



Trabalho Final de Mestrado em Engenharia Ambiental  
Modalidade: Dissertação

**COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS AGROEXTRATIVISTAS  
NO MUNICÍPIO DE LARANJAL DO JARI - AMAPÁ**

*Autor: Décio Ferreira de Oliveira*  
*Orientador: João Alberto Ferreira*

Centro de Tecnologia e Ciências  
Faculdade de Engenharia  
Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente

Dezembro de 2007

# COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS AGROEXTRATIVISTAS NO MUNICÍPIO DE LARANJAL DO JARI - AMAPÁ

Décio Ferreira de Oliveira

Trabalho Final submetido ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental - PEAMB da Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Aprovada por:

---

D.Sc. João Alberto Ferreira

---

D.Sc. Celso Simões Bredariol

---

D.Sc. Emilio Maciel Eigenheer

Universidade do Estado do Rio de Janeiro  
Dezembro de 2007

FERREIRA DE OLIVEIRA, DÉCIO.

Compostagem de Resíduos Agroextrativistas no Município de Laranjal do Jari - Amapá [Rio de Janeiro] 2007.

xxii, 133 p. 29,7 cm (FEN/UERJ, Mestrado, Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental - Área de Concentração: Saneamento Ambiental - Controle da Poluição Urbana e Industrial, 2006.)

Dissertação - Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ

1. Resíduos
  2. Resíduo Agroextrativista
  3. Limpeza Pública
  4. Compostagem
  5. Composto Orgânico
  6. Gestão de Resíduos Sólidos
  7. Tratamento/Disposição de Resíduos Sólidos
  8. Matéria Orgânica
  9. Amapá
  10. Laranjal do Jari
- I. FEN/UERJ II. Título (série)

Resumo do Trabalho Final apresentado ao PEAMB/UERJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Ambiental.

## Compostagem de Resíduos Agroextrativistas no Município de Laranjal do Jari - Amapá

Décio Ferreira de Oliveira

Dezembro de 2007

Orientador: João Alberto Ferreira

Área de Concentração: Saneamento Ambiental - Controle da Poluição Urbana e Industrial

Esta dissertação tem como objetivo, a apresentação de uma proposta para os resíduos agroextrativistas a fim de encontrar um composto orgânico ideal para ser utilizado na agricultura do Município de Laranjal do Jari, no Estado do Amapá. A técnica em questão será a compostagem, gerando uma alternativa de utilização para os resíduos de natureza local, onde atualmente não vêm sendo aproveitados. Para se chegar ao composto ideal serão utilizados basicamente: caroços de açaí e cascas de castanha. Esses resíduos vêm sendo relegados através dos Serviços de Limpeza Pública, constituindo não só um problema estético ou ambiental, mas de desperdício de energia e materiais que poderiam ser utilizados na recuperação de áreas degradadas ou como composto orgânico, na fixação de nutrientes e água no solo a fim de melhorar as práticas agrícolas, reduzir custos e a “importação” de fertilizantes químicos. A metodologia envolve estudo bibliográfico sobre a técnica de compostagem, consistindo em desenvolver todas as etapas que se darão mais claras, no desenvolver dos trabalhos de campo, para uma futura implantação de uma Unidade de Compostagem, a ser aplicável para a agricultura do referido município.

**Palavras Chave:** Resíduos, Resíduo Agroextrativista, Limpeza Pública, Compostagem, Composto Orgânico, Gestão de Resíduos Sólidos, Tratamento/Disposição de Resíduos Sólidos, Matéria Orgânica, Amapá, Laranjal do Jari.

Abstract of Final Work presented to PEAMB/UERJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Environmental Engineering.

Composting of agriculture-extractive residues  
in Laranjal do Jari city, in Amapá state

Décio Ferreira de Oliveira

December of 2007

Advisors: João Alberto Ferreira

Area: Environmental Sanitation - Urban and Industrial Pollution Control

This work has the objective, to present a proposal for the agriculture-extractive residues to find an organic compound ideal for use in agriculture of the Laranjal do Jari, in the state of Amapá. The technique in question will be composting, generating an alternative to use for the residues of local nature, where currently they do not come being used to advantage. To arrive itself at the ideal composition they be used basically: açaí seeds and chestnut rinds. These residues came being relegated through the Services Public Cleaning, constituting not only an aesthetic or environmental problem, but of wastefulness of energy and materials that could be used in the recovery of degraded areas or as organic compound, in the setting of nutrients and water in the ground in order to improve the practical agriculturists, to reduce costs and the "importation" of chemical fertilizers. The methodology involves bibliographical study on the composting technique, consisting of developing all the stages that will be given clearer in the developing of the field works, for a future deployment of a unit of Composting, to apply for agriculture of the related city.

**Key Words:** Residues, Agriculture-extractive Residue, Public Cleanness, Compounding, Organic Composition, Management of Solid Residues, Treatment/Disposal of Solid Residues, Organic Substance, Amapá, Laranjal do Jari.

*“A Amazônia jamais poderá ficar isolada ou alheia ao desenvolvimento porém, esse processo terá que se sustentar em quatro parâmetros e paradigmas fundamentais, ou seja, terá que ser ao mesmo tempo: economicamente viável, ecologicamente adequado, politicamente equilibrado e socialmente justo.”*

Professor Samuel Benchimol

*O autor deste trabalho lembra de um aspecto importante e válido de ressaltar que é a formação da cultura na região Amazônica que veio da mistura do nordestino e do indígena. Os indígenas, nativos, utilizavam o material regional florestal de forma empírica. Por exemplo, os índios amauacas construíram suas habitações de forma comprida e estreita, visando a abrigar sob a casa térrea, de pouca altura e coberta de palha, diversas famílias. O nordestino, ao chegar, não herdou essa forma para a sua barraca, mas construiu-a utilizando os mesmos produtos florestais. Da mesma forma, ambos utilizavam a técnica de produção do **paú** para realização da agricultura familiar, misturando-se restos de alimentos, e de resíduos do extrativismo, enterrando-os em um buraco e esperando sua decomposição, para posterior utilização. Tal relação intrínseca, bem como esse costume nordestino foi explicitado nos versos a seguir:*

*Trecho da música “A triste Partida”  
de Antonio Gonçalves da Silva, o Patativa do Assaré.*

*...“Do mundo afastado, sofrendo desprezo,  
Ali teve preso,  
Devendo ao patrão.  
O tempo rolando, vai dia, vem dia,  
E aquela família  
Não vorta mais não!  
Distante da terra tão seca mas boa,  
Exposto à garoa,  
À lama e ao **paú**,  
Faz pena o nortista, tão forte, tão bravo,  
Vivê como escravo  
Nas terra do su”.*

## DEDICATÓRIA

Aos meus pais e irmã,  
que sempre me incentivaram e me ajudaram

A minha companheira Renata Klopper de Oliveira,  
pelo carinho e compreensão



## AGRADECIMENTOS

Ao Grande Arquiteto do Universo, por tudo

Ao PEAMB-UERJ pela oportunidade de estudar nesta instituição de referência e pela grande contribuição na minha formação profissional

Ao meu professor orientador, D.Sc. João Alberto Ferreira

Aos pesquisadores: Walter Paixão e Marcelino Guedes, ambos da EMBRAPA-Macapá pela ajuda e importante contribuição

Aos demais amigos, colegas de profissão e professores que contribuíram tecnicamente ou de alguma forma, durante a elaboração deste trabalho

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 01.</b> Divisão Geo-Política do Estado do Amapá e limites do Município de Laranjal do Jari.....	26
<b>Figura 02.</b> Foto do satélite BrasilSAT01 (2005) com a delimitação da área total do Município de Laranjal do Jari (em amarelo) e em vermelho (círculo), a indicação da localização do Distrito Sede – Foco do trabalho, com posterior ampliação. (Sem Escala).....	27
<b>Figura 03.</b> Planta baixa esquemática do distrito sede do Município de Laranjal do Jari, e seus bairros.....	27
<b>Figura 04.</b> Divisão Territorial Municipal – Áreas dentro do Município e suas respectivas jurisdições.....	29
<b>Figura 05.</b> Vista da cachoeira de Santo Antônio, Rio Jari.....	30
<b>Figura 06.</b> Vista do Pólo Industrial, localizado na margem direita do Rio Jari, a jusante de Laranjal do Jari, no município de Almeirim, Estado do Pará.....	30
<b>Figura 07.</b> Gráfico da Evolução (crescimento) populacional de Laranjal do Jari, entre 1991 a 2007.....	31
<b>Figura 08.</b> Foto de uma máquina bateadeira do açaí que faz a extração do suco (separação da polpa e dos caroços). Fontes diretas de produção de resíduos “caroços de açaí”, onde são recolhidos, segregados na origem, sem contato manual.....	33
<b>Figura 09.</b> Foto tirada da calçada a frente de uma bateadeira de açaí, na Avenida Alvorada no bairro Agreste. Detalhe para o monte de caroços, ensacados para facilitar a remoção pela coleta da limpeza urbana (caso isolado).....	33
<b>Figura 10.</b> Foto tirada no terreno ao lado da Escola Municipal Weber Quemel, na Avenida Tancredo Neves, em frente à bateadeira do Nivaldo no Centro Comercial. Detalhe para o monte de caroços, ensacados para facilitar a remoção pela coleta da limpeza urbana (caso isolado).....	34
<b>Figura 11.</b> Foto dos fundos da bateadeira do Nivaldo, situada na Avenida Tancredo Neves, no Centro Comercial, onde são depositados os caroços de açaí. Detalhe para a montanha de caroços, dispostas na área de várzea, abaixo das palafitas. Montanha com cerca de 3 metros de altura.....	34
<b>Figura 12.</b> Foto da Bateadeira do Guilherme, situada na Avenida Tancredo Neves bairro Agreste (próximo à feira agroextrativista). Detalhe do monte de caroços de açaí jogados na calçada. Montanha de 2,0 metros de altura.....	34
<b>Figura 13.</b> Foto de uma Bateadeira situada na Avenida Tancredo Neves, esquina com a Passarela Boa Esperança no Centro Comercial. Detalhe dos caroços jogados abaixo das palafitas, junto com lixo domiciliar, em área alagável.....	34
<b>Figura 14.</b> Foto de uma Bateadeira situada na Avenida Tancredo Neves, no Centro Comercial. Detalhe dos caroços jogados al lado do estabelecimento comercial.....	34
<b>Figura 15.</b> Foto mostrando o quintal de uma bateadeira (fundos), localizada na Avenida Tancredo Neves, no Bairro Castanheira, onde são amontoados e armazenados os caroços de açaí por tempo indeterminado. Detalhe para a montanha de caroços, com mais de 5 metros de altura. Ao lado do Supermercado. Berlim III.....	34
<b>Figura 16.</b> Foto e vista frontal da fábrica COMAJA principal fonte de cascas de castanha, na Avenida Tancredo Neves bairro castanheira (em frente a Escola Mineko Hayashida).....	37
<b>Figura 17.</b> Vista do Setor de Descascamento da COMAJA, fonte direta para produção de resíduos “cascas de castanha”.....	37
<b>Figura 18.</b> Detalhe do ducto de descarga para as cascas de castanha, oriundas do setor de descascamento, na lateral direita da fábrica, onde são segregadas, coletados e transportados até a caldeira para queima e produção de vapor....	37
<b>Figura 19.</b> Foto da caldeira da fábrica da COMAJA e vista dos montes de cascas de castanha dispostas, que serão utilizadas para geração de vapor, utilizado na fábrica.....	37
<b>Figura 20.</b> Foto das cinzas da queima das cascas de castanha, dispostas no terreno, sem aproveitamento. Detalhe dos montes de cascas de castanha aguardando entrada na caldeira par ser queimadas.....	38
<b>Figura 21.</b> Foto do local de armazenamento das castanhas germinadas (estragadas) na COMAJA, embaladas nos sacos, que deverão ser trituradas.....	38
<b>Figura 22.</b> Foto de películas retiradas das amêndoas das castanhas, no setor de descascamento fino. Subproduto que torna-se lixo e pode ser aproveitado na produção do composto orgânico.....	38
<b>Figura 23.</b> Foto de castanhas germinadas (estragadas) ensacadas no setor de triagem, na COMAJA. Após a trituração poderá ser aproveitado para produção de composto orgânico.....	38

<b>Figura 24.</b> Diagrama dos Componentes básicos do lixo domiciliar e dos resíduos orgânicos.....	43
<b>Figura 25.</b> A umidade no processo de compostagem e no produto acabado (composto).....	49
<b>Figura 26.</b> Distribuição da temperatura na massa de compostagem.....	52
<b>Figura 27.</b> Fase Ativa do Processo – Na esquerda, as faixas de temperatura a serem registradas nos pontos de medição; No meio, a distribuição típica de temperaturas controladas na pilha. Pereira Neto, 1996.; Na direita, perfil da temperatura, na fase ativa de uma leira de compostagem. Pereira Neto, 1993.....	52
<b>Figura 28.</b> Fases de decomposição conforme relação C/N.....	53
<b>Figura 29.</b> Decréscimo da relação C/N e Aumento do teor de Nitrogênio, num sistema de pilhas estáticas aeradas; Na esquerda: Fase de Aeração – Na direita: Fase de maturação.....	54
<b>Figura 30.</b> Variação de pH do composto de acordo com o tempo de compostagem.....	55
<b>Figura 31.</b> Mudanças ocorrentes no pH, Temperatura e Sólidos Voláteis durante as fases.....	55
<b>Figura 32.</b> Gráficos padrão para controle e monitoramento das pilhas de compostagem.....	55
<b>Figura 33.</b> Gráfico da eficiência na eliminação de patógenos, monitorados por bactérias indicadora, <i>Escherichia Coli</i> , em processo de compostagem.....	56
<b>Figura 34.</b> Evolução da cura do composto – Temperatura x Tempo de compostagem.....	59
<b>Figura 35.</b> Formas de Disposição Final dos resíduos Sólidos no Brasil, 2002.....	70
<b>Figura 36.</b> Destinação do Lixo Urbano Coletado no Brasil (IBGE, 2000).....	71
<b>Figura 37.</b> Porcentagens relativas ao número de municípios brasileiros e suas formas de destinação e tratamento de lixo urbano (IBGE, 2000). .....	71
<b>Figura 38.</b> Foto dos materiais utilizados no procedimento da determinação do peso específico dos resíduos.....	78
<b>Figura 39.</b> Foto e vista de parte das amostras utilizadas na medição e determinação do peso específico dos resíduos agroextrativistas. Na esquerda, as cascas de castanha e a direita os caroços de açaí.....	78
<b>Figura 40.</b> Foto da montagem e vista da bancada para determinação do peso específico dos resíduos.....	78
<b>Figura 41.</b> Foto do Detalhe do peso do Becker utilizado para pesagem e medição volumétrica das amostras de resíduos utilizados na determinação do peso específico.....	78
<b>Figura 42.</b> Início do procedimento da determinação do peso específico dos resíduos. Coleta de quantidade de caroços de açaí para medição.....	78
<b>Figura 43.</b> Transferência dos caroços de açaí para o Becker através do Recipiente plástico.....	78
<b>Figura 44.</b> Detalhe da medição do peso e da quantidade volumétrica de caroços de açaí no Becker de 1 litro (a medida é visual, na marcação, por acomodação normal, sem compactação no Becker).....	78
<b>Figura 45.</b> Após a anotação da pesagem e verificação do volume de 1 litro de resíduo, a transferência dos caroços de açaí para o triturador manual.....	78
<b>Figura 46.</b> Trituração dos caroços de açaí. Processo muito difícil pelas características compactas dos caroços.....	79
<b>Figura 47.</b> Ao término da trituração, a desmontagem e a limpeza do triturador para não perder os resquícios de resíduo que ficaram no interior do mesmo.....	79
<b>Figura 48.</b> Vista dos caroços de açaí triturados.....	79
<b>Figura 49.</b> Retorno dos caroços de açaí ao Becker de medição volumétrica (1 litro) para verificação da redução ou o crescimento volumétrico dos caroços de açaí triturados.....	79
<b>Figura 50.</b> Transferência das cascas de castanha para o Becker através do Recipiente plástico.....	79
<b>Figura 51.</b> Detalhe da medição do peso e da quantidade volumétrica de cascas de castanha no Becker de 1 litro (a medida é visual, na marcação, por acomodação normal, sem compactação no Becker).....	79
<b>Figura 52.</b> Após a anotação da pesagem e verificação do volume de 1 litro de resíduo, a transferência das cascas de castanha para o triturador manual.....	79
<b>Figura 53.</b> Trituração das cascas de castanha. Processo mais fácil pelas características das cascas e do grande volume de vazios.....	79
<b>Figura 54.</b> Ao término da trituração, a desmontagem e a limpeza do triturador para não perder os resquícios de cascas de castanha que ficaram no interior do mesmo.....	80
<b>Figura 55.</b> Vista de 1 litro de cascas de castanha trituradas. Também houve o retorno das cascas de castanha ao Becker de medição volumétrica (1 litro) para verificação da redução ou o crescimento volumétrico das cascas de castanha trituradas.....	80
<b>Figura 56.</b> Planta esquemática e medidas do pátio experimental de compostagem e vista lateral de uma pilha.....	81
<b>Figura 57.</b> Vista dos materiais utilizados para triturar os resíduos para montagem do pátio experimental.....	82
<b>Figura 58.</b> Vista dos materiais utilizados e do pátio experimental preparado para o início do experimento.....	82

<b>Figura 59.</b> Detalhe e vista dos caroços de açaí triturados.....	82
<b>Figura 60.</b> Detalhe e vista da casca de castanha triturada.....	82
<b>Figura 61.</b> Início da montagem das pilhas experimentais. Vistas dos materiais utilizados para a construção.....	83
<b>Figura 62.</b> Medição volumétrica da quantidade de resíduos com o Becker. Montagem da Pilha 01, conforme a Tabela 10.....	83
<b>Figura 63.</b> Montagem da Pilha 03. Vista das pilhas 01 e 02 montadas e já misturadas, conforme a composição da Tabela 10.....	83
<b>Figura 64.</b> Montagem e mistura da Pilha 04. Vista das pilhas 01 e 02 montadas e já misturadas, conforme a Tabela 10.....	83
<b>Figura 65.</b> Montagem da Pilha 06. Vista das pilhas 01 e 02 montadas e já misturadas, conforme a composição da Tabela 10.....	83
<b>Figura 66.</b> Montagem e mistura da Pilha 04. Vista das pilhas 01 e 02 montadas e já misturadas, conforme a composição da Tabela 10.....	83
<b>Figura 67.</b> Pátio experimental de compostagem finalizado, com as sete (7) pilhas montadas, conforme a Tabela 10. da esquerda para a direita, embaixo: Pilhas: 01, 02 e 03. Na parte superior, no mesmo sentido, as Pilhas: 04, 05, 06 e 07.....	83
<b>Figura 68.</b> Pátio montado para o início do processo de compostagem experimental, conforme a Figura 56.....	83
<b>Figura 69.</b> Detalhe da vista da Pilha 01. 100% Caroços de Açaí.....	84
<b>Figura 70.</b> Detalhe da vista da Pilha 02. 50% Caroços de açaí e 50% Cascas de castanha.....	84
<b>Figura 71.</b> Detalhe da vista da Pilha 03. 100% Cascas de Castanha.....	84
<b>Figura 72.</b> Detalhe da vista da Pilha 04. 75% Caroços de açaí e 25% Cascas de castanha.....	84
<b>Figura 73.</b> Detalhe da vista da Pilha 05. 90% Caroços de açaí e 10% Cascas de castanha.....	84
<b>Figura 74.</b> Detalhe da vista da Pilha 06. 25% Caroços de açaí e 75% Cascas de castanha.....	84
<b>Figura 75.</b> Detalhe da vista da Pilha 06. 10% Caroços de açaí e 90% Cascas de castanha.....	84
<b>Figura 76.</b> Pilhas experimentais umedecidas. Detalhe para o formicida colocado ao redor do pátio de compostagem. Vale ressaltar que após 3 minutos da montagem das pilhas surgiram muitas formigas.....	84
<b>Figura 77.</b> Detalhe da medição e controle da temperatura das pilhas durante todo o processo de compostagem.....	85
<b>Figura 78.</b> Detalhe da cobertura que foi construída para proteção contra fortes chuvas incidentes.....	85
<b>Figura 79.</b> Vista do composto orgânico no pátio experimental, após 95 dias de processo.....	86
<b>Figura 80.</b> Retirada das pilhas e acondicionamento em sacos plásticos de fechamento hermético.....	86
<b>Figura 81.</b> Gráfico do monitoramento da temperatura da PMT 01 (ANEXO B).....	131
<b>Figura 82.</b> Gráfico do monitoramento da temperatura da PMT 02 (ANEXO B).....	131
<b>Figura 83.</b> Gráfico do monitoramento da temperatura da PMT 03 (ANEXO B).....	131
<b>Figura 84.</b> Gráfico do monitoramento da temperatura da PMT 04 (ANEXO B).....	131
<b>Figura 85.</b> Gráfico do monitoramento da temperatura da PMT 05 (ANEXO B).....	131
<b>Figura 86.</b> Gráfico do monitoramento da temperatura da PMT 06 (ANEXO B).....	131
<b>Figura 87.</b> Gráfico do monitoramento da temperatura da PMT 07 (ANEXO B).....	131
<b>Figura 88.</b> Modelos Ilustrativos de Recipientes Padronizados e do tipo de Veículo a serem utilizados.....	91
<b>Figura 89.</b> Representação gráfica dos roteiros de coleta dos resíduos, conforme descrito nas tabelas: 13 e 14.....	93
<b>Figura 90.</b> Representação Esquemática da Pilha de Compostagem e do procedimento de Reviramento.....	94
<b>Figura 91.</b> Detalhes construtivos da Unidade de Compostagem (ANEXO D).....	133
<b>Figura 92.</b> Organograma funcional para gerenciamento da atividade proposta.....	99
<b>Figura 93.</b> Fluxograma da rotina operacional da compostagem proposta.....	103
<b>Figura 94.</b> Modelo de Ficha de Campo a ser utilizada no controle e no monitoramento das pilhas.....	105
<b>Figura 95.</b> Finalização das Pilhas - Esquema Representativo do “teste da Bolota”.....	109
<b>Figura 96.</b> Ilustração do Teste da mão para verificar a umidade do composto.....	109
<b>Figura 97.</b> Procedimento para realização do teste do agrião – Verificação da maturação do composto.....	110

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 01.</b> Caracterização das Fontes e dos Resíduos Gerados no Município, por atividade Agroextrativista.....	32
<b>Quadro 02.</b> Características do composto orgânico obtido a partir de caroço de açaí, lixo urbano e capim.....	35
<b>Quadro 03.</b> Quantidades médias, na matéria seca, de duas amostras de composto orgânico coletadas na Unidade de Compostagem e Reciclagem de Lixo Urbano da Vila dos Cabanos, no período de agosto a dezembro de 2002...	36
<b>Quadro 04.</b> Caracterização dos Resíduos Sólidos para a Reciclagem e Compostagem, 1999.....	42
<b>Quadro 05.</b> Principais características do fertilizante orgânico para ser comercializado, 1983.....	68
<b>Quadro 06.</b> Síntese da pesquisa de preços médios praticados para os Fertilizantes (adubos químicos).....	69
<b>Quadro 07.</b> Síntese da pesquisa de preços médios praticados para os Adubos vegetais (composto orgânico).....	70
<b>Quadro 08.</b> Resumo demonstrativo da coleta de resíduos para dimensionamento de contentores.....	90
<b>Quadro 09.</b> Procedimentos operacionais a serem adotados na compostagem proposta.....	104
<b>Quadro 10.</b> Parâmetros que serão adotados para monitoramento e controle no processo proposto.....	106
<b>Quadro 11.</b> Controle Operacional: Principais problemas, causas e soluções durante a fase de degradação ativa.....	106
<b>Quadro 12.</b> Resumo dos Procedimentos, em caso de problemas, para controle, identificação e solução de problemas nas pilhas de compostagem.....	107
<b>Quadro 13.</b> Ciclo de Reviramento das Pilhas de Compostagem.....	107
<b>Quadro 14.</b> Classificação dos Produtos que podem ser obtidos ao término do processo, da finalização das pilhas...	108
<b>Quadro 15.</b> Formação dos meios para crescimento das plantas e preparação dos vasos. Verificação da germinação, do crescimento e do desenvolvimento das plantas.....	111
<b>Quadro 16.</b> Visualização dos pequenos seres vivos que atuam na compostagem, 1996.....	117
<b>Quadro 17.</b> Temperatura e tempo de exposição requeridos para a destruição de alguns patógenos e parasitas.....	118

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 01.</b> Relação quantitativa das Principais Fontes Geradoras de Caroços de Açaí em Laranjal do Jari.....	36
<b>Tabela 02.</b> Relação quantitativa das Principais Fontes Geradoras de Cascas de Castanha em Laranjal do Jari.....	39
<b>Tabela 03.</b> Consumo e entrega de fertilizantes, por Região, no Brasil, 2002-2004.....	68
<b>Tabela 04.</b> Composição gravimétrica física média do lixo domiciliar, nas cidades da Amazônia contempladas pelo projeto do Ministério do Meio Ambiente, 2004.....	72
<b>Tabela 05.</b> Quantidade de lixo coletado, por região brasileira, por tipo de destinação, 2002.....	73
<b>Tabela 06.</b> Amostras recolhidas e analisadas no dia 10-07-2006 (ANEXO A).....	130
<b>Tabela 07.</b> Amostras recolhidas e analisadas no dia 26-10-2007 (ANEXO A).....	130
<b>Tabela 08.</b> Amostras recolhidas e analisadas no dia 07-02-2007 (ANEXO A).....	130
<b>Tabela 09.</b> Amostras recolhidas e analisadas no dia 22-07-2007 (ANEXO A).....	130
<b>Tabela 10.</b> Distribuição experimental dos percentuais de resíduos para formação das pilhas de compostagem.....	80
<b>Tabela 11.</b> Resultados das análises das características químicas do composto orgânico produzido.....	87
<b>Tabela 12.</b> Comparação dos Resultados da Caracterização química do Composto produzido, com os dados levantados (ANEXO C).....	132
<b>Tabela 13.</b> Roteiro 01 - Descritivo da Coleta dos Resíduos – Caroços de Açaí.....	92
<b>Tabela 14.</b> Roteiro 02 - Descritivo da Coleta dos Resíduos – Casca de Castanha.....	92
<b>Tabela 15.</b> Resumo Descritivo do Sistema de Coleta Proposto, 2007.....	93
<b>Tabela 16.</b> Resumo do Dimensionamento com as áreas necessárias para as construções previstas.....	98
<b>Tabela 17.</b> Resumo da Mão-de-Obra e Quadro Funcional Proposto, conforme Organograma.....	100
<b>Tabela 18.</b> Equipamentos e Ferramentas a serem utilizadas pela Mão-de-obra para operar a unidade.....	101
<b>Tabela 19.</b> Materiais e acessórios necessários para a serem utilizados pela mão-de-obra.....	102
<b>Tabela 20.</b> Ações e Valores previstos para implantação do empreendimento, 2007.....	122
<b>Tabela 21.</b> Custos Totais para operação e manutenção (3 anos).....	122

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

FIOCRUZ	Fundação Osvaldo Cruz
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
CEMPRE	Compromisso Empresarial para Reciclagem
INPA	Instituto Nacional de Pesquisas na Amazônia
GEA	Governo do Estado do Amapá
SEMA	Secretaria Estadual de Meio Ambiente do Estado do Amapá
RURAP	Instituto de Desenvolvimento Rural do Amapá
IEPA	Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá
UNIFAP	Universidade Federal do Amapá
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
NBR	Norma Brasileira
M.M.A.	Ministério do Meio Ambiente
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
P.M.L.J	Prefeitura Municipal de Laranjal do Jari
PNSB	Pesquisa Nacional de Saneamento Básico
ANDA	Associação Nacional para difusão de Adubos
AMA-Brasil	Associação dos Misturadores de Adubos do Brasil
M-Cidades	Ministério das Cidades
SNSA	Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental
IBAM	Instituto Brasileiro de Administração Municipal
LESA-UFV	Laboratório de Engenharia Ambiental-Universidade Federal de Viçosa-MG
US EPA	Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos

## SUMÁRIO

RESUMO.....	iv
ABSTRACT.....	v
EPÍGRAFE.....	vi
DEDICATÓRIA.....	viii
AGRADECIMENTOS.....	ix
LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	x
LISTA DE QUADROS.....	xiii
LISTA DE TABELAS.....	xiv
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	xv
<b>CAPÍTULO I - O PROBLEMA.....</b>	<b>18</b>
1.1. Introdução.....	18
1.2. Objetivos.....	20
1.3. Delimitação da Pesquisa.....	21
1.4. Relevância do Estudo e Hipóteses abordadas.....	21
<b>CAPÍTULO II - O MUNICÍPIO DE LARANJAL DO JARI.....</b>	<b>24</b>
2.1. Contextualização Histórica.....	24
2.2. Contextualização Geográfica.....	26
2.3. Caracterização Física Municipal.....	28
2.4. Estudo sobre o Crescimento Populacional.....	31
2.5. Resíduos provenientes de Laranjal do Jari.....	32
2.5.1. Fontes Geradoras de Caroços de Açaí.....	33
2.5.2. Fontes Geradoras de Cascas de Castanha.....	37
<b>CAPÍTULO III - OS RESÍDUOS SÓLIDOS.....</b>	<b>40</b>
3.1. Estudos iniciais para os Resíduos Sólidos e Caracterização.....	40
3.2. As formas de Tratamento e Disposição e de resíduos.....	44
<b>CAPÍTULO IV - COMPOSTAGEM.....</b>	<b>45</b>
4.1. Conceituação.....	45
4.2. Fatores de influência e controle.....	49
4.3. Informações históricas e Considerações relevantes sobre o processo.....	57
4.4. Evolução da Cura do Composto.....	59
4.4.1. Considerações sobre o Composto.....	60
4.5. A Relevância do Composto Orgânico para o Meio Ambiente.....	63
4.6. Levantamento da legislação específica aplicável.....	65
4.7. Situação dos resíduos, e da Compostagem, no Brasil e na Amazônia.....	68
<b>CAPÍTULO V - METODOLOGIA DA PESQUISA.....</b>	<b>75</b>
5.1. Disposições gerais.....	75
5.2. Resultados Obtidos.....	85



<b>CAPÍTULO VI - A TÉCNICA DE COMPOSTAGEM PROPOSTA.....</b>	<b>88</b>
<b>6.1. Concepção do Projeto.....</b>	<b>88</b>
6.1.1. <u>Análise social, ambiental e econômica da atividade proposta.....</u>	88
<b>6.2. Sistema proposto para Coleta dos Resíduos.....</b>	<b>90</b>
<b>6.3. Dimensionamento das Pilhas, Pátios e Unidades.....</b>	<b>93</b>
<b>6.4. Formação de cada Pilha e Composição Percentual.....</b>	<b>99</b>
<b>6.5. Organograma do Gerenciamento e Quadro Funcional (Mão-de-obra empregada).....</b>	<b>99</b>
<b>6.6. Equipamentos, Ferramentas e Materiais a serem utilizados.....</b>	<b>101</b>
<b>6.7. Fluxograma de Operações e Rotina de Atividades.....</b>	<b>103</b>
<b>6.8. Controle Tecnológico, Monitoramentos e Ciclo de Reviramentos.....</b>	<b>105</b>
6.8.1. <u>Término do Processo, finalização das pilhas e utilização do composto.....</u>	108
6.8.2. <u>Estocagem e análise do composto produzido.....</u>	112
<b>6.9. Controle Ambiental e Gestão da Segurança.....</b>	<b>113</b>
6.9.1. <u>Emissões gasosas e efluentes.....</u>	113
6.9.2. <u>Vetores e Microorganismos Patogênicos.....</u>	116
6.9.3. <u>Combate à incêndios e plano emergencial.....</u>	118
<b>6.10. Cronograma.....</b>	<b>120</b>
<b>CAPÍTULO VII - CUSTOS COM A IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO.....</b>	<b>121</b>
<b>CAPÍTULO VIII - CONCLUSÕES.....</b>	<b>124</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>127</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>129</b>
<b>ANEXO A.....</b>	<b>130</b>
<b>ANEXO B.....</b>	<b>131</b>
<b>ANEXO C.....</b>	<b>132</b>
<b>ANEXO D.....</b>	<b>133</b>