

FERNANDA SOTA SALOMÃO

**AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA  
IMPLANTAÇÃO DE UMA USINA DE TRIAGEM E  
COMPOSTAGEM NA CIDADE DE RIO CLARO-SP**

*Monografia apresentada à Comissão de Trabalho de Formatura do Curso de Graduação em Engenharia Ambiental do Instituto de Geociências e Ciências Exatas- Unesp, campus de Rio Claro (SP), como parte das exigências para o cumprimento da Disciplina Trabalho de Formatura, no ano letivo de 2009.*

Orientador: Prof. Dr. Edson Gomes de Oliveira

Rio Claro-SP

2009

**FERNANDA SOTA SALOMÃO**

**AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA IMPLANTAÇÃO DE  
UMA USINA DE TRIAGEM E COMPOSTAGEM NA CIDADE DE RIO  
CLARO-SP**

Orientador: Prof. Dr. Edson Gomes de Oliveira

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Câmpus de Rio Claro, para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Ambiental.

*Rio Claro*  
*2009*

628 Salomão, Fernanda Sota  
S173a Avaliação da viabilidade econômica da implantação de  
uma Usina de Triagem e Compostagem na cidade de Rio  
Claro-SP / Fernanda Sota Salomão. - Rio Claro : [s.n.], 2009  
83 f. : il., figs., gráfs., tabs., quadros, plant.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia  
Ambiental) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de  
Geociências e Ciências Exatas

Orientador: Edson Gomes de Oliveira

1. Engenharia sanitária. 2. Resíduos sólidos. 3. Avaliação  
econômica. I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP  
Campus de Rio Claro/SP

*Dedico esse trabalho ao meu pai João Brasil  
e a todos os engenheiros ambientais,  
em especial ao Eng.º Gabriel Dalfre.*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, pelo dom de fazer o que mais amo na vida.

Aos meus pais, João e Rai, por todos os anos investidos com a minha educação, pelos valores fundamentais ensinados, e principalmente por acreditarem nesse sonho.

Ao meu Orientador Prof. Dr. Edson Gomes de Oliveira, por todos os ensinamentos ao longo dos três anos como sua estagiária, e pela 1º oportunidade de trabalhar com a área que mais gosto – “Resíduos Sólidos”.

Ao Prof. Dr. Rolando Berríos pelas grandes contribuições a este trabalho.

Ao Leandro Geniseli pela força no AutoCAD!!!!

Á minha prima, Karina pelas correções ortográficas.

Ao meu grande amigo Handú pelo companheirismo nas longas tardes de trabalho!

Aos meus grandes amigos Matheus (Matuco) e Rafael (Barretão), pelos grandes momentos de risadas, trabalhos pelas madrugadas, e principalmente amizade verdadeira.....São sempre eles!!!!

Aos professores realmente comprometidos com a Engenharia Ambiental.

E é claro, não poderia esquecer de agradecer imensamente à pessoa que mais me incentiva e dá força, principalmente nos momentos mais difíceis, aquele que me apóia incondicionalmente em tudo, e em especial compartilha dos meus sonhos..... Meu Veterano Mor, e amor da minha vida, Gabriel Dalfre (Gagá). Gá..... essa é pra você, meu!!!!

*Na natureza nada se cria nada se perde tudo se transforma.*

*(Lavoisier)*

*A natureza é sábia e justa. O vento sacode as árvores, move os galhos, para que todas as folhas tenham o seu momento de ver o sol.*

*(Humberto de Campos)*

*As pessoas nesse mundo deveriam ser mais roots.*

*(Topete e Gagá)*

## RESUMO

A questão dos resíduos sólidos é sem dúvida um dos maiores problemas enfrentados pela população mundial na atualidade, resultando no chamado “colapso do lixo”.

È neste sentido que surge a compostagem, no âmbito do tratamento de resíduos de origem orgânica, que no Brasil, correspondem a aproximadamente 50% do volume gerado.

Porém, as raras usinas de triagem e compostagem (UTC) existentes não conseguem sequer se auto-sustentar, aumentando a cada dia o número de desativações, quase sempre relacionadas a questões financeiras.

Neste sentido, a presente pesquisa traz a análise da viabilidade econômica da implantação de uma UTC para a cidade de Rio Claro-SP, relacionando-a com a venda de composto orgânico grosso, para as culturas de hortaliças cultivadas em um raio de 30 km da área de estudo.

Para tanto, foram realizados, cálculos acerca da demanda regional por composto orgânico, e a verificação dos custos de implantação e operação da usina.

Os resultados alcançados foram o fluxo de caixa para o primeiro ano de funcionamento da UTC, bem como o ponto de equilíbrio entre as despesas e as receitas obtidas.

A partir desta relação investimento/ lucratividade, verificou-se que a UTC apresenta-se inviável sob o ponto de vista econômico.

**Palavras- Chave:** Resíduos Sólidos, Compostagem, Avaliação Econômica.

## ABSTRACT

The question of the solid waste is without a doubt one of the biggest problems faced for the world-wide population in the present time, resulting in the call “collapse of the garbage”.

In this direction that appears the composting, in the scope of the treatment of organic waste origin, that in Brazil, approximately correspond 50% of the generated volume.

However, the rare plants of selection and composting (UTC) existing at least do not obtain auto-to support themselves, increasing to each day the number of deactivations, almost always related the financial questions.

In this direction, the present research brings the analysis of the economic viability of the implantation of a UTC for the city of Rio Claro-SP, relating it with the thick organic composition sales, for the cultures of vegetables cultivated in a ray of 30 km of the study area.

For in such a way, they had been carried through, calculations concerning the regional demand for organic composition, and the verification of the implantation costs and operation of the plant.

The reached results had been the flow of box for the first year of functioning of the UTC, as well as the break-even point between the gotten expenditures and prescriptions.

From this relation investment profitability, it was verified that the UTC is presented impracticable under the economic point of view.

**Key-Words:** Solid Waste, Composting, Economic Assessment



## LISTA DE FIGURAS

	<b>Página</b>
<b>Figura 1-</b> Avaliação da possibilidade de uso do composto em Hortaliças.....	17
<b>Figura 2-</b> Gráfico da Produção de resíduos domiciliares em Rio Claro-SP, no ano de 1986.....	21
<b>Figura 3-</b> Fluxograma das Etapas de Trabalho.....	23
<b>Figura 4-</b> Balanço de perdas durante o processo de compostagem.....	28
<b>Figura 5-</b> Balanço de umidade durante os processos de peneiramento e secagem.....	29
<b>Figura 6-</b> Etapas para determinação dos custos de instalação e operação da UTC- Rio Claro.....	34
<b>Figura 7-</b> Fluxograma do Balanço de Massa da UTC- 95 t/dia.....	59
<b>Figura 8-</b> Fluxograma da Usina de Triagem e Compostagem.....	66
<b>Figura 9-</b> Fluxograma do Balanço de Massa da UTC-110 t/dia.....	67
<b>Figura 10-</b> Croqui do projeto: UTC- Rio Claro-SP.....	79

## LISTA DE QUADROS

	<b>Página</b>
<b>Quadro 1-</b> Análise comparativa entre aspectos positivos e negativos para a implantação de Usina de Triagem e Compostagem.....	8
<b>Quadro 2-</b> Legislações que regulamentam a produção, comércio e fiscalização de fertilizantes.....	15

## LISTA DE TABELAS

### Página

<b>Tabela 1-</b> Valores estabelecidos como parâmetro de controle para composto orgânico e tolerâncias, conforme Legislação do Brasil.....	16
<b>Tabela 2-</b> Especificações para granulometria de fertilizantes.....	16
<b>Tabela 3-</b> Produção de resíduos domiciliares em Rio Claro-SP, no ano de 1986.....	21
<b>Tabela 4-</b> Municípios da Região de Rio Claro-SP e suas respectivas hortaliças e áreas cultivadas.....	56
<b>Tabela 5-</b> Principais hortaliças, áreas totais cultivadas e recomendações NPK.....	57
<b>Tabela 6-</b> Projeção de crescimento populacional e de geração de resíduos em 10 anos para o município de Rio Claro-SP.....	58
<b>Tabela 7-</b> Resíduos reciclados pela UTC.....	42
<b>Tabela 8-</b> Quantidades requeridas de composto orgânico capaz de suprir as necessidades nutricionais de cada hortaliça.....	60
<b>Tabela 9-</b> Preço total dos macronutrientes NPK exigidos por cada hortaliça.....	62
<b>Tabela 10-</b> Preço de venda para o composto orgânico.....	44
<b>Tabela 11-</b> Comparação entre os preços do composto orgânico e do NPK exigido por cada hortaliça (R\$/ha).....	64
<b>Tabela 12-</b> Consumo mínimo para composto orgânico.....	65
<b>Tabela 13-</b> Estimativa do n° de funcionários da UTC.....	45
<b>Tabela 14-</b> Levantamento dos principais equipamentos e serviços necessários à UTC- Rio Claro-SP.....	68
<b>Tabela 15-</b> Levantamento das principais obras necessárias à UTC- Rio Claro-SP.....	69
<b>Tabela 16-</b> Consumo energético mensal dos equipamentos da UTC- Rio Claro-SP.....	75
<b>Tabela 17-</b> Total de Custos Indiretos Anuais (Ii) em R\$.....	78
<b>Tabela 18-</b> Estimativa dos principais custos de produção anual da UTC- Rio Claro-SP.....	80
<b>Tabela 19-</b> Resumo dos principais valores para instalação da UTC- Rio Claro-SP.....	46
<b>Tabela 20-</b> Estimativa de receita anual para materiais recicláveis da UTC.....	47
<b>Tabela 21-</b> Fluxo de caixa estimado para os 10 primeiros anos de funcionamento da UTC- Rio Claro-SP.....	83

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

RSD – Resíduos Sólidos Domiciliares

UTC- Usina de Triagem e Compostagem

CPFL- Companhia Paulista de Força e Luz

NPK- Nitrogênio- Fósforo- Potássio

UNEP- United Nations Environment Programme

PIF- Produção Integrada de Frutas e Hortaliças

BNDES- Banco Nacional de Desenvolvimento

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

CETESB- Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

SEAD- Sistema Estadual de Análise de Dados

EIA- Estudo de Impacto Ambiental

PE- Ponto de Equilíbrio

**SUMÁRIO**

	<b>Página</b>
<b>ÍNDICE.....</b>	vii
<b>INTRODUÇÃO.....</b>	1
<b>OBJETIVOS.....</b>	3
<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	3
<b>MÉTODOS E ETAPAS DE TRABALHO.....</b>	22
<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	40
<b>CONCLUSÕES.....</b>	48
<b>RECOMENDAÇÕES.....</b>	50
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	51
<b>APÊNDICES.....</b>	56

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	1
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	3
<b>2.1. Objetivo Geral.....</b>	3
<b>2.2. Objetivo Específico.....</b>	3
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	3
<b>3.1. Informações sobre o processo de Compostagem e suas peculiaridades....</b>	4
<b>3.2. Levantamento das características gerais do Composto Orgânico e seu uso em culturas de Hortaliças.....</b>	8
3.2.1. Uso do composto em culturas de Hortaliças.....	12
3.2.2. Legislação aplicável a compostos orgânicos.....	14
<b>3.3. Situação geral das Usinas de Triagem e Compostagem no Brasil.....</b>	17
<b>3.4. Aspectos gerais e dados sobre a geração de resíduos domiciliares em Rio Claro-SP.....</b>	19
<b>4. MÉTODOS E ETAPAS DE TRABALHO.....</b>	22
<b>4.1. 1ª Etapa: Definição do Tema.....</b>	24
<b>4.2. 2ª Etapa: Revisão Bibliográfica.....</b>	24
4.2.1. Informações gerais sobre o processo de compostagem e suas Peculiaridades.....	24
4.2.2. Levantamento das características gerais do composto orgânico e seu uso em culturas de hortaliças.....	24
4.2.3. Situação geral das Usinas de Triagem e Compostagem no Brasil.....	25

4.2.4. Aspectos gerais e dados sobre a geração de resíduos sólidos domiciliares em Rio Claro-SP.....	25
<b>4.3. 3ª Etapa: Análise da demanda potencial para consumo do composto orgânico pela região do município de Rio Claro-SP, e levantamento dos custos de implantação da UTC.....</b>	<b>25</b>
4.3.1. Levantamento das culturas de hortaliças presentes na região de Rio Claro-SP, respectivas áreas cultivadas e recomendações nutricionais.....	25
4.3.2. Cálculo da demanda global mínima por composto orgânico.....	26
4.3.2.1. <i>Produção anual potencial de composto orgânico.....</i>	<i>27</i>
4.3.2.2. <i>Estimativa de nutrientes NPK fornecidos pelo composto orgânico.....</i>	<i>30</i>
4.3.2.3. <i>Análise das quantidades necessárias de fertilizantes orgânicos.....</i>	<i>30</i>
4.3.2.4. <i>Cálculos para verificação do preço de venda do composto orgânico em comparação com fertilizantes minerais.....</i>	<i>30</i>
4.3.2.5. <i>Cálculo da demanda global mínima por composto Orgânico.....</i>	<i>32</i>
4.3.3. Levantamento dos custos totais de instalação e operação da UTC.....	33
<b>4.4. 4ª Etapa: Avaliação da viabilidade econômica da UTC.....</b>	<b>36</b>
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>40</b>
<b>5.1. 1ª Etapa: Definição do Tema.....</b>	<b>40</b>
<b>5.2. 3ª Etapa: Análise da demanda potencial para consumo do composto orgânico pela região do município de Rio Claro-SP, e levantamento dos custos de implantação da UTC.....</b>	<b>40</b>
5.2.1. Levantamento das culturas de hortaliças presentes na região de Rio Claro-SP, respectivas áreas cultivadas e recomendações nutricionais.....	41
5.2.2. Cálculo da demanda global mínima por composto orgânico.....	41
5.2.2.1. <i>Produção anual potencial de composto orgânico.....</i>	<i>41</i>
5.2.2.2. <i>Estimativa de nutrientes NPK fornecidos pelo composto orgânico.....</i>	<i>43</i>

5.2.2.3. <i>Análise das quantidades necessárias de fertilizantes orgânicos</i> .....	43
5.2.2.4. <i>Cálculos para verificação do preço de venda do composto orgânico em comparação com fertilizantes minerais</i> .....	43
5.2.2.5. <i>Cálculo da demanda global mínima por composto orgânico</i> .....	44
5.2.3. Levantamento dos custos totais de instalação e operação da UTC.....	45
<b>5.3. 4ª Etapa: Avaliação da viabilidade econômica da UTC</b> .....	47
<b>6. CONCLUSÕES</b> .....	48
<b>7. RECOMENDAÇÕES</b> .....	50
<b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	51
<b>APÊNDICES</b> .....	56
<b>Apêndice A</b> .....	56
<b>Apêndice B</b> .....	57
<b>Apêndice C</b> .....	58
<b>Apêndice D</b> .....	59
<b>Apêndice E</b> .....	60
<b>Apêndice F</b> .....	62
<b>Apêndice G</b> .....	64
<b>Apêndice H</b> .....	65
<b>Apêndice I</b> .....	66
<b>Apêndice J</b> .....	67
<b>Apêndice K</b> .....	68
<b>Apêndice L</b> .....	71
<b>Apêndice M</b> .....	80
<b>Apêndice N</b> .....	81
<b>Apêndice O</b> .....	83

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, é cada vez maior a discussão acerca da questão dos resíduos sólidos em nível mundial, em especial nos países em que se observa um crescimento populacional mais acelerado. Isso porque a maior demanda por bens de consumo faz crescer o aproveitamento dos recursos naturais disponíveis, principalmente sob a forma de produtos industrializados e descartáveis.

Porém, o ritmo de produção e consumo de mercadorias vem superando a capacidade natural do meio de assimilar os restos de tais atividades, fazendo com que a geração de resíduos seja hoje um dos maiores problemas enfrentados pela civilização moderna.

De acordo com Barreira (2005), tal problemática associada à falta de locais para a disposição final dos resíduos gerados, em conjunto com as onerosas técnicas para seu tratamento, está gerando o que pode ser considerado o “colapso do lixo”.

No Brasil, tal situação pode ser verificada, uma vez que, de acordo com Shalch et al (2001), na maioria dos municípios o circuito dos resíduos apresenta características muito semelhantes, da geração à disposição final, envolvendo apenas as atividades de coleta regular, transporte e disposição final, em locais quase sempre selecionados pela disponibilidade de áreas e pela distância em relação ao centro urbano e às vias de acesso, acarretando a disposição muitas vezes em locais irregulares, sem quaisquer medidas de controle sanitário e ambiental.

Para Lopes *apud* Soares (2004), a realidade brasileira quanto à gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos, ainda, concentra-se na destinação final e não no tratamento prévio desses resíduos.

Porém, os aterros sanitários que já se encontram estabelecidos e apresentam condições adequadas de disposição final, não suportam mais a carga de resíduos, exigindo uma rápida solução para esse problema, que só tende a aumentar.

Neste sentido, uma das alternativas mais antigas e difundidas para o tratamento de resíduos sólidos orgânicos, a *Compostagem*, é apresentada por muitos como a maneira mais eficaz para a reciclagem da matéria orgânica.

Kiehl (1979) define a Compostagem como sendo um processo de transformação de resíduos orgânicos em adubo humificado. O composto ou adubo orgânico é a denominação dada ao produto da compostagem.



Muito são os estudos que comprovam a eficiência e vantagens de cunho social e ambiental advindas da compostagem de resíduos sólidos domiciliares (RSD). Dentre elas podem ser citadas:

- Redução em torno de 50% do volume de resíduos a ser disposto em aterro sanitário, segundo citam Lindenberg (1981?); D’Almeida (2000) e Kiehl (2002);
- Promoção de benefícios para os municípios que aderem a tal prática, como a geração de empregos e renda (VANZAM et al *apud* SOARES, 2004);
- Possibilidade do uso do composto orgânico para diversos fins tais como: agricultura; paisagismo; viveiro de plantas; manutenção de estradas; recuperação de áreas degradadas; reflorestamento; cobertura de solo, entre outros (EGGERTH *apud* BARREIRA, 2005).

Porém, para Büttendbender (2004), a realidade do gerenciamento do lixo urbano em nível nacional tem evidenciado que poucas iniciativas de coleta seletiva priorizam o aproveitamento do lixo orgânico. Tal afirmativa se confirma tendo em vista que no Brasil são poucas as usinas operantes. Segundo dados levantados por Soares (2004), existem apenas 260 usinas no país.

Apesar das vantagens apresentadas, muitos são os aspectos que apontam o porquê da compostagem ainda ser culturalmente pouco aceita no país, dentre eles destacam-se: os poucos investimentos, associados à falta de políticas públicas que incentivem a compostagem; mau planejamento das usinas existentes; localização inadequada; ausência de capacitação técnica de seus funcionários; baixa qualidade dos compostos produzidos; entre outros. É fato que todos esses aspectos possuem suas raízes em questões de cunho econômico.

Para Gonçalves (2006), as poucas usinas de triagem e compostagem (UTC) existentes, não respondem ao desafio das questões sociais e têm um custo desnecessariamente elevado, o que inviabiliza a sua adoção na maioria dos municípios e prejudica o retorno econômico do investimento.

Ainda com relação aos custos de instalação e operação, D’Almeida (2000) argumenta não ser verdadeiro o ideal de “lucratividade” de UTC, muitas vezes apresentado a gestores públicos ou privados dos serviços urbanos. Para ele, as vendas de produtos recicláveis e de composto não cobrem as despesas operacionais correspondentes e os custos financeiros e de investimento.

Nesse contexto, a presente pesquisa pretende analisar a viabilidade econômica de instalação de uma Usina de Triagem e Compostagem para o município de Rio Claro-SP, relacionando-a com a demanda por seu subproduto - o composto orgânico, para a utilização como adubo orgânico em culturas de hortaliças da região na qual se enquadra o município.

O município de Rio Claro-SP e região apresenta-se como potencial consumidor de composto orgânico, uma vez que, de acordo com Conceição e Bonotto (2005) os solos locais são normalmente ácidos com baixa concentração de micronutrientes, ocasionando decréscimos na produtividade agrícola. Dessa forma, as características benéficas ao solo do fertilizante orgânico poderiam contribuir como incremento à produção.

A escolha pela utilização por hortaliças se deve ao fato de que tais culturas são cultivadas por pequenos produtores, que visam o mercado local, e que desta forma, adotariam o fertilizante orgânico, como uma maneira de reduzir seus custos de produção, que no caso desse gênero agrícola representam de 20 a 30 % do total gasto (RAIJ, 1997). Essa escolha também se deve ao fato de que se houvesse, eventualmente, o interesse de grandes produtores de laranja e cana, por exemplo, certamente não haveria composto orgânico para atender essa demanda.

## **2. OBJETIVO**

### **2.1. Objetivo Geral:**

Verificar a viabilidade econômica de uma Usina de Triagem e Compostagem, para o município de Rio Claro-SP, considerando a demanda potencial de composto orgânico pelas culturas de hortaliças do município e seu entorno.

### **2.2. Objetivo Específico:**

Investigar a relação investimento/ lucratividade, por meio da elaboração de um fluxo de caixa para se identificar em quais circunstâncias ocorre o ponto de equilíbrio entre os dois indicadores, ou seja, em quais conjunturas o empreendimento é economicamente favorável.

## **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

A pesquisa bibliográfica neste estudo visa proporcionar uma rápida descrição acerca de fatores gerais que regem o processo de compostagem, a qualidade, utilização e legislação aplicável ao composto orgânico na agricultura, destacando culturas de hortaliças, além de retratar de forma geral a situação das Usinas Triagem e Compostagem brasileiras. São

abordados ainda dados gerais sobre a geração de resíduos sólidos domiciliares no município de Rio Claro-SP, local alvo do presente estudo.

### **3.1. Informações sobre o processo de Compostagem e suas peculiaridades**

A compostagem é praticada desde a história antiga, e segundo Kiehl (1985), o agricultor vem se utilizando dos restos orgânicos, tanto vegetais como animais, como um material para ser incorporado ao solo com o intuito de favorecer o desenvolvimento das plantas e aumentar a produção agrícola.

Gregos, romanos, e povos orientais já sabiam que compostos orgânicos podiam ser retornados ao solo, contribuindo para sua fertilidade. As técnicas por eles empregadas eram rudimentares e artesanais e fundamentavam-se na simples formação de leiras ou montes de resíduo e sobras de biomassa vegetal. Essas leiras eram ocasionalmente revolvidas e após cessar o processo de fermentação, o composto obtido era incorporado ao solo, favorecendo o crescimento de vegetais (CPFL, 19--).

Ainda segundo esse autor, as primeiras tentativas de sistematizar o processo de compostagem foram iniciadas em 1920, quando Sir Albert Howard desenvolveu o processo *Indore*, na Índia. A partir de então, várias foram as tentativas de se produzir composto orgânico industrial, até que em 1932 o pesquisador holandês Van Manhen conseguiu construir um sistema que operava de forma autônoma e sem exigir grande emprego de mão-de-obra.

De acordo com Rodrigues *apud* Barreira (2005), nos anos seguintes se presenciou o surgimento de diferentes métodos de compostagem que visavam a introdução de novas técnicas para acelerar ou otimizar o processo: *Dumfries*, *Windrow*, *Danno*, *Frazer-Eweson*, *Varro*, *Triga*, *Fairfield-Hardy*, *Beltsville*, dentre muitos outros.

De 1940 a 1960, a compostagem foi muito solicitada como método prático e eficiente no tratamento de resíduos. Nesse período foram instalados mais de 400 sistemas em todo o mundo (CPFL, 19--).

No Brasil, de acordo com Kiehl (1985), “foi Dafert, primeiro diretor do Instituto Agrônomo de Campinas quem, em relatórios de atividades entre os anos de 1888 e 1893, exortou pela primeira vez os agricultores a produzirem em suas propriedades os fertilizantes classificados como “estrumes nacionais”, uma vez que os fertilizantes minerais eram todos importados”.

De acordo com Kiehl (2002), a técnica de compostagem foi desenvolvida com a finalidade de se obter mais rapidamente e em melhores condições a estabilização da matéria orgânica.

Para Stentinford et al *apud* Büttenbender (2004), o processo de compostagem pode ser definido como sendo um processo biológico, aeróbio e controlado de tratamento, higienização e estabilização de resíduos orgânicos para a produção de húmus.

Dois estágios podem ser identificados nessa transformação: o primeiro é denominado digestão, e corresponde à fase inicial da fermentação, na qual o material alcança o estado de bioestabilização e a decomposição ainda não se completou. O segundo estágio, mais longo, é o da maturação, no qual a massa em fermentação atinge a humificação, estado em que o composto formado apresenta melhores condições como melhorador de solo e fertilizante (SCHALCH et al, 2001).

Tal processo é efetuado por ação de agentes microbianos na presença de oxigênio e, portanto, precisa de condições físicas e químicas adequadas para formação de um produto de boa qualidade, denominado composto. Detalhes sobre o processo de compostagem são abordados nos livros de Kiehl (1985; 2002).

Monteiro, J. et al (2001) define *tratamento* como uma série de procedimentos destinados a reduzir a quantidade ou potencial poluidor dos resíduos sólidos, seja impedindo o descarte de lixo em ambiente ou local inadequado, seja transformando-o em material inerte ou biologicamente estável.

Sendo assim, a compostagem vem sendo vista como uma das possíveis soluções para a minimização do problema da crescente geração de resíduos sólidos, em especial, no que tange o lixo domiciliar de áreas urbanas, uma vez que os espaços disponíveis para sua destinação final são cada vez mais escassos.

Isso ocorre principalmente em países como o Brasil, no qual a maior parcela do lixo domiciliar se encontra na forma orgânica. Tal afirmativa pode ser confirmada com dados apresentados por D'Almeida (2000), evidenciando que aproximadamente 50% da composição do lixo correspondem a tal origem.

Segundo Ferreira *apud* Barreira (2005), até poucos anos atrás, os resíduos sólidos domiciliares eram considerados como de pequeno risco para o ambiente, pois continham basicamente resíduos orgânicos e outros materiais pouco impactantes. Entretanto, com a introdução de novos produtos de composição variada em quantidade crescente no mercado e o desconhecimento dos impactos decorrentes de sua disposição, pode-se considerar que esses resíduos representam, atualmente, potenciais poluidores, já que apresentam itens classificados como perigosos.

Assim sendo, além da redução de aproximadamente 50% das quantidades de lixo destinadas a aterros sanitários e a disposições inadequadas (D'ALMEIDA, 2000); (KIEHL,

1985; 2002), a compostagem apresenta ainda outros benefícios, como relatam D’Almeida (2000) e Oliveira et al (2008):

- Reciclagem de nutrientes para o solo, por meio de seu subproduto – o *composto orgânico*;
- Processo ambientalmente seguro;
- Eliminação de patógenos;
- Redução de odores desagradáveis provenientes da matéria-prima (lixo), sem tratamento.

Os processos de tratamento de resíduos sólidos domiciliares podem variar desde uma simples peneiragem para se obter a fração mais fina a ser aproveitada no preparo do fertilizante composto, até os utilizados nas usinas sofisticadas que do lixo retiram mecanicamente materiais recicláveis a serem industrializados, como papel, papelão, vidro, metais, plásticos, trapos, entre outros, produzindo composto com a matéria orgânica restante (KIEHL, 1985).

Segundo Monteiro, J. et al (2001), para a escolha da tecnologia a ser adotada deve ser considerada a disponibilidade orçamentária do município no qual se pretende instalar o tratamento com compostagem, levando-se sempre em consideração que quanto maior for o nível de automação e sofisticação dos equipamentos, maiores serão os investimentos iniciais e as despesas com a manutenção da unidade.

De acordo com Kiehl (1985), há uma série de fatores que devem ser considerados ao se pretender instalar uma usina de tratamento de lixo para a obtenção de composto. Assim, com relação à compostagem, os componentes do lixo podem ser divididos em materiais biologicamente decomponíveis, que como já citado anteriormente, correspondem com cerca de 50% de matéria orgânica, tecnicamente denominados *resíduos*: materiais orgânicos não sujeitos à rápida decomposição (retalhos de couro, madeira, cortiça, ossos, etc.) e ainda os inorgânicos separados por catação manual ou peneiração, tecnicamente denominados *rejeitos*.

Kiehl (1985) apresenta ainda três formas de classificação desses componentes quanto à utilização do lixo em UTCs:

- I. Resíduos compostáveis;
- II. Rejeitos recuperáveis ou recicláveis, os quais serão estocados no pátio da usina até serem adquiridos;
- III. Rejeitos desprezíveis que, não tendo compradores, devem ser encaminhados para aterro sanitário ou incineração

Além desses, outros fatores também devem ser avaliados quando se pretende instalar UTC. Para Monteiro, J. et al (2001) tais fatores podem ser elencados da seguinte forma:

- Existência de mercado consumidor de recicláveis e composto orgânico na região;
- Existência de um serviço de coleta com razoável eficiência e regularidade;
- Existência de coleta diferenciada para o lixo domiciliar, público e hospitalar;
- Disponibilidade de recursos para fazer frente aos investimentos iniciais, ou então de grupos privados interessados em arcar com os investimentos e operação da usina em regime de concessão;
- Disponibilidade de área suficiente para instalar a usina de reciclagem e o pátio de compostagem;
- Disponibilidade de pessoal com nível técnico suficiente para selecionar a tecnologia a ser adotada, fiscalizar a implantação da unidade e finalmente operar, manter e controlar a operação dos equipamentos;
- A economia do processo que deve ser avaliada por meio de um cuidadoso estudo de viabilidade econômica, tendo em vista, de um lado, as vantagens que uma usina pode trazer, tais como: redução do lixo a ser transportado e aterrado, venda de composto e recicláveis, geração de empregos e renda, benefícios ambientais; e por outro lado, os custos de implantação, operação e manutenção do sistema.

D'Almeida (2000) levanta ainda questões como:

- Dados sobre o crescimento populacional, prevendo o atendimento da população para um período de, no mínimo, 10 anos;
- Características do processo escolhido (rendimentos, perdas, tempo de compostagem) e necessidade de energia elétrica, abastecimento de água;
- Características dos equipamentos adquiridos (dimensões, materiais de construção).

Esse mesmo autor atenta ainda para o fato de que a usina de triagem e compostagem só deve processar o lixo domiciliar e comercial (restaurantes, lojas, e centros comerciais). Eventualmente, pode processar podas de jardim, desde que devidamente trituradas.

Neste contexto, partindo-se da análise das questões apontadas acima, pode-se chegar a um quadro comparativo (**quadro 1**), baseado em D'Almeida (2000), que relaciona os aspectos favoráveis e desfavoráveis quanto à instalação de uma usina de triagem e compostagem:

**Quadro 1:** Análise comparativa entre aspectos positivos e negativos para a implantação de Usina de Triagem e Compostagem.

PONTOS POSITIVOS	PONTOS NEGATIVOS
- Não requer alteração do sistema convencional de coleta, apenas a mudança no destino do caminhão, que passa a parar na UTC ao invés de seguir direto para o lixão ou aterro sanitário.	- Investimento inicial alto em equipamentos que vão constituir a usina.
- Possibilita o aproveitamento da fração orgânica do lixo.	-Necessidade de técnicos capacitados para operar a usina (investimento em treinamento)
	-A qualidade dos materiais separados da “fração orgânica” e potencialmente recicláveis não é tão boa quanto a segregação pela coleta seletiva, devido à contaminação por outros componentes do lixo. No caso do papel a contaminação, na maioria das vezes, impede sua reciclagem.

### 3.2. Levantamento das características gerais do Composto Orgânico e seu uso em culturas de Hortaliças.

Segundo Kiehl (1985), a palavra *Composto*, vem há muito tempo sendo utilizada para designar o fertilizante orgânico preparado pelo amontoamento de restos de animais e vegetais, ricos em substâncias nitrogenadas, misturados com outros resíduos vegetais pobres em nitrogênio e ricos em carbono. A mistura tem por finalidade sujeitá-los a um processo fermentativo que conduza essas matérias-primas, por processo de decomposição microbiológica, ao estado de parcial ou total de humificação. O composto é, portanto, o resultado de um processo controlado de decomposição bioquímica de materiais orgânicos, transformados em um produto mais estável e utilizado como fertilizante.

Este mesmo autor cita ainda que o vocábulo inglês “*compost*” deu origem à palavra composto, para indicar o fertilizante. Segundo ele, pessoas que trabalham ou comercializam o composto vêm empregando a denominação “composto orgânico” para o fertilizante, o que apesar de certa redundância, vem se popularizando e deixando de causar estranheza por seu uso.

O composto produzido a partir dos resíduos urbanos, necessariamente, não representa uma solução final para os problemas do saneamento urbano, no entanto, pode contribuir significativamente como um elemento redutor dos desperdícios e dos danos causados pela disposição desordenada dos resíduos no meio ambiente.

Do ponto de vista agrônômico, o composto é recomendado para culturas intensivas, como hortaliças, viveiros de flores ou mudas, jardins, vasos de ornamentação; e para culturas extensivas, como café, algodão, cana-de-açúcar, milho, pomares e pastagens (KIEHL, 1979).

Porém, o composto produzido a partir de resíduos urbanos não substitui um fertilizante químico. Isso porque devido à sua composição, o adubo orgânico é considerado como um fertilizante de baixa concentração de nutrientes, sendo dessa forma empregado nas lavouras em maiores quantidades (KIEHL, 1985).

O composto orgânico produzido pela compostagem do lixo domiciliar tem como principais características a presença de húmus e nutrientes minerais, estando sua qualidade associada à maior quantidade desses elementos. A matéria orgânica encontra-se como maior componente do composto, aproximadamente 50% (KIEHL, 2002). Dentre os nutrientes minerais encontrados, destacam-se os nutrientes secundários: cálcio, magnésio e enxofre; os micronutrientes: zinco, ferro, manganês, cobre, boro, molibdênio e cloro; além dos macro nutrientes NPK (nitrogênio, fósforo e potássio).

De acordo com dados de Raij (1991) e Kiehl (2002), a concentração média de nutrientes NPK do composto está em torno de 2%, contra o mínimo de 24% de NPK exigido por lei para fertilizantes minerais. Porém, aplicando as dosagens usuais de 15 a 20 t/ha, o composto leva para o solo um total de 300 a 400 quilogramas de nutrientes NPK, igualando-se (ou até mesmo superando) aos fertilizantes industriais.

A quantidade de composto a ser aplicado varia de acordo com as condições do solo, da cultura e do clima (RAMEH *apud* OLIVEIRA, S, 2001).

Para Kiehl *apud* Barreira (2005) as concentrações de NPK e de matéria orgânica são extremamente importantes para o valor do composto, representando também uma forma de se avaliar sua qualidade e calcular seu valor de mercado em comparação aos adubos químicos.

Especialistas na utilização de composto destacam ainda outras características marcantes quanto a seu uso em culturas agrícolas. Kiehl (1985) indica sua ação como *corretivo de solo*, uma vez que combina-se com alumínio, ferro, manganês e outros elementos que podem se tornar tóxicos em excesso e causar acidez ao solo. O autor cita ainda seu bom desempenho como *condicionador de solo*, destacando que é praticamente o único que pode ser empregado para tal finalidade.



Alcarde et al (1998) definem condicionadores de solo como produtos que promovem a melhoria das propriedades físicas (porosidade, aeração, capacidade de retenção de água) ou físico-químicas (capacidade de retenção de cátions) do solo. Destacam ainda que a função de melhorar as características químicas (conteúdo de nutrientes) fica reservada aos fertilizantes minerais (industrializados).

Raij (1991) atribui tal característica condicionante à matéria orgânica presente no composto, considerando-a como um produto químico que melhora as propriedades do solo.

Abreu Junior (2005) reforça tais afirmações citando que a melhoria nas propriedades do solo consequentemente contribui para um aumento na qualidade dos produtos agrícolas, bem como na redução nos custos de produção.

Para Barreira (2005), o uso do composto na agricultura como condicionador de solos, traduz de forma brilhante a sustentabilidade do sistema, pois retorna aos solos nutrientes retirados nas colheitas e utilizados pelo homem como alimento, e que, sem o processo, simplesmente são considerados lixo ou restos inaproveitáveis, tornando-se eventuais poluentes e contaminantes do meio.

Outros benefícios da introdução do composto orgânico no solo são citados nos trabalhos de Pinto e Kiehl *apud* CPFL (19--), Grisi et al (2005); Krom (1987), e listados abaixo:

- *Melhoria das propriedades biológicas do solo*, com aperfeiçoamento de sua macroestrutura;
- *Fornecimento de alimento balanceado com a ação do húmus presente*;
- *Prevenção da lixiviação do nitrogênio orgânico*;
- *Agregação e estruturação do solo*. A ação do composto na agregação do solo é de agente cimentante, tornando possível o agrupamento de partículas, que é a chave da fertilidade e da produtividade;
- *Porosidade do solo*. Quanto maior o índice de vazios, maior será a infiltração das águas das chuvas, reduzindo os riscos por erosão hídrica. Também, será melhor a aeração e a drenagem interna, aumentando a capacidade de armazenamento de água, além de impedir a formação de crostas e de controlar a temperatura do meio;
- *Consistência do solo*. O composto orgânico, quando incorporado ao solo, alterará todas as formas de consistências, fazendo com que fique menos denso, mais friável, menos plástico e pegajoso, aumentando as possibilidades de melhor exploração das terras cultivadas;

- *Fornecimento de nutrientes.* Macronutrientes exercem influência direta no desenvolvimento das plantas, e sem a presença do húmus não há absorção pelos vegetais.
- *Aumento da capacidade de troca catiônica.* A matéria orgânica humificada ou compostada tem a capacidade de adsorver cátions e anions existentes no solo;
- *Quelatação de metais,* ou seja, o mecanismo de captura de micronutrientes no solo, reduzindo o excesso de micronutrientes em solos comprometidos pela toxidez dos metais.
- *Agente remediador de solos contaminados por metais pesados.* Esse potencial mitigador está relacionado ao seu elevado teor de matéria orgânica. O húmus presente na matéria orgânica tem a propriedade de adsorver metais pesados.

Outro aspecto importante a se considerar quando se pretende aplicar o composto orgânico, e que é abordado por Silva et al *apud* Sabonaro (2006), é que o aumento no teor de matéria orgânica no solo ocorre em aplicações freqüentes do composto de lixo. Mesmo assim, esse efeito tem curta duração, chegando a desaparecer em um ano após o término de sua aplicação. A associação do composto de lixo com adubos minerais proporciona um melhor aproveitamento dos nutrientes, atuando como fonte primordial de NPK, trazendo reflexos na produção para culturas mais exigentes.

Para Silva et al (2002), o uso agrícola de composto de lixo urbano produz melhores resultados quando associado aos adubos minerais, o que potencializa o aproveitamento dos nutrientes, em especial o fósforo e depois o potássio e o nitrogênio, possuindo também um efeito corretivo ao solo.

Isso se demonstra através de estudos realizados em solos do Estado de São Paulo, nos quais se verifica que a matéria orgânica é responsável por 50 a 70% da retenção de nutrientes provenientes da adubação química convencional (KIEHL, 1979).

Além disso, essa combinação seria benéfica econômica e ambientalmente, uma vez que proporcionaria uma redução no uso de fertilizantes industriais, sem, contudo, requerer um aumento na área cultivada, reduzindo o potencial de desmatamento para manter os mesmos níveis de produção (UNEP, 2000).

A matéria orgânica presente no solo auxiliaria na adsorção de agrotóxicos no solo. Sua adição aumenta a atividade microbiana e conseqüentemente acelera a degradação de muitos agrotóxicos (MANZATTO et al, 2002).

Ainda com relação aos agrotóxicos, existe uma grande preocupação sobre a poluição que estes causam ao meio ambiente. Dentre os principais problemas, pode-se citar a eutrofização de águas superficiais e até mesmo efeito estufa (SOARES e SOSSAI, 200-).

Mesmo com todos os benefícios dessa associação entre composto orgânico e fertilizantes industriais, na prática ela é ainda pouco utilizada. Em pesquisa realizada com agricultores do município de Araras- SP, ficou evidenciado que apenas 4% deles fazem uso de adubação orgânica, com vistas a complementar ou diminuir os custos com adubação mineral (SOARES e SOSSAI, 200-).

Para UNEP (2000), a pronta disponibilidade de fertilizantes minerais pode ser considerada como um dos desestímulos ao uso racional de composto orgânico.

Alguns fatores considerados como prejudiciais para a demanda do composto orgânico são apresentados por Barreira (2005) e elencados abaixo:

- *Qualidade do produto.* Para a comercialização, o composto deve apresentar uma série de características, tais como: coloração escura; tamanho homogêneo de partículas; odor agradável; inexistência de contaminantes identificáveis; livre de patógenos; quantidades mínimas de metais pesados;
- *Falta de política de regulamentação,* incluindo padrões de qualidade e requisitos de processo, competição e produtos complementares, ou seja, o custo do composto no mercado comparado a outros produtos complementares, como por exemplo, esterco e turfa, que têm uma longa história de disponibilidade, confiabilidade, aceitabilidade e uso na agricultura;
- *Transporte.* A distância também é um fator que afeta a demanda. Em longas distâncias o custo do transporte é caro, particularmente pelo volume do produto que tem um valor baixo;
- *Falta de popularidade do produto.*

### 3.2.1 Uso do composto em culturas de Hortaliças.

De acordo com PIF (2006), as hortaliças compreendem um amplo grupo de espécies agrícolas, cujo consumo varia de acordo com as diferentes partes da planta utilizada, sendo geralmente classificadas em:

- *Hortaliças-Folha:* Acelga, agrião, alface, almeirão, cebolinha, couve, escarola, repolho, serralha, rúcula, salsinha;

- *Hortaliças-Fruto*: Maduras (abóbora, moranga, tomate, pimentão colorido) e imaturas (abobrinha, berinjela, chuchu, ervilha, jiló, maxixe, pepino, pimentão verde, quiabo, vagem);
- *Hortaliças-Flor*: Alcachofra, couve-flor, brócolis;
- *Hortaliças-Caule*: Aipo, alho-poró, aspargo, erva doce, salsaão;
- *Hortaliças-Subterrâneas*: Raiz (batata doce, beterraba, cará, cenoura, mandioca, mandioquinha-salsa, nabo, rabanete); Rizoma (gingibre, inhame chinês) e Tubérculo (batata).

Segundo Raij et al (1997), as hortaliças constituem um grupo de plantas com características próprias de cultivo, pelo uso intensivo do solo com uma média de dois cultivos por ano.

A partir dessas considerações, buscou-se na literatura exemplos da utilização de composto de lixo urbano em culturas de hortaliças. Tais exemplos se concentram nas seguintes espécies: *alface*, *ervilha* e *beterraba*. Vale frisar que a análise simplificada apresentada a seguir tem como objetivo a verificação de aspectos positivos e negativos que a aplicação do composto proporcionou a tais culturas agrícolas. Neste sentido, não são analisadas a fundo características como solo e clima, pois cada um destes estudos tem origem em cidades distintas e contam com diferentes técnicas de plantio.

- *Alface*: Em experimentos realizados por Mantovani et al (2005); Santos et al (1997), respectivamente nas cidades de Jaboticabal-SP e Viçosa-MG, verificou-se que a introdução de composto de resíduos urbanos possibilitou um aumento da produtividade em função da matéria orgânica, e um maior acúmulo de nutrientes minerais. Maior acúmulo de P, K, Ca, nas plantas. Porém, Hernandez et al apud Melo (200-) observaram que doses acima de 60 t ha<sup>-1</sup> causavam diminuição no crescimento de plantas de alface e aumentavam o teor de Zn no tecido.
- *Ervilha*: De acordo com Purves e Mackenzie apud Melo (200-), foram observados aumentos significativos na absorção de Cu e Zn nas parcelas que receberam composto de lixo domiciliar, sem que houvesse prejuízo na produção.
- *Beterraba*: Em estudo realizado por Sampaio et al (2008), verificou-se que os teores de metais pesados na raiz da beterraba diminuíram com o aumento das doses de composto aplicado. Tal redução possivelmente se deve ao incremento de matéria orgânica no solo, que atua como imobilizador e regulador da disponibilidade de metais pesados nas plantas.

### 3.2.2. Legislação aplicável a compostos orgânicos.

De acordo com Abreu Junior et al (2005), não existe ainda legislação sobre o uso de composto de lixo em solo agrícola em nenhum estado brasileiro, embora esse resíduo, depois de sofrer certa compostagem, já venha sendo empregado no solo onde são cultivadas hortaliças, como acontece no Cinturão Verde da cidade de São Paulo. Não obstante, há a circular técnica da Embrapa (SILVA et al, 2002), como primeira aproximação para uso agrícola do composto de lixo no Estado de São Paulo, e está sendo elaborada a Instrução normativa do Ministério da Agricultura para o uso seguro de resíduos orgânicos como fertilizantes.

Kiehl (1985) relata que até o ano de 1982 os fertilizantes orgânicos não tinham sequer uma regulamentação quanto à produção, comércio e fiscalização, pois o Decreto Federal nº 75.583 de 9/04/75, fazia referência a esses insumos agrícolas apenas em seu artigo 13, que assim rezava: “Ficam dispensados de registro: esterco curado, lixo fermentado, cinzas, turfas, fuligens e outros resíduos, quando vendidos com sua denominação exata”.

Isso significava que os produtores de fertilizantes orgânicos não podiam dar um nome comercial ao seu produto e registrá-lo junto aos órgãos oficiais; não podiam conseqüentemente, processar a matéria-prima melhorando suas qualidades, fazendo correções ou adições de substâncias para obter um fertilizante enriquecido. A lei não distinguia o bom do mau fertilizante orgânico, não defendendo, portanto, os interesses do agricultor (KIEHL, 1985).

A regulamentação dos fertilizantes orgânicos deu-se apenas a partir dos Decretos e Portarias descritos no **quadro 2**, cujo conteúdo foi extraído de D’Almeida (2000); Kiehl (1985); Brasil *apud* Valente et al (2009).

**Quadro 2:** Legislações que regulamentam a produção, comércio e fiscalização de fertilizantes.

<b>LEI / DECRETO</b>	<b>DISPOSIÇÃO</b>
<i>Decreto nº 86.955 de 18/02/1982, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.</i>	Dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes destinados à agricultura. São definidas ainda as classificações para fertilizantes orgânicos.
<i>Portaria nº 84 de 29/03/82, da Divisão de Fiscalização de Corretivos e Fertilizantes- DICOF.</i>	Dispõe sobre exigências, critérios e procedimentos a serem utilizados pela inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes.
<i>Portaria nº 31 de 08/06/82, do Secretário Nacional de Defesa Agropecuária.</i>	Aprova os métodos analíticos que passam a constituir os métodos padrões, oficiais, para análise de corretivos, fertilizantes e inoculantes, sujeitos à fiscalização e inspeção.
<i>Portaria nº 1 de 04/03/83, do Secretário de Fiscalização Agropecuária.</i>	Aprova normas sobre especificações, garantias, tolerâncias e procedimentos para a coleta de amostras de produtos, modelos oficiais a serem utilizados pela inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes corretivos inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes.
<i>Decreto nº 4.954 de 14/01/04, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.</i>	Dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção, bem como do comércio de fertilizantes orgânicos, corretivos, inoculantes ou biofertilizantes destinados à agricultura.

As tabelas 1 e 2 apresentam, respectivamente, as especificações de parâmetros físicos, químicos e de granulometria, estipulados pelo Ministério da Agricultura.

**Tabela1:** Valores estabelecidos como parâmetro de controle para composto orgânico e tolerâncias, conforme Legislação do Brasil.

PARÂMETRO	VALOR	TOLERÂNCIA
pH	Mínimo de 6,0	Até 5,4
Umidade	Máximo de 40%	Até 44%
Matéria Orgânica	Mínimo de 40%	Até 36%
Nitrogênio Total	Mínimo de 1,0%	Até 0,9%
Relação entre carbono e nitrogênio (C/N)	Máximo de 18/1	Até 21/1
Densidade	Mínimo de 150 kg/m <sup>3</sup>	Até 350 kg/m <sup>3</sup>

**Fonte:** D'Almeida (2000) (modificado).

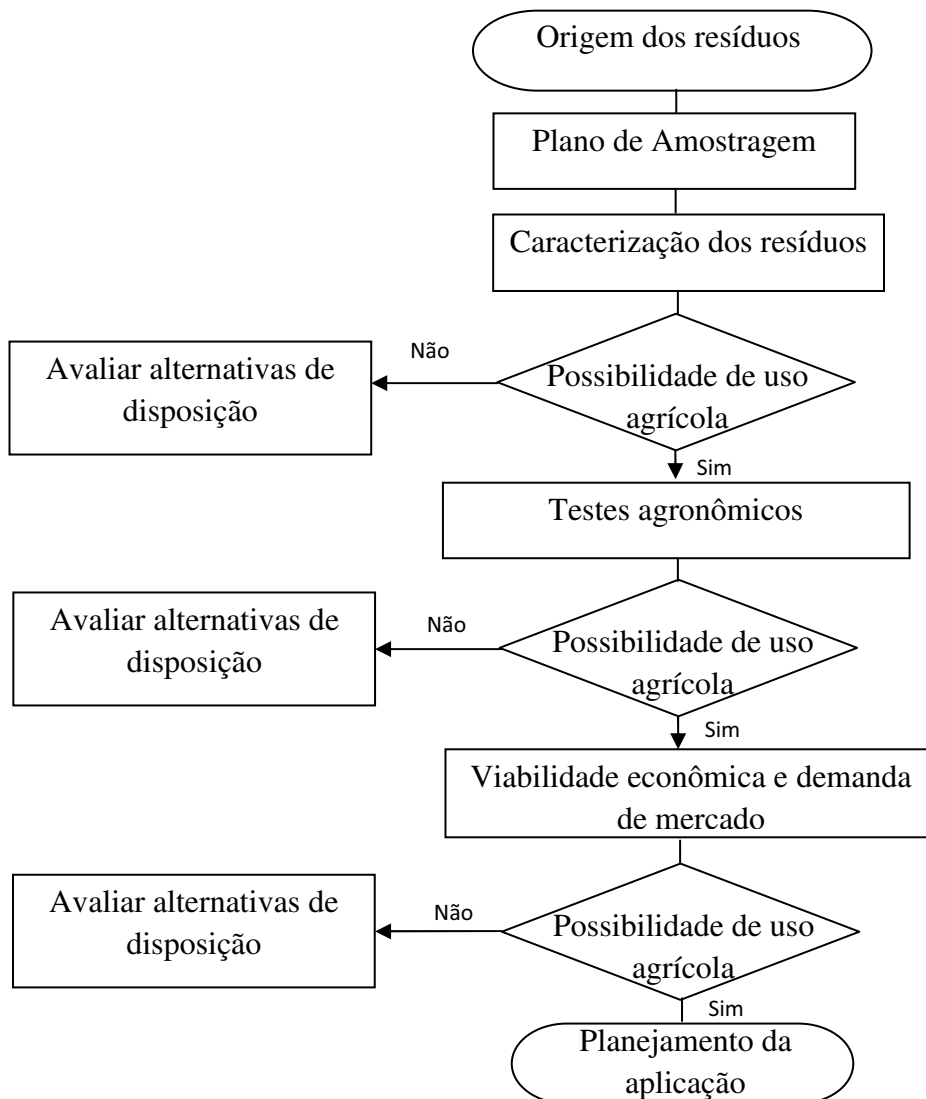
**Tabela 2:** Especificações para granulometria de fertilizantes.

GRANULOMETRIA	EXIGÊNCIA	TOLERÂNCIA
Farelado	100% em peneira 4,8 mm 90% em peneira 2,8 mm	Até 85% em peneira 4,8 mm
Farelado Grosso	100% em peneira 38 mm 90% em peneira 25 mm	Não admite

**Fonte:** D'Almeida (2000)

A partir das considerações feitas ao longo deste item, é possível proceder à avaliação da possibilidade de utilização do composto orgânico em culturas de hortaliças, verificando desde a origem do resíduo, sua caracterização segundo a legislação vigente, testes agronômicos, e a viabilidade econômica em conjunto com a demanda de mercado. Estes dois últimos itens são exatamente o alvo de estudo da presente pesquisas, e serão mais bem avaliados em “Resultados e Discussões”.

Tal avaliação da possibilidade de uso do composto pode ser visualizada na **figura 1**, modificado de Pires e Mattiazzo (2008).



**Figura 1:** Avaliação da possibilidade de uso do composto em Hortaliças.

**Fonte:** Pires e Mattiazzo (2008) (modificado).

### 3.3. Situação geral das Usinas de Triagem e Compostagem no Brasil.

Como anteriormente citado no item “*Informações sobre o processo de Compostagem e suas peculiaridades*”, no Brasil, os primeiros estímulos para a produção de composto orgânico são datados entre os anos de 1888 e 1893. Tais incentivos tinham como principal alvo os agricultores, uma vez que, os fertilizantes minerais usados por eles eram todos importados, o que conseqüentemente encarecia a produção.

Já a instalação das primeiras usinas de resíduos se iniciou em Brasília–DF, há cerca de 30 anos, embora o maior incremento na utilização desses centros tenha ocorrido a partir da segunda metade da década de 80, por iniciativa do Banco Nacional de Desenvolvimento



Econômico e Social (BNDES), que colocou à disposição das prefeituras municipais uma linha de crédito para a compra de equipamentos (BLEY JÚNIOR *apud* SHALCH et al, 2001).

De acordo com Shalch et al (2001), “Até o início do ano de 1994, mais de 70 usinas haviam sido instaladas no país, conforme levantamentos de GALVÃO JUNIOR (1994).”

Para Monteiro, J. et al (2001), na segunda metade da década de 1980 e início da de 1990, as usinas de reciclagem e compostagem foram apresentadas como a solução definitiva para o tratamento dos resíduos sólidos urbanos. Fabricantes prometiam o fim dos “lixões” e chegavam a afirmar que a operação da usina geraria receitas para os municípios, através da comercialização de recicláveis e compostos.

Otimistas com a hipótese de resultados econômicos positivos com a tecnologia apresentada, diversos municípios no Brasil implantaram usinas de reciclagem e compostagem sem qualquer estudo prévio e o resultado foi muito ruim, pois a maioria das unidades foi desativada logo após a inauguração e outras sequer iniciaram a operação (MONTEIRO, J. et al, 2001).

Atualmente no Brasil, encontram-se instaladas aproximadamente 260 usinas (SOARES, 2004); 24 delas encontram-se instaladas no Estado de São Paulo. Porém, destas, apenas 14 realizam o processo completo de triagem e compostagem (CETESB *apud* BARREIRA, 2005).

Ainda segundo Barreira (2005), embora o Brasil possua diversas Usinas de Triagem e Compostagem instaladas, incluindo diferentes sistemas, existe toda uma problemática envolvida, tendo em vista que as usinas que processam os resíduos têm a função de somente diminuir a quantidade de material a ser aterrado, retirando aqueles de maior valor econômico. Quando há a produção de composto, o processo não é bem realizado, resultando em um produto final de má qualidade e vendido a preços irrisórios.

De acordo com Gonçalves (2006), não há nenhuma usina brasileira que seja auto-suficiente. Para ele, esse fato tem suas raízes em questões econômicas, como os altos custos com operação e manutenção, aliados ao escasso retorno financeiro.

Partindo de tais afirmações, verificam-se ainda muitos casos de desativações dessas usinas, embora a compostagem seja ainda considerada uma forma de tratamento eficiente da fração orgânica do lixo domiciliar.

Muitos autores identificam diversos fatores que têm contribuído para prejudicar o processo no Brasil. Tais fatores se baseiam em estudos de Andrade e Collares (2007); Barreira (2005); D’Almeida (2000) e estão listados abaixo:

- Falta de conhecimento e critério técnico na implantação da usina;
- Falta de diagnóstico e planejamento em relação aos locais onde serão implantadas as usinas, incluindo a falta de dimensionamento da quantidade de resíduos gerada;
- Adoção de tecnologias importadas;
- Implantação de sistemas “incompletos”;
- Oferta de usinas sem levar em conta as diferentes realidades;
- Falta de participação da população e de qualificação da mão-de-obra;
- Incapacidade de obter composto com as características e qualidade necessárias para o uso agrícola, em virtude da má operação da usina;
- Questões ligadas às disputas político-partidárias locais ou a preconceitos, chegando a acontecer a paralisação das atividades de usinas recém-inauguradas.

#### **3.4. Aspectos gerais e dados sobre a geração de resíduos domiciliares em Rio Claro-SP.**

O Município de Rio Claro está a 173 km a noroeste da capital, ligando-se pelo sistema Anhangüera - Bandeirantes e rodovia Washington Luiz e por ferrovia (ZAINÉ, 2000).

O município situa-se na Bacia do Rio Corumbataí, cuja área é de aproximadamente 171.051 ha. A partir de Rio Claro estão situadas, num raio de 30 km, várias cidades de pequeno porte, como Santa Gertrudes, Cordeirópolis, Itirapina, Corumbataí, Ipeúna e Charqueada, além das sedes dos municípios considerados de médio porte, como Piracicaba, Limeira e Araras (ZAINÉ, 2000).

Outra característica marcante do município e que se estende a toda bacia do Corumbataí é a presença de solos arenosos, ácidos e com baixa concentração de matéria orgânica e micronutrientes, apresentando fertilidade variada (CONCEIÇÃO e BONOTTO, 2005); (LOPES e GUILHERME, 2004).

Em relação à população municipal, de acordo com levantamento realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) no ano de 2008, estimou-se uma média de 189.834 habitantes.

Tal dado é de extrema importância quando se pretende estudar a geração de resíduos sólidos, uma vez que, de acordo com o Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares do Estado de São Paulo, estudo esse realizado no ano de 2008, pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), a quantidade de resíduos gerados no município foi estimada com base na população urbana, e em índices de produção per capita.

Para o mesmo ano foi considerada uma geração de 95,3 toneladas/dia, sendo a produção per capita de 0,5 kg/habitante (CETESB, 2008).

Porém, é necessária uma análise acerca do crescimento populacional do município quando se pretende gerenciar RSD, visando um melhor dimensionamento de empreendimentos de tratamento e disposição final.

Segundo SEAD *apud* Rio Claro (2007), a taxa média geométrica de crescimento anual 2000/2006, no município, foi de 1,91%.

De acordo com Soares (2004), existe uma relação entre a quantidade de resíduos gerados, o poder aquisitivo dos habitantes e a faixa populacional do município. Vanzam et al *apud* Soares (2004) consideram que cada 1% de crescimento na renda da população irá produzir um acréscimo de 0,34% na geração de resíduos, e para cada 1% de crescimento populacional o acréscimo na geração de lixo é em torno de 1,04%.

Neste sentido é que se pode considerar que os volumes de produção e características dos resíduos sólidos são variáveis de cidade para cidade, em função dos diferentes hábitos e costumes da população, da atividade dominante, do clima, das estações e outras condições locais que se modificam no decorrer dos anos (ORTH; ROCHA e RUOCCO *apud* BERRÍOS, 2001).

Segundo Berríos *apud* Berríos (2001), ‘um aspecto metodológico muito importante a ser considerado diz respeito à composição física dos elementos, ou seja, que tipos de materiais são encontrados nos restos das residências’.

Para o mesmo autor, muitas vezes são usados termos genéricos para designar tais materiais, como *restos orgânicos* ou *putrescíveis*, nos quais cabem restos de comida, lavagens, de jardim ou madeiras. Esses elementos são ainda classificados em diversas categorias, deixando um grande e incógnito item, *outros* ou *vários*, para os não incluídos na categorização.

Desta forma, ante a multiplicidade de classificações, optou-se pela tipologia sugerida pelo autor em questão, na qual se enquadram as seguintes categorias para resíduos domiciliares:

- Restos de comida e de vegetais;
- Vidros e garrafas;
- Materiais não-ferrosos;
- Papel e papelão;
- Materiais ferrosos;
- Trapos e couros;
- Plásticos e borrachas;
- Madeira e serragens;
- Inertes: areias, cinzas e cerâmicas.

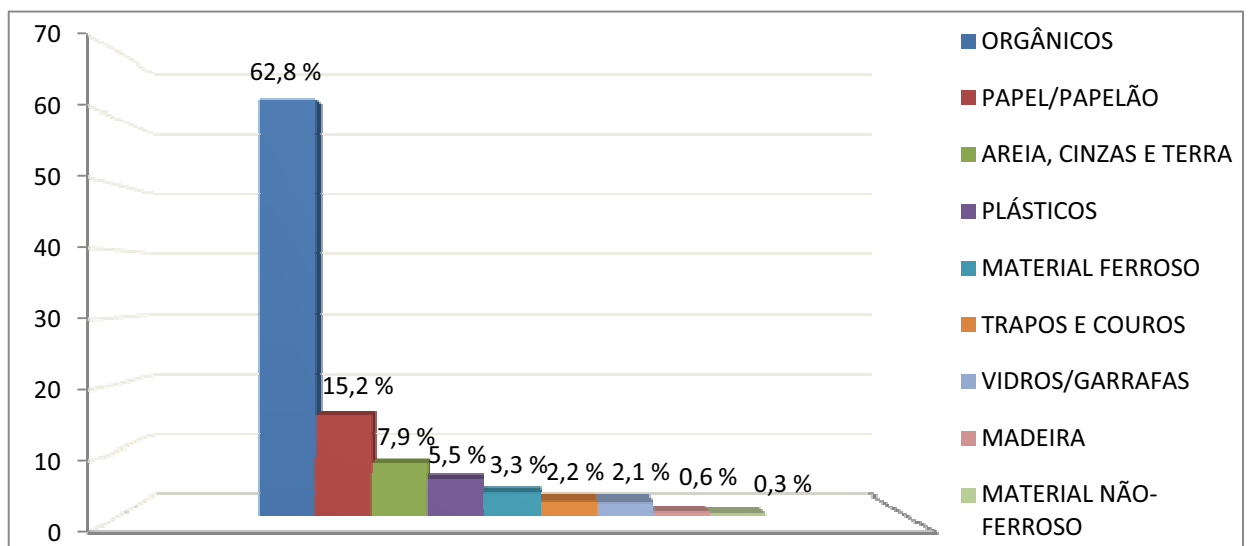
O conhecimento da composição dos resíduos domiciliares fornece subsídios e informações para uma correta avaliação das potencialidades do lixo e, ainda pode-se dizer que é de fundamental importância para o planejamento e avaliação da eficiência dos sistemas de coleta e disposição final (CETESB *apud* BÜTENBENDER, 2004).

Neste sentido, avaliando-se a chamada composição gravimétrica ou física dos resíduos domiciliares do município de Rio Claro-SP, Berríos (1986) chegou aos seguintes resultados que podem ser verificados na **tabela 3** e na **figura 2**. Vale ressaltar que atualmente alguns valores podem encontrar-se desatualizados, em especial considerando o crescimento populacional ocorrido até o ano da presente pesquisa, e devido às mudanças nos hábitos da população no decorrer do tempo.

**Tabela 3:** Produção de resíduos domiciliares em Rio Claro-SP, no ano de 1986.

TIPOS DE RESÍDUOS	PRODUÇÃO PER CAPITA DIÁRIA (gramas)	PRODUÇÃO PER CAPITA DIÁRIA (%)
Papel/ Papelão	76,6	15,2
Orgânico	315,9	62,8
Vidros/ Garrafas	10,2	2,1
Material Ferroso	16,5	3,3
Material Não Ferroso	1,0	0,3
Tapos e Couros	11,2	2,2
Plásticos	27,7	5,5
Madeira	2,0	0,6
Areia, cinzas, terra	39,6	7,9

**Fonte:** Berríos (1986) (Modificado).



**Figura 2:** Gráfico da Produção de resíduos domiciliares em Rio Claro-SP, no ano de 1986.

No contexto da geração de resíduos domiciliares em Rio Claro-SP cabe ressaltar que 99,5% destes são coletados pela Prefeitura (SEAD, 2000), e dispostos no aterro municipal. A única forma de tratamento representativa no município é a reciclagem de uma parcela dos resíduos inorgânicos gerados, por meio de uma cooperativa de catadores, denominada “Cooperviva”, e que segundo Oliveira; Susse; e Leite (2009) atua em 22 bairros, e coleta cerca de 50 toneladas/mês (DIÁRIO DE RIO CLARO, 2009).

#### 4. MÉTODO E ETAPAS DE TRABALHO

A pesquisa foi desenvolvida com base nas etapas de trabalho apresentadas na **figura 3**. Desta forma, o método foi elaborado com o propósito de abordar como cada uma dessas etapas de trabalho foi realizada e quais instrumentos de pesquisa foram utilizados, demonstrando, de maneira criteriosa, os objetivos de cada etapa.

Baseado na metodologia de Gil (1991), que classifica as pesquisas sob a óptica de seus objetivos e procedimentos técnicos, pode-se classificar a presente pesquisa como do tipo “Exploratória”, ou seja, visa proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses. Neste caso, tal objetivo se enquadra na avaliação da viabilidade econômica de UTC como uma das alternativas para tratamento de resíduos sólidos domiciliares. A presente monografia assume ainda a forma de um “Estudo de Caso”, na medida em que trata da verificação de viabilidade econômica de implantação de tal empreendimento na cidade de Rio Claro-SP.

Toda a pesquisa foi desenvolvida consultando o banco de dados da biblioteca da UNESP – Rio Claro, a qual possui um acervo sobre o tema, além de permitir o acesso a outros bancos de dados de outras Universidades, como USP, Unicamp e outros campus da Unesp. Pôde-se ter acesso a bibliografias com pesquisas utilizando palavras-chaves como “resíduos sólidos”, “compostagem”, “composto orgânico”, entre outras. Assim, o registro e tratamento dos dados puderam ser realizados de maneira a complementar a pesquisa e ajudar na formulação dos resultados e conclusões.

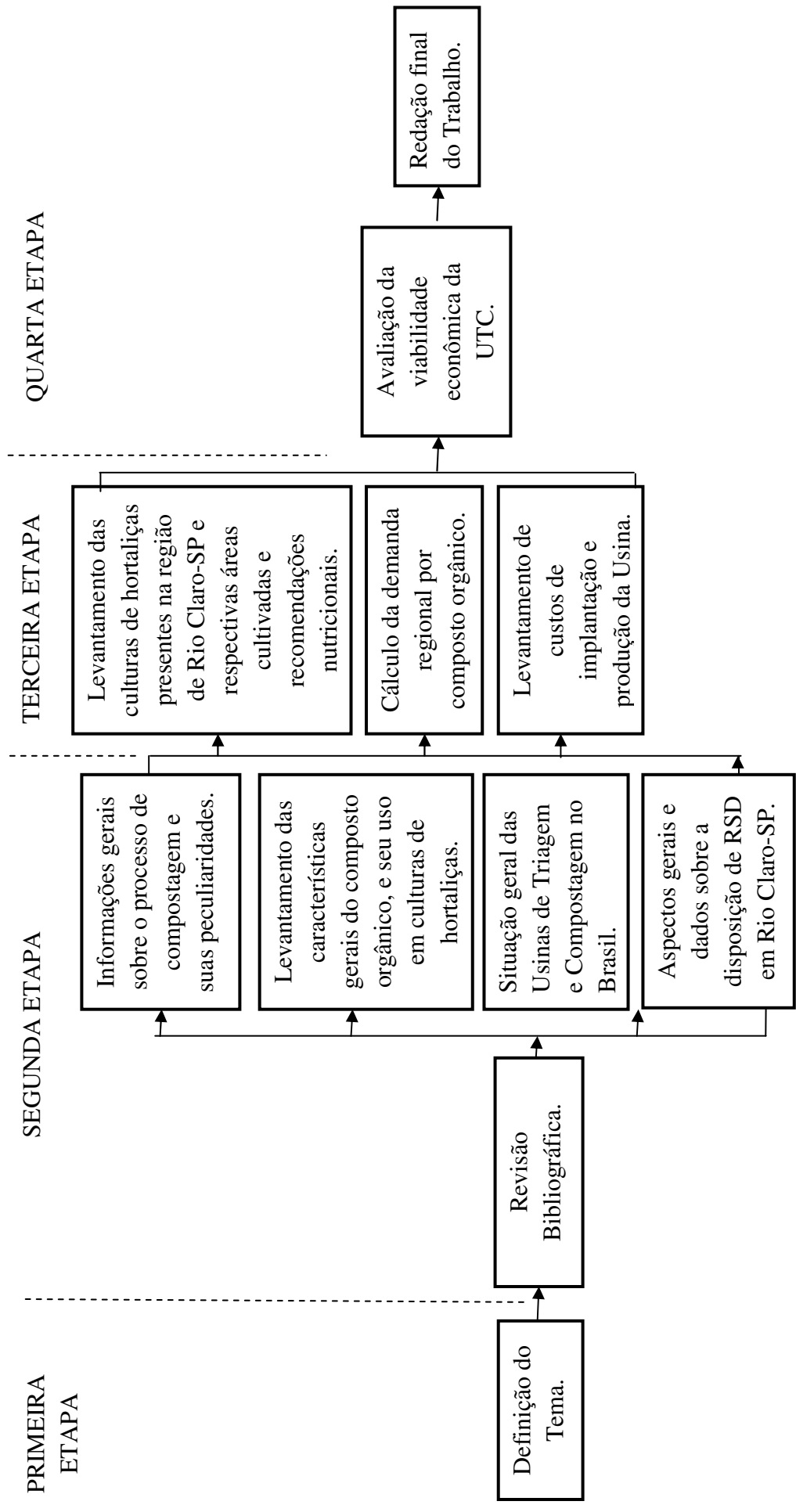


Figura 3: Fluxograma das Etapas de Trabalho.

#### **4.1. 1ª Etapa: Definição do Tema.**

O tema foi definido partindo-se do pressuposto amplamente difundido na literatura de que as UTC constituem-se como alternativa ambientalmente eficaz para o tratamento de resíduos sólidos domiciliares, em especial para municípios de médio porte, como é o caso de Rio Claro-SP. Porém, mediante o grande número de desativações dos empreendimentos já existentes no Brasil, surgem dúvidas acerca do real motivo que tem levado a esse cenário, muitas vezes explicado sob o ponto de vista econômico.

Neste sentido, optou-se por avaliar a viabilidade econômica da implantação de uma UTC para um município cuja região se caracteriza pela produção de gêneros agrícolas, apesar da relativa pobreza de nutrientes e matéria orgânica de seus solos. Assim, em decorrência dessas características, a região apresenta-se com potencial para o consumo de compostos orgânicos oriundos do processo de compostagem.

Para esta pesquisa, optou-se pela avaliação da utilização do fertilizante orgânico produzido apenas em culturas de hortaliças, tendo em vista que a aceitação inicial do produto seria maior entre pequenos produtores que comercializam para o mercado local. Isso se deve ao fato de que a adoção deste fertilizante surgiria como uma oportunidade de reduzir os custos de produção, que no caso desse gênero agrícola representam de 20 a 30 % do total gasto.

#### **4.2. 2ª Etapa: Revisão Bibliográfica.**

##### **4.2.1. Informações gerais sobre o processo de compostagem e suas peculiaridades.**

Inicialmente, para uma melhor contextualização do tema, foram abordadas informações gerais acerca do processo de compostagem, desde as primeiras utilizações de composto orgânico com o intuito de favorecer o desenvolvimento das plantas e aumentar a produção agrícola, até se tornar alternativa difundida mundialmente para o tratamento de RSD.

Foram também avaliados alguns fatores essenciais para a instalação de UTC, bem como o levantamento aspectos positivos e negativos para a implantação de tais empreendimentos.

##### **4.2.2. Levantamento das características gerais do composto orgânico e seu uso em culturas de hortaliças.**

Neste item buscou-se apresentar dados a respeito do uso agrônômico de composto orgânico, proveniente de resíduos urbanos, dando ênfase à sua característica de condicionador de solos, através da listagem de seus benefícios, individuais e em conjunto com fertilizantes minerais industriais. Foram abordados os principais fatores que prejudicam a demanda por adubos orgânicos, e estudos acerca de sua incorporação em espécies de hortaliças. Ao final,

apresentaram-se legislações que regulamentam a produção, comércio e fiscalização de fertilizantes orgânicos.

#### 4.2.3. Situação geral das Usinas de Triagem e Compostagem no Brasil.

Inicialmente foi abordado o contexto histórico da implantação de UTC no Brasil e sua relação com o ideal de “solução definitiva” para os problemas de saneamento básico no país. A partir de então foi apresentada a atual situação de tais usinas, relacionada à falta de planejamento quando de sua implantação, resultando na desativação da maioria das plantas existentes. Neste sentido, buscou-se elencar os fatores que servem de entrave ao processo de compostagem no Brasil.

#### 4.2.4. Aspectos gerais e dados sobre a geração de resíduos sólidos domiciliares em Rio Claro-SP.

Finalmente, neste item foram apresentadas informações e características gerais acerca do município foco da presente pesquisa – Rio Claro-SP. Tais dados tiveram como principal enfoque a geração municipal de resíduos sólidos domiciliares, ou seja, quantidades totais geradas; produção per capita e sua composição gravimétrica.

Todas as informações levantadas ao longo da etapa “Revisão Bibliográfica” são de extrema importância, servindo como subsídio e base contextual para as etapas seguintes.

### **4.3. 3ª Etapa: Análise da demanda potencial para consumo do composto orgânico pela região do município de Rio Claro-SP, e levantamento dos custos de implantação da UTC.**

#### 4.3.1. Levantamento das culturas de hortaliças presentes na região de Rio Claro-SP, respectivas áreas cultivadas e recomendações nutricionais.

Para a UTC em estudo, foi analisada uma potencialidade de mercado até um raio de 30 km, uma vez que a distância também é um fator que afeta a demanda. Uma das razões é que a proximidade da usina que fabrica o composto do mercado consumidor promove a melhor aceitação e o reconhecimento do produto. Outro fato importante é que em longas distâncias o custo do transporte é caro, particularmente pelo volume do produto, que possui valor relativamente baixo. Assim se recomendam distâncias inferiores a 100 km (BARREIRA, 2005); (SILVA et al, 2002).



Desta forma, a presente pesquisa optou por um raio de distribuição bem abaixo do recomendado, visando reduzir os gastos com transporte, pelo menos no início da operação da usina. Outro fator de peso foi a presença de cidades com significativa produção de hortaliças dentro do limite proposto.

Neste contexto, destacam-se as seguintes cidades:

- Araras
- Charqueada
- Corumbataí
- Cordeirópolis
- Ipeúna
- Itirapina
- Limeira
- Piracicaba
- Rio Claro
- Santa Gertrudes

Inicialmente, levaram-se em consideração os dados do “Levantamento Censitário de Unidades de Produção Agrícola do Estado de São Paulo- 2007/08”, que traz informações a respeito da produtividade agrícola em cada município do Estado, por meio das respectivas áreas cultivadas em hectares. Porém, os municípios de Ipeúna e Cordeirópolis não possuem dados recentes, sendo necessário utilizar o censo de 1996.

Do total de culturas agrícolas apresentadas por cada município, listaram-se as principais espécies do gênero *hortaliças*, de acordo com a classificação apresentada em “*Uso do composto em culturas de hortaliças*” (item 3.2.1).

Posteriormente, efetuou-se o somatório das áreas totais produzidas para cada uma das culturas de hortaliças. Além disso, foram extraídas de Raij et al (1997) informações a respeito das exigências nutricionais médias de cada uma dessas culturas, em especial de macronutrientes NPK (nitrogênio, fósforo e potássio), que normalmente são obtidos com a introdução de fertilizantes minerais industrializados.

Esta fase da pesquisa teve como principal objetivo garantir subsídios para a avaliação da demanda necessária de composto orgânico por cada cultura, que seja capaz de fornecer quantidades similares de nutrientes em relação ao fertilizante industrial. Tal avaliação é mais bem detalhada no item 4.3.2 desta monografia.

#### 4.3.2. Cálculo da demanda global mínima por composto orgânico.

Neste item foram avaliados os fatores determinantes para a verificação da demanda global potencial para o consumo de composto orgânico pelas culturas de hortaliças levantadas. Para tanto, este item foi subdividido em quatro tópicos, a fim de facilitar o

entendimento de cada uma das etapas que resultam no cálculo da demanda. Tais tópicos são os seguintes:

- Verificação da produção potencial de composto, pela UTC, com base nos dados apresentados no item 3.4 desta pesquisa.
- Estimativa das quantidades de nutrientes presentes no composto orgânico, com base na literatura especializada.
- Verificação das quantidades de composto orgânico que forneceriam quantidades similares às dos fertilizantes minerais, com relação às quantidades de nutrientes NPK presentes.
- Cálculos acerca dos preços de mercado, tanto para o composto orgânico, como para os principais fertilizantes utilizados para cada uma das culturas, de acordo com suas necessidades nutricionais.
- Cálculo da demanda global mínima por composto orgânico.

A seguir, tais tópicos encontram-se mais bem abordados.

#### *4.3.2.1. Produção anual potencial de composto orgânico.*

Inicialmente, levaram-se em consideração informações a respeito das quantidades e composição (**tabela 3**) dos RSD gerados diariamente no município de Rio Claro-SP. Para o cálculo das quantidades geradas tomaram-se como base as estimativas de CETESB (2008) e IBGE (2008), juntamente com as projeções de crescimento populacional (SEAD *apud* RIO CLARO, 2007) e de geração de resíduos (VANZAM *apud* SOARES, 2004), visando dados mais realistas para o ano de 2009 e possibilitando uma melhor aproximação com a realidade da cidade de Rio Claro-SP.

Dessa forma foi possível efetuar o balanço de massa entre os resíduos que chegariam à UTC e as parcelas destinadas à compostagem, reciclagem e destino final em aterro sanitário municipal. Um ponto importante a ser considerado durante esses cálculos foi o fato de que uma fração dos RSD do município é coletada, ainda nas residências, por uma cooperativa de catadores de recicláveis. Dessa forma, fez-se necessário retirar tal parcela dos cálculos.

O balanço de massa foi baseado em estudos de Lindenberg (1981?), que foram adotados nesta pesquisa devido a seu conservadorismo em relação às frações compostáveis e recicláveis. De acordo com este autor, o balanço de massa, em uma usina operando com condições satisfatórias, seria o seguinte:

- 40% - resíduos para processo de compostagem;
- 10% - resíduos para reciclagem;

- 50% - resíduos destinados para aterro sanitário.

Em relação à fração reciclável, foi feita ainda uma divisão segundo a análise gravimétrica (vidro, plástico, metais e papel), para uma estimativa das quantidades passíveis de venda após a triagem:

a. *Porcentagem de material reciclado na UTC*

$$\% MR = \frac{\% MAG}{\% TAG} \times 100$$

Sendo: % MR= Porcentagem de material reciclado na UTC

% MAG= Porcentagem de material reciclável na análise gravimétrica do lixo bruto

% TAG= Somatório da fração reciclável no lixo bruto

b. *Quantidade de material reciclável disponível para venda na UTC (t/dia)*

$$MV = \frac{\% MR \times TR}{100}$$

Sendo: MV= Quantidade de material reciclável disponível para venda na UTC (t/dia)

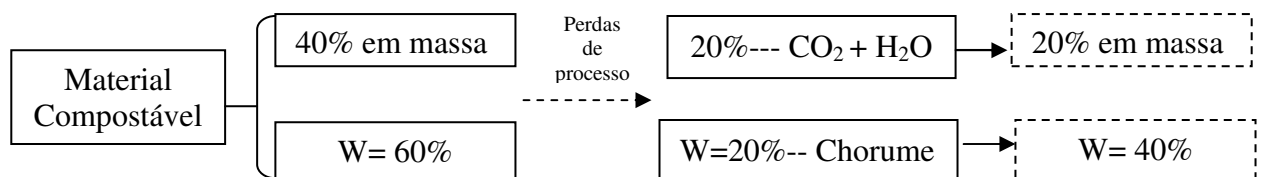
% MR= Porcentagem de material reciclado na UTC

TR= Total de materiais recicláveis na UTC, (t/dia)

c. *Produção de Composto Orgânico*

Segundo o balanço de massa apresentado anteriormente, determinou-se que 40% dos RSD recebidos pela UTC seguiriam para o processo de compostagem, e que nesse processo 50% da massa de resíduos é perdida sob a forma de vapor d' água e CO<sub>2</sub> (LINDENBERG, 1981?), além da perda de umidade (W) sob a forma de chorume.

Para tais cálculos seguiu-se o seguinte esquema baseado em dados de D'Almeida (2000) (**Tabela 1**); Kiehl (2002); Lindenberg (1981?).



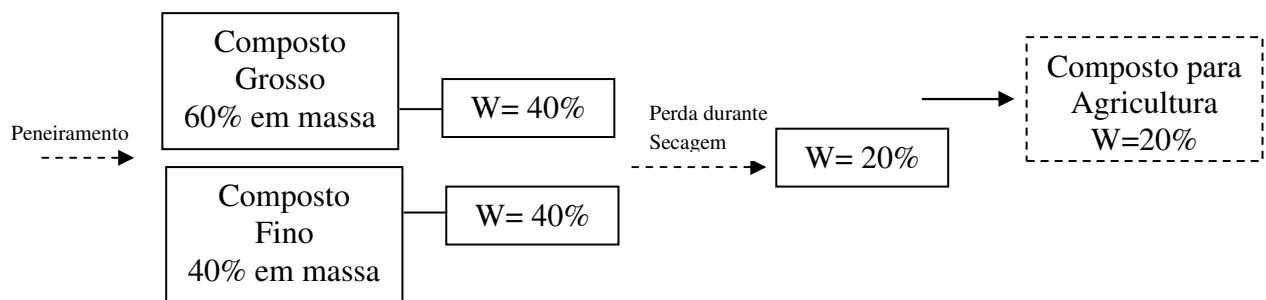
**Figura 4:** Balanço de perdas durante o processo de compostagem.

Posteriormente, considerou-se que o composto produzido seria encaminhado para o beneficiamento, no qual se incluem os processos de peneiramento e secagem.

O primeiro processo, segundo Lindenberg (1981?), originaria dois tipos de compostos: *Grosso*- apto para agricultura extensiva (60%); e *Fino*- propício à jardinagem e atividades como recuperação de áreas degradadas e construção civil (40%).

Durante a secagem considerou-se para ambos os compostos uma perda de 20% de umidade (KIEHL, 2002).

Para tanto, seguiu-se o esquema abaixo, baseando-se novamente em dados apresentados por Kiehl (2002) e na **tabela 1** desta pesquisa:



**Figura 5:** Balanço de umidade durante os processos de peneiramento e secagem.

Assim, após tais considerações pôde-se chegar a uma equação geral para a produção diária de composto para agricultura.

$$PDC = [(MC - PP) \times \%AG] - PS$$

Sendo: PDC= Produção diária de composto para agricultura (t/dia)

MC= Material que vai para compostagem na UTC (t/dia) = 40% do lixo bruto

PP= Perdas durante o processo de compostagem (t/dia) = 50% MC + 20% de umidade (chorume)

%AG = Porcentagem correspondente ao composto grosso para agricultura= 60%

PS= Perdas durante a secagem (t/dia) = 20% de umidade

Com base no valor obtido, estimou-se a produção anual. Para tanto, consideraram-se 300 dias úteis de produção em um ano.

$$PAC = PDC \times DU$$

Sendo: PAC= Produção anual do composto orgânico (t/ano)

PDC= Produção diária de composto orgânico (t/dia)

DU= 300 dias úteis para produção, em um ano

#### 4.3.2.2. Estimativa de nutrientes NPK fornecidos pelo composto orgânico.

De acordo com dados apresentados no item 3.2 desta monografia, os nutrientes NPK para o composto orgânico correspondem a cerca de 2% de sua massa.

#### 4.3.2.3. Análise das quantidades necessárias de fertilizantes orgânicos.

Com base nas quantidades requeridas de nutrientes NPK para cada hortaliça e na formulação NPK considerada anteriormente para o composto orgânico (item 4.3.2.2), calcularam-se as quantidades necessárias do fertilizante orgânico para suprir cada hectare plantado da cultura.

$$QC = \frac{R_{NPK}}{C_{NPK}}$$

Sendo: QC= Quantidade de composto orgânico necessário para suprir o NPK requerido por cada cultura (t/ha)

$R_{NPK}$ = Recomendação NPK de cada cultura (t/ha)

$C_{NPK}$ = Total NPK fornecido pelo composto orgânico (t/ha)

#### 4.3.2.4. Cálculos para verificação do preço de venda do composto orgânico em comparação com fertilizantes minerais.

Inicialmente, buscou-se levantar dados regionais sobre preço de alguns fertilizantes nitrogenados, fosfatados e potássicos, em sites de busca como “Google” e “Cadê”, e através de contato telefônico com empresas fornecedoras desses produtos. Para efeito desta pesquisa, foram utilizados os valores dos seguintes fertilizantes, adotados por Kiehl (2002):

- Uréia 46 % de N;
- Superfosfato Simples 18 % de  $P_2O_5$ ;
- Cloreto de Potássio 60 % de  $K_2O$ .

A partir desse levantamento, foi possível determinar o preço da tonelada de cada um dos nutrientes NPK, seguindo a seguinte equação:

a. Preço da tonelada do macronutriente (R\$/t)

$$PM = \frac{PF}{\% MF} \times 100$$

Sendo: PM= Preço do macronutriente (R\$/t)

PF= Preço de fertilizante mineral escolhido (R\$/t)

% MF= Porcentagem do macronutriente no fertilizante mineral escolhido

Após os cálculos para cada um dos macronutrientes NPK, efetuaram-se as determinações dos preços médios para o NPK exigido nutricionalmente por cada cultura de hortaliças, e do NPK do composto orgânico.

b. *Preço do macronutriente exigido por cultura (R\$/ha)*

$$PE = PM \times RM$$

Sendo: PE= Preço do macronutriente exigido por cultura (R\$/ha)

PM= Preço do macronutriente (R\$/t)

RM= Recomendação de cada macronutriente para cada cultura (t/ha)

c. *Preço total do NPK exigido por cultura (R\$/ha)*

$$PE_{NPK} = PE_N + PE_P + PE_K$$

Sendo: PE<sub>NPK</sub>= Preço total do NPK exigido por cada cultura (R\$/t)

PE<sub>N</sub>= Preço do N exigido pela cultura (R\$/t)

PE<sub>P</sub>= Preço do P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> exigido pela cultura (R\$/t)

PE<sub>K</sub>= Preço do K<sub>2</sub>O exigido pela cultura (R\$/t)

d. *Preço do macronutriente no composto orgânico (R\$/t)*

$$PC = \frac{PM \times (\% MC)}{100}$$

Sendo: PC= Preço do macronutriente no composto orgânico (R\$/t)

PM= Preço do macronutriente (R\$/t)

% MC= Porcentagem do macronutriente no composto orgânico

e. *Preço do NPK no composto orgânico (R\$/t)*

$$PC_{NPK} = PC_N + PC_P + PC_K$$

Sendo: PC<sub>N</sub>= Preço do N no composto orgânico (R\$/t)

PC<sub>P</sub>= Preço do P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> no composto orgânico (R\$/t)

PC<sub>K</sub>= Preço do K<sub>2</sub>O no composto orgânico (R\$/t)

No caso do composto orgânico, como abordado no item 3.2 desta monografia, ocorre a presença de grande parcela de matéria orgânica e micronutrientes. Assim fez-se necessário somar o valor correspondente a esses componentes. Para tanto, com base em Kiehl (2002), acrescentou-se 50% do valor encontrado para a soma total dos preços NPK, ao valor já obtido (equação “e”).

f. *Preço total do composto orgânico (R\$/t)*

$$PTC = PC_{NPK} + (0,5 \times PC_{NPK})$$

Sendo: PTC= Preço total do composto orgânico (R\$/t)

$PC_{NPK}$ = Preço total do NPK no composto orgânico (R\$/t)

Após esses cálculos, foi ainda necessário multiplicar o preço do composto pelas quantidades necessárias do fertilizante orgânico capaz de suprir a demanda de cada hortaliça (item 4.3.2.3 desta pesquisa).

g. *Preço do composto necessário para cada cultura (R\$/ha)*

$$PCN = PTC \times QC$$

Sendo: PCN= Preço do composto necessário para cada cultura (R\$/ha)

PTC= Preço total do composto orgânico (R\$/t)

QC= Quantidade de composto orgânico necessário para suprir o NPK requerido para cada cultura (t/ha)

Através desses cálculos pôde-se efetuar uma avaliação comparativa entre os valores gastos para suprir as necessidades nutricionais de cada cultura, entre fertilizantes orgânicos e industrializados.

#### 4.3.2.5. *Cálculo da demanda global mínima por composto orgânico.*

Com base nas informações obtidas anteriormente, procederam-se os cálculos acerca da demanda global mínima para o fertilizante orgânico, seguindo as seguintes equações:

a. *Consumo anual mínimo de fertilizante orgânico para a região de Rio Claro-SP.*

$$CAC = [QC \times (AT \times \%MC)] \times 2$$

Sendo: CAC= Consumo mínimo anual de composto orgânico para a região de Rio Claro-SP (t/ha)

QC= Quantidade de composto orgânico necessário para suprir o NPK requerido para cada cultura (t/ha)

AT= Área total cultivada por cada hortaliça (ha)

% MC= Porcentagem mínima de consumo de composto → determinou-se 20%

NP= Número de plantios médios para hortaliças = 2 (item 3.2.1 desta pesquisa).

Para a presente pesquisa, como já citado anteriormente, considerou-se um consumo de composto orgânico por parte de 20% das áreas totais de cada hortaliça. Tal valor foi adotado visando manter uma estimativa conservadora para o consumo, designando-se desta forma uma demanda “mínima” para o fertilizante de lixo urbano.

b. Cálculo da demanda global por fertilizante orgânico.

$$DGM = \frac{PAC}{CAC} \times 100\%$$

Sendo: DGM= Demanda global mínima por composto orgânico (%)

PAC= Produção anual de composto orgânico (t/ano)

CAC=Consumo mínimo anual de composto orgânico para a região de Rio Claro-SP (t/ha)

#### 4.3.3. Levantamento dos custos totais de instalação e produção da UTC.

Para o levantamento de dados acerca dos custos totais para implantação da UTC, foi realizada consulta a especialista da área de projetos e construção civil, por meio de entrevistas do tipo “semi-estruturadas”. Essas entrevistas foram realizadas com o Orientador do presente trabalho, Prof. Dr. Edson Gomes de Oliveira, o qual tem experiência em projetos nesta área. Segundo Bernard (1988), nessas entrevistas o entrevistador introduz o tema da pesquisa, baseado em um guia de entrevista, isto é, uma lista escrita das questões e tópicos que precisam ser cobertos em uma ordem particular. Este tipo de entrevista é utilizado quando o entrevistador já possui clareza sobre os aspectos mais específicos a serem abordados.

Além das entrevistas, houve também cotação de preços de equipamentos, através de contato com empresas e lojas especializadas em equipamentos e materiais para indústrias de reciclagem e construção civil na região de Rio Claro-SP. Além disso, também foram consultadas tabelas de preços praticados pelas concessionárias de água, esgoto e energia elétrica atuantes na região do município em estudo, e legislação ambiental vigente.

Inicialmente, considerou-se a UTC como um empreendimento *privado*, porém, com aquisição de terreno por *comodato* com a prefeitura, visando redução nos custos de implantação. Ponderou-se que neste acordo, a prefeitura seria beneficiada com redução dos custos com aterramento, uma vez que, como abordado no item 3.1 desta pesquisa, 50% dos RSD seriam desviados do aterro sanitário municipal. Além disso, o composto fino produzido poderia ainda ser doado à prefeitura para restauração de praças, jardins e obras públicas.

Determinou-se também uma UTC com capacidade para 110 t/dia, sendo essa quantidade atingida ao longo dos anos, de acordo com as projeções de crescimento populacional e de geração de resíduos, apontadas no item 3.4 desta monografia. Assim, considerou-se que a usina iniciaria suas atividades com um grau de utilização em torno de 85% da capacidade, para que funcionários pudessem se adaptar à estrutura de funcionamento e não houvesse a



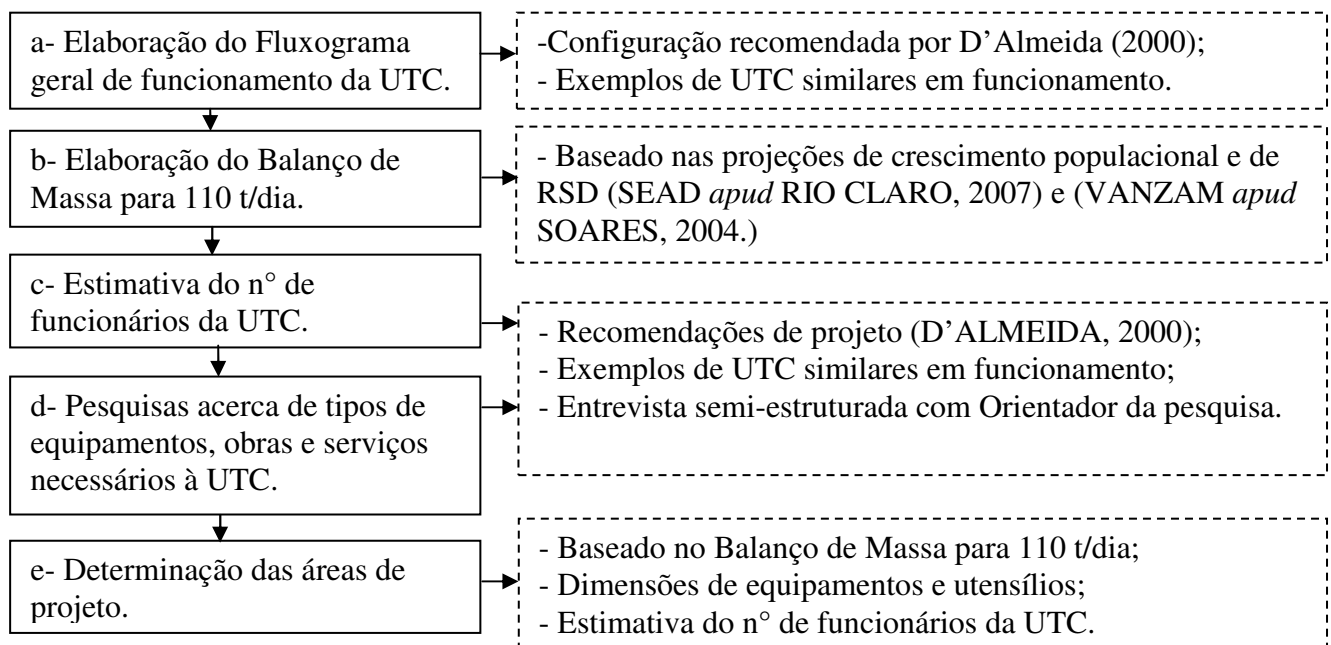
necessidade de alterar o quadro de empregados em um período de *sete anos* (já se considerando a parcela reciclada pela cooperativa de reciclagem).

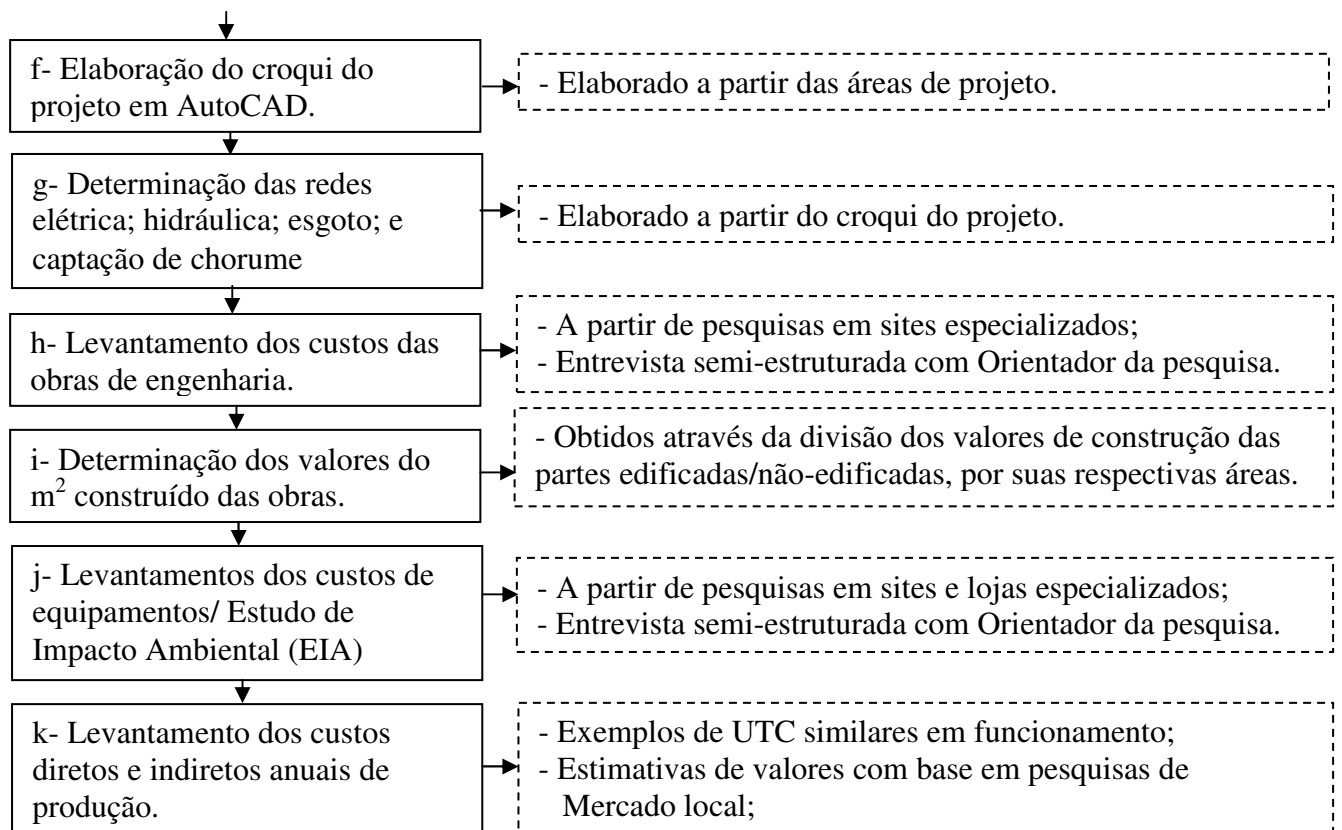
Neste sentido, houve a necessidade de fazer um novo balanço de massa para o dimensionamento da UTC, considerando as 110 t/dia, seguindo o mesmo procedimento abordado no item 4.3.2.1 desta pesquisa.

No que diz respeito à operação, considerou-se uma UTC trabalhando com *processo natural*, através do *sistema Windrow*, ou seja, através de leiras de compostagem aeradas e reviramento mecânico. Segundo Lindenberg (1981?); Tchobanoglous et al (1993), tal sistema é recomendável por garantir menores investimentos e menor custo de implantação, facilidade de operação, geração de empregos, em especial no setor de triagem e maior controle da temperatura e umidade do composto produzido.

Determinou-se ainda que do ponto de vista administrativo, a UTC operaria em um turno de oito horas, das 8h às 16h, de segunda a sábado, sendo o turno de sábado considerado concluído quando o fosso de recepção estivesse completamente vazio, permitindo que no domingo haja a limpeza do complexo. Também no domingo, seriam efetuados os serviços de manutenção preventiva e/ou corretiva, no período de 8 h às 18h.

A partir de tais considerações, pôde-se esquematizar a estrutura básica da UTC- Rio Claro, determinando-se as áreas necessárias para terreno e demais obras de engenharia; tipos e quantidades de equipamentos necessários, e respectivos custos, através de pesquisa em lojas e empresas especializadas; e estimativas de gastos de produção diretos e indiretos mensais da UTC. Para tanto, efetuaram-se as seguintes etapas resumidas no esquema a seguir (**figura 6**). Nele encontram-se também detalhadas como cada uma das etapas foi realizada.





**Figura 6:** Etapas para determinação dos custos de instalação e produção da UTC- Rio Claro.

Para um melhor entendimento acerca das etapas anteriormente apresentadas, adotaram-se as seguintes definições: (ROSA, 2007):

1. Custos de Produção: Correspondem à somatória de custos diretos, indiretos e de administração:

$$CP = CD + CI + CA$$

1.1. Custos Diretos (CD): Estão relacionados aos custos diretamente envolvidos no processo produtivo, como mão de obra (MO) e materiais de consumo (MC). Dentre os materiais de consumo enquadram-se: energia elétrica, embalagens, água, esgoto, coleta e transporte de chorume, telefone, combustível; além dos chamados gastos eventuais, ou seja, gastos extras com materiais de escritório, limpeza e higiene.

$$\text{Total dos custos diretos (CD): } CD = MO + MC$$

1.2. Custos Indiretos (CI): Consideram-se como custos indiretos aqueles referentes à Depreciação de equipamentos e obras, e Manutenção de equipamentos e obras.

- Depreciação (D): utiliza-se a seguinte fórmula:

$$D = li - (20\% li / N)$$

Sendo: li = Gasto total com equipamentos

N = vida útil do equipamento ou instalação (5 anos)

- Manutenção (M): Considera-se o valor de Manutenção dos equipamentos aquele que corresponde a 50% do valor de Depreciação:

$$M = D \times 0,5$$

1.3. Custos de Administração (CA): Estima-se que seja 10% do total dos Custos Diretos e Indiretos.

$$CA = (CD + CI) \times 0,1$$

Com base em tais levantamentos, pôde-se obter subsídios para a etapa final desta pesquisa, na qual foram relacionados com as receitas anuais estimadas com a venda de composto orgânico e materiais recicláveis, e por fim puderam ser realizados os cálculos para avaliação da viabilidade econômica para tal empreendimento, abordadas no próximo item.

#### **4.4. 4ª Etapa: Avaliação da viabilidade econômica da UTC.**

A partir dos levantamentos acerca dos principais custos de implantação do empreendimento, partiu-se para a etapa final da presente pesquisa na qual foi elaborado o fluxo de caixa da UTC, ou seja, o demonstrativo de quais seriam as entradas (receitas) e saídas (gastos diretos e indiretos) mensais. Desta forma, pôde-se investigar a relação investimento/ lucratividade, para se identificar em quais circunstâncias ocorre o ponto de equilíbrio entre os dois indicadores, isto é, em quais conjunturas o empreendimento é economicamente favorável.

Para tanto, inicialmente foi calculada a receita anual da UTC, ou seja, qual seria o faturamento total conseguido pela venda dos subprodutos da usina, no caso o composto orgânico grosso para agricultura, e materiais reciclados durante o processo de triagem. Para isso foram utilizados os seguintes métodos:

*a. Receita- Composto Orgânico.*

Para a realização dos cálculos acerca da receita com a venda de composto orgânico foi considerada a demanda global mínima detalhada no item 4.3.2.5 (subitem “b”) desta monografia; determinou-se novamente que apenas 20% das propriedades de hortaliças consumiriam o fertilizante orgânico.

Considerou-se também a produção potencial anual de composto orgânico no ano de 2009, baseando-se nas equações apresentadas no item 4.3.2.1 (subitem “c”).

Outro ponto de importância foi a determinação da capacidade máxima de estoque que a UTC poderia armazenar. Para tanto, considerou-se 20% da produção anual, montante este já contabilizado anteriormente, quando se projetou o galpão de armazenamento.

Neste sentido, calculou-se a venda mínima de composto orgânico para agricultura, que seria equivalente a 80% da produção anual.

A partir de então, pôde-se chegar à receita anual, multiplicando-se o valor obtido para venda mínima, pelo preço de venda, de acordo com o item 4.3.2.4 (“f”). Chegou-se à seguinte equação:

$$RC = PTC \times (0,8 PAC)$$

Sendo: RC= Receita anual de composto (R\$)

PTC= Preço total do composto orgânico (R\$/t) (item 4.3.2.4- subitem “f”)

PAC= Produção anual de composto para agricultura (t/ano)

*b. Receita- Recicláveis*

Para o cálculo da receita obtida com materiais recicláveis, seguiram-se procedimentos semelhantes aos do item anterior. Desta forma consideraram-se também a triagem potencial diária de cada um dos tipos de materiais recicláveis para o ano de 2009, baseando-se nas equações apresentadas no item 4.3.2.1 (subitens “a” e “b”). Porém, fez-se necessário também o cálculo das quantidades disponíveis anualmente para venda, determinando-se 300 dias úteis. Para tanto se seguiu a seguinte equação:

$$MVA = MV \times Du$$

Sendo: MVA= Total de materiais recicláveis para venda anualmente (t/ano)

MV= Quantidade de material reciclável disponível para venda na UTC (t/dia)

Du= Total de dias úteis= 300

Novamente determinou-se 20% da produção anual como capacidade máxima de estoque, o que já havia sido contabilizado quando se projetou o galpão de recicláveis.

Assim, calculou-se a venda mínima de materiais recicláveis, que seria equivalente a 80% da produção anual de cada um dos tipos de materiais separados durante a triagem.

A partir de então, pôde-se chegar à receita anual, multiplicando-se os valores obtidos para venda mínima, pelo preço de venda de cada um dos tipos de materiais recicláveis, de acordo com dados de Diário de Rio Claro (2009) e Guelbert et al (2008). Assim, chegou-se à seguinte equação:

$$RR = P_p(0,8 A_p) + P_v(0,8 A_v) + P_l(0,8 A_l) + P_f(0,8 A_f) + P_{nf}(0,8 A_{nf})$$

Sendo: RR= Receita anual de materiais recicláveis (R\$)

$P_p$  = Preço papel reciclado (R\$)

$A_p$  = Quantidade de papel reciclado anualmente (t/ano)

$P_v$  = Preço vidro reciclado (R\$)

$A_v$  = Quantidade de vidro reciclado anualmente (t/ano)

$P_l$  = Preço plástico reciclado (R\$)

$A_l$  = Quantidade de plástico reciclado anualmente (t/ano)

$P_f$  = Preço materiais ferrosos reciclados (R\$)

$A_f$  = Quantidade de materiais ferrosos reciclados anualmente (t/ano)

$P_{nf}$  = Preço materiais não-ferrosos reciclados (R\$)

$A_{nf}$  = Quantidade de materiais não-ferrosos reciclados anualmente (t/ano)

Assim, chegou-se à receita total anual da UTC, considerando-se 300 dias úteis no ano:

$$RT = RR + RC$$

Sendo: RT= Receita total anual da UTC (R\$)

RR= Receita anual de materiais recicláveis (R\$)

RC= Receita anual de composto (R\$)

A partir dos resultados obtidos para receita total anual e os valores calculados para os gastos diretos e indiretos anuais, pôde-se construir o fluxo de caixa para os primeiros 10 anos de funcionamento da UTC. Para tal, considerou-se que os gastos totais e a receita total se mantiveram os mesmos durante este período.

Para a elaboração do fluxo de caixa consideraram-se ainda alguns parâmetros, que são anuais e têm como finalidade principal a avaliação da rentabilidade econômica do empreendimento com o transcorrer do tempo (ROSA, 2007). Esses parâmetros são:

A. Receita Bruta (RB):  $RB = \text{Receita Mensal} \times 12 \text{ meses}$

B. Custo de Produção Anual (CPA):  $CPA = \text{Custo de Produção Mensal} \times 12 \text{ meses}$

C. Receita Líquida (RL):  $RL = RB - CPA$

D. ICMS: Considerou-se o ICMS para os produtos da UTC igual a 15%; aplicando-se esse valor sobre o faturamento Bruto Anual, tem-se:

$$ICMS = RB \times 0,15$$

E. Impostos e Taxas Sociais (I): Correspondem a 2,5% da Receita Bruta (RB) e referem-se à CFEM e demais taxas sociais.

$$I = RB \times 0,025$$

F. Lucro Real Tributável (LT):  $LT = RL - (ICMS + I)$

G. Imposto de Renda (IR): O valor do imposto de renda é de 25% para esta faixa de faturamento.

$$IR = LT \times 0,25$$

H. Lucro Líquido (LL):  $LL = LT - IR$

I. Lucro Líquido Mensal (LM):  $LM = LL / 12$

J. Investimento Total (Ti): Total desembolsado para implantação do empreendimento.

K. Saldo de Fluxo (SF): Saldo existente em caixa ao final de cada ano. Para o primeiro ano é obtido subtraindo-se o lucro líquido do investimento total. Para os anos seguintes, é obtido somando-se o lucro líquido ao saldo de fluxo do ano anterior.

L. Rentabilidade do negócio (R): É calculada através da seguinte fórmula:

$$R = SF/Ti \times 100$$

M. Prazo de Retorno do Investimento (PRI): Tempo necessário para que o investidor recupere o que investiu. É calculado pela seguinte fórmula:

$$\text{PRI} = \text{Ti} / \text{LL}$$

O tempo necessário para a recuperação do capital investido será dado quando o prazo de retorno do investimento for igual a 0 (zero).

Após a elaboração do fluxo de caixa, partiu-se para a determinação do *Ponto de Equilíbrio (PE)*, ou seja, o indicador de quanto a UTC precisaria faturar para pagar todos os seus gastos e começar a ser lucrativa. Para tal, verificou-se quais seriam os totais de gastos (diretos e indiretos), e determinou-se que o Ponto de Equilíbrio se daria a partir do momento em que as receitas anuais brutas cobrissem tais gastos.

Através de tal indicador foi possível obter a relação lucratividade/viabilidade econômica.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste item serão abordados os resultados e respectivas discussões acerca da 1ª, 3ª e 4ª expostas no item anterior. Ou seja, enquanto no método se apresentou como foi executada cada etapa, agora nos resultados, mostrar-se-á tudo o que se obteve nessas etapas durante a pesquisa. Os resultados obtidos com a 2ª etapa já foram apresentados previamente no item 3 desta monografia, intitulado “*Revisão Bibliográfica*”.

### 5.1. 1ª Etapa: Definição do Tema.

O resultado obtido com essa etapa motivou todo o trabalho posterior, isto é, o desenvolvimento das etapas seguintes.

### 5.2. 3ª Etapa: Análise da demanda potencial para consumo do composto orgânico pela região do município de Rio Claro-SP, e levantamento dos custos de implantação da UTC.

5.2.1. Levantamento das culturas de hortaliças presentes na região de Rio Claro-SP, respectivas áreas cultivadas e recomendações nutricionais.

Inicialmente, como abordado no item 4.3.1 desta pesquisa, área de estudo foi definida por um raio de 30 km a partir do município de Rio Claro-SP, do qual resultaram 10 cidades. Posteriormente, com base nos dados do “Levantamento Censitário de Unidades de Produção Agrícola do Estado de São Paulo- 2007/08” criou-se a **tabela 4 (apêndice A)** que compila informações acerca das hortaliças presentes em cada um dos municípios estudados e suas respectivas áreas cultivadas.

A partir de tais dados e nas recomendações de adubação para hortaliças de Raij et al (1997), pôde-se construir a **tabela 5 (apêndice B)** que traz a relação de áreas totais cultivadas para cada hortaliça na região, bem como suas respectivas necessidades de macronutrientes NPK. Neste caso considerou-se um nível médio de acidez do solo, uma vez que não foram efetuadas análises para verificação das concentrações de bases trocáveis P resina e  $K^+$  trocável, como indicado pelo autor supracitado.

5.2.2. Cálculo da demanda global mínima por composto orgânico.

Assim como em “*Método e Etapas de Trabalho*” foi feita a divisão deste tópico, a fim de se avaliar mais detalhadamente todos os cálculos realizados para a obtenção da demanda global mínima.

5.2.2.1. *Produção anual potencial de composto orgânico.*

Inicialmente foram realizadas as projeções de crescimento populacional e de geração de resíduos no município de Rio Claro-SP, a partir das informações de SEAD *apud* Rio Claro (2007) e Vanzam *apud* Soares (2004) apontadas no item 3.4 desta monografia, resultando na **tabela 6 (apêndice C)**. Assim, pôde-se chegar aos seguintes resultados para o ano de 2009:

- Produção de resíduos em Rio Claro-SP em 2009 → **97 t/dia**

- 62,8% - fração orgânica
- 37,2% - fração inorgânica
  - 10,7 % - Não recicláveis
  - 26,5 % - Recicláveis → 2,6% Cooperativa de reciclagem

- Resíduos que chegariam diariamente à UTC:

$$(97 \times 62,8\%) + [(97 \times 26,5\%) - (97 \times 2,6\%)] + (97 \times 10,7\%) \cong 95 \text{ toneladas}$$



- Balanço de massa da UTC:

$$\boxed{95 \text{ t/dia}} \rightarrow \begin{cases} 10\% - \text{reciclagem} = 9,5 \text{ t/dia} \\ 50\% - \text{refugo para aterro sanitário} = 47,5 \text{ t/dia} \\ 40\% - \text{compostagem} = 38 \text{ t/dia} \end{cases}$$

- Resíduos para reciclagem.

Efetuada-se os cálculos apresentados no item 4.3.2.1 (subitens “a” e “b”), pôde-se chegar aos seguintes resultados para percentuais reciclados na usina, e quantidades disponíveis para venda:

**Tabela 7:** Resíduos reciclados pela UTC.

MATERIAL	PERCENTUAL REICLADO (%)	MATERIAIS PARA VENDA (t/dia)
Papel	57,5	5,46
Vidro	8,0	0,76
Plástico	20,8	1,98
Materiais Ferrosos	12,46	1,19
Materiais Não-Ferrosos	1,24	0,11

- Resíduos para compostagem.

Efetuada-se os cálculos apresentados no item 4.3.2.1 (subitem “c”), pôde-se chegar aos seguintes resultados para o material compostável:

Balanço de Massa

$$\boxed{38 \text{ t/dia}} \begin{cases} 50\% - \text{perdas durante o processo (CO}_2 \text{ e água)} \\ 50\% - \text{composto orgânico} \rightarrow \begin{cases} 30\% = \text{composto grosso para agricultura} \\ 20\% = \text{composto fino para jardinagem} \end{cases} \end{cases}$$

A **figura 7 (apêndice D)** apresenta o fluxograma geral do balanço de massa na UTC.

Balanço de Umidade

$$\boxed{W=60\%} \begin{cases} W=20\% - \text{perda durante o processo (chorume)} \\ W=40\% - \text{teor de umidade do composto orgânico após compostagem} \\ W=20\% - \text{perda durante o processo de secagem} \\ W=20\% - \text{teor de umidade do composto orgânico para venda} \end{cases}$$

A partir da **figura 7 (apêndice D)**, e do princípio de que o composto sofre ainda processo de secagem durante uma semana perdendo cerca de 20% de sua umidade, e considerando-se a equação geral para produção diária, apresentada no item 4.3.2.1 (subitem

“c”), pôde-se calcular a produção anual para o fertilizante orgânico para agricultura, considerando 300 dias úteis em um ano. O valor obtido foi de **2760 t/ano**.

#### 5.2.2.2. *Estimativa de nutrientes NPK fornecidos pelo composto orgânico.*

Considerando a estimativa utilizada por Kiehl (2002), determinou-se a composição **1,2-0,6-0,6**, ou seja, 12 kg de nitrogênio; 6 kg de fósforo e potássio; totalizando **24 kg** de NPK.

#### 5.2.2.3. *Análise das quantidades necessárias de fertilizante orgânico.*

Com base nas quantidades requeridas de nutrientes NPK para cada hortaliça (**tabela 5 apêndice B**), e na formulação NPK considerada anteriormente para o composto orgânico (item 5.2.2.2), calcularam-se as quantidades necessárias do fertilizante orgânico para suprir cada hectare plantado da cultura, utilizando a equação apresentada no item 4.3.2.3.

A partir de tais cálculos, gerou-se a **tabela 8 (apêndice E)**, cujo conteúdo sintetiza os resultados encontrados.

#### 5.2.2.4. *Cálculo para verificação do preço de venda do composto orgânico em comparação com fertilizantes minerais.*

Inicialmente, levantaram-se valores praticados para os fertilizantes minerais industrializados na região de Rio Claro-SP, adotando-se os preços de EMPRESA (2009), situada no município de Piracicaba-SP. Assim obtiveram-se os seguintes dados:

Uréia 46% de N → <b>R\$ 970,00</b>
Superfosfato Simples 18% de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> → <b>R\$ 370,00</b>
Cloreto de Potássio 60% de K <sub>2</sub> O → <b>R\$ 1.604,00</b>

A partir de tais informações, foi possível determinar o preço da tonelada de cada um dos nutrientes NPK, seguindo a equação “a” apresentada no item 4.3.2.4 desta pesquisa. Tais valores encontram-se listados abaixo:

N → <b>R\$ 2108,70/t</b>
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> → <b>R\$ 2055,60/t</b>
K <sub>2</sub> O → <b>R\$ 2673,40/t</b>

A fim de se fazer uma análise comparativa entre os preços de venda efetuaram-se as determinações dos preços médios para o NPK exigido nutricionalmente por cada cultura de hortaliças, e do NPK do composto orgânico.

Na **tabela 9 (apêndice F)** encontram-se compilados os preços médios dos NPKs exigidos por cada hortaliça, de acordo com suas necessidades. Para a realização de tal tabela utilizaram-se os dados da **tabela 5 (apêndice B)** e as equações “b” e “c” do item 4.3.2.4 desta monografia.

Em seguida, procederam-se os cálculos para a verificação do valor de venda do composto orgânico, baseando-se nas equações “d” e “e”, apresentadas anteriormente no item 4.3.2.4, e no fato de que o preço total de venda ainda é composto pela fração de matéria orgânica e micronutrientes presentes no composto, o que representa 50% do valor do NPK.

Os valores encontrados para cada macronutriente (NPK), matéria orgânica e micronutrientes, e o preço total de venda encontrado, foram listados na **tabela 10**:

**Tabela 10:** Preço de venda para o composto orgânico.

MACRONUTRIENTE	PREÇO CÁLCULADO (R\$)
N – 1,2 %	R\$ 25,30
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – 0,6%	R\$ 12,34
K <sub>2</sub> O – 0,6%	R\$ 16,00
	<b>Total: R\$ 53,64</b>
Matéria orgânica + micronutrientes	R\$ 26,82
<b>Preço total de venda: R\$ 80,46/t</b>	

Finalmente, para que se pudesse realizar uma análise comparativa entre os preços do composto orgânico e do NPK exigido por cada cultura, foi necessário ainda avaliar as quantidades de composto que suprissem os nutrientes exigidos pelas hortaliças (**tabela 8-apêndice E**), multiplicadas pelo valor obtido na **tabela 10**, e finalmente proceder à comparação com os resultados obtidos na **tabela 9 (apêndice F)**. Assim compilaram-se tais informações, obtendo-se a **tabela 11 (apêndice G)**.

#### 5.2.2.5. Cálculo da demanda global mínima por composto orgânico.

Com base nos valores obtidos no item anterior, pôde-se efetuar os cálculos referentes à potencialidade mínima de consumo de fertilizantes anualmente, de acordo com a equação “a” apresentada no item 4.3.2.5 desta pesquisa. Para tanto, procedeu-se uma relação entre as quantidades requeridas de composto para cada hectare plantado, 20% da área total de cultivo de hortaliças na região de Rio Claro-SP, e o número médio de plantios para esse gênero

agrícola, que como considerado no item 3.2.1 da presente pesquisa equivale a 2 cultivos ao ano. Tais valores podem ser mais bem visualizados na **tabela 12 (apêndice H)**.

Através do resultado total de consumo anual potencial, pôde-se finalmente calcular qual seria a demanda mínima por composto orgânico, isto é, uma relação entre a produção anual de fertilizantes orgânicos (item 4.3.2.1) e a potencialidade mínima de consumo calculada anteriormente.

A partir de tais considerações, e da equação “b” (item 4.3.2.5), obteve-se uma demanda global mínima de **36,4%**, ou seja, se 20% dos cultivares de hortaliças consumissem o composto, a UTC de Rio Claro-SP seria capaz de suprir apenas esta parcela do mercado.

### 5.2.3. Levantamento dos custos totais de instalação e operação da UTC.

Para a realização desta fase da pesquisa, seguiram-se cada um dos tópicos apresentados na **figura 6** (item 4.3.3).

a. *Fluxograma geral de funcionamento da UTC*: pode ser visualizado através da **figura 8 (apêndice I)**.

b. *Balanço de Massa para 110 t/dia* definidas: detalhado na **figura 9 (apêndice J)**.

c. *Estimativa do n° de funcionários da UTC*:

**Tabela 13-** Estimativa do n° de funcionários da UTC.

CARGO	QUANTIDADE
Administrador	1
Técnico	1
Triagem	9
Serviços Gerais (Carregadores)	2
-Triagem- reciclagem	2
-Triagem- rejeitos	3
-Secagem- armazenamento	2
-Ensacamento	
Operadores de pá carregadeira	1
Vigia	1
<b>TOTAL de Funcionários -----</b>	<b>22</b>

d. *Pesquisa acerca dos equipamentos, serviços e obras necessários à UTC*: Encontram-se detalhados, juntamente com seus respectivos custos nas tabelas **tabela 14 (apêndice K)** e **tabela 15 (apêndice K)**.

e. *Determinação das áreas de projeto*: Detalhamento dos cálculos pode ser visualizado no **apêndice L**.

f. *Elaboração do croqui do projeto em AutoCAD: figura 10 (apêndice L).*

g. *Determinação das redes elétrica; hidráulica; esgoto; e captação de chorume:* Encontram-se detalhados, juntamente com seus respectivos custos no **apêndice L** e na **tabela 15 (apêndice K)**.

h. *Levantamento dos custos das obras de engenharia:* Na **tabela 15 (apêndice K)** encontram-se listadas as principais obras requeridas, áreas/ metragens correspondentes, quantidades de alguns dos elementos necessários às obras, e respectivos preços de construção.

i. *Determinação dos valores do m<sup>2</sup> construído das obras:* A partir dos dados obtidos no subitem anterior, chegou-se aos seguintes valores para o m<sup>2</sup> construído:

-Área Edificada-----R\$ **311,06**

-Área Não-Edificada-----R\$ **9,80**

j. *Levantamentos dos custos de equipamentos/ Estudo de Impacto Ambiental (EIA):* Encontram-se descritos em uma tabela demonstrativa (**tabela 14-apêndice K**) que elenca, em sua primeira parte os equipamentos essenciais ao funcionamento da UTC, bem como, as respectivas quantidades demandadas, preços de mercado. Na segunda parte da tabela encontram-se listados os demais equipamentos e serviços necessários à instalação e operação, como é o caso do EIA, juntamente com os preços, quantidades demandadas.

k. *Levantamento dos custos de produção:* Encontram-se mais bem detalhados no **apêndice L** e nas **tabelas 16 (apêndice L), tabela 17 (apêndice L) e tabela 18 (apêndice M)**.

Abaixo, encontram-se destacados os principais valores obtidos nesta fase da pesquisa.

**Tabela 19:** Resumo dos principais valores para instalação e produção da UTC- Rio Claro-SP.

	VALOR (R\$)
<b>EQUIPAMENTOS</b>	
Essenciais	153.800,00
Outros equipamentos/ serviços	213.921,00
<b>SUBTOTAL 1</b>	<b>367.721,00</b>
<b>OBRAS</b>	
Edificado	254.136,25
Não-Edificado	94.932,00
<b>SUBTOTAL 2</b>	<b>349.068,25</b>
<b>M<sup>2</sup> CONSTRUÍDO</b>	
Edificado	311,06
Não- Edificado	9,80
<b>TOTAL DOS INVESTIMENTOS (1+2)</b>	<b>716.789,25</b>
<b>TOTAL DE GASTOS DE PRODUÇÃO</b>	<b>R\$ 458.752,66</b>

### 5.3. 4ª Etapa: Avaliação da viabilidade econômica da UTC.

Inicialmente, como abordado no item 4.4 da presente monografia, foram calculadas as receitas estimadas, tanto para venda de composto orgânico grosso para agricultura, como para a comercialização dos materiais recicláveis segregados durante a triagem. Desta forma, obtiveram-se os seguintes resultados para o ano de 2009, levando em consideração o balanço de massa apresentado na **figura 7 (apêndice D)**.

#### a. Receita- Composto Orgânico.

- Produção diária de composto (PDC) = 9,2 t
  - Dias úteis de funcionamento UTC (DU) = 300
- Produção anual de composto (PAC) = 2760 t
- Capacidade máxima de estoque = 20% PAC= 552 t/ano.
  - Venda mínima= 80% PAC= 2208 t/ano.
  - Preço total do composto orgânico= R\$ 80,46
- Receita anual do composto = **R\$ 177.655,68**

#### b. Receita- Recicláveis.

- Quantidade de material reciclável disponível para venda diariamente (MV)= 9,5 t
  - Dias úteis de funcionamento UTC (DU) = 300
- Total de materiais recicláveis para venda anual (MVA) = 2850 t
- Capacidade máxima de estoque= 20% MVA= 570 t/ano.
  - Venda mínima/ preços de cada material (baseado na **tabela 7**):

**Tabela 20:** Estimativa de receita anual para materiais recicláveis da UTC.

MATERIAL	PERCENTUAL REICLADO (%)	MVA (t/ano)	VENDA MÍNIMA (t/ano)	PREÇO DO MATERIAL (R\$/t)	TOTAL (R\$)
Papel	57,5	1.638,75	1.311,00	130,00	170.430,00
Vidro	8,0	228,00	182,40	40,00	7.296,00
Plástico	20,8	592,80	474,24	300,00	142.272,00
Materiais Ferrosos	12,46	355,08	284,064	160,00	45.450,24
Materiais Não-Ferrosos	1,24	35,4	28,32	1300,00	36.816,00
<b>RECEITA ANUAL DE REICLÁVEIS</b> -----					<b>402.264,24</b>

Receita total anual estimada para a UTC = **R\$ 579.919,92**

c. *Construção do Fluxo de Caixa anual da UTC.*

A partir do valor calculado para a receita total anual da UTC- Rio Claro-SP, e dos valores obtidos para os custos de produção (item 5.2.3 desta pesquisa), e tomando como base o método adotado, pôde-se construir o fluxo de caixa anual estimado para os 10 primeiros anos de operação do empreendimento (**apêndice N e tabela 21- apêndice O**).

d. *Cálculo do Ponto de Equilíbrio.*

O *Ponto de Equilíbrio*, conforme o conceito de Rosa (2007) somente será alcançado quando a receita bruta anual for igual às despesas anuais. Assim obteve-se o seguinte resultado:

$$\text{- Despesas anuais totais} = \text{R\$ } 458.752,66 \rightarrow \text{Ponto de Equilíbrio} = \text{R\$ } 458.752,66$$

e. *Cálculo do Período de Retorno do Investimento.*

$$\text{PRI} = \text{Ti} / \text{LL}$$

Sendo: PRI = prazo de retorno dos investimentos

Ti = total dos investimentos

LL = lucro líquido anual

$$\text{PRI} = 716.789,25 / 14.760,95 =$$

$$\text{PRI} = 48,55 \approx 49 \text{ anos}$$

## 6. CONCLUSÕES

Com base no exposto na presente monografia, pôde-se proceder a avaliação da viabilidade econômica de uma Usina de Triagem e Compostagem para a cidade de Rio Claro-SP, tomando como base a utilização de seu principal subproduto - o Composto Orgânico Grosso para Agricultura, em culturas de hortaliças num raio de estudo de 30 km.

Neste sentido, a partir da apuração da extensão das áreas cultivadas e respectivas necessidades nutricionais de cada uma das espécies, pôde-se verificar que as quantidades requeridas de composto orgânico em alguns casos superariam 30 vezes as quantidades de fertilizantes minerais. Em complemento a tal fato, avaliou-se que os preços de venda calculados para a tonelada do composto também contribuiriam para tornar sua utilização mais onerosa aos agricultores.

Assim considerando aceitação do produto por parte de 20% dos possíveis consumidores, verificou-se que a produção anual potencial da UTC supriria 36,4% desta demanda.

A partir de tais constatações, partiu-se para a análise dos custos de implantação e operação da UTC, considerando-se desde seu projeto técnico até sua rotina de funcionamento. Avaliaram-se também, estimativas das receitas para os primeiros dez anos do empreendimento, ponderando também as vendas de materiais reciclados durante a etapa de triagem.

Assim, através da elaboração do fluxo de caixa para este período, pôde-se analisar que os saldos anuais se mantiveram negativos, corroborando para taxas negativas de rentabilidade, que variaram entre - 97,94 % no primeiro ano e - 79,4% no décimo ano de funcionamento. Além disso, verificou-se que o prazo de retorno do investimento ocorreria em 49 anos.

Partiu-se então para a verificação de qual seria o ponto de equilíbrio entre gastos operacionais e faturamento. O resultado atingido foi equivalente ao total estimado para os gastos diretos e indiretos de produção, ou seja, aqueles referentes à operação da UTC.

A partir de tais resultados, pôde-se averiguar que o empreendimento em questão apresenta-se INVIÁVEL sob o ponto de vista econômico, de acordo com o método adotado para esta pesquisa.

Evidentemente que essa premissa é válida desde que sejam comercializadas as quantidades de composto grosso para agricultura e de materiais reciclados previstos neste estudo.

Desta forma, conclui-se que as receitas diretas não cobrirão o custo de uma Usina de Triagem e Compostagem, nem esta deve ser encarada como um empreendimento industrial lucrativo segundo um ponto de vista estritamente comercial. Todavia, o quadro se mostra altamente favorável quando se ponderam as receitas indiretas, ou seja, ambientais e sociais, com potencial expressivo de retorno público. Em curto prazo, a triagem e venda dos resíduos recicláveis permitiriam a aplicação dos recursos obtidos em benefícios sociais e melhorias de infra-estrutura na comunidade, podendo ainda gerar empregos e integrar trabalhadores, antes marginalizados, na economia formal.



## **7. RECOMENDAÇÕES**

Estudos acerca dos benefícios econômicos, ambientais e sociais proporcionados pela compostagem às Prefeituras devem ser aprofundados, em especial quanto à questão da quantificação da economia de aterros sanitários e de gastos com aterramento de resíduos sólidos domiciliares, por meio de seu desvio para o tratamento por compostagem. Tais benefícios poderiam proporcionar a redução de impostos nas usinas de triagem e compostagem, reduzindo seus gastos operacionais e aumentando sua lucratividade.

Além disso, não se deve, com base nas análises econômicas apresentadas para a UTC, descartar a compostagem como método eficaz para o tratamento e redução de resíduos dispostos em aterros e lixões, mas sim incentivá-la em menor escala, dentro das residências e propriedades rurais, nas quais não haveria necessidade de investimentos e gastos operacionais onerosos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU JÚNIOR, C. H.; et al. Uso agrícola de resíduos orgânicos potencialmente poluentes: Propriedades químicas do solo e produção vegetal. **Tópicos Ci. Solo**, v.4, p.391-470, 2005.

ALCARDE, T. C.; et al. Os adubos e a eficiência da adubação. Associação Nacional para difusão de adubos: ANDA. **Boletim Técnico nº 3**, 3. ed, São Paulo, 1998, 35p.

ANDRADE, M. P.; COLLARES, E. G. In: 24º Congresso de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2007, Belo Horizonte- MG. **Avaliação de viabilidade e eficiência em unidades de triagem e compostagem implantadas no sudoeste do Estado de Minas Gerais**. Minas Gerais, 2006.

BARREIRA, L. P. **Avaliação das usinas de compostagem do Estado de São Paulo em função da qualidade dos compostos e processos de produção**. Tese (doutorado em Saúde Pública). Faculdade de Saúde Pública, USP, São Paulo, 2005, 204p.

BERNARD, H. R. **Research Methods in Cultural Anthropology**. Newbury Park, SAGE Publ, 520 p. 1988.

BERRÍOS, M. R. **Coletânea de artigos e outros trabalhos sobre resíduos II. Rio Claro**. LEUA- Laboratório de estudos Urbanos e Ambientais. DEPLAN- Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento. IGCE, Unesp, 2001, 215p.

BERRÍOS, M. R. **O Lixo Domiciliar**: A produção de resíduos sólidos residenciais em cidade de porte médio e a organização do espaço. Dissertação (mestrado). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Rio Claro, 1986.

BOLSA DE SALÁRIOS. **Folha de São Paulo**. São Paulo, 13, set. 2009. Empregos, p. 4. Disponível em: <[www.folhadesaopaulo.com.br](http://www.folhadesaopaulo.com.br)>. Acesso em: 15 set. 2009.

BÜTTENBENDER, S. E. **Avaliação da compostagem da fração orgânica dos resíduos sólidos provenientes da coleta seletiva realizada no município de Angelina- SC**: 2004. 123 f. Dissertação (mestrado em Engenharia Ambiental)- Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2004.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL: CETESB. **Inventário estadual de resíduos sólidos domiciliares**: CETESB, 2008. Série Relatórios 2009, 183p.

COMPANHIA PAULISTA DE FORÇA E LUZ: CPFL. **Resíduos Sólidos Urbanos:** Compêndio de publicações. Assessoria de Pesquisa e Desenvolvimento, v. VI, p.30-51, [19--].

CONCEIÇÃO, F. T.; BONOTTO, D. M. Transformações de metais pesados, flúor e radionuclídeos para os solos agrícolas na Bacia do Corumbataí (SP). **Revista Geociências**, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 67-76, 2005.

D'ALMEIDA, M. L. O. **Lixo municipal:** Manual de gerenciamento integrado. 2. Ed. São Paulo: IPT/CEMPRE. 2000, 370p.

EMPRESA – **Empresa de fertilizantes minerais.** Traz Informações sobre endereço e telefone de empresa de fertilizantes minerais no município de Piracicaba-SP. Disponível em: <[http://www.apontador.com.br/local/sp/piracicaba/agriculturaeagropecuária/x4b546ma/cia\\_paulista\\_de\\_fertilizantes.html](http://www.apontador.com.br/local/sp/piracicaba/agriculturaeagropecuária/x4b546ma/cia_paulista_de_fertilizantes.html)>. Acesso em: 16 set. 2009.

GIL, A. C. **Como elaborar Projetos de Pesquisa.** 3. Ed. São Paulo: Atlas, 1991, 159p.

GONÇALVES, M. A. O trabalho nas usinas de triagem e compostagem de resíduos sólidos no Brasil. **Revista Pegada**, v.7, n.1, junho, 2006.

GRISI, B. C. O.; *et al.* In: 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005, Campo Grande- MS. **Avaliação do composto orgânico como agente mitigador da biodisponibilidade de metais pesados em solos contaminados por resíduos industriais (escória de cobre).** 2004, 7p.

GUELBERT, T, F.*et al.* In: XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2008, Rio de Janeiro- RJ. **O desenvolvimento sustentável e a viabilidade econômica no manejo do lixo urbano em uma cidade de pequeno porte: Um estudo de caso.** 2008, p. 14.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA: **IBGE.** Traz link para acesso a dados da população de Rio Claro. 2009. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 10 ago. 2009.

KIEHL, E. J. **Metodologia da compostagem e ação fertilizante do composto de resíduos domiciliares.** ESALQ-USP, Piracicaba, 1979.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes Orgânicos.** Piracicaba: Editora Agronômica “CERES” Ltda., 1985, 492p.

KIEHL, E. J. **Manual de compostagem: Maturação e qualidade do composto**. 3. Ed. Piracicaba, 2002, 171p.

KROM, V. **Estudo da viabilidade econômica de uma usina de compostagem de lixo**. Dissertação (mestrado). Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Botucatu, 1987, 95p.

LINDENBERG, R. C. **Usina Piloto de Novo Horizonte-SP**. São Paulo: CETESB, [1981?].

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. Interpretação de análise de solo. Associação Nacional para difusão de adubos: ANDA. **Boletim Técnico nº 2**. 2004.

MACCARINI, A. C; ANDRADE, J. B. L. In: XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2008, Rio de Janeiro- RJ. **Melhoria na gestão de Materiais recicláveis em Centros de triagem, a partir de Inovações tecnológicas**. 2008, p.15.

MANTOVANI, J. R.; et al. Alterações nos atributos de fertilidade em solo adubado com composto de lixo urbano. **Revista Bras. Ci. Solo**, n. 29, p. 817-824, 2005.

MANZATTO, C. V.; et al. **Uso agrícola dos solos brasileiros**. Embrapa Solos, Rio de Janeiro, 174 p., 2002.

MELO, W. J. ; et al. **Uso de resíduos em hortaliças e impacto ambiental**. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal-SP, 2006, 95p.

MONTEIRO, J. H. P. et al. **Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. 200p.

MONTEIRO, V. E. D.; et al. In: 19º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005. **Estudos para o dimensionamento de uma cortina de Argila para contenção de contaminantes**. 2005, p. 09.

OLIVEIRA, E. C.; et al. **Compostagem**. Piracicaba, ESALQ, 2008.

OLIVEIRA, R. F.; SUSSE, S.; LEITE, B. S. **Políticas Sócio-Ambientais relacionadas à reciclagem: O caso de Rio Claro-SP**. Brasil. EGAL, 2009.

OLIVEIRA, S. **Resíduos urbanos**: Apostila elaborada para o curso de Agronomia-UNESP/FCA, Departamento de Recursos Naturais, Botucatu-SP, 2001.

OLIVEIRA, E.G. **Projeto de Aterro de Materiais Inertes**. Departamento de Geologia Aplicada, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Rio Claro, 2007.

PIRES, A. M. M.; MATIAZZO, M. E. Avaliação da viabilidade do uso de resíduos na agricultura. **Circular Técnica 19**. Embrapa. Jaguariúna-SP, 2008.

PREÇO DE RECICLÁVEIS DESABA E PREJUDICA CATADORES. **Diário de Rio Claro**, Rio Claro, mar. 2009. Disponível em: <<http://www.diarioderioclaro.com.br>>. Acesso em: 20 jul.2009.

PRODUÇÃO INTEGRADA DE FRUTAS E HORTALIÇAS: PIF. **Frutas e hortaliças como fonte de prazer**. São Paulo, 2006, 6p.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**: Piracicaba: CERES, Potafos, 1991, 343p.

RAIJ, B. V.; et al. Recomendações para adubação e calagem para o Estado de São Paulo. **Boletim Técnico nº100**, 2.ed. rev. atual. Campinas, Instituto Agrônômico/ Fundação IAC, 1997, 285p.

RIO CLARO. **Plano municipal de saúde de Rio Claro-SP 2008- 2009**. Prefeitura Municipal de Rio Claro- Fundação Municipal de Saúde de Rio Claro. Rio Claro, 2007.

SABONARO, D. Z. **Utilização do composto de lixo urbano em substratos para produção de espécies arbóreas nativas em dois níveis de irrigação**. Dissertação (mestrado). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal-SP, 2006, 95p.

ROSA, C. A. **Como elaborar um plano de negócios**. Brasília: SEBRAE, 2007, p. 120.

SAMPAIO, R. A.; et al. Produção e concentração de metais pesados em plantas de beterraba adubadas com composto de lixo urbano. **Revista Caatinga**, v.21, n.5, p.83-88, dezembro, 2008.

SANTOS, I. C.; et al. **Comportamento de dez cultivares de alface adubados com composto de lixo urbano**. Viçosa, 1997.

SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO: CATI/IEA. **Levantamento Censitário das Unidades Agrícolas do Estado de São Paulo: LUPA**. Traz dados sobre os censos agrícolas realizados no Estado de São Paulo nos anos de 1996 e 2007. Disponível em: <<http://www.cati.sp.gov.br/projetolupa>>. Acesso em: 19 jul. 2009.

SHALCH, V. et al. **Gerenciamento de resíduos sólidos**: São Carlos- SP: 2001

SILVA, F. C.; et al. Recomendações para o uso agrícola do composto de lixo urbano no Estado de São Paulo. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Circular Técnica 3**. Campinas-SP, 2002.

SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS: **SEAD**. Traz link para acesso a dados sobre saneamento básico de Rio Claro. 2000. Disponível em: <[http:// www.sead.com.br](http://www.sead.com.br)>. Acesso em 11 ago. 2009.

SOARES, M. R.; SOSSAI, J. N. Consumo **de fertilizantes e utilização da análise de solo por pequenos e médios produtores agrícolas da região de Araras-SP**. AGRODON. Traz links sobre agricultura. Disponível em: <[www.agrodon.com.br](http://www.agrodon.com.br)>. Acesso em: 13 ago. 2009.

SOARES, N. M. B. **Gestão de gerenciamento dos resíduos sólidos domiciliares no município de Fortaleza-CE**. Dissertação (mestrado), pós-graduação em desenvolvimento e meio ambiente- PRODEMA, Universidade Federal do Ceará- UFC, Fortaleza, 2004.

TCHOBANOGLIOUS, G.; et al. **Integrated solid waste management**: Engineering principles and management issues. United States Copyright. United States, 1993.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME: UNEP. **O uso de fertilizantes minerais e o meio ambiente**. Paris, 2000. Tradução: Associação Nacional para Difusão de Adubos.

VALENTE, B. S.; et al. Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos. **Revista Archivos de Zootecnia**, v.58, p.59-85, abril, 2009.

ZAINE, J. E. **Mapeamento geológico-geotécnico por meio do método do detalhamento progressivo: ensaio de aplicação na área urbana do município de Rio Claro (SP)**. 2000. 149 f. Tese (Doutorado em Geociências)- Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2000.

## APÊNDICES

## APÊNDICE A

Tabela 4: Municípios da Região de Rio Claro-SP e suas respectivas hortaliças e áreas cultivadas

CULTURA	MUNICÍPIO										
	Araras	Charqueada	Corumbataí	Cordeirópolis	Ipeúna	Itirapina	Limeira	Piracicaba	Rio Claro	Santa Gertrudes	
Abóbora		1,0 ha	2,5 ha	5,50 ha				68,3 ha			
Alface	3,4 ha			5,20 ha	3,0 ha	2,2	18,2 ha	62,4 ha	53,4 há	1,4 ha	
Alho			2,5 ha								
Beterraba						5,0					
Berinjela					0,5 ha						
Brócolis					0,5 ha						
Cenoura					5,0 ha						
Chicória									14,0 ha		
Couve				3,20 ha		0,8			12,6 ha		
Couve-Flor	14,9 ha					0,4					
Jiló	13,2 ha										
Mandioca	957,2 ha		47,4 ha	5,90 ha	7,7 ha		236,4 ha	1550,0 ha	31,9 ha		
Melancia		10,6 ha									
Pepino				3,0 ha	1,0 ha						
Pimentão				3,0 ha	1,0 ha						
Quiabo			7,9 ha								
Repolho	3,3 ha			6,0 ha							
Tomate				6,1 ha				28,3 ha			



## APÊNDICE B

**Tabela 5:** Principais hortaliças, áreas totais cultivadas e recomendações NPK.

HORTALIÇAS	ÁREA TOTAL (ha)	RECOMENDAÇÕES NPK*		
		N (t/ha)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (t/ha)	K <sub>2</sub> O (t/ha)
Abóbora	77,3	0,04	0,30	0,15
Alface	149,2	0,04	0,30	0,10
Alho	2,5	0,02	0,24	0,08
Berinjela	0,5	0,04	0,32	0,12
Beterraba	5,0	0,02	0,24	0,12
Brócolis	0,5	0,06	0,40	0,18
Cenoura	5,0	0,02	0,24	0,12
Chicória	14,0	0,04	0,30	0,10
Couve	16,6	0,04	0,32	0,16
Couve-Flor	15,3	0,06	0,40	0,18
Jiló	13,2	0,04	0,32	0,12
Mandioca	2836,5	0,00	0,06	0,04
Melancia	10,6	0,03	0,18	0,06
Pepino	4,0	0,04	0,30	0,15
Pimentão	4,0	0,04	0,32	0,12
Quiabo	7,9	0,04	0,18	0,12
Repolho	9,3	0,06	0,40	0,18
Tomate	34,4	0,06	0,50	0,20

\* Valores relativos a solos com P resina de 26-60 mg/dm<sup>3</sup> e K<sup>+</sup> trocável de 1,6-3,0 mmolc/dm<sup>3</sup>. Tais valores podem variar de acordo com a análise de solo local.

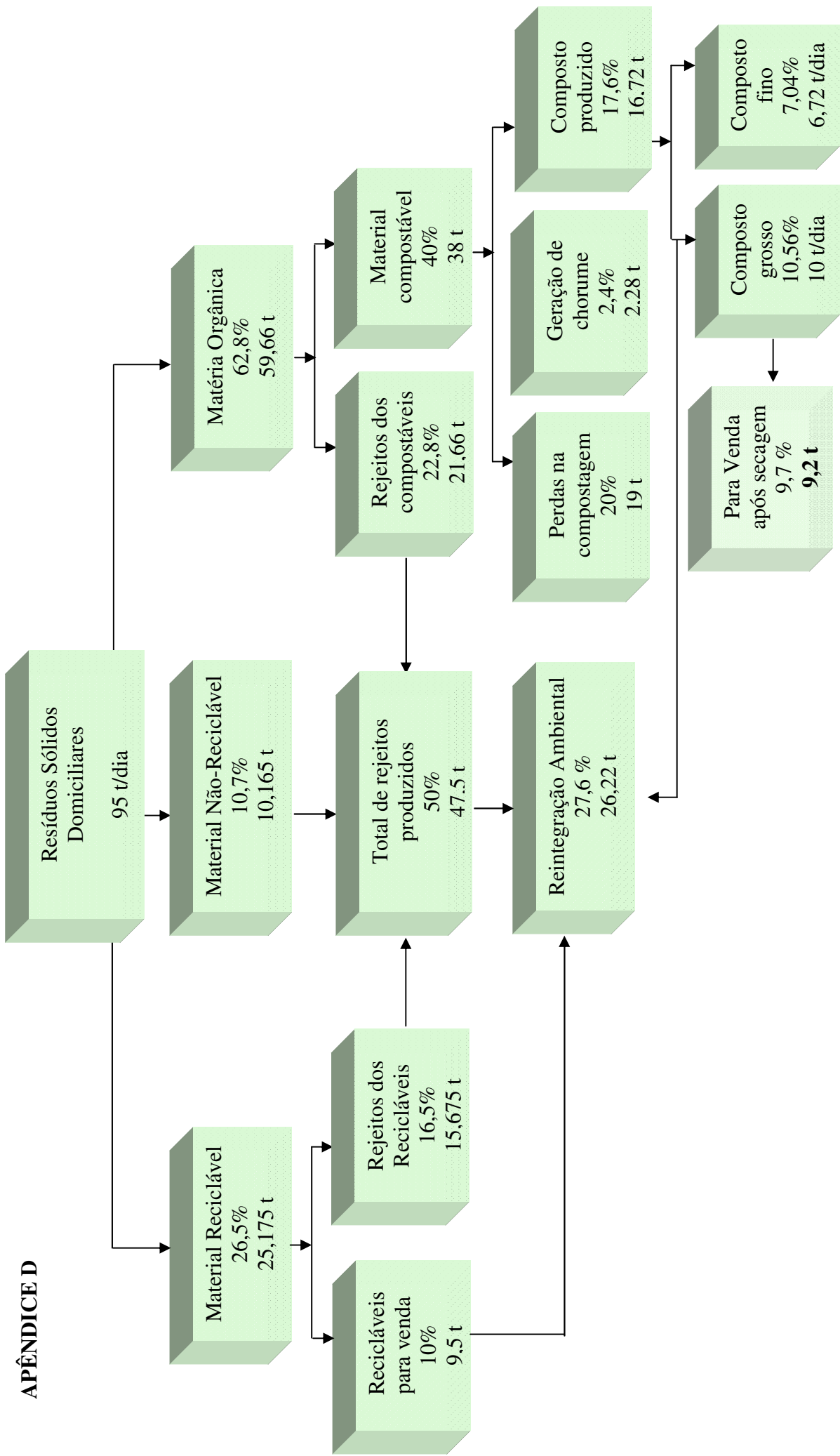
## APÊNDICE C

**Tabela 6:** Projeção de crescimento populacional e de geração de resíduos em 10 anos para o município de Rio Claro-SP.

ANO	POPULAÇÃO ESTIMADA (hab.) *	GERAÇÃO ESTIMADA DE RSD (t/dia)**
2009	193.459,90	97,20
2010	197.154,98	99, 15
2011	200.920,64	101, 14
2012	204.758,22	103, 55
2013	208.669,10	105, 22
2014	212.654,68	107, 22
2015	216.716,38	109, 37
2016	220.855,67	111, 56
2017	225.074,01	113, 79
2018	229.372,92	116, 06
2019	233.753,94	118, 38

\* População estimada com base em dados de IBGE (2008) e Rio Claro (2007), o qual considera uma taxa de crescimento de 1,91% a.a.

\*\* Geração de resíduos estimada com base em CETESB (2008) e em projeções de Vanzam apud Soares (2004) que consideram taxa de 1,04% a.a para cada aumento de 1% da população. Neste caso, como se considera um crescimento populacional de 1,91%, a taxa de geração sobe para 2% a.a.



**Figura 7:** Fluxograma do Balanço de Massa da UTC- 95 t/dia.

## APÊNDICE E

**Tabela 8:** Quantidades requeridas de composto orgânico capaz de suprir as necessidades nutricionais de cada hortaliça.

HORTALIÇA	NPK REQUERIDO (t/ha)	NPK COMPOSTO ORGÂNICO (t/ha)	TOTAL NECESSÁRIO (t/ha)
Abóbora	0,49	0,024	20,5
Alface	0,44	0,024	18,5
Alho	0,34	0,024	14
Berinjela	0,48	0,024	20
Beterraba	0,38	0,024	16
Brócolis	0,64	0,024	27
Cenoura	0,38	0,024	16
Chicória	0,44	0,024	18,5
Couve	0,52	0,024	22
Couve-Flor	0,64	0,024	27
Jiló	0,48	0,024	20
Mandioca	0,10	0,024	4
Melancia	0,27	0,024	11,5
Pepino	0,49	0,024	20,5
Pimentão	0,48	0,024	20

Quiabo	0,34	0,024	14
Repolho	0,64	0,024	27
Tomate	0,76	0,024	32

## APÊNDICE F

**Tabela 9:** Preço total dos macronutrientes NPK exigidos por cada hortaliça.

HORTALIÇA	NUTRIENTE EXIGIDO (t/ha)	PREÇO DA TONELADA (R\$/t)	PREÇO DO NPK (R\$/ha)
Abóbora	N- 0,04 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 0,3 K <sub>2</sub> O- 0,15	R\$ 2018,70 R4 2055,60 R\$ 2673,40	R\$ 84,35 R\$ 616,68 R\$ 401,01
			<b>TOTAL: R\$ 1102,04</b>
Alface	N- 0,04 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 0,3 K <sub>2</sub> O- 0,1	R\$ 2018,70 R4 2055,60 R\$ 2673,40	R\$ 84,35 R\$ 616,68 R\$ 267,34
			<b>TOTAL: R\$ 968,37</b>
Alho	N- 0,02 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 0,24 K <sub>2</sub> O- 0,08	R\$ 2018,70 R4 2055,60 R\$ 2673,40	R\$ 42,20 R\$ 493,35 R\$ 213,88
			<b>TOTAL: R\$ 749,43</b>
Berinjela	N- 0,04 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 0,32 K <sub>2</sub> O- 0,12	R\$ 2018,70 R4 2055,60 R\$ 2673,40	R\$ 84,35 R\$ 657,80 R\$ 320,80
			<b>TOTAL: R\$ 1062,95</b>
Beterraba	N- 0,02 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 0,24 K <sub>2</sub> O- 0,12	R\$ 2018,70 R4 2055,60 R\$ 2673,40	R\$ 42,20 R\$ 493,35 R\$ 320,80
			<b>TOTAL: R\$ 856,35</b>
Brócolis	N- 0,06 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 0,4 K <sub>2</sub> O- 0,18	R\$ 2018,70 R4 2055,60 R\$ 2673,40	R\$ 126,53 R\$ 822,24 R\$ 481,20
			<b>TOTAL: R\$ 1429,97</b>
Cenoura	N- 0,02 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 0,24 K <sub>2</sub> O- 0,12	R\$ 2018,70 R4 2055,60 R\$ 2673,40	R\$ 42,20 R\$ 493,35 R\$ 320,80
			<b>TOTAL: R\$ 856,35</b>
Chicória	N- 0,04 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 0,3 K <sub>2</sub> O- 0,10	R\$ 2018,70 R4 2055,60 R\$ 2673,40	R\$ 84,35 R\$ 616,68 R\$ 267,34
			<b>TOTAL: R\$ 968,37</b>
Couve	N- 0,04 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 0,3 K <sub>2</sub> O- 0,10	R\$ 2018,70 R4 2055,60 R\$ 2673,40	R\$ 84,35 R\$ 616,68 R\$ 267,34
			<b>TOTAL: R\$ 968,37</b>
Couve-Flor	N- 0,06 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 0,4 K <sub>2</sub> O- 0,18	R\$ 2018,70 R4 2055,60 R\$ 2673,40	R\$ 126,53 R\$ 822,24 R\$ 481,20
			<b>TOTAL: R\$ 1429,97</b>

Jiló	N- 0,04 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 0,32 K <sub>2</sub> O- 0,12	R\$ 2018,70 R4 2055,60 R\$ 2673,40	R\$ 84,35 R\$ 657,80 R\$ 320,80
			<b>TOTAL: R\$ 1062,95</b>
Mandioca	N- 0,00 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 0,06 K <sub>2</sub> O- 0,04	R\$ 2018,70 R4 2055,60 R\$ 2673,40	R\$ 0,00 R\$ 123,34 R\$ 106,94
			<b>TOTAL: R\$ 230,48</b>
Melancia	N- 0,03 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 0,18 K <sub>2</sub> O- 0,06	R\$ 2018,70 R4 2055,60 R\$ 2673,40	R\$ 63,27 R\$ 370,00 R\$ 160,40
			<b>TOTAL: R\$ 593,67</b>
Pepino	N- 0,04 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 0,3 K <sub>2</sub> O- 0,15	R\$ 2018,70 R4 2055,60 R\$ 2673,40	R\$ 84,35 R\$ 616,68 R\$ 401,01
			<b>TOTAL: R\$ 1102,04</b>
Pimentão	N- 0,04 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 0,32 K <sub>2</sub> O- 0,12	R\$ 2018,70 R4 2055,60 R\$ 2673,40	R\$ 84,35 R\$ 657,80 R\$ 320,80
			<b>TOTAL: R\$ 1062,95</b>
Quiabo	N- 0,04 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 0,18 K <sub>2</sub> O- 0,12	R\$ 2018,70 R4 2055,60 R\$ 2673,40	R\$ 84,35 R\$ 370,00 R\$ 320,80
			<b>TOTAL: R\$ 775,15</b>
Repolho	N- 0,06 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 0,4 K <sub>2</sub> O- 0,18	R\$ 2018,70 R4 2055,60 R\$ 2673,40	R\$ 126,53 R\$ 822,24 R\$ 481,20
			<b>TOTAL: R\$ 1429,97</b>
Tomate	N- 0,06 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 0,5 K <sub>2</sub> O- 0,2	R\$ 2018,70 R4 2055,60 R\$ 2673,40	R\$ 126,53 R\$ 1027,80 R\$ 534,68
			<b>TOTAL: R\$ 1689,00</b>

**APÊNDICE G****Tabela 11:** Comparação entre os preços do composto orgânico e do NPK exigido por cada hortaliça (R\$/ha).

HORTALIÇA	COMPOSTO NECESSÁRIO (t/ha)	PREÇO DO COMPOSTO (R\$/t)	PREÇO DO COMPOSTO NECESSÁRIO (R\$/ha)	PREÇO DO NPK EXIGIDO (R\$/ha)
Abóbora	20,5	80,46	<b>1649,43</b>	<b>1102,04</b>
Alface	18,5	80,46	<b>1488,51</b>	<b>968,37</b>
Alho	14	80,46	<b>1126,44</b>	<b>749,43</b>
Berinjela	20	80,46	<b>1609,20</b>	<b>1062,95</b>
Beterraba	16	80,46	<b>1287,36</b>	<b>856,35</b>
Brócolis	27	80,46	<b>2172,42</b>	<b>1429,97</b>
Cenoura	16	80,46	<b>1287,36</b>	<b>856,35</b>
Chicória	18,5	80,46	<b>1488,51</b>	<b>968,37</b>
Couve	22	80,46	<b>1770,12</b>	<b>968,37</b>
Couve-Flor	27	80,46	<b>2172,42</b>	<b>1429,97</b>
Jiló	20	80,46	<b>1609,20</b>	<b>1062,95</b>
Mandioca	4	80,46	<b>321,84</b>	<b>230,48</b>
Melancia	11,5	80,46	<b>925,29</b>	<b>593,67</b>
Pepino	20,5	80,46	<b>1649,43</b>	<b>1102,04</b>
Pimentão	20	80,46	<b>1609,20</b>	<b>1062,95</b>
Quiabo	14	80,46	<b>1126,44</b>	<b>775,15</b>
Repolho	27	80,46	<b>2172,42</b>	<b>1429,97</b>
Tomate	32	80,46	<b>2574,72</b>	<b>1689,00</b>



## APÊNDICE H

**Tabela 12:** Consumo mínimo para composto orgânico.

HORTALIÇA	20% DA ÁREA TOTAL (ha)	COMPOSTO ORGÂNICO (t/ha)	TOTAL NECESSÁRIO (t) *	Nº DE CULTIVOS ANUAIS	CONSUMO ANUAL MÍNIMO (t) **
Abóbora	15,46	20,5	316,93	2	633,86
Alface	29,84	18,5	552,04	2	1104,08
Alho	0,5	14	7	2	14
Berinjela	0,1	20	2	2	4
Beterraba	1	16	16	2	32
Brócolis	0,1	27	2,70	2	5,40
Cenoura	1	16	16	2	32
Chicória	2,8	18,5	51,80	2	103,60
Couve	3,32	22	73,04	2	146,08
Couve-Flor	3,03	27	81,81	2	163,62
Jiló	2,64	20	52,80	2	105,60
Mandioca	567,3	4	2269,20	2	4538,40
Melancia	2,12	11,5	24,38	2	48,76
Pepino	0,8	20,5	16,40	2	32,80
Pimentão	0,8	20	16	2	32
Quiabo	1,58	14	22,12	2	44,24
Repolho	1,86	27	50,22	2	100,44
Tomate	6,88	32	220,16	2	440,32
<b>TOTAL: 7581,2</b>					

\* Valor obtido multiplicado as colunas 2 e 3.

\*\* Valor obtido multiplicando as colunas 4 e 5.

APÊNDICE I

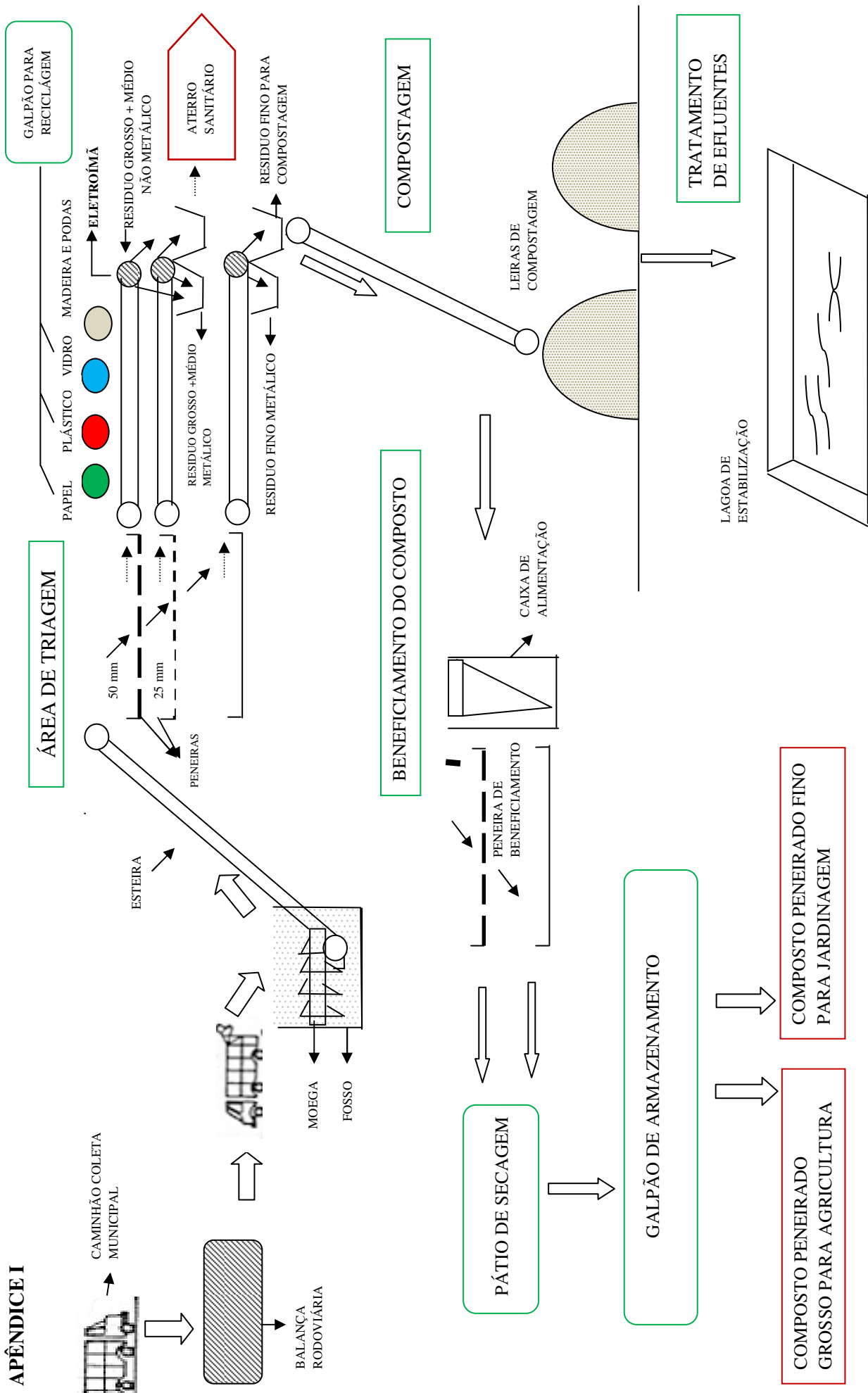
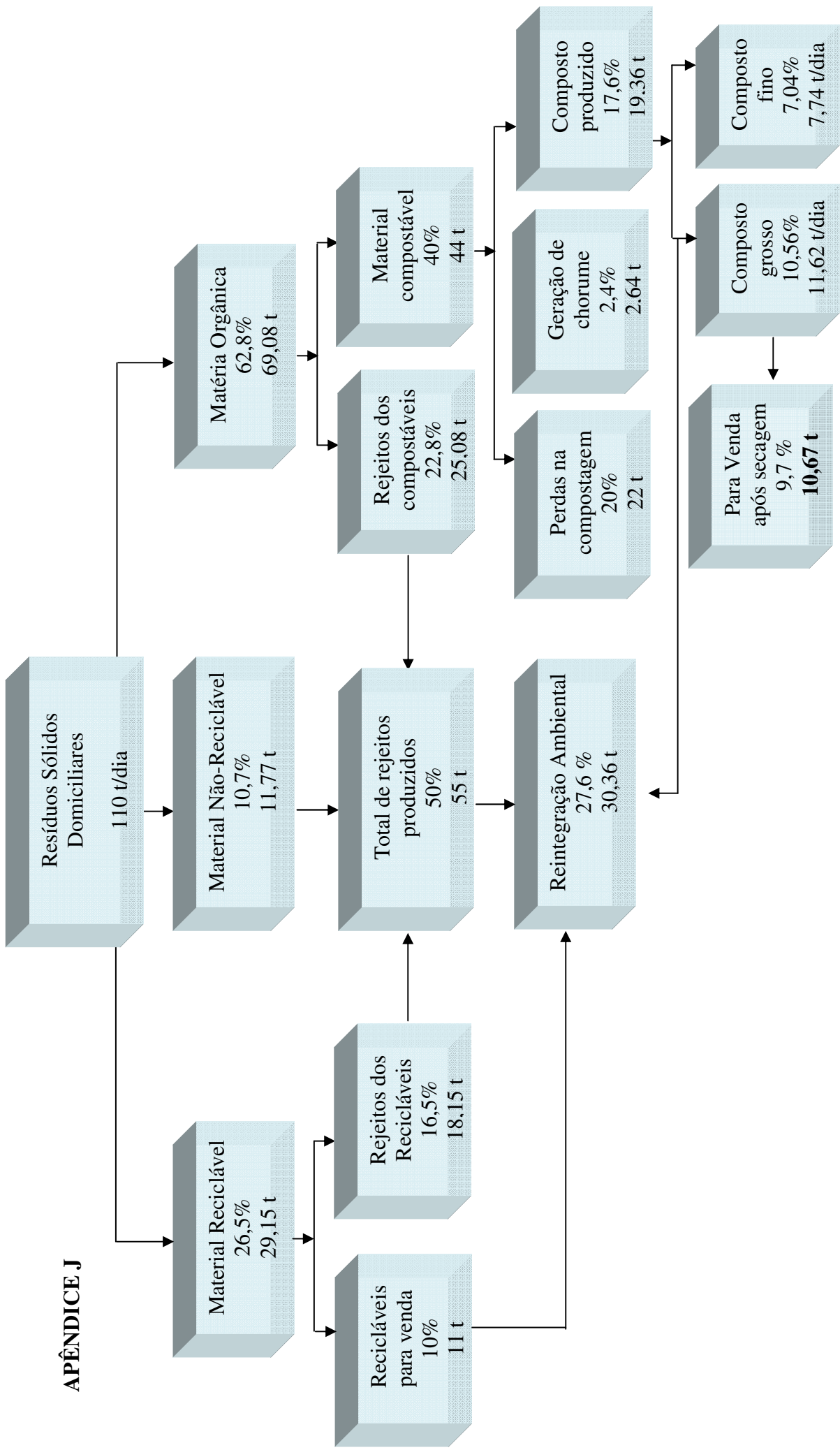


Figura 8: Fluxograma da usina de Triagem e Compostagem



**Figura 9:** Fluxograma do Balanço de Massa da UTC-110 t/dia.

**APÊNDICE K**

**Tabela 14:** Levantamento dos principais equipamentos e serviços necessários à UTC- Rio Claro-SP.

EQUIPAMENTOS	PREÇOS (R\$)	QUANTIDADES NECESSÁRIAS	VALOR TOTAL (R\$)
<i>ESSENCIAIS</i>			
Esteira com eletroímã	R\$ 15.000,00	3	R\$ 45.000,00
Moega	R\$ 1.500,00	1	R\$ 1500,00
Peneiras vibratórias com malhas de 50 mm, 25 mm	R\$ 4.000,00	1	R\$ 4000,00
Peneiras vibratórias com malha de 12 mm	R\$ 2.000,00	1	R\$ 2000,00
Balança Rodoviária	R\$ 30.000,00	1	R\$ 30000,00
Ensacadeira com costura e balança	R\$ 7.000,00	1	R\$ 7000,00
Esteira s/ eletroímã	R\$ 10.700,00	2	R\$ 21400,00
Pás carregadeiras	R\$ 40.000,00	1	R\$ 40000,00
Computador/estabilizador/impressora	R\$ 2000,00	1	R\$ 2000,00
Microondas	R\$ 300,00	1	R\$ 300,00
Geladeira	R\$ 600,00	1	R\$ 600,00
<b>SUBTOTAL 1</b> -----			<b>R\$ 153.800,00</b>
<i>OUTROS EQUIPAMENTOS</i>			
Sistema contra incêndios	R\$ 500,00		R\$ 500,00
Palets	R\$ 20,00 cada	70	R\$ 1400,00
Lâmpadas	R\$ 10,00- fluorescente R\$ 3,00- incandescente	32 - fluorescente 2 - incandescente	R\$ 320,00 R\$ 6,00
Iluminação	R\$ 900,00 cada poste	4	R\$ 4.000,00
Tambor para reciclagem	R\$ 40,00	12	R\$ 480,00
Termômetro	R\$ 115,00	1	R\$ 115,00
Carrinho de mão	R\$ 50,00	10	R\$ 500,00
Materiais para escritório	R\$ 5000,00		R\$ 5000,00
Mesas (refeitório)	R\$ 200,00	3	R\$ 600,00

<b>SUBTOTAL 2</b> -----		R\$ 12.921,00
<b>SERVIÇOS/ OUTRAS DESPESAS</b>		
Abertura da Empresa	R\$ 1000,00	1
Estudo de Impacto Ambiental	R\$ 200.000,00	1
<b>SUBTOTAL 3</b> -----		R\$ 201.000,00
<b>TOTAL A (1+2+3)</b> -----		<b>R\$ 367.721,00</b>

**Tabela 15:** Levantamento das principais obras necessárias à UTC- Rio Claro-SP. (Valor do m<sup>2</sup> da construção rústica estimado em R\$ 300,00).

OBRAS	ÁREA (m <sup>2</sup> )/ COMPRIMENTO (m)	QUANTIDADES	PREÇO UNITÁRIO	VALOR TOTAL (R\$)
<b>EDIFICADAS</b>				
Portaria	6 m <sup>2</sup>	1	R\$ 300,00/ m <sup>2</sup> *	R\$ 1800,00
Escritório	20 m <sup>2</sup>	1	R\$300,00/ m <sup>2</sup> *	R\$ 6000,00
Restaurante + vestiário	130 m <sup>2</sup>	1	R\$ 300,00/ m <sup>2</sup> *	R\$ 39000,00
Galpão de Triagem	63 m <sup>2</sup>	1	R\$ 300,00/ m <sup>2</sup> *	R\$ 18900,00
Galpão de Armazenamento Composto	160 m <sup>2</sup>	1	R\$ 300,00/ m <sup>2</sup> *	R\$ 48000,00
Galpão de Recicláveis	300 m <sup>2</sup>	1	R\$ 300,00/ m <sup>2</sup> *	R\$ 90000,00
Galpão de Rejeitos	50 m <sup>2</sup>	2	R\$ 300,00/ m <sup>2</sup> *	R\$ 15000,00
Construção do Fosso	80 m <sup>2</sup>	1	R\$ 300,00/ m <sup>2</sup> 8	R\$ 24000,00
Lagoa de Estabilização				
Construção Impermeabilização	8 m <sup>2</sup>	1	R\$ 300,00/m <sup>2</sup> * Valor estimado	R\$ 2400,00 R\$ 50,00
Rede Elétrica				
Instalações Prediais/ Fiação	438,3m	1	R\$ 10,00/ m Valor estimado	R\$ 4383,00 R\$ 1000,00
Caixas de energia/ tomadas		—		

Rede Hidráulica						R\$ 283,00
Ligação na rede	354,7 m					R\$ 886,75
Canos PVC						R\$350,00
Pias-		4				R\$ 900,00
Caixas d água 3000L		1				R\$ 155,00
Torneiras		9				R\$ 80,00
Registro		2				R\$ 160,00
Vaso sanitário		2				
Rede de Esgoto	157,7 m				R\$ 5,00/ m	R\$ 788,50
<b>SUBTOTAL 1</b>						<b>R\$ 254.136,25</b>
<b>NÃO- EDIFICADAS</b>						
Cercamento	416 m				R\$ 12,00/ m alambrado	R\$ 4992,00
Jardinagem- Eucalipto	1050 m <sup>2</sup>			11 caixas de mudas c/ 70 unds.	R\$ 20,00	R\$ 220,00
Sistema de Captação de Chorume	506,50m				R\$ 6,00/ m	R\$ 3000,00
Impermeabilização do Pátio de Compostagem	5280 m <sup>2</sup>				R\$ 16,00/ m <sup>2</sup> de asfalto	R\$ 84.480,00
Impermeabilização do Pátio de Secagem	140 m <sup>2</sup>				R\$ 16,00/ m <sup>2</sup> de asfalto	R\$ 2240,00
<b>SUBTOTAL 2</b>						<b>R\$ 94.932,00</b>
<b>TOTAL B (1+2)</b>						<b>R\$ 349.068,25</b>
<b>TOTAL m<sup>2</sup> EDIFICADO</b>	<b>817 m<sup>2</sup></b>					<b>R\$ 311,06</b>
<b>TOTAL m<sup>2</sup> NÃO- EDIFICADO</b>	<b>9683 m<sup>2</sup></b>					<b>R\$ 9,80</b>

**TOTAL DE INVESTIMENTOS PARA IMPLANTAÇÃO DA UTC (Ti)----- (A + B)----- R\$ 716.789,25**

## APÊNDICE L - DETALHAMENTO DOS CÁLCULOS DE ÁREAS DE PROJETO.

- a. Portaria: Área estimada para uma construção simples, para 1 vigia/ turno=  $6\text{m}^2$
- b. Escritório: Área estimada=  $20\text{m}^2$
- 2 funcionários: 1 administrador/ turno + 1 técnico - turno único
  - móveis
  - clientes
- c. Refeitório / Vestiários: Área estimada=  $130\text{m}^2$
- Vestiários (feminino/ masculino)  $\rightarrow 15\text{m}^2$  cada
  - Refeitório para atender 21 funcionários/ turno  $\rightarrow 100\text{m}^2$
- d. Galpão de Triagem: Área estimada=  $63\text{m}^2$
- 3 esteiras de 6 m x 1m
  - espaçamento entre as esteiras  $\rightarrow 1,5\text{m}$
  - espaço para circulação de funcionários  $\rightarrow 1\text{m}$
- e. Galpão de Reciclagem: Área estimada=  $300\text{m}^2$ . Considerando:
- Produção diária de recicláveis (**figura 9 - apêndice I**) = 11 t
  - Massa armazenada em 1 semana de produção (m)  $\rightarrow 6 \times 11\text{t} = 66\text{t}$
  - Densidade média dos recicláveis (MACCARINI e ANDRADE, 2008) (d) =  $0,21\text{t}/\text{m}^3$
  - Volume ocupado pelos recicláveis (V):  $V = m/d = 314\text{m}^3$
  - 4 tipos de materiais recicláveis  $\rightarrow$  média de  $78,5\text{m}^3/\text{tipo de material}$
  - Volume da caçamba para armazenamento (VC) =  $5\text{m}^3$
- $$78,5/ VC = 16 \text{ caçambas para cada tipo de material} = 64 \text{ caçambas}$$
- Altura da caçamba (h) = 1,5 m
  - Área da caçamba (AC) =  $VC/h \rightarrow AC = 4\text{m}^2$
  - Área total ocupada por caçambas =  $n^\circ \text{ caçambas} \times AC \rightarrow 256\text{m}^2$
  - Área para estoque de materiais = 20 % da produção mensal, considerando 25 dias úteis:
- $$0,2 \times (11 \times 25) = 55\text{t}/\text{mês} = 11\text{t}/\text{semana}$$
- $$256\text{m}^2 \text{-----} 66\text{t}/\text{semana}$$
- $$X \text{-----} 11\text{t}/\text{semana} \rightarrow x = 43\text{m}^2$$
- Área total do galpão:  $256\text{m}^2 + 43\text{m}^2 = 300\text{m}^2$

f. Galpão de Rejeitos: Área estimada= **50m<sup>2</sup>**. Considerando:

- Produção diária de rejeitos (**figura 9 - apêndice I**) = 47,5 t
- Densidade média dos rejeitos (OLIVEIRA, 2007) (d) = 1,3 t/ m<sup>3</sup>
- Volume ocupado pelos recicláveis (V):  $V = m / d = 37 \text{ m}^3$
- Volume da caçamba para armazenamento (VC)= 5m<sup>3</sup>

$$37 / VC = 8 \text{ caçambas}$$

- Altura da caçamba (h)= 1,5 m
- Área da caçamba (AC) =  $VC / h \rightarrow AC = 4 \text{ m}^2$
- Área total ocupada por caçambas= n° caçambas x AC  $\rightarrow 32 \text{ m}^2$
- Área para entrada de caminhão= 6 x 3  $\rightarrow 18 \text{ m}^2$
- Área total do galpão:  $32 \text{ m}^2 + 18 \text{ m}^2 = 50 \text{ m}^2$

g. Galpão de Armazenamento de Composto Orgânico: Área estimada= **160 m<sup>2</sup>**.

Considerando:

- Produção diária de composto orgânico (**figura 9 - apêndice I**) = 19,36 t
- Densidade média do composto (tabela 1- item 3.2.2) (d) = 0,35 t/ m<sup>3</sup>
- Volume ocupado pelo composto para ensacar (V):  $V = m / d = 55,32 \text{ m}^3$
- Altura das pilhas de composto para ensacar (h) = 2 m
- Área necessária para composto para ensacar (ACO) =  $V / h \rightarrow ACO = 28 \text{ m}^2$

Obs.: Considera-se que o composto fino gerado será doado à prefeitura e moradores locais, não ficando armazenado em estoque. Assim:

- Produção de composto grosso para agricultura (**figura 9 - apêndice I**) = 10,67 t/d
- Área para estoque de composto grosso para agricultura= 20 % da produção mensal, considerando 25 dias úteis:

$$0,2 \times (10,67 \times 25) = 53,4 \text{ t/ mês}$$

$$40 \text{ m}^2 \text{-----} 19,36 \text{ t}$$

$$X \text{-----} 53,4 \text{ t} \rightarrow x = 110 \text{ m}^2$$

- Área para ensacadeira + circulação= 4 m<sup>2</sup>
- Área para entrada de caminhão= 6 x 3  $\rightarrow 18 \text{ m}^2$
- Área total do galpão:  $28 \text{ m}^2 + 110 \text{ m}^2 + 4 \text{ m}^2 + 18 \text{ m}^2 = 160 \text{ m}^2$

h. Fosso de recebimento de RSD: Área estimada= **80 m<sup>2</sup>**. Considerando:

- Massa total de RSD que chegariam à UTC (**figura 9 - apêndice I**) = 110 t/ d
- Densidade média dos RSD (D' ALMEIDA, 2000) (d) = 0,7 t/ m<sup>3</sup>



- Volume ocupado pelo composto para ensacar (V):  $V = m / d = 157,2 \text{ m}^3$
  - Altura das pilhas de composto para ensacar (h) = 2 m
  - Área necessária para composto para ensacar (AF) =  $V / h \rightarrow AF = 80 \text{ m}^2$
- i. Cercamento da UTC: 416 m. Considerando:
- Área total do terreno =  $10500 \text{ m}^2$  (122m x 86 m)
  - Perímetro calculado:  $(2 \times 122 \text{ m}) + (2 \times 86 \text{ m}) = 416 \text{ m}$
- j. Jardinagem: 1050 m<sup>2</sup>. Considerando:
- Área verde = 10 % da área do terreno (LINDENBERG, 1981?)
  - Plantação de eucalipto
- k. Rede Elétrica: 483,3 m (fiação/ instalações prediais)
- l. Rede Hidráulica: 354,7 m (encanamento)
- m. Rede de Esgoto: 157,7 m
- n. Sistema de Captação de Chorume: 506,5 m
- } Considerando:
- Croqui da UTC em AutoCAD;
  - Preços materiais de construção.
- o. Impermeabilização do Pátio de Compostagem: Área estimada= 5280 m<sup>2</sup>:
- Massa de materiais para compostagem (**figura 9 - apêndice I**) (m) = 44 t/d
  - Tempo de duração do processo de compostagem (t) = 120 dias
  - Área do pátio de compostagem (LINDENBERG, 1981?) (AC):  $m \times t = 5280 \text{ m}^2$
- p. Impermeabilização do Pátio de Secagem: Área estimada= 140 m<sup>2</sup>:
- Massa de composto orgânico para secagem (m) = 19,36 t/d
  - Tempo estimado para secagem (t) = 7 dias
  - Área do pátio de secagem (LINDENBERG, 1981?) (AS):  $m \times t = 140 \text{ m}^2$
- q. Lagoa de Estabilização: Área estimada= 8 m<sup>2</sup>. Considerando:
- Massa de resíduos para compostagem (**figura 9 - apêndice I**) = 44 t/d
  - Perdas ( $\text{CO}_2$  + vapor d'água) = 50%  $\rightarrow 22 \text{ t/d}$
  - Teor de umidade no início do processo (W) = 60%  $\rightarrow 0,6 \times 22 = 13,2 \text{ t/d}$
  - Teor de umidade ao final do processo  $\rightarrow W = 40\%$
  - Perda de umidade = 20% = chorume  $\rightarrow 0,2 \times 13,2 = 2,64 \text{ t/d}$
  - Densidade média do chorume (MONTEIRO, V. et al, 2000) (d) =  $1,1 \text{ t/m}^3$

- Volume ocupado pelo chorume (V):  $V = m/d = 2,4 \text{ m}^3$
- Precipitação média anual de Rio Claro-SP = 1252 mm
- Precipitação média diária  $\rightarrow 1252/365 = 3,43 \text{ mm/d} = 3,43 \times 10^{-6} \text{ m}^3$
- Área do pátio de compostagem =  $5280 \text{ m}^2$
- Precipitação na área  $\rightarrow (3,43 \times 10^{-6} \text{ m}^3) \times (5280 \text{ m}^2) = 0,0181 \text{ m}^3/\text{d}$
- Volume total de chorume gerado  $\rightarrow 2,4 \text{ m}^3 + 0,0181 \text{ m}^3 = 2,5 \text{ m}^3/\text{d}$
- Projetando uma lagoa para reter o volume (V) gerado em 1 semana (6 dias úteis):  

$$V = 6 \times 2,5 \text{ m}^3 = 15 \text{ m}^3$$
- Altura da lagoa de estabilização (h) = 1,5 m
- Área da lagoa de estabilização (A):  $A = V/h \rightarrow A = 8 \text{ m}^2$

## DETALHAMENTO DOS CÁLCULOS DE CUSTOS DE PRODUÇÃO ANUAIS.

### 1. CUSTOS DIRETOS (CD):

#### 1.1. Mão de obra (MO):

- Dados apresentados na **tabela 13**,
- Estimativas médias de salários adotados em setembro/2009 (BOLSA DE SALÁRIOS, 2009)
- Adotou-se 13 meses anuais, incluindo-se o 13º salário.
- Administrador:----- R\$ 2000,00/mês x 1 funcionário x 13 meses = R\$ 26.000,00
- Técnico : -----R\$ 1500,00 / mês x 1 funcionário x 13 meses = R\$ 19.500,00
- Serviços Gerais..... R\$ 500,00 x 18 funcionários x 13 meses = R\$ 117.000,00
- Operadores de ----- R\$ 562,00 x 1 funcionário x 13 meses = R\$ 7.306,00
- máquinas:
- Vigia:----- R\$ 577,00 x 1 funcionário x 13 meses = R\$ 7.501,00
- **Total de Salários:----- R\$ 177.307,00**
- Encargos Sociais: 130%
- **Custo total de mão de obra (M0):-----R\$ 230.499,10**

#### 1.2. Materiais de consumo (MC):

##### 1.2.1. Energia Elétrica :

- Considerando:  $\text{Potência gasta} = W \times [(M \times D)/60]$

Onde: W = potência do aparelho.

M = total de minutos que o equipamento fica ligado por dia.

D = total de dias que o equipamento é ligado no mês.

- Considerando a tabela a seguir, que relaciona os equipamentos necessários à UTC, bem como as respectivas quantidades demandadas (Qtd.); potências (W); tempo médio de uso (h/dia); consumo médio mensal (kWh); e valores pagos (R\$) →  $\text{Consumo} = \text{kWh} \times \text{R\$/kWh}$

**Tabela 16:** Consumo energético mensal dos equipamentos da UTC- Rio Claro-SP.

EQUIPAMENTOS	Qtd.	W	h/dia	kWh	R\$/kWh	R\$
Esteira com eletroímã	3	2237	12	2013,3	0,30	R\$ 603,99
Moega	1	1491,4	12	447,42	0,30	R\$ 134,30
Peneiras vibratória- 50 mm, 25 mm	1	1470,98	6	220,65	0,30	R\$ 66,20
Peneiras vibratórias- 12 mm	1	1470,98	1	220,65	0,30	R\$ 66,20
Ensacadeira com costura e balança	1	745,69	12	223,707	0,30	R\$ 71,00
Esteira s/ eletroímã	2	3725,45	12	2235,28	0,30	R\$ 670,60
Pás carregadeiras (motor)	1	149.138	2	—	—	—
Computador/estabilizador/impressora	1	180	12	54	0,30	R\$ 16,20
Microondas	1	1200	2	60	0,30	R\$ 18,00
Geladeira	1	90	24	54	0,30	R\$ 16,20
Lâmpadas Fluorescentes		15				
- Portaria	6		8	6	0,30	R\$ 1,80
-escritório	18		12	18	0,30	R\$ 5,40
- Refeitório	10		2	7,5	0,30	R\$ 2,25
-Vestiários	4		1	1,5	0,30	R\$ 0,45
-Triagem	6		6	13,5	0,30	R\$ 4,05
-Galpões (reciclagem/rejeitos/armazenamento de composto)	6		6	13,5	0,30	R\$ 4,05
Incandescentes		60				
-Banheiros	2		1	3	0,30	R\$ 0,90
Iluminação	4	3000	4	1200	0,30	R\$360,00
<b>TOTAL-----</b>						<b>R\$ 2041,59</b>

- **Consumo anual:** -----  $2.041,59 \times 12 = \text{R\$ } 24.499,08$
- ICMS (17%):-----R\$ 4.164,84
- Total de Energia Elétrica**----- **R\$ 28.663,92**

### 1.2.2. Embalagens e outros

- Produção diária de composto para agricultura (**figura 9 - apêndice I**) = 10,67 t/d
- Dias úteis em 1 mês = 25
- Produção mensal de composto= 266,75 t
- Embalagens de 50 kg  $\rightarrow 266,75/0,05 = 5335$  sacos
- Valor de cada embalagem = R\$ 0,30
- } **R\$ 1600,50**
- **Consumo Anual Total:**- -----**R\$ 1.600,50 X 12 = R\$ 19.206,00**

### 1.2.3. Água

- Consumo médio diário/ funcionário = 80 L  $\rightarrow$  42 funcionários  $\rightarrow$  3360 L/ d
- Gastos UTC  $\rightarrow$  Torneiras externas  $\rightarrow$  20 L/min:
- Operação normal UTC (segunda a sábado)  $\rightarrow$  15 min/d  $\rightarrow$  15 x 20 = 300 L/d
- Limpeza da UTC (domingo)  $\rightarrow$  60 min  $\rightarrow$  60 x 20 = 1200 L/d
- Total de dias úteis no mês = 25
- Consumo total/ mês:  $(3360 \times 25) + (300 \times 25) + (1200 \times 25) = 96,3 \text{ m}^3/\text{mês}$
- Adotando valores da concessionária local para abastecimento industrial:
- R\$ 49,46 (mínimo de  $15 \text{ m}^3$ ) + tarifa de R\$ 7,83/ $\text{m}^3$  excedente = **R\$ 686,04**
- **Consumo Total Anual:**-----**R\$ 686,04 x 12 meses = R\$ 8.232,48**

### 1.2.4. Esgoto

- Geração de efluentes/mês = consumo total/ mês de água=  $96,3 \text{ m}^3/\text{mês}$
- Adotando valores da concessionária local para coleta de esgoto industrial:
- R\$ 39,57 (mínimo de  $15 \text{ m}^3$ ) + tarifa de R\$ 6,27/ $\text{m}^3$  excedente = **R\$ 549,33**
- **Consumo Total Anual:**----- **R\$ 549,33 X 12 meses = R\$ 6.591,96**

**1.2.5. Chorume (coleta e transporte)** = R\$ 50,00/visita x 4 x 12 = R\$ 2.400,00

- Estimado a partir do valor cobrado pela concessionária local de coleta de esgoto, para limpeza de fossa séptica na cidade

-R\$ 50,00/ visita → considerando que a lagoa de estabilização da UTC será esvaziada semanalmente----- 4 x R\$ 50,00 = **R\$ 200,00**

- **Consumo Total Anual:-----R\$ R\$ 200,00 x 12 = **R\$ 2.400,00****

#### 1.2.6. Telefone (estimativa)

- R\$ 50,00 / mês X 12 meses = **R\$ 600,00**

#### 1.2.7. Combustível – pá-carregadeira (estimativa)

-6 horas/dia x 25 dias x 12 meses= 1.800 h/ano

- Consumo da pá carregadeira/ h= 10 L/h

- Preço do Diesel = R\$ 1,85

- **Consumo Total Anual:----- 1.800 x 10 x R\$ 1,85= **33.300,00****

**SUB-TOTAL = R\$ 98.994,36**

#### 1.2.9. Eventuais (escritório + limpeza + higiene+ EPI + seguro + IPTU)

- **Consumo Total Anual:-----30 % x sub- total = **R\$ 29.698,308****

**CUSTO TOTAL DO MATERIAL DE CONSUMO (MC): R\$ 128.692,67**

**TOTAL DOS CUSTOS DIRETOS (CD): CD= R\$ 359.191,77**

## 2. CUSTOS INDIRETOS (CI)

### 2.1. Depreciação:

$$D = \frac{li - 20\% li}{N}$$

-li = investimento

-N = vida útil estimada

A - Depreciação dos equipamentos:

- investimento total= R\$ 153.800,00

- Vida útil estimada = 5 anos

**-D = R\$ 24.608,00**B- Depreciação das obras civis:

- investimento total = RS 349.068,25

- Vida útil estimada = 20 anos

**-D = R\$ 13.962,73**

2.2. Manutenção: Considera-se o valor de Manutenção aquele que corresponde a 50% do valor de Depreciação:

A - Manutenção Equipamentos:-M = D x 0,5 = **R\$ 12.304,00**B- Manutenção das obras civis:- M= D x 0,5 = **R\$ 6.981,37****Tabela 17** : Total de Custos Indiretos Anuais (li) em R\$.

<b>Custos</b> <b>Investimentos</b>	<b>Valor dos</b> <b>investimentos</b> <b>(li)</b>	<b>Tempo</b> <b>de vida</b> <b>útil</b> <b>(N)</b>	<b>Custo</b> <b>Depreciação</b> <b>(D)</b>	<b>Custo</b> <b>Manutenção</b> <b>(M)</b>	<b>Total Custos</b> <b>Indiretos</b> <b>(CI)</b>
Construção civil	RS 349.068,25	20 anos	R\$ 13.962,73	R\$ 6.981,37	R\$ 20.944,10
Veículos e equipamentos	R\$ 153.800,00	5 anos	R\$ 24.608,00	R\$ 12.304,00	R\$ 36.912,00
<b>TOTAIS</b>	<b>R\$ 502.868,25</b>	<b>25 anos</b>	<b>R\$ 38.570,73</b>	<b>R\$ 19.285,37</b>	<b>R\$ 57.856,10</b>

3. CUSTOS DE ADMINISTRAÇÃO (CA)

-Estima-se que seja 10% do total dos Custos Diretos e Indiretos.

-CA = (CD + CI) x 0,1

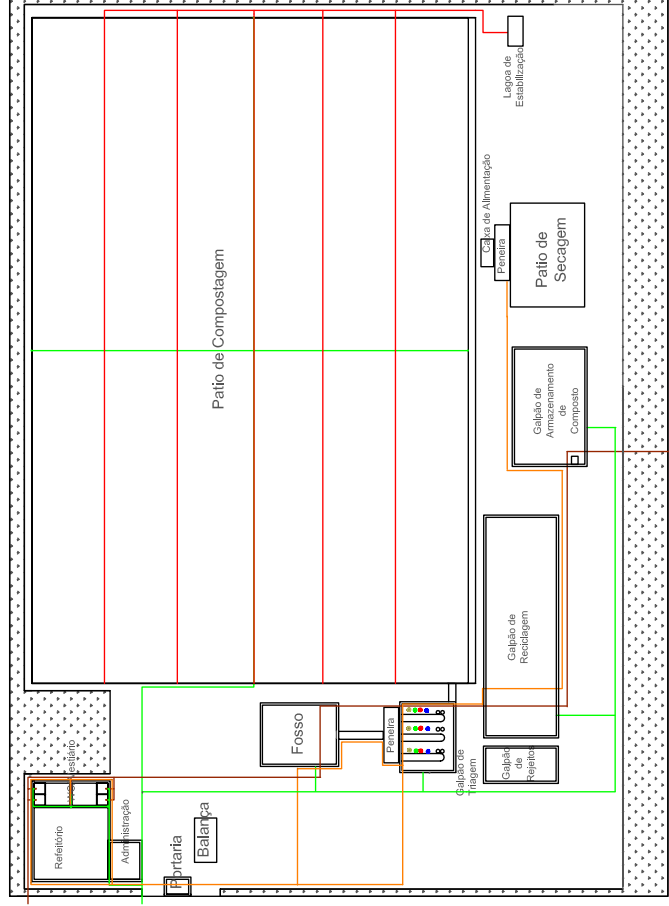
-CA = (R\$ 417.047,87) x 0,1

**CA = R\$ 41.704,79**4. CUSTOS DE PRODUÇÃO ANUAIS (CP)

-CPA = CD + CI + CA

-CPA = R\$ 359.191,77 + R\$ 57.856,10 + R\$ 41.704,79

**CPA = R\$ 458.752,66**



**LEGENDA**

- Água
- Chorume
- Energia
- Esgoto
- Plástico
- Madeira e Podas
- Vidro
- Papel
- Esteira
- Esteira com Eletroimã
- Rejeitos da Triagem e Material Compostável

- Áreas
- Portaria: 6m<sup>2</sup>
  - Escritório: 20 m<sup>2</sup>
  - Vestiários e Refeitório: 130m<sup>2</sup>
  - Fosso: 80m<sup>2</sup>
  - Galpão de Triagem: 63m<sup>2</sup>
  - Galpão de Armazenamento: 160m<sup>2</sup>
  - Galpão de Reciclagem: 300m<sup>2</sup>
  - Galpão de rejeitos: 50m<sup>2</sup>
  - Lagoa de Estabilização: 8m<sup>2</sup>
  - Patio de Compostagem: 5280m<sup>2</sup>
  - Patio de Secagem: 140m<sup>2</sup>

Título	Croqui de Usina de Triagem e Compostagem
Autora	Fernanda Sota Salomão
Obs.	Figura 10

## APÊNDICE M

**Tabela 18:** Estimativa dos principais custos de produção anuais da UTC- Rio Claro-SP.

OPERAÇÃO	TIPO DE CUSTO	PREÇO MENSAL (R\$)	VALOR TOTAL ANUAL (R\$)
Mão de Obra			
-Administrador	<i>Direto</i>	R\$ 2000,00	R\$ 26.000,00
-Técnico		R\$ 1500,00	R\$ 19.500,00
-Serviços Gerais/ Triagem		R\$ 9.000	R\$ 117.000,00
-Operadores de pá carregadeira		R\$ 562,00	R\$ 7.306,00
-Vigia		R\$ 577,00	R\$ 7.501,00
			R\$ 177.307,00 + encargos
<b>SUBTOTAL (MO)</b>			<b>R\$ 230.499,10</b>
Energia Elétrica		R\$ 2041,59	R\$ 28.663,92
Água	<i>Direto</i>	R\$ 686,04	R\$ 8.232,48
Esgoto		R\$ 549,33	R\$ 6.591,96
Captação chorume (ETE)		R\$ 200,00	R\$ 2.400,00
Telefone		R\$ 50,00	R\$ 600,00
Embalagens p/ composto	<i>Direto</i>	R\$ 1.600,50	R\$ 19.206,00
Combustível	<i>Direto</i>	R\$ 2.775	R\$ 33.300,00
Eventuais	<i>Direto</i>	R\$ 2.474,86	R\$ 29.698,308
<b>SUBTOTAL (MC)</b>			<b>R\$ 128.692,67</b>
<b>TOTAL (CD)</b>			<b>R\$ 359.191,77</b>
Manutenção de equipamentos	<i>Indireto</i>	R\$ 1.607,12	R\$ 19.285,37
Depreciação de equipamentos	<i>Indireto</i>	R\$ 3.214,23	R\$ 38.570,73
<b>SUBTOTAL (CI)</b>			<b>R\$ 57.856,10</b>
<b>SUB-TOTAL (CA)</b>			<b>- R\$ 41.704,79</b>
<b>TOTAL CUSTOS DE PRODUÇÃO (CPA)</b>			<b>-R\$ 458.752,66</b>



APÊNDICE N- Parâmetros do Fluxo de Caixa.

1. **Receita Bruta (RB)**

RB = Receita Composto para agricultura + Receita materiais reciclados

$$\text{RB} = \text{R\$ } 579.919,92$$

2. **Custo de Produção Anual (CPA)**

$$\text{CPA} = \text{R\$ } 458.752,66$$

3. **Receita Líquida (RL)**

RL = RB – CPA

RL = R\$ 579.919,92 - R\$ 458.752,66

$$\text{RL} = \text{R\$ } 121.167,26$$

4. **ICMS**

- Considerou-se o ICMS equivalente a 15%, aplicando-se esse valor sobre o faturamento Bruto Anual, tem-se:

ICMS = RB x 0,15

ICMS = R\$ 579.919,92 x 0,15

$$\text{ICMS} = \text{R\$ } 86.987,99$$

5. **Impostos e Taxas Sociais (I)**

-Correspondem a 2,5% da Receita Bruta (RB) e referem-se à CFEM e demais taxas sociais.

I = RB x 0,025

I = R\$ 579.919,92 x 0,025

$$\text{I} = \text{R\$ } 14.498,00$$

**6. Lucro Real Tributável (LT)**

$$LT = RL - (ICMS + I)$$

$$LT = R\$ 121.167,26 - (R\$ 86.987,99 + R\$ 14.498,00)$$

$$\boxed{LT = R\$ 19.681,27}$$

**7. Imposto de Renda (IR)**

-O valor do imposto de renda é de 25% para esta faixa de faturamento.

$$IR = LT \times 0,25$$

$$IR = R\$ 19.681,27 \times 0,25$$

$$\boxed{IR = R\$ 4.920,32}$$

**8. Lucro Líquido (LL)**

$$LL = LT - IR$$

$$LL = R\$ 19.681,27 - R\$ 4.920,32$$

$$\boxed{LL = R\$ 14.760,95}$$

**9. Lucro Líquido Mensal (LM)**

$$LM = LL / 12$$

$$LM = R\$ 14.760,95 / 12$$

$$\boxed{LM = R\$ 1.230,08}$$

## APÊNDICE O

**Tabela 21:** Fluxo de caixa estimado para os 10 primeiros anos de funcionamento da UTC- Rio Claro-SP (Valores em R\$).

ANO	0	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°
Investimentos	716.789,25										
Receita Bruta		579.919,92	579.919,92	579.919,92	579.919,92	579.919,92	579.919,92	579.919,92	579.919,92	579.919,92	579.919,92
Custo de Produção		458.752,66	458.752,66	458.752,66	458.752,66	458.752,66	458.752,66	458.752,66	458.752,66	458.752,66	458.752,66
Receita Líquida		121.167,26	121.167,26	121.167,26	121.167,26	121.167,26	121.167,26	121.167,26	121.167,26	121.167,26	121.167,26
ICMS		86.987,99	86.987,99	86.987,99	86.987,99	86.987,99	86.987,99	86.987,99	86.987,99	86.987,99	86.987,99
Impostos e Taxas		14.498,00	14.498,00	14.498,00	14.498,00	14.498,00	14.498,00	14.498,00	14.498,00	14.498,00	14.498,00
Lucro Tributável		19.681,27	19.681,27	19.681,27	19.681,27	19.681,27	19.681,27	19.681,27	19.681,27	19.681,27	19.681,27
Imposto de Renda		4.920,32	4.920,32	4.920,32	4.920,32	4.920,32	4.920,32	4.920,32	4.920,32	4.920,32	4.920,32
Lucro Líquido		14.760,95	14.760,95	14.760,95	14.760,95	14.760,95	14.760,95	14.760,95	14.760,95	14.760,95	14.760,95
Saldo de Fluxo		-702.028,30	-687.267,35	-672.506,40	-657.745,45	-642.984,50	-628.223,55	-613.462,60	-598.701,65	-583.940,70	-569.179,75
Rentabilidade		-97,94 %	-95,88 %	-93,82 %	-91,76 %	-89,70 %	-87,65 %	-85,59 %	-83,53 %	-81,47 %	-79,40 %
<b>Retorno do investimento</b>	<b>PRI= TI/LL → PRI= 716.789,25/14.760,95 = 49 anos</b>										