

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA HIDRÁULICA E AMBIENTAL
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO – SANEAMENTO AMBIENTAL**

FRANCISCO JOSÉ FREIRE DE ARAÚJO

**APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DO CARANGUEJO UÇÁ GERADOS
PELAS BARRACAS DA PRAIA DO FUTURO COMO FONTE ALTERNATIVA
DE ADUBO ORGÂNICO NA CULTURA DE FEIJÃO CAUPI.**

**FORTALEZA
2007**

FRANCISCO JOSÉ FREIRE DE ARAÚJO

**APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DO CARANGUEJO UÇÁ GERADOS
PELAS BARRACAS DA PRAIA DO FUTURO COMO FONTE ALTERNATIVA
DE ADUBO ORGÂNICO NA CULTURA DE FEIJÃO CAUPI.**

Dissertação submetida à coordenação do curso de pós-graduação em Engenharia Civil, na Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de mestre em Saneamento Ambiental.

Orientador(a): Prof^a Dr^a. Marisete Dantas de Aquino

**FORTALEZA
2007**

A689a Araújo, Francisco José Freire de

Aproveitamento de resíduos do caranguejo uçá gerados pelas barracas da Praia do Futuro como fonte alternativa de adubo orgânico na cultura do feijão caupi / Francisco José Freire de Araújo. – Fortaleza, 2007.

143 f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Fortaleza, 2007.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Marisete Dantas de Aquino.

1. Engenharia Sanitária. 2. Saneamento. I. Título.

CDD 628

FRANCISCO JOSÉ FREIRE DE ARAÚJO

**APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DO CARANGUEJO UÇÁ GERADOS
PELAS BARRACAS DA PRAIA DO FUTURO COMO FONTE ALTERNATIVA
DE ADUBO ORGÂNICO NA CULTURA DE FEIJÃO CAUPI.**

Dissertação submetida à coordenação do curso de pós-graduação em engenharia civil, na Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de mestre em Saneamento Ambiental.

Aprovada em ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr. Marisete Dantas de Aquino (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará - UFC

Prof. Dr. Francisco Marcus Lima Bezerra
Universidade Federal do Ceará - UFC

Prof. Dr. Luis Antônio da Silva
Faculdade de Tecnologia - CENTEC / Sobral

DEDICATÓRIA

Dedico meu trabalho a Deus, aos meus pais, Francisco das Chagas de V. Araújo, Lêda Maria Freire Araújo, aos meus irmãos, Carlos Eduardo Freire Araújo e Fabiana Freire Araújo, minha namorada Carolina Macedo Caetano, seus pais e familiares, amigos e a todas as pessoas que direta e indiretamente participaram da minha vida acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Esse trabalho é fruto de dedicação, luta e persistência. Desta maneira, ofereço esse trabalho às pessoas que sempre apostaram no meu sucesso desta pesquisa e também a toda sociedade.

Agradeço a minha orientadora, professora Marisete Dantas de Aquino, e ao meu coordenador, professor Marco Aurélio Holanda de Castro, por darem a mim uma nova oportunidade de fazer e concluir esta pesquisa.

Meus agradecimentos para Socorro Macedo Caetano, Arteiro Caetano, minha namorada, Carolina Macedo Caetano, por todo apoio emocional e logístico, tão importantes durante essa fase de minha vida profissional.

Aos amigos que fiz durante minha pesquisa de campo, Wanderley, Marcão, Neném, Jair, José, Joãozinho, José Carlos e outros, apoiando e dando todo suporte necessário para o bom andamento do projeto.

Agradeço também à Universidade Federal do Ceará (UFC), núcleo de conhecimento, desenvolvimento científico e atuando como um dos principais alicerces para o desenvolvimento da pesquisa em nosso país, ao Núcleo de Tecnologia Industrial – NUTEC e os profissionais ligados à Divisão de Materiais – DIMAT, não esquecendo dos meus professores e educadores da minha pós-graduação por contribuírem para meu crescimento pessoal e principalmente profissional.

Também não posso esquecer de agradecer aos professores Boanerges Aquino, Reynaldo Amorim, Elizita M. Teófilo, Jorge Zapata, Fátima Fuentes, Vânia Melo, ao mestre Walter Martins, ao companheiro Chagas Neto, David G. Soares, ao amigo Marcus Bezerra, pela importantíssima e honrosa contribuição, ao meu eterno amigo Lineu Bezerra, Fernando José A da Silva e todos os outros professores que me ofereceram apoio nesse meu caminho durante o tempo que passei nesse ambiente acadêmico.

Finalmente, também ofereço a Deus por toda força dada nos momentos difíceis de minha vida, nunca deixando desistir diante dos obstáculos da vida.

“Que os esforços desafiem as impossibilidades! Lembremo-nos que as grandes proezas da história foram conquistadas do que parecia impossível.”

Charles Chaplin

RESUMO

O atual gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) na maioria das cidades brasileiras vem se mostrando pouco eficaz para o atendimento das populações, tanto pela explosão demográfica ocorrida nas últimas décadas como pelo seu estilo de vida consumista. A produção massiva de resíduos sólidos, líquidos e gasosos também está ligada diretamente à tecnologia empregada no beneficiamento dos produtos extraídos da natureza, os quais, na maioria das vezes, são difíceis de serem reabsorvidos pelos ecossistemas. Dessa maneira, a limpeza urbana assume um importante papel dentre as necessidades da sociedade brasileira, adquirindo importância sanitária, econômico-financeira, social e estética. Estudos realizados quanto ao aproveitamento e reciclagem dos lixos revelaram suas potencialidades e uma excelente alternativa como destino final de muitos resíduos urbanos. O presente estudo ressalta a problemática dos RSU, tendo como objetivo propor uma alternativa para redução de resíduos orgânicos de caranguejo uça gerados pelas barracas de praia, localizadas na Praia do Futuro, na cidade de Fortaleza, bem como sugerir, aos demais estabelecimentos comerciais que produzem o mesmo tipo de resíduo, transformá-los em fertilizantes orgânicos. A pesquisa também procurou verificar a viabilidade do produto gerado dos resíduos de caranguejo como uma fonte nutricional alternativa para uma cultura de feijão caupi. A escolha dessa cultura se deve primeiramente pela sua relevância para população e por oferecer uma rápida resposta, sendo uma cultura de ciclo curto. Além de estudar a composição do lixo gerado por esses estabelecimentos, a pesquisa também buscou analisar sua composição química, seu rendimento e buscar dados de produtividade como altura da planta, número de vagens, tamanho das vagens, peso das vagens, número de sementes por vagens e peso de cem sementes. Para este estudo foram testados vinte e dois tratamentos com quatro repetições, os quais variavam quanto às proporções de adubo de caranguejo e fertilizante químico de ambos para que fossem verificadas suas respostas. O percentual de matéria orgânica reciclável desse lixo estudado é de aproximadamente 87,34%, entretanto, os resíduos de caranguejo contribuem com 52% desses rejeitos. O rendimento desse material é de aproximadamente 24%. Alguns parâmetros analisados como nitrogênio, fósforo, cálcio e magnésio ganharam destaque devido seus valores percentuais, encontrados nesse produto orgânico, variarem de duas a quatro vezes mais quando os mesmos são observados numa amostra de esterco bovino. Os dados relativos à produtividade revelaram que os tratamentos que proporcionaram os melhores resultados tinham em comum a presença da farinha de caranguejo, mostrando que a adição desse composto orgânico melhora as respostas quanto aos parâmetros de produtividade, implicando na redução da quantidade de fertilizantes químicos no solo, no aumento da economia para o produtor e um destino adequado para os resíduos sólidos orgânicos gerados.

Palavras-chave: *Ucides cordatus cordatus*; *Vigna unguiculata*; Resíduos Sólidos Urbanos (RSU); Reaproveitamento; Reciclagem; Adubo orgânico.

ABSTRACT

The current management of the Urban Solids Residuals (URS) in most Brazilian cities have been considered to be slightly inefficient for the demand of the population, due to the rapid growth of the population in the last few decades and also because of their consuming lifestyle. The massive production of solid, liquids and gas residuals is also directly linked with the technology employed to benefit products extracted from nature, which most cases are difficult to be reabsorbed by the ecosystems. In this way, the urban cleanliness assumes an important role among the needs of the Brazilian society; gaining sanitary, economic, social and aesthetic importance. Studies conducted regarding the positive outcomes and the recycling of rubbish have shown its potentialities and an excellent alternative to the final disposal of many urban residuals. The current study highlights the problems and concerns with the URS, and suggests an alternative for the reduction of crab's organic residuals generated by the restaurants at Futuro's Beach in Fortaleza. In addition, the present study also proposes to other commercial establishments that produce such residuals, opportunity to transform them in organic fertilizers. The research aims to verify the viability for a better use of crab's residuals generated by the restaurants at Futuro's Beach as an alternative organic compost, working as a nutritional resource for a culture of Caupi beans. The choice for this culture is primarily due to its relevance to the wide population and also for being able to offer a quick response, as it is a culture of short cycle. Further to the study of the composition of the rubbish generated by such establishments, the research also aimed to analyse its chemical composition, its income and to look for productivity items such as plant's height, number and size of string beans, weight of string beans, number of seeds per string beans, and the weight of a hundred seeds. For the purpose of this study, twenty two treatments, with four repetitions, which varied between the proportions of crab compost and chemical fertilizers in both of them were used in order to verify the results. The percentage of recyclable organic contents of this rubbish studied is about 87, 34%. However, crab's residuals contributed with 52%. The income of this material is around 24%. Some parameters analysed like nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium stood out due to its percentage values, found in this organic product, vary between 3 and 4 times more than those found in a sample of bovine compost. The data related to the productivity revealed that the treatments which obtained the best results had in common the presence of crab's flour. This shows that by adding this organic compost enhances productivity parameters, which has a direct impact in the reduction of the amounts of chemical fertilizers used in the soil, a financial saving for the farmer and an adequate means for the organic solid residuals generated.

Key words: *Ucides cordatus cordatus*; *Vigna unguiculata*; Urban Solids Residuals (URS); Recycling; organic compost.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 3.1	- Localização do município de Acaraú. Porção mais setentrional do Estado do Ceará.....	75
FIGURA 3.2	- Vista geral da Praia do Futuro. Orla leste do município de Fortaleza – CE.....	76
FIGURA 3.3	- Vista geral das barracas da Praia do Futuro do município de Fortaleza – CE.....	77
FIGURA 3.4	- Freqüentadores da Praia do Futuro.....	77
FIGURA 3.5	- Lixo gerado pelas barracas da praia do futuro.....	78
FIGURA 3.6	- Pré-tratamento e descarte do caranguejo comercializado nas barracas	79
FIGURA 3.7	- Pré-secagem sob condições ambientais do material coletado nas barracas de praia.....	79
FIGURA 3.8	- Secagem do material coletado em estufa a 80°C por 12 horas.....	80
FIGURA 3.9	- Foto do moinho de bola e vasos cerâmicos.....	81
FIGURA 3.10	- Peneira, esferas de cerâmica e aço utilizados para produção da farinha de caranguejo.....	81
FIGURA 3.11	- Processo de pesagem e embalagem da farinha orgânica de caranguejo a ser utilizada para montagem dos tratamentos.....	82
FIGURA 3.12	- Foto representando as amostras utilizadas para o cálculo do rendimento médio.....	83
FIGURA 3.13	- Coleta de solo do local e retirada de partículas maiores que 2 mm com auxílio de uma peneira de construção civil.....	86
FIGURA 3.14	- Etapa de montagem dos tratamentos com suas respectivas dosagens..	86
FIGURA 3.15	- Placas indicando os tratamentos e respectivas dosagens.....	87
FIGURA 3.16	- Cultura com 15 dias de desenvolvimento.....	87
FIGURA 3.17	- Pesagem dos grãos de feijão caupi.....	89
FIGURA 3.18	- Medida do comprimento das vagens maduras colhidas.....	90
FIGURA 4.1	- Histograma dos resíduos da Altura da planta.....	103
FIGURA 4.2	- Histograma dos resíduos do Número das vagens.....	103
FIGURA 4.3	- Histograma dos resíduos do Tamanho das vagens (cm).....	104
FIGURA 4.4	- Histograma dos resíduos do Peso das vagens (g).....	104
FIGURA 4.5	- Histograma dos resíduos do Número de sementes por vagem.....	105
FIGURA 4.6	- Histograma dos resíduos do Peso de cem sementes.....	105
FIGURA 4.7	- Altura média da planta (cm) e Tamanho médio das vagens (cm) de todos os tratamentos.....	112
FIGURA 4.8	- Peso médio das vagens e Peso médio das vagens para cem sementes em todos dos tratamentos.....	113
FIGURA 4.9	- Número médio de vagens e Número médio de sementes por vagens para todos os tratamentos.....	113
FIGURA 4.10	- Altura média dos tratamentos considerados eficientes na altura das plantas (cm).....	116
FIGURA 4.11	- Número médio de vagens dos tratamentos considerados mais eficientes.....	117
FIGURA 4.12	- Número médio de sementes por vagens dos tratamentos considerados mais eficientes.....	121
FIGURA 4.13	- Diagrama de dispersão entre Tamanho das vagens (cm) e Peso das vagens (g).....	124

FIGURA 4.14	- Diagrama de dispersão entre Tamanho das vagens (cm) e Número de sementes por vagem.....	124
FIGURA 4.15	- Diagrama de dispersão entre Peso das vagens (g) x Número de sementes por vagens.....	125
FIGURA 4.16	- Diagrama de dispersão entre Peso das vagens (g) x Peso de cem sementes por vagem (g).....	126

LISTA DE TABELAS

TABELA 4.1	- Correlação entre a média e desvio padrão das variáveis estudadas.	106
TABELA 4.2	- Correlação entre os resíduos das variáveis estudadas.....	107
TABELA 4.3	- Estatística Descritiva da Altura da planta (cm).....	108
TABELA 4.4	- Estatística Descritiva do Número de vagens.....	108
TABELA 4.5	- Estatística Descritiva do Tamanho das vagens (cm).....	109
TABELA 4.6	- Estatística Descritiva do Peso das vagens (g).....	110
TABELA 4.7	- Estatística Descritiva do Número de sementes por vagem.....	111
TABELA 4.8	- Estatística Descritiva do Peso das vagens para cem Sementes (g).....	111
TABELA 4.9	- Análise de Variância (ANOVA) da Altura da planta.....	114
TABELA 4.10	- Comparação entre os tratamentos com relação à Altura da planta (cm).....	115
TABELA 4.11	- Análise de Variância (ANOVA) do Número de vagens nas plantas.....	116
TABELA 4.12	- Comparação entre os tratamentos com relação ao Número de vagens nas plantas.....	116
TABELA 4.13	- Análise de Variância (ANOVA) do Tamanho das vagens nas plantas.....	118
TABELA 4.14	- Comparação entre os tratamentos com relação ao Tamanho das vagens nas plantas.....	118
TABELA 4.15	- Análise de Variância (ANOVA) do Peso (g) das vagens nas plantas.....	119
TABELA 4.16	- Comparação entre os tratamentos com relação ao Peso (g) das vagens nas plantas.....	119
TABELA 4.17	- Análise de Variância (ANOVA) do Número de sementes por vagens nas Plantas.....	120
TABELA 4.18	- Comparação entre os tratamentos com relação ao Número de sementes por vagens nas Plantas.....	120
TABELA 4.19	- Análise de Variância (ANOVA) para o Peso de cem Sementes.....	121
TABELA 4.20	- Comparação entre os tratamentos com relação para o Peso de cem sementes.....	122
TABELA 4.21	- Matriz de correlação entre as variáveis analisadas nas plantas.....	123

LISTA DE QUADROS

QUADRO 2.1	- Valores e Tolerâncias do composto orgânico para legislação brasileira.....	41
QUADRO 2.2	- Variações do composto orgânico formado a partir de resíduos domiciliares.....	43
QUADRO 3.1	- Lâmina de irrigação média.....	90
QUADRO 4.1	- Dados quantitativos e qualitativos de três amostras de resíduos gerados pelas barracas.....	96
QUADRO 4.2	- Dados sobre o percentual dos resíduos orgânicos gerados pelas barracas da Praia do Futuro.....	98
QUADRO 4.3	- Cálculo do rendimento do adubo de caranguejo.....	98
QUADRO 4.4	- Produção da farinha orgânica de caranguejo em granulometrias inferiores a 2,0 mm durante 4 horas de moagem.....	99
QUADRO 4.5	- Produção da farinha orgânica de caranguejo em granulometria inferior a 0,84 mm em 6, 8, 10 e 12 horas de moagem.....	99
QUADRO 4.6	- Dados sobre as análises das amostras de resíduos de caranguejo e esterco bovino.....	100
QUADRO 4.7	- Resultado da análise microbiológica da amostra de farinha orgânica de caranguejo.....	102

SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE TABELAS.....	xi
LISTA DE QUADROS.....	xii
1. INTRODUÇÃO.....	15
1.2 Objetivos.....	18
1.2.1 Objetivo geral.....	18
1.2.2 Objetivos específicos.....	18
1.3 Justificativa.....	19
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	20
2.1 Sociedade capitalista e consumista.....	20
2.2 Resíduos sólidos urbanos: definição, classificação e meio ambiente.....	22
2.2.1 Aspectos qualitativos.....	24
2.2.1.1 Características físicas.....	24
2.2.1.2 Características químicas.....	25
2.2.1.3 Características biológicas.....	26
2.2.2 Aspectos quantitativos.....	27
2.3 Matéria orgânica e sua importância.....	28
2.3.1 Matéria orgânica.....	28
2.3.2 Importância da matéria orgânica para a vida do solo.....	29
2.4 Gerenciamento e tratamento dos resíduos sólidos.....	29
2.4.1 O sistema de limpeza urbana.....	31
2.4.1.1 Acondicionamento.....	31
2.4.1.2 Coleta.....	32
2.4.2 Formas de tratamento dos resíduos sólidos.....	33
2.4.2.1 Reutilização.....	35
2.4.2.2 Reciclagem.....	36
2.4.2.2.1 A compostagem.....	40
2.4.2.3 Incineração.....	47
2.4.2.4 Pirólise.....	48
2.4.2.5 Autoclavagem.....	48
2.4.2.6 Aterros sanitários.....	49
2.5 O estuário e o manguezal.....	50
2.6 Caranguejo uçá (<i>Ucides cordatus cordatus</i>).....	51
2.6.1 Classificação.....	51
2.6.2 Evolução.....	52
2.6.3 Morfologia.....	53
2.6.4 Ecologia.....	53
2.6.5 Métodos de captura do caranguejo uçá.....	54
2.6.6 Comercialização.....	55
2.6.7 Consumo do caranguejo uçá no Ceará.....	57
2.7 Feijão caupi: aspectos gerais e características da cultura no Brasil e Nordeste	58
2.7.1 A influência dos fatores ambiental e tratos culturais no desempenho do feijão caupi.....	60
2.7.1.1 Clima.....	60
2.7.1.2 Solo.....	60

2.7.1.2.1 Nutrientes importantes para o caupi.....	61
2.7.1.2.2 Sintomas de deficiência nutricional e de toxicidade.....	63
2.7.1.2.3 Caupi e os problemas com a acidez do solo.....	66
2.7.1.2.4 Adição de matéria orgânica.....	68
2.7.2 Irrigação.....	68
2.8 Educação ambiental e desenvolvimento sustentável.....	70
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	74
3.1 Localização geográfica e condições ambientais do experimento.....	74
3.2 Resíduos sólidos gerados nas barracas da Praia do Futuro.....	76
3.3 Produção da farinha orgânica a partir resíduos de caranguejo.....	78
3.4 Cálculo do rendimento da farinha orgânica de caranguejo.....	82
3.5 Composição química e análise microbiológica da farinha orgânica de caranguejo.....	83
3.6 Ensaio utilizando a farinha de caranguejo como adubo orgânico na uma cultura de feijão caupi.....	84
3.6.1 Montagem e coleta dos dados dos tratamentos.....	85
3.6.2 Irrigação.....	90
3.6.3 Práticas culturais.....	92
3.7 Tratamento estatístico.....	92
3.7.1 Procedimentos de análise e tratamento dos dados.....	92
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	96
4.1 Produção e destino final dos resíduos sólidos gerados nas barracas da Praia do Futuro.....	96
4.2 Rendimento da farinha orgânica de caranguejo.....	98
4.3 Análise química e microbiológica	100
4.4 Tratamento estatístico dos dados levantados.....	103
4.4.1 Análise da normalidade dos dados	103
4.4.1.1 Altura da planta	103
4.4.1.2 Número de vagens	103
4.4.1.3 Tamanho das vagens	104
4.4.1.4 Peso das vagens.....	104
4.4.1.5 Número de sementes por vagens.....	105
4.4.1.6 Peso de cem sementes.....	105
4.4.2 Análise de Homocedasticidade.....	106
4.4.3 Análise de Independência.....	106
4.4.4 Estatística Descritiva.....	107
4.4.5 Análise de Variância.....	114
4.4.5.1 Altura da planta.....	114
4.4.5.2 Número de vagens.....	116
4.4.5.3 Tamanho das vagens.....	118
4.4.5.4 Peso das vagens.....	119
4.4.5.5 Número de sementes por vagens.....	120
4.4.5.6 Peso de cem sementes.....	121
4.4.5.7 Correlação e Regressão Linear.....	123
5. CONCLUSÃO.....	129
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	132

1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional nas cidades tem agravado o problema do gerenciamento dos resíduos gerados pelos moradores, principalmente pelo volume de lixo produzido e pelo estilo de vida com alto nível de consumo.

Ao longo da história, a relação sociedade-natureza desencadeou uma série de problemas, resultando em uma crise que é, ao mesmo tempo, ambiental, ecológica, social, econômica, cultural e política. Essa crise implica na destruição dos recursos naturais e, conseqüentemente, na saturação da capacidade de recuperação do meio natural, afetando a qualidade de vida dos seres vivos, tendo em vista a capacidade limitada do planeta para se auto-sustentar e absorver os rejeitos resultantes dessa relação.

Diariamente são produzidos em todas as partes do mundo grandes volumes de resíduos sólidos, líquidos e gasosos. E com relação ao lixo urbano, verifica-se, atualmente, a existência de várias tecnologias possíveis e viáveis economicamente para seu tratamento. Todavia, pouco se tem feito para solução desse problema de escala global.

No Brasil, o interesse pela questão dos resíduos sólidos no meio urbano vem aumentando nos últimos anos, abrangendo alguns aspectos relacionados à sua origem, produção e os reflexos dos mesmos no meio ambiente.

Dessa maneira, a limpeza urbana assume um importante papel dentre as necessidades da sociedade brasileira, apresentando-se como uma atividade prioritária, no que se refere à problemática dos resíduos sólidos urbanos (RSU), adquirindo importância sanitária, econômico-financeira, social e estética; seja pelos aspectos à veiculação de doenças; seja pela contaminação da água, solo e ar, na abordagem ambiental; seja pelas questões sociais ligadas aos catadores, que reflete a face perversa do modelo econômico e social baseado na desigualdade, no consumismo e no desperdício (OLIVEIRA, 2004).

Atualmente, a crescente conscientização ecológica da sociedade para com o futuro do nosso planeta nos leva a refletir sobre os diversos problemas ambientais decorrentes dos processos exploratórios da natureza pelo homem. Essa preocupação em preservar e gerenciar os recursos naturais também se refere ao aumento gradativo do volume gerado de lixo no

mundo, principalmente de produtos descartáveis e pouco duráveis, os quais demandam grandes quantidades de energia, além de deixarem às futuras gerações resíduos de difícil decomposição.

Segundo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2006), o município de Fortaleza, capital do Estado do Ceará, possui uma população de 2.374.944 habitantes, sendo, atualmente, apontada como uma das capitais brasileiras mais procuradas como ponto turístico (SETUR, 2006). Contudo, isso também causa preocupação devido esse município ser responsável pela produção de um grande volume de lixo, sendo contabilizado pela prefeitura 930.145,60 toneladas de lixo em 2005 (EMLURB, 2005).

O turismo a cada ano vem impulsionando o desenvolvimento do Nordeste e principalmente de Fortaleza, gerando obras, empregos, qualidade dos serviços prestados e, conseqüentemente, melhoria na qualidade de vida da população residente.

Entretanto, um dos principais impactos negativos gerados com essas atividades é o aumento do volume de lixo gerado, o que tem trazido preocupação para os moradores da cidade e Prefeitura.

A maioria dos turistas que passa pelo Estado do Ceará vem para conhecer o litoral e a cultura regional, que inclui os costumes e culinária local, tendo o caranguejo como a principal iguaria oferecida às pessoas que freqüentam as barracas de praia.

De acordo com dados levantados pelo IBAMA (2006), Fortaleza absorve aproximadamente 75 toneladas de caranguejo por mês, principalmente pelas barracas de praia localizadas no bairro da Praia do Futuro, dentre outros estabelecimentos comerciais, vindos dos Estados do Piauí e Maranhão. No entanto, o maior problema está no tipo de lixo gerado, com uma média de 198 toneladas.mês⁻¹, no ano de 2005, somente no bairro da Praia do Futuro, segundo a Ecofor Ambiental S/A (empresa terceirizada pela prefeitura responsável pela limpeza de Fortaleza), o que tem trazido problemas para prefeitura, no que se refere ao recolhimento, e para aos moradores da área, que reclamam dos odores insuportáveis.

A tecnologia já desenvolvida no aproveitamento de grande parte do lixo de difícil degradação tem a reciclagem como uma alternativa viável e totalmente compatível com a

crise energética mundial, pois existe um crescente interesse dos países sobre as causas ecológicas e com suas políticas ambientais de preservação e conservação dos recursos naturais. Além disso, a compostagem é outro método de importância ecológica empregado para o aproveitamento da matéria orgânica e que há muito tempo já vem sendo utilizado na produção de adubo orgânico (IPT/CEMPRE, 2000).

Dessa maneira, a compostagem do lixo de caranguejo gerado nas barracas da Praia do Futuro é sugerida como uma boa alternativa no seu destino final, pois a reutilização de boa parte destes resíduos sólidos contribuiria para a redução do volume de lixo depositado diariamente no aterro sanitário de Caucaia, localizado na região metropolitana de Fortaleza, numa forma racional e uma excelente proposta para o reaproveitamento desse material orgânico como fonte de nutrientes na agricultura.

O presente trabalho aborda a problemática dos resíduos sólidos urbanos, tendo como desafio propor uma alternativa para redução de resíduos orgânicos de caranguejo gerados pelas barracas de praia, localizadas na praia do futuro, no município de Fortaleza, bem como também sugerir para os demais estabelecimentos comerciais que produzem o mesmo tipo de resíduo. Essa pesquisa também levanta a discussão sobre o fato do desperdício de recursos e material orgânico que poderiam ser transformados em insumos agrícolas capazes de melhorar a estrutura e fertilidade dos solos do Estado do Ceará, além de minimizar os impactos ambientais inerentes ao lixo, propondo e enfatizando o enorme potencial que os compostos orgânicos gerados a partir do lixo propiciam como novos negócios, empregos e importante ferramenta de marketing institucional, atraindo novos investimentos e o turismo.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Verificar a viabilidade e propor o aproveitamento dos resíduos do caranguejo uçá (*Ucides cordatus cordatus* Linnaeus, 1763) gerados nas barracas da Praia do Futuro na elaboração de uma farinha orgânica de caranguejo a ser utilizada como fertilizante ou composto orgânico na cultura de feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), cultura de subsistência e de ciclo curto.

1.2.2 Objetivos específicos

- Estimar a composição dos resíduos sólidos gerados nas barracas da Praia do Futuro (localizada na Zona Geradora de Lixo - 9) em relação aos de caranguejo;
- Estimar o rendimento do composto orgânico de caranguejo produzido;
- Verificar a composição química e microbiológica da farinha de caranguejo;
- Comparar as produtividades do feijão caupi adubado com adubos químicos (NPK e micronutrientes) e farinha de caranguejo uçá.

1.3 Justificativa

Existem muitos estudos para redução do volume de lixo que é lançado diariamente no meio ambiente. Dessa maneira, o reaproveitamento do lixo é, atualmente, uma alternativa viável e totalmente compatível com a crise energética mundial, pois existe um crescente interesse dos países sobre as causas ecológicas e com suas políticas ambientais de preservação e conservação dos recursos naturais.

Muitos pesquisadores vêm propondo soluções para o aproveitamento de vários tipos de resíduos oriundos de indústrias pesqueiras, os quais chamam atenção por serem importantes no setor de produção de alimentos e ração para animais (COSTA, 1969; BASTOS *et al.*, 1971; OGAWA e PAULA, 1971; OGAWA *et al.*, 1973a; OGAWA *et al.*, 1973b; NUNES *et al.*, 1978; DANTAS *et al.*, 1998; STORI, 2000; FARIA *et al.*, 2001; PINHO *et al.*, 2002; ROMANELLI e SCHIMITD, 2003).

Ogawa *et al.* (1973b) estudaram a composição química dos resíduos e carapaça de caranguejo uçá (*Ucides cordatus cordatus* Linnaeus, 1963) para o aproveitamento na produção de ração para animais, verificando grandes percentuais de proteína, gordura, cinza, cálcio e fósforo, com rendimento variando entre 29 e 33% com a farinha produzida a partir da carapaça, vísceras e carnes residuais desse crustáceo.

A utilização desses resíduos de caranguejo encontrados no lixo das barracas de praia, associados ao emprego de uma técnica de reaproveitamento, poderia reduzir os custos da compra de insumos agrícolas ou fertilizantes químicos utilizados nas lavouras, o que beneficiaria, principalmente, pequenos agricultores e as pessoas de baixa renda que dependem da cultura de subsistência. Assim, a proposta é utilizar essa “matéria-prima” e aplicá-la em processos de produção agrícola, esperando-se obter uma maior produtividade e com menores custos.

A importância da realização desse estudo e discussão sobre a problemática dos resíduos de caranguejo gerados pelas barracas da Praia do Futuro está na busca de soluções mais adequadas no destino final desse rejeito. Contudo, entende-se que essa questão ainda é bastante complexa, exigindo atuação em diversas áreas de conhecimento que contemplem as questões ambientais, sociais e econômicas, de forma interdisciplinar e que integre a urbanização, meio ambiente e desenvolvimento sustentável.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Sociedade capitalista e consumista

Desde os primórdios, o homem utiliza-se de materiais ao seu redor, tais como pedras, madeiras e peles na produção de ferramentas, armas e vestes; com isto, surgem os detritos, em face da produção desses próprios objetos. De fato, esses produtos, à medida que são utilizados, são descartados ao final de sua vida útil, passando a sofrer intenso processo de decomposição até que sejam incorporados ao solo (BIDONE e POVINELLI, 1999).

Isso mostra que as civilizações antigas já enfrentavam problemas com a disposição adequada de seus próprios resíduos, contudo, os tipos de resíduos e volume não eram suficientes para gerarem grandes impactos. Esse comportamento antropocêntrico e o uso indiscriminado dos recursos naturais, transmitidos por gerações, têm-se demonstrado pouco sustentáveis e bastante danosos ao ambiente.

A partir da revolução industrial na Inglaterra, o crescimento da sociedade industrial capitalista não vem respeitando a capacidade de absorção de resíduos pelos ecossistemas devido aos anseios de consumo das populações e conseqüente produção de poluentes, uma relação desarmônica que desencadeia uma série de impactos ambientais e compromete a existência de muitas espécies.

De acordo com Silva (2001), essa relação sociedade/natureza vem por muito tempo desencadeado uma série de problemas, resultando em uma crise ecológica, social, econômica, cultural e política, além de está implicando diretamente na destruição dos recursos naturais, redução da capacidade de recuperação do ecossistema e afetando a qualidade de vida dos seres vivos.

Segundo o mesmo autor citado no parágrafo anterior, as condições sócio-culturais de cada população também influenciam especificamente nas formas de exploração dos recursos naturais. Além disso, vale salientar que as relações comerciais específicas de cada região interferem umas nas outras devido à interdependência entre as mesmas.

O crescimento populacional e urbanização desordenada das cidades são dois fatores que mais contribuem para a geração e má disposição dos resíduos sólidos, considerados pelos pesquisadores como um dos principais agentes impactantes do meio ambiente e refletindo diretamente na qualidade de vida da população (ALBUQUERQUE, 2003).

A reutilização dos resíduos sólidos, atualmente, é uma prática que vem se expandindo e ganhando espaço no mercado a cada ano por apresentarem propostas viáveis a nível social, ambiental e econômico.

A história revela que desde a Antigüidade, o homem, sobretudo o oriental, vem utilizando-se dos restos orgânicos, vegetais e animais, como material para ser incorporado ao solo, com intuito de favorecer o crescimento das plantas e conseqüentemente, aumentar a produção agrícola. As técnicas empregadas eram artesanais e consistiam simplesmente na formação de montes de resíduos que eram revirados ocasionalmente (KIEHL, 1985).

Segundo Grossi (1993 apud ALVES, 1998), a fração orgânica do resíduo sólido domiciliar no Brasil corresponde cerca de 50 a 60% da sua composição, teor bastante elevado quando comparado ao resíduo sólido de países desenvolvidos. Sendo passível de uso como adubo orgânico, melhorando as condições do solo, tanto nos aspectos físicos, químicos e biológicos.

Tendo em vista a grande importância da matéria orgânica para os solos e tendo no resíduo sólido domiciliar uma fonte inesgotável desse componente, é inegável que se considere a possibilidade de integrar a resolução de dois problemas através da compostagem, um processo resultante da decomposição de restos animais e vegetais que, em condições favoráveis de fermentação, conduz as matérias-primas, a um estado de parcial ou total humificação (IPT/CEMPRE, 2000).

Segundo Castelo (2000), o uso racional dos recursos naturais e melhor distribuição de seus benefícios entre os seres humanos é o caminho para a melhoria das condições sociais e ambientais no mundo. Uma vez que o lixo, em sua maioria, é produto do desperdício e mau uso dos recursos.

A busca de um tratamento adequado para os diversos tipos de resíduos sólidos urbanos pelos administradores municipais, não tem sido uma tarefa tão fácil, principalmente pelos graves problemas de localização para implantação de lixões ou aterros, sobretudo, na contensão do chorume, líquido escuro gerado pela decomposição do lixo orgânico, e seus odores.

Os efeitos de todos os impactos causados pelo uso irracional dos recursos naturais nunca foram tão evidentes e sentidos pela população mundial durante toda existência do homem na Terra. As crises energéticas e o aquecimento global são uns dos exemplos da nossa atualidade e que as soluções para esses problemas serão bastante caras para o mundo. Apesar disso, a construção de novos valores torna-se imperativo diante dos problemas atuais herdados por essa relação desarmônica (homem/natureza) e cujos efeitos deletérios ameaçam à sobrevivência de todos os seres vivos.

Deste modo, espera-se que trabalhos e pesquisas que tratem sobre o assunto sirvam de instrumento e ajudem as autoridades responsáveis somando conhecimentos, propondo soluções e conscientizando a sociedade de suas responsabilidades para com o meio ambiente.

Para Silva (2001), para a consolidação da sustentabilidade há necessidade de profundas mudanças nas relações políticas nacionais e internacionais, exigindo maior cooperação entre as nações e acordos mundiais sobre o uso dos recursos naturais. São indispensáveis as limitações à produção de substâncias tóxicas e emissões de poluentes no meio ambiente por meio de tecnologias menos poluentes, como também reduzir as desigualdades sociais.

2.2 Resíduos sólidos urbanos: definição, classificação e meio ambiente

A Resolução CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente) n.º 5/93, em seu art. 1º define, conforme a NBR n.º 10.004, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) de 1987 e revisada em 2004, define resíduos sólidos como resíduos nos estados sólidos e semi-sólidos, resultantes de atividades da comunidade de origem urbana, agrícola, radioativa e outros (perigosos e/ou tóxicos). Estando incluídos nesta definição os lodos

provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgoto ou corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis, em face à melhor tecnologia disponível.

Ainda de acordo com a norma NBR 10.004 – ABNT (1987), os resíduos sólidos são classificados em três categorias:

- Resíduos Classe I - Perigosos: resíduos sólidos ou mistura de resíduos que, em função de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade, podem apresentar riscos à saúde pública, provocando ou contribuindo para um aumento de mortalidade ou incidência de doenças e/ou apresentar efeitos adversos ao meio ambiente, quando manuseados ou dispostos de forma inadequada.
- Resíduos Classe II - Não Inertes: resíduos sólidos ou mistura de resíduos sólidos que não se enquadram na Classe I (perigosos) ou na Classe III (inertes). Estes resíduos podem ter propriedades tais como: combustibilidade, biodegradabilidade, ou solubilidade em água.
- Resíduos Classe III - Inertes: resíduos sólidos ou mistura de resíduos sólidos que, submetidos a testes de solubilização não tenham nenhum de seus constituintes solubilizados, em concentrações superiores aos padrões de potabilidade de águas, excetuando-se os padrões: aspecto, cor, turbidez e sabor. Como exemplos destes materiais, destacam-se: rochas, tijolos, vidros, certos plásticos e borrachas que não são decompostos prontamente.

Segundo Jardim *et al.* (1995), a classificação mais conhecida e utilizada de resíduos sólidos, quanto a sua origem é:

- Resíduos sólidos domiciliares (RSD) – gerados no dia-a-dia das residências, como restos de alimentos, embalagens diversas, papéis, sacos plásticos, etc.; ainda podem estar presentes, em pequena quantidade, alguns elementos tóxicos, como pilhas, frascos de aerossóis, produtos farmacêuticos e lâmpadas fluorescentes;
- Resíduos sólidos comerciais – originados em estabelecimentos comerciais e de serviços, como escritórios, lojas, bares, supermercados, etc;
- Resíduos sólidos públicos – provém de serviços, de varrição de vias públicas, de limpeza de feiras livres e de praias, de restos de poda de árvores, etc;
- Resíduos sólidos de serviços de saúde e hospitalares – gerados em hospitais, farmácias, laboratórios, clínicas, entre outros e compreendem os resíduos sépticos, cujo acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e destino final, precisam ser, preferencialmente, diferenciados dos demais devido ao potencial de patogenicidade; os papéis, restos de preparo de alimentos e demais resíduos considerados assépticos gerados nestes locais são tidos como resíduos domiciliares, desde que não sejam misturados aos demais materiais infectantes;

- Resíduos sólidos industriais – provenientes das atividades industriais desenvolvidas pela indústria metalúrgica, química, de alimentos, etc.; os resíduos gerados são os mais diversos possíveis (desde cinzas e óleos a papeis e metais), por isso exigem um tratamento específico para cada caso. A grande maioria do lixo gerado pode ser considerada tóxica;
- Resíduos sólidos de portos, aeroportos, terminais ferro e rodoviários – são considerados sépticos por conterem ou poderem conter germes patogênicos provenientes de outras cidades, estados e países: constituem restos de material de alimentação, higiene e asseio pessoal. Os demais resíduos assépticos são considerados como resíduos domiciliares;
- Resíduos sólidos agrícolas – gerados nas atividades agrícolas e da pecuária; compreendem embalagens de fertilizantes e defensivos agrícolas, restos de colheita, ração, entre outros;
- Resíduos da construção civil – provém em função tanto do crescimento populacional e seu adensamento espacial m de construções, reformas e demolições; chamado também de entulho, são praticamente compostos por materiais inertes passíveis de reaproveitamento.

Para Jardim *et al.* (1995), os resíduos sólidos domiciliares (RSD), normalmente constituídos por sobras de alimentos, embalagens, papéis, papelões, plásticos, vidros, etc, também podem ser divididos em duas categorias básicas:

- Úmidos: restos de comida, cascas de frutas ou vegetais, folhas secas;
- Secos: papéis, papelões, plásticos, vidros, embalagens em geral.

A geração dos rejeitos vem sofrendo variações quantitativas e qualitativas a cada ano a partir das influencias culturais, aquisitivas, atividades desempenhadas e mudanças de hábitos de uma sociedade. Entretanto, sabe-se que isso veio intensificar-se a partir do período de intenso processo de urbanização, devido ao não acompanhamento de infra-estrutura básica de saneamento, agravando a qualidade da vida urbana da sociedade e deixando-a vulnerável a diversos problemas ambientais (SILVA, 2001).

2.2.1 Aspectos qualitativos

2.2.1.1 Características físicas

A composição física ou gravimétrica dos resíduos sólidos expressa o percentual de cada componente presente nos resíduos em relação ao peso total da amostra analisada, permitindo identificar a qualidade dos resíduos gerados numa determinada comunidade. Os

componentes mais comuns encontrados nas caracterizações físicas são: matéria orgânica, plástico, papelão, metal e vidro (OLIVEIRA, 2004).

Os parâmetros físicos dos resíduos sólidos urbanos (RSU) são expressos pelas características como: composição, umidade, massa específica e compressibilidade. Segundo Lima, *et al.* (2004), o estudo da composição física dos resíduos sólidos já foi realizado em vários municípios brasileiros, onde foi avaliada a influência de diversos fatores, tais como: áreas de produção, população, estação do ano, clima, hábitos, segregação na origem, nível educacional, e poder aquisitivo; sendo este último fator o mais relevante, quando se avalia a qualidade e a quantidade dos resíduos sólidos urbanos.

2.2.1.2 Características químicas

De acordo com Oliveira (2004), as características químicas básicas dos resíduos sólidos são: poder calorífico, pH, relação carbono/nitrogênio, sólidos totais fixos, sólidos voláteis e composição química.

O poder calorífico inferior (PCI) indica a capacidade potencial de um material desprender determinada quantidade de calor quando submetido à queima. Quanto maior for o PCI do material, maior será a temperatura atingida na sua combustão. O poder calorífico médio dos resíduos sólidos domiciliares é de $1.300 \text{ kcal.kg}^{-1}$, o que corresponde a aproximadamente 30% do PCI médio da lenha, que é de $4.200 \text{ kcal.kg}^{-1}$ (CENBIO, 2004).

O termo pH (potencial hidrogeniônico) é usado para expressar o teor de acidez ou alcalinidade de determinado material. A massa dos resíduos sólidos domiciliares costuma ser ácida, com pH inicial na faixa de 4,5 a 5,5; sendo que, no processo de bioestabilização da massa dos resíduos, o pH tende a se neutralizar, situando-se entre 7,0 a 8,0 (JARDIM *et al.*, 1995).

A relação carbono/nitrogênio indica o grau de bioestabilidade da fração orgânica dos resíduos sólidos nos processos de tratamento/disposição final (MONTEIRO *et al.*, 2001). Os níveis mais satisfatórios para a população microbológica dão de 20 a 35 partes de carbono para uma de nitrogênio. Os resíduos orgânicos, constituídos principalmente de restos de alimentos, bagaços, cascas de frutas e legumes, costumam apresentar concentração adequada

desses nutrientes. A relação C/N em resíduos de frutas é de $\pm 35/1$; em resíduos de batatas, é de $25/1$; em folhas mortas varia entre $40-60/1$. Porém, em resíduos com grandes qualidades de materiais celulósicos, ricos em carbono, costuma ocorrer deficiência de nitrogênio, fazendo com que a relação C/N se eleve.

Os sólidos totais indicam o percentual de matéria em peso seco de uma amostra, aquecido a uma temperatura de 550°C por 1 hora em mufla, enquanto os sólidos voláteis refere-se ao percentual de matéria orgânica existente na amostra coletada sob as mesmas condições físicas.

No que se refere à estimativa dos teores de metais pesados dispersos nos resíduos sólidos urbanos, segundo Rousseaux *et al.* (1989 apud EGREJA FILHO *et al.*, 1999), a fração da matéria orgânica dos resíduos aparece como a principal fonte de níquel, mercúrio, cobre, chumbo e zinco. Os plásticos aparecem como principal fonte de cádmio (67 a 77%); O chumbo e o cobre se manifestam em qualidades consideravelmente nos metais ferrosos (19 a 50% de Pb e 14 a 50% de Cu); O couro contribui com 35% do cromo e a borracha com 32 a 37% do zinco; O papel aparece como notável fonte de chumbo (10 a 14%).

2.2.1.3 Características biológicas

Em relação aos aspectos biológicos, os resíduos orgânicos podem ser metabolizados por vários microorganismos decompositores como fungos e bactérias aeróbias e/ou anaeróbias, cujo desenvolvimento dependerá das condições ambientais existentes. Além desses, os resíduos sólidos podem apresentar microorganismos patogênicos, encontrados em dejetos humanos ou de animais domésticos, ou em certos tipos de resíduos de serviço de saúde (ZANTA e FERREIRA, 2003).

Segundo Zanon (1991 apud BELEI e PAIVA, 1999), os microorganismos encontrados nos resíduos domiciliares ou hospitalares originam-se dos seres humanos, dos animais e vegetais em decomposição e do solo. A maioria são saprófitos do solo e patógenos oportunistas que constituem a microbiota normal do homem e dos animais, como *Escherichia coli*, *Klebsiella* sp, *Enterobacter* sp, *Proteus* sp, *Staphylococcus* sp, *Streptococcus fecalis*,

Pseudomonas sp, *Bacillus* sp e *Candida* sp. Esses patógenos oportunistas tanto podem se encontrados nos resíduos hospitalares quanto nos domiciliares.

2.2.2 Aspectos quantitativos

Além da diversificação na qualidade dos resíduos, ocorreu também um aumento quantitativo dos mesmos. Segundo Souza e Angelis (2001), a quantidade de resíduos gerados pelo homem praticamente dobrou nos últimos anos.

Segundo Oliveira (2004), o processo de geração de resíduos sólidos urbanos é um fato inevitável, contudo, uma dos grandes problemas enfrentados na atualidade, refere-se ao aumento acelerado na produção desses resíduos. Além da imensa capacidade do ser humano de crescer numericamente, a cada dia o homem amplia seus conhecimentos, inventando novos produtos, descobrindo novos valores de uso e criando novas necessidades de conforto e bem-estar, promovendo o aumento excessivo na exploração e transformação dos recursos naturais, tendo como consequência uma produção descontrolada de resíduos.

Zanta e Ferreira (2003) afirmam que a quantidade exata de resíduos gerados é de difícil determinação, haja vista esta sofrer interferências quanto ao armazenamento, reutilização, reciclagem e descarte em locais clandestinos, que acabaram por desviar parte desses materiais. Devido a essas interferências, na prática, ao se discutir sobre a produção de resíduos, em geral, trabalha-se a partir da quantidade de resíduos coletados e não dos resíduos efetivamente gerados.

Segundo Jardim *et al.* (1995), a produção *per capita* de resíduos sólidos de uma comunidade é obtida pela divisão da quantidade total de resíduos coletados pela população atendida. Contudo, vale salientar que cada habitante não gera, em suas atividades domésticas, o peso de resíduos correspondente a essa produção calculada, pois nesse total estão incluídos resíduos que nada têm a ver com a atividade doméstica, como entulhos de construção, varrições, resíduos de lojas, mercados e outras atividades comerciais.

Então, baseado em informações coletadas da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (IBGE, 2002), são coletadas 228.413 toneladas diárias de resíduos sólidos urbanos

(RSU) no Brasil. Por conseguinte, a população do país sendo de aproximadamente 170 milhões de habitantes (IBGE, 2000), a estimativa de geração *per capita* de RSU no Brasil é em torno de $1.345 \text{ g.hab}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$.

De um modo geral, observa-se, a partir dos dados obtidos pelos pesquisadores destacados no parágrafo anterior, que quanto maior o grau de desenvolvimento de um país ou região, maior é a taxa de produção diária de resíduos sólidos *per capita*. A ordem de grandeza destes números também apresenta o tamanho do problema, pois a grande maioria desse material produzido não sofre nenhum beneficiamento, sendo apenas depositados em lixões e aterros sanitários (SANTANA, 2003).

De acordo com os dados coletados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística no ano de 2000 (IBGE, 2000), Fortaleza possuía uma população superior a 2.000.000 de habitantes, gerando aproximadamente 2.375 toneladas/dia e uma produção *per capita* de lixo de aproximadamente $1.188 \text{ g.hab}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$, perdendo apenas para Salvador, maior geradora de lixo nordestino.

2.3 Matéria orgânica e sua importância

2.3.1 Matéria orgânica

Para Pereira Neto (1996) o termo matéria orgânica é dado a todo composto de carbono suscetível de degradação e que fazem parte de toda estrutura dos seres vivos. Para Kiehl (1985), sob o ponto de vista químico, a matéria orgânica é toda substância que apresenta em sua composição o carbono tetravalente, tendo suas quatro ligações completadas por hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, fósforo, enxofre ou outro átomo de carbono.

Os resíduos orgânicos são basicamente restos de comida, cascas de frutas e legumes, podas de árvores, folhas secas, matéria orgânica em decomposição, etc. Podem ser originados das residências, feiras livres e restaurantes. Como resultado do processo de degradação dos resíduos orgânicos, é gerado o chorume, que possui um grande potencial de contaminação caso não ganhe uma disposição final ou tratamento adequado (MIRANDA, 2003).

No Brasil, estima-se que esses componentes orgânicos somem cerca de 65% do peso do lixo coletado. Nos Estados Unidos representam 21%, Índia 68% e Inglaterra 28%. Contudo, apesar de o Brasil ser um grande gerador desse tipo de resíduo, apenas 1,5%, aproximadamente, desse percentual apresentado é reciclado em instalações apropriadas. (IPT/CEMPRE, 2000).

Existem várias propostas de pesquisadores para redução de resíduos e desperdício da matéria-prima, sejam oriundos de restaurantes, indústrias ou mesmo domicílios. Entretanto, poucos são os investimentos em educação ambiental, pois, enquanto não houver uma conscientização da população de sua responsabilidade para com o meio ambiente, ínfimo será o retorno para todo o esforço empregado em propor soluções para o problema da disposição do lixo.

2.3.2 Importância da matéria orgânica para a vida do solo

Segundo Albuquerque (2003), a matéria orgânica exerce importantes efeitos benéficos sobre as propriedades do solo contribuindo substancialmente para o crescimento e desenvolvimento das plantas, tendo uma influência fundamental nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, revertendo tudo no aumento da produção. No solo, existe matéria orgânica em vários estágios de decomposição, desde tecidos vivos, até um produto que já sofreu uma série de processos bioquímicos de transformação.

Os microorganismos do solo são de fundamental importância na constituição das características dos solos agrícolas já que eles participam diretamente na degradação da matéria orgânica, do ciclo biogeoquímicos dos principais nutrientes, da produção de enzimas e da formação e transformação das condições físicas do solo (VIDOR *et al.*, 1997 apud OLIVEIRA, 1998).

2.4 Gerenciamento e tratamento dos resíduos sólidos

De acordo com IPT/CEMPRE (2000), o gerenciamento de lixo está ligado em um conjunto de ações normativas, operacionais, financeiras e de planejamento que uma administração municipal, baseado em critérios sanitários, ambientais e econômicos, para

coletar segregar, tratar e dispor o lixo de sua cidade. Tendo as autoridades municipais a responsabilidade pelo gerenciamento do lixo gerado a partir de um Plano Diretor do Lixo Municipal.

Os hábitos dos cidadãos modernos afetam a quantidade e a variedade dos resíduos sólidos gerados. Porém, os métodos de se lidar com os mesmos são inúmeros e dependem do controle e regulamentação dos governos Federal e Municipal. Dentre os métodos de gerenciamento dos resíduos sólidos podemos destacar: a reciclagem, a incineração, os depósitos a céu aberto e os aterros sanitários.

Todos os métodos de gerenciamento dos resíduos sólidos causam algum impacto ambiental, mas com o uso adequado de novas tecnologias existentes, o impacto pode ser reduzido. Algumas formas de contaminação podem ocorrer a partir de descargas a céu aberto, causando a contaminação das águas superficiais e subterrâneas (devido à formação do chorume); pela incineração dos resíduos, liberando gases poluentes na atmosfera; pela reciclagem, causando a poluição do ar e da água se os produtos químicos usados no reprocessamento não forem manejados adequadamente; e também pelos aterros sanitários, pela não contenção do chorume e produção de gás metano (ALBUQUERQUE, 2003).

O acelerado processo de urbanização, aliado ao consumo de bens menos duráveis vem promovendo um aumento significativo no volume de lixo produzido. Problema que as autoridades responsáveis enfrentam por muitas vezes o município não possuir áreas para disposição final do lixo, devido a conflitos de uso e ocupação de solo, recebimento de resíduos originados em municípios vizinhos e lixões ou aterros sanitários, operando de forma inadequada, poluindo solo e recursos hídricos (IPT/CEMPRE, 2000).

Para determinar a melhor tecnologia para tratamento, aproveitamento ou destinação final do lixo é necessário conhecer a sua classificação. O lixo, no Brasil, é classificado de acordo com ABNT, norma NBR 10004/2004 - Classificação de Resíduos Sólidos, que segue o critério dos riscos potenciais ao meio ambiente.

2.4.1 O sistema de limpeza urbana

De acordo com Bretas (2002), a limpeza urbana é um conjunto de atividades de responsabilidade atribuída ao poder público ou por atividade terceirizada, com a afinidade de preservar a saúde local e fornecer um meio ambiente limpo, sadio e agradável para o bem-estar comum de uma população.

2.4.1.1 Acondicionamento

De acordo com Oliveira (2004), o acondicionamento consiste na concentração de resíduos em embalagens adequadas ao volume, forma e tipo de resíduo. É a primeira etapa do sistema de limpeza urbana, sendo uma atividade que cabe aos usuários dos serviços. Segundo Jardim *et al.* (2000), embora o acondicionamento seja de responsabilidade do gerador, a administração municipal deve exercer funções de regulamentação, educação e fiscalização, inclusive no caso dos estabelecimentos de saúde, visando assegurar condições sanitárias e operacionais adequadas.

O acondicionamento adequado do lixo de um município é parte integrada ao sistema de coleta e planejamento do transporte dos resíduos e a importância desta etapa está no comprometimento da eficiência da gestão dos resíduos.

Nas cidades brasileiras, a população utiliza os mais diversos tipos de recipientes para acondicionamento dos resíduos domiciliares: vasilhames metálicos ou plásticos, sacos plásticos de supermercados ou especiais para lixo, caixotes de madeira ou papelão, latões de óleo, containers metálicos ou plásticos e embalagens feitas de pneus usados (OLIVEIRA, 2004).

O lixo também deve ser coletado em recipientes que permitam um bom manuseio e confinem os resíduos sem perdas. Então, aqueles que entram em contato direto com os rejeitos são chamados de recipientes primários, os quais podem ser os sacos plásticos e recipientes rígidos.

Os sacos plásticos são os principais e mais comuns recipientes de armazenamento de lixo. Podem ser encontrados em cores e densidades diferentes, porém, a origem dos resíduos irá definir o tipo utilizado. Normalmente, são usados outros suportes para o melhor manuseio do saco plástico, contudo, o que diferencia dos recipientes primários rígidos é que esses não utilizam sacos para confinamento, ou seja, o lixo tem o contato direto com o recipiente. Dentre os mais comuns são os tambores de plástico ou ferro, containers, cestos de concreto etc (IPT/CEMPRE, 2000).

Em vias públicas, os resíduos são armazenados em coletores urbanos, os quais podem ser fixos, móveis, de pequeno, médio e grande porte, além dos destinados à coleta seletiva. Mas o tipo de coletor será definido a partir de um dimensionamento para se saber a forma de coleta, o custo e destino final do lixo a partir do volume e tipo de resíduos gerados em um município.

O saco plástico é o recipiente mais utilizado no Brasil como forma de acondicionamento dos resíduos domiciliares. Ao levar em conta que esses recipientes são leves e sem retorno, Monteiro *et al.* (2001) conclui que os sacos são as embalagens mais adequadas para acondicionar os resíduos quando a coleta for manual, visto que a coleta será mais produtiva e não haverá exposição de recipientes no logradouro após o recolhimento dos resíduos, tampouco a necessidade de seu asseio por parte da população.

2.4.1.2 Coleta

Oliveira (2004) define coleta como o recolhimento dos resíduos acondicionados por quem os produz para encaminhá-los, mediante transporte adequado, a um eventual tratamento e à disposição final. Basicamente existem três tipos de coleta de lixo, os quais são definidos abaixo:

- Coleta regular: Recolhe os resíduos sólidos produzidos em imóveis residenciais, em estabelecimentos públicos e no pequeno comércio, sendo, em geral, efetuado pelo órgão municipal ou empresas sob comando de terceirização, em intervalos determinados;
- Coleta especial: Contempla os resíduos não recolhidos pela coleta regular, tais como entulhos, animais mortos e podas de jardins, podendo se executada em intervalos regulares ou programada para onde e quando houver resíduo a serem removidos;

- Coleta particular: Obrigatória e de responsabilidade do gerador em decorrência do tipo ou da qualidade ser superior à prevista em legislação municipal.

Segundo Bretas (2002), a coleta, dentre as demais atividades de limpeza urbana, é a que gera, pela população, reclamações intensas e imediatas quando não realizada. É um serviço que exige frequência e periodicidade bem definidas e onde a confiabilidade da população em sua execução é de fundamental importância.

Dentro do plano municipal de recolhimento de lixo, existem fatores que influenciam também na qualidade da coleta, dentre os quais a escolha de locais apropriados para depósitos de lixo, equipamentos adequados e embalagens para o armazenamento. Todavia, o mau uso e escolha de todos esses fatores podem vir a elevar os custos, reduzindo a qualidade da coleta de resíduos e impossibilitando um possível reaproveitamento dos mesmos (IPT/CEMPRE, 2000).

Normalmente, os serviços de limpeza absorvem aproximadamente de 7 a 15% dos recursos de um orçamento municipal, dos quais são destinados de 50 a 70% para coleta e transporte do lixo (IPT/CEMPRE, 2000). Contudo, a realidade não mostra um gerenciamento do lixo adequado na maioria dos centros urbanos do nosso país, seja por um mau emprego dos recursos destinados, seja por insuficiência dos mesmos.

A partir dos dados levantados sobre o recolhimento domiciliar de lixo nos municípios brasileiros (IBGE, 2002), verifica-se que a prestação desse serviço não ocorre na sua totalidade, sendo oferecido em 5.475 dos 5.507 municípios. Entretanto, apesar de 99,4% dos municípios serem atendidos, apenas 31,1% deles são beneficiados com recolhimento de lixo em todos os domicílios. Um percentual bastante distante do ideal. Segundo Negreiro (1998), os municípios de maior porte, de maneira geral, são os mais atendidos por serviços de limpeza urbana e/ou coleta de resíduos sólidos.

2.4.2 Formas de tratamento dos resíduos sólidos

O ser humano é o principal responsável pelo uso indiscriminado dos recursos naturais e resíduos gerados. A vida moderna, surgida com a industrialização, serviu também para impulsionar a produção de vários materiais descartáveis e que muitos deles levam

centenas ou milhares de anos para serem degradados. Produtos que são utilizados por pouco tempo e depois são descartados sem passar por nenhum tipo de tratamento, sendo necessário muitas décadas ou mesmo séculos até se decomporem (MIRANDA, 2003).

Além dos fatores físicos e químicos que podem trazer efeitos maléficos ao ser humano, o mau acondicionamento ou o depósito a céu aberto do lixo, provoca o aparecimento e proliferação de agentes biológicos transmissores de doenças, tais como ratos, baratas, moscas, etc. A exposição indevida do lixo, gera diversos incômodos à população, seja pelo mau odor seja pela poluição visual, causando com isso a degradação do espaço na sua vizinhança (SANTANA, 2003).

Sabendo de todos esses problemas causados pelo mau gerenciamento do lixo, várias alternativas para o destino final dos resíduos são sugeridas de acordo com as suas características, origem e condições financeiras do município, dando prioridade aquelas que provocam menos impactos ambientais e são menos onerosas.

De acordo com Mota (1997), a gestão dos resíduos de uma cidade deve ter como propósito a redução do volume gerado do lixo municipal e a quantidade de materiais a serem destinados para o sistema de disposição final.

Desta maneira, os princípios básicos para a minimização do lixo produzido nos meios urbanos são a redução, a reutilização e a reciclagem (3R's), tendo como benefícios:

- Conscientização da comunidade sobre a não renovação dos recursos naturais e da necessidade de proteção do meio ambiente;
- Menor exploração de recursos naturais e economia na importação da matéria-prima;
- Geração de emprego e renda;
- Criação e/ou adaptação de tecnologia;
- Menor consumo de energia e de água nos processos de fabricação;
- Custos de produção de materiais mais baixos nas indústrias de transformação;
- Diminuição da poluição do ar e das águas;
- Redução da quantidade de resíduos destinados aos aterros sanitários, resultando no aumento de sua vida útil;
- Menor ocorrência de problemas ambientais decorrentes da destinação dos resíduos.

Atualmente existem várias tecnologias, estudos científicos e propostas viáveis de gerenciamento e reaproveitamento do lixo urbano, entretanto, a disposição do mesmo em

lixões são preferidas pelo baixo custo e facilidade em relação as outras alternativas (SANTANA, 2003).

O tratamento e disposição do lixo acontecem normalmente em locais afastados dos pontos de geração, geralmente lançados em lixões, confinados em aterros sanitários ou aterros controlados, entretanto, a responsabilidade do gerenciamento do lixo não é somente do município. A cooperação entre geradores e coletores promove uma melhoria na qualidade do sistema de coleta de lixo. Assim, essa relação é dividida em duas etapas, a primeira interna, sob responsabilidade do gerador em coletar e armazenar adequadamente o lixo, e a segunda externa, abrangendo os serviços de limpeza, sob responsabilidade das administrações municipais, no recolhimento dos resíduos (IPT/CEMPRE, 2000).

Um grande problema para os administradores das cidades, particularmente, das metrópoles, está na disposição dos resíduos urbanos. No caso de Fortaleza, uma pequena parcela dos resíduos coletados pelo sistema de limpeza municipal é enviada para a cooperativa de catadores do Jangurussu, onde o lixo é triado e encaminhado para centros de reciclagem. Enquanto a maior parte do lixo é enviada para um aterro estadual, sem passar por nenhuma seleção, localizado no município vizinho, Caucaia.

Deste modo, abaixo serão apresentadas algumas das principais alternativas para o tratamento dos resíduos sólidos.

2.4.2.1 Reutilização

A reutilização consiste basicamente no aproveitamento de materiais descartados (pós-consumo), no dia-a-dia das residências e empresas, sendo utilizados com a mesma finalidade ou outra diferente, podendo sofrer algumas adaptações quando necessário, porém de baixo custo. Normalmente esse método é empregado por artesãos que se utilizam e sobrevivem dessa técnica para produção e venda de obras a partir de sobras do lixo.

Dentre os exemplos encontrados em várias partes do Brasil, pode-se destacar:

- As garrafas de refrigerantes (PET);
- Garrafas de vidro;
- Sucatas de metais;
- Sobras de tecidos;
- Cacos de cerâmicas;
- Sucatas.

2.4.2.2 Reciclagem

A reciclagem é uma atividade responsável pelo reaproveitamento de materiais que seriam destinados ao lixo. Todavia, para que a matéria-prima seja manufaturada e produzidos novos produtos, faz-se necessário o desvio do lixo coletado para centros de triagem a fim de que esses sejam separados e processados.

De acordo com Chenna (1999), a reciclagem pode ser definida como sendo o conjunto de procedimentos que possibilita a reintrodução no ciclo produtivo de resíduos (ou rejeitos) das atividades humanas, como matérias-primas e/ou insumos de processos industriais, visando a produção de novos bens, que podem ou não serem idênticos ou similares àqueles de que se originaram os referidos resíduos, ou rejeitos. Geralmente, a reciclagem possibilita uma considerável redução de custos nos processos de produção industrial, bem como uma significativa poupança de matérias-primas naturais. É uma atividade moderna que alia consciência ecológica ao desenvolvimento econômico e tecnológico.

Além de trazer muitos benefícios como diminuição da quantidade de lixo nos aterros sanitários e lixões, economia de energia, geração de negócios, empregos diretos e indiretos, preservação dos recursos naturais e impactos ambientais, a reciclagem, implicitamente, “chama” a sociedade para uma mudança de hábitos, conceitos e desperta a consciência ambiental.

Segundo Santana (2003), uma nova mentalidade em relação ao destino dado aos resíduos sólidos vem se formando, entre alguns empresários e administradores públicos, baseada nos benefícios socioeconômicos advindos do seu aproveitamento. Esse

reaproveitamento se faz através da reciclagem de materiais como o papel, o plástico, metais, vidro, ou pela compostagem dos resíduos orgânicos do lixo, promovendo a redução os custos com a coleta e sistemas de disposição final do lixo.

Segundo Miranda (2003), como parte de um processo de produção industrial de bens, a viabilização dos procedimentos de reciclagem de resíduos sólidos urbanos está diretamente associada a questões tais como:

- Qualidade dos materiais (matérias-primas ou insumos industriais);
- Quantidade mínima de interesse para a indústria de reprocessamento;
- Não interrupção do fornecimento de materiais;
- Sazonalidade da demanda por esses materiais;
- Formas de acondicionamento, estocagem e transporte exigidas pelos compradores potenciais;
- Localização das indústrias reprocessadoras e/ou das empresas adquirentes dos materiais (intermediários);
- Valor de mercado dos diversos materiais teoricamente recicláveis;
- Custos de recolhimento e triagem desses materiais.

Por tudo isto, um programa de reciclagem (público e/ou privado) será tanto mais viável quanto menos misturados estiverem os materiais, principalmente, dos resíduos orgânicos (úmidos). Fato esse que demandaria procedimentos baseados na separação, na fonte de geração, dos resíduos teoricamente recicláveis; e no seu transporte voluntário, por seus próprios geradores, até containers ou pontos adequados (MIRANDA, 2003).

A coleta seletiva e as usinas de triagem formam a base para qualquer atividade que envolva reciclagem, pois estas promovem a segregação do lixo reciclável e redução do rejeito que irá ser confinado nos aterros sanitários. A diferença entre cada etapa destas é que a primeira, a segregação do lixo, ocorre logo na fonte geradora do lixo e a segunda ocorre em centros de triagem logo após a coleta realizada por uma administração pública ou privada.

A coleta seletiva de lixo é um sistema de recolhimento de materiais recicláveis, tais como papéis, plásticos, vidros, metais e orgânicos, previamente separados na fonte. Sendo vendidos às empresas de reciclagem ou a sucateiros (IPT/CEMPRE, 2000). Existem diferentes modalidades de coleta seletiva como porta-a-porta (domiciliar), posto de entrega voluntária, posto de troca e catadores, das quais essas quatro destacam-se como as principais.

A participação dos catadores de lixo tem sido de grande importância já que os mesmos são os principais fornecedores de “matéria-prima” para as indústrias de reciclagem. Há muitos anos essas pessoas trabalham nesse ramo informal de emprego, mas garantem a sobrevivência de muitas dessas empresas. Mesmo que muitas dessas pessoas não percebam, a redução do volume coletado e redução dos gastos com o recolhimento do lixo geram impactos positivos, pois além de aumentarem a vida útil dos aterros sanitários, poupam os recursos naturais, que a cada ano ficam mais escassos.

Os aspectos positivos da reciclagem se destacam por atualmente os produtos manufaturados do lixo possuem boa qualidade, estimula a cidadania e a responsabilidade da sociedade para com o meio ambiente, garantem emprego e renda para muitas famílias.

Um dos principais problemas enfrentados com as pessoas que trabalham com reciclagem é o resgate social, pois muitos deles, apesar de reconhecerem as condições insalubres, não deixam de trabalhar nos lixões ou centros de triagem, de onde muitas vezes conseguem comida para seu sustento e de sua família. Então, muitas vezes, organizações não-governamentais (ONG's) tomam a frente e assumem papéis que são das prefeituras e governos de estado, elevando a auto-estima desses trabalhadores através de melhorias nas condições de trabalho, moradia e cultura.

Nas usinas de triagem, muitos dos materiais potencialmente recicláveis apresentam-se contaminados por resíduos de outras naturezas, comprometendo sua qualidade intrínseca como matérias-primas (ou insumos) industriais, fato esse que faz com que seu preço no mercado seja baixo e, por conseguinte, com que seja comprometida a sustentabilidade econômica desses empreendimentos (CHENNA, 1999).

Etapas gerais da reciclagem

- Coleta e Separação: Esta etapa deveria Iniciar com a segregação do lixo nas fontes geradoras, selecionando os materiais recicláveis antes de serem coletados. Logo em seguida, deve ser feita a separação/triagem por tipos de materiais (papel, plástico, metal, vidro, madeira, etc.);
- Revalorização: Etapa intermediária que prepara os materiais separados para serem transformados novamente em matéria-prima para novos produtos. O processo de revalorização varia de acordo com o tipo de material;

- Transformação: Processamento dos materiais revalorizados para fabricação de novos produtos.

Benefícios da reciclagem:

- Preservar e/ou economizar os recursos naturais;
- Diminuir a poluição do ar e das águas;
- Diminuir a quantidade de resíduos a serem aterrados;
- Gerar ocupação e renda através da criação de centros de triagem;
- Diminuir as importações de algumas matérias-primas.

Cuidados para garantir a sustentação econômica da reciclagem:

- Minimizar os custos da separação, coleta, transporte, armazenamento e preparação dos resíduos p/ o processamento;
- Quantidade de material disponível e condições de limpeza;
- Proximidade da fonte geradora com o local onde será reciclado o material;
- Frequência no fornecimento dos recicláveis;
- Custo do processamento do produto;
- Características e aplicações do produto resultante;
- Demanda do mercado para o material reciclado.

Esse sistema de segregação do lixo deve apoiar-se em três pontos fundamentais, tecnologia (coleta, separação e reciclagem), mercado (absorção do material reciclado) e conscientização (motivando o público alvo) (IPT/CEMPRE, 2000). Porém, os investimentos para sensibilização e conscientização da população para as questões ambientais e sua responsabilidade social impulsionam e garantem o sucesso dessa atividade.

A industrialização vem dando suporte para o surgimento de uma grande variedade de produtos e compostos. Porém, o crescimento da produção de bens não-duráveis vem estimulando os processos de reciclagem da matéria pelo seu baixo custo e qualidade do manufaturado. Desta maneira, muitas empresas de reciclagem de metais, plásticos, papéis e de compostagem vem se mantendo e ganhando espaço no mercado a cada ano, mesmo que ainda exista um preconceito da sociedade para aquisição desses produtos.

De acordo com IPT/CEMPRE (2000), a composição percentual média de lixo domiciliar de um lugar varia de acordo com suas características econômicas e culturais. Então, como em outros países, mais de 50% do lixo gerado no Brasil é de matéria orgânica. Porém, não se pode generalizar quando nos referimos aos outros constituintes como papéis, metais, plásticos, vidros e outros materiais.

Percebe-se também que os gerenciadores e recicladores têm dado pouca atenção a esse material tão abundante no lixo em relação aos papéis, metais e vidros, já que boa parte dele é biodegradável. Assim, os responsáveis pelos sistemas de coleta e disposição dos lixos municipais precisam valorizar e buscar alternativas para o aproveitamento dessa “matéria-prima” relativamente esquecida no contexto da reciclagem, além de investirem mais na manutenção das empresas e usinas de compostagem que ainda existem (IPT/CEMPRE, 2000).

2.4.2.2.1 A compostagem

Diante da problemática com o acúmulo de resíduos, surgiu nos últimos anos uma tendência mundial no reaproveitar dos produtos, anteriormente descartados em lixões e aterros, para a fabricação de novos objetos por meio dos processos de reciclagem, representando uma economia de recursos naturais e energia.

A composição dos resíduos sólidos varia muitas vezes entre bairros da mesma cidade, época do ano e hábitos da população. Entretanto, os lixos domiciliares contêm grandes quantidades de matéria orgânica, sendo, portanto, uma fonte de material passível de aproveitamento para melhoria da fertilidade das terras não-cultivadas (ALVES, 1997 apud OLIVEIRA, 1998).

Segundo Bidone e Povinelli (1999), a compostagem é um processo biológico, aeróbio e controlado de transformação de resíduos orgânicos em resíduos estabilizados, com propriedades e características completamente diferentes do material que lhe deu origem.

De acordo com Penido (2001), a compostagem é a denominação que se dá para a reciclagem de resíduos orgânicos, é um processo resultante da conversão microbiológica de resíduos sólidos orgânicos não perigosos em um composto nutritivo e barato. A compostagem é geralmente classificada como aeróbia e anaeróbia, em função da massa de resíduos ser biotransformada em composto orgânico na presença ou ausência de oxigênio.

Para Pereira Neto (1996), o processo de compostagem é desenvolvido por uma população diversificada de microorganismos e envolve necessariamente duas fases distintas, sendo a primeira de degradação ativa (necessariamente termofílica) e a segunda, de maturação

ou cura. Conforme Kiehl (1998), a compostagem é um processo controlado de decomposição microbiana de oxidação e oxigenação de uma massa heterogênea de matéria orgânica no estado sólido e úmido, passando pelas seguintes fases: de fitotoxicidade, bioestabilização e maturação, acompanhada da mineralização de determinados componentes da matéria orgânica, desprendimento de calor, gás carbono e água na forma de vapor.

Segundo Albuquerque (2003), os resíduos orgânicos podem ser utilizados na agricultura como um fertilizante orgânico, porém, existe uma diferença entre estes dois termos. Enquanto os resíduos orgânicos constituem excelente fonte de matéria-prima (matéria orgânica crua), fertilizante orgânico é o produto gerado após sofrerem decomposição microbiana, ou seja, composto orgânico humificado com características e propriedades inteiramente diferentes do material que lhe deu origem.

De acordo com IPT/CEMPRE (2000), o composto orgânico formado a partir de resíduos sólidos domiciliares urbanos pode variar suas características em função da composição da fração orgânica e da operação aplicada para produzi-lo. Esse produto orgânico é enquadrado na lei como fertilizante orgânico ou fertilizante composto. A legislação brasileira que trata sobre esses produtos, define e especifica suas características baseado no Decreto-Lei nº 86.955, de 18/2/1982, a Portaria MA 84, de 29/3/1982 e a Portaria nº 01, da Secretaria de Fiscalização Agropecuária do Ministério da Agricultura de 4/3/1983, que dispõem sobre a inspeção e a fiscalização da produção e comércio dos fertilizantes e corretivos agrícolas e aprovam normas sobre especificações, garantias e tolerâncias. O Quadro 2.1 mostra os valores estabelecidos como parâmetros de controle para o composto orgânico e tolerâncias, conforme a legislação brasileira.

QUADRO 2.1 – Valores e tolerâncias do composto orgânico para legislação brasileira.

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	Mínimo de 1,0%	Até 0,9%
Relação C/N	Máximo de 18/1	Até 21/1

Fonte: Adaptado de IPT/CEMPRE (2000).

De acordo com Kiehl (1998), antes de atingir a fase de composto, os resíduos orgânicos sofrem o processo de cura ou maturação, que ocorre através das seguintes fases:

- Fitotóxica: Nesta fase ocorre intenso desprendimento de calor, vapor de água e CO₂. Primeiro indício de que a matéria orgânica entrou em processo de decomposição;
- Semicura: Nesta fase o material entra no estágio de bioestabilização e deixa de ser danoso às plantas, porém ainda não apresenta as características ideais;
- Maturação: Estádio final da degradação da matéria orgânica, ou seja, quando o composto adquire as desejáveis propriedades físicas, químicas, físico-químicas e biológicas.

A transformação biológica da matéria orgânica crua, biodegradável, ao estado de matéria orgânica humificada, dá-se pelo trabalho dos microorganismos que participam do processo de compostagem, que são as bactérias, os fungos e os actinomicetos. O composto obtido, a partir da compostagem da parcela orgânica do resíduo sólido urbano ou resíduo sólido domiciliar, pode ser usado com sucesso como: condicionador de solos (melhorando a estrutura, aumentando a absorção de água e ativando substancialmente a vida microbiana dos solos), além de representar fonte de aumento na disponibilização de macro e micronutrientes, que passam de imobilizados na matéria orgânica a formas solúveis integralmente assimiláveis pelas raízes das plantas. O húmus do solo melhora a aeração e a estabilidade do pH (BIDONE e POVINELLI, 1999).

O composto orgânico é o produto final da compostagem, é de excelente qualidade, melhorando as propriedades físicas, químicas e bioquímicas do solo. Possui baixo custo por ser produzido a partir de matéria-prima descartada como sobras sem utilidade. Pelo fato de se produzir composto com resíduos de baixo ou nenhum valor econômico, pode-se adubar as plantas com doses consideradas elevadas. O composto tem em média 2,5% da soma dos nutrientes (nitrogênio, fósforo e potássio – NPK), ou seja, aplicando-se dez toneladas por hectare, se estará levando para a planta, 250 kg de NPK, mesma quantidade de nutrientes essenciais encontrada no adubo químico (IPT/CEMPRE, 2000).

Análises realizadas pelo IPT (1993 apud IPT/CEMPRE, 2000) com amostras de 15 usinas de compostagem de São Paulo apresentam valores inferiores aos parâmetros estipulados pela legislação de rege sobre o composto orgânico. O Quando 2.2 apresenta as variações dos parâmetros analisados.

Entretanto, vale salientar que a legislação foi criada para regulamentar o composto orgânico produzido a partir de resíduos agrícolas e não de resíduos domiciliares. Então, valores percentuais das substâncias, como de matéria orgânica e nitrogênio, ou características químicas podem oscilar, mesmo que seguida rigorosamente toda metodologia do processo de compostagem.

QUADRO 2.2 – Variações do composto orgânico formado a partir de resíduos domiciliares

Parâmetro	Variação
pH	7,2 – 8,0
Umidade	8,2 – 30,4%
Matéria orgânica	27 – 55%
Nitrogênio	0,39 – 1,15%
Relação C/N	11 - 23

Fonte: IPT/CEMPRE (2000).

No entanto, para que todo o processo de compostagem seja realizado de maneira adequada é necessário que alguns fatores sejam monitorados, a fim de que o processo ocorra dentro dos padrões adequados. Os principais fatores que influenciam no processo de compostagem são: a temperatura, os microrganismos, umidade, aeração e granulometria (KIEHL, 1998).

- **Temperatura:** Os microrganismos possuem metabolismo exotérmico, isto é, realizam a decomposição da matéria orgânica gerando calor e elevando a temperatura da leira. O primeiro indício de que a decomposição se iniciou, após a montagem das leiras, é a elevação da temperatura. A seqüência dos estágios da temperatura na leira de compostagem é a que se segue: Degradação Ativa – Temperatura Termófila (45-65°C); a manutenção desta temperatura garante aumento da velocidade de degradação e a eliminação dos microrganismos patogênicos. Maturação – Temperatura Mesófila (30-45°C) – nesta fase ocorre à formação de ácidos húmicos;
- **Microrganismos:** Principais responsáveis pela transformação da matéria orgânica crua em húmus. No início da decomposição, na fase termófila (40° a 50°C), predominam as bactérias e os fungos produtores de ácidos orgânicos e de pequenas quantidades de ácidos minerais. Os actinomicetos geralmente só agem na decomposição da matéria orgânica em um estágio mais avançado, no pátio de compostagem;
- **Umidade:** Sendo um processo biológico de decomposição da matéria orgânica, a presença de água é imprescindível para as necessidades fisiológicas dos organismos, os quais não vivem na sua ausência. A umidade ideal para que os microrganismos possam realizar suas atividades é de 55%. O excesso de umidade de um material em compostagem pode ser reduzido por meio de revolvimentos frequentes;

- Aeração: Tem por finalidade básica suprir a demanda de oxigênio requerida pela atividade microbiológica. O calor resultante da matéria orgânica, principalmente devido à oxidação do carbono, é retido na leira. Durante o revolvimento o calor é liberado para o meio ambiente na forma de vapor;
- Granulometria: O tamanho das partículas tem grande importância no processo de compostagem, governando os movimentos de gases e líquidos nas leiras. Na compostagem do resíduo sólido uma importante característica física desse resíduo e que afeta o processo, é o tamanho das partículas. Quanto menor a partícula, maior é a superfície que pode ser atacada e digerida pelos microrganismos, e mais rápida a decomposição da matéria orgânica.

A relação carbono/nitrogênio (carbono total e oxidável, nitrogênio total e amoniacal) existente nos compostos orgânicos também auxilia e indica em qual fase de maturação da matéria orgânica que ela se encontra. A proporção mais adequada no início da compostagem é da ordem de 30/1 e o teor de nitrogênio entre 1,2 a 1,5%. Ao longo do processo, parte do carbono é perdida em forma de CO₂ e outra usada para o crescimento microbiano. O nitrogênio fica retido no composto na forma orgânica e inorgânica. Porém, Proporções muito altas de carbono (60/1) retardam a compostagem, mas se a relação for muito baixa, exige-se um acréscimo de alguma fonte de carbono para o bom andamento do processo. Então, de acordo com dados levantados, relação C/N igual ou inferior a 18/1 indica que o composto orgânico está semicurado e inferior a 12/1 o composto encontra-se curado ou humificado (IPT/CEMPRE, 2000).

O tempo exigido para que o processo de compostagem seja concluído varia com alguns fatores como as condições do meio e método empregado. Desta maneira, o tempo necessário para que os processos naturais de decomposição ocorram varia de 60 a 90 dias para atingirem a bioestabilização e 90 a 120 dias para humificação. O tempo para cura dos compostos orgânicos nos processos de compostagem acelerada é reduzido, de 45 a 60 dias para semicura e 60 a 90 dias para cura completa. Isso se deve à redução do tempo gasto na fase termófila que passa de semanas para dias (IPT/CEMPRE, 2000).

Segundo Amaral (2001), para a produção de um composto orgânico com aspecto atraente, convidativo, para o agricultor comprá-lo e aplicar em suas lavouras, é importante evitar a presença de partículas grosseiras, de cacos de vidro, de louça, pedaços de plástico, pedras e outros contaminantes que podem ser removidos com uma boa catação e um peneiramento final do produto acabado. Existe a possibilidade dos resíduos urbanos conterem metais pesados, tóxicos para as plantas e para quem delas se alimentar. Adotando-se o sistema

de descarte seletivo domiciliar em seco e úmido, neste último recipiente estão incluídos os restos de cozinha, com pequena chance de ser detectada quantidade significativa de metais pesados.

Cabe acrescentar que a legislação que rege sobre o mesmo assunto não aponta tolerâncias para metais pesados nos compostos orgânicos originados, muitas vezes, de baterias, lâmpadas opacas, cerâmicas, vidros coloridos, tinta de impressão, couros etc. A Portaria MA 84, de 29/3/1982, diz que no requerimento do registro, o fertilizante deve apresentar declaração de ausência de agentes fitotóxicos, agentes patogênicos ao homem, animais e plantas, assim como metais pesados, poluentes, pragas e ervas daninhas, sem estabelecer limites para sua aplicação no solo, onde podem ter efeito acumulativo.

A utilização do composto na agricultura, produzido através da fermentação dos resíduos sólidos, é de elevada importância, pois ameniza os problemas sanitários, sobretudo nos grandes conglomerados populacionais, e sua incorporação ao solo proporciona uma integração múltipla nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo. O resíduo sólido tratado como adubo orgânico mantém a umidade do solo, aumenta a aeração e possuem boa eficiência (LOPES *et al.*, 1995 apud OLIVEIRA, 1998). Dentre as vantagens da compostagem do lixo domiciliar municipal, destacam-se:

- Redução de aproximadamente 50% do lixo destinados aos aterros;
- Aumento da vida útil dos aterros sanitários;
- Aproveitamento agrícola do composto orgânico;
- Nova alternativa e economicamente viável de fertilizante orgânico no mercado;
- Processo biológico ambientalmente seguro;
- Eliminação de patógenos;
- Economia no tratamento de efluentes (chorume) nos aterros sanitários.

Aplicação do composto orgânico

De acordo com Penido (2001), a produtividade do solo está diretamente relacionada com a riqueza de matéria orgânica nele contida e o composto orgânico, constituído basicamente de matéria orgânica decomposta e estabilizada, possui macro e micro nutrientes, que influenciam diretamente na fertilidade química e estrutura do solo. Entre as principais propriedades do composto orgânico, podem ser destacadas:

- Melhoria da estrutura do solo, tornando-o poroso e agregando suas partículas que se transformam em grânulos;
- Aumento da capacidade de absorção e armazenamento de água no solo;
- Redução radical da erosão evitando o deslocamento violento de água e amortecendo o impacto das gotas de chuva na superfície dos solos;
- Aumento da estabilidade do pH do solo;
- Aumento da retenção dos macronutrientes, impedindo seu arraste pela chuva;
- Formação de quelatos, que aprisionam os micronutrientes (ferro, zinco, cobre, manganês, etc.) que serão absorvidos apenas pelas raízes das plantas;
- Fornecimento de nutrientes às plantas, como nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre, cálcio e magnésio, em quantidade total em torno de 6% de seu peso;
- Aumento da aeração do solo, necessária à oxigenação das raízes;
- Melhoria da drenagem de água no solo;
- Aumento da retenção do nitrogênio no solo.

De acordo com o IPT/CEMPRE (2000), O composto é produzido a partir da degradação biológica da matéria orgânica em presença de oxigênio do ar. Os produtos gerados no processo de decomposição são: composto, gás carbônico, calor e água. A transformação da matéria orgânica em gás carbônico e vapor de água reduz o peso e o volume da pilha de material que está sendo biodegradado.

Uma maneira prática e mais comum para valorização de um fertilizante orgânico está baseada na quantidade de matéria orgânica que ele contém, tomando como referência os mesmos preços utilizados para tonelada do esterco de curral ou de granja. Outra maneira proposta para estipular um preço para esse produto seria em tomar como base a quantidade de macronutrientes primários (NPK) contidos no fertilizante mineral e no composto analisado, verificando a proporção ideal para um preço justo. Outra forma do produtor dar preço ao material orgânico comercializado é tomando como referência a fórmula comercial média de NPK, que está na proporção de 12-6-6 (IPT/CEMPRE, 2000).

Os fertilizantes orgânicos mais aplicados no solo têm origem de excrementos de aves, suínos e bovinos, mas apesar do conhecimento para o aproveitamento da matéria orgânica provinda do lixo, o maior problema para valorização desse produto talvez seja o preconceito que os produtores rurais têm em relação à origem do composto. Mas se bem curado e isento de substâncias nocivas ou patógenos, pode ser aplicado no solo nas mesmas quantidades que o esterco de curral.

A solução para tornar esse composto orgânico provindo do lixo ser bem aceito no mercado estaria na política de preços, garantia da qualidade do produto através de testes e

pesquisas sobre a qualidade do mesmo, além de um marketing eficiente, enfatizando as vantagens da reposição da matéria orgânica no solo (IPT/CEMPRE, 2000).

Preparar o composto de forma correta significa proporcionar aos microorganismos responsáveis pela degradação, condições favoráveis de desenvolvimento e reprodução, ou seja, a pilha de composto deve possuir resíduos orgânicos, umidade e oxigênio em proporções adequadas.

A legislação brasileira determina que o composto orgânico para ser comercializado deve apresentar:

- matéria orgânica: mínimo de 40%;
- índice pH: mínimo 6,0;
- teor de nitrogênio: 1,0%;
- relação carbono/nitrogênio: 18/1;
- Não deve conter patogênicos e metais pesados acima dos limites toleráveis.

2.4.2.3 Incineração

Dentre as alternativas de tratamento térmico dos resíduos sólidos, destaca-se a incineração, através da qual se obtém uma significativa redução, volumétrica e de peso, dos resíduos através de sua combustão (LIMA, 1991).

De acordo com Lima (1991), os incineradores podem ser classificados em dois tipos principais: de batelada e de fluxo contínuo. Os primeiros são de concepção relativamente mais simples, mas apresentam o inconveniente da operação descontínua, em que ocorrem importantes alterações nas condições do balanço entre combustível e comburente, tendo como resultado uma combustão imperfeita e, por conseguinte, a emissão de gases e materiais particulados potencialmente poluentes.

Nos incineradores de fluxo contínuo esses inconvenientes são minimizados; entretanto, consistem de instalações muito mais complexas, que exigem manutenção altamente especializada e de caráter permanente. Em ambos os casos, os custos de instalação e de operação são muito significativos. Pode-se dizer que um dos principais fatores a serem levados em consideração, ao se analisar a hipótese de instalação de incineradores como unidades de tratamento de resíduos sólidos urbanos, consiste no teor calorífico intrínseco desses resíduos.

No contexto brasileiro, em que os resíduos sólidos se constituem em boa parte de materiais orgânicos e com elevados teores de umidade, essa alternativa quase que sempre implica no uso intensivo de combustíveis complementares, fato esse que torna ainda mais cara a possibilidade concreta de sua utilização. Contudo, a maior desvantagem dos incineradores de resíduos sólidos consiste no fato de que as transformações químicas por que passam diversos desses resíduos em seu interior,

estas são, em grande parte, incontroláveis, com a geração de gases potencialmente muito tóxicos (inclusive cancerígenos) que, caso os filtros destinados a sua captação não funcionem adequadamente (e durante todo o tempo de operação dos incineradores), são lançados na atmosfera com conseqüências imprevisíveis. Por um outro lado, caso esses filtros funcionem adequadamente, essas substâncias nocivas irão estar presentes, em alta concentração, nas lamas resultantes de seu processo de lavagem.

2.4.2.4 Pirólise

A partir do final da década de 1960 iniciaram-se, particularmente nos Estados Unidos, estudos sistemáticos de utilização da pirólise como uma alternativa potencialmente interessante para o tratamento térmico de resíduos sólidos. A pirólise, neste caso específico, pode ser definida como sendo a decomposição química dos resíduos sólidos por calor, normalmente, na ausência de oxigênio. Vale salientar que o seu balanço energético é positivo, ou seja, produz mais energia do que consome (LIMA, 1991).

A pirólise é um processo que tem como principal aplicação o tratamento e a destinação final do lixo, sendo energeticamente auto-sustentável não necessitando de energia externa, o que desperta uma grande atenção e a faz tão fascinante do ponto de vista científico e prático (MIRANTE, 2000a).

2.4.2.5 Autoclavagem

Segundo Velloso (2000), a autoclavagem pode ser definida como sendo um processo de esterilização e redução volumétrica, particularmente pela redução do teor de umidade relativa, dos resíduos sólidos através da ação combinada de alta temperatura e alta pressão. Tal tipo de procedimento pode ser de elevado interesse no caso específico do tratamento preliminar de resíduos contaminantes, ou potencialmente contaminantes, gerados em unidades de atenção à saúde, de modo a reduzir o risco de seu manejo desde a fonte de geração até a instalação de destinação final (aterro sanitário).

Vantagens:

- Ser um sistema limpo, que não produz resíduos tóxicos ou contaminantes;
- Pode ser realizada no próprio gerador;
- Os resíduos depois de esterilizados, são considerados resíduos comuns;
- Fácil instalação;
- Hospitais familiarizados com a operação destas unidades;

- Quando bem operado, apresenta bom grau de segurança na esterilização.

Desvantagens:

- Os serviços de saúde no Brasil, não conseguem ter autoclaves em número suficiente para a esterilização de artigos críticos e semi-críticos;
- Baixa eficácia para resíduos de maior densidade como os anátomo-patológicos, animais contaminados e resíduos líquidos;
- Os sacos plásticos utilizados para acondicionar os resíduos dificultam a penetração do vapor, mesmo quando abertos. Por isto, o sistema exige embalagens especiais que permitam a passagem do vapor e não sofram alterações;
- Exige pessoal altamente qualificado e treinado.

Quanto aos diversos sistemas de tratamento térmico de resíduos sólidos, incineração, pirólise e autoclavagem, vale ressaltar que nenhum deles elimina totalmente resíduos no fim de cada processo, resultando em rejeitos que deverão ser convenientemente dispostos em aterros sanitários. Portanto, a instalação de aterros sanitários é indispensável.

2.4.2.6 Aterros sanitários

Segundo Mirante (2000b), Aterro Sanitário pode ser definido como sendo um processo para disposição de resíduos no solo, especialmente o lixo domiciliar, que utilizando normas técnicas de engenharia específicas, permite um confinamento seguro, no que diz respeito ao controle da poluição ambiental e de proteção ao meio ambiente. As vantagens desse tipo de estrutura para disposição final são várias, pois um aterro sanitário oferece todas as condições para que haja:

- Disposição adequada dos resíduos em conformidade com as normas de engenharia e controle ambiental;
- Grande capacidade de disposição diária dos resíduos gerados;
- Condições razoáveis para que haja a decomposição biológica da matéria orgânica contida no lixo domiciliar;
- Tratamento do chorume gerado pela decomposição da matéria orgânica, acrescido das precipitações pluviométricas;
- Canalização do metano (CH_4), gás combustível e facilmente inflamável.

Outras destinações, porém menos adequadas sanitária e ecologicamente, são:

- Lixões: Os resíduos são dispostos de forma inadequada, ou seja, são jogados sobre o solo não tendo assim nenhum tipo de tratamento, portanto, o mais prejudicial ao meio ambiente e ao homem.

- Aterros controlados: A disposição dos resíduos é feita da mesma maneira que nos lixões, porém os resíduos são cobertos com material inerte ou terra, não existindo nenhum critério de engenharia ou controle ambiental.

Os aterros sanitários têm sido considerados como grandes reatores biológicos, em que podem ocorrer, geralmente de forma não controlada, diversos e complexos fenômenos físicos e bioquímicos, de cuja ação decorre a geração de efluentes líquidos (chorume) e gasosos (biogás), potencialmente poluentes e causadores de diversos problemas sanitários e ambientais, caso não sejam devidamente coletados e tratados. O principal componente do complexo gasoso (biogás) gerado nos aterros (e/ou despejos a céu aberto) de resíduos é o metano (CH_4), gás facilmente inflamável (de elevado teor calorífico) e, eventualmente, explosivo (quando em ambientes confinados e em mistura com o oxigênio do ar em proporções favoráveis, entre 5% e 15%, em volume). Este fato tem feito com que, em diversas situações específicas, os aterros sanitários sejam considerados como importantes fontes energéticas potenciais, cuja adequada exploração poderia contribuir consideravelmente para a amortização dos investimentos necessários para sua instalação e operação. Diversos experimentos e ações práticas foram desenvolvidos nesse sentido, particularmente nos Estados Unidos e a partir do início da década de 1970, quando ocorreu a primeira crise mundial de suprimento de petróleo (LIMA, 1991).

2.5 O estuário e o manguezal

A zona de mangue é um ambiente bastante rico em nutrientes e matéria orgânica oriundos da decomposição de animais e vegetal mortos, assim como do carreamento de sedimentos por parte dos rios, dando origem a depósitos de sedimentos que conferem o aspecto lamoso.

Os manguezais brasileiros estão localizados nas zonas estuarinas e que representam ecossistemas de transição, entre as águas-doces dos rios e a água salgada do mar. São ecossistemas restritos aos litorais tropicais e subtropicais e se desenvolvem na zona entremarés e se localizam, geralmente, nas desembocaduras dos rios. Esses ambientes possuem características bastantes singulares como salinidade, temperatura e oxigênio dissolvido na água, que são fatores determinantes para sobrevivência apenas dos organismos mais adaptados a essas condições (MARQUES, 2006).

A grande biodiversidade encontrada nesses ecossistemas confere o título de berçário natural aos manguezais, pois esses locais servem como ambientes propícios para reprodução e alimentação de muitas espécies.

Contudo, o mangue vem sofrendo intensos processos de degradação ambiental, alterando assim o equilíbrio desses ecossistemas e conseqüentemente o desenvolvimento dos organismos que vivem ou dependem desses locais para viverem ou completarem seu ciclo de vida, dentre eles o caranguejo-uçá. Mas segundo o IBAMA/CEPENE (1994), fatores como desmatamento, pela poluição industrial descargas sanitárias, ocupação por salinas e loteamentos imobiliários vêm contribuindo cada vez mais para destruição desses ecossistemas e seus recursos naturais, dentre eles o caranguejo-uçá.

2.6 Caranguejo-uçá (*Ucides cordatus cordatus*)

2.6.1 Classificação

Segundo Ruppert e Barnes (1996), o Subfilo Crustacea é um dos mais representativos numericamente dentro do Filo Arthropoda e com aproximadamente 38.000 de espécies. Para Santana (2002), os crustáceos compõem um grupo muito importante dentre os artrópodes, sendo os decápodes uma das ordens de maior importância econômica.

De acordo com Brusca e Brusca (1990), as espécies representantes da Ordem Decapoda podem ocupar os mais diversos habitats e nichos, podendo-se encontrar animais dulcícolas, terrestres, marinhos, estuários ou em mangues. Muitos são pelágicos, porém outros possuem adaptação bêntica sedentária, podem ser errantes ou ainda, viverem entocados.

Alimentam-se de matéria orgânica em suspensão, predação, herbivoria e outras formas. Segundo Storer *et al.* (1991), a maior ordem dos crustáceos é a Decapoda com cerca de 8.500 espécies conhecidas. Pertencentes a esse táxon, destacam-se a lagosta, caranguejos, camarões e lagostins, sendo encontrados nos habitats anteriormente citados. A distribuição desses animais é ampla, abrangendo a costa do continente americano, Eurásia, Austrália e Nova Zelândia.

Segundo Ruppert e Barnes (1996), os principais representantes da Ordem Decapoda (lagostas, lagostins, camarões caranguejos e siris) diferem na morfologia como adaptações ocorridas durante a evolução para locomoção e sobrevivência. Em alguns casos, como nos caranguejos e siris, houve uma modificação significativa em relação à posição do

abdômen que se dobrou ventralmente sob o cefalotórax. Os Decapodas estão incluídos na Classe Malacostraca e dentre as principais características nesse grupo, destacam-se a presença de uma carapaça bem desenvolvida e câmara branquial (BRUSCA e BRUSCA, 1990).

Já Melo (1996) classifica a espécie *Ucides cordatus* como pertencente à família Ocypodidae e caracteriza-se por apresentar caranguejos com carapaça levemente ovalada e pedúnculos oculares bem desenvolvidos. No Brasil destacam-se três gêneros: *Uca*, *Ucides* e *Ocypode*. As espécies dos gêneros *Uca* e *Ucides* ocorrem apenas na região compreendida entre os níveis de maré alta e baixa, exclusivamente no ambiente estuarino associado à vegetação característica dos manguezais. A única espécie do gênero *Ocypode* (*O. quadrata* = caranguejo-fantasma), habita somente praias arenosas do ambiente marinho, sendo característica de áreas acima do nível da maré alta (PINHEIRO e FISCARELLI, 2001).

De acordo com Costa (1972), o caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*) está incluído na Infraordem Brachyura e é bastante encontrado em mangues e zonas estuarinas, principalmente no litoral do Norte e Nordeste brasileiro. Sua ocorrência no Brasil abrange desde a costa do Amapá até o litoral de Santa Catarina. Há registros desse animal em outros pontos da costa Atlântica da América do Sul, do Panamá até sul do Brasil, incluindo países da América Central, como Cuba, Jamaica, Porto Rico e St. Tomás.

De acordo com Hartnoll (1988), a espécie *Ucides cordatus* pertence à Família Ocypodidae, constituída de indivíduos de pequeno e médio porte e distribuída nas regiões tropicais e subtropicais de todo o mundo. Entretanto, Turkey (1970 apud HARTNOLL, 1988) classificou como *U. cordatus cordatus* as espécies que ocorriam da Flórida ao Uruguai e ilhas do Caribe no oceano Atlântico e *U. cordatus occidentallis* as que eram distribuídas do golfo da Califórnia ao sul do Peru no oceano Pacífico.

2.6.2 Evolução

Os caranguejos verdadeiros pertencem a Infraordem Brachyura, incluída na Ordem Decapoda, são animais considerados bem sucedidos por terem passado por modificações morfológicas externas com um dobramento ventral do abdômem, resultando que deu origem a uma forma altamente especializada, sugerindo que ao longo do processo

evolutivo essas modificações contribuíram para uma melhor adaptação ao habitat. Entretanto, ao contrário dos caranguejos, outros Decapoda como as lagostas mantiveram uma condição primitiva através da forma alongada do corpo (BARNES, 1984).

2.6.3 Morfologia

Segundo Melo (1996) e Leite (2002), o caranguejo-uçá, como é conhecida a espécie *Ucides cordatus*, apresenta dimorfismo sexual, uma carapaça transversalmente sub-elíptica, pouco mais larga que longa, fortemente convexa longitudinalmente, as fêmeas apresentam um abdômem mais largo em relação aos machos e quelípodos desiguais em ambos os sexos, porém, mais desenvolvidos nos machos quando comparados aos das fêmeas.

A Infraordem Brachyura e composta pelos caranguejos e siris. Caracterizam-se por apresentarem um abdômem simétrico, porém reduzido e flexionado sob o tórax. O cefalotórax apresenta-se distintamente achatado dorsoventralmente e encontra-se em geral, expandido lateralmente. Possuem brânquias do tipo phyllobranchiata. Os primeiros pereiópodos são quelados e bem alargados. Os 2° e 3° pereiópodos são simples, e os 4° e 5° pares são raramente subquelados. Esse grupo inclui os chamados caranguejos “verdadeiros”, sendo a sua maioria marinha, porém existem espécies de água doce e semiterrestres que ocorrem nos trópicos. (BRUSCA e BRUSCA, 1990).

2.6.4 Ecologia

Alcântara Filho (1978) se refere ao *Ucides cordatus* como uma espécie pertencente à mesma Família Ocypodidae e que este gênero (*Ucides*) é restrito à América e possui duas subespécies: *Ucides cordatus cordatus* encontrado no lado da Costa Atlântica e *Ucides cordatus occidentalis* que ocorre no lado oposto do continente.

Segundo Costa (1972), a distribuição dessa espécie no mangue ocorre principalmente na zona entre-marés ou mesolitoral, onde predominam suas tocas e presença de substrato adequado para sua sobrevivência, ou seja, habitam predominantemente o solo entre níveis de baixamar e preamar. Possuem hábito noturno, de onde saem de suas galerias e alimentam-se de folhas e matéria orgânica em decomposição.

Já Mota Alves (1975) registra a distribuição da espécie ao longo do Atlântico Ocidental, desde a Flórida (E.U.A) até o Estado de Santa Catarina (Brasil), predominantemente nas regiões de manguezais.

A espécie *U. cordatus*, de acordo com Pinheiro e Fiscarelli, (2001), possui uma dieta basicamente herbívora, consumindo principalmente folhas senescentes que caem das árvores do manguezal, armazenando seu alimento numa das câmaras de sua galeria. Além disso, os indivíduos dessa espécie também exercem um papel preponderante na manutenção do equilíbrio ecológico dos manguezais, favorecendo a ciclagem de materiais do ambiente através da ingestão de seu alimento, digestão e retorno desse material ao sedimento na forma de partículas, maximizando em até 70% a eficiência bacteriana.

O mesmo autor também destaca a importância do caranguejo-uçá, pois consegue suprir o ambiente com biodetritos, retendo essa matéria orgânica no manguezal e evitando o carreamento dessas partículas para ecossistemas adjacentes com a maré vazante. Além disso, ainda contribuem positivamente sobre outras espécies, garantindo a manutenção da cadeia alimentar do manguezal.

Na região do manguezal do rio Ceará, Costa (1972) determinou a época de reprodução da espécie entre dezembro e maio, com picos em janeiro e março-abril. Segundo Alcântara Filho (1978), nesse período os caranguejos saem de suas galerias, locomovem-se pela praia durante a noite, caracterizando o que o autor considera como uma dança de acasalamento, denominada "carnaval" ou "andada". No entanto, a pesca predatória bem como a destruição de seu habitat em consequência do desmatamento, poluição industrial, descargas sanitárias, ocupação por salinas e loteamentos imobiliários vem afetando de maneira significativa o equilíbrio ecológico dessa espécie causando um grande decréscimo no número de indivíduos (LEITE, 2002).

2.6.5 Métodos de captura do caranguejo uçá

De acordo com Nordi (1992) existem vários métodos para pesca do caranguejo-uçá, sendo observados cinco métodos distintos no norte e nordeste, dos quais são descritos abaixo:

- **Braceamento:** Método bastante simples e mais utilizado pelos catadores, que consiste na coleta dos indivíduos pela introdução do braço nas galerias com conseqüente retirada dos caranguejos sempre nos períodos de baixa-mar;
- **Tapamento:** Método pelo qual os catadores obstruem a saída de diversas tocas com pedaços de plantas e/ou sedimentos do próprio mangue fazendo com que os caranguejos movam-se em direção à superfície;
- **Ratoeira:** Método que se utiliza de uma armadilha construída pelos catadores a partir de latas vazias, como as de leite em pó, óleo de cozinha etc., que aprisiona os caranguejos em seu interior, atraídos por iscas colocadas dentro dela;
- **Redinha:** Método que utiliza uma rede armada na saída da toca e fazendo com que o caranguejo seja imobilizado à medida que ele tente se desprender, sendo facilmente capturado em seguida;
- **Raminho:** Método que o catador utiliza um ramo de planta para tirar o caranguejo dentro da toca, que ao agarrar o ramo firmemente com as pinças é puxado para fora facilmente.

Pinheiro e Fiscarelli (2001) ainda descrevem outros dois métodos bastantes utilizados no sul e sudeste para captura do caranguejo, os quais utilizam o carbureto (substância colocada dentro da toca do caranguejo que ao entrar em contato com a água libera o gás acetileno, forçando o animal a sair imediatamente da toca) e a vanga ou cavadeira (instrumento usado para cavar e cortar as raízes das plantas que atravessam as galerias, dificultando assim a captura do caranguejo).

De acordo com Passos e Di Benedetto (2004), a maioria desses métodos utilizados para a captura do caranguejo é considerada predatória, pois é retirado de forma indiscriminada e inconsciente pelos pescadores, dos quais se destacam o “carbureto”, a “redinha”, o “cambito”, a “ratoeira” e a “vanga”.

Alcântara Filho (1978) destaca que a técnica de captura do caranguejo realizada pelos catadores ainda é bastante rudimentar, os quais necessitam introduzir o braço nas galerias para retirá-lo. Contudo, é a única maneira permitida pela legislação, já que os outros métodos são predatórios e colocam em risco a sobrevivência da espécie.

2.6.6 Comercialização

O caranguejo-uçá é o principal recurso pesqueiro estuarino explorado nos mangues das regiões Norte e Nordeste do Brasil sendo responsável por uma grande geração de emprego e renda nas comunidades ribeirinhas que muitas vezes dependem exclusivamente

de sua atividade extrativista. Porém, a pesca predatória e alta taxa de mortalidade que os estoques regionais vêm promovendo grandes reduções do número de indivíduos dessa espécie nos principais centros distribuidores como o Maranhão e o Piauí (MARQUES, 2006).

Segundo Melo (1996), o caranguejo-uçá é tido como a espécie que compõe a fauna de mangue brasileira com maior importância econômica, um recurso pesqueiro mais explorado desde o Estado do Amapá até o Estado de Santa Catarina.

A espécie *Ucides cordatus*, conhecida pelo nome vulgar de caranguejo-uçá, é bastante explorada comercialmente em várias regiões do Brasil, principalmente nas capitais litorâneas. É muito apreciada como prato típico na zona costeira do Nordeste em restaurantes e barracas de praia. Sua exploração comercial é uma das fontes principais de renda para populações que moram em zonas de mangue. Segundo Pinheiro e Fiscarelli (2001), a carne do caranguejo-uçá apresenta elevado teor protéico (72%) e reduzido teor de gordura (1,8%), sendo, portanto de alto valor nutricional para o consumo humano.

Acredita-se que devido a sua enorme comercialização sem a devida utilização de um plano de manejo, essa espécie em algumas localidades litorâneas possa estar diminuindo sua população bem como possa estar ocorrendo uma redução do seu tamanho corpóreo. No entanto, Santana (2002), destaca a urbanização como um importante fator para o desarranjo de seu habitat natural e destruição de áreas de mangue.

Atualmente, o Estado do Ceará não consegue atender a demanda do mercado local com o abastecimento de caranguejo, sendo necessário que boa parte desse recurso seja trazida de outras regiões, tornando-se um dos maiores consumidores desse produto na Brasil.

Entretanto, para que esse recurso esteja disponível em nosso mercado é necessário que o mesmo seja transportado e é nessa etapa da comercialização que boa parte do caranguejo morre, sendo inviável seu aproveitamento (MARQUES, 2006).

Marques (2006), a partir de um estudo realizado sobre o transporte e taxas de mortalidade do caranguejo trazido para o município de Fortaleza, dividiu esse processo em quatro etapas com seus respectivos valores, como segue abaixo:

- A primeira etapa compreende desde a captura dos caranguejos nos mangues até o recebimento dos mesmos por parte dos barcos dos fornecedores que os esperam na cidade de Carnaubearas (MA). Para essa etapa a taxa de mortalidade calculada foi de 3,30%;
- A segunda etapa é aquela na qual os animais são levados de Carnaubearas para a cidade de Ilha Grande de Santa Isabel (PI). A mortalidade calculada para essa etapa também não foi elevada, sendo de aproximadamente 6,14%;
- A terceira etapa apresentou o maior índice de mortalidade, cerca de 40,25%, conseqüência do mau acondicionamento dos animais nos caminhões e pela longa viagem realizada para a cidade de Fortaleza (CE);
- Durante a quarta etapa, que corresponde à distribuição dos caranguejos para as barracas, a mortalidade resultou em 18,15%.

Então, a partir dos dados levantados por Marques (2006), pode-se observar que a soma dos percentuais revela a quantidade de caranguejo que é perdido em cada etapa do transporte e comercialização, porém a terceira etapa é a que possui as maiores taxas de mortalidade, etapa correspondente à comercialização do caranguejo-uçá com os varejistas. O mesmo autor aponta essa alta taxa de mortalidade pelo mau acondicionamento dos animais e demora para comercialização, fazendo necessário à elaboração de medidas alternativas para que se melhore seu transporte ou adaptações dos veículos.

2.6.7 Consumo do caranguejo uçá no Ceará

O hábito do fortalezense de consumir caranguejo não é recente e com o incentivo do turismo no Estado do Ceará esse produto tem sido bastante requisitado e apreciado pelas pessoas que freqüentam as barracas da Praia do Futuro. Dessa maneira, aumentando a demanda do caranguejo.

Segundo o IBAMA/CEPENE (1994), o Estado do Ceará se tornou o maior consumidor de caranguejo-uçá do país, em conseqüência houve quase total extinção do recurso no estado devido à exploração predatória exercida sobre o mesmo.

Sentindo necessidade de manter a clientela, o Ceará lançou mão de buscar outras fontes desse recurso pesqueiro, tendo como solução a importação desse produto de outros estados como Piauí, Maranhão, Pará, Rio Grande do Norte e Paraíba, porém esses últimos três com menos freqüência (IBAMA/CEPENE, 1994).

Em Fortaleza o amarrado é vendido para os comerciantes do entreposto em média por R\$20,00 e revendido a R\$ 25,00, enquanto que nas barracas, principais compradores, o mesmo amarrado é vendido a uma média de R\$ 25,00 chegando a exorbitantes R\$29,00 na época de alta estação e feriados (MARQUES, 2006).

De acordo com Marques (2006), a distância entre a capital e os centros produtores esta cada vez maior devido à escassez crescente do caranguejo nesses centros. Isso força os atacadistas a se locomoverem para áreas mais e mais distantes. Esse fato não só gera uma alta mortalidade dos indivíduos durante todo o processo extrativista, mas também implica em um aumento dos custos para a captura, transporte e distribuição, que conseqüentemente afeta o preço do produto final comercializado em Fortaleza, uma vez que todos os custos inerentes ao processo são repassados para os varejistas da capital.

Após o abate, os animais são lavados para a retirada do excesso de lama da carapaça e das patas para em seguida serem levados à cozinha. Quando não comercializados no mesmo dia, os caranguejos são então colocados em câmaras frigoríficas ou armazenados em caixas de isopor e colocados em freezers. Quando estocados em câmaras frigoríficas, os caranguejos, por ficarem submetidos a temperaturas mais baixas, são mais bem conservados do que o armazenamento em caixas de isopor. Isso promove uma qualidade maior do caranguejo armazenado nas barracas, mantendo suas características organolépticas e tendo uma boa aceitação por parte dos freqüentadores, segundo os próprios barraqueiros (MARQUES, 2006). Essa técnica de conservação tem contribuído não apenas para manter suas características comerciais do caranguejo, mas também com a presença desse produto no mercado durante o período do defeso.

2.7 Feijão caupi: aspectos gerais e características da cultura no Brasil e Nordeste

O feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é popularmente conhecido por vários nomes, variando de região para região. Segundo Melo e Cardoso (2000) são comumente conhecidos como feijão-de-corda e feijão macassar na região Meio-Norte brasileira. É uma cultura bastante comum em áreas compreendidas entre as latitudes 40°N até 30°S, das quais fazem parte do continente africano, asiático e americano (RACHIE, 1985).

Dados relativos à origem do caupi apontam o continente africano como local de origem da espécie e introduzido no Brasil no século XVII pelos colonizadores portugueses e espanhóis, provavelmente pelo Estado da Bahia (BEVITORI *et al.*, 1992).

O Brasil é o maior produtor de feijão em todo o mundo, como também o maior consumidor deste, sendo necessário à importação de quantidades complementares a sua demanda interna. (CARDOSO *et al.*, 2000).

Segundo Santos (1998), o feijão caupi é uma leguminosa comestível dotada de alto teor protéico, com excelente capacidade de fixar nitrogênio no solo, pouco exigente quanto à fertilidade do solo e exige pouco investimento para sua exploração. Alimento básico para a população carente e bastante cultivada nas regiões tropicais e subtropicais. Pode ser cultivado para obtenção de grãos secos ou verdes e sua folhagem utilizada como forragem, além de ser bastante utilizada na recuperação de solos pobres ou esgotados.

O rendimento médio nacional na produção de feijão é de 656 kg.ha⁻¹, enquanto que o Nordeste brasileiro responde pela produção de aproximadamente 19% de todo o feijão nacional em numa área de 1.298.030 ha, correspondente a 39% de toda área com feijão no Brasil (CARDOSO *et al.*, 2000).

O Ceará, apesar de ser o segundo em área plantada com feijão no nordeste, abrangendo aproximadamente as áreas dos estados do Maranhão, Piauí, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco, não possui um rendimento médio de produção tão bom, 159 kg.ha⁻¹, quanto os estados da Sergipe, Bahia e Alagoas, 653, 500 e 435 kg.ha⁻¹, respectivamente (CARDOSO *et al.*, 2000).

Segundo Cardoso *et al.* (2000), o baixo percentual de trabalhadores no Piauí e Maranhão, inferior a 15 e 4% respectivamente, que utilizam alguma tecnologia agrícola como irrigação, agrotóxicos e adubação, revela que a produção no Brasil poderia ser bem maior e de melhor qualidade do produto no mercado.

A cultura do feijão no Brasil, principalmente no Nordeste brasileiro, ganha destaque por ser bastante tolerante a secas, condições físicas e químicas do solo em relação a

muitas outras culturas, por ser um alimento de extrema relevância na dieta do brasileiro e renda familiar (CARDOSO *et al.*, 2000).

2.7.1 A influência dos fatores ambientais e tratos culturais no desempenho do feijão caupi

2.7.1.1 Clima

O conhecimento do clima local, dentre outros fatores ambientais como, por exemplo, a temperatura, umidade do ar e precipitação, é extremamente importante para o bom manejo e conseqüentemente um bom desenvolvimento de uma cultura, visto que o mesmo determina as condições especiais para sua manutenção e dinâmica do ciclo de vida, ou seja, determinando o melhor período para o plantio (CARDOSO *et al.*, 2000).

A faixa de temperaturas ideal para o bom desenvolvimento da cultura está compreendida entre 18 e 34°C. Entretanto, o desenvolvimento fenológico de uma cultura é bastante afetado por fatores como temperatura do ar e radiação solar. Slack *et al.* (1994) e Yang *et al.* (1995 apud Cardoso *et al.*, 2000) afirmam que, em condições normais de radiação solar, a temperatura é o principal fator controlador do crescimento fenológico de uma cultura. Desta maneira, para a cultura do feijão caupi, a temperatura base, definida como aquela que abaixo desta o desenvolvimento fica paralisado durante a germinação, gira em torno entre 8 e 11°C e para o crescimento vegetativo entre 8 e 10°C (CRAUFURD *et al.*, 1996).

As altas temperaturas também prejudicam bastante o crescimento e desenvolvimento de vagens, pois influenciam diretamente no abortamento das flores, “vingamento”, retenção final das vagens e no número de sementes por vagem (ELLIS *et al.*, 1994; CRAUFURD *et al.*, 1996). Além disso, altas temperaturas associadas à alta umidade relativa do ar favorecem na ocorrência de fitoenfermidades (BENNETT *et al.*, 1977; JALLOW *et al.*, 1985; CARDOSO *et al.*, 1997).

2.7.1.2 Solo

O feijão caupi é uma cultura tolerante a muitas condições ambientais e segundo Melo e Cardoso (2000) podem ser cultivados em quase todos os tipos de solo, ganhando

destaque para os Latossolos amarelos, Latossolos vermelho-amarelos, Podzólicos vermelho-amarelos eutróficos, aluviões e Areias Quartzosas.

Normalmente, desenvolve-se bem em solos com teores regulares de matéria orgânica, não-compactados, arejados, profundos e de boa fertilidade. Contudo, solos pobres como Latossolos e Areias Quartzosas, mediante aplicação de fertilizantes químicos ou orgânicos, podem ser utilizados satisfatoriamente (MELO e CARDOSO, 2000).

2.7.1.2.1 Nutrientes importantes para o caupi

O feijão, como muitas outras culturas, exigem uma série de nutrientes para o desenvolvimento natural e adequado, os quais podem ser classificados como estruturais, macronutrientes e micronutrientes (ARAÚJO *et al.*, 1984).

O carbono, hidrogênio e oxigênio são tidos como elementos básicos estruturais, pois fazem parte da constituição de muitos constituintes celulares, enquanto os macronutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre) e micronutrientes (cobre, zinco, boro, molibdênio e ferro), também essenciais, são assim classificados devido à necessidade desses elementos químicos para nutrição das plantas, valendo salientar que a falta destes provocam distúrbios e perturbações metabólicas como crescimento atrofiado, amarelecimento das folhas ou outras anormalidades, que podem ser corrigidas mediante o uso de fertilizantes e corretivos em quantidades adequadas (ARAÚJO *et al.*, 1984; MELO e CARDOSO, 2000).

Dessa maneira, somente a compreensão sobre as funções de cada nutriente ou elemento essencial nos processos fisiológicos da planta auxiliam e ajudam a caracterizar os sintomas de deficiência. No entanto, Thung e Melo (1998) também classificam os nutrientes essenciais em quatro grupos de acordo com suas funções: elementos estruturais, ativadores de enzimas, agentes redutores e elementos de funções não-específicas.

Segundo Thung (1990 apud THUNG e MELO, 1998), carbono, hidrogênio, nitrogênio e oxigênio são elementos que constituem mais de 96% do peso seco da planta, contudo, a falta de nitrogênio e fósforo limitam a produção, sendo normalmente aplicados como fertilizantes durante uma adubação. Quanto aos outros elementos, o hidrogênio e o oxigênio derivam da

água, o carbono do CO₂ do ar e o enxofre encontrado no meio normalmente é suficiente para suprir a carência.

Os ativadores de enzimas (K⁺, Ca²⁺, Mn²⁺ e Zn²⁺) são elementos metálicos não protéicos importantes para as atividades metabólicas, pois participam ativamente na constituição e atividade de algumas enzimas. A ausência destes poderia causar efeitos negativos no que se refere ao funcionamento normal das células.

Quanto aos agentes redutores, ferro, cobre e molibdênio, participam regulando a liberação de energia da fotossíntese ou da respiração, gradualmente, através do processo de oxi-redução. Além disso, o ferro também é um componente importante do citocromo e o molibdênio da leg-hemoglobina, envolvido na redução de nitrato a amina e fixação de nitrogênio atmosférico.

Em relação dos Elementos não-específicos, o boro está envolvido na divisão celular, crescimento, formação das paredes celulares, síntese de proteínas, transporte e fosforilação dos carboidratos. Importante função de lignificação, diferenciação do xilema e transporte de sacarose através da membrana celular. Sua deficiência reduz a elongação das raízes primárias e secundárias, sendo a parte aérea igualmente afetada (LEWIS, 1980 apud THUNG e MELO, 1998).

Segundo Araújo *et al.* (1984), Melo e Cardoso (2000), uma recomendação correta de fertilizantes para cultura do caupi depende dos teores apresentados na análise de solo e uma aplicação abaixo da quantidade necessária seria prejudicial para o plantio. Porém, quando fertilizado com uma quantidade acima da recomendada, o aumento da produtividade não é tão significativo, mesmo assim, a aplicação de pequena quantidade de adubo em um solo fértil ajuda a conservá-lo.

Alguns elementos químicos como fósforo e potássio são bastante importantes para um desenvolvimento adequado, contudo, uma grande aplicação de nitrogênio não é recomendada, pois além de onerar o custo da produção, não se tem constatado um aumento na produção por conta de uma dosagem mais concentrada desse nutriente em cultivares de hábito ramador e crescimento indeterminado, além do caupi já possuir uma relação simbiótica eficiente com microorganismos do gênero *Rizobium* capazes de atenderem a demanda de nitrogênio. No entanto, para essa cultivar, existe uma resposta positiva quando a produção de massa verde, a qual se correlaciona negativamente com a produção de grãos (ARAÚJO *et al.*, 1984; MELO e CARDOSO, 2000).

2.7.1.2.2 Sintomas de deficiência nutricional e de toxicidade

Quando ocorre uma deficiência de nitrogênio no feijoeiro, observa-se uma mudança na coloração das folhas, de verde para verde-pálida, inicialmente nas folhas inferiores e posteriormente por toda planta. Porém, quando o problema persiste, a cor muda para um verde-limão uniforme por toda lâmina foliar. Em estágio avançado, manchas marrons se desenvolvem gradualmente por todas as folhas, semelhantes ao estágio de senescência, e promovendo morte prematura (THUNG e MELO, 1998).

No entanto, Vieira (1998) também afirma que aplicações de nitrogênio no solo superiores a 100 kg/ha são necessárias para uma boa produtividade, pois garante um suprimento adequado desse nutriente para as atividades fotossintéticas, um crescimento vegetativo vigoroso e folhas verde-escuras. Porém, a falta desse nutriente para as plantas causam problemas no desenvolvimento, tendo como consequência, feijoeiros de baixo porte, folhas com uma coloração pálida ou amarelada e um pequeno número de flores desenvolvidas.

Quando os níveis de fósforo encontram-se baixos ou esse nutriente não está indisponíveis para o feijoeiro, as folhas mais baixas tornam-se amareladas e quando atingem estágios críticos, tornam-se necróticas e entram em senescência. Além disso, a planta apresenta um crescimento reduzido, internódios curtos e número reduzido de ramos. O florescimento fica comprometido, retardado e a produção de vagens fica reduzida, além de sua maturidade atrasada. Vale salientar que a deficiência de fósforo também causa o aparecimento de folhas verde-escuras devido a pequena expansão das folhas, associada a uma produção normal de clorofila (THUNG e MELO, 1998; VIERA, 1998).

Os sintomas para o feijoeiro com deficiência para potássio estão aparentes nas folhas mais baixas da planta, com as margens e pontas das folhas necróticas. Também pode ser observado um amarelecimento internervural e com severidade em direção à ponta da lâmina foliar. Caso o problema persista, a intensidade do amarelecimento aumenta na folha (THUNG e MELO, 1998). Além disso, Vieira (1998) também afirma que solos com deficiência desse nutriente causam problemas para o feijoeiro como caules pequenos, delgados, folhagem verde-pálida ou amarelada, número reduzido de flores, vagens com poucas sementes, clorose marginal, folhas jovens escuras e pequenas.

Na deficiência de magnésio, os sintomas podem ser observados como uma clorose internervural intensa e quando a severidade da deficiência aumenta, as margens ficam encarquilhadas. Pode ser confundida com a deficiência de enxofre pelo amarelecimento das folhas, mas o encarquilhamento internervural ajuda a diferir (THUNG e MELO, 1998; VIERA, 1998).

Para deficiência de cálcio, os sintomas isolados para carência desse nutriente são difíceis de serem identificados. Em solos ácidos, o sintoma é mascarado pela deficiência conjunta de fósforo e cálcio, juntamente com a toxicidade do alumínio. Então, feijoeiro cultivado em solo não corrigido com calcário, mesmo recebendo adubação, mostra um crescimento precário (THUNG e MELO, 1998).

De acordo com Vieira (1998), além da deficiência de cálcio provocar pequeno desenvolvimento da planta, brotos deformados e exibindo murchamento, as vagens tornam-se deformadas, ocorre um desenvolvimento anormal das sementes e uma queda precoce das folhas.

A deficiência de boro na planta é percebida nos estádios iniciais de desenvolvimento, desde a germinação até a formação dos primeiros pares de folhas trifolioladas. O caule torna-se espesso e as folhas coriáceas. Quando a deficiência persiste, as folhas jovens tornam-se enrugadas e o broto terminal morre, seguindo-se uma proliferação de brotos laterais. Caso o problema não seja corrigido, as plantas param de crescer após a abertura da segunda ou terceira folha trifoliolada e morrem em seguida (THUNG e MELO, 1998).

A carência de zinco observada no feijoeiro causa um amarelecimento internervural das folhas jovens e quando essa deficiência persiste até estádios avançados, aparecem folhas amareladas com manchas marrons de 2 a 3 mm de diâmetro. No entanto, segundo Lessman (1967 apud THUNG e MELO, 1998), a deficiência também pode ocorrer quando aplicado calcário em quantidade suficiente para elevar o pH até 6,0. Além disso, altas doses de fósforo também podem induzir essa deficiência.

Quando há uma carência de ferro na planta, as folhas superiores se tornam pálidas, mas as nervuras permanecem verdes, diferentemente da deficiência de magnésio, que provoca um amarelecimento das folhas a partir da ponta e borda das folhas mais velhas. Vale salientar

que grandes aplicações de calcário por muitos anos também causam a deficiência de ferro na planta.

De acordo com Thung e Melo (1998), nenhum sintoma direto da deficiência de molibdênio foi documentado, porém, solos pobres desse nutriente limitam a simbiose do feijoeiro com o *Rhizobium*, tendo como consequência o reduzido número de nodulações.

Vieira (1998) também destaca a importância do molibdênio como um dos micronutrientes mais estudados, pois é um elemento componente da enzima nitrogenase, essencial para fixação do nitrogênio gasoso pelos rizóbios nos nódulos radiculares, e da enzima redutase do nitrato, indispensável para o aproveitamento do nitrato absorvido pela planta, sendo sua carência confundida com a carência de nitrogênio. Entretanto, esse elemento apenas fica disponível com a elevação do pH do solo, reforçando a importância da calagem do solo.

Para Thung e Melo (1998), a toxicidade do alumínio começa precocemente, ainda nas folhas dicotiledôneas, quando surgem manchas necróticas e progressivas nas margens das lâminas foliares. Quando severamente afetadas, as plantas morrem rapidamente após a germinação. A toxicidade do alumínio também pode provocar nanismo mais severo que o provocado pela carência de fósforo, sendo a raiz a parte mais prejudicada da planta (NAIDOO et al., 1978 apud THUNG e MELO, 1998). Entretanto, a incorporação de calcário abaixo de 20 cm de profundidade corrige a toxicidade de alumínio.

A toxicidade causada pelo manganês causa clorose internervural em folhas jovens e os sintomas podem aparecer depois de prolongados períodos chuvosos, apresentando uma coloração verde-pálida. Estresses prolongados causam um enrugamento das folhas, surgindo manchas necróticas espalhadas por toda lâmina foliar e sob baixas temperaturas, esse sintomas se manifestam com maior facilidade (HEENAN e CARTER, 1977 apud THUNG e MELO, 1998). Porém, quando a toxicidade ocorre de forma conjunta, o alumínio e o manganês retardam a germinação e as folhas ficam necrosadas como tivessem sido queimadas por herbicidas.

O cloreto é um elemento bastante comum na água e solo, principalmente da região nordeste, e ganha destaque pela sensibilidade do feijoeiro na presença deste em grandes

concentrações. De acordo com DeBouck (1976 apud Thung e Melo, 1998), concentrações de cloreto em soluções nutritivas superiores a 5 ppm e 350 ppm na solução do solo, na capacidade de campo, são prejudiciais à cultura do feijão.

Segundo Pereira *et al.* (1986 apud Thung e Melo, 1998), considera-se solos salinos aqueles que apresentam pH abaixo de 8,5, condutividade elétrica de saturação (CE) acima de 4,0 mmhos/cm e porcentagem de sódio trocável (PST) abaixo de 15; solo sódico quando apresenta pH acima de 8,5, CE abaixo de 4,0 mmhos/cm e PST acima de 15 e solo salino sódico quando o pH estiver abaixo de 8,5.

Entretanto, a função do sódio não está bem esclarecida, mas em concentrações superiores a 5 ppm reduz o crescimento do feijoeiro cultivado em solução nutritiva (DEBOUCK, 1976 apud THUNG e MELO, 1998).

2.7.1.2.3 Caupi e os problemas com a acidez do solo

A relevância do estudo e correção da acidez do solo para com a cultura do caupi, assim como em outras culturas, está no problema da toxidez causada pelo alumínio, além de inviabilizar a absorção de nutrientes como o fósforo, potássio, cálcio e magnésio, apesar dessa cultura apresentar certa tolerância a solos ácidos. Entretanto, solos com pH superior a 5,5 são mais recomendados para o plantio do feijão e abaixo disso, muitos elementos químicos essenciais ao bom desenvolvimento da planta ficam indisponíveis (ARAÚJO *et al.*, 1984).

Vieira (1998) também considera que o pH do solo que oferece as melhores condições para o desenvolvimento do feijoeiro fique na faixa em torno de 6,0, ou seja, os nutrientes como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre e boro, encontram-se em disponibilidade máxima e ainda, uma boa disponibilidade para molibdênio, ferro, cobre, manganês, e zinco; ao passo que a concentração de alumínio tóxico é reduzida ao mínimo.

De acordo com Vieira (1998), denomina-se calagem a incorporação ao solo de materiais calcários, com a finalidade de diminuir a acidez. Além disso, a calagem resulta em benefícios para a cultura do feijão como a redução da concentração de elementos tóxicos (alumínio e manganês), aumento da disponibilidade de molibdênio e fósforo, melhora a

atividade dos rizóbios e microorganismos que mineralizam a matéria orgânica, melhora as propriedades físicas do solo e favorece o desenvolvimento das raízes.

Em solos ácidos, a aplicação de calcário para neutralizar os efeitos tóxicos do alumínio e em poucas ocasiões de magnésio, torna-se indispensável, pois solos com essas características químicas prejudicam diretamente no crescimento e desenvolvimento do sistema radicular da planta (THUNG e MELO, 1998).

De acordo com Araújo *et al.* (1984), o nível de alumínio não deve ultrapassar 20% de capacidade de troca catiônica dos solos (CTC), pois a partir desse ponto, o crescimento da planta fica prejudicado, principalmente pela falta de fósforo disponível. Dessa maneira, sabendo que o problema de toxidez por alumínio é comum para quase todo território brasileiro, a aplicação de calcário é uma prática comum para correção dessa inconformidade do solo.

Segundo Araújo *et al.* (1984), a aplicação de calcário no solo produz uma série de transformações químicas importantes para o desenvolvimento da planta como:

- Diminuição da concentração de H^+ ;
- Aumento da concentração de OH^- ;
- Diminuição de solubilidade de alumínio, ferro e manganês;
- Aumento da disponibilidade de fosfatos e molibdatos;
- Aumento de cálcio e magnésio trocável;
- Aumento da saturação de base;
- Diminuição da disponibilidade de potássio e zinco;
- Favorecimento da atividade de microorganismos.

No entanto, vale salientar que o excesso pode causar a deficiência de zinco, ferro, manganês, cobre e fósforo. Portanto, é importante determinar a quantidade de calcário, para reduzir a toxidez de alumínio e aumentar o teor de cálcio e magnésio no solo, sem causar deficiência desses elementos (ARAÚJO *et al.*, 1984).

Thung e Melo (1998) também afirmam que a aplicação de calcário ou gesso pode diminuir o problema da concentração elevada de sódio no solo causada pela água de irrigação, condição bastante comum para a região nordeste brasileira onde clima é seco e a água subterrânea, normalmente, é salobra.

2.7.1.2.4 Adição de matéria orgânica

O uso de adubo orgânico na cultura do feijão caupi é comum para pequenos produtores, principalmente os produzirem em vazantes. As doses ideais variam com o tipo de solo, com a fertilidade e disponibilidade de água, oscilando entre 10 e 40 toneladas por hectare (MELO e CARDOSO, 2000).

A matéria orgânica se origina de resíduos desuniformes de plantas e animais que estão em estágio de decomposição. O seu teor no solo varia de 1 a 19%, contudo, em regiões onde predominam os Oxissolos, a matéria orgânica das terras agrícolas raramente é maior que 2%. A matéria orgânica possui uma relação geral de C:N:P:S de 100:10:2:1 (THUNG e MELO, 1998).

Segundo Thung e Melo (1998), é amplamente conhecido o efeito benéfico da matéria orgânica no solo, aumentando a aeração do solo, melhoria da capacidade de retenção de água, troca catiônica, tamponamento, na capacidade quelante, liberação de nutrientes e redução do fluxo de tóxicos como manganês e alumínio para planta. Também vale salientar que a matéria orgânica no solo aumenta a eficiência dos fertilizantes químicos.

2.7.2 Irrigação

A água é definida como importante elemento de seleção e fator limitante para muitas culturas. Sua importância fisiológica está definida pelo fato de facilitar todos os processos metabólicos da planta, já que os mesmos só ocorrem em meio aquoso. Assim, um déficit hídrico em uma planta causaria sérios danos no desenvolvimento normal de uma determinada planta. Dentre os problemas causados pela falta ou disponibilidade inadequada de água, podem ser citados: problemas na germinação, paralisação ou retardo do crescimento, comprometendo todo o desenvolvimento reprodutivo (CARDOSO *et al.*, 2000).

O feijão caupi não é uma cultura que requer bastante água, porém o mínimo exigido é de 300 mm para que a mesma produza sem a necessidade do complemento por irrigação. Desta maneira, locais com precipitações entre 250 e 500 mm são considerados

adequados para prática da cultura, porém a distribuição destas que são os fatores limitantes (CARDOSO *et al.*, 2000).

Segundo Ellis *et al.* (1994), Fancelli e Dourado Neto (1997), o déficit hídrico, no início do desenvolvimento da planta, estimula o crescimento das raízes, porém, o estresse hídrico próximo e anterior ao florescimento pode causar retardo no crescimento e limitação na produção.

O consumo de água para o feijão caupi na fase inicial de desenvolvimento da cultura raramente excede a 3,0 mm por dia, enquanto no período compreendido entre o pleno crescimento, florescimento e enchimento das vagens seu consumo pode aumentar para lâminas que variam entre 5,0 e 5,5 mm por dia, segundo Bezerra; Freire Filho (1984). Entretanto, outros pesquisadores como Andrade *et al.* (1993), obtiveram evapotranspiração de 5,0 mm por dia para cultura de feijão caupi no início do ciclo e 9,0 mm por dia quando a cultura alcançou pleno desenvolvimento vegetativo.

Assim, em cultivo de sequeiro é recomendado que o plantio seja iniciado na metade do ciclo chuvoso para variedades de feijão caupi de ciclo médio (70 a 80 dias) e dois meses antes do fim da chuva para variedades de ciclo curto (55 a 60 dias). No entanto, para culturas irrigadas, tem-se uma maior flexibilidade quanto à indicação da melhor época para o plantio, tendo o fator econômico maior peso na decisão para época de plantio (CARDOSO *et al.*, 2000).

Segundo Andrade Júnior *et al.* (2000), a quantidade necessária para o suprimento hídrico para o desenvolvimento do feijão em áreas irrigadas é feita pelo método convencional de aspersão. Esse método substitui as chuvas e que proporciona a passagem de água sob pressão em dispositivos chamados de aspersores. Além disso, podem ser projetados para funcionarem sob alta, média e baixa pressão. São empregados em diferentes tipos de culturas, solos e topografia. São mais flexíveis no manejo, exigem menos custos na implantação, podem ser portáteis, semiportáteis e fixos.

2.8 Educação ambiental e desenvolvimento sustentável

A busca de um novo modelo de desenvolvimento, que seja comprometido com a sustentabilidade do planeta, requer mudanças radicais nos comportamentos e estilos de vida da sociedade moderna, reconhecendo o papel da educação ambiental como um dos pilares a dar sustentabilidade a essas mudanças.

Nesse entendimento, a função da educação ambiental é contribuir para a formação de cidadãos mais conscientes, capazes de decidirem e atuarem nas questões que comprometam o bem-estar de cada um e da sociedade.

Segundo Silva (2001), em relação à problemática decorrente dos resíduos sólidos, vivenciada atualmente, torna-se imprescindível o exercício da cidadania e a responsabilidade ambiental de cada um. Isso porque a concretização de um trabalho efetivo, comprometido com a solução de tais problemas, só trará respostas satisfatórias se a sociedade participar. Para tanto, faz-se necessário que a população reconheça as inconveniências acarretadas pela disposição final inadequada dos rejeitos e, ao mesmo tempo, perceba que as raízes do problema estão entrelaçadas com fatores sociais, econômicos, políticos e culturais. Portanto, não podem ser previstos ou resolvidos por meios puramente tecnológicos. Devendo agir primeiramente sobre os valores, atitudes e comportamentos dos indivíduos em relação ao seu ambiente.

Os programas educativos têm como objetivo educar e informar a sociedade sobre a importância da redução, reutilização e reciclagem dos resíduos, além dos impactos provocados pelo lixo ao serem lançados inadequadamente ao ambiente. Contudo, sabe-se que não é um trabalho tão fácil, principalmente quando nos referimos aos hábitos culturais de uma sociedade.

A natureza egocêntrica do homem e seu descaso com os problemas ambientais vêm afetando cada vez mais o meio ambiente em função dessa postura. Segundo Silva (2001), o desafio deste século é recuperar a humanidade pela sensibilização ecológica, rejeitando qualquer tipo de desenvolvimento que polua ou degrade a vida e o meio ambiente.

O elemento mobilizador de mudanças significativas em todos os projetos de reciclagem de resíduos sólidos tem sido a educação ambiental. Através dela as comunidades passam a participar conscientes do seu papel como agentes de transformação do ambiente em que vivem, bem como de suas condições de vida.

Desta maneira, a coleta seletiva surge como uma das principais estratégias de minimização dos problemas causados pelo destino inadequado de resíduos. Então, a partir de contribuições acadêmicas e apoio técnico vêm para contribuir a maximização dos benefícios que podem advir desse programa. Acredita-se que o elemento mais importante, no momento, seria investir em educação ambiental como forma de desencadear a consolidação da consciência ambiental e de participação cidadã, tornando os resultados mais satisfatórios e consistentes.

A educação ambiental assemelha-se aos pilares de edifícios, pois é a base fundamental para o sucesso do programa de coleta seletiva, acreditando-se que uma sociedade mais organizada, ciente de seus direitos e deveres, tem mais capacidade de assumir sua própria transformação.

Nos dias de hoje, o conceito de Desenvolvimento Sustentável norteia a elaboração de projetos e políticas públicas, que visam criar uma relação equilibrada com o meio ambiente, e que procuram atender não só as necessidades atuais, mas também as futuras. Seu entendimento e aplicação tornam-se importantes na elaboração de propostas que busquem solucionar os problemas relacionados ao tratamento dos resíduos sólidos. Os resíduos orgânicos também merecem atenção especial, devido, entre outros aspectos, ao grande volume gerado pela sociedade. Nesse sentido é preciso utilizar-se de um modelo de gerenciamento que tenha um maior conhecimento e controle da cadeia produtiva dos produtos orgânicos para reutilização do composto orgânico de forma sustentável (MIRANDA, 2003).

A compreensão do Desenvolvimento Sustentável também é outro ponto importante para mudança de hábitos diante da problemática dos resíduos sólidos e a criação de políticas públicas coerentes.

Para Cavalcanti (1994), desenvolvimento é um processo de mudança estrutural, global e contínua, que tem como objetivo satisfazer as necessidades humanas, aumentando a

qualidade de vida de uma sociedade e atingindo níveis desejáveis de organizações. Enquanto, sustentabilidade, segundo Hogan (1993), significa uma inter-relação entre justiça social, qualidade de vida, equilíbrio ambiental e a necessidade de desenvolvimento, respeitando à capacidade de suporte do planeta.

Sabendo da importância da natureza como parte necessária e indispensável da economia moderna, bem como das vidas das gerações presentes e futuras, Binswanger (1997) concorda que o desenvolvimento sustentável significa qualificar o crescimento e reconciliar o desenvolvimento econômico com a necessidade de se preservar o meio ambiente.

Segundo Miranda (2003), os problemas ambientais nas metrópoles brasileiras têm se avolumado a passos largos e a sua lenta resolução tem se tornado de conhecimento público pela intensidade do impacto, como o aumento desmesurado de enchentes, poluição dos recursos hídricos, poluição do ar e problemas de saúde pública. Entretanto, a timidez das iniciativas e a descontinuidade das políticas têm criado um verdadeiro círculo vicioso, mas a inclusão desse problema dentro da esfera da sustentabilidade ambiental implica em uma transformação paradigmática, constituindo-se num elemento complementar para atingir-se um desenvolvimento compatível com a busca de equidade.

A reciclagem baseia-se no tratamento de resíduos ou de material usado, de forma a possibilitar sua reutilização e entra em perfeito acordo com os programas de desenvolvimento sustentável. Para Santana (2003), a reciclagem é um processo de reintrodução ou reutilização de qualquer produto ou material separado do lixo.

Com o avanço da tecnologia de reaproveitamento dos resíduos, a qualidade dos materiais reciclados vem melhorando e tornando tão boa quanto a dos produtos feitos a partir de matéria-prima virgem, além de terem, atualmente, boa aceitação pela sociedade.

De acordo com Santana (2003), dentre as vantagens para implantação de um programa de reciclagem de resíduos domiciliares, pode-se citar:

- Aumento da vida útil dos aterros, por ser menor o volume de resíduos a eles destinados;
- Início de uma consciência da comunidade sobre a relação homem/natureza e suas conseqüências;

- Diminuição do consumo de energia pelas indústrias;
- Menor custo de produção devido ao aproveitamento dos recicláveis no processo;
- Geração de empregos;

Como “peça fundamental” para desenvolvimento sustentável, a reciclagem destaca-se pelas vantagens econômicas para as indústrias, possibilitando uma redução substancial de custos com matéria-prima, bem como no seu beneficiamento. No caso do vidro e do alumínio, a reciclagem possibilita uma redução considerável nos gastos com matéria-prima e energia que os investimentos de grandes empresas em campanhas de educação ambiental direcionadas para programas de coleta seletiva de lixo são rapidamente recuperados.

De acordo com Santana (2003), a reciclagem possibilita a recuperação de materiais que seriam dispostos em lixões ou aterros e os devolve ao comércio agregando valor, mas, para movimentar este grande mercado, é necessário mão-de-obra para viabilizar algumas etapas do processo de reciclagem, utilizando-as em unidades de beneficiamento de lixo e em programas de coleta seletiva, propiciando postos de trabalho e valorização de uma parcela da sociedade tão marginalizada.

Segundo Acselrad (1999), a cidade sustentável será aquela que, para uma mesma oferta de serviços, minimiza o consumo de energia fóssil e de outros recursos materiais, explorando ao máximo os fluxos locais, satisfazendo o critério de conservação de estoques e de redução do volume de rejeitos.

Entretanto, o sucesso da gestão de resíduos está atrelado a uma mudança de comportamento de empresários e sociedade, ou seja, é preciso que se inicie uma renovação cultural, por meio da mídia, promoção de cursos nas escolas e comunidades sobre educação ambiental, incentivo financeiro às pequenas empresas recicladoras ou associações de catadores e, principalmente, tomada de uma nova postura das prefeituras quando as questões e gerenciamento dos resíduos sólidos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização geográfica e condições ambientais do experimento

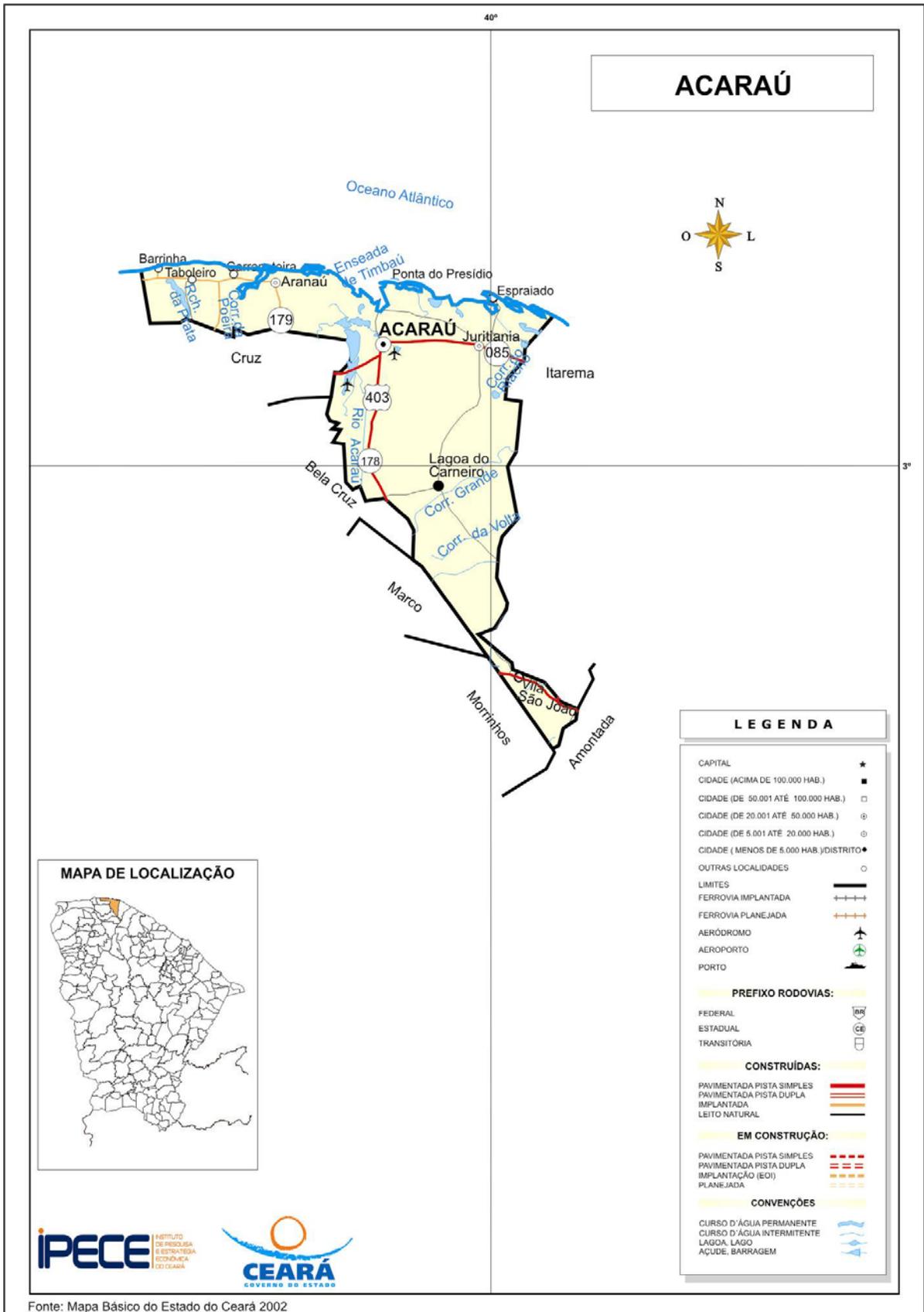
O experimento foi conduzido numa área localizada na porção norte do Estado do Ceará, entre as coordenadas geográficas 03° 11' 00'' e 03° 22' 00'' de latitude S e 40° 01' 00'' e 40° 09' 00'', no Distrito Irrigado do Baixo Acaraú (DIBAU) a 220 Km de Fortaleza, aproximadamente, o qual abrange áreas dos municípios de Acaraú, Bela Cruz e Marco.

O acesso ao DIBAU é feito por rodovias pavimentadas, partindo de Fortaleza pela BR 222, até a cidade de Umirim, e, em seguida, pela Rodovia CE-016 (Figura 3.1).

A topografia do perímetro é suavemente ondulada, porém com forte declividade longitudinal. O clima da região é classificado como Aw' tropical chuvoso segundo a classificação de Köppen, com precipitação média de 900 mm, temperatura média de 28,1°C e evaporação de 1600 mm. Em geral, os solos do local são profundos, bem drenados, de textura média ou média/leve e muito permeáveis. A fonte hídrica do perímetro irrigado é o rio Acaraú, perenizado pelas águas dos açudes públicos Paulo Sarasate, Edson Queiroz, Jaibaras e Acaraú-Mirim (DNOCS, 2006).

No período que foi conduzido o experimento, entre os meses de agosto e outubro de 2006, não foi observado qualquer precipitação na região, mas grandes variações quanto à amplitude térmica.

O solo da área utilizada como substrato para cultura foi analisado no Laboratório de Ciências do Solo do curso de agronomia da Universidade Federal do Ceará e classificado como arenoso, segundo os critérios da legenda Brasileira de Classificação do Solo (EMBRAPA, 1979).

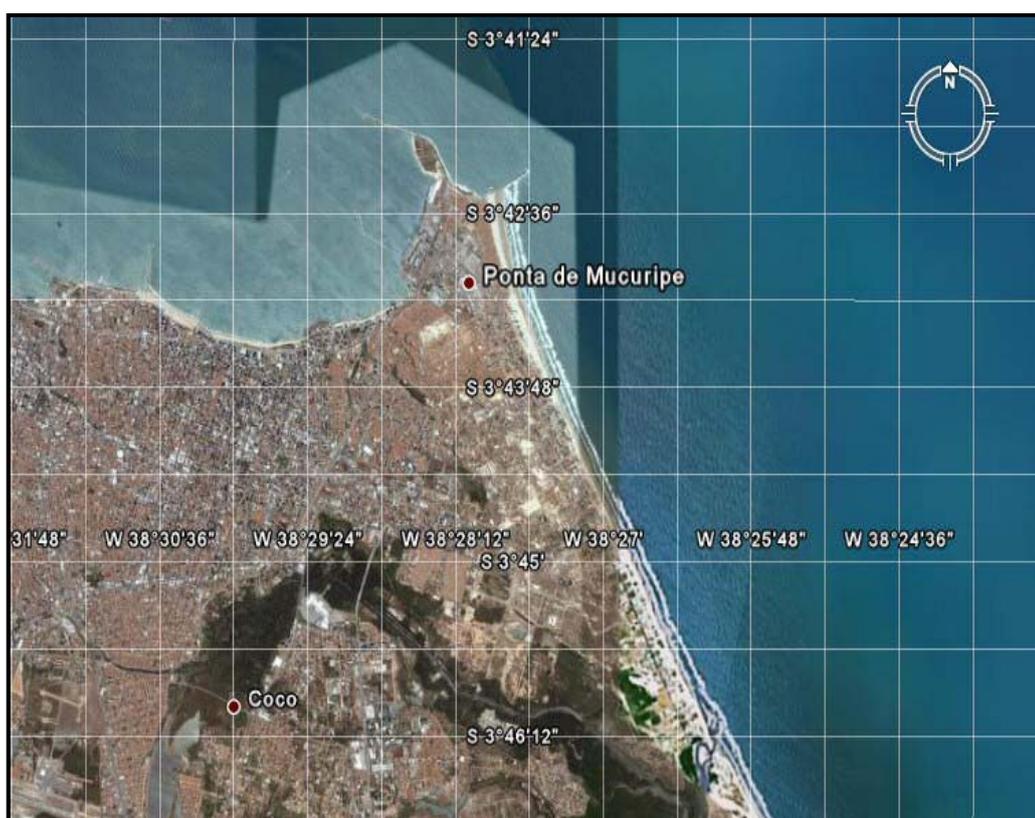


Fonte: Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará – IPECE.
 FIGURA 3.1 – Localização do município de Acaraú. Porção mais setentrional do Estado do Ceará.

3.2 Resíduos sólidos gerados nas barracas da Praia do Futuro (ZGL – 9)

Para se estimar uma produção média qualitativa e quantitativa dos resíduos sólidos gerados pelas barracas da Praia do Futuro foram amostradas três barracas para se fazer as pesagens dos seus respectivos lixos. As Figuras 3.2, 3.3 e 3.4 representam bem a localização da praia, atual ocupação das barracas de praia dessa porção da orla marítima de Fortaleza (Localizada entre as coordenadas $38^{\circ} 25' 48''$ e $38^{\circ} 28' 12''$ W e $3^{\circ} 43' 48''$ e $3^{\circ} 46' 12''$ S) e os freqüentadores desses estabelecimentos.

Nessa avaliação, coletaram-se 25 kg de lixo de cada barraca em sacos apropriados e se fez uma segregação “*in locu*” para determinação, principalmente, dos resíduos orgânicos e inorgânicos para cada um deles, além dos resíduos de caranguejo (pós-mesa). A Figura 3.5 apresenta a variedade de resíduos gerados pelas barracas de praia.



Fonte: Google Earth (2007)

FIGURA 3.2 – Vista geral da Praia do Futuro. Orla leste do município de Fortaleza – CE.

Os dados referentes à coleta e disposição final dos resíduos das barracas da Praia do Futuro foram levantados através de informações dadas pela prefeitura (EMLURB, 2006),

uma empresa terceirizada responsável pelo recolhimento do lixo de algumas barracas (BRASLIMP, 2006) e informações locais.



FIGURA 3.3 – Vista geral das barracas da Praia do Futuro do município de Fortaleza – CE.



FIGURA 3.4 – Frequêntadores da Praia do Futuro.

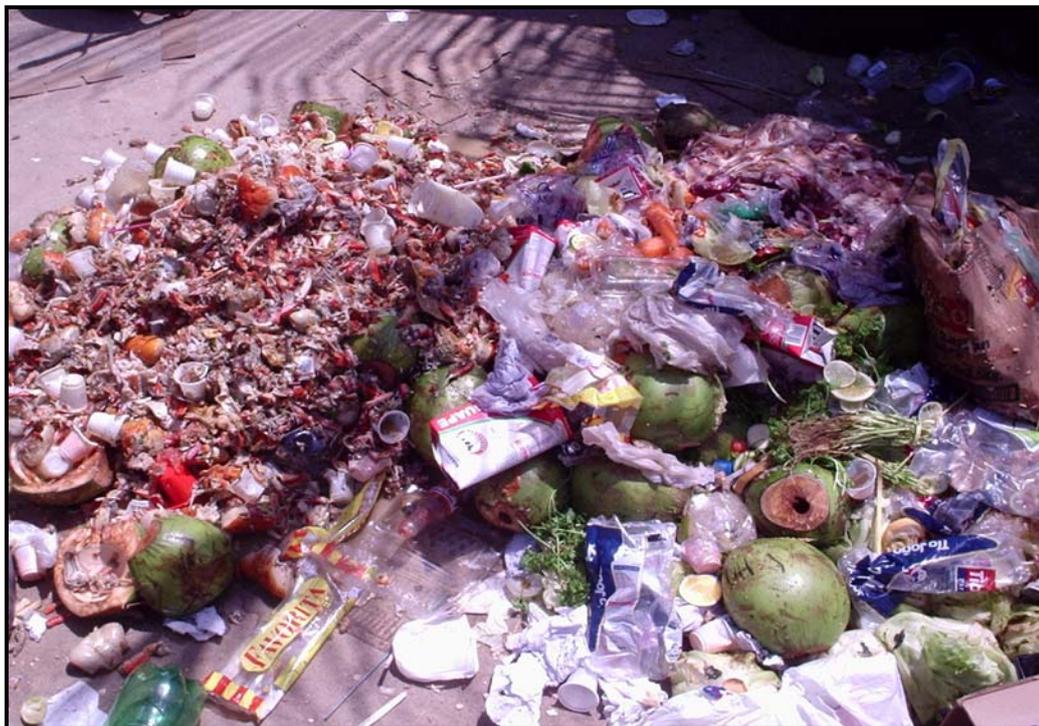


FIGURA 3.5 – Lixo gerado pelas barracas da Praia do Futuro.

3.3 Produção da farinha orgânica a partir resíduos de caranguejo

A fase de coleta do material junto às barracas da Praia do Futuro do município de Fortaleza - CE foi executada entre os meses de março a abril de 2006.

Para esse estudo foram tomados os caranguejos mortos ou descartados vindo nos “amarrados”, que não são comercializados pelas barracas de praia, devido serem facilmente disponíveis em relação aos resíduos de caranguejo produzidos após seu consumo (pós-mesa). A Figura 3.6 representa melhor o processo de tratamento inicial do caranguejo até o ponto de comercialização e o descarte do material impróprio para o consumo.

Dessa maneira, coletou-se esse rejeito em algumas barracas e em seguida foram levados para um pré-tratamento, que consistiu de uma pré-secagem sob as condições ambientais durante três ou quatro dias para retirada do excesso de umidade do material e, conseqüentemente, melhor manuseá-lo (Figura 3.7). Durante esse período, o material foi revolvido para garantir uma melhor eficiência desse processo inicial. No fim dessa etapa, o material foi levado para o Laboratório de Processos Cerâmicos do Núcleo de Tecnologia Industrial do Ceará (NUTEC) para elaboração da farinha orgânica. Todavia, antes, o material

foi novamente posto para secar em uma estufa a 80°C por 12 horas para que ele estivesse bem seco para os processos de moagem e peneiramento (Figura 3.8).



FIGURA 3.6 – Pré-tratamento e descarte do caranguejo comercializado nas barracas.



FIGURA 3.7 – Pré-secagem sob condições ambientais do material coletado nas barracas de praia.



FIGURA 3.8 – Secagem do material coletado em estufa a 80°C por 12 horas.

Neste trabalho foram feitas algumas adaptações para a metodologia proposta por Ogawa et al. (1973b) e Nunes *et al.* (1978), quando ao número da peneira e o tempo de secagem, respectivamente, para que se tivesse material em quantidade satisfatória durante todo o processo de produção e em tempo hábil.

Após a secagem do material em estufa, o mesmo foi levado para um moinho de bola para transformá-lo numa farinha bem fina e capaz de passar por uma peneira n° 20 (ABNT), ou seja, tendo como produto final partículas com diâmetro menores que 0,84 mm. Quando necessário, o material retido na peneira foi levado novamente para o processo de moagem até que o mesmo atingisse a granulometria proposta para pesquisa. As Figuras 3.9 e 3.10 mostram o moinho de bola e peneira, respectivamente, utilizados durante as etapas de produção do composto orgânico.

Após o término das etapas de secagem e moagem, a farinha orgânica de caranguejo produzida foi embalada em sacos plásticos transparentes em pesagens diferentes (300, 400 e 500g) para facilitar a distribuição da farinha orgânica durante a montagem do experimento (Figura 3.11).



FIGURA 3.9 – Foto do moinho de bola e vasos cerâmicos.



Figura 3.10 – Peneira, esferas de cerâmica e aço utilizados na produção da farinha de caranguejo.



FIGURA 3.11 – Processo de pesagem e embalagem da farinha orgânica de caranguejo a ser utilizada para montagem dos tratamentos.

3.4 Cálculo do rendimento da farinha orgânica de caranguejo

O cálculo do rendimento tem grande importância nesse estudo, pois auxiliou na determinação da quantidade de material necessário para realização do trabalho. Dessa maneira, foram montadas três amostras de três quilogramas, a partir de um montante coletado, e postas para secarem ao sol (Figura 3.12). Após três dias de secagem, o material foi conduzido para uma nova secagem em estufa para ser finalmente moído e peneirado, como descrito anteriormente.

O resultado para o cálculo do rendimento foi obtido a partir da diferença do peso inicial de cada amostra e seus respectivos pesos no fim do processo. Entretanto, o rendimento médio é dado a partir da soma dos rendimentos, divididos pelo número de amostras, como observado na fórmula a seguir:

Fórmula do Rendimento Médio:

$$\text{RM} = \frac{r_1 + r_2 + r_3 + \dots}{a_1 + a_2 + a_3 + \dots}$$

RM - Rendimento médio

a - Amostra

r – Rendimento



FIGURA 3.12 – Foto representando as amostras utilizadas para o cálculo do rendimento médio.

3.5 Composição química e análise microbiológica da farinha orgânica de caranguejo

Após o preparo da farinha orgânica, uma amostra do produto formado foi tomada para análise da composição química para que sejam determinados e quantificados seus nutrientes (macro, micronutrientes, dentre outros parâmetros), além de compará-los com os dados obtidos de uma análise feita de uma amostra de esterco bovino. As análises foram realizadas no Departamento de Ciências do Solo do Curso de Agronomia da Universidade Federal do Ceará de acordo com o manual de solos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 1979).

A análise microbiológica sugerida neste estudo teve como objetivo identificar quais microorganismos são encontrados no produto e quais se destacam pela contagem de unidades formadoras de colônias (UFC). Esta análise foi realizada na Divisão de Alimentos (DITAL) do NUTEC.

3.6 Ensaio utilizando a farinha de caranguejo como adubo orgânico na uma cultura de feijão caupi

Os ensaios utilizando a farinha de caranguejo como adubo orgânico na cultura de feijão caupi foram realizados entre os meses de agosto e outubro de 2006, sob condições naturais, em um lote agrícola (T8 A1) localizado no DIBAU, pertencente ao engenheiro agrônomo Francisco das Chagas de Vasconcelos Araújo, município de Acaraú - CE.

Para os tratamentos que receberam fertilizante químico (NPK), as dosagens foram calculadas a partir de recomendações de literatura (BNB, 1993), nas proporções 1/1; 1/2 e 1/3.

Para o estudo foram realizados vinte e dois tratamentos com quatro repetições, totalizando oitenta e oito plantas para esta pesquisa. Dessa maneira, os tratamentos adotados seguem abaixo:

- 1.1 Solo da região (Testemunho ou Controle)
- 2.1. Solo da região com 0% de farinha de resíduos de caranguejo;
- 2.2. Solo da região com 5% de farinha de resíduos de caranguejo;
- 2.3. Solo da região com 10% de farinha de resíduos de caranguejo;
- 2.4. Solo da região com 20% de farinha de resíduos de caranguejo;
- 2.5. Solo da região, 30% de farinha de resíduos de caranguejo;
- 3.1. Solo da região e 1/1 da adubação química;
- 4.1. Solo da região, 0% de farinha de resíduos de caranguejo e 1/1 da adubação química;
- 4.2. Solo da região, 5% de farinha de resíduos de caranguejo e 1/1 da adubação química;
- 4.3. Solo da região, 10% de farinha de resíduos de caranguejo e 1/1 da adubação química;
- 4.4. Solo da região, 20% de farinha de resíduos de caranguejo e 1/1 da adubação química;
- 4.5. Solo da região, 30% de farinha de resíduos de caranguejo e 1/1 da adubação química;
- 5.1. Solo da região, 0% de farinha de resíduos de caranguejo e 1/2 da adubação química;
- 5.2. Solo da região, 5% de farinha de resíduos de caranguejo e 1/2 da adubação química;

- 5.3. Solo da região, 10% de farinha de resíduos de caranguejo e 1/2 da adubação química;
- 5.4. Solo da região, 20% de farinha de resíduos de caranguejo e 1/2 da adubação química;
- 5.5. Solo da região, 30% de farinha de resíduos de caranguejo e 1/2 da adubação química;
- 6.1. Solo da região, 0% de farinha de resíduos de caranguejo e 1/3 da adubação química;
- 6.2. Solo da região, 5% de farinha de resíduos de caranguejo e 1/3 da adubação química;
- 6.3. Solo da região, 10% de farinha de resíduos de caranguejo e 1/3 da adubação química;
- 6.4. Solo da região, 20% de farinha de resíduos de caranguejo e 1/3 da adubação química;
- 6.5. Solo da região, 30% de farinha de resíduos de caranguejo e 1/3 da adubação química.

A cultivar de feijão utilizada foi a EPACE 10, escolhida para pesquisa por ser uma cultura de ciclo curto (precoce) bastante comum no nordeste brasileiro e por produzir vagens maduras entre 65 -75 dias (EMBRAPA / Meio – Norte, 2006). As sementes da cultivar EPACE – 10 usadas na pesquisa foram adquiridas em uma casa de produtos agrícolas localizada na BR – 166.

Foram realizadas observações quanto ao desenvolvimento das plantas e sanidade. Os dados, relativos à produtividade, foram submetidos a um tratamento estatístico para confiabilidade dos resultados.

3.6.1 Montagem e coleta dos dados dos tratamentos

O experimento foi realizado no segundo semestre de 2006, entre os meses de agosto e outubro, numa área de 140 m² (20m x 7m). O solo foi previamente separado, peneirado em uma malha de 2 mm e exposto ao Sol por três dias para retirada da umidade, antes de ser utilizado (Figura 3.13).

Para montagem dos vinte e dois tratamentos foram utilizadas quantidades iguais de substrato, seis quilogramas de solo da região (profundidade de até 20 cm), diferentes aplicações de fertilizante químico e/ou dosagens para farinha orgânica de caranguejo (Figuras 3.14; 3.15; 3.16).

O plantio em sacos individuais ocorreu no dia 4 de agosto e a colheita se deu no dia 30 de outubro, totalizando 85 dias. A colheita foi manual e foi iniciada 65 dias após a semeadura. O espaçamento adotado foi 1,0 x 0,5 metros.



FIGURA 3.13 – Coleta de solo do local e retirada de partículas maiores que 2 mm com auxílio de uma peneira de construção civil.



FIGURA 3.14 – Etapa de montagem do experimento.



FIGURA 3.15 – Placas indicando os tratamentos e respectivas dosagens.



FIGURA 3.16 – Cultura com 15 dias de desenvolvimento.

A adubação química de fundação (1/1) foi realizada em função da dosagem recomendada, correspondendo a 20 kg/ha de N, 60 kg/ha de P_2O_5 , 10 kg/ha de K_2O . Para adubação de cobertura foi utilizado o cloreto de potássio 15 dias após a sementeira.

Na montagem do Controle ou Testemunho foi colocado apenas nos sacos o solo da região como substrato para a cultura de feijão-caupi, o que irá revelar apenas os dados sem interferência da adubação química ou orgânica, tornando-se como referência para comparação com os demais tratamentos sugeridos.

Quanto aos tratamentos 2.1 – 2.5, todos eles continham substrato, porém diferiam em relação às dosagens de farinha orgânica de caranguejo aplicadas para cada um deles, ou seja, os tratamentos em que eram aplicadas as doses de 0%, 5%, 10% e 20%, recebiam respectivamente 0, 300, 600, 1200 e 1800 gramas desse composto orgânico, respectivamente. Igualmente aplicadas para os tratamentos que seguem essa mesma linha de raciocínio.

O tratamento 3.1 recebeu apenas o solo da região como substrato e adubação química. Essa aplicação de fertilizante químico é baseada em literatura (BNB, 1993). Para um saco contendo seis quilogramas de substrato foi necessário a aplicação de 1,0 g de sulfato de amônio; 4,0g de superfosfato simples; 0,8g de cloreto de potássio na montagem e 0,5 g como adubação de cobertura após 15 dias da germinação; 4,0 g de FTE BR-12 (micronutrientes) e 5,0 g de calcário dolomítico.

Os tratamentos 4.1 – 4.5 receberam, durante a fase de montagem, solo da região, fertilizante químico (1/1), de acordo com a recomendação citada em literatura e descrita no parágrafo anterior, além das dosagens de farinha de caranguejo referidas nos tratamentos 2.1 – 2.5.

Os tratamentos 5.1 – 5.5 receberam solo da região, dosagens diferentes de farinha orgânica de caranguejo, porém foram aplicados em cada um deles apenas metade (1/2) da adubação química recomendada em literatura para que fossem observados os resultados de produtividade da cultura com uma redução de 50% de fertilizante químico.

Da mesma maneira, os tratamentos 6.1 – 6.5 receberam substrato, dosagens diferentes de farinha orgânica, mas a aplicação de fertilizante químico foi reduzida para um terço da recomendada (1/3) com a mesma finalidade dos tratamentos 5.1 - 5.5, verificar o efeito da redução da adubação química na produtividade.

Quanto à sementeira, foram colocados cinco sementes em cada saco para que se tivesse uma margem de segurança quanto à germinação das mudas. Após quinze dias, foram feitos desbastes para que fosse deixando apenas duas plantas por saco a fim de que se evitasse uma grande densidade e competição entre elas. A colheita das vagens para análise dos dados obtidos ocorreu quando as mesmas estavam maduras, ou seja, visualmente com uma tonalidade pastel e bem secas.

As respostas de fenologia, como altura da planta, e de produção, como número de vagens, tamanho das vagens, peso das vagens, número de sementes por vagens e peso de cem sementes, foram levantadas com auxílio de uma trena milimetrada e uma balança analítica, respectivamente, do Laboratório de Fitossanidade localizado no Perímetro Irrigado do Baixo Acaraú (Figuras 3.17; 3.18).



FIGURA 3.17 – Pesagem dos grãos de feijão caupi.



Figura 3.18 – Medida do comprimento das vagens maduras colhidas.

3.6.2 Irrigação

As lâminas médias d'água utilizadas no experimento foram calculadas a partir das lâminas de irrigação das três fases fenológicas do feijão caupi (vegetativa, floração e enchimento), baseado no trabalho de Souza *et al.* (2005), os quais calculam do coeficiente de cultura (kc) do feijão caupi em região litorânea do Ceará. O Quadro 3.1 abaixo apresenta a lâmina de irrigação média do trabalho citado.

QUADRO 3.1 - Lâmina de irrigação média

Período	Lâmina de irrigação média
19/07 – 20/08	3,6 mm
21/08 – 05/09	6,9 mm
06/09 – 23/09	5,4 mm

Fonte: Souza *et al.*, (2005).

A rega dos sacos era realizada duas vezes por dia, no fim da manhã e no final da tarde, ou seja, a lâmina diária era dividida a fim de que toda água disponível fosse aproveitada pela planta com o mínimo de perda por evaporação.

O volume em mililitros (mL) foi calculado a partir do produto da área superficial do saco de muda pela lâmina de irrigação média utilizada.

Fórmula:

$$V = A \times Lm$$

V – Volume em mL

A – Área superficial do saco de muda

Lm – Lâmina de irrigação média

Então, a partir de um saco de muda de raio de 20 cm, calcula-se que o volume de água para as lâminas utilizadas são:

a) Primeiro período fenológico

$$V = (\pi \times R^2) \times Lm$$

$$V = 3,14 \times 400 \text{ cm} \times (3,6 \text{ mm})$$

$$V = 3,14 \times 400 \text{ cm} \times 0,36 \text{ cm}$$

$$V = 452,16 \text{ cm}^3 \text{ ou } 452,16 \text{ mL}$$

b) Segundo período fenológico

$$V = (\pi \times R^2) \times Lm$$

$$V = 3,14 \times 400 \text{ cm} \times (6,9 \text{ mm})$$

$$V = 3,14 \times 400 \text{ cm} \times 0,69 \text{ cm}$$

$$V = 866,64 \text{ cm}^3 \text{ ou } 866,64 \text{ mL}$$

c) Terceiro período fenológico

$$V = (\pi \times R^2) \times Lm$$

$$V = 3,14 \times 400 \text{ cm} \times (5,4 \text{ mm})$$

$$V = 3,14 \times 400 \text{ cm} \times 0,54 \text{ cm}$$

$$V = 678,24 \text{ cm}^3 \text{ ou } 678,24 \text{ mL}$$

A irrigação foi manual e com a utilização de um recipiente plástico de PET marcado com as medidas em volume. A água utilizada para o experimento foi originada de um poço localizado próximo ao local do experimento e de acordo com suas características

analisadas pelo Laboratório de Solo e Água do Departamento de Ciências do Solo da UFC, verificou-se que a mesma era recomendada para irrigação.

3.6.3 Práticas culturais

Foram realizados tratos culturais manuais, quando necessário, para retirada de ervas daninhas e controle de pragas. O emprego de inseticida e fungicida foi administrado com a utilização de uma bomba costal de 20 litros.

3.7 Tratamento estatístico

O tratamento estatístico foi iniciado com a de coleta dos dados e “alimentação” do banco de dados. Realizou-se uma pré-análise dos dados para avaliar o comportamento dos mesmos, ou seja, se eram ou não normalizados, homogêneos e independentes. Após essa verificação foi feita a estatística descritiva dos dados coletados, a Análise de Variância e Teste de Tukey, para que as médias fossem comparadas. Para esse estudo e determinação de qual ou quais tratamentos se destacam e oferecem as melhores respostas de produtividade para os testes de dosagens desse produto orgânico com fertilizante químico em uma cultura de feijão-caupi. Além disso, também foram feitas análises de correlação entre os parâmetros de produtividades. Para as análises propostas, utilizou-se o *software Statistical Package for Social Sciences* (SPSS 13.0) e o *Microsoft Excel* para o tratamento dos dados.

Exceto para variável “altura da planta”, o delineamento adotado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições.

3.7.1 Procedimentos de análise e tratamento dos dados

A análise iniciou pela verificação dos dados para saber se os mesmos atendiam as seguintes pressuposições básicas para elaboração de uma análise de variância, ou seja, determinar se os erros são variáveis aleatórias (não apresentam vícios) com distribuição normal de média zero, as variâncias são constantes e as observações são independentes.

- Normalidade dos dados: Para saber se é razoável pressupor que os erros têm distribuição normal de média zero, deve ser feita à análise dos resíduos. Para fazer essa análise que é gráfica, é preciso:
 - a) Calcular os resíduos: $e_{ij} = Y_{ij} - y_i$
 - b) Apresentar os resíduos em um histograma para analisar se a aparência lembra uma distribuição normal centrada no zero.
- Homocedasticidade: Para fazer uma análise de variância, é preciso pressupor que os erros são variáveis aleatórias constantes. De qualquer forma, se os tratamentos têm o mesmo número de repetições, as transgressões moderadas dessa pressuposição têm pouca ou nenhuma importância prática. Aliás, o uso de número igual de repetições é a melhor proteção contra os efeitos da heterocedasticidade. Para essa análise foi feito diagrama de dispersão para representar a média e o desvio padrão de cada uma das amostras (altura da planta, número de vagens, tamanho das vagens, peso das vagens, número de sementes por vagens e peso de cem sementes). Se não existir correlação entre médias e desvios padrões, ou seja, a dispersão dos dados não aumenta quando as médias aumentam, ou seja, a variância é constante.
- Correlação: Estudo que verifica se existe alguma correlação entre os dados, ou seja, verifica-se a “força” da relação entre elas. Um coeficiente de correlação com $\pm 0,7$ ou $\pm 70\%$ é considerado como uma correlação boa e acima de $\pm 80\%$ ótima, ou seja, relacionamento positivo, caso contrário, a correlação é considerada fraca. O teste é analisado através da hipótese nula (Não há correlação significativa) contra a hipótese alternativa (Há correlação significativa).
- Independência: Para fazer uma análise de variância, é preciso pressupor que os erros são variáveis aleatórias independentes através do estudo de correlação dos resíduos dos dados estudados. O teste é analisado através da hipótese nula (Não há correlação significativa entre os resíduos) contra a hipótese alternativa (Há correlação significativa entre os resíduos).

- Estatística descritiva: A descrição estatística de cada parâmetro de produtividade (altura da planta, número de vagens, tamanho das vagens, peso das vagens, número de sementes por vagens e peso de cem sementes) leva em consideração a média, o desvio padrão e o coeficiente de variação (CV).
- A análise de variância (ANOVA): é uma metodologia estatística cujo objetivo é decidir se existem ou não diferenças significativas entre as médias de várias amostras de uma variável numérica, definidas por diferentes tratamentos ou níveis de influência de um fator. O teste se baseia numa amostra extraída de cada população. A ANOVA calcula a variabilidade total existente na característica ou variável em análise, e particiona esta variabilidade como sendo devida fundamentalmente a duas causas: uma causa determinística, que é o fato de as amostras serem sujeitas a tratamentos distintos (variabilidade entre tratamentos); causas aleatórias ou erro experimental, que engloba todas as restantes fontes de variabilidade, com exceção dos diferentes tratamentos (variabilidade residual ou erro experimental). Se a análise de variância nos levar a aceitar a hipótese de nulidade, concluiremos que as diferenças observadas entre as médias amostrais são devidas a variação aleatórias na amostra. No caso de rejeição da hipótese de nulidade, concluiremos que as diferenças entre as médias amostrais são demasiadamente grandes para serem devidas apenas à chance (e, assim, que as médias das populações não são iguais). (STEVENSON, 1981).
- Testes Estatísticos: O teste estatístico dá ao pesquisador condições de fazer inferência, através do nível de significância, ou seja, na implicação de que é muito provável que um resultado similar ao que foi obtido na amostra, teria sido obtido se a população tivesse sido estudada. Mas muito provável não significa certo. Então a conclusão do teste estatístico está associada a algum tipo de erro. Os testes estatísticos põem à prova hipóteses a respeito da população. Então, elaboram-se duas hipóteses, sendo: H_0 (hipótese de nulidade) e H_1 (hipótese alternativa). Para se decidir por uma das hipóteses, os dados devem ser submetidos a um teste estatístico e interpretado de maneira cautelosa e sensata. Dentre os testes nesse estudo estão:

- Teste Tukey: O teste de Tukey permite discriminar as médias diferentes entre si. O teste de Tukey permite estabelecer a diferença mínima significativa (d.m.s), ou seja, a menor diferença de médias de amostras que deve ser tomada como estatisticamente significativa, em determinado nível (VIEIRA, 1999). Para comparar as médias de tratamentos duas a duas, aplica-se o teste de Tukey que, neste caso, é aproximado, porque os tratamentos têm número diferente de repetições. Mas para se chegar ao teste de Tukey é necessário aplicar a técnica da ANOVA (Análise de Variância).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Produção e destino final dos resíduos sólidos gerados nas barracas da Praia do Futuro

Os dados levantados sobre os resíduos sólidos gerados pelas barracas de praia revelam que os mesmos estão incluídos na Classe tipo II e de origem comercial, segundo a classificação dada pela ABNT NBR – 10004/1987 revisada em (2004).

Então, durante essa etapa de segregação e pesagem do lixo, observou-se que a maior parcela dos resíduos coletados era de origem orgânica. Esse resultado obtido, a partir de uma análise gravimétrica dos rejeitos de três barracas amostradas da Praia do Futuro, já era esperado devido o tipo de estabelecimento, sendo sua maior parte constituída de restos de alimentos.

Como está apresentado no Quadro 4.1, o estudo não teve como objetivo qualificar de forma aprofundada as proporções de cada tipo de resíduo, mas, de maneira geral, saber a proporção dos rejeitos de caranguejo dentre os demais de origem orgânica e inorgânica, o qual é um dos focos principais da pesquisa.

Assim, como referido no quadro abaixo, os resíduos oriundos dos restos de caranguejo correspondem ao maior percentual (52%) do total do lixo coletado para pesquisa em relação aos outros de origem orgânica (35,34%) e outros resíduos (12,66%).

QUADRO 4.1 – Dados quantitativos e qualitativos de três amostras de resíduos gerados pelas barracas.

Dados sobre o lixo das Barracas da Praia do Futuro - 17/12/06						
Barracas	a	b	c	Soma	Média	%
Resíduo de caranguejo	12,5	13	13,5	39	13	52
Outros Resíduos orgânicos						
Coco	5	3,5	4	12,5	4,17	16,67
Restos de Crustáceos, Peixes, Frutas e Verduras	5	4,5	4,5	14	4,66	18,67
Outros Resíduos	2,5	4	3	9,5	3,17	12,66
Papel						
Papelão						
Plásticos						
Garrafas						
Latas						
Vidros						
Total (Kg)	25	25	25	75		100

Os dados levantados revelam que os resíduos produzidos pelas barracas de praia do município de Fortaleza, de maneira geral, possuem um grande percentual de matéria orgânica, porém, bem superior ao número nacional citado por Grossi (1993 apud ALVES, 1998) e IPT/CEMPRE (2000).

Esses dados apresentados não revelam apenas o grande percentual de resíduos orgânicos gerados pelas barracas de praia, mas o enorme potencial desses rejeitos em serem aproveitados e reciclados (IPT/CEMPRE, 2000). Contudo, segundo as empresas responsáveis pelo recolhimento desses resíduos, esses rejeitos coletados não passam por qualquer tratamento ou processo de reaproveitamento, sendo encaminhados para o aterro sanitário do município de Caucaia.

O processo de recolhimento do lixo dessa Zona Geradora de Lixo - 9 (ZGL 9) é periódico, intensificado aos fins-de-semana ou quando os estabelecimentos acionam a atual empresa terceirizada (BRASLIMP) e prefeitura. Contudo, essa empresa particular contratada recolhe apenas o lixo de vinte e uma barracas de pequeno, médio e grande porte, ou seja, responsáveis por gerarem em média 700, 2.100 e 19.700 litros.mês⁻¹ de resíduos, respectivamente. Em 2006, as barracas que tiveram o lixo recolhido por essa empresa contratada geraram em média 62 toneladas.mês⁻¹, enquanto as barracas de pequeno porte e que geravam volumes inferiores a 200 litros.mês⁻¹ eram assistidas pela prefeitura, cabendo a EMLURB recolher o lixo desses estabelecimentos, tendo como produção média nesse ano de 19 toneladas.mês⁻¹.

Além dos rejeitos de caranguejo, as pesagens dos resíduos de coco foram determinadas separadamente, pois, durante essa etapa da pesquisa, ganharam destaque em relação ao montante. Segundo informações colhidas no local de estudo, os restos do coco são, praticamente, os únicos rejeitos recolhidos pelos mesmos fornecedores com a finalidade de serem revendidos, principalmente para o setor industrial.

Todavia, o que mais chama atenção é o potencial reciclável que o lixo das barracas da Praia do Futuro possui, tendo aproximadamente 87,34% (Quadro 4.2) de matéria orgânica total dos resíduos coletados para pesquisa. Isso também se deve ao tipo de estabelecimento estudado, tendo, principalmente, resíduos de cozinha em sua composição.

QUADRO 4.2 - Dados sobre o percentual dos resíduos orgânicos gerados pelas barracas da Praia do Futuro.

	Resíduo orgânico originado a partir de alimentos					
	a (Kg)	b (Kg)	c (Kg)	Soma	Média	%
Soma	22,5	21	22	65,5 (Kg)	21,83 (Kg)	87,34

4.2 Rendimento da farinha orgânica de caranguejo

Antes do início das coletas de caranguejo morto para produção da farinha orgânica foi realizado um cálculo de rendimento da farinha para se saber, aproximadamente, a quantidade necessária para execução do experimento. Então, como descrito anteriormente, foram separados três amostras de três quilogramas e colocadas para passarem pelas etapas de pré-secagem, secagem em estufa e moagem até transformá-las no produto do estudo.

Então, após essas etapas, as três amostras foram pesadas e, a partir dos valores encontrados, tirado uma média para se saber o rendimento médio do produto, ou seja, quando de farinha orgânica de caranguejo será produzido de cada amostra.

Para o cálculo de rendimento da farinha orgânica de caranguejo, o resultado de 24,11% (Quadro 4.3) mostrou-se bastante aproximado em relação ao rendimento encontrado por outros pesquisadores (OGAWA *et al.*, 1973b). Contudo, mesmo sendo um rendimento baixo para que se é exigido numa agricultura de larga escala, o volume de resíduos de caranguejo produzidos pelas barracas de praia, a partir das 75 toneladas.mês⁻¹ consumidas no município de Fortaleza, de acordo com IBAMA (2006), possivelmente teria capacidade de atender projetos de pequeno porte como o da agricultura familiar ou mesmo misturado com outros compostos orgânicos para suplemento e enriquecimento dos mesmos com seus nutrientes.

QUADRO 4.3 – Cálculo do rendimento do adubo de caranguejo.

Cálculo do Rendimento do Adubo de Caranguejo				
Amostras	A	B	C	Unidade
Coleta	3	3	3	Kg
Produto Final	710	660	800	g
Média	723,33			g
Rendimento Médio	24,11			%

OBS: O tempo gasto para moagem completa do material variou entre 10 e 12 horas.

Uma das propostas do projeto é o aproveitamento dos resíduos de caranguejo jogados no lixo e que seriam levados para o aterro sanitário de Fortaleza sem um aproveitamento adequado. Sabendo da composição química desse animal estudado por outros pesquisadores, levantou-se a hipótese de reciclagem desse material passível de reaproveitamento. Mas, além dos testes de fertilidade e de produtividade conduzidos nesta pesquisa, verificou-se a quantidade em gramas de resíduos com granulometria inferior a 0,84 mm em 4, 6, 8, 10 e 12 horas de moagem para dez amostras de 1 kg.

Assim, observou-se que 64,1% dos resíduos colocados para moagem atingiram a granulometria desejada para o estudo nas quatro primeiras horas, no entanto, os 35,9% restantes foram novamente moídos até que fosse alcançado o produto, sendo necessário aproximadamente 12 horas para alcançar uma granulometria inferior a 0,84 mm (Quadros 4.4 e 4.5). Isso se deve, principalmente, a dureza do material que compõe o exoesqueleto desses crustáceos.

QUADRO 4.4 – Produção da farinha orgânica de caranguejo em granulometrias inferiores a 2,0 mm durante 4 horas de moagem.

PRODUÇÃO DE ADUBO DE CARANGUEJO							
		Granulometria das Peneiras (diâmetro)					
		Em 4 Horas de Moagem					
	Quantidade	> 0,297 mm	> 0,84 mm	> 1,2 mm	> 2,0 mm	< 2,0 mm	Unidade
1	1 kg	240	400	100	200	60	g
2	1 kg	320 g	300	120	200	60	g
3	1 kg	260	300	130	240	70	g
4	1 kg	240	310	140	250	60	g
5	1 kg	340	340	120	160	40	g
6	1 kg	350	340	110	150	50	g
7	1 kg	290	320	110	220	60	g
8	1 kg	280	310	110	240	60	g
9	1 kg	360	360	120	120	40	g
10	1 kg	390	360	110	110	30	g
Total	10 kg	3070	3340	1170	1890	530	g
Soma		6410		3590			g
Porcentagem		64,1		35,9			%

Obs: Para efeito de cálculo foram utilizados no total 10 kg.

QUADRO 4.5 - Produção da farinha orgânica de caranguejo em granulometria inferior a 0,84 mm em 6, 8, 10 e 12 horas de moagem.

Produção Residual após 4 horas	Em 6 Horas de Moagem	Em 8 Horas de Moagem	Em 10 Horas de Moagem	Em 12 Horas de Moagem	Unidade
Produção de Adubo	1080	1150	780	580	g
Percent (Partíc < 0,84 mm de diâmet)	10,8	11,5	7,8	5,8	%
SOMA	22,3		13,6		%

4.3 Análise química e microbiológica

Foram realizadas análises químicas no Laboratório de Análise de Solo no Departamento de agronomia da Universidade Federal do Ceará – UFC de amostras de caranguejo morto, pós-mesa e esterco bovino para determinação dos principais parâmetros de fertilidade de adubo orgânico.

Dentre principais parâmetros analisados, o nitrogênio, fósforo e magnésio, a farinha orgânica de caranguejo morto e dos resíduos do “pós-mesa” ganharam destaque pelos valores percentuais, chegando a ser, aproximadamente, de duas a quatro vezes superior ao percentual do esterco bovino. Entretanto, os percentuais de cálcio para as amostras orgânicas de caranguejo foram mais de vinte vezes superior ao encontrado na mesma amostra de esterno analisada (Quadro 4.6).

Quanto aos micronutrientes, observou-se que resultados para os parâmetros de ferro, cobre e manganês para o esterco bovino foram bem superiores em relação aos dois tipos de farinha orgânica de caranguejo, exceto para zinco, que apresentou, para farinha de caranguejo morto, um valor aproximado ao esterco bovino, diferentemente do “pós-mesa”.

QUADRO 4.6 – Dados sobre as análises das amostras de resíduos de caranguejo e esterco bovino.

	Dados Nutricionais do Material Utilizado em Estudo			
	Caranguejo - morto	Caranguejo - Pós-mesa	Esterco Bovino	Unidade
Nitrogênio	2,13	1,71	0,85	%
Fósforo	0,59	0,5	0,16	%
P ₂ O ₅	1,35	1,14	0,37	%
Potássio	0,24	0,08	0,6	%
K ₂ O	0,29	0,1	0,73	%
Cálcio	22,01	26,79	0,99	%
Magnésio	1,54	1,76	0,5	%
Ferro	819,21	310,83	1423,77	ppm
Cobre	5,63	13,66	17,6	ppm
Zinco	63,39	44,51	62,39	ppm
Manganês	8,06	24,39	271,18	ppm
Cloretos	0,98	0,54	-	g/Kg
Sódio	1,96	1,68	-	g/Kg
Enxofre	-	-	-	
Matéria Orgânica - MO	19,55	16,49	22,18	%
pH	9,3	9,5	8,1	(1:25)
Condutividade Elétrica - CE	6,07	4,7	-	dS/m

Os teores de matéria orgânica existentes nas três amostras analisadas mostram-se bastante aproximados, o que sugere a boa quantidade desse parâmetro nas amostras que contém caranguejo. Resultado bastante animador, pois, os efeitos positivos da matéria orgânica no solo citados por Thung e Melo (1998) e Albuquerque (2003), ajudam a valorizar e revelar o grande potencial desse composto Orgânico.

Os parâmetros analisados no composto de caranguejo e respectivos percentuais apresentados no Quadro 4.6 mostram resultados também interessantes e a presença destes no composto orgânico, muitas deles em proporções bastante superiores aos encontrados em um esterco de gado tomado para comparação, contribuíram significativamente para um bom desempenho da cultura, ótimas respostas de produtividade dos tratamentos que receberam esse adubo, além de contribuir para o desenvolvimento de plantas saudáveis e sem problemas causados pela carência ou toxicidade dos nutrientes (THUNG e MELO, 1998; VIEIRA, 1998; MELO e CARDOSO, 2000).

Os pH's das amostras compostas de resíduos de caranguejo apresentaram valores maiores, em relação ao do esterco de gado, e dentro da faixa alcalina, decorrente a grande quantidade de carbonato de cálcio que faz parte da composição estrutural desse crustáceo (RUPERT e BARNES, 1996). Entretanto, segundo Araújo *et al.* (1984) e Vieira (1998), solos com valores de pH acima de 5,5 contribuem bastante para um desenvolvimento adequado ao feijoeiro, além de ser uma faixa ótima para disponibilidade máxima de muitos nutrientes para a planta. Assim, esse composto orgânico alternativo se apresenta como uma excelente fonte de cálcio, contribuindo para melhoria e correção dos solos.

Os percentuais de sódio e cloretos nas duas amostras de caranguejo, em relação aos demais parâmetros, também merecem bastante atenção, pois o maior problema é o efeito acumulativo dos mesmos no solo (SANTAMARTA, 2001). Entretanto, de acordo com Thung e Melo (1998), a aplicação de calcário ou gesso pode diminuir o problema da concentração elevada de sódio no solo causada pela água de irrigação, fato que esse produto orgânico pode auxiliar de forma satisfatória não apenas para o feijão, mas para muitas outras culturas, já que o solo da Região Nordeste possui, de maneira geral, características salinas.

De maneira geral, os fertilizantes oriundos de resíduos de caranguejo mostraram-se bastante interessantes em alguns parâmetros, principalmente macronutrientes e matéria orgânica, quando comparados com o esterco de gado. Contudo, outros parâmetros como os micronutrientes não foram tão satisfatórios. Mas o que merece atenção são os parâmetros de pH, sódios e cloretos pelos seus efeitos no solo quando aplicados de forma inadequada, podendo causar a perda de fertilidade do solo. Assim, sugere-se que sejam feitas avaliações antecipadas do tipo de solo que irá receber esse tipo de fertilizante orgânico para se evitar danos futuros e comprometer a produtividade de uma cultura.

A análise microbiológica realizada na Divisão de Alimentos - DITAL do Núcleo de Tecnologia Industrial – NUTEC, realizada de acordo com a metodologia sugerida por APHA (2001), revelou a presença de microorganismos aeróbios mesófilos viáveis, bolores e leveduras na farinha orgânica de caranguejo. O Quadro abaixo apresenta a contagem dos mesmos:

QUADRO 4.7 – Resultado da análise microbiológica da amostra de farinha orgânica de caranguejo

Resultados dos Ensaio Microbiológicos	Parâmetro / Contagem (UFC/g)
Parâmetro	Contagem (UFC/g)
Contagem de aeróbios mesófilos viáveis	$1,0 \times 10^4$
Bolores e Leveduras	5×10
UFC: Unidades Formadoras de Colônia	

No processo de identificação dos microorganismos do objeto de estudo, apenas o fungo *Aspergillus nidulans* foi identificado pelos técnicos do NUTEC, patógeno bastante encontrado em água, solo, ar e principalmente em matéria orgânica em decomposição (ALEXOPOULOS, 1996). Apesar disso, sugere-se que outros estudos sobre esse novo material utilizado como fertilizante orgânico sejam realizados para identificação de outros patógenos ou fitopatógenos. Porém, estudos na área da medicina atribuem esse gênero como responsável pela aspergilose broncopulmonar, doença que compromete o bom funcionamento das vias aéreas e que se não for bem tratada pode levar o paciente a morte (TELLES FILHO, 2006).

4.4 Tratamento estatístico dos dados levantados

4.4.1. Análise da normalidade dos dados:

4.4.1.1 Altura da planta

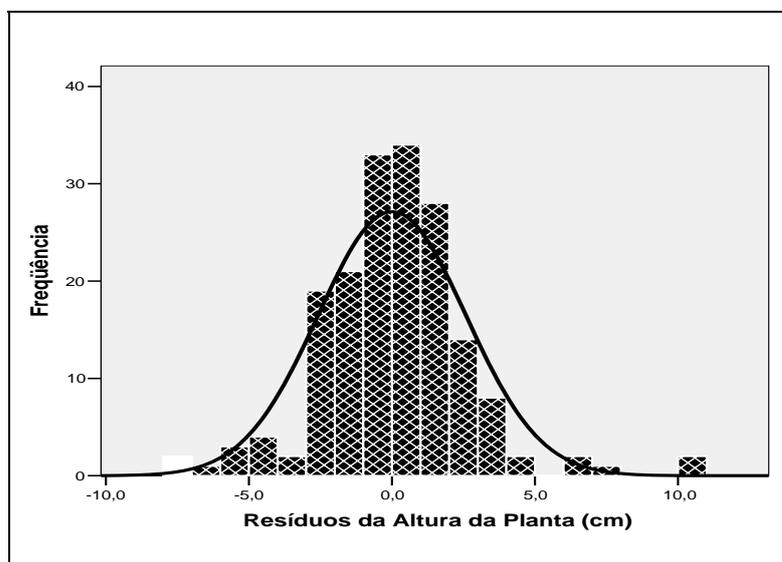


FIGURA 4.1 - Histograma dos resíduos da Altura da planta.

Na Figura 4.1, verifica-se que os resíduos calculados para a Altura da planta se aproximam de uma normal. É verdade que existe flutuação, mas como o número de observações é pequeno, a flutuação observada é aceitável, de acordo (VIEIRA, 1999). Então a pressuposição de normalidade é satisfeita para se fazer à análise de variância (ANOVA).

4.4.1.2. Número de vagens

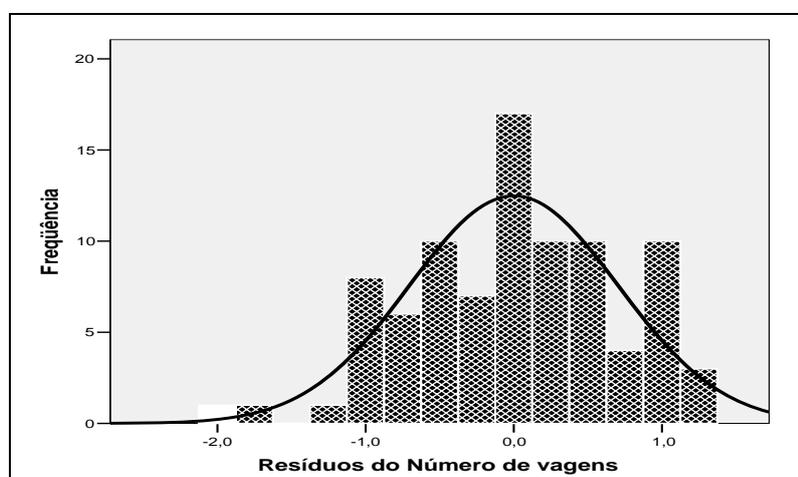


FIGURA 4.2 - Histograma dos resíduos do Número das vagens.

Na Figura 4.2, verifica-se que os resíduos calculados para o Número de vagens se aproximam de uma normal. Então a pressuposição de normalidade é satisfeita para se fazer o estudo de análise de variância (ANOVA).

4.4.1.3. Tamanho das vagens

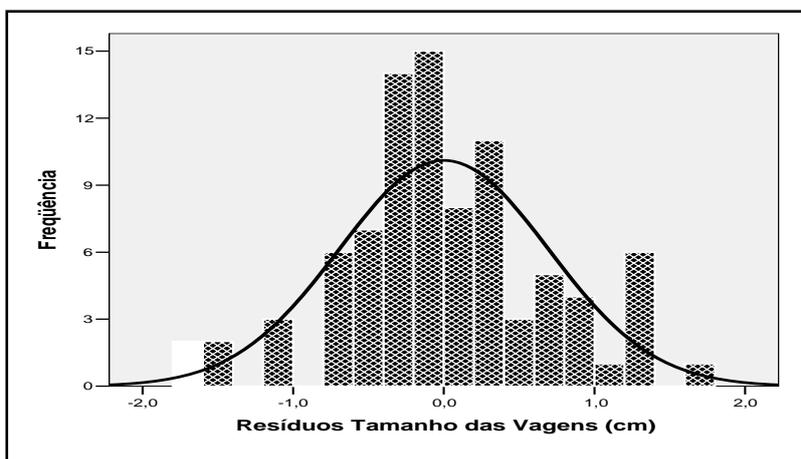


FIGURA 4.3 - Histograma dos resíduos do Tamanho das vagens (cm)

Na Figura 4.3, verifica-se que os resíduos calculados para o Tamanho das vagens (cm) se aproximam de uma normal. Então a pressuposição de normalidade é satisfeita para se fazer o estudo de análise de variância (ANOVA).

4.4.1.4. Peso das vagens

De acordo com o resultado apresentado na Figura 4.4, verifica-se que os resíduos calculados para o Peso das vagens (g) se aproximam de uma normal. Então a pressuposição de normalidade é satisfeita para se fazer o estudo de análise de variância (ANOVA).

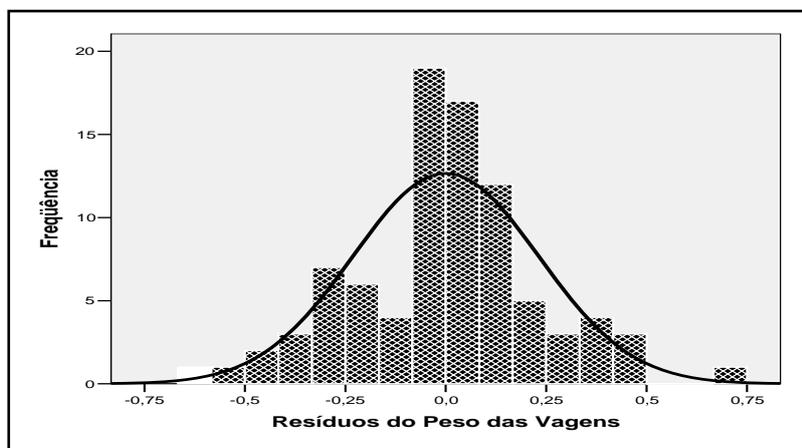


FIGURA 4.4 - Histograma dos resíduos do Peso das vagens (g).

4.4.1.5. Número de sementes por vagens

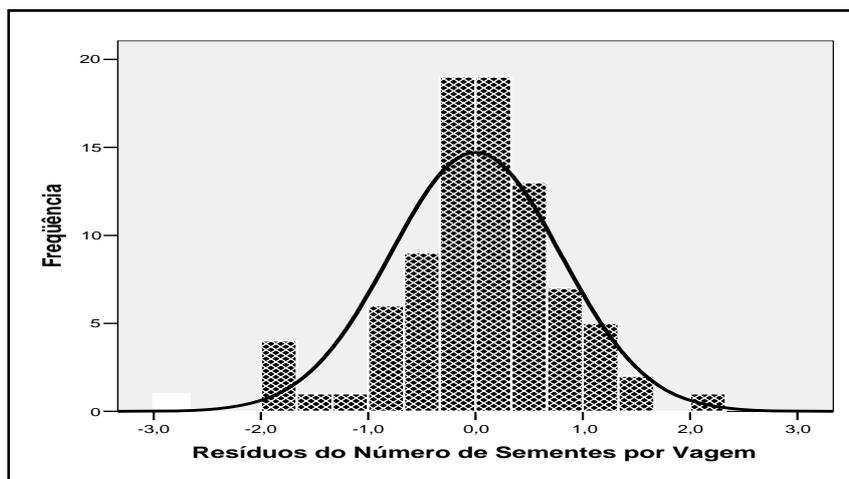


FIGURA 4.5 - Histograma dos resíduos do Número de sementes por vagem

Segundo os resultados apresentados na Figura 4.5, verifica-se que os resíduos calculados para o Número de sementes por vagem se aproximam de uma normal. Então a pressuposição de normalidade é satisfeita para se fazer o estudo de análise de variância (ANOVA).

4.4.1.6. Peso de cem sementes

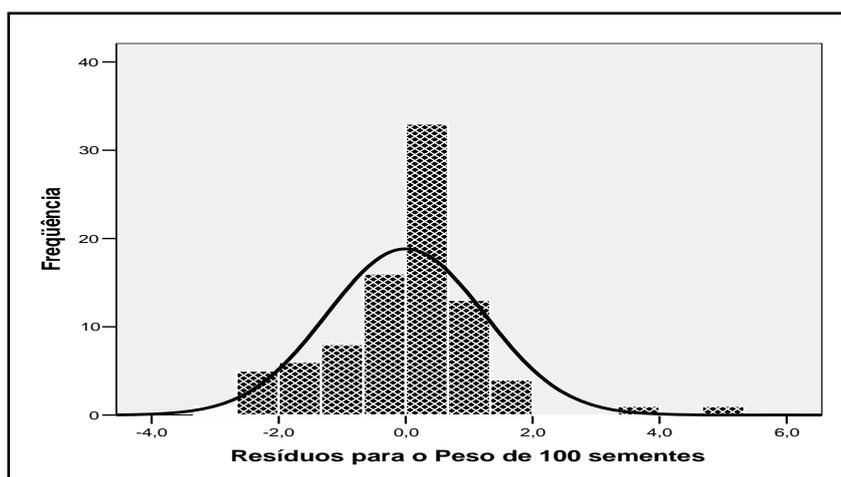


FIGURA 4.6 - Histograma dos resíduos do Peso de cem sementes

Segundo a Figura 4.6, verifica-se que os resíduos calculados para o Peso de cem sementes se aproximam de uma normal. Então a pressuposição de normalidade é satisfeita para se fazer o estudo de análise de variância (ANOVA).

De acordo o estudo da normalidade das variáveis referente à cultura de feijão caupi, observa-se que todas elas estão normalizadas, o que proporciona a aplicação do estudo de análise de variância.

4.4.2. Análise de Homocedasticidade:

Pela Tabela 4.1, verifica-se que não existe correlação significativa entre a média e desvio padrão de todas as variáveis, pois apresentam correlação abaixo de $\pm 70\%$, ao nível de significância de 1%. Portanto, por esse estudo é possível afirmar que as variâncias das variáveis apresentadas são constantes, o que torna viável o estudo de análise de variância (ANOVA).

TABELA 4.1 - Correlação entre a média e desvio padrão das variáveis estudadas.

Variável	Coefficiente de correlação	P-Valor*
Altura da Planta	-41,30%	0,06
Número de Vagens	17,70%	0,43
Tamanho das Vagens	-46,40%	0,03
Peso das Vagens	-11,90%	0,59
Número de Sementes por Vagem	-50,30%	0,17
Peso de 100 sementes	22,90%	0,31

*É a probabilidade exata de cometer um erro tipo I.

4.4.3. Análise de Independência

Pelo estudo de correlação, verifica-se na Tabela 4.2 que entre os resíduos dos tratamentos não existe uma correlação significativa, exceto entre Tamanho das vagens x Peso das vagens, entre Tamanho das vagens x Número de sementes por vagens e entre Peso das vagens x Número de sementes por vagens.

Apesar de alguns tratamentos apresentarem dependência, pode-se fazer o teste de análise de variância, pois quando existem pequenos desvios, o que é o caso, das pressuposições básicas, pois as mesmas não são válidas. (VIEIRA, 1999).

TABELA 4.2 - Correlação entre os resíduos das variáveis estudadas.

			Resíduos					
			Altura da Planta	Número vagens	Tamanho das Vagens (cm)	Peso das Vagens	Número de Sementes por Vagem	Peso de 100 sementes
Resíduos	Altura da Planta	Coefficiente de Pearson	100,0%	-11,9%	-6,1%	-8,3%	-12,8%	4,3%
		P Valor*		27,1%	57,0%	44,4%	23,6%	69,2%
	Número vagens	Coefficiente de Pearson		100,0%	-21,6%	-14,1%	-17,1%	-0,2%
		P Valor*			4,3%	18,9%	11,0%	98,7%
	Tamanho das Vagens (cm)	Coefficiente de Pearson			100,0%	76,0%	86,1%	13,4%
		P Valor*				0,0%	0,0%	21,4%
	Peso das Vagens	Coefficiente de Pearson				100,0%	82,7%	57,4%
		P Valor*					0,0%	0,0%
	Número de Sementes por Vagem	Coefficiente de Pearson					100,0%	3,0%
		P Valor*						78,1%
	Peso de 100 sementes	Coefficiente de Pearson						100,0%
		P Valor*						

*É a probabilidade exata de cometer um erro tipo I

4.4.4. Estatística Descritiva

De acordo a Tabela 3, verifica-se que o tratamento em que a planta apresenta uma altura média maior é o Tratamento 2.5 (Solo da região, 30% de farinha de resíduos de caranguejo), com média de 18,4 cm e desvio padrão de 0,6, ou seja, a altura da maioria das plantas desse tratamento varia entre 12,4 a 24,4 cm.

Mediante também a Tabela 4.3, observa-se que através do coeficiente de variação, verifica-se que todos os tratamentos apresentam os dados homogêneos, pois o Coeficiente de Variação é menor que 50%, ou seja, as médias dos dados são bastante confiáveis para a tomada de decisão, exceto para o tratamento 2.1. que apresenta uma possível heterogeneidade dos dados.

TABELA 4.3 - Estatística Descritiva da Altura da planta (cm).

Tratamento	Média	Desvio Padrão	CV*
Testemunha	9,5	4,1	43,4%
Tratamento 2.1	8,5	7,0	82,8%
Tratamento 2.2	15,8	2,0	12,9%
Tratamento 2.3	18,2	1,7	9,5%
Tratamento 2.4	18,1	1,8	9,8%
Tratamento 2.5	18,4	0,6	3,1%
Tratamento 3.1	10,3	4,7	45,6%
Tratamento 4.1	10,6	2,0	18,9%
Tratamento 4.2	8,0	2,6	32,9%
Tratamento 4.3	11,4	2,9	25,4%
Tratamento 4.4	15,6	1,6	10,2%
Tratamento 4.5	14,8	1,2	8,1%
Tratamento 5.1	9,3	2,2	24,0%
Tratamento 5.2	10,9	3,1	28,4%
Tratamento 5.3	9,9	2,4	23,8%
Tratamento 5.4	8,4	1,8	21,6%
Tratamento 5.5	7,7	1,5	19,0%
Tratamento 6.1	10,6	2,9	27,4%
Tratamento 6.2	10,3	2,5	24,6%
Tratamento 6.3	10,1	1,5	14,7%
Tratamento 6.4	10,8	1,1	10,2%
Tratamento 6.5	10,4	1,2	11,6%

* Coeficiente de Variação

De acordo a Tabela 4.4, verifica-se que os tratamentos que apresentam maior número médio de vagens nas plantas são: 4.2, 4.3, 4.4, 4.5 e 5.3, ou seja, em médias as plantas possuem 19 vagens, coincidentemente são os tratamentos que possuem 1/1 da adubação química e apenas o tratamento 5.3 que possui a adubação 1/2. Com relação no número médio de vagens nas plantas, todos os tratamentos apresentaram dados homogêneos, pois o CV < 50%, ou seja, pouca variabilidade.

TABELA 4.4 - Estatística Descritiva do Número de vagens.

Tratamento	Média	Desvio Padrão	CV*
Testemunha	4	0,5	11,8%
Tratamento 2.1	4	0,5	13,3%
Tratamento 2.2	8	1,0	12,3%
Tratamento 2.3	11	1,4	12,9%
Tratamento 2.4	12	0,6	5,0%
Tratamento 2.5	12	0,8	6,8%
Tratamento 3.1	16	0,5	3,2%
Tratamento 4.1	16	1,3	8,0%
Tratamento 4.2	19	0,6	3,1%
Tratamento 4.3	19	0,6	3,1%
Continua ...			

Continuação ...

Tratamento	Média	Desvio Padrão	CV*
Tratamento 4.4	19	0,8	4,3%
Tratamento 4.5	19	1,0	5,1%
Tratamento 5.1	14	0,8	5,8%
Tratamento 5.2	16	0,8	5,1%
Tratamento 5.3	19	0,6	3,1%
Tratamento 5.4	18	0,8	4,5%
Tratamento 5.5	18	0,8	4,5%
Tratamento 6.1	6	0,6	10,5%
Tratamento 6.2	8	0,5	6,1%
Tratamento 6.3	11	0,8	7,4%
Tratamento 6.4	11	1,0	8,5%
Tratamento 6.5	12	0,8	6,8%

* Coeficiente de Variação

De acordo a Tabela 4.5, verifica-se que os tratamentos que apresentam um tamanho maior das vagens são: 4.5, 5.1 e 5.5, ou seja, em média 16 cm, respectivamente, dos quais o 4.5 e o 5.5 receberam 30% de farinha de Caranguejo, enquanto que o 5.1 recebeu 0%. Com relação ao Tamanho médio de vagens nas plantas, todos os tratamentos apresentaram dados homogêneos, pois o CV < 50%.

TABELA 4.5 - Estatística Descritiva do Tamanho das vagens (cm).

Tratamento	Média	Desvio Padrão	CV*
Testemunha	15,9	0,9	6,0%
Tratamento 2.1	15,2	1,1	7,2%
Tratamento 2.2	14,1	0,9	6,4%
Tratamento 2.3	14,7	0,9	6,0%
Tratamento 2.4	14,0	1,3	9,1%
Tratamento 2.5	13,9	0,7	4,7%
Tratamento 3.1	13,9	0,8	6,1%
Tratamento 4.1	13,9	1,3	9,2%
Tratamento 4.2	15,5	0,5	3,3%
Tratamento 4.3	15,7	0,6	4,0%
Tratamento 4.4	15,8	0,2	1,3%
Tratamento 4.5	16,0	0,2	1,5%
Tratamento 5.1	16,0	0,3	1,8%
Tratamento 5.2	15,6	0,9	5,8%
Tratamento 5.3	15,8	0,3	1,8%
Tratamento 5.4	15,9	0,4	2,8%
Tratamento 5.5	16,0	1,0	6,4%
Tratamento 6.1	15,4	0,4	2,9%
Tratamento 6.2	15,2	0,8	5,6%
Tratamento 6.3	15,0	1,3	8,6%
Tratamento 6.4	14,7	0,5	3,7%
Tratamento 6.5	14,8	0,2	1,1%

* Coeficiente de Variação.

De acordo a Tabela 4.6, verifica-se que o tratamento que apresenta um Peso médio maior de vagens é o tratamento 5.4 (Solo da região, 20% de farinha de resíduos de caranguejo e 1/2 da adubação química), ou seja, em média o peso das vagens é de 3 gramas, com desvio padrão de 0,5, ou seja, o peso da maioria das vagens desse tratamento varia entre 2,5 a 3,5 gramas. O Tratamento que apresenta menos variabilidade nos dados (homogeneidade) é o tratamento 4.5 (CV = 0,9%). Como se observa, todos os tratamentos são confiáveis para estudo, com relação à média, pois apresenta um CV < 50%.

TABELA 4.6 - Estatística Descritiva do Peso das vagens (g).

Tratamento	Média	Desvio Padrão	CV*
Testemunha	2,8	0,3	10,3%
Tratamento 2.1	2,3	0,2	10,3%
Tratamento 2.2	2,4	0,3	12,5%
Tratamento 2.3	2,3	0,3	14,3%
Tratamento 2.4	2,1	0,5	22,1%
Tratamento 2.5	2,1	0,2	9,3%
Tratamento 3.1	1,9	0,2	8,2%
Tratamento 4.1	2,2	0,4	17,5%
Tratamento 4.2	2,5	0,3	10,3%
Tratamento 4.3	2,7	0,2	7,6%
Tratamento 4.4	2,7	0,2	5,7%
Tratamento 4.5	2,8	0,0	0,9%
Tratamento 5.1	2,8	0,1	3,7%
Tratamento 5.2	2,6	0,3	10,0%
Tratamento 5.3	2,7	0,0	1,8%
Tratamento 5.4	3,0	0,5	16,3%
Tratamento 5.5	2,7	0,1	4,9%
Tratamento 6.1	2,9	0,4	12,2%
Tratamento 6.2	2,4	0,1	5,3%
Tratamento 6.3	2,5	0,4	15,2%
Tratamento 6.4	2,4	0,2	9,3%
Tratamento 6.5	2,4	0,1	2,4%

* Coeficiente de Variação

De acordo a Tabela 4.7, verifica-se que a maioria dos tratamentos apresentou um número médio de 12 Sementes por vagem, inclusive o Controle. Os que mais apresentam um número maior foram os tratados com 1/2 da adubação química. Todos os tratamentos apresentam dados homogêneos, pois o CV < 50%.

TABELA 4.7 - Estatística Descritiva do Número de sementes por vagem.

Tratamento	Média	Desvio Padrão	CV*
Testemunha	12	1	6,1%
Tratamento 2.1	11	0	4,5%
Tratamento 2.2	10	1	12,1%
Tratamento 2.3	11	1	9,4%
Tratamento 2.4	10	2	15,8%
Tratamento 2.5	10	1	5,7%
Tratamento 3.1	10	1	7,9%
Tratamento 4.1	9	2	22,5%
Tratamento 4.2	12	0	4,0%
Tratamento 4.3	12	1	6,2%
Tratamento 4.4	12	0	3,0%
Tratamento 4.5	12	0	2,4%
Tratamento 5.1	12	0	3,4%
Tratamento 5.2	12	1	8,7%
Tratamento 5.3	12	0	2,6%
Tratamento 5.4	12	1	4,5%
Tratamento 5.5	12	1	6,6%
Tratamento 6.1	12	1	10,6%
Tratamento 6.2	11	0	3,1%
Tratamento 6.3	11	1	12,8%
Tratamento 6.4	11	1	5,9%
Tratamento 6.5	11	0	2,7%

*Coeficiente de Variação

De acordo a Tabela 4.8, verifica-se que o tratamento que apresenta um Peso médio maior de vagens para cem sementes continua sendo o tratamento 5.4 (Solo da região, 20% de farinha de resíduos de caranguejo e 1/2 da adubação química), como também visto na Tabela 4.6, ou seja, em média o peso das vagens passou de 3 gramas para 24,7 gramas com 100 sementes, com desvio padrão de 3,4 , ou seja, o peso da maioria das vagens desse tratamento varia entre 21,3 a 28,1 gramas. Como se observa, todos os tratamentos são confiáveis para estudo, com relação à média, pois apresenta um $CV < 50\%$.

TABELA 4.8 - Estatística Descritiva do Peso das vagens para cem sementes (g).

Tratamento	Média	Desvio Padrão	CV*
Testemunha	23,9	1,3	5,4%
Tratamento 2.1	21,3	1,3	6,1%
Tratamento 2.2	23,6	1,4	6,0%
Tratamento 2.3	21,5	1,7	7,8%
Tratamento 2.4	20,7	2,1	10,1%
Tratamento 2.5	20,6	1,5	7,2%
Tratamento 3.1	19,5	0,5	2,6%
Continua ...			

Continuação ...

Tratamento	Média	Desvio Padrão	CV*
Tratamento 4.1	23,9	2,8	11,8%
Tratamento 4.2	21,5	1,3	6,2%
Tratamento 4.3	22,6	0,4	1,6%
Tratamento 4.4	22,5	0,7	3,0%
Tratamento 4.5	23,1	0,6	2,7%
Tratamento 5.1	24,2	0,8	3,1%
Tratamento 5.2	22,7	0,5	2,4%
Tratamento 5.3	23,0	0,4	1,8%
Tratamento 5.4	24,7	3,4	13,9%
Tratamento 5.5	22,7	0,5	2,2%
Tratamento 6.1	23,7	1,3	5,6%
Tratamento 6.2	22,3	1,6	7,1%
Tratamento 6.3	22,4	0,7	3,3%
Tratamento 6.4	22,4	0,8	3,7%
Tratamento 6.5	22,8	0,6	2,8%

*Coeficiente de Variação

De acordo o Figura 4.7, é possível verificar que a altura média da planta (cm) para todos os tratamentos é 11,7 cm e para o tamanho das vagens é 15,1 cm.

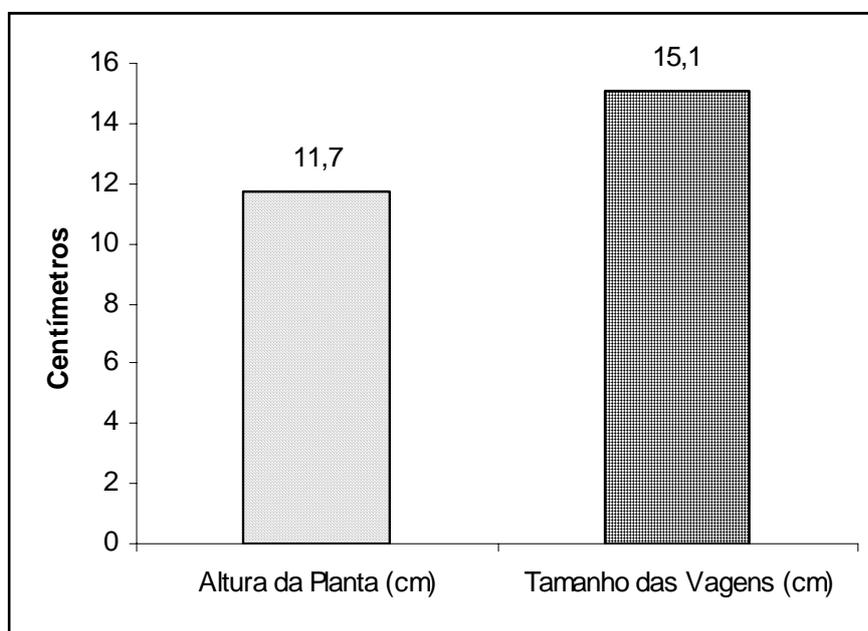


FIGURA 4.7 - Altura média da planta (cm) e Tamanho médio das vagens (cm) de todos os tratamentos.

Na Figura 4.8, é possível verificar que o Peso médio das vagens é de 2,5 gramas e 22,5 gramas para cem sementes.

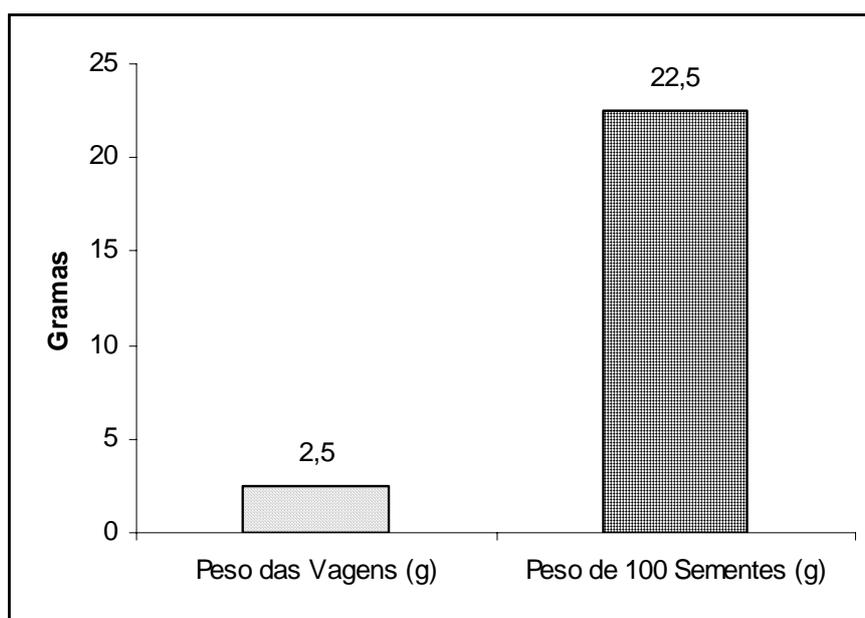


FIGURA 4.8 - Peso médio das vagens e Peso médio de cem sementes em todos dos tratamentos.

De acordo o Figura 4.9, é possível verificar que o Número médio de vagens é de 13 e o Número médio de sementes por vagens é de 11 para todos os tratamentos.

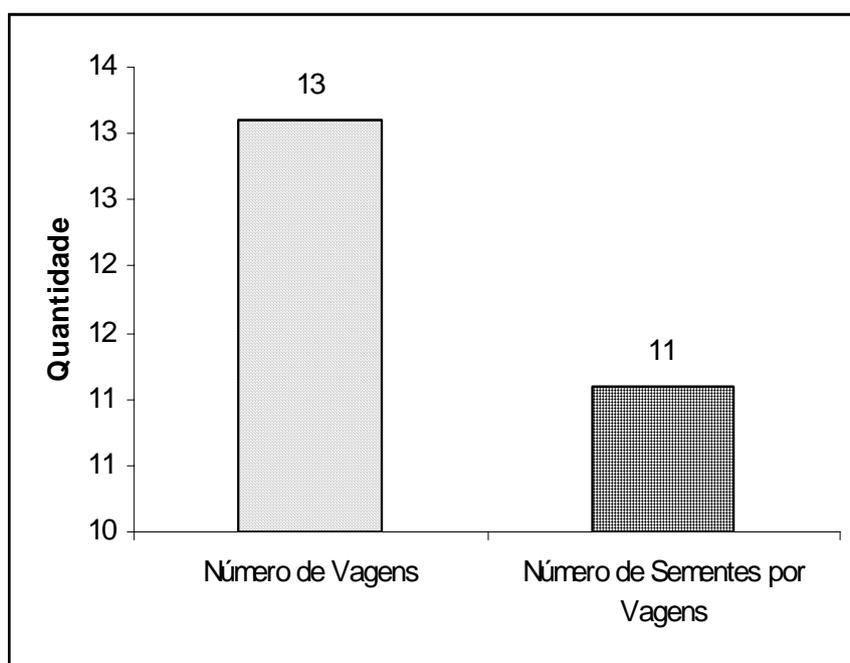


FIGURA 4.9 - Número médio de vagens e Número médio de sementes por vagens para todos os tratamentos.

4.4.5 Análise de Variância

4.4.5.1. Altura da planta

Para se fazer descobrir se as plantas tiveram a mesma altura ou não nos 22 tratamentos, foi necessária a elaboração, *a priori*, das seguintes hipóteses:

Então, de acordo a Tabela 4.9, referente à análise de variância da Altura da planta, elaborou-se as seguintes hipóteses:

- H_0 : As plantas tiveram a mesma altura (cm) nos 22 tratamentos
- H_1 : As plantas não tiveram a mesma altura (cm) nos 22 tratamentos, pelo menos um difere.

TABELA 4.9 - Análise de Variância (ANOVA) da Altura da planta.

Fonte da variação	gl	SQ*	QM**	F***	P-Valor
Tratamentos	21	1.978,06	94,19	11,35	0,00
Repetições (Dias)	1	6,00	6,00	0,723	0,39
Interação Farinha x Dias	21	70,59	3,36	0,41	0,99
Resíduo	132	1.095,94	8,30		
Total	175	3.150,59	15,10	2,08	0,05

* Variância; ** Desvio Padrão; *** Valor Calculado de F de Snedecor

Verifica-se que a variabilidade absoluta total da altura da planta é de 15,1 cm. Essa variabilidade pode ter sido por uma causa determinística, ou seja, pelo fato da amostra ser sujeita a 22 tratamentos distintos (variabilidade entre tratamentos). A variabilidade residual (ou erro experimental) foi de 8,3 cm, e pode ter ocorrido devido a fontes de variabilidade que não engloba os tratamentos.

Com relação aos 22 tratamentos, verificamos que o P-Valor $< 0,05$, o que leva a rejeitar a hipótese de nulidade e aceitar a hipótese H_1 , afirmando com 95% de confiança que as plantas não tiveram a mesma altura nos 22 tratamentos, ou seja, pelo menos um difere.

Baseado nessa afirmação foi necessário através do teste de Tukey descobrir qual tratamento se diferenciava de todos os outros com relação à altura da planta. Segue na Tabela 4.10 os resultados.

TABELA 4.10 - Comparação entre os tratamentos com relação à Altura da planta (cm).

Tratamentos	Análise por homogeneidade grupal				
	1	2	3	4	5
5,5	7,7				
4,2	8,0				
5,4	8,4				
2,1	8,5				
5,1	9,3				
Controle	9,5	9,5			
5,3	9,9	9,9			
6,3	10,1	10,1			
6,2	10,3	10,3			
3,1	10,3	10,3	10,3		
6,5	10,4	10,4	10,4		
6,1	10,6	10,6	10,6	10,6	
4,1	10,6	10,6	10,6	10,6	
6,4	10,8	10,8	10,8	10,8	
5,2	10,9	10,9	10,9	10,9	
4,3	11,4	11,4	11,4	11,4	
4,5		14,8	14,8	14,8	14,8
4,4			15,6	15,6	15,6
2,2				15,8	15,8
2,4					18,1
2,3					18,2
2,5					18,4
P-Valor	0,587	0,054	0,054	0,054	0,587

De acordo com a Tabela 10 verifica-se que o teste de Tukey agrupa os tratamentos em grupos homogêneos, sendo o critério de agrupamento o fator de não existirem diferenças significativas entre as médias dos tratamentos incluídos no mesmo grupo. O mesmo tratamento pode pertencer a mais do que um grupo, desde que não defira dos resultados restantes dos tratamentos desse grupo. Assim, os tratamentos 4,5; 4,4; 2,2; 2,4; 2,3; 2,5 nessa ordem constituem os grupos que apresentam as maiores alturas das plantas. O tratamento que apresenta plantas com maior altura (cm) é o tratamento 2,5 (Solo da região, 30% de farinha de resíduos de caranguejo). De acordo com a Figura 4.10 é possível verificar essa diferença não é significativa, ou seja, praticamente não existe diferença entre os tratamentos citados. O tratamento que foi considerado pior com relação à altura foi o 5,5 (Solo da região, 30% de farinha de resíduos de caranguejo e 1/2 da adubação química).

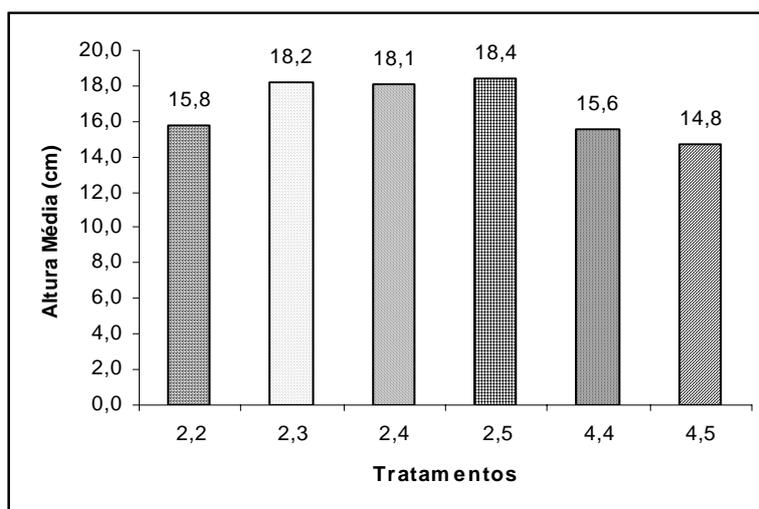


FIGURA 4.10 - Altura média dos tratamentos considerados eficientes na Altura das plantas (cm).

4.4.5.2. Número de vagens

De acordo a Tabela 4.11, verifica-se que o P-Valor $< 0,05$ para o tratamento, o que leva a concluir, com 95% de confiança, que nos 22 tratamentos a produção do Número de vagens nas plantas é diferente em pelo menos um deles. Baseado nessa afirmação foi necessário através do teste de Tukey descobrir qual tratamento se destacava de todos os outros com relação ao número de vagens nas plantas. Segue na Tabela 12 os resultados:

TABELA 4.11 - Análise de Variância (ANOVA) do Número de vagens nas plantas.

Fonte de Variação	g.l	SQ	QM	F Calculado	P - Valor	F Crítico
Tratamento	21	2.073,4	98,7	146,8	0,000	1,726
Blocos (Sacos)	3	0,6	0,2	0,3	0,814	2,751
Resíduo	63	42,4	0,7			
Total	87	2.116,4				

TABELA 4.12 - Comparação entre os tratamentos com relação ao Número de vagens nas plantas.

Tratamentos	Análise por homogeneidade grupal						
	1	2	3	4	5	6	7
2,1	3,8						
0	4,3						
6,1	5,5						
2,2		7,8					
6,2		8,3					
2,3			11,0				
6,3			11,0				

Continua ...

Continuação ...

Tratamentos	Análise por homogeneidade grupal						
	1	2	3	4	5	6	7
6,4			11,3				
2,4			11,5				
2,5			12,0	12,0			
6,5			12,0	12,0			
5,1				14,0	14,0		
3,1					15,8		
4,1					15,8		
5,2					16,0	16,0	
5,4						18,0	18,0
5,5						18,0	18,0
4,2							18,5
4,3							18,5
5,3							18,5
4,5							18,8
4,4							19,0
P-Valor	0,258	1,000	0,976	0,095	0,095	0,095	0,976

De acordo com a Tabela 4.12 verifica-se através do teste de Tukey que os tratamentos 5,4; 5,5; 4,2; 4,3; 5,3; 4,5; 4,4 nessa ordem constituem os grupos que apresentam os maiores Números de vagens nas plantas. O tratamento que apresenta plantas com maior número de vagens é o tratamento 4,4 (Solo da região, 20% de farinha de resíduos de caranguejo e 1/1 da adubação química). De acordo com a Figura 4.11 é possível verificar essa diferença significativa entre os tratamentos citados. O tratamento que foi considerado pior com relação ao Número de vagens foi o 2,1 (Solo da região com 0% de farinha de resíduos de caranguejo).

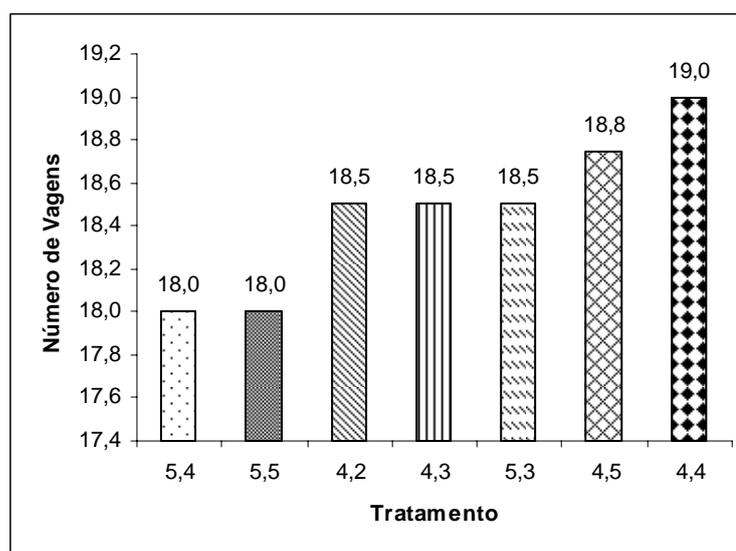


FIGURA 4.11 - Número médio de vagens dos tratamentos considerados mais eficientes.

4.4.5.3. Tamanho das vagens

De acordo a Tabela 4.13, verifica-se que o P-Valor $< 0,05$ para o tratamento, o que leva a concluir, com 95% de confiança, que nos 22 tratamentos o Tamanho das vagens nas plantas é diferente em pelo menos um deles. Baseado nessa afirmação foi necessário através do teste de Tukey descobrir qual tratamento se diferenciava de todos os outros com relação ao Tamanho das vagens nas plantas. Segue na Tabela 4.14 os resultados:

TABELA 4.13 - Análise de Variância (ANOVA) do Tamanho das vagens nas plantas

Fonte de Variação	g.l	SQ	QM	F Calculado	P - Valor	F Crítico
Tratamento	21	49,8	2,4	4,9	0,000	1,726
Blocos (Sacos)	3	11,2	3,7	7,6	0,000	2,751
Resíduo	63	30,8	0,5			
Total	87	91,8				

De acordo com a Tabela 4.14, verifica-se que os tratamentos 5,5 e 4,5 nessa ordem constituem os grupos que apresentam os maiores Tamanhos das vagens nas plantas dentre todos os outros acoplados no grupo 2 da tabela. O tratamento que apresenta plantas com vagens maiores foi o tratamento 4,5 (Solo da região, 30% de farinha de resíduos de caranguejo e 1/1 da adubação química). O tratamento que foi considerado pior com relação ao Tamanho das vagens foi o 2,5 (Solo da região, 30% de farinha de resíduos de caranguejo).

TABELA 4.14 - Comparação entre os tratamentos com relação ao Tamanho das vagens nas plantas.

Tratamentos	Análise por homogeneidade grupal		Tratamento s	Análise por homogeneidade grupal	
	1	2		1	2
2,5	13,86		6,1	15,38	15,38
4,1	13,92		4,2	15,52	15,52
3,1	13,95	13,95	5,2	15,62	15,62
2,4	14,01	14,01	4,3	15,74	15,74
2,2	14,07	14,07	5,3	15,77	15,77
6,4	14,69	14,69	4,4	15,83	15,83
2,3	14,73	14,73	0	15,87	15,87
6,5	14,84	14,84	5,4	15,89	15,89
6,3	15,01	15,01	5,1	15,96	15,96
6,2	15,17	15,17	5,5		16,030
2,1	15,19	15,19	4,5		16,033
			P-Valor	0,054	0,057

4.4.5.4. Peso das vagens

De acordo a Tabela 4.15, verifica-se que o P-Valor $< 0,05$ para o tratamento, o que leva a concluir, com 95% de confiança, que nos 22 tratamentos o Peso das vagens nas plantas é diferente em pelo menos um tratamento. Baseado nessa afirmação foi necessário através do teste de Tukey descobrir qual tratamento se diferenciava de todos os outros com relação ao tamanho das vagens nas plantas. Segue na tabela 16 os resultados:

TABELA 4.15 - Análise de Variância (ANOVA) do Peso (g) das vagens nas plantas.

Fonte de Variação	g.l	SQ	QM	F Calculado	P - Valor	F Crítico
Tratamento	21	6,7	0,3	5,2	0,000	1,7
Blocos (Sacos)	3	0,8	0,3	4,1	0,010	2,8
Resíduo	63	3,9	0,1			
Total	87	11,4				

De acordo com a Tabela 4.16, verifica-se que o tratamento 5,4 é o tratamento que apresenta o maior Peso das vagens nas plantas, dentre todos os outros pertencentes ao quarto grupo da tabela. O tratamento que foi considerado pior com relação ao peso das vagens foi o 3,1 (Solo da região e 1/1 da adubação química).

TABELA 4.16 - Comparação entre os tratamentos com relação ao Peso (g) das vagens nas plantas.

Tratamentos	Análise por homogeneidade grupal			
	1	2	3	4
3,1	1,9			
2,4	2,1	2,1		
2,5	2,1	2,1		
4,1	2,2	2,2	2,2	
2,1	2,3	2,3	2,3	2,3
2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
6,4	2,4	2,4	2,4	2,4
2,2	2,4	2,4	2,4	2,4
6,5	2,4	2,4	2,4	2,4
6,2	2,4	2,4	2,4	2,4
6,3	2,5	2,5	2,5	2,5
4,2	2,5	2,5	2,5	2,5
5,2		2,6	2,6	2,6
4,4		2,7	2,7	2,7
4,3		2,7	2,7	2,7
5,5		2,7	2,7	2,7
5,3		2,7	2,7	2,7
0		2,8	2,8	2,8
4,5		2,8	2,8	2,8
5,1			2,8	2,8
6,1			2,9	2,9
5,4				3,0
P-Valor	0,1047	0,0543	0,0511	0,0706

4.4.5.5. Número de sementes por vagens

De acordo a Tabela 4.17, verifica-se que o P-Valor $< 0,05$ para o tratamento, o que leva a concluir, com 95% de confiança, que nos 22 tratamentos o Número de sementes por vagens nas plantas é diferente em pelo menos um tratamento. Baseado nessa afirmação foi necessário através do teste de Tukey descobrir qual tratamento se diferenciava de todos os outros com relação ao Número de sementes por vagens nas plantas. Segue na Tabela 4.18 os resultados:

TABELA 4.17 - Análise de Variância (ANOVA) do Número de sementes por vagens nas plantas.

Fonte de Variação	g.l	SQ	QM	F Calculado	P - Valor	F Crítico
Tratamento	21	60,3	2,9	4,033	0,000	1,7
Blocos (Sacos)	3	10,3	3,4	4,804	0,004	2,8
Resíduo	63	44,8	0,7			
Total	87	115,4				

De acordo com a Tabela 4.18, verifica-se que os tratamentos 4,3; 4,2; 5,3; 4,4; 5,5; 5,4; 4,5; 6,1 nessa ordem constituem os tratamentos que apresentam os maiores Números de sementes por vagens nas plantas, dentre todos os citados no grupo 2 da tabela. O tratamento que apresenta plantas com o maior Número de sementes nas vagens é o tratamento 6,1 (Solo da região, 0% de farinha de resíduos de caranguejo e 1/3 da adubação química). De acordo o Figura 4.12 é possível verificar essa diferença entre os tratamentos. O tratamento que foi considerado pior com relação ao Número sementes por vagens, em relação a todos os tratamentos, foi o 4,1 (Solo da região, 0% de farinha de resíduos de caranguejo e 1/1 da adubação química).

TABELA 4.18 - Comparação entre os tratamentos com relação ao Número de sementes por vagens nas plantas.

Tratamentos	Análise por homogeneidade grupal	
	1	2
4,1	9,21	
3,1	9,72	9,72
2,4	9,99	9,99
2,2	10,11	10,11
2,5	10,20	10,20
6,4	10,58	10,58
2,1	10,63	10,63
6,5	10,68	10,68
2,3	10,73	10,73
6,2	10,96	10,96
6,3	11,10	11,10
0	11,50	11,50
5,2	11,58	11,58
5,1	11,63	11,63

Continua ...

Continuação ...

Tratamentos	Análise por homogeneidade grupal	
	1	2
4,3		11,77
4,2		11,78
5,3		11,80
4,4		11,82
5,5		11,90
5,4		11,93
4,5		12,00
6,1		12,11
P-Valor	0,051	0,056

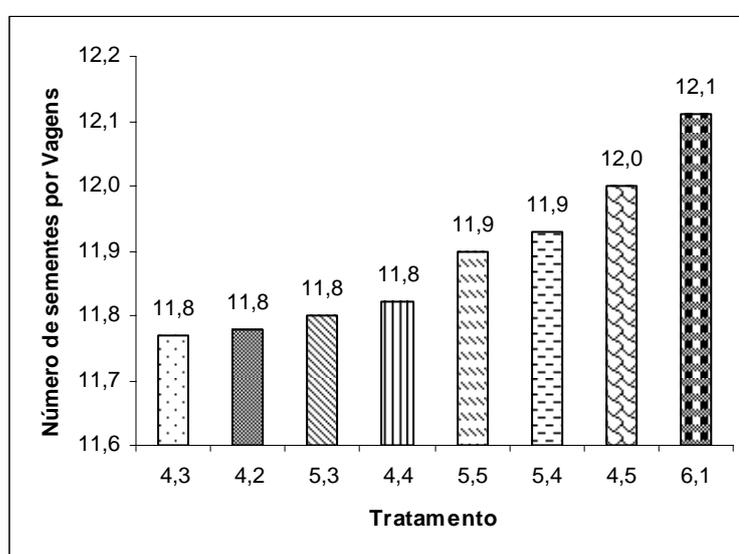


FIGURA 4.12 - Número médio de sementes por vagens dos tratamentos considerados mais eficientes .

4.4.5.6. Peso de cem sementes

De acordo a Tabela 4.19, verifica-se que o P-Valor < 0,05 para o tratamento, o que leva a concluir, com 95% de confiança, que nos 22 tratamentos o Peso de cem sementes é diferente em pelo menos um tratamento. Baseado nessa afirmação foi necessário através do teste de Tukey descobrir qual tratamento se diferenciava de todos os outros com relação ao Peso de cem sementes. Segue na Tabela 4.20 os resultados:

TABELA 4.19 - Análise de Variância (ANOVA) para o Peso de cem sementes.

Fonte de Variação	g.l	SQ	QM	F Calculado	P - Valor	F Crítico
Tratamento	21	139,3	6,6	3,28	0,000	1,72
Bloco (Sacos)	3	7,3	2,4	1,20	0,316	2,75
Resíduo	63	127,1	2,0			
Total	87	273,7				

De acordo com a Tabela 4.20, verifica-se que o tratamento 5,4 (Solo da região, 20% de farinha de resíduos de caranguejo e 1/2 da adubação química) foi o que apresentou o maior Peso de cem sementes. O tratamento que foi considerado pior com relação ao Peso de cem sementes foi o 3,1 (Solo da região e 1/1 da adubação química).

TABELA 4.20 - Comparação entre os tratamentos com relação para o Peso de cem sementes.

Tratamentos	Análise por homogeneidade grupal		
	1	2	3
3,1	19,5		
2,5	20,6	20,6	
2,4	20,7	20,7	
2,1	21,3	21,3	21,3
4,2	21,5	21,5	21,5
2,3	21,5	21,5	21,5
6,2	22,3	22,3	22,3
6,3	22,4	22,4	22,4
6,4	22,4	22,4	22,4
4,4	22,5	22,5	22,5
4,3	22,6	22,6	22,6
5,5	22,7	22,7	22,7
5,2	22,7	22,7	22,7
6,5	22,8	22,8	22,8
5,3	23,0	23,0	23,0
4,5	23,1	23,1	23,1
2,2		23,6	23,6
6,1		23,7	23,7
0		23,9	23,9
4,1		23,9	23,9
5,1		24,2	24,2
5,4			24,7
P-Valor	0,067	0,075	0,146

4.4.5.7 Correlação e Regressão Linear

De acordo a Tabela 4.21 verifica-se que existe correlação significativa entre:

- Tamanho das vagens (cm) x Peso das vagens (g): 89,5% (Ótima)
- Tamanho das vagens (cm) x Número de sementes por vagens: 93,7% (Ótima)
- Peso das vagens (g) x Número de sementes por vagens: 91,0% (Ótima)
- Peso das vagens (g) x Peso de cem sementes (g): 77,3% (Boa)

Baseado nas correlações significativas foi possível construir fazer o estudo de regressão linear dos dados que foram bem correlacionados e elaborar a equação de previsão para estudos futuros.

TABELA 4.21 - Matriz de correlação entre as variáveis analisadas nas plantas:

		Altura (cm)	Número de Vagens	Tamanho das Vagens (cm)	Peso das Vagens (g)	Número de Sementes por Vagem	Peso de 100 sementes (g)
Altura (cm)	Coeficiente de Correlação	100,0%	-5,6%	-48,3%	-39,7%	-34,7%	-34,3%
	P-Valor		80,4%	2,3%	6,7%	11,4%	11,8%
Número de Vagens	Coeficiente de Correlação		100,0%	29,7%	20,2%	29,1%	2,2%
	P-Valor			17,9%	36,8%	18,9%	92,1%
Tamanho das Vagens (cm)	Coeficiente de Correlação			100,0%	89,5%	93,7%	51,5%
	P-Valor				0,0%	0,0%	1,4%
Peso das Vagens (g)	Coeficiente de Correlação				100,0%	91,0%	77,3%
	P-Valor					0,0%	0,0%
Número de Sementes por Vagem	Coeficiente de Correlação					100,0%	44,4%
	P-Valor						3,9%
Peso de 100 sementes (g)	Coeficiente de Correlação						100,0%
	P-Valor						

De acordo com a Figura 4.13 é possível verificar que 80,16% dos dados estão sendo explicados pela reta de regressão, ou seja, à medida que aumenta o tamanho das vagens o peso delas automaticamente aumenta. A equação $y = 0,3285x - 2,4724$ é uma boa notação para previsões futuras do peso das vagens baseado no tamanho das vagens. Onde $y =$ Peso das Vagens e $x =$ Tamanho das Vagens.

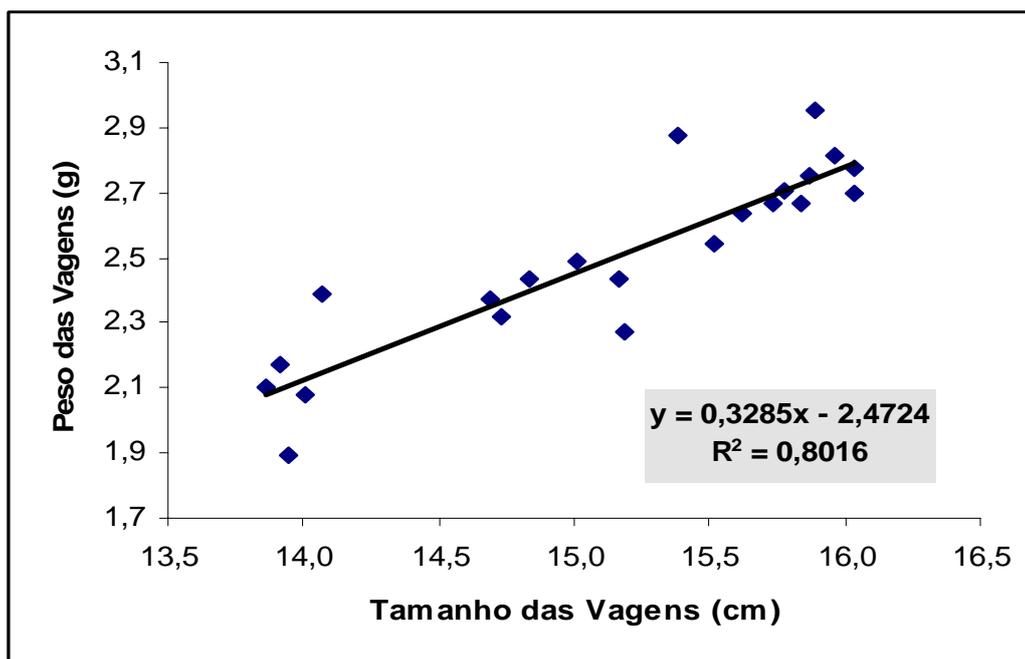


FIGURA 4.13 - Diagrama de dispersão entre Tamanho das vagens (cm) e Peso das Vagens (g).

De acordo com a Figura 4.14 é possível verificar que 87,79% dos dados estão sendo explicados pela reta de regressão, ou seja, à medida que há um aumento do tamanho da vagem, há também um aumento do número de sementes. A equação $y = 1,0302x - 4,5175$ é uma boa notação para previsões futuras do Número de sementes por vagem baseado no tamanho das vagens. Onde $y =$ Número de sementes por vagem e $x =$ Tamanho das Vagens.

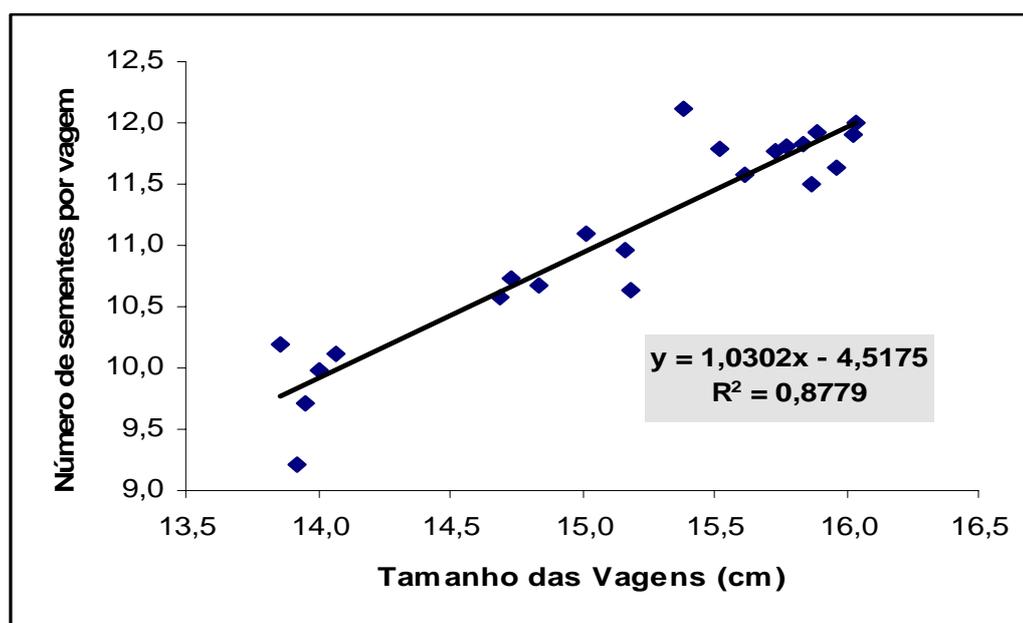


FIGURA 4.14 - Diagrama de dispersão entre Tamanho das vagens (cm) e Número de sementes por vagem.

De acordo com a Figura 4.15 é possível verificar que 82,78% dos dados estão sendo explicados pela reta de regressão, ou seja, à medida que aumenta o número de sementes, aumenta peso das vagens. A equação $y = 2,7265x - 4,2599$ é uma boa notação para previsões futuras do Número de sementes por vagem baseado no Peso das vagens. Onde $y =$ Número de sementes por vagem e $x =$ Peso das Vagens.

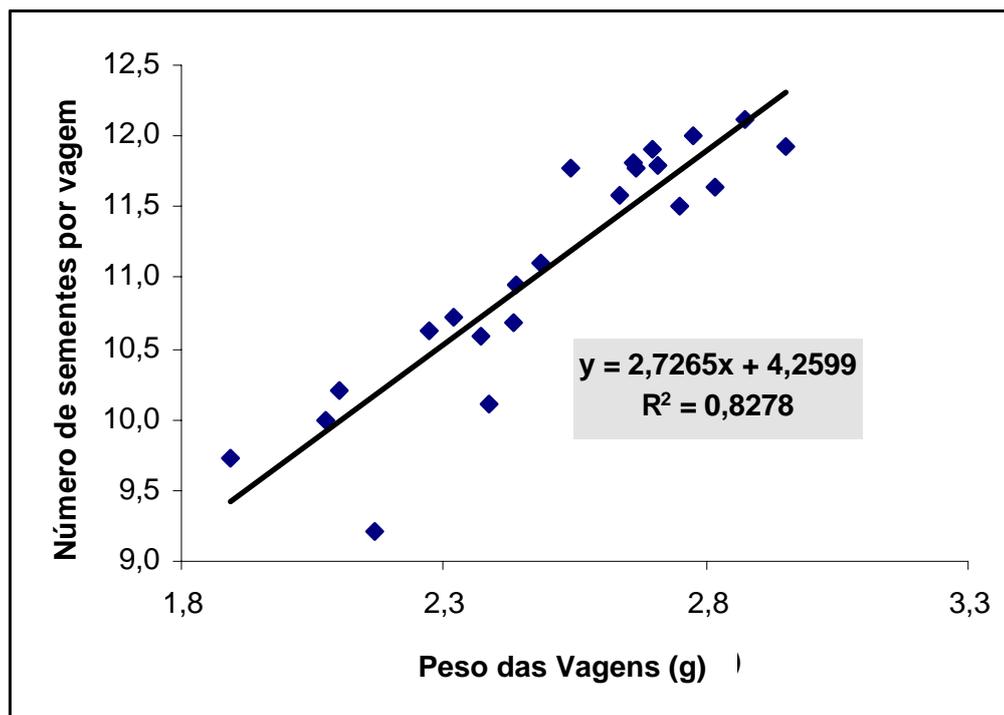


FIGURA 4.15 - Diagrama de dispersão entre Peso das Vagens (g) x Número de sementes por vagens.

De acordo com a Figura 4.16 é possível verificar que aproximadamente 60% dos dados estão sendo explicados pela reta de regressão, ou seja, à medida que aumenta o peso das sementes (100 sementes), aumenta o peso da vagem. A equação $y = 3,521x + 13,724$ é uma notação regular para previsões futuras do Peso de cem de sementes por vagem baseado no Peso das vagens. Onde $y =$ Peso de cem sementes por vagem e $x =$ Peso das Vagens.

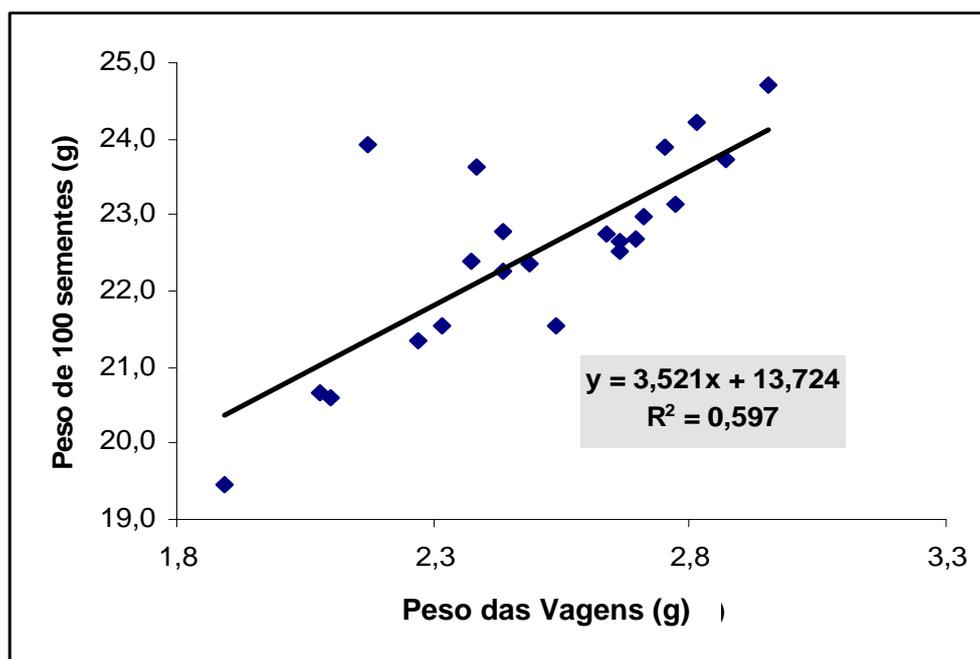


FIGURA 4.16 - Diagrama de dispersão entre Peso das Vagens (g) x Peso de cem sementes por vagem (g).

Através do estudo de Análise de Variância (ANOVA) e do Teste de Tukey entre todas as variáveis produtivas (Altura da planta, Número de vagens, Tamanho das vagens, Peso das vagens, Número de sementes por vagens e Peso de cem sementes) que foi possível primeiramente pela verificação da normalidade dos dados coletados, da independência entre eles e da variabilidade constante, detectar quais tratamentos se destacavam um dos outros na produtividade das plantas pelas dosagens ou não de farinhas de caranguejo, adubação química ou não e outros componentes.

O estudo de correlação mostrou nitidamente que existe uma forte correlação entre o Tamanho e o Peso das vagens, ou seja, à medida que aumenta o tamanho das vagens, o seu peso automaticamente aumentará. Ainda com relação ao Tamanho das vagens, há também uma correlação forte dessa variável com o Número de sementes por vagem, ou seja, à medida que há um aumento do tamanho da vagem, há também um aumento do número de sementes.

Ainda com relação à correlação dos dados, verificou-se também que existe uma correlação entre Peso das vagens e o Número de sementes nas vagens, ou seja, à medida que aumenta o número de sementes, aumenta peso delas. E também se verificou que à medida que aumenta das sementes (100 sementes por vagem), aumenta o peso da vagem.

Para a Altura da planta, foi possível verificar através do Teste de Tukey que o tratamento em que a planta apresenta uma altura média maior é o Tratamento 2.5 (Solo da região, 30% de farinha de resíduos de caranguejo), com uma altura média de 18,4 cm.

Com relação ao Número de vagens encontradas nas plantas, verificou-se que os tratamentos que apresentam maior número médio de vagens nas plantas foram: 4.2, 4.3, 4.4, 4.5 e 5.3, ou seja, em médias as plantas possuem 19 vagens, coincidentemente os referidos tratamentos possuem 1/1 da adubação química e apenas o tratamento 5.3 que possui a adubação 1/2. Através do Teste de Tukey foi possível comprovar que o tratamento que apresentou plantas com maior Número de vagens foi o tratamento 4.4 (Solo da região, 20% de farinha de resíduos de caranguejo e 1/1 da adubação química).

Para o Tamanho das vagens encontrados nas plantas, verificou-se que os tratamentos que apresentam um tamanho maior das vagens são: 4.5, 5.1 e 5.5, ou seja, em média 16 cm, respectivamente, dos quais o 4.5 e o 5.5 receberam 30% de farinha de Caranguejo, enquanto que o 5.1 recebeu 0%. Através do teste de Tukey o tratamento que apresentou plantas com maior Tamanho das vagens foi o tratamento 4.5 (Solo da região, 30% de farinha de resíduos de caranguejo e 1/1 da adubação química).

Com relação ao Peso das vagens, verificou-se através do teste de Tukey que o tratamento que apresenta um Peso médio maior de vagens é o tratamento 5.4 (Solo da região, 20% de farinha de resíduos de caranguejo e 1/2 da adubação química), ou seja, em média o peso das vagens é de 3 gramas.

Para o Número de sementes por vagem, verificou-se que a maioria dos tratamentos apresentou um número médio de 12 sementes por vagem, inclusive o Controle. Os tratamentos que apresentaram os melhores resultados foram os adubados com 1/1 e 1/2 da adubação recomendada. Através do teste de Tukey o tratamento que apresentou plantas com o maior número de sementes nas vagens foi o tratamento 6.1 (Solo da região, 0% de farinha de resíduos de caranguejo e 1/3 da adubação química).

Com relação ao Peso de cem sementes, verificou-se através do teste de Tukey que o tratamento que apresentou um Peso médio maior para cem sementes foi o 5.4 (Solo da região, 20% de farinha de resíduos de caranguejo e 1/2 da adubação química), em média o peso das vagens para 100 sementes foi de 24,7 gramas.

Então, de uma forma resumida, o tratamento que melhor se destacou com relação à Altura da planta foi o 2.5, Número de vagens foi o 4.4, Tamanho das vagens foi o 4.5, Peso das vagens foi o 5.4, Número de sementes por vagens foi o 6.1 e Peso de cem sementes foi o 5.4. Porém, verificou-se que todos os tratamentos que se destacaram têm em comum a presença da dosagem da farinha de caranguejo, sendo que alguns em dosagens idênticas e outros com dosagens diferentes.

Além disso, todos os tratamentos citados também têm em comum a presença da adubação química, resultado também confirmado por Thung e Melo (1998), mas existe diferença em alguns na proporção de dosagem, exceto para o tratamento 2.5 em que foi diferenciado pela altura da planta.

No resultado final, verifica-se que não existe um tratamento ideal atuando igualmente para todas as variáveis de produtividade, cada um com suas particularidades, mas, de maneira geral, foi possível admitir uma ótima oportunidade de se aproveitar esse composto orgânico alternativo na agricultura ou como um produto responsável por agregar valor a outros compostos orgânicos.

No entanto, outros tratamentos obtiveram respostas bastante semelhantes de produtividade, apesar de um dos objetivos desta pesquisa tenha sido buscar qual ou quais tratamentos ofereciam as melhores respostas. Desta maneira, na prática convém utilizar a composição daqueles tratamentos que responderam de forma similar aos tratamentos que se destacaram para os parâmetros de produtividade, pois utilizam menores quantidades desse composto orgânico alternativo e de fertilizantes químicos.

5 CONCLUSÃO

O presente estudo verificou a viabilidade e propôs um aproveitamento para os resíduos de caranguejo uçá gerados nas barracas da Praia do Futuro para elaboração de uma farinha orgânica a fim de utilizá-la como um fertilizante orgânico alternativo e os resultados encontrados com base em testes de dosagens desse composto orgânico, numa cultura de feijão sob condições controladas, mostraram-se bastante satisfatórios.

Durante a realização da pesquisa, etapas do estudo entre a fonte geradora dos resíduos, produção da farinha e testes de campo, foram encontrados resultados que contribuíram para ratificar a viabilidade para o reaproveitamento desse produto. Assim, dentre outras conclusões tiradas baseadas nos objetivos específicos do trabalho realizado, devem ser levadas em consideração:

- Os lixos gerados pelas barracas da Praia do Futuro são classificados como de Classe tipo II, segundo ABNT NBR – 10004/1987, mas possuem características de resíduos sólidos domiciliares devido a grande quantidade de restos orgânicos oriundos das cozinhas industriais. Então, durante o estudo, verificou-se que, a partir de uma segregação do lixo estudado, os resíduos oriundos dos restos de caranguejo correspondem ao maior percentual (52%) do total do lixo coletado para pesquisa em relação aos outros de origem orgânica (35,34%) e outros resíduos (12,66%). Fato que confirma o alto potencial reciclável dos rejeitos desses estabelecimentos quando aproximadamente 87,34% desse material orgânico é totalmente reaproveitável e, quando separados de forma adequada, os outros resíduos inorgânicos também podem ser reciclados e reduzindo substancialmente a quantidade de lixo mandado para o aterro sanitário de Caucaia.
- O cálculo de rendimento realizado para produção da farinha orgânica de caranguejo a partir de três amostras resultou em um valor de aproximadamente 24%, porém essa variação de rendimento decorre com a perda de parte dos tecidos promovida pelos insetos durante os processos de pré-secagem do material. Contudo, mesmo considerado um rendimento relativamente baixo para que se é exigido numa agricultura de larga escala,

o volume de resíduos de caranguejo produzido pelas barracas de praia possivelmente seria capaz de atender projetos de pequeno porte, como o da agricultura familiar, ou a demanda quando somados a outros compostos orgânicos.

- As análises químicas da amostra de caranguejo apresentaram resultados bastante animadores quando comparados com esterco bovino. Dentre principais parâmetros analisados, o nitrogênio, fósforo e magnésio ganharam destaque pelos valores percentuais obtidos chegarem variarem de duas a quatro vezes a mais em relação ao percentual do adubo de gado. Então, para esses parâmetros químicos analisados, os resultados foram 2,13%, 0,59% e 1,54%, respectivamente. Porém, ganharam destaque para o estudo químico desse produto os resultados encontrados para os teores de cálcio e matéria orgânica, com aproximadamente 22% e 19,5%, respectivamente. Percentuais que de fato contribuem para a valorização do produto e estimulam a realização de novas pesquisas em cima desse composto orgânico, objetivando a busca dos benefícios e impactos que o mesmo provoca no solo.

A análise revelou a presença de microorganismos aeróbio mesófilos viáveis, bolores e leveduras na farinha orgânica de caranguejo. Além desses resultados de contagem, o *Aspergillus nidulans*, fungo filamentoso patógeno bastante comum no meio ambiente, foi encontrado no objeto de estudo, sugerindo que o manuseio com esse tipo de material exige algumas medidas de segurança como a utilização de equipamentos de proteção individual – EPI's.

- Os resultados estatísticos apresentados para produtividade da cultura escolhida, baseados nos dados coletados durante a pesquisa, revelaram que o tratamento que se destacou com relação à Altura da planta foi o 2.5 (Solo da região com 30% de farinha de resíduos de caranguejo); com relação ao Número de vagens foi o 4.4 (Solo da região, 20% de farinha de resíduos de caranguejo e 1/1 da adubação química); quanto ao Tamanho das vagens foi o 4.5 (Solo da região, 30% de farinha de resíduos de caranguejo e 1/1 da

adubação química); para o Peso das vagens foi o 5.4 (Solo da região, 20% de farinha de resíduos de caranguejo e 1/2 da adubação química); para o Número de sementes por vagens foi o 6.1 (Solo da região, 0% de farinha de resíduos de caranguejo e 1/3 da adubação química) e com relação ao Peso de cem sementes foi o 5.4 (Solo da região, 20% de farinha de resíduos de caranguejo e 1/2 da adubação química).

Dessa maneira, a partir dos resultados apresentados acima, os melhores resultados agronômicos da cultura estudada foram obtidos nos tratamentos com farinha de caranguejo e adubo químico, exceto para o tratamento 2.5, tratamento que continha apenas o adubo de caranguejo. No entanto, mesmo não obtendo um tratamento que agrupasse os melhores componentes de produção, conclui-se que as melhores respostas foram alcançadas quando se aplicou o adubo orgânico alternativo, proporcionando, em alguns tratamentos, uma redução da aplicação de produtos químicos no solo, aliado a boas respostas de produtividade. Fato que também contribui substancialmente para minimização dos impactos causados dos mesmos no solo, além de sugerir uma alternativa ecologicamente correta para os resíduos sólidos gerados pelas barracas de praia.

6 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ACSELRAD, H. (1999). **Discursos da sustentabilidade urbana**. Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais, Rio de Janeiro, n.1, p 79-90, maio. 1999.

ALBUQUERQUE, A. L. de L. **Compostagem e vermicompostagem de resíduos sólidos orgânicos enriquecidos com fosfato de rocha para uso agrícola**. 2003. 136f. Dissertação apresentada ao Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA, Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento às exigências para obtenção de grau de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Campina Grande – PB. 2003.

ALCÂNTARA FILHO, P. de. **Contribuição ao estudo da biologia e ecologia do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763) (CRUSTACEA, DECAPODA, BRACHYURA), no manguezal do rio Ceará (Brasil)**. Arq. Cien. Mar, Fortaleza, v.18, n. 1 – 2, p. 1- 41, 1978.

ALEXOPOULOS, C. J.; MIMS, C. W.; BLACKWELL, M. **Introductory Mycology**. 4th Ed. John Wiley and Sons, New York, 1996. 868 p.

ALVES, W. L. **Compostagem e vermicompostagem no tratamento de resíduo sólido urbano**. 2^a ed. Jaboticabal: Funep, 1998. 53p.

AMARAL, C. V. **Unidade de triagem e compostagem da Lomba do Pinheiro qualifica produção agro-ecológica**. In: Revista Ecos-Ano, Porto Alegre, v.8, n.19, 2001. Disponível em: <<http://www.portoalegre.rs.gov.br/ecos/revistas/ecos19/ambframe.htm>>. Acesso em novembro de 2006

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4. ed. Washington DC. American Public Health Association, 2001. 676p.

ANDRADE, C. L. T.; SILVA, A. A. G.; SOUZA, I. R. P.; CONCEIÇÃO, M. A. F. **Coefficiente de Cultivo e irrigação para o caupi**. Teresina: Embrapa – CNPAI, 1993. 6p. (EMBRAPA/CNPAI.Comunicado Técnico, 9).

ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; RODRIGUES, B. H. N.; BASTOS, E. A. Irrigação. In: **A cultura do feijão caupi no Meio-Norte do Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2000. 264p. il. (Embrapa Meio-Norte).

ARAÚJO, J. P. P. de.; RIOS, G. P.; WATT, E. E.; NEVES, B. P. das; FAGERIA, N. K.; OLIVEIRA, I. P. de; GUIMARÃES, C. M.; FILHO, A. S. **Cultura do caupi, *Vigna unguiculata* (L.) Walp; descrição e recomendações técnicas de cultivo.** Goiânia, EMBRAPA-CNPAP, 1984. 82p. (EMBRAPA-CNPAP. Circular Técnica, 18).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Classificação de resíduos sólidos.** NBR 10.004. Rio de Janeiro: ABNT, 1987. 48p. Disponível em: <<http://www.abntdigital.org.br/imagens/notatecnicaconsolidadofinal.pdf>>. Acesso em outubro de 2006.

BANCO NACIONAL DO NORDESTE DO BRASIL S.A. – BNB. **Recomendações de adubação e Calagem para o Estado do Ceará. Banco do Nordeste do Brasil S.A.:** Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Ciências do Solo, Fortaleza – CE, 1993. 247 p.

BARNES, R.D. **Zoologia dos invertebrados.** São Paulo: Livraria Roca Ltda, 1984. 1179p.

BASTOS, J. R.; ALVES, T. T.; HITZSCHKY, G.; VIEIRA, F.; PRICE, H. L.; PINHEIRO, P. A. **Obtenção de Farinha e Solúvel do Cefalotórax de Lagostas.** Arquivos de Ciências do Mar - Publicação do Laboratório de Ciências do Mar: Universidade Federal do Ceará - UFC, v. 11, n. 2, p. 95 – 98, 1971.

BELEI, R A.; PAIVA, N. S. **Lixo e serviços de saúde: uma revisão.** Revista Espaço para a Saúde, Londrina-PR, vol.1, n°1, dez. 1999. Disponível em: <http://www.ccs.uel.br/espacoparasaude/v1n1/doc/artigos/lixo_hospitalar.htm> Acesso em 15 de jan. 2006.

BENNETT, J. P.; ADAMS, M. W.; BURG, C. **Pod yield component variation and intercorrelation in *Phaseolus vulgaris* L. as affected by plant density.** Crop Science, Madison, v. 17, p. 73 – 75, 1977.

BEVITORI, R., NEVES, B.P. das; RIOS, G.P.; OLIVEIRA, I.P. de; GUAZZELLI, R.J. **A cultura do caupi.** Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.16, n. 174, p. 12-20, 1992.

BEZERRA, J. R. C.; FREIRE FILHO, F. R. **Evapotranspiração da cultura do feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L) Walp.) no município de Teresina – Piauí.** In: SEMINÁRIO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO PIAUÍ, 3., 1982. Teresina. Anais ... Teresina: EMBRAPA – UEPAE de Teresina, p. 304 – 324, 1984.

BIDONE, F. A.; POVINELLI J. **Conceitos básicos de resíduos sólidos.** São Carlos – SP. EESC – USP, 1999. 120p.

BINSWANGER, H. P.; KLAUS, D. **Explaining Agricultural and Agrarian Policies in Developing Countries**. Journal of Economic Literature. vol. 35, n. 4, p. 1958-2005, 1997.

BRASLIMP – TRANSPORTES ESPECIALIZADOS LTDA. **Demonstrativo de serviços prestados nas barracas de praia durante os meses de janeiro a novembro de 2006: Totalização dos volumes/pesos dos resíduos coletados nas vinte e uma barracas da Praia do Futuro**. Tabela de dados. Fontes da empresa. 2006.

BRETAS, A.L. **Gerenciamento dos serviços de limpeza pública (resíduos sólidos regularmente descartados pela população)**. Santo André/SP: ABLP e ABRELPE, 2002. 223p.

BRUSCA, R.C., BRUSCA, G. J. **Invertebrates**. Sinauer associates, inc. publishers: Sunderland, Massachussets, 1990. 922p.

CARDOSO, M. J. (Org). **A cultura do feijão caupi no Meio-Norte do Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2000. 264p. il. (Embrapa Meio-Norte).

CARDOSO, M. J.; MELO, F. de B.; FREIRE FILHO, F. R.; FROTA, A. B. **Densidade de plantas de caupi (*Vigna unguiculata*) de portes enramador e moita em regime de sequeiro**. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 21, p. 224 – 227, 1997.

CASTELO, S. M. R. **Geração de renda e educação ambiental no Pirambu – uma abordagem holística para a questão dos resíduos**. 2000. 115 f. Dissertação apresentada ao Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA, Universidade Federal do Ceará, em cumprimento às exigências para obtenção de grau de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Fortaleza - CE. 2000.

CAVALCANTI, C. (org.). **Desenvolvimento e natureza: estudo para uma sociedade sustentável**. São Paulo: Cortez – Fundação Joaquim Nabuco, 1994. 262p. Disponível em: <<http://168.96.200.17/ar/libros/brasil/pesqui/cavalcanti.rtf>>. Acesso novembro de 2006.

CENTRO NACIONAL DE REFERÊNCIA EM BIOMASSA - CENBIO. Banco de Dados de Biomassa no Brasil: **Resíduos no Brasil**. (2004). Disponível em: <http://www.infoener.iee.usp.br/scripts/biomassa/br_residuos.asp> . Acesso em 30 de julho de 2006.

CHENNA, S. I. M. **Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos**. in: **Análise de Projeto para Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos**. Rio de Janeiro: ABES/DN e CEF. p. 326 – 326, 1999.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **RESOLUÇÃO CONAMA Nº 005, de 05 de agosto de 1993**. Disponível em: < <http://www.lei.adv.br/005-93.htm> >. Acesso: Jun. 2006.

COSTA, R. S. **Fisioecologia do caranguejo-uçá *Ucides cordatus* LINNAEUS 1763, (Crustáceo, Decápode)**. 1972. 121 f. Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo – USP, em cumprimento às exigências para obtenção de grau de Doutor em Biociências. São Paulo – SP. 1972.

COSTA, R. S. da. **Rendimento de Carne do Cefalotórax da Lagosta *Panulirus argus* (Latreille)**. Boletim de Ciências do Mar, Laboratório de Ciências do Mar: Universidade Federal do Ceará – UFC, n. 22, p. 1 – 6, 1969.

CRAUFURD, P. Q.; SUMMERFIELD, R. J.; ELLIS, R. H.; ROBERTS, E. H. **Development in cowpea (*Vigna unguiculata*). III. Effect of temperature and photoperiod on time to flowering in photoperiod-sensitive genotypes and screening for photothermal responses**. Experimental Agriculture, v. 32, p. 29 – 40, 1996.

DANTAS, N. P.; JOVENTINO, F. P.; SANTOS, J. H. R. dos. **Efeitos de Variadas Concentrações de *Sargassum vulgare* C. Agardh no Crescimento de Alface e Coentro**. Arquivos de Ciências do Mar - Publicação do Laboratório de Ciências do Mar: Universidade Federal do Ceará - UFC, v. 31, n. 1 - 2, p. 41 – 46, 1998.

DECRETO Nº 86.955, de 18 de fevereiro de 1.982. **Dispõe sobre a inspeção e a fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes destinados à agricultura**. 17p. Disponível em: < http://www.pr.gov.br/seab/decr_86955_82.pdf > . Acesso: Jun 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS – DNOCS. **Perímetro Irrigado Baixo-Acaraú – DIBAU**. 2006. Disponível em <www.dnocs.gov.br> Acesso em 15 de agosto de 2006.

ECOFOR AMBIENTAL S/A – GRUPO MARQUISE. **Dados quantitativos sobre o recolhimento de lixo das barracas da Praia do Futuro**. 2005.

EGREJA FILHO, F. B.; REIS, E. L.; JORDÃO, C. P.; PEREIRA NETO, J. T. **Avaliação Quimiométrica da distribuição de metais pesados em compostos de lixo urbano domiciliar**. Química Nova, 22(3), p.324-328, 1999. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v22n3/1082.pdf> >. Acesso em 15 de agosto de 2004.

ELLIS, R. H. ; LAWER, R. J. ; SUMMERFIELD, R. J.; ROBERTS, E. H.; CHAY, P. M.; BROUWER, J. B.; ROSE, J. L.; YEATES, S. J. **Towards the reliable prediction on time to flowering in six annual crops. III. Cowpea (*Vigna unguiculata*)**. Experimental Agriculture, v. 30, p. 17 – 29, 1994.

EMLURB - EMPRESA MUNICIPAL DE LIMPEZA E URBANIZAÇÃO - PREFEITURA MUNICIPAL DE FORTALEZA. **Produção anual e mensal do Aterro Municipal de Caucaia (ASMOC)**. Tabela de dados. Fontes da empresa. 2006.

EMLURB - EMPRESA MUNICIPAL DE LIMPEZA E URBANIZAÇÃO - PREFEITURA MUNICIPAL DE FORTALEZA. **Produção anual e mensal do Aterro Municipal de Caucaia (ASMOC)**. Tabela de dados. Fontes da empresa. 2005

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA / Meio – Norte..**Cultivo de feijão caupi**. 2006. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoCaupi/index.htm>> Acesso em: 23 jan. 2006

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solo: Manual de Métodos de Análise de Solo**. Rio de Janeiro - RJ, 1979. 247p.

FANCELLI, A. L.; DOURADO, NETO, D. **Tecnologia da produção do feijão irrigado**. Editado por A. L. Fancelli e Durval Dourado Neto. 2 ed. Ver./aum. – Piracicaba: Publique, 1997. 182p.

FARIA, A. C. E. A. de; HAYASHI C.; GALDIOLI, E. M.; SOARES C. M. **Farinha de peixe em rações para alevinos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.), linhagem tailandesa**. Acta Scientiarum. Maringá, v. 23, n. 4, p. 903-908, 2001.

GOOGLE EARTH – MAPAS. Disponível em: <<http://www.download-earth.com/brover1.htm>>. Acesso: junho de 2007.

HARTNOLL, R.G. Evolution, Systematics and Geographical Distribution. In: BURGGREEN, W. W. , McMAHON, B.R. (eds): **Biology of the land crabs**, Cambridge University Press, Inc. Cambridge U.K. , p. 6 - 54, 1988.

HOGAN, D. **Crescimento populacional e desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Revista Lua Nova - Cedec, n. 31, p. 57-78, 1993.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. **Caranguejo uçá**. 2006. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/projetos_centros/centros/cepene/carang.htm>. Acesso em: 20 jan. 2006

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA/CEPENE. **Relatório do Grupo Permanente de Estudos (GPE) do caranguejo- uçá**, realizada no período de 17 a 20 de dezembro de 1991, no Laboratório de Ciências do Mar – UFC, em Fortaleza – CE. IBAMA/Série Estudos – Pesca (10), Brasília, p. 107 – 140, 1994.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Cidades**. Disponível em:<<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/>>. Acesso em: 20 jan. 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000**. Rio de Janeiro: IBGE, 2002. 397p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo Demográfico 2000: Características da população e dos Domicílios** – Resultados do Universo. Rio de Janeiro: IBGE, 2000. 550p.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT/CEMPRE. **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado**. 2.ed. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000. 246p.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ – IPECE: **Perfil básico Municipal: Acaraú**. 2005. Disponível em:<http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/PBM_2004_PDF/Acara%FA.pdf>. Acesso em: jun. 2007.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ - IPECE. **Mapa da situação dos resíduos sólidos no Ceará: relatório de pesquisa**. Fortaleza, 2000. 54p.

JALLOW, A.T.; FERGUSON, T.U. **Effects of planting density and cultivar on seed yield at cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)** in Trinidad. Tropical Agriculture, Cambridge, v. 16, p. 201 – 204, 1985.

JARDIM, N. S.; WELLS, C.; PRANDINI, F. L.; D'ALMEIDA, M. L. O.; MANO, V. G. T. (coords). **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado**. 2 . ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT): CEMPRE, 2000. 363p.

JARDIM, N. S.; WELLS, C.; PRANDINI, F. L.; D'ALMEIDA, M. L. O.; MANO, V. G. T. (coords). **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT): CEMPRE, 1995. 278p.

KIEHL, E.J. **Manual de compostagem - maturação e qualidade do composto**. Editado pelo autor. Piracicaba - SP, 1998. 171 p.

KIEHL, E.J. **Fertilizantes organominerais**. Edição do Autor. Piracicaba –SP, 1993. 189p.

KIEHL, E.J. **Fertilizantes orgânicos**. Editora Agronômica CERES-LTDA. São Paulo, 1985. 492p.

LEITE, M. de M. L. **Estudo Morfológico do Sistema Reprodutor Masculino do Caranguejo-Uçá (*Ucides cordatus* Linnaeus, 1763) (Crustacea: Decapoda: Ocypodidae)**. Fortaleza, 2002. 66f. Monografia submetida à coordenação do curso de Ciências Biológicas como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas - Universidade Federal do Ceará - UFC, Fortaleza – CE. 2002.

LIMA, L. M. Q. **Tratamento de Lixo**. 2ª ed. São Paulo: Editora HEMUS, 1991. 240p.

LIMA, T. N.; ESCOSTEGUY, P. A. V.; PESSIM, N. **Composição gravimétrica dos resíduos sólidos de Lagoa Vermelha**. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE QUALIDADE AMBIENTAL, 4., Porto Alegre – RS. 2004.

MARQUES, D. F. **Diagnóstico da Mortalidade no Transporte, Distribuição e Comercialização do Caranguejo-Uçá (*Ucides cordatus*), no Município de Fortaleza - Ce**. 2006. 33f. Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia de Pesca do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como parte das exigências para a obtenção do título de Engenheiro de Pesca. Fortaleza – CE. 2006.

MELO, F. de B.; CARDOSO, M. J. Fertilidade, correção e adubação do solo. In: ____ **A cultura do feijão caupi no Meio-Norte do Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte. 2000. 264p. il. (Embrapa Meio-Norte).

MELO, G. A. S. de. **Manual de identificação dos Brachyura (Caranguejos e Siris) do Litoral Brasileiro**. 6ª ed. São Paulo: Editora Plêiade, FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo). 1996. 604 p.

MIRANDA, I. P. **Diagnóstico da produtividade sistêmica: Uma análise da cadeia produtiva dos resíduos plásticos recicláveis do projeto reciclando, Fortaleza-Ce.** 2003. 159f. Dissertação apresentada à Coordenação do Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará, na área de concentração - Economia dos Recursos Naturais e Política Ambiental, como requisito final para obtenção do Título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Fortaleza – CE. 2003.

MIRANTE, C. V. A. **Reciclagem 2000 – Pirólise.** 2000a. São Paulo: Limpurb, Disponível em: <<http://www.geocities.com/reciclagem2000/main.htm>>. Acesso novembro de 2006.

MIRANTE, C. V. A. **Reciclagem 2000 – Aterros Sanitários.** 2000b. São Paulo:Limpurb,.Disponível em:<<http://www.geocities.com/reciclagem2000/main.htm>>.Acesso novembro de 2006.

MONTEIRO, J.H.P; FIGUEIREDO, C. E. M.; MAGALHÃES, A.F., MELO, M. A. F. de; BRITO, J. C. X. de; ALMEIDA, T. P. F. de; MANSUR, G. L. **Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos.**Rio de Janeiro: IBAM/SEDU, 2001. 200p. Disponível em: <<http://www.resol.com.br/cartilha4manual.pdf>> . Acesso em 15 de agosto de 2006.

MOTA ALVES, M.I. **Sobre a reprodução do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus*, em mangues do Estado do Ceará.** Arq.Ciên.Mar,v.15, n.2, p. 85-91, 1975.

MOTA, S. **Introdução à engenharia ambiental.** Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental - ABES, 1997. 280p.

NEGREIROS, S. **O lixo nosso de cada dia.** Revista Saneamento Ambiental, São Paulo, n.50, mar/abr, p. 16-22, 1998.

NORDI, N. (1992). **Os catadores de caranguejo-uçá (*Ucides cordatus* da região de Várzea Nova (PB): uma abordagem ecológica e social.** 1992. 107f. Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação da Universidade Federal de São Carlos, para defesa pública junto ao Curso de Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais, como requisito para obtenção do título de Doutor. São Carlos - SP, 1992.

NUNES, M. L.; MOTA, M. H. G.; CARDONHA, A. M. S. **Elaboração de Farinha a Partir de Resíduos do Camarão.** Boletim de Ciências do Mar, Laboratório de Ciências do Mar: Universidade Federal do Ceará – UFC, nº 31, p. 1 – 5, 1978.

OLIVEIRA, E. M. de. **Obtenção e utilização de vermicomposto no cultivo de alface (*Lactuca sativa*) em latossolo vermelho-amarelo** 1998. 66f. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação da Universidade Federal da Paraíba/Universidade Estadual da Paraíba, para defesa pública junto ao Curso de Mestrado em Manejo de Solo e Água, como resiquito para obtenção do título de Mestre. Areia – PB. 1998.

OLIVEIRA, S. A. de. (2004). **Limpeza Urbana: Aspectos Sociais, Econômicos e Ambientais**. 2004. 113f. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação da Universidade Federal da Paraíba/Universidade Estadual da Paraíba, para defesa pública junto ao Curso de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA), na área de Habitat Humano e Meio Ambiente, na sub-área de Saneamento Ambiental, como resiquito para obtenção do título de Mestre. Campina Grande – PB. 2004.

OGAWA, M.; ALVES, T. T.; CALAND-NORONHA, M da C.; ARARIPE, C. A. E.; MAIA, E. L. **Industrialização do Caranguejo Uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus). I – Técnicas para o Processamento da Carne**. Arquivos de Ciências do Mar - Publicação do Laboratório de Ciências do Mar: Universidade Federal do Ceará - UFC, v. 13, n. 1, p. 31 – 37, 1973a.

OGAWA, M.; ALVES, T. T.; FILHO, R. B.; RODRIGUES, A. S.; MAIA, E. L. **Industrialização do Caranguejo Uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus). II – Aproveitamento dos Resíduos e Carapaça**. Arquivos de Ciências do Mar - Publicação do Laboratório de Ciências do Mar: Universidade Federal do Ceará - UFC, Vol. 13, n. 2, p. 83 – 89, 1973b.

OGAWA, M.; PAULA, A. M. **Aproveitamento do Cefalotórax de Lagostas, em Forma de Carne ou Patê**. Arquivos de Ciências do Mar - Publicação do Laboratório de Ciências do Mar: Universidade Federal do Ceará - UFC, Vol. 11, n. 2, p. 161 – 164, 1971.

PASSOS, C. A.; DI BENEDITTO, A. P. M. **Captura comercial do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763), no manguezal de Gargaú, RJ**. Biotemas (UFSC), v. 18, n.1, p.223_231, 2004. Disponível em <<http://www.biotemas.ufsc.br/pdf/volume181/p223a231.pdf>>. Acessado em 25 de Setembro de 2005.

PENIDO, J. H. Sistema de Compostagem. In: **Modelo de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos**. Brasília: Fundo Nacional do Meio Ambiente. 2001.

PEREIRA NETO J. T. **Manual de compostagem: processo de baixo custo**. Belo Horizonte: UNICEF, 1996. 56p.

PINHEIRO, M. A. A., FISCARELLI, A. G. **Manual de apoio à fiscalização do caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*)**. 1ª ed. Itajaí: UNESP/CEPSUL/IBAMA, 2001. 43p.

PINHO, E. L. de; ZAPATA, J. F. F.; SILVA, E. M. C. da; MAIA, G. A. **Inclusão de Pigmentos da Carapaça do Camarão em Produto à Base de Pescado**. Arquivos de Ciências do Mar - Publicação do Laboratório de Ciências do Mar: Universidade Federal do Ceará - UFC, Vol. 35, p. 27 – 31, 2002.

PORTARIA Nº 01, de 04 de março de 1.983. **Aprovar as normas sobre especificações, garantias, tolerâncias e procedimentos para coleta de amostras de produtos, e os modelos oficiais a serem utilizados pela inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes, destinados à agricultura.** 37p. Disponível em: <http://www.pr.gov.br/seab/port_sefis_1_83.pdf> . Acesso: Jun. 2006.

PORTARIA Nº 84, de 29 de março de 1.982. **Disposições contidas no Decreto 86.955, de 18 de fevereiro de 1.982, que regulamenta a Lei nº 6.894, de 16 de dezembro de 1.980, alterada pela Lei nº 6.934, de 13 de julho de 1981.** 12p. Disponível em: <http://www.pr.gov.br/seab/port_ma84_82.pdf>. Acesso: Jun. 2006.

RACHIE, K. O. Introduction. In : SINGH, S.H. ; RACHIE, K.O. **Cowpea, research, production and utilization**. Ed. JohnWiley, Chichester, U.K. p. 21 – 28, 1985.

ROMANELLI, P. F.; SCHIMITD, J. **Estudo do aproveitamento das vísceras do jacaré do pantanal (*Caiman crocodilus yacare*) em farinha de carne**. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, v. 23 (supl), p. 131 – 139, 2003.

RUPERT, E. E.; BARNES, R. D. **Zoologia dos Invertebrados** 6^a ed. São Paulo: Editora Roca Ltda, São Paulo, 1996. 1029p.

SANTAMARTA, J. **Por um futuro sem contaminantes orgânicos persistentes: tópico especial**. Agroecol. e Desenv. Rur. Sustent., Porto Alegre, v.2, n.1, p. 46 – 56, 2001.

SANTANA, G. X. **Caracterização morfológica do sistema reprodutor feminino do caranguejo-uçá *Ucides cordatus* Linnaeus, 1768 (CRUSTACEA: DECAPODA: BRACHYURA)**. 2002. 72f. Monografia submetida à coordenação do curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Ceará - UFC, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas. Fortaleza – CE. 2002.

SANTANA, M. A. P. **NEM LUXO, NEM LIXO: Uma proposta de reciclagem na construção (Aplicação à cidade de João Pessoa)**. 2003. 140f. Dissertação apresentada ao Programa Regional de Pós-graduação em Desenvolvimento –PRODEMA, Universidade Federal da Paraíba – UFPB, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Mestre em desenvolvimento e Meio Ambiente. João Pessoa – PB. 2003.

SANTOS, J. J. A. dos. **Determinação do coeficiente de cultura do feijão cupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) em diferentes fases fenológicas através do método do balanço hídrico.** 1998. 62f. Dissertação submetida à coordenação do curso de pós-graduação em irrigação e drenagem da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de mestre. Fortaleza – CE. 1998.

SECRETARIA DE TURISMO DO ESTADO DO CEARÁ - SETUR. **Evolução do turismo no Ceará.** n.17, 2ed. 2006. 12p. Disponível em: <http://www.setur.ce.gov.br/setur/docs/estudos_e_pesquisas/evolucao_turismo_ceara_v17.pdf>. Acesso em: 20 março. 2006.

SILVA, E. da C. **OS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NA CIDADE DE NATAL-RN: PROBLEMAS SÓCIO-AMBIENTAIS.** 2001. 140f. Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal da Paraíba como preenchimento parcial dos requisitos para a obtenção do título de mestre em Desenvolvimento e Meio ambiente, sub-área - Habitat Urbano e Meio Ambiente. João Pessoa – PB, 2001.

SOUZA, A. M. G. de F.; ANGELIS, D. F. de. (2001). **Resíduos sólidos: avaliação para tratamento e disposição em solo.** *Revista Saneamento Ambiental*. São Paulo, n 77, p. 32-39, jun. 2001.

SOUZA, M. do S. M. de; BEZERRA, F.M.L.; TEÓFILO, E.M. **Coeficientes de cultura do feijão caupi na região litorânea do ceará.** *Irriga, Botucatu*, v. 10, n3, agosto – outubro, p. 241-248, 2005.

STEVENSON, W. J. **Estatística Aplicada à Administração;** tradução Alfredo de Farias. Harper & Raw do Brasil, São Paulo, SP, 1981. 495p.

STORER, T.I., USINGER, R.L., STEBBINS, R.C., NYBAKKEN, J.W. **Zoologia Geral.** 6ª Edição. São Paulo: Editora Nacional, 1991. 816p.

STORI, F. T. **Avaliação dos resíduos da industrialização do pescado em Itajaí e navegantes (SC), como subsídio à implementação de um sistema gerencial de bolsa de resíduos.** 2000. 145f. Monografia submetida à coordenação do curso de Oceanografia da Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Bacharel em Oceanografia. Itajaí – SC. 2000.

TELLES_FILHO,_d'A. **Asma Brônquica/Aspergilose Broncopulmonar.** 2006. 5p. Disponível em: < http://www.asma-bronquica.com.br/medical/aspergilose_broncopulmonar.html >. Acesso em: 11 de dezembro de 2006.

THUNG, M. D. T; OLIVEIRA, I. P. de O. **Problemas abióticos que afetam a produção do feijoeiro e seus métodos de controle**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA-CNPAP, 1998. 172p.

VELLOSO, C. H. V. Modelos tecnológicos para sistemas de tratamento e destinação final de RSU. In: **Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. (Curso modelo de gestão integrada dos resíduos sólidos urbanos)**. Rio de Janeiro, 2000. 46p.

VIEIRA, C. Adubação mineral e calagem. In: _____VIEIRA, C.; PAULA JÚNIO, T. J. de; BORÉM, A. **Feijão: Aspectos gerais e cultura no Estado de Minas**. Editora UFV, Viçosa – MG, 1998. 596p.

VIEIRA, S. (1999). **Estatística Experimental**. São Paulo: 2ª ed. Atlas, 1999. 185p.

ZANTA, V. M. & FERREIRA, C.F.A. **Gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos**. In: CASTILHOS JR, A.B. de (coord). Resíduos sólidos urbanos: aterro sustentável para municípios de pequeno porte. Rio de Janeiro: RiMa, ABES, p. 01-18, 2003.