitário Metade Sul situado no município de Candiota – RS (gastando-se aproximadamente R\$ 400.000,00 nesse processo), torna-se muito importante a implantação da usina de tratamento, que além de gerar emprego, reduzirá os gastos com transporte de resíduos. Enviando-se, para o Aterro Sanitário de Candiota, apenas a parcela de resíduos que não será reaproveitado pela usina. Prevenindo-se assim, problemas ocasionados pelo aumento do fluxo de caminhões, tais quais: aumento da emissão de gases prejudiciais à saúde oriundos da queima de derivados do petróleo; aumento nos gastos públicos pela maior demanda de reparos na rodovia BR 293, que liga Pelotas a Candiota; aumento do riscos de acidentes; aumento no número de atropelamento e morte de animais; aumento da poluição marginal da rodovia; entre outros.

Outro fato que corrobora em prol da implantação da usina é de que a coleta seletiva já se encontra implantada no município (60% na área urbana e 18% na área rural) e é apoiada pela população, a qual se mostra disposta a pré-selecionar seu lixo residencial e anseia por mudanças que caminhem no sentido da preservação.

Em um levantamento prévio feito pela prefeitura, o custo de implantação da usina está na ordem de R\$ 8 milhões e de operacionalidade de R\$ 400 mil.mês<sup>-1</sup>. Partindo-se desse pressuposto desenvolve-se este projeto, o qual tem por objetivo central apresentar os resultados acerca do estudo da implantação e viabilidade econômica de uma usina de compostagem no município de Pelotas a qual deverá tratar as 200 t.dia<sup>-1</sup> de resíduo sólido doméstico gerado na cidade. Sendo que destas, 110 t.dia<sup>-1</sup> formam o montante gerado na forma de lixo orgânico e serão destinadas ao processo de compostagem.

Este estudo contempla um memorial descritivo que apresenta a descrição de todos os gastos com equipamentos e pessoal necessário para o pleno funcionamento da usina, bem como a localização, o layout da planta de operação e o balanço de massa operacional.

---

## 2. Material e métodos

Por meio da relação entre os dados fornecidos pelo IBGE (2010), que estimam um crescimento populacional de 12% a cada dez anos, e os dados informados pela Prefeitura Municipal de Pelotas, faz-se a estimativa do crescimento populacional para a cidade até 2070, considerando que a quantidade de lixo orgânico gerada por indivíduo continue constante. Também, por intermédio desses dados, efetua-se o estudo sobre a destinação do lixo brasileiro e a composição do lixo pelotense.

Por tratar-se de interesse público, faz-se uma pesquisa de opinião, com a população pelotense, através de entrevista *online* incorporada em um *site* criado para este fim.

Para elucidar o cenário econômico realiza-se uma pesquisa de mercado com foco nos estabelecimentos do município que comercializam terra vegetal e adubo orgânico, a fim de conhecer-se os preços praticados, o destino desses produtos, as quantidades comercializadas, os atuais fornecedores e o interesse em comercializar o produto gerado na usina municipal. Com ênfase em floriculturas e agropecuárias a pesquisa consulta, no total, 33 estabelecimentos.

Após tratar os dados originados com a pesquisa de mercado traça-se uma estratégia de mercado. Para este caso opta-se pela Liderança Custo, a qual enfatiza o processo de fabricação,

caracterizando-se por alta escala de produção e produtos homogêneos, objetivando custos mínimos (Aacker, 2001; Porter, 1990).

Também se faz uma análise SWOT, segundo Mintzberg, Ahlstrand e Lampel (2000) e uma análise econômica, com horizonte de planejamento de 10 anos, considerando um crescimento gradual das vendas de 60% no primeiro ano, 90% no segundo e 100% a partir do terceiro ano (Buarque, 1991).

Estudam-se cenários econômico-financeiros através da Análise de Sensibilidade, analisando-se o preço do produto frente à concorrência dos municípios vizinhos a Pelotas (Lima *et al.*, 2012). Os cenários considerados são: a) Otimista – A usina de Pelotas recebe e trata os RSU de 21 municípios da Região Sul do RS. Após o processo de beneficiamento do lixo orgânico vende-se o composto orgânico a esses municípios mantendo a estimativa do preço médio de venda por quilo de R\$ 0,776 para a terra vegetal e R\$ 0,519 para o adubo orgânico; b) Pessimista – Considera-se que todos os municípios da Região Sul do RS, assim como Pelotas, possuem uma usina de compostagem. Dessa maneira perdem-se compradores e ganham-se concorrentes. Como diminui a demanda e aumenta a oferta os preços sofrem quedas bruscas e apresentam os seguintes valores por quilo: R\$ 0,478 par terra vegetal e R\$ 0,378 para adubo orgânico; c) Provável - A população de Pelotas irá comprar o produto da usina, por ser mais barato e trazer um ganho para a cidade, ao invés de optar pelo concorrente, mantendo-se os preços do cenário otimista.

---

### 3. Resultados e discussão

A localização da Usina foi estabelecida seguindo a Legislação pertinente à implantação de uma usina de triagem e compostagem e a lei vigente - Resolução CONAMA nº 308, de 21 de março de 2002, que estabelece as normas para a seleção de área e o Plano Diretor do Município de Pelotas, onde as APPs (áreas de preservação permanente) são descritas conforme o Artigo 59 da Lei nº 5.502, de 11 de setembro de 2008. De posse de todas as informações descritas, escolhe-se uma área no Distrito Industrial de 64.469,88 m<sup>2</sup> e perímetro de 1000 m.

A usina necessita de uma área aproximada de 7 ha para tratar 110 t.dia<sup>-1</sup> de resíduo orgânico. Deve contar com uma unidade de triagem para aperfeiçoar o processo de coleta seletiva, seleção e separação dos diversos tipos de materiais que compõem o lixo. Essa e as demais instalações da usina são projetadas de acordo com Reichert (1999).

Para o memorial de cálculo e balanço de massa (Figura 1) considera-se o coeficiente de massa específica do material igual a 0.930, sendo este valor o resultado da divisão da massa do material em toneladas pelo volume em metros cúbicos (Gomide, 2005).

A logística operacional da usina começa com o recebimento de onze caminhões-coletores.dia<sup>-1</sup>, com capacidade aproximada de 18,6 t, que totalizam o valor médio de 200 t.dia<sup>-1</sup> ou 215,05 m<sup>3</sup>.dia<sup>-1</sup>. Após a pesagem (recepção), o caminhão destina-se à moega (36 m<sup>3</sup>) onde despeja seu conteúdo e sai para a expedição (nova pesagem). Abaixo da moega localiza-se uma esteira de triagem, com largura de 1,20 m e comprimento de 25,00 m, movendo-se de 10 a 15 m.min<sup>-1</sup>, permitindo uma capacidade de processamento de 14.400 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>. Nesta esteira o material não orgânico será separado manualmente por 28 pessoas. Em seguida, a matéria orgânica (55% do inicial = 14,784 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>) seguirá pela esteira passando pelo selecionador magnético que reterá aproximadamente 0,5% (0,074 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>) de material ferroso. O que material que não fica retido (54,5% (14,71 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>) de material orgânico) segue para o triturador de facas, dotado de tela de saída. Após, as partículas orgânicas são encaminhadas, via esteira que já acompanha o triturador, a um caminhão com caçamba basculante que leva o material para o pátio de compostagem, o qual é dimensionado com 23 leiras de 3 m de largura, 120 m de comprimento e 1,50 m de altura, espaçadas de 2 m entre si, totalizando 540 m<sup>3</sup> (580,65 t) por leira (Figura 2).

O número de leiras é obtido considerando-se que o processo de compostagem estará completo

em 120. Cada leira tem capacidade para acomodar aproximadamente 5,27 dias de lixo orgânico processado. O manejo das leiras é feito com uma pá escavadeira e um revolvedor de leiras. Serão 4 funcionários trabalhando nesse setor.

Durante o processamento, o composto perde aproximadamente 70% de seu volume inicial. Essa perda é resultante da evaporação da água que ocorre durante a compostagem, auxiliado pelo revolvimento das leiras. Logo, o resultante desse processo é um produto com 30% de umidade que é peneirado e destinado ao embalagem ou estoque a granel sob uma estrutura metálica coberta, tipo galpão. Neste local instala-se uma peneira rotativa com tela de 1,0 mm e uma empacotadora e seladora. A peneira processa 4,413 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>, sendo que desses, 54,77% são mantidos a granel, 45,26% (1,997 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>) embalado e aproximadamente 5% (0,221 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>) volta para o pátio de compostagem, pois o processo não tem 100% de eficiência.

Do total a granel, 90,38% é destinado à Prefeitura do município, que utiliza uma parcela (3,85%) para aplicar no paisagismo da cidade e outra (86,53%) para auxiliar nos gastos com adubação agrícola de pequenos produtores da agricultura familiar da região rural de Pelotas. O que sobra (9,62%) é destinado ao estoque a granel da usina para posteriormente ser comercializado.

A equipe operacional da usina está compreendida em 47 funcionários, desde gerente, pessoal administrativo, funcionários de operação de máquinas e catadores (todos trabalhando 8h.dia<sup>-1</sup>). O fluxograma de trabalho e o balanço de massa são caracterizados na Figura 1. Já nas Figuras 2 e 3 evidencia-se o projeto e *layout* final da usina e instalações ambos projetados em *software* CAD (*Computer Aided Design*).

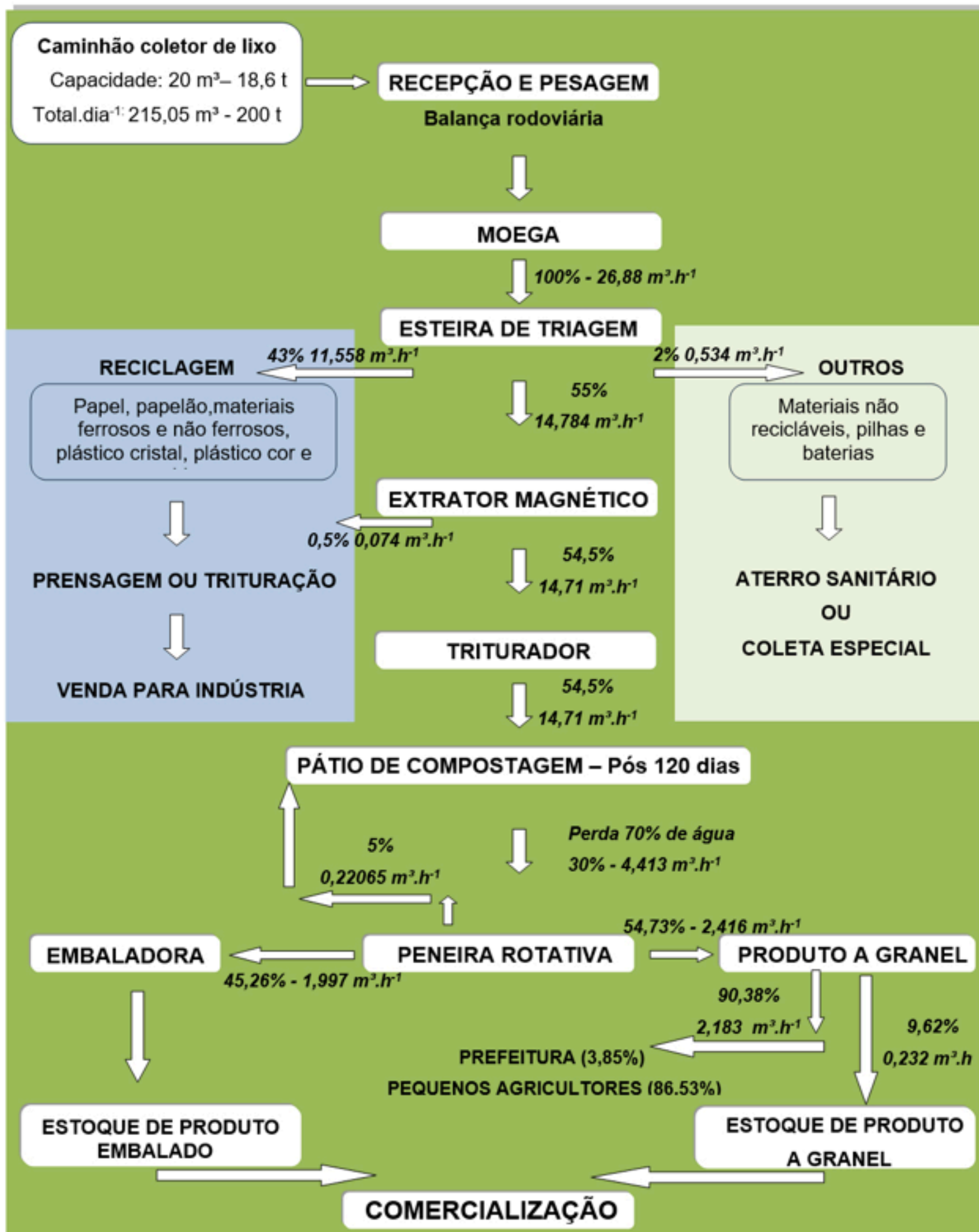


Figura 1 – Fluxograma e balanço de massa da usina de compostagem de lixo orgânico

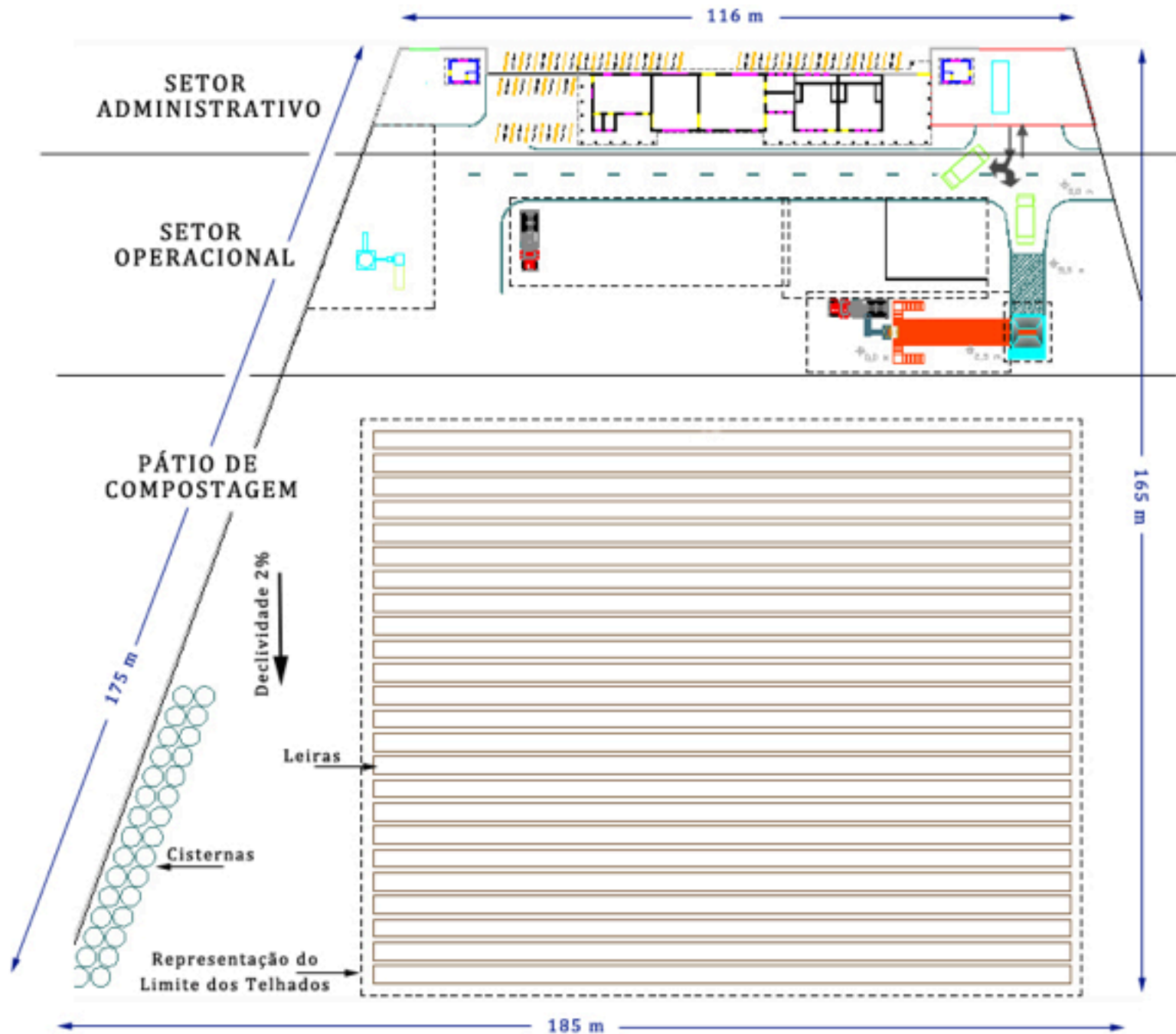


Figura 2 – Planta de *Layout* da usina de compostagem de RSU

----

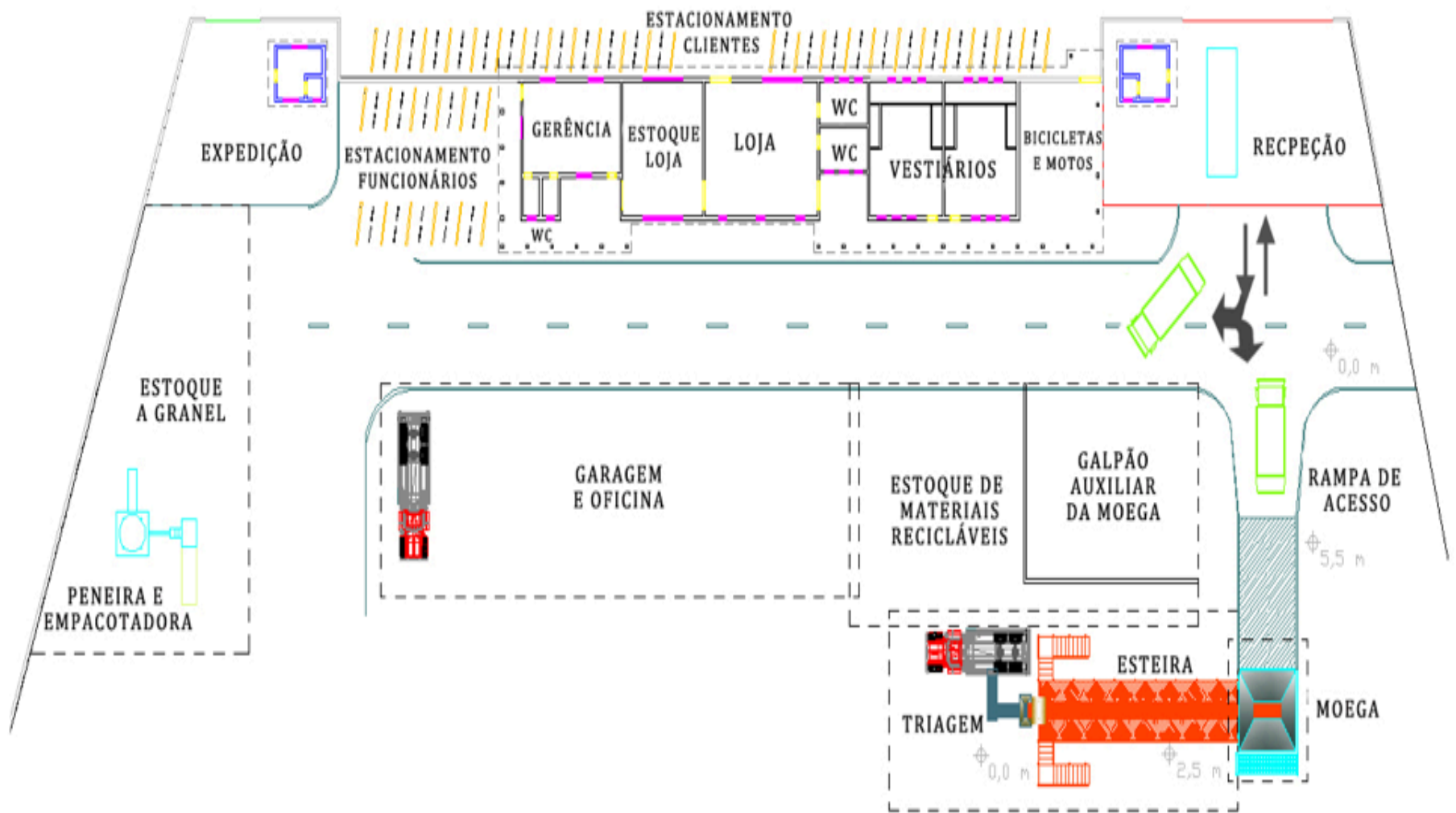


Figura 3 – Planta de detalhamento dos setores administrativo e operacional da usina de compostagem de RSU



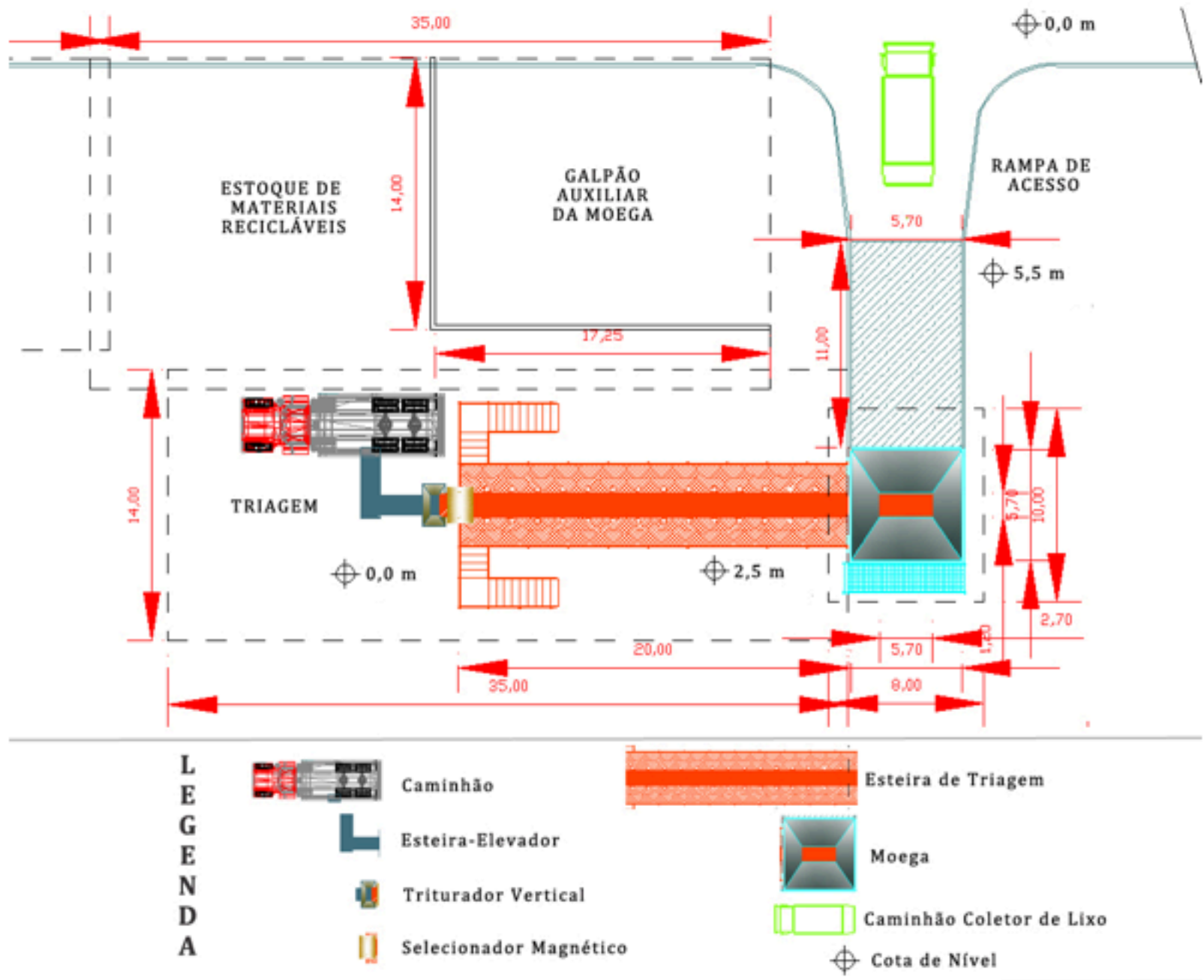


Figura 4 – Planta de detalhamento da área de triagem do setor operacional da usina de compostagem de RSU

Avaliando-se os resultados da pesquisa de opinião, as 701 pessoas entrevistadas, que compreendem aproximadamente 0,22% da população pelotense, indicam posição favorável à instalação da usina de tratamento.

Para prever-se cenários da análise econômica utilizam-se dados fornecidos pelo IBGE (2010) (Figura 5) e obtém-se como resultado, após 60 anos, um aumento da produção de lixo orgânico para  $217 \text{ t.dia}^{-1}$ . Comparado com o montante de lixo atual, isso quer dizer que, mais de  $107 \text{ t.dia}^{-1}$  de lixo orgânico deverão passar pelo processo de compostagem. Sendo assim, já se projeta a usina, prevendo-se uma área de ampliação visto que com o passar dos anos uma nova geração de resíduos orgânicos será evidenciada.

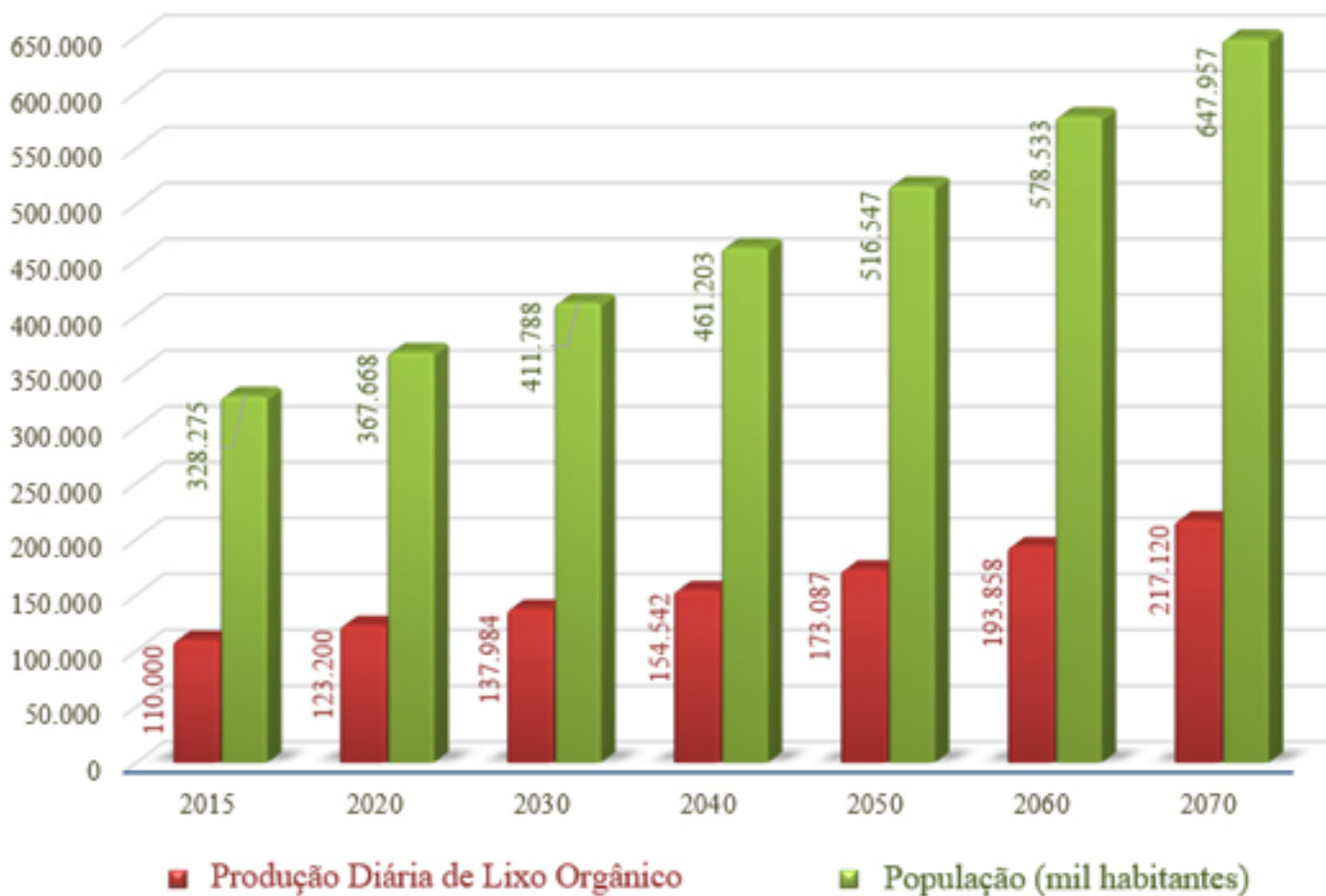


Figura 5 – Previsão de produção de lixo orgânico para o município de Pelotas para os próximos 58 anos, calculada sobre a taxa de crescimento populacional estimada pelo IBGE em 1,2% ao ano. Fonte: IBGE, 2010.

De posse dessa análise inicial faz-se uma pesquisa de mercado (Tabela 1) a fim de que se evidenciem os preços aplicados no comércio local bem como a sua capacidade de absorção da produção.

Tabela 1 - Preço de venda e demanda para o comércio de Pelotas, segundo pesquisa de mercado

Embalagens	Terra vegetal		Adubo orgânico	
	Preço (R\$)	Demanda (kg.mês-1)	Preço (R\$)	Demanda (kg.mês-1)
2 kg	R\$ 1,50	800	R\$ 1,05	2.000
5 kg	R\$ 3,85	9.000	R\$ 2,60	7.000
10 kg	R\$ 7,70	7.000	R\$ 5,20	12.000
15 kg	R\$ 11,55	14.250	R\$ 7,80	20.000
20 kg	R\$ 15,40	30.000	R\$ 10,40	6.000
25 kg	R\$ 19,25	57.000	R\$ 13,00	60.000
Carga 500 kg	R\$ 385,00	50.000	-	-
<b>Total</b>	-	<b>168.050</b>	-	<b>107.000</b>

Com esses dados norteando a tomada de decisões estabelece-se que a usina produzirá 250 t.mês-1 de terra vegetal e 700 t.mês-1 de adubo orgânico e será dotada de uma loja própria. A comercialização dos produtos terá como destino os comerciantes locais (venda por atacado), agricultores, paisagistas e comercialização na loja da usina, a qual servirá também de estoque de produto embalado (Tabela 2).

Tabela 2 – Locais de comercialização e destinação dos produtos da compostagem

<b>Produtos (t.mês-1)</b>	<b>Terra vegetal</b>	<b>Adubo orgânico</b>
Destinado ao comércio local	168	107
Destinado aos agricultores	-	450
Destinado ao paisagismo do município	-	20
Destinado à loja da usina	82	123
<b>Total</b>	<b>250</b>	<b>700</b>

Os produtos serão comercializados em sacos de 2, 5, 10, 15, 20 e 25 kg e a terra vegetal também em cargas de 500 kg. De acordo com estas quantidades estabelece-se os preços que devem ser praticados na loja da usina sendo que a terra vegetal, apresenta uma variação de R\$ 2,05 a R\$ 385,00 e o adubo orgânico de R\$ 1,25 a R\$ 13,00.

Tabela 3 - Preço médio de venda no comércio de Pelotas versus preço sugerido para loja

<b>Embalagens</b>	<b>Terra vegetal</b>		<b>Adubo orgânico</b>	
	<b>Preço</b>	<b>Preço sugerido</b>	<b>Preço</b>	<b>Preço sugerido</b>
2 kg	R\$ 2,75	R\$ 2,05	R\$ 1,80	R\$ 1,25
5 kg	R\$ 4,50	R\$ 3,95	R\$ 3,40	R\$ 2,75
10 kg	R\$ 11,00	R\$ 9,80	R\$ 6,00	R\$ 5,85
15 kg	R\$ 17,00	R\$ 14,50	R\$ 9,00	R\$ 7,80
20 kg	R\$ 20,00	R\$ 16,00	R\$ 12,00	R\$ 10,90
25 kg	R\$ 22,50	R\$ 20,95	R\$ 15,00	R\$ 13,00
Carga 500 kg	R\$ 400,00	R\$ 385,00	-	-

Vale ressaltar aqui que o preço médio por quilo que será vendido por atacado aos comerciantes de Pelotas é menor que os aplicados na loja da usina, com o intuito de não centralizar as vendas em um único ponto da cidade e também ser competitivo com os demais fornecedores. Sendo assim, o preço médio em atacado para portadores de CNPJ (Cadastro Nacional de Pessoas Jurídicas) fica fixado em R\$ 0,776 para a terra vegetal e R\$ 0,509 para o adubo

orgânico. Sabendo-se disso, e também que serão comercializadas, em atacado, 168,05 toneladas de terra vegetal e 107 toneladas, totaliza-se um montante de R\$185.939,80 em vendas para portadores de CNPJ.

Já na loja da usina serão comercializadas mensalmente 82 t de terra vegetal (R\$ 59.286,00) e 123 t de adubo orgânico (R\$ 65.190,00), somando entre ambas um montante de R\$ 124.476,00. Gerando um total em vendas, entre a loja e os comerciantes, na ordem de R\$ 310.415,80.

A análise SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats*) (Tabela 4) empregada na avaliação econômica de implantação da usina avalia os pontos Fortes e Fracos e aprimora a tomada de decisão.

Tabela 4 – Análise SWOT da Usina de Compostagem

<b>Pontos fortes</b>	<b>Pontos fracos</b>
Inserção social e educação ambiental	Alto investimento inicial
Melhora da saúde da população	Necessidade de coleta seletiva
Preocupação com o meio ambiente	Custos com reinvestimento ao longo do projeto
<b>Oportunidades</b>	<b>Ameaças</b>
Produto é fornecido por outros municípios	Falta na entrega do RSUD (Resíduos Sólidos Urbanos Domiciliares)
Pouquíssima concorrência	Greve dos prestadores do SLU (Serviço de Limpeza Urbana)
Mercado está em expansão	Obrigatoriedade de EIA/RIMA (Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto Ambiental) e obtenção de Licença Prévia
Busca de novas tecnologias auto - sustentáveis	Outros municípios que possam a vir oferecer o composto a menor preço
Aumento da geração de lixo orgânico	
Aumento da demanda de composto orgânico para recuperação de áreas degradadas	
Crescimento populacional	

A análise econômica prevista para esse trabalho determina também o investimento inicial aplicado na aquisição do terreno, obras civis, licenças e todos os equipamentos necessários para o pleno funcionamento da usina, totalizado em R\$ 7.465.506,67. Grande parte da água a ser utilizada nas leiras será da chuva, coletada dos telhados e armazenada em cisternas, o que reduzirá o custo com este insumo. Com isso em mãos, confeccionam-se-se planilhas de custos (fixos e variáveis) e despesas (fixas e variáveis) e apresenta-se o fluxo de caixa do cenário

provável (Tabela 5).

Tabela 5 - Fluxo de caixa do cenário provável

<b>Descrição</b>	<b>Ano 0</b>	<b>Ano 1</b>	<b>Ano 2</b>	<b>Ano 3 a 9</b>	<b>Ano 10</b>
<b>Receita Bruta</b>		R\$ 2.234.993,76	R\$ 3.352.490,64	R\$ 3.724.989,60	R\$ 3.724.989,60
(-) Impostos Prop.					
ICMS		R\$ 267.000,76	R\$ 400.501,16	R\$ 445.001,28	R\$ 445.001,28
PIS/COFINS		R\$ 71.241,35	R\$ 115.082,98	R\$ 126.956,54	R\$ 126.956,54
<b>Receita Líquida</b>		R\$ 1.896.751,65	R\$ 2.836.906,50	R\$ 3.153.031,78	R\$ 3.153.031,78
Custo Var. Prod.		R\$ 745.965,12	R\$ 1.118.947,69	R\$ 1.243.275,21	R\$ 1.243.275,21
Custo Fixo Prod.		R\$ 199.997,13	R\$ 299.995,69	R\$ 333.328,55	R\$ 333.328,55
<b>Lucro Bruto</b>		R\$ 950.789,40	R\$ 1.417.963,12	R\$ 1.576.428,03	R\$ 1.576.428,03
Desp. Ger. Var.		R\$ 319.157,11	R\$ 478.735,66	R\$ 531.928,51	R\$ 531.928,51
Desp. Ger. Fixas		R\$ 77.198,45	R\$ 115.797,68	R\$ 128.664,09	R\$ 128.664,09
Depreciação		R\$ 34.422,41	R\$ 34.422,41	R\$ 34.422,41	R\$ 34.422,41
Despesas Finan.		-	-	-	-
Perda/lucro contábil					R\$ 227.098,46
<b>Lucro Líq. Antes IR</b>		R\$ 520.011,43	R\$ 789.007,37	R\$ 881.413,02	R\$ 1.108.511,48
IR/Contrib. Social		R\$ 152.803,89	R\$ 244.262,51	R\$ 275.680,43	R\$ 352.893,90

<b>Lucro Líq. Após IR</b>		R\$ 367.207,54	R\$ 544.744,87	R\$ 605.732,59	R\$ 755.617,58
(+) Depreciação		R\$ 34.422,41	R\$ 34.422,41	R\$ 34.422,41	R\$ 34.422,41
(-) Amortização		-	-	-	-
(-) Investimentos	R\$ 7.465.506,67				
(+)Liber. Financiam.		-			
(+) Valor Residual					R\$ 2.624.358,58
<b>Fluxo de Caixa</b>	<b>R\$ 7.465.506,67</b>	<b>R\$ 401.629,95</b>	<b>R\$ 579.167,27</b>	<b>R\$ 640.155,00</b>	<b>R\$ 3.414.398,56</b>

Para a construção do fluxo de caixa dos anos iniciais lança-se mão de uma curva de aprendizagem utilizada para prever a programação das vendas, haja visto que, o projeto não inicia com 100% de seus produtos vendidos. Sendo assim o fluxo de caixa do ano 1 (R\$ 401.629,95) considera 60% das vendas, do ano 2 considera 90% das vendas, do ano 3 ao 9 100% das vendas e no ano 10 é previsto um fluxo de caixa adicionado do valor residual da usina, uma vez que o horizonte de planejamento é de 10 anos.

Também são analisados cenários econômicos pessimistas e otimistas os quais são confrontados com os dados obtidos para o cenário provável. No cenário otimista a usina receberá e tratará o montante gerado diariamente por 21 municípios da Região Sul do Rio Grande do Sul. Sendo assim o total de lixo que deverá ser processado pela usina será de 496 toneladas.dia<sup>-1</sup>.

Resultando em aproximadamente 273 toneladas.dia<sup>-1</sup> de lixo orgânico as quais geram 8.184 toneladas.mês<sup>-1</sup> (8.800 m<sup>3</sup>) de lixo orgânico para ser processado que serão compostados e transformados em 2.500 toneladas.mês<sup>-1</sup> de composto orgânico (terra vegetal e adubo orgânico). Nesse cenário o fluxo de caixa resulta em um valor de R\$ 2.119.266,79 no ano 1, de R\$ 3.155.386,39 no ano 2, de R\$ 3.502.568,22, do ano 3 ao 9 e de R\$ 11.988.202,09 no ano 10.

Já para a construção do cenário pessimista supõe-se que os demais municípios da Região Sul do Rio Grande do Sul decidem tratar seus resíduos da mesma forma que Pelotas: implantando cada um uma usina de compostagem. Gerando, com isso, concorrência. Dessa forma, considera-se que a usina pelotense continuará tratando a mesma quantidade de lixo contabilizada no cenário provável: 200 toneladas. Porém agora, trabalhando com o preço médio mínimo antes do prejuízo. Para esse caso específico o preço médio mínimo por quilo comercializado aplicado antes do prejuízo é de R\$ 0,478 para terra vegetal e R\$ 0,378 para adubo orgânico para vendas na loja da usina e R\$ 0,428 para terra vegetal e R\$ 0,328 para adubo orgânico para vendas a portadores de CNPJ. Nesse cenário o fluxo de caixa resulta em um valor de R\$ 17.865,47 no ano 1, de R\$ 3.284,43 no ano 2, de R\$ 232,70 do ano 3 ao 9 e de R\$ 1.503.219,56 no ano 10.

Antes de confirmar-se a viabilidade ou inviabilidade do projeto faz-se necessário analisar o rendimento da taxa mínima de atratividade (TMA). indicador que prevê qual será a

rentabilidade do investidor caso aplique o valor do investimento no banco ao invés de investir no negócio. O resultado dessa análise é apresentado na Tabela 6 e a interpretação dos dados sugere que o investimento é rentável confirmando a viabilidade de implantação. Uma vez que evidencia-se um saldo positivo para o Valor Presente Líquido (VPL). Esse saldo é consequência da subtração entre o VPL total e o investimento e caso resultasse em um valor negativo indicaria que o investidor deveria aplicar o seu dinheiro para render no banco ao invés de aplicar no projeto.

Tabela 6 – Índices econômico-financeiros calculados

<b>Dados para análise</b>		
Investimento (R\$)	7.321.050,67	
TMA (%)	8,5	
VPL (R\$)	699.127,93	
Valor Presente Líquido (VPL)		
<b>Ano</b>	<b>Lucro Anual (R\$)</b>	<b>VPL Total (R\$)</b>
1	400.646,80	369.259,72
2	577.456,41	532.217,89
3	638.201,57	588.204,21
4	638.201,57	588.204,21
5	638.201,57	588.204,21
6	638.201,57	588.204,21
7	638.201,57	588.204,21
8	638.201,57	588.204,21
9	638.201,57	588.204,21
10	3.413.114,37	3.145.727,53
<b>Total</b>	<b>8.858.628,54</b>	<b>8.164.634.60</b>

## 4. Conclusão

Este estudo de caso é apresentado como forma de avaliar a implantação de uma usina de tratamento de resíduos sólidos em um município com mais de 320.000 habitantes.

Essa análise prevê valores e preços baseados em dados locais e para que possa ser estendida para outras localidades deve-se atentar para os preços e demandas praticadas local ou

regionalmente. O mesmo se aplica aos valores apresentados para obras civis, equipamentos, custos, despesas, entre outros.

Por intermédio de todo o estudo feito, é possível afirmar que o projeto de implantação da usina pode se tornar uma forma adequada para o tratamento do lixo do município de Pelotas, uma vez que além de tratar com o apelo social, pela geração de emprego e renda, também otimiza a questão ambiental, pela redução drástica de poluentes.

Outro fator importante é o apelo popular pró usina, vivenciado na pesquisa de opinião, que enfatiza a necessidade de se tomar medidas que conscientizem e motivem os cidadãos a participarem de um projeto no qual são agentes assíduos do processo, através da coleta seletiva.

Soma-se a isso que, após instalada, a usina proporcionará um ganho social, pois parte do produto da compostagem será destinado a pequenos produtores da agricultura familiar que integram a zona rural do município e outra parte irá extinguir o gasto da prefeitura com adubação para canteiros e paisagismo urbano.

Tomando por base a análise econômica que engloba uma grande quantidade de variáveis e fatores que norteiam a segurança para a tomada de decisão, afirma-se a viabilidade do projeto. A previsão é de um investimento inicial na ordem de R\$ 7.321.050,67 com fluxo de caixa anual positivo de R\$ 640.155,00 a partir do 3º ano de operação.

---

## Referências

Aaker, D. A. (2001). *Administração estratégica de mercado*. 5.ed. Porto Alegre: Bookman.

Aquino, A. M. (2005). *Integrando compostagem e vermicompostagem na reciclagem de resíduos orgânicos domésticos*. EMBRAPA. Circular Técnica. n.12.

Bernal, M.P.; Sánchez-Monedero, M. A.; Paredes, C.; Roig, A. (1998). Carbon mineralization from organic wastes at different composting stages during their incubation with soil. *Agriculture Ecosystems & Environment*. v. 69.

Brasil. Presidência da República. Casa Civil. (2010). *Lei No12.305, de 02 de agosto de 2010* institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em: 27 ago. 2016.

Brito, L. M. (1993). *Effects of composted municipal waste and a paper mill waste composted with bark on the growth of vegetable crops*. In: Optimization of plant nutrition. A. C. Fragoso & van Beusinchem eds. Kluwer Academic Publishers, Netherlands.

Chermont, L. (2000). Educação Ambiental e Fontes de Financiamento. No: Simpósio Sobre a Reciclagem de Lixo Urbano para fins Industriais e Agrícolas, Belém, 1998. *Anais*: Belém, PA, Embrapa Amazônia Ocidental.

CITC - Corporación de Investigación Tecnológica de Chile. (1999). *Manual de saneamento*.

Kiehl, E.J. (2004). *Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto*. 4.ed. Piracicaba: E.J.Kiehl. 173p.

Lampkin, N. (1992). *Organic farming*. Ukraine: Farming Press.

Mintzberg, H.; Ahlstrand, B.; Lampel, J. (2000). *Safári de estratégia*. Porto Alegre: Artmed – Bookman.

Pereira Neto, J.T. (1996). *Manual de compostagem: processo de baixo custo*. Belo Horizonte: UNICEF. 56p.

Plá, E. M. (2012). Prefeitura Municipal de Pelotas. Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas - SANEP. *Departamento de Processamento de Resíduos Sólidos*. Entrevista concedida, out. 2012.

Porter, M. E. (1990). *Vantagem competitiva*. Rio de Janeiro: Campus.



Reichert, G.A. (1999). Gerenciamento integrado de resíduos sólidos: uma proposta inovadora. *Revista Ciência & Ambiente*, Santa Maria-RS.

Votorantim - *Manejo e operação da central de compostagem na Votorantim Celulose e Papel SA*. Disponível em: <[http://www.ipef.br/eventos/2006/biossolidos/Simposio\\_Biossolidos\\_13.pdf](http://www.ipef.br/eventos/2006/biossolidos/Simposio_Biossolidos_13.pdf)> Acesso em: 29 mar. 2016.

Zucconi, F.; De Bertoldi, M. (1987). Compost specifications for the production and characterizations of compost from municipal solid waste. In: *Compost: production, quality and use*. Elsevier Applied Science, London, p.30-50, 1987.

- 
1. Engenheiro Agrícola, Mestre em Engenharia - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil - [saulo.garre@ufrgs.br](mailto:saulo.garre@ufrgs.br)
  2. Engenheiro Agrícola, PhD. Professor Titular - Universidade Federal de Pelotas, Brasil - [m.lauraluz@gmail.com](mailto:m.lauraluz@gmail.com)
  3. Engenheiro Agrícola, PhD. Professor Titular - Universidade Federal de Pelotas, Brasil - [carlossluz@gmail.com](mailto:carlossluz@gmail.com)
  4. Engenheira Agrícola, Doutora, Professora Adjunta - Universidade Federal de Pelotas, Brasil - [gizele.gadotti@ufpel.edu.br](mailto:gizele.gadotti@ufpel.edu.br)
  5. Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Agronomia - Universidade Federal de Pelotas, Brasil - [navroski@outlook.com](mailto:navroski@outlook.com)
- 

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015  
Vol. 38 (Nº 17) Año 2017

[Índice]

[En caso de encontrar algún error en este website favor enviar email a [webmaster](mailto:webmaster)]

©2017. revistaESPACIOS.com • Derechos Reservados