



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PARÁ
CAMPUS CASTANHAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO RURAL
E GESTÃO DE EMPREENDIMENTOS AGROALIMENTARES



BEATRIZ DA SILVA MIRANDA

**ADUBO ORGÂNICO ENRIQUECIDO COM CONCHAS DE OSTRAS
NA PRODUÇÃO DO COENTRO: UMA ALTERNATIVA PARA O
APROVEITAMENTO DOS RESÍDUOS DA MALACOCULTURA NO NORDESTE
PARAENSE**

**CASTANHAL
2018**

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PARÁ
CAMPUS CASTANHAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO RURAL E GESTÃO DE
EMPREENHIMENTOS AGROALIMENTARES

BEATRIZ DA SILVA MIRANDA

**ADUBO ORGÂNICO ENRIQUECIDO COM CONCHAS DE OSTRAS
NA PRODUÇÃO DO COENTRO: UMA ALTERNATIVA PARA O
APROVEITAMENTO DOS RESÍDUOS DA MALACOCULTURA NO NORDESTE
PARAENSE**

Dissertação apresentada ao curso de mestrado em Desenvolvimento Rural e Gestão de Empreendimentos Agroalimentares do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – *Campus* Castanhal, como requisito para a obtenção do título de mestre.

Orientador: Prof. Dr. João Tavares Nascimento

Co-orientadora: Prof. Msc. Léa Carolina de Oliveira Costa

**CASTANHAL
2018**

Dados para catalogação na fonte
Setor de Processamento Técnico Biblioteca
IFPA - Campus Castanhal

M672a Miranda, Beatriz da Silva

Adubo orgânico enriquecido com conchas de ostras na produção do coentro: uma alternativa para o aproveitamento dos resíduos da malacocultura no Nordeste Paraense. / Beatriz da Silva Miranda. — 2018. 86 f.

Impresso por computador (fotocópia).

Orientador: Prof. Dr. João Tavares Nascimento

Coorientadora: Prof^a. Msc. Léa Carolina de Oliveira Costa

Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural e Gestão de Empreendimentos Agroalimentares) — Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – IFPA, 2018.

1. Desenvolvimento rural – Pará, Nordeste. 2. Ostra - Criação. 3. Compostagem. 4. Adubos e fertilizantes. 5. Horticultura. I. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará. II. Título.

CDD: 307.1412098115

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PARÁ
CAMPUS CASTANHAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO RURAL E GESTÃO DE
EMPREENDIMENTOS AGROALIMENTARES

BEATRIZ DA SILVA MIRANDA

**ADUBO ORGÂNICO ENRIQUECIDO COM CONCHAS DE OSTRAS
NA PRODUÇÃO DO COENTRO: UMA ALTERNATIVA PARA O
APROVEITAMENTO DOS RESÍDUOS DA MALACOCULTURA NO NORDESTE
PARAENSE**

Dissertação apresentada ao curso de mestrado em Desenvolvimento Rural e Gestão de Empreendimentos Agroalimentares do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – *Campus* Castanhal, como requisito para a obtenção do título de mestre.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. João Tavares Nascimento
IFPA - *Campus* Castanhal
(Orientador)

Prof. Dr. Cícero Paulo Ferreira
IFPA - *Campus* Castanhal
(Membro)

Prof. Dr. Augusto José Silva Pedroso
IFPA - *Campus* Castanhal
(Membro)

Dedico este trabalho à minha filha **Laura Beatriz** que conseguiu se adaptar a minha dupla jornada, meu marido **Caio Augusto** que paciente, compreensivo e companheiro permaneceu me apoiando para que encerrasse mais uma etapa de minha carreira profissional e a todos os meus **Familiares** que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu alcançasse mais esta conquista.

AGRADECIMENTOS

À **Deus**, meu grande inspirador, a quem eu devo minha vida e tudo aquilo que conquistei, por sua infinita misericórdia e por toda força e fé que sempre me colocou em pé para continuar buscando a concretização de meus projetos.

A meu querido orientador, **Prof. Dr. João Tavares Nascimento** por seu empenho e dedicação na orientação e execução deste trabalho. Seu comprometimento foi fundamental para a conclusão desta pesquisa.

A co-orientadora **Prof^a. Msc. Léa Carolina de Oliveira Costa** que contribuiu com orientações indispensáveis para a estruturação deste projeto.

Aos colegas e servidores **Msc. Antônio Elson Cunha Cavalcante, Msc. Domingos Sávio Morais Tavares e Msc. Ailton Mascarenhas dos Santos**, por estarem presentes e cooperando em todas as etapas do experimento em campo.

Ao querido amigo **Antonio José Rocha da Costa** pela valiosa ajuda na fase inicial desta pesquisa, se dispondo a viajar para as comunidades para a coleta de informações e de conchas residuais.

A **equipe discente**, do curso de Agronomia, aqui representada por **Lucas Tokumitsu** por toda contribuição com os trabalhos de campo na fase inicial do projeto (produção do adubo). A ajuda de todos foi essencial para o fechamento desta etapa.

A **equipe de docentes** do Curso Mestrado Profissional em Desenvolvimento Rural e Gestão de Empreendimentos Agroalimentares que se empenharam na troca de saberes e conhecimentos, esforço esse que sem dúvidas foi muito importante para a minha construção profissional.

Aos **demais servidores** do IFPA – *Campus* Castanhal que permaneceram próximos, acompanhando essa difícil caminhada, ofertando sua solidariedade e cooperando para a realização deste projeto.

A minha família (presente de Deus) **Laura Beatriz Miranda Farias**, por ser minha companheira inseparável nesta jornada e por ter conseguido se adaptar as condições a ela impostas. **Caio Augusto dos Santos Farias**, por permanecer a meu lado nesta caminhada, desde o início, apoiando com sua paciência, dedicação, compreensão, companheirismo, enfim, com sua cumplicidade, tornando possível a conciliação família/estudo.

Aos meus **familiares**, Mãe, Pai, Irmãos, Tias, enfim, a todos por sempre apoiarem meus estudos, dando conselhos e incentivos para que eu prossiga perseguindo meus objetivos.

A tia/mãe **Deuzarina Benjamin Gomes dos Santos**, a mãe de Castanhal, por ter me acolhido em sua vida e em sua casa sempre que precisei, por todos os conselhos, por nunca medir esforços para me ajudar nos momentos de necessidade, por ter assumido o papel de mãe desde o dia em que me conheceu e ter permanecido presente em minha vida.

A minha irmã **Glória da Silva Miranda** por se dispor em me ajudar, na fase final deste trabalho, abrindo mão do conforto e privacidade de sua casa para cuidar de nossa *Laurinha*. A minha irmã **Raquel da Silva Miranda** pelo apoio logístico e também por cuidar da *Laurinha*, para que este trabalho fosse concluído.

A **todos aqueles que contribuíram** direta ou indiretamente para a que eu pudesse atingir esta meta em minha carreira profissional.

"O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis."

José de Alencar

"O conhecimento e a informação são os recursos estratégicos para o desenvolvimento de qualquer país."

Peter Drucker

RESUMO

No Estado do Pará, a ostreicultura vem sendo praticada, principalmente, nas comunidades rurais da mesorregião Nordeste paraense, resultando em elevadas quantidades de conchas com gerenciamento inadequado, promovendo a poluição ambiental. Todavia, na composição das conchas de ostras contêm altas concentrações de Cálcio e Magnésio e de outros nutrientes na forma orgânica, possibilitando seu aproveitamento quando associadas aos adubos orgânicos. A presente pesquisa objetivou utilizar conchas residuais de ostras, como fonte alternativa de Cálcio, Magnésio, e de outros nutrientes, no enriquecimento de composto orgânico para uso em sistema de produção orgânica de hortaliças, como alternativa no gerenciamento adequado dos resíduos sólidos da ostreicultura, no Nordeste Paraense. A pesquisa foi conduzida em casa de vegetação no Setor de Horticultura do IFPA - *Campus* Castanhal, em Castanhal - PA, no delineamento em blocos casualizados, com 5 tratamentos, 5 repetições em 25 parcelas. O coentro cultivar “Verdão” foi cultivado em vasos de polietileno de 6 kg, tendo na composição dos substratos os seguintes tratamentos: 1-solo superficial; 2-solo+composto orgânico+3 % conchas de ostras; 3-solo+composto orgânico+6 % conchas de ostras; 4-solo+composto orgânico+9 % conchas de ostras; e 5-solo+composto orgânico+12 % conchas de ostras. O solo superficial foi coletado à profundidade de 0,0-0,2m, classificado como Latossolo Amarelo distrófico, de baixa fertilidade, com 15,9% de saturação por bases. A concentração do composto orgânico no substrato foi de 5 kgm² (Cavalcante, 2015), obtido por compostagem aeróbica na proporção de 70% de resíduos vegetais (folhas diversas) e 30% de raspas de mandioca, adicionado os percentuais de 3 %, 6 %, 9 % e 12 % de conchas de ostras secas e trituradas. No crescimento da planta do coentro avaliou-se a altura (AP) e número de folhas por planta (NF), e a produtividade, pela biomassa verde (BV) e seca (BS), aos 30 dias da germinação, e a qualidade dos substratos após cultivo, pelos atributos (pH, Matéria Orgânica - MO, Fósforo - P, Cálcio - Ca, Magnésio - Mg, Alumínio - Al, e Saturação por Bases - V). Em comparação à Testemunha (T1), constataram-se efeitos significativos com maior eficiência, a partir do T3 (solo+composto orgânico+6 % conchas de ostras), que promoveu, em média, desempenhos superiores, em AP (20,64 cm), no NF (média geral de 6,25 não se diferenciou), em BV (4.950,26 kg ha⁻¹) e BS (606,20 kg ha⁻¹). Nos atributos qualitativos dos substratos, as maiores eficiências foram a partir do T2 (solo+composto orgânico+3 % conchas de ostras), nível adequado para elevar o índice V à 88,78%, comparada ao da testemunha (15,91%), atribuído à elevação do pH (de 4,9 a 6,75), da MO (de 14,4 a 23,9 g kg⁻¹), de Ca (de 0,3 a 5,65 cmol_c dm⁻³), de Mg (de 0,2 a 1,65 cmol_c dm⁻³), de P (de 6,0 a 155,55 mg dm⁻³), e redução de Al (de 1,0 cmol_c dm⁻³ a 0,00). Em função dos resultados, conclui-se que o composto orgânico produzido por compostagem com resíduos vegetais, raspas de mandioca e conchas de ostras, a partir da concentração de 3%, promoveu a melhoria da qualidade do substrato para cultivos de coentro e demais hortaliças saudáveis, em sistema orgânico de produção nas condições ambientais do presente estudo.

PALAVRAS-CHAVE: *Crassostrea gasar*; Compostagem; Horticultura orgânica; Resíduos da malacocultura.

ABSTRACT

In the State of Pará, ostreiculture has been practiced in rural communities, mainly in the northeast mesoregion, resulting in high quantities of shells with inadequate management, promoting environmental pollution. However, in the composition of the oyster shells they contain high concentrations of Calcium and Magnesium and other nutrients in the organic form, allowing their use when associated with organic fertilizers. The present research aimed to use residual oyster shells, as an alternative source of calcium, magnesium, and other nutrients, in the enrichment of organic compound for use in organic vegetable production system, as an alternative in the proper management of solid oyster farming residues, Northeast of Paraense. The research was conducted in a greenhouse at the IFPA - *Campus* Castanhal Horticulture Sector, in Castanhal - PA, Brazil, in a randomized block design, with 5 treatments, 5 replicates in 25 plots. The "Verdão" coriander was cultivated in polyethylene pots of 6 kg, with the following treatments in the composition of the substrates: 1-superficial soil; 2-soil + organic compost + 3% oyster shells; 3-soil + organic compost + 6% oyster shells; 4-soil + organic compost + 9% oyster shells; and 5-soil + organic compound + 12% oyster shells. The soil surface was collected at a depth of 0.2 m, classified as a dystrophic Yellow Latosol, with low fertility, with 15.9% of saturation per base. The concentration of the organic compound in the substrate was 5 kg m² (Cavalcante, 2015), obtained by aerobic composting in the proportion of 70% of vegetal residues (several leaves) and 30% of cassava scrapings, adding the percentages of 3%, 6%, 9% and 12% of dried and crushed oyster shells. The height (AP) and number of leaves per plant (NF) were evaluated in the coriander plant growth, and the yield, by green biomass (BV) and dry matter (BS), at 30 days of germination, and the quality of the substrates after cultivation, by the attributes (pH, Organic Matte - MO, Phosphorus - P, Calcium - Ca, Magnesium - Mg, Aluminum - Al, and Base Saturation - V). Compared to the Witness (T1), significant effects were observed with higher efficiency, from T3 (soil + organic compost + 6% oyster shells), which promoted, on average, higher performances in AP (20.64 cm) in the NF (general mean of 6.25 did not differ), in BV (4,950.26 kg ha⁻¹) and BS (606,20 kg ha⁻¹). In the qualitative attributes of the substrates, the greatest efficiencies were from T2 (soil + organic compost + 3% oyster shells), an adequate level to raise the V index to 88.78%, compared to the control (15.91%), attributed to elevation of pH (from 4.9 to 6.75), MO (from 14.4 to 23.9 g kg⁻¹), Ca (from 0.3 to 5.65 cmol_c dm⁻³), from Mg (from 0.2 to 1.65 cmol_c dm⁻³), from P (from 6.0 to 155.55 mg dm⁻³), and reduction of Al (from 1.0 cmol_cdm⁻³ to 0). Based on the results, it was concluded that the organic compound produced by composting with vegetable residues, of cassava scrapings and oyster shells from the 3% concentration promoted the improvement of substrate quality for coriander and other healthy vegetables, in organic production system under the environmental conditions of the present study.

KEY WORDS: *Crassostrea gasar*; Composting; Organic horticulture; Malacoculture residues.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Localização do município de Salinópolis e Comunidade Santo Antonio do Urindeua no estado do Pará.....	35
Figura 2. Localização do município de Castanhal e IFPA - <i>Campus</i> Castanhal. IFPA - <i>Campus</i> Castanhal/PA, 2018.	36
Figura 3. Trituração (A) e peneiragem (B) das conchas de Ostras; Pilhas de compostagem (Figura 3C). Setor de Olericultura. IFPA - <i>Campus</i> Castanhal/PA, 2018.....	37
Figura 4. Disposição dos vasos na casa de vegetação. IFPA - <i>Campus</i> Castanhal/PA, 2018.....	39
Figura 5. Rendimento do coentro em BV e BS em função da adubação com composto orgânico com níveis crescentes de conchas de ostras. IFPA - <i>Campus</i> Castanhal/PA, 2018.....	44
Figura 6. Resultados das análises químicas dos atributos dos substratos com solo superficial e composto orgânico, adicionado com diferentes concentrações de resíduos de conchas de ostra. IFPA - <i>Campus</i> Castanhal/PA, 2018.....	49
Figura 7. ASAPAq (A); Reunião de socialização da tecnologia (B).....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização dos metais constituintes das conchas de ostras. IFPA - <i>Campus Castanhal/PA</i> , 2018.	20
Tabela 2. Recomendação de adubação para coentro, em função de resultados de análise do solo.	32
Tabela 3. Resultado da análise química do solo utilizado na composição do substrato para o cultivo da cultura do Coentro. IFPA - <i>Campus Castanhal/PA</i> , 2018.	38
Tabela 4. Análise de Variância dos resultados de crescimento e produtividade da planta de coentro sob substratos com composto orgânico em diferentes níveis de conchas de ostras. IFPA – <i>Campus Castanhal/PA</i> , 2018.	41
Tabela 5. Resultados de crescimento da planta de coentro sob substratos com composto orgânico em diferentes níveis de conchas de ostras. IFPA-Castanhal/PA, 2018.	42
Tabela 6. Análise de variância dos resultados das análises químicas dos atributos dos substratos com solo superficial e composto orgânico adicionado com diferentes concentrações de resíduos de conchas de ostras. IFPA - <i>Campus Castanhal/PA</i> , 2018.	47
Tabela 7. Resultados das análises químicas do Al trocável dos substratos, em função dos tratamentos em estudo. IFPA - <i>Campus Castanhal/PA</i> , 2018.	52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACEB	Associação Cultural e Educacional Brasil
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação)
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IFPA	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio as Micro e Pequenas Empresas

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1. IMPORTANCIA SOCIOECONÔMICA DA OSTREICULTURA.....	18
2.2. FORMAÇÃO E COMPOSIÇÃO DAS COCHAS.....	19
2.3. CARACTERIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE RESÍDUOS DE OSTRAS NO NORDESTE PARAENSE E SUA DESTINAÇÃO FINAL	21
2.4. FORMAS DE UTILIZAÇÃO DAS CONCHAS	24
2.5. IMPORTANCIA DO APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS DA OSTREICULTURA.....	25
2.6. IMPORTANCIA DO USO DE ADUBOS ORGÂNICOS NO SOLO.....	27
2.7. COMPOSTAGEM.....	29
2.8. A CULTURA DO COENTRO.....	31
3. METODOLOGIA.....	33
3.1. ABORDAGEM DA PESQUISA.....	33
3.2. NATUREZA DA PESQUISA.....	33
3.3. PROCEDIMENTOS DA PESQUISA	34
3.4. CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DA PESQUISA	34
3.4.1. Comunidade Santo Antônio do Urindeua, Salinópolis, Pará	34
3.4.2. IFPA <i>Campus</i> Castanhal, Pará.....	35
3.5. DESENVOLVIMENTO DO EXPERIMENTO	36
3.5.1. Produção do composto orgânico	36
3.5.2. Tratamentos e caracterização do solo superficial utilizado no substrato ...	37
3.5.3. Implantação da cultura do coentro e manejo	38
3.5.4. Avaliação de crescimento e produtividade do coentro	39
3.5.5. Avaliação dos atributos dos substratos cultivados com o coentro	39
3.6. ANÁLISES ESTATÍSTICAS DOS DADOS	39
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
4.1. AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO DA PLANTA DO COENTRO.....	41
4.1.1. Altura de Plantas (AP).....	41
4.1.2. Número de Folhas (NF)	42
4.2. AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DO COENTRO	43
4.2.1. Biomassa Verde (BV).....	43
4.2.2. Biomassa Seca (BS).....	45
4.3. AVALIAÇÃO DOS ATRIBUTOS QUALITATIVOS DOS SUBSTRADOS	46

4.4. DIVULGAÇÃO DO PRODUTO NA COMUNIDADE	53
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	55
REFERÊNCIAS.....	57
PRODUTO	64
APÊNDICE I.....	65

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos foi possível observar o aumento da ocorrência de problemas ambientais em decorrência do constante crescimento populacional e, também pelo aumento de atividades produtivas que geram muitos resíduos, os quais resultam em graves problemas, cujo gerenciamento se faz necessário. No entanto, torna-se oneroso devido ao volume acumulado e as tecnologias demandadas.

A produção residual resultante das atividades humanas, bem como seu volume, é mais significativa quanto maior for a escala de produção. Dentre as produções de resíduos, a produção pesqueira mundial, segundo a FAO (2014), tem aumentado de forma constante nos últimos 50 anos, sendo que o setor aquícola neste cenário, tem se destacado com incrementos superiores a produção proveniente da pesca, principalmente nas últimas quatro décadas.

No Brasil, a atividade de maricultura tem ganhado destaque no cenário aquícola, onde se enquadra a ostreicultura que, de acordo com Silva (2007), é uma importante atividade geradora de resíduos, que vem causando impactos ambientais negativos por destinarem, de forma inadequada, as conchas residuais, criando um ambiente para a proliferação de vetores e doenças. Isto vem causando problemas ambientais, ou, até mesmo de saúde pública, devido as conchas carregarem consigo uma pequena quantidade de resíduo muscular, que rapidamente entra em processo de decomposição nos locais de destinação, podendo provocar prejuízos de caráter produtivo às comunidades geradoras, tanto na perspectiva ambiental, como na socioeconômica (VINATEA; VIEIRA, 2005; SILVA, 2007; CHIERIGHINI et al., 2011; TENÓRIO et al., 2014), tornando-se, assim, fundamental seu gerenciamento.

Atualmente, no Estado do Pará, a ostreicultura é praticada em apenas seis comunidades rurais da mesorregião Nordeste paraense, microrregião do Salgado, sendo estas, Alto Pereru e Pereru de Fátima, em São Caetano de Odivelas; Lauro Sodré, em Curuçá; Santo Antonio do Urindeua, em Salinópolis; e Nazaré do Seco, em Maracanã (MACEDO, 2015) e microrregião Bragantina, na comunidade Nova Olinda, em Augusto Correa (BRABO et al., 2016). Além do cultivo, merece atenção o extrativismo de ostras e de outros moluscos bivalves, que também podem resultar em elevadas quantidades de conchas.

Cabe citar ainda que essas comunidades paraenses, onde se pratica a ostreicultura e, ou, extrativismo, ainda não realizam o aproveitamento integral dos resíduos orgânicos da atividade aquícola e que estas têm como principal atividade geradora de renda a agricultura familiar (Costa, 2016), e que esse gerenciamento de resíduos, pode ser uma importante forma

de diversificação da renda, ou, uma forma de redução de custos na produção agrícola, motivo pelo qual, se propõe na presente pesquisa o seu aproveitamento para a agricultura.

Neste contexto, torna-se importante mencionar que, a realidade dos solos da Região Amazônica, devido sua natureza, são frágeis e pobres em nutrientes, por serem arenosos e ácidos, em sua maioria (CRAVO et al., 2010), e que vem se agravando com ações antrópicas usando práticas de manejos inadequadas, como, o da agricultura itinerante (derruba e queima), do desmatamento indiscriminado para implantação de pecuária em extensas áreas, e, ou, de monocultivos de plantas exóticas, como o dendê em extensas áreas, e ainda o uso constante de queimadas incontroláveis como prática de limpeza das áreas de pastagens.

Tais práticas vêm causando alterações severas nesses ambientes, tornando-os cada vez menos produtivos e aumentando as áreas com solos degradados, o que requer alto custo para suas recuperações e manutenções da produção. Não obstante, esses solos ácidos e degradados para uso em sistemas de produção agrícola, em nível adequado, requerem alto consumo de insumos externos, como calcários, fertilizantes minerais e agrotóxicos, dentre outros.

Diante desse cenário, torna-se fundamental a adoção de práticas que promovam o restabelecimento da qualidade desses solos. Como alternativa Primavesi (2002) e Souza (2015), destacam o manejo ecológico do solo como um princípio indispensável para se praticar uma agricultura orgânica e saudável, por meio de técnicas que promovem o enriquecimento do solo e da plantação, utilizando-se, por exemplo, o composto orgânico por meio da compostagem.

Nesse sentido, corroborando como alternativa, Alcântara (2017) explica que processos como a compostagem, podem tornar o agricultor independente da aquisição de fertilizantes comerciais e fornecer um produto de boa qualidade, ecologicamente correto e economicamente viável. O composto orgânico, aumenta consideravelmente o nível da matéria orgânica do solo, eleva a capacidade de troca de cátions efetiva (CTC), além de promover eficiente redução de teores de alumínio trocável, e otimizar a disponibilidade de nutrientes em quantidades adequadas.

Em estudos com práticas orgânicas alternativas para melhoria da qualidade do solo, Costa et al. (2012) testaram a viabilidade do uso do pó de conchas de mariscos como corretivo de acidez, alcançando resultados satisfatórios, confirmando a potencialidade no uso do pó de conchas para correção de acidez de solos, além de apresentar, uma possibilidade de reaproveitamento do resíduo. Por sua vez, Lima (2015) utilizando cracas residuais da mitilicultura, associado ao nível de 25 t ha⁻¹ de composto orgânico, relatou que tal adubação

contribuiu para o aumento da produção de massa seca da parte aérea da alface, acima de 77% comparado à produção com a adubação química.

Para Rossol et al. (2012), a reutilização das conchas no solo agrícola tem sido considerada como a opção mais interessante, tanto sob o ponto de vista ambiental, como econômico, já que o principal constituinte dessas conchas é o carbonato de cálcio (CaCO_3), substância de elevado interesse industrial, servindo de matéria prima para diversos produtos, inclusive para a indústria agropecuária na produção de calcário (SILVA, 2007; CHIERIGHINI et al., 2011; TENÓRIO et al., 2014).

O uso do carbonato de cálcio (CaCO_3) no solo, proveniente de conchas de ostras, segundo Costa et al. (2012), é uma das soluções apropriadas à maioria dos solos ácidos. Estes autores realizaram testes de eficiência desse material, alcançando melhor desempenho na correção de acidez do solo, mediante valores de pH mais elevados, do que os do calcário comercial, destacaram ainda que esta eficiência é devida às suas diferenças físicas e químicas, que fazem com que o calcário de conchas, seja dez vezes mais solúvel que o de rochas.

A utilização de compostos orgânicos em diversas culturas olerícolas já vem sendo testada, quer seja em monocultivo ou consorciadas, bem como apresentado por Nascimento et al.; Aguiar et al. (2015) que avaliaram o desempenho agrônômico do coentro submetido a crescentes doses de composto orgânico alcançando excelentes resultados. Também é possível observar sua aplicação associada a outras práticas como plantio direto com cobertura viva e morta, conforme apresentado por Tavella et al. (2010) que também alcançou bons resultados. A associação de conchas de moluscos a composto orgânico para uso em hortaliças é outra prática já registrada, conforme exposto por Lima (2015) ao avaliar o desempenho da alface sob diferentes doses de composto orgânico enriquecido com conchas de cracas, tendo obtido resultados mais elevados que os da adubação química.

O presente trabalho, além de propor o aproveitamento das conchas residuais da ostreicultura para uso no solo, também propõe o aproveitamento de outros resíduos orgânicos disponíveis nos locais de produção (roçados) como resíduos de mandioca (raspas), ou, em quintais, como folhagens, restos de madeiras, dejetos de animais, ou outros resíduos, na produção do adubo orgânico, cujos materiais normalmente são amontoados e eliminados por queima, nos processos de limpeza.

Diante do exposto, a presente pesquisa objetivou utilizar conchas residuais de ostra como fonte alternativa de Cálcio e de outros nutrientes, no enriquecimento do composto orgânico, para uso com hortaliças em sistema de produção orgânica, como alternativa de gerenciamento dos resíduos sólidos da ostreicultura, no Nordeste Paraense.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. IMPORTANCIA SOCIOECONÔMICA DA OSTREICULTURA

O cultivo de moluscos tem crescido bastante nos últimos anos. Em 2014, a malacocultura (cultivo de moluscos) contribuiu com mais de 16,1 milhões de toneladas de moluscos representando mais de 21,8% da produção aquícola mundial. Nesta produção, ganha destaque o continente asiático com 92% da produção mundial de moluscos. Entre os países produtores, destacam-se a China com uma produção cinco vezes maior que a do resto do mundo (12 milhões de toneladas), Japão (377.000 toneladas), República da Coreia (347.000 toneladas) e Tailândia (210.000 toneladas) (FAO, 2016).

Na América do Sul, o Chile destaca-se com produção de moluscos de 253.307 toneladas, 5º lugar na produção mundial. O Brasil com uma produção de 20.699 toneladas ocupa a 9ª posição, em relação ao restante do mundo (FAO, 2014), sendo que deste total, cerca de 88% provém do estado de Santa Catarina, o maior produtor brasileiro (ACEB, 2014). Na Região Norte do país, apesar do predomínio de pisciculturas, encontram-se também cultivos de moluscos.

No estado do Pará, a atividade de produção da ostreicultura (cultivo de ostras), um ramo da malacocultura, vem apresentando crescimento discreto nos últimos anos. Essa produção de ostras vem sendo realizada por agricultores familiares, com a espécie *Crassostrea gasar*, A., em seis comunidades rurais de cinco municípios paraenses, as quais são, Alto Pereru e Pereru de Fátima, em São Caetano de Odivelas, Lauro Sodré, no município de Curuçá, Nazaré do Seco, em Maracanã e Santo Antônio do Urindeua, no município de Salinópolis, localizadas na microrregião do Salgado (MACEDO, 2015) e Nova Olinda, município de Augusto Correa, localizado na microrregião Bragantina (BRABO et al., 2016). Vale mencionar, que a ostreicultura paraense é sustentada pela coleta de sementes em apenas duas localidades no estado, sendo estas, Lauro Sodré e Nazaré do Mocajuba localizados no município de Curuçá, e ainda que esses produtores têm essas atividades com ostras como atividade complementar de renda.

A criação de ostras é considerada um sistema de aquicultura ecológica simples, economicamente rentável, gerador de empregos, que promove a preservação e a manutenção dos recursos naturais marinhos e possibilita a fixação de comunidades tradicionais costeiras em seus locais de origem, contribuindo para o desenvolvimento rural local sustentável, motivo pelo qual, tem um grande potencial como atividade socioeconômica para as regiões Norte e Nordeste do Brasil (LEGAT et al, 2008).

De acordo com o SEBRAE (2014), a atividade de ostreicultura no Estado do Pará vem se configurando como uma das principais alternativas na geração de renda para as famílias produtoras desses cinco municípios, localizados na mesorregião nordeste do Estado, onde a produção vem crescendo nos últimos anos.

Cabe ainda ressaltar que para Gomes, Araújo e Dantas Neto (2008), a ostreicultura apresenta-se como uma alternativa produtiva acessível às famílias pobres, tanto do ponto de vista financeiro, quanto técnico, uma vez que esta atividade exige baixos custos de investimento, podendo ser conduzida paralelamente às outras atividades produtivas e domésticas, e ainda oferecer uma rentabilidade excepcional, revertendo em suplementação da renda familiar.

Após realizar pesquisa no Nordeste paraense, Campos (2011) afirma que o cultivo de ostras contribui para aumentar a renda e o emprego, fixando o pescador no seu local de origem, além de ser uma atividade que produz alimento saudável, que pode contribuir para diminuir a pobreza e ajudar a combater a fome na localidade onde é produzida, promovendo segurança alimentar e nutricional. Em corroboração Brabo et al. (2016), ressaltam que apesar de a ostreicultura contar com mercado ainda limitado, representa uma alternativa viável para as comunidades tradicionais, em especial pelo baixo custo de produção.

2.2. FORMAÇÃO E COMPOSIÇÃO DAS COCHAS

As ostras são moluscos bivalves filtradores, isto é, são animais de corpo mole recobertos por uma concha rígida formada por duas valvas e unidas por uma articulação, constituindo um esqueleto externo. Esses animais têm a capacidade de filtrar a água se alimentando de pequenos organismos e partículas orgânicas presentes no ambiente e ainda absorver e incorporar à concha, outras substâncias disponíveis na água, podendo ser bioindicadores de alterações na composição do meio aquático.

Silva et al. (2010), destacam que esse exoesqueleto rígido em forma de concha funciona como proteção contra os predadores, e barreira para que o animal suporte a pressão hídrica do meio em que habita. As conchas são basicamente formadas pela deposição contínua de uma substância dura e brilhante, o nácar, o qual é depositado pelo próprio molusco, a partir da superfície interna da concha onde se desenvolve. Isto funciona ainda como um mecanismo de defesa contra parasitas e uma forma de manter a área lisa e livre de corpos estranhos como grãos de areia.

Os mesmos autores ainda afirmam que, o nácar é composto por camadas de conchiolina, uma escleroproteína complexa formada de queratina, colágeno e elastina, secretada pelo molusco e intercalada por camadas de calcita ou aragonita (cristais de carbonato de cálcio), proporcionando alta dureza e rigidez à concha. Além do cálcio, vários outros elementos podem ser incorporados à estrutura das conchas, cujas porcentagens variam e podem estar relacionadas à temperatura, pH e demais componentes na água.

Esta formação por calcita, a aragonita, em forma de carbonato de cálcio foi descrita também por Boicko et al. (2004); Silva; Silva (2007), cuja forma varia de acordo com a quantidade de estrôncio em sua composição, onde maiores teores indicam a formação de aragonita, enquanto quantidades inferiores formam a calcita, conforme sugerido por Hamester (2010) em estudo realizado com conchas de ostras e mexilhões no sul do Brasil. Nesse estudo, se verificou que as conchas de mexilhão continham maior quantidade de estrôncio, o que indicava que o carbonato de cálcio era do tipo aragonita, enquanto as conchas de ostras provavelmente possuíam carbonato de cálcio do tipo calcita, se assemelhando com o carbonato comercial, cuja quantidade de estrôncio era inferior em relação a dos mexilhões.

O CaCO_3 é o principal composto das conchas de ostras (BOICKO et al., 2004; SILVA et al., 2010), as quais apresentam pequenas porções de matéria orgânica, traços de manganês, ferro, alumínio, sulfatos e magnésio (SILVA, 2007). Essa caracterização química se apresenta na Tabela 1. Boicko et al. (2004) afirmam ainda que as ostras das espécies *Ostrea gigas* Thunberg, *Talienwhanensis crosse* ou *rivularis*, Gould, apresentam de 80 a 95% de carbonato de cálcio em suas conchas, e o restante (5 a 20%) consiste em compostos orgânicos.

Tabela 1. Caracterização dos metais constituintes das conchas de ostras. IFPA - Campus Castanhal/PA, 2018.

Elemento	Know et al. (2004) (%)	Silva et al. (2010) (mg/kg)
Ca	37,4	*
Na	0,594	71,16
Mg	0,269	2.824,47
K	0,012	2,46
Fe	0,034	145,98
Al	0,036	-
Mn	0,011	19,15
Cu	0,001	1,21
Zn	0,011	5,3
Sr	0,091	836,36
Si	0,023	-

* 34,87 % (SILVA et al., 2010)

2.3. CARACTERIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE RESÍDUOS DE OSTRAS NO NORDESTE PARAENSE E SUA DESTINAÇÃO FINAL

As elevações formadas por conchas e restos faunísticos amontoados artificialmente e encontrados mais frequentemente próximo a enseadas e desembocaduras de rios são denominadas sambaquis (BRITO; OLIVEIRA, 2012). Esta é uma palavra de etimologia Tupi e significa amontoado de conchas (SILVA, 2009).

Brito e Oliveira (2012) relatam que no Brasil, além dos sambaquis do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo, Paraná, Rio de Janeiro e Espírito Santo, também existem no litoral baiano, Alagoas, Piauí, Maranhão e Pará. Desde 1885 já existia registro da ocorrência de sambaquis em áreas de baixio em terrenos alagadiços com presença de furos e igarapés no estado do Pará (LACERDA, 1885). Atualmente a extração bem como o cultivo de moluscos para o consumo e/ou comercialização são responsáveis pela produção de resíduos que, sob a perspectiva conceitual, em algumas regiões ainda podem originar significativos sambaquis, cuja produção se destaca no sul do Brasil.

Tenório et al. (2014) explicam que a atividade de extrativismo de moluscos bivalves também resulta em grandes quantidades de conchas residuais e que o peso desses resíduos correspondem a 75% do peso total das ostras. Corroborando com Machado (2002) que afirma que 74% do peso desses moluscos é representado por conchas.

Na região Norte, mais especificamente no estado do Pará, em comparação com o sul do país, essa produção é baixa, pois existem poucas comunidades costeiras com bancos naturais de ostras e a ostreicultura ainda é considerada pouco desenvolvida, apesar de estar em crescimento, haja vista que somente seis comunidades, em cinco municípios, do nordeste paraense estão realizando o cultivo desses organismos (COSTA, 2016).

A mesma autora afirma ainda que a produção desses resíduos não vem sendo quantificada nas comunidades, uma vez que as ostras são comercializadas em sua maioria *in natura* na concha e os resíduos que permanecem na comunidade são descartados sem o devido controle.

Contudo é possível estimar esse valor, se os produtores possuírem registros de produção, venda e consumo, pois se sabe que a produção das ostras ocorre em um ciclo que dependendo das demandas de mercado, varia segundo Macedo (2015) de seis meses (ostras baby – 60 a 79 mm) a oito meses (ostras médias – 80 a 99 mm), ou até mesmo, um ano (ostras máster – acima de 100 mm).

Para essa estimativa pode-se considerar a pesquisa de morfometria de ostras realizada na comunidade ostreicultora, Santo Antonio do Urindeua, município de Salinópolis - PA, com

a espécie *Crassostrea gasar* A., que consiste na espécie cultivada no estado do Pará. Nessa investigação Botelho; Santa Brígida; Cordovil (2015) constataram que o rendimento de concha em relação ao peso total depende da classificação de tamanho da ostra, variando de 70,42% para ostras baby; 72,57% para médias e 75,84% para ostras máster, com valor médio de 72,94% do peso total. Logo se entende que para cada 1000 quilogramas de ostra produzida, aproximadamente 729 quilogramas correspondem a concha residual.

Neste contexto, cabe salientar que, alguns produtores realizam o escalonamento da produção, garantindo que o produto não falte ao longo do ano, e, também, que a quantidade de conchas residuais continue aumentando. Embora essa produção e o volume de conchas residuais ainda sejam considerados baixos, já se observa o acúmulo de conchas em algumas localidades do Nordeste Paraense, o que já se apresenta como problema para os moradores locais, tornando-se fundamental um gerenciamento adequado desses resíduos (COSTA, 2016).

Diversas são as possibilidades de uso das conchas residuais (SILVA, 2007; CHIERIGHINI et al., 2011; TENÓRIO et al., 2014), contudo as atividades desenvolvidas nas comunidades geradoras dos mesmos são bastante limitadas. Pois a maioria desses produtores não tem conhecimento referente à destinação adequada para esses resíduos (COSTA, 2016).

Algumas localidades onde se pratica a ostreicultura e/ou extrativismo, no estado do Pará, se encontram em área de reserva extrativista o que promove a limitação do uso desses recursos. A comunidade Nazaré do Mocajuba, no município de Curuçá situa-se na área da Resex Mãe Grande de Curuçá, motivo pelo qual a atividade de extrativismo de ostras tem o objetivo de consumo atendendo somente os comunitários, os quais podem extrair pequenas quantidades de ostras esporadicamente (COSTA, 2016).

Ainda de acordo com, Costa (2016) essa comunidade pratica a coleta de sementes de ostras, possuindo três bancos naturais, sendo dois destes mais afastados da sede comunitária, motivo pelo qual sofrem com a depredação por parte de extrativistas de comunidades e/ou municípios vizinhos. Na extração das ostras adultas para a alimentação realiza-se o desconchamento no próprio banco onde os resíduos são depositados, deixando assim de receber a destinação adequada e sujeitando o espaço a impactos ambientais negativos.

Costa (2016) afirma ainda que apesar dessa realidade, é possível observar o acúmulo de conchas às margens do rio que banha a comunidade, provenientes de tentativas de cultivo, bem como de extrações antigas, conchas estas que um morador local tenta gerenciar processando para produzir calcário e suplemento mineral em pequenas quantidades já que as tritura manualmente em pilão e moinho caseiro para grãos.

Na comunidade Arapiranga, que faz parte dessa mesma Resex, segundo Costa (2016) realiza-se o extrativismo de vários moluscos, dentre os quais se extraem ostras para fim comercial. As ostras, assim como em Nazaré do Mocajuba, atualmente são desconchadas no banco natural que se localiza em área distante da comunidade, pois isso facilita o transporte das mesmas, mas ainda é possível encontrar conchas acumuladas em alguns pontos na comunidade, depositadas desde a época em que essa exploração era mais acentuada, quando ainda existiam bancos naturais de ostras no porto da comunidade.

Nessa localidade, por vários anos, era comum a utilização desses resíduos para a produção de cal, com o qual os produtores pintavam suas casas, mas a tradição foi se perdendo com o passar dos anos, e, atualmente, restam, somente, dois comunitários que conhecem as etapas desse processamento, ficando as conchas sem aplicabilidade (COSTA, 2016).

Ainda baseando-se em Costa (2016), na Resex Mãe Grande de Curuçá, está localizada a comunidade Lauro Sodré que extrai sementes e produz ostras, cujas conchas são depositadas em área distante da margem do rio, onde já se encontra um volume significativo de conchas, porém de quantidade desconhecida, pois, foi se acumulando ao longo dos anos de cultivo, principalmente, pelo desconchamento de ostras para o preparo de pratos para o festival de ostras organizado na comunidade.

No município de Augusto Corrêa, comunidade Nova Olinda, Costa (2016) enfatiza que o volume de conchas já existente também é desconhecido pelos produtores, assim como o incremento residual a cada ciclo, mas as conchas de ostras provém apenas de cultivo, sendo cada produtor responsável pela destinação final dos resíduos que produzir, os quais as descartam em seus quintais, cujo volume vai aumentando a cada ciclo de produção, criando um ambiente propício à proliferação de vetores e organismos patogênicos, além de exalar um odor desagradável. Essa responsabilização dos produtores surgiu a partir do momento em que perceberam que o descarte das conchas no mangue traria impactos indesejáveis a área de manguezal e a ostreicultura.

Esse descarte inadequado também é observado na comunidade Santo Antônio do Urindeua, município de Salinópolis, onde as conchas chegaram a ser utilizadas na confecção de artesanatos, assim como em Nazaré do Mocajuba (Curuçá), mas o volume de resíduos que existia nessas localidades já era grande para apenas esse uso e o mercado de artesanato não estava estabelecido, o que não resolveu o problema das conchas. Alguns produtores de Santo Antônio do Urindeua produzem com as conchas, um pó branco após torrado e triturado, ao qual chamam de colírio e utilizam-no para o tratamento de catarata (COSTA, 2016).

Costa (2016) destaca ainda que em Nova Olinda, os ostreicultores chegaram a comercializar parte dos resíduos para a confecção de filtros para o cultivo e reprodução de camarão da Amazônia (*Macrobrachium amazonicum*), mas isso também não consumiu a totalidade de conchas residuais acumuladas ao longo dos anos. Cabe ainda ressaltar, que um dos produtores as utiliza em sua propriedade agrícola com o intuito de dar uma destinação a esses resíduos orgânicos e melhorar a qualidade do solo, contudo seu uso se dá sem qualquer processamento prévio, ou seja, as conchas são dispostas inteiras no solo em volta das plantas frutíferas.

2.4. FORMAS DE UTILIZAÇÃO DAS CONCHAS

No Brasil, existem poucos estudos sobre a viabilidade de aproveitamento desses resíduos (PETRIELLE, 2008; COSTA et al., 2012), mas Chierighini et al. (2011) explicam que o carbonato de cálcio é matéria-prima para diversos produtos, tais como cal virgem, cal hidratada, corretivos para solos, carga em polímeros, blocos e pavimentos para construção civil, construções de estradas, pasta de papel, mármore compacto, adubos e pesticidas, rações, cerâmica, indústria de tijolos, indústria de tintas, espumas de polietileno, produção de talco, produção de vidros, indústria do cimento, produção de vernizes e borrachas, e de medicamentos.

Tenório et al. (2014), reforçam que as conchas de ostras e mariscos podem ser empregadas em atividades como fabricação de tintas, vidros, ácidos, corretivos de acidez do solo, entre outras. Corroborando com Silva (2007) que destacam a possibilidade do uso do carbonato de cálcio em solos agrícolas, aditivos em rações para fornecer cálcio e outros minerais nas dietas, filler (material de enchimento) na composição de outros materiais de construção, tais como cimento, argamassas, concretos, plásticos, misturas asfálticas, entre outros e também, como matéria-prima na fabricação de outros materiais de construção como cal.

De acordo com Costa et al. (2012), o carbonato de cálcio consiste em uma solução apropriada à maioria dos solos ácidos. Estes autores realizaram testes de eficiência desse material e alcançaram resultados satisfatórios, onde as conchas de ostras apresentaram melhor desempenho na correção de acidez do solo, apresentando valores de pH mais elevados em relação ao calcário comercial.

Esses autores destacam ainda que a eficiência mais elevada do calcário de conchas em relação ao calcário de rochas se dá, pelas diferenças físicas e químicas, que fazem com que

esse calcário de conchas seja dez vezes mais solúvel que o de rochas, motivo pelo qual esse novo produto vem sendo utilizado com sucesso, podendo ser aplicado em pequenas quantidades e no dia do plantio.

Além destes, com o objetivo de possibilitar uma destinação final adequada aos resíduos dos moluscos bivalves, outros experimentos vêm sendo realizados, como se pode citar Know et al. (2004), que utilizou as conchas das ostras como produto para controlar a eutrofização em corpo d'água, reduzindo consideravelmente a carga de fósforo presente no meio.

2.5. IMPORTANCIA DO APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS DA OSTREICULTURA

Chierighini et al. (2011) relatam que quando as conchas são descartadas em terrenos baldios, a matéria orgânica em decomposição provoca mau cheiro e pode atrair insetos e animais transmissores de doenças ao homem. Destacam ainda que o despejo no mar faz com que o cultivo fique mais vulnerável a predadores, uma vez que a área fica mais rasa e que as estruturas em alguns casos passam a ter contato com o substrato.

De acordo com Silva (2007) e Tenório et al. (2014), a destinação final inadequada dos resíduos da maricultura causa degradação e poluição ambiental, e ainda pode provocar danos à saúde pública. Quando os resíduos são lançados ao mar, podem ocasionar redução nas concentrações de oxigênio, além de afetar a fauna bentônica (VINATEA; VIEIRA, 2005).

Esse descarte pode provocar eutrofização, assorear bacias e sujar a água, comprometer o ciclo de reprodução dos moluscos, bem como interferir em todo o funcionamento das lagoas (TENÓRIO et al., 2014), perturbando o equilíbrio do meio e mais uma vez a própria atividade produtiva, que requer água limpa e de boa qualidade para o bom desenvolvimento dos animais cultivados.

Esses riscos e impactos ambientais e socioeconômicos, que as conchas inadequadamente descartadas podem provocar no ambiente natural, quer seja água ou solo se devem à parte muscular que permanece fixada à parte interna da concha e se decompõe facilmente, já que segundo Silva (2007) esse material é considerado não tóxico e não perigoso, não representando, em sua composição, perigo à saúde humana. Entretanto todo resíduo sólido deve ter uma destinação final adequada.

IBAMA (2006) em Instrução Normativa proíbe a deposição de qualquer resíduo oriundo da atividade de malacocultura no mar, tais como, conchas, restos de cordas, cabos,

panos de redes, entre outros. Neste caso ficamos empreendedores, bem como as empresas processadoras de moluscos bivalves, responsáveis pela destinação dos resíduos de suas unidades de produção.

De acordo com Brasil (2004), os resíduos sólidos devem ser classificados em dois grupos distintos, Classe I – Perigosos e Classe II – Não perigosos, e estes por sua vez em Classe II A – Não inertes e Classe II B – Inertes, devendo-se considerar a identificação do processo ou atividade de origem, constituintes e características e ainda comparação destes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido.

Essa mesma fonte define periculosidade de um resíduo como a característica por ele apresentada, que de acordo com suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas, pode apresentar risco à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças ou acentuando seus índices, e ainda riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada.

Brasil (2004) apresenta a toxicidade como sendo a propriedade potencial que o agente tóxico possui de provocar, em maior ou menor grau, um efeito adverso em consequência de sua interação com o organismo.

Neste contexto, apesar de as conchas residuais da ostreicultura não constarem na listagem apresentada na NBR nº 10.004/2004, por todos os impactos apresentados anteriormente, entende-se que estes se tornam perigosos e tóxicos, tornando-se extremamente necessário o correto gerenciamento e destinação final ambientalmente adequada.

Entende-se por destinação final ambiental adequada a destinação dos resíduos incluindo a reutilização, reciclagem, “compostagem” (grifo nosso), recuperação e aproveitamento energético, dentre outras, observando as normas operacionais específicas com vistas a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, e ainda a minimizar os impactos ambientais adversos conforme descrito na Lei 12.305/10 que institui a Política Nacional de Resíduo Sólido (BRASIL, 2010).

Esse gerenciamento promoverá benefícios ambientais, já que adequadamente utilizados se estará evitando o surgimento de problemas no solo e água, conforme exposto por Vinatea; Vieira (2005), Silva (2007), Chierighini et al. (2011) e Tenório et al. (2014), mantendo o ambiente com suas características naturais e com os recursos disponíveis para a utilização pela população local.

Cabe ainda citar que esses resíduos corretamente gerenciados podem resultar em benefícios à comunidade, uma vez que sua eliminação evitará o surgimento e a proliferação de doenças, bem como o mau cheiro que a decomposição ocasiona, além de se apresentar

como potencial melhora econômica a nível local já que a presente pesquisa visa a produção de adubo capaz de elevar renda pela melhoria da produtividade dos cultivos agrícolas.

Muito se discute acerca do assunto, mas para Rossol et al. (2012) a reutilização das conchas no solo agrícola tem sido considerada como a opção mais interessante, tanto ambiental como economicamente.

Diante disso, vale destacar a importância dessa aplicação para as comunidades geradoras de conchas residuais, já que a agricultura familiar consiste em uma das principais atividades econômicas. E ainda que os resíduos orgânicos da comunidade (incluindo as conchas) podem ser utilizados na produção de adubos (compostos), capazes de melhorar as condições físico-químicas do solo (MALAVOLTA, 1989; MALAVOLTA; PIMENTEL-GOMES; ALCARDE, 2002; PRIAVESI, 2002) e as conchas podem ser utilizadas como corretivo de acidez do solo, elevando o pH e levando nutrientes para as plantas (MALAVOLTA; PIMENTEL-GOMES; ALCARDE, 2002).

Considerando estas informações e as demais apresentadas a respeito da composição das conchas de ostras, acredita-se que a combinação dos materiais trará mais benefícios ao solo, planta e aos produtores, uma vez que o composto orgânico quanto mais diversificado fornece uma maior variedade de nutrientes às culturas e associado às conchas apresentará uma significativa capacidade de correção da acidez do solo, e posterior disponibilização dos nutrientes aos vegetais em cultivo.

2.6. IMPORTANCIA DO USO DE ADUBOS ORGÂNICOS NO SOLO

Durante muito tempo o solo foi visto como um mero substrato, algo praticamente inerte e com apenas uma entrada (fertilizantes, preferencialmente sintéticos, e sementes) e uma saída (parte colhida das plantas). Apesar da baixa visibilidade, os precursores das agriculturas alternativas já vinham, desde a década de 1920, enfatizando o cuidado com o solo, bem como a importância da matéria orgânica como recurso chave para a manutenção de sua fertilidade plena (PRIMAVESE, 2002; ALCÂNTARA, 2017).

De acordo com Malavolta (1989) e Primavesi (2002), o “alimento da planta” (grifo do autor) são certos elementos fornecidos pelo solo como o azoto ou nitrogênio, o fósforo e o potássio, esses elementos são parte integrante das frações mineral e orgânica da terra. No processo de nutrição, as plantas usam pequenas quantidades desses elementos minerais junto com o gás carbônico do ar e mais a água como matéria prima para fabricar as demais substâncias de que necessitam.

O nitrogênio, o fósforo e o potássio não são, porém, os únicos elementos que as culturas necessitam. Além desses três as plantas exigem quantidades relativamente grandes de cálcio, magnésio, enxofre, e ainda de pequenas proporções de outros oito elementos: boro, cobalto, cloro, cobre, ferro, manganês, molibdênio, zinco e níquel (MAVAVOLTA, 1989).

Uma das formas de se fornecer os nutrientes necessários ao bom desenvolvimento das culturas é com o manejo ecológico do solo que por meio de um grupo de técnicas podem promover o enriquecimento da plantação, através de, na maioria das vezes, recursos naturais presentes na própria unidade de produção, como por exemplo, a compostagem, adubação verde e o plantio direto na palha (SOUZA, 2015). Para Alcântara (2017), processos como a compostagem são capazes de tornar o agricultor independente da aquisição de fertilizantes comerciais e fornecer um produto de boa qualidade, ecologicamente correto e economicamente viável.

A compostagem surge como uma oportunidade para o manejo orgânico do solo, pois se obtêm com processos biológicos, a estabilização dos resíduos orgânicos não decompostos para aplicar no solo, garantindo resposta das culturas quanto à sua nutrição, considerando quantidade no solo e época em que os nutrientes mineralizados estarão disponíveis, assim como a intensidade com que ativam os microrganismos do solo (PEIXOTO, 2012).

A matéria orgânica melhora a estrutura do solo, estimula a granulação, isto é o agrupamento de partículas do terreno, funciona como armazém de nutrientes da planta, liberando-o gradualmente para a cultura, particularmente quando há umidade e calor, melhora as propriedades físicas (maior capacidade de armazenar água, menor erosão e lavagem, menor formação de crostas e blocos, favorece boa condição para a germinação e melhor condição para o desenvolvimento e o funcionamento das raízes) (MAVAVOLTA, 1989).

A adição de matéria orgânica no solo pode aumentar a disponibilidade de nutrientes, devido ao aumento da capacidade de troca de cátions (CTC) efetiva do solo, e pode reduzir os teores de alumínio trocável, pela complexação desse elemento. Além disso, após a decomposição e mineralização dos resíduos orgânicos, alguns nutrientes antes indisponíveis para as culturas com raízes pouco profundas, como hortaliças, por exemplo, são adicionados à camada arável (ALCÂNTARA, 2017).

Para Malavolta (1989) e Primavesi (2002), os materiais orgânicos cuja mumificação tenha sido completa, aumentam a coesão dos solos arenosos, cimentando, por assim dizer, as suas partículas; por outro lado, torna mais leve os solos pesados (argilosos e barrentos). Devido a boa estrutura do solo e às propriedades da matéria orgânica em si, aumentam a capacidade que o solo para reter água, ajudam a manter a água útil para as plantas e

aumentam o arejamento do terreno. Com esses propósitos, a utilização do composto orgânico como fonte de matéria orgânica no solo, pode proporcionar menor dependência de insumos externos como maior aproveitamento de resíduos da propriedade (FERREIRA; KATO; AZEVEDO, 2013). Ainda Abreu et al. (2010), ressaltam que a qualidade dos resíduos agrícolas orgânicos, bem como o uso de adubos orgânicos no solo, possibilita o alcance de uma agricultura sustentável.

2.7. COMPOSTAGEM

Composto orgânico é o produto da decomposição de diferentes resíduos orgânicos, tanto de origem vegetal quanto de origem animal, por meio de ação simultânea de fatores físicos (temperatura, umidade), químicos (acidez, relação carbono/nitrogênio) e biológicos (presença de organismos vivos) (EMBRAPA, 2014). Também pode ser definido como uma massa de textura fina e homogênea, resultante da compostagem da matéria orgânica crua, sem o cheiro característico dos resíduos que lhe deram origem e rica em nutrientes mineralizados para as plantas (NUNES, 2009).

Nunes (2009) afirma ainda que o uso da matéria orgânica na adubação de culturas é essencial para a melhoria da qualidade do solo e manutenção da fertilidade, contribuindo significativamente para a manutenção da umidade e da temperatura do solo a níveis adequados para o desenvolvimento do sistema radicular e da parte aérea das plantas, contribuindo para a melhoria da produtividade e para a sustentabilidade do sistema de produção.

A compostagem recebe esse nome pela forma como é preparada: montam-se pilhas compostas de diferentes camadas de materiais orgânicos, sendo que a composição do composto orgânico depende da natureza da matéria-prima utilizada (OLIVEIRA; LIMA; CAJAZEIRA, 2004).

O processo de compostagem geralmente requer a mistura de materiais com elevadas relações C:N (palhadas diversas e serragem) e com materiais ricos em N (esterco e tortas) (LEAL et al., 2013). Em outras palavras, a partir de uma mistura de restos de alimentos, frutas, folhas, esterco, palhadas, etc., obtêm-se, no final do processo, um adubo orgânico homogêneo, com cheiro característico, de cor escura, estável, solto, pronto para ser usado em qualquer cultura sem causar dano e proporcionando uma melhoria nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (PEIXOTO, 2012). Para Malavolta (1989) os fertilizantes

compostos são os fertilizantes obtidos por processo bioquímico, natural ou controlado com mistura de resíduos de origem vegetal ou animal.

A compostagem segundo Rigolin (2013) é classificada em aeróbia comumente utilizada caracterizada pela presença de ar no interior da pilha, altas temperaturas decorrentes da liberação de gás carbônico, vapor de água e rápida decomposição da matéria orgânica, nesse processo ocorre a eliminação de organismos e sementes indesejáveis, mau odor e moscas. Na compostagem anaeróbia o processo é mais lento, quando comparado ao aeróbio, ocorrendo sob condições de temperaturas mais baixas e ausência de oxigênio, devido à fermentação, neste processo ocorre o desprendimento de gases como o metano e sulfídrico que exalam mau cheiro. A compostagem mista por sua vez é submetida a uma fase aeróbia e outra anaeróbia.

Numa propriedade agrícola devem-se aproveitar, intensamente, tudo o que possa servir para a fertilização do solo. No preparo dos compostos, utilizam-se palhas, folhas secas, turfa, varreduras, restos de cozinha e de animais, cinzas, enfim tudo capaz de melhorar as condições físico-químicas do solo (MALAVOLTA; PIMENTEL-GOMES; ALCARDE, 2002). No final desse processo o material obtido da compostagem; possui cor escura, é rico em húmus e contém de 50% a 70% de matéria orgânica, esse material é classificado como adubo orgânico, pois é preparado a partir de esterco de animais e/ou restos de vegetais que, em estado natural, não têm valor agrícola (OLIVEIRA; LIMA; CAJAZEIRA, 2004).

O composto de resíduos sólidos orgânicos para ser utilizado de maneira segura e eficiente deve ser corretamente estabilizado (BARREIRA; PHILIPPI JUNIOR; RODRIGUES, 2006). Quando bem fermentado (3 a 6 meses) o composto tem aspecto e propriedades semelhantes à do esterco de curral (PRIMAVESI, 2002).

No processo da compostagem os componentes orgânicos biodegradáveis passam por etapas sucessivas de transformação sob adição de diversos grupos de microrganismos, resultando num processo bioquímico altamente complexo (RIGOLIN, 2013).

Existem alguns fatores que interferem ou influenciam a decomposição, a maturação e qualidade do produto final, como por exemplo, a umidade, a temperatura, a relação C:N e os resíduos orgânicos utilizados (LEAL et al., 2013; BARREIRA, PHILIPPI JUNIOR, RODRIGUES, 2006). Muitos desses fatores podem ser controlados durante o processo de decomposição, mas de acordo com diversos autores, a qualidade do produto final é totalmente dependente da qualidade da matéria-prima de origem (SAVAGE, 1996).

No que diz respeito ao uso das conchas dos bivalves para aproveitamento do carbonato de cálcio (CaCO_3) principal constituinte, como apresentado anteriormente, consiste em

matéria-prima para diversos produtos (SILVA, 2007; BOICKO; HOTZA; SANTANA, 2007; CHIERIGHINI et al., 2011; TENÓRIO et al., 2014).

Esse material pode ainda ser utilizado na agricultura, sem a necessidade de processos industriais. Seu uso foi testado na correção de acidez do solo, em Pernambuco, em laboratório por Costa et al. (2012), tendo alcançado resultados satisfatórios, onde o pó das conchas apresentou médias superiores as obtidas nas amostras corrigidas com o calcário comercial, corretor tradicionalmente utilizado para esta finalidade. Nesse estudo utilizaram-se as dosagens 0, 50, 100, 150 e 200% da necessidade de calagem para ambos os materiais, e as respostas de elevações de pH foram maiores, quanto mais se elevou a dose das conchas, com declínio no tratamento 4 (150%) e elevação no tratamento seguinte, o qual apresentou o melhor resultado. Enquanto o calcário comercial não apresentou diferença estatística significativa entre as dosagens, inclusive a testemunha.

Essa pesquisa referencia a eficiência do uso desse material no solo podendo ser uma importante fonte de nutriente e ainda de corretivo de acidez na composição do adubo ao qual este trabalho se propõe produzir.

2.8. A CULTURA DO COENTRO

O coentro (*Coriandrum sativum* L.) é uma cultura olerícola da família Apiaceae (FILGUEIRA, 2007) originário da região leste do mediterrâneo e oeste da Ásia (EMBRAPA, 2007). É tipicamente de clima quente, apresentando intolerância a baixas temperaturas, sendo semeado de setembro a fevereiro em locais de elevada altitude ou durante o ano todo em áreas de baixa altitude, cujo plantio se dá geralmente no local definitivo por meio de sementes (FILGUEIRA, 2007).

Esta espécie é pouco exigente em relação ao tipo de solo e quantidade de nutrientes (FILGUEIRA, 1987; 2007). Entretanto, apresenta melhor desempenho em regiões com solos de boa fertilidade, profundos, bem drenados, com boa exposição à luz e adubação com esterco de gado bem curtido, esterco de galinha ou composto orgânico (EMBRAPA, 2007).

FILGUEIRA (2007) sugere uma adubação mineral para solos com fertilidade mediana ou baixa, de 100 a 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅ juntamente com 60 a 80 kg ha⁻¹ de K₂O, no plantio, e em cobertura 20 a 30 kg ha⁻¹ de N, por vez, uma ou mais vezes, conforme aspecto nutricional da planta. CRAVO et al. (2010), também apresentam sugestões de adubação mineral (Tabela 2) associada a orgânica com 30 a 40 t ha⁻¹ de esterco de curral ou de composto orgânico, ou 7 a 12 t ha⁻¹ de esterco de aves, ambos bem curtidos. Essa aplicação deve ser realizada em

associação com os adubos minerais (Tabela 2) nos canteiros, pelo menos 10 a 20 dias antes da semeadura.

Tabela 2. Recomendação de adubação para coentro, em função de resultados de análise do solo.

Época	N	P (mg dm ⁻³)			K (mg dm ⁻³)		
		0 - 10	11 - 20	>20	0 - 40	41 - 90	>90
		(kg ha ⁻¹)	 P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹).....			K ₂ O (kg ha ⁻¹).....	
Plantio	0	300	200	100	0	0	0
Após o plantio* (em cobertura)	90	-	-	-	120	90	60

* Parcelado em três vezes, aos 15, 30 e 45 dias após a germinação (semeadura direta).

Fonte: Cravo et al. (2010)

O coentro é uma cultura bastante produzida em nível mundial a fim de atender diferentes utilizações e suprir a demanda externa (MARQUES; LORENCETTI, 1999). Já em nível nacional apresenta grande valor e importância comercial cujo volume de importação, bem como de produção nacional de sementes é grande na região nordeste, sendo cultivada quase exclusivamente para a produção de folhas verdes (biomassa verde) (LINHARES et al., 2012). Segundo EMBRAPA (2010), essa hortaliça é rica em vitaminas A, B1, B2 e C e encontra-se entre as 50 espécies olerícolas mais produzidas no Brasil. Sua produção visa a obtenção de massa verde para a utilização na culinária, compondo vários pratos, molhos e saladas, sendo ainda utilizado no tempero de peixes e carnes (Pedrosa; Negreiros; Nogueira, 1984).

A maior parte dos plantios é efetuada nas hortas domésticas, as quais são conduzidas por agricultores familiares, utilizando mão-de-obra familiar e tendo o esterco como fonte de adubo. Dessa forma, a dependência desses insumos torna o produtor vulnerável à escassez do mesmo, pois nem sempre dispõe desse recurso em sua propriedade, o que pode aumentar os custos de produção (LINHARES et al., 2012). Nesse sentido a utilização de composto orgânico produzido a partir dos materiais existentes na propriedade apresenta-se como uma alternativa para suprir essa escassez e reduzir os custos de produção.

Nesse contexto, muitas pesquisas vêm sendo realizadas para testar o desempenho dessa cultura com diversos tipos de adubação. A exemplo disso, se podem ser citados Tavella et al. (2010), Aguiar et al. (2015) e Nascimento et al. (2015) que testaram diferentes doses de composto orgânico na adubação do coentro alcançando rendimento agrônomico melhor

quanto mais se elevou a dose de adubação. Isto comprova que a cultura do coentro apresenta uma melhor produtividade quando submetida a adubação orgânica (EMBRAPA, 2007).

Linhares et al. (2011) submeteram o coentro a diferentes doses de adubação (5,4; 8,8; 12,2; 15,6 e 21,0 t ha⁻¹) e ainda a três tipos de adubos verdes incorporados ao solo (jitirana, mata-pasto e flor-de-seda), alcançando altura máxima de 12,1; 11,6 e 11,7 cm planta⁻¹ utilizando-se jitirana, mata-pasto e flor-de-seda respectivamente e em média 7,4 hastes planta⁻¹ sem diferença estatística entre os adubos, mas observaram um incremento de uma haste por planta entre as diferentes doses dos adubos até o tratamento 4 (15,6 t há⁻¹).

Esses resultados são ainda inferiores aos obtidos por Linhares et al. (2012) com a cultura do coentro sob diferentes quantidades (5,4; 8,8; 12,2 e 15,6 Mg ha⁻¹ em base seca) e tempos de incorporação da jitirana ao solo (0, 10, 20 e 30 dias antes da semeadura – DAS), onde alcançaram altura máxima de 15,0 e 15,1 cm planta⁻¹ com a maior dose de adubação e maior tempo de incorporação ao solo respectivamente.

Uma pesquisa que merece atenção é o uso de pó de rochas na remineralização do solo para o cultivo de coentro, que resultou em incrementos produtivos em função da dose adotada, alcançando maior produtividade de biomassa fresca total na ordem de 31 t ha⁻¹ com dose aproximada de 8 t ha⁻¹ de pó de rocha e produtividade de biomassa seca total equivalente a 3,03 t ha⁻¹ com a dose máxima de 16 t ha⁻¹ de pó de rocha (SANTOS et al., 2016).

3. METODOLOGIA

3.1. ABORDAGEM DA PESQUISA

O presente trabalho se classifica como uma pesquisa com abordagem quantitativa. Para Creswell (2007), uma pesquisa quantitativa é aquela que o investigador usa raciocínio de causa e efeito, hipóteses, mensuração, observação, teste de teoria, entre outras alegações pós-positivistas no desenvolvimento do conhecimento, e emprega estratégias de investigação, como experimentos, levantamentos e coleta de dados e instrumentos predeterminados que geram dados estatísticos.

3.2. NATUREZA DA PESQUISA

Este trabalho consiste em uma pesquisa aplicada, uma vez que propõe uma alternativa para a solução de um problema identificado nas comunidades ostreicultoras. GERHARDT; SILVEIRA (2009) descrevem como pesquisa aplicada aquela que objetiva gerar

conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos, envolvendo verdades e interesses locais.

3.3. PROCEDIMENTOS DA PESQUISA

Inicialmente adotou-se a pesquisa participante para se verificar *in loco* a destinação de conchas na comunidade, e posterior coleta para se iniciarem os experimentos. A pesquisa participante é caracterizada por GERHARDT; SILVEIRA (2009) pelo envolvimento e identificação do pesquisador com as pessoas investigadas.

Em uma segunda etapa consistiu em pesquisa experimental, já que produziram-se adubos diferentes, testando-se seus efeitos no substrato e cultura olerícola. Gil (2010) descreve como pesquisa experimental, aquela que engloba manipulação, controle e distribuição aleatória, fazendo do pesquisador um agente ativo do processo, onde ele determina o objeto de estudo, seleciona as variáveis capazes de influenciar esses objetos e define as formas de controle e de observação dos efeitos que essas variáveis podem produzir no objeto. Creswell (2007) afirma que o objetivo básico de um experimento é testar o impacto de um tratamento sobre um resultado.

3.4. CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DA PESQUISA

A presente pesquisa foi desenvolvida em três momentos e em dois locais diferentes. A primeira etapa consistiu na confirmação de informações a cerca da destinação dos resíduos orgânicos da ostreicultura na comunidade Santo Antonio do Urindeua, município de Salinópolis, estado do Pará. Na segunda fase se produziram os compostos orgânicos e realizou-se o experimento com o coentro, no setor de olericultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, *Campus Castanhal*. E por fim, a terceira fase foi realizada junto à comunidade, na Associação de Pescadores, Agricultores e Aquicultores do Rio Urindeua – ASAPAQ, onde se socializou da tecnologia de produção de composto orgânico enriquecido com conchas de ostras.

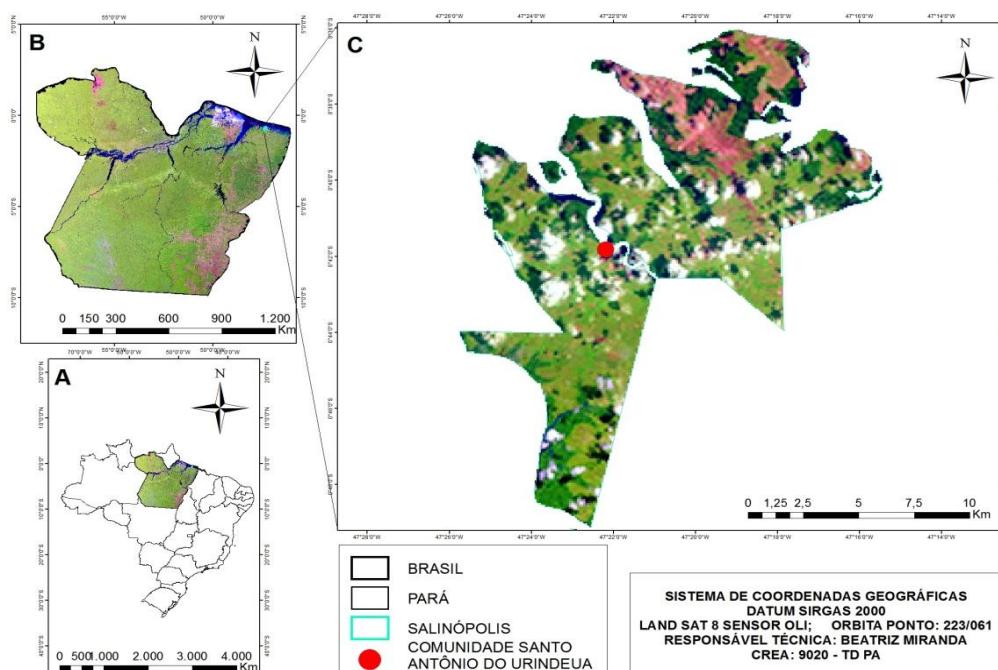
3.4.1. Comunidade Santo Antônio do Urindeua, Salinópolis, Pará

A comunidade Santo Antônio do Urindeua, cujo ponto referencial são as coordenadas geográficas 00°41'49"S e 47°22'10,7"W, encontra-se a 38 quilômetros da sede municipal Salinópolis, (MACEDO, 2015), pertencente à mesorregião Nordeste Paraense e a Microrregião do Salgado, apresentando as coordenadas geográficas 00°36'47" S e 47°21'30" W. Este município limita-se a norte com o Oceano Atlântico, a leste com o município de São

João de Pirabas, a sul também com São João de Pirabas e com Maracanã e a oeste apenas com Maracanã (Figura 1) (PARÁ, 2014a).

De acordo com a fonte supracitada Salinópolis apresenta solo Latossolo Amarelo, textura média e concrecionário laterítico, além da presença marcante de áreas de mangues com solos hidromórficos. Apresenta vegetação recobrendo os terrenos de terra firme e várzea, sendo facilmente notada a alteração da vegetação natural pela ação antrópica com a implantação de cultivos agrícolas migratórios, remanescendo trechos isolados de floresta primária nas áreas de terra firme e predominância de manguezais nas áreas sujeitas a inundações. Seu clima apresenta reduzida amplitude térmica, com pluviosidade aproximada de 2.100 mm/ano, com distribuição de 90% dessa pluviosidade entre janeiro e junho, com deficiência hídrica de 523 mm, entre agosto e dezembro. Além disso, vale salientar que o município é banhado por alguns rios, onde se destacam o rio Maracanã, o Urindeua, o Arapiranga, o Muiramuípy, Sampaio e Arapepó.

Figura 1. Localização do município de Salinópolis e Comunidade Santo Antonio do Urindeua no estado do Pará.



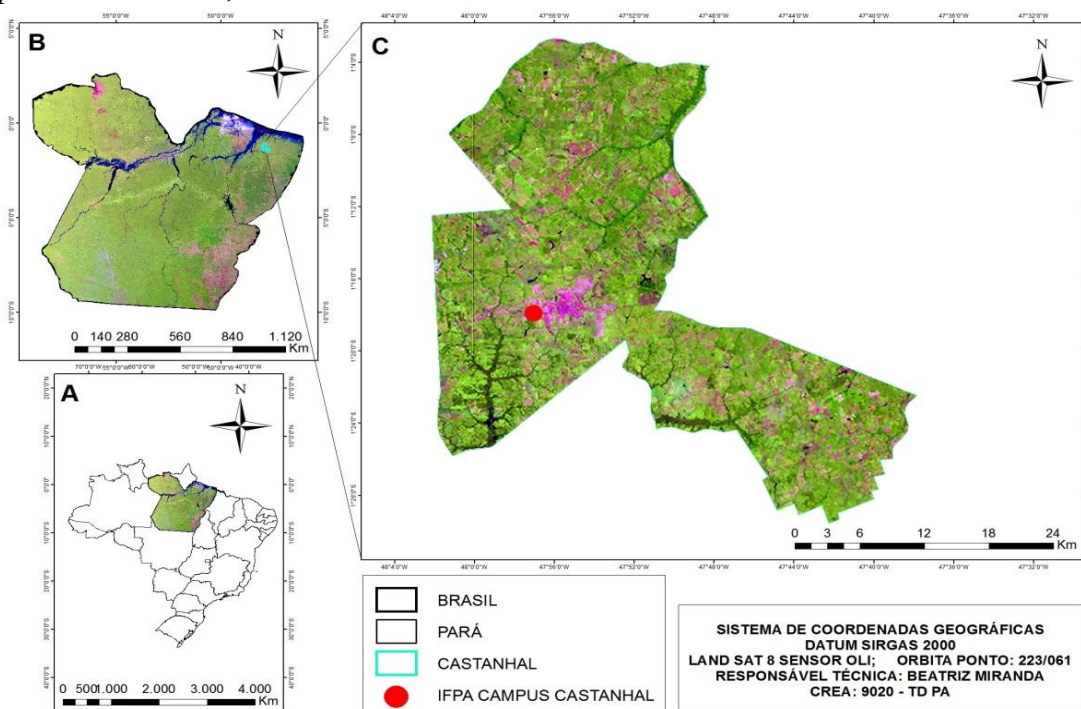
3.4.2. IFPA *Campus* Castanhal, Pará

O experimento foi conduzido no IFPA – *Campus* Castanhal, município de Castanhal, na mesorregião metropolitana de Belém e microrregião Castanhal, cuja sede municipal apresenta as coordenadas geográficas 01°17'42" S e 47°55'00"O (Figura2), limitando-se ao

norte com o município de Terra Alta, ao sul com Inhangapi e São Miguel do Guamá, a leste com São Francisco do Pará e Santa Maria do Pará e a oeste com os municípios de Santa Izabel do Pará, Santo Antônio do Tauá e Vigia (PARÁ, 2014).

Segundo Pará (2014), os solos do município podem ser divididos em solos de terra firme e de várzea (Hidromórfico). Em terra firme (Latossolo Amarelo e Concrecionário laterítico), destaca-se o Latossolo Amarelo que ocorrem em grande extensão do município, sendo profundos, bem drenados, com elevada acidez e baixa fertilidade. Apresenta clima equatorial megatérmico úmido, com temperatura elevada e pequena amplitude térmica (média de 25°C e máxima de aproximadamente 40°C) e precipitação abundante (cerca de 2.200 mm/ano) com maior incidência de chuvas no período de dezembro a maio e menor incidência de junho a novembro.

Figura 2. Localização do município de Castanhal e IFPA - *Campus Castanhal*. IFPA - *Campus Castanhal/PA*, 2018.



3.5. DESENVOLVIMENTO DO EXPERIMENTO

3.5.1. Produção do composto orgânico

O composto orgânico foi obtido por meio do processo de compostagem orgânica com formação de pilhas constituídas pelos seguintes materiais na proporção aproximada de 70% de resíduos vegetais (folhas diversas), de 30% de raspas de mandioca (*Manihot esculenta*,

Crantz) como material inoculante, complementada pelos percentuais de 3 %, 6 %, 9 % e 12 % de conchas de ostra (*Crassostrea gasar*, Adanson), secas e trituradas.

Optou-se por esse material inoculante (raspas de mandioca), devido sua maior disponibilidade local aos produtores alvo da pesquisa, já que se encontram em zona costeira e trabalham, principalmente com pesca, cultivo aquático e agricultura familiar com produção em pequena escala de mandioca, feijão-caupi, hortaliças, e outras, com difícil o acesso a dejetos de animais, como os esterco.

O processamento das conchas de ostras para uso na compostagem constou de secagem em temperatura ambiente, até a obtenção de umidade mínima para sua trituração manual com batedores de madeira (Figura 3A). Em seguida, o material resultante foi passado em peneira com malhas de 4 mm (Figura 3B), obtendo-se aproximadamente 80 % do volume total, para posterior pesagem de acordo com o nível do tratamento.

Figura 3. Trituração (A) e peneiragem (B) das conchas de Ostras; Pilhas de compostagem (Figura 3C). Setor de Olericultura. IFPA - Campus Castanhal/PA, 2018.



As pilhas da compostagem foram montadas com 3 repetições, utilizando-se aproximadamente, em base seca, 70 kg de folhagem, 30 kg de raspa de mandioca, adicionado as quantidades de 3, 6, 9, e 12 kg de conchas de ostras, respectivamente, por tratamento. Ao final desta etapa, as repetições foram misturadas compondo uma única pilha por tratamento. No decorrer do período de compostagem, por aproximados 70 dias, foram realizadas regas manuais, sempre que necessário, e observados os parâmetros de degradação do material e controle da temperatura em todas as pilhas.

3.5.2. Tratamentos e caracterização do solo superficial utilizado no substrato

O experimento no campo foi disposto no delineamento em blocos casualizados (DBC), com cinco tratamentos sob cinco repetições, totalizando 25 parcelas. Composto pelo Tratamento 1 (solo superficial, sem composto orgânico e sem conchas de ostras); Tratamento 2 (solo + composto orgânico + 3 % conchas de ostras); Tratamento 3 (solo + composto

orgânico + 6 % conchas de ostras); Tratamento 4 (solo + composto orgânico + 9 % conchas de ostras); e Tratamento 5 (solo + composto orgânico + 12 % conchas de ostras).

O solo utilizado para compor o substrato dos vasos (solo superficial) foi coletado na profundidade de 0,0 – 0,20 m, classificado como Latossolo Amarelo, distrófico, de classe textural franco-arenosa (FERREIRA et al., 2011), com características físicas e químicas determinadas de acordo com Donagema et al. (2011), no Laboratório de Análises Químicas de Solos e Plantas, do IFPA – Campus Castanhal e Laboratório de Análises Químicas da EMBRAPA Amazônia Oriental, encontrando-se discriminadas na Tabela 3.

Para compor o conteúdo total do substrato na capacidade do vaso (6 kg), foi realizada a mistura dos componentes (solo + composto orgânico) sob recomendação de 50 t ha⁻¹, de acordo com Cavalcante (2015).

Tabela 3. Resultado da análise química do solo utilizado na composição do substrato para o cultivo da cultura do Coentro. IFPA - Campus Castanhal/PA, 2018.

Profundidade (cm)	pH em (H ₂ O)	MO g kg ⁻¹	P - mg dm ⁻³	K* - mg dm ⁻³	Ca ----- cmol _c dm ⁻³	Mg ----- cmol _c dm ⁻³	Al ----- cmol _c dm ⁻³	H+Al ----- cmol _c dm ⁻³
0-20	4,9	14,4	6	25	0,3	0,2	1,0	3,7

MO: Matéria Orgânica. * Análise realizada no Laboratório de Análises Químicas da EMBRAPA Amazônia Oriental.

3.5.3. Implantação da cultura do coentro e manejo

A cultura do coentro (*Coriandrum sativum*, L.), cultivar Verdão, foi semeada diretamente nos vasos de polietileno, em 25/04/2018, e sua germinação (98%) ocorreu aos 7 dias após plantio. Os vasos foram dispostos em casa de vegetação (Figura 4), no Setor de Horticultura do IFPA - Campus Castanhal.

Figura 4. Disposição dos vasos na casa de vegetação. IFPA - Campus Castanhal/PA, 2018.



Foto: Ailton Mascarenhas e Domingos Sávio

Durante o ciclo da cultura foram realizadas as irrigações de forma manual, mantendo uma lâmina de irrigação diária no solo para elevação da sua umidade próximo a da capacidade

de campo, de acordo com Libardi (2005), além dos tratos culturais como o desbaste de plantas, deixando-se 4 plantas/vaso, e sua limpeza permanente mantendo-os livres de plantas concorrentes.

3.5.4. Avaliação de crescimento e produtividade do coentro

Aos 30 dias após a germinação, no final do ciclo da cultura, foram realizadas as medições das variáveis de crescimento em altura de planta (AP, cm), medida da base ao ápice, e do número de folhas por planta (NF: Pecíolo + Folíolos, também chamadas de haste), medidas por contagem de folhas.

Após a colheita da parte aérea das plantas, foram realizadas suas pesagens, por tratamento, para a obtenção da produção de biomassa verde (BV, g), as quais foram acondicionadas e levadas ao processo de secagem em estufa de circulação forçada a temperatura de 60°C, até a obtenção da massa seca constante de biomassa Seca (BS, g).

As produções por vasos, de BV e BS, foram extrapoladas para a obtenção das produtividades, em kg ha⁻¹, considerando a área útil efetivamente plantada de 70% de 1 ha⁻¹, quando o uso do plantio em canteiros na forma tradicional da região.

3.5.5. Avaliação dos atributos dos substratos cultivados com o coentro

Para a avaliação qualitativa dos substratos cultivado com o coentro nas parcelas, foram utilizados os atributos químicos, de acordo com suas amostragens considerando os tratamentos, considerando como atributos, o Potencial Hidrogeniônico (pH), Matéria Orgânica (MO), Fósforo (P), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Acidez Potencial (AP), Alumínio Trocável (Al) e o Índice de Saturação Por Bases (V).

Após a colheita das plantas do coentro nas parcelas, foi realizada a amostragem do substrato para a fim de análises químicas dos respectivos atributos, de acordo com Donagema et al. (2011), realizado no Laboratório de Análises Químicas de Solos e Plantas do IFPA-Campus Castanhal.

3.6. ANÁLISES ESTATÍSTICAS DOS DADOS

Os resultados obtidos nas avaliações das variáveis desta pesquisa, foram submetidos à análise de variância (ANOVA) para a aplicação do Teste F, cujas variáveis de crescimento da

planta do coentro constou da Altura de Planta (AP), Número de Folhas (NF), de produção, Biomassa Verde (BV) e Seca (BS), e dos Atributos Qualitativos dos Substratos, constou do pH, MO (Matéria Orgânica), P (Fósforo), Ca (Cálcio), Mg (Magnésio), AP (Acidez Potencial), Al (Alumínio) e V (Índice de Saturação por Bases).

Nas variáveis detectadas efeito significativo pelo Teste F, as médias foram submetidas ao teste de contrastes pelo Teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade, com uso do software Assistat 7,7 (SILVA e AZEVEDO, 2002).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO DA PLANTA DO COENTRO

4.1.1. Altura de Plantas (AP)

A análise de variância para o estudo do crescimento em altura do coentro detectou diferenças estatísticas significativas pelo Teste F ($P < 0,05$) entre tratamentos, conforme apresentado na Tabela 4.

Com a aplicação do teste de médias, observou-se efeito significativo ($P < 0,05$) nos contrastes médios (Tabela 5), onde os desempenhos superiores, estatisticamente, foram constatados com a utilização do composto orgânico associado à concentração de conchas de ostras a partir do T3, este não diferindo estatisticamente do T4 e T5, correspondentes as concentrações de 6%, 9% e 12%, respectivamente. Enquanto nos tratamentos T1 e T2, observados desempenhos inferiores, e não diferindo entre si, estatisticamente.

Tabela 4. Análise de Variância dos resultados de crescimento e produtividade da planta de coentro sob substratos com composto orgânico em diferentes níveis de conchas de ostras. IFPA – Campus Castanhal/PA, 2018.

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Quadrado Médio das Variáveis do Coentro			
		AP	NF	BS	BV
Tratamento	4	9,71588*	0,03750*	0,390834**	53,709364**
Bloco	4	1,59853ns	0,33125ns	0,029754ns	2,144384ns
Resíduo	16	2,60533	0,36875	0,039669	4,0514565
Total	24	-	-	-	-
CV (%)	-	8,20	9,72	11,46	14,22

**, significativo ao nível de 1% de probabilidade ($P < 0,01$), pelo teste F; *, significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 < P < .05$), pelo teste F; ns, não significativo ($P \geq 0,05$).

Nesta pesquisa, os valores médios de AP do coentro em função dos tratamentos, variaram de 18,037 a 20,91cm planta⁻¹, mostrando-se superiores aos resultados encontrados por Linhares et al. (2011) e (2012), quando avaliaram, no primeiro, o efeito residual de diferentes doses e tipos de adubos verdes no desempenho do coentro, alcançando alturas máximas de 12,1, 11,6 e 11,7 cm planta⁻¹, utilizando-se jitirana, mata-pasto e flor-de-seda, respectivamente, e no segundo, quando avaliaram o desempenho do coentro sob diferentes quantidades (5,4; 8,8; 12,2 e 15,6 Mg ha⁻¹, em base seca) e tempos de incorporação da jitirana ao solo (0, 10, 20 e 30 dias antes da semeadura – DAS), alcançando alturas máximas de 15,0 e 15,1 cm planta⁻¹, com a maior dose de adubação em maior tempo de incorporação ao solo, respectivamente.

Tabela 5. Resultados de crescimento da planta de coentro sob substratos com composto orgânico em diferentes níveis de conchas de ostras. IFPA – *Campus Castanhal/PA*, 2018.

Tratamento	Variáveis do Coentro	
	Altura de Planta	Número de Folha
	--- cm planta ⁻¹ ---	----- nº folha-1 -----
T1 - Testemunha Absoluta	18,03 b	6,30 a
T2 - CO + 3% RCO	18,32 b	6,25 a
T3 - CO + 6% RCO	20,63 a	6,10 a
T4 - CO + 9% RCO	20,91 a	6,30 a
T5 - CO + 12% RCO	20,56 a	6,30 a
Média Geral	19,696	6,250

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem, estatisticamente, entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo Teste de Scott-Knott. CO: Composto Orgânico; RCO: Resíduo de Concha de Ostra.

No entanto, pode-se observar na variação da AP discreto incremento neste trabalho, quando comparado com o desempenho agrônômico da testemunha absoluta (T1), devendo-se à fisiologia adaptativa do coentro por ser uma cultura tipicamente de clima quente, pouco exigente em relação ao tipo de solo e quantidade de nutrientes (FILGUEIRA, 1987; 2007), mas com grande capacidade de apresentar melhor desempenho em solos de boa fertilidade, bem drenados, com boa exposição à luz e adubação com esterco bem curtido ou composto orgânico (EMBRAPA, 2007).

Neste sentido, acrescenta-se que o desempenho significativo do coentro em AP ocorreu a partir do tratamento T3, influenciado pela melhoria dos atributos qualitativos do substrato, proporcionado pelo composto orgânico associado com 6% de resíduos de conchas de ostras, conforme observado no Gráfico 3. Percebe-se nesse contexto que, a partir do tratamento T2, com a aplicação do composto orgânico associado a resíduos de conchas, houveram incrementos expressivos nos níveis de MO, de Ca, e de Mg do substrato, os quais promoveram, inicialmente, significativa correção do seu pH, elevando-o próximo a neutralidade, reduzindo o teor de Al trocável a níveis adequados e liberando outros nutrientes à maior disponibilidade como o de P e de outros essenciais, à absorção das plantas (PRIMAVESI, 2002; ERNANI, 2008).

4.1.2. Número de Folhas (NF)

Quanto aos resultados do NF do coentro (hastes) em função dos tratamentos, após submetidos a análise de variância, também se constatou diferença significativa pelo Teste F entre tratamentos ($P < 0,05$), observado na Tabela 3. Contudo, a aplicação do teste de médias (Scott-Knott) não identificou diferença mínima significativa entre os valores médios (P

<0,05), observando-se na Tabela 4, valores médios absolutos dos tratamentos, variando, de 6,1 a 6,3 folhas planta⁻¹.

No entanto, estes resultados foram considerados superiores aos encontrados por Negreiros et al. (2013), em experimento com o coentro sob diferentes quantidades de esterco (10,0; 20,0; 30,0 e 40,0 t ha⁻¹, em base seca) e períodos de incorporação (14; 28; 42 e 56 dias antes do plantio), onde não encontraram diferença significativa entre as doses de esterco (média de 5,0 hastes planta⁻¹), mas verificaram comportamento linear em relação aos períodos de incorporação, com valor médio de 5,6 hastes planta⁻¹.

Já, Linhares et al. (2011), ao testarem diferentes doses (5.4; 8.8; 12.2; 15.6 e 21.0 t ha⁻¹) e tipos de adubos verdes (jitirana, mata-pasto e flor-de-seda) incorporados ao solo no cultivo de coentro, alcançando valores superiores aos da presente pesquisa, cuja média não variou entre os tipos de adubos (7,4 hastes), mas apresentou incremento de uma haste por planta entre as diferentes doses dos adubos até o tratamento 4.

Os resultados obtidos no presente trabalho se aproximaram dos alcançados por Linhares et al. (2015), ao avaliar o rendimento do coentro sob diferentes doses (15,0; 30,0; 45,0 e 60,0 t ha⁻¹) e tempos de incorporação do esterco bovino no solo (28; 49; 64 e 80 dias antes da semeadura do coentro – DAS) mais o tratamento controle (ausência de adubação), onde o número de hastes apresentou acréscimo médio de uma haste planta⁻¹, na maior dose de esterco incorporado ao solo (60,0 t ha⁻¹), em relação à menor (15,0 t ha⁻¹), com valor médio de 6,3 hastes planta⁻¹, observando-se uma elevação desse valor quando se avaliou o tempo de incorporação, com melhor média de 6,6 hastes planta⁻¹, aos 44 dias de incorporação.

Resultados superiores também foram verificados por Marsaro et al. (2014), ao avaliarem o desempenho de cultivares de coentro em diferentes telados e campo aberto, cujo melhor resultado foi de 10,90 folhas planta⁻¹, em campo aberto, com a adubação química, de acordo com a necessidade da cultura após interpretação da análise do solo.

4.2. AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DO COENTRO

4.2.1. Biomassa Verde (BV)

Para a BV do coentro em função dos tratamentos, a análise de variância detectou diferença estatística significativa entre tratamentos ($P < 0,01$) pelo Teste F, conforme demonstrado na Tabela 4.

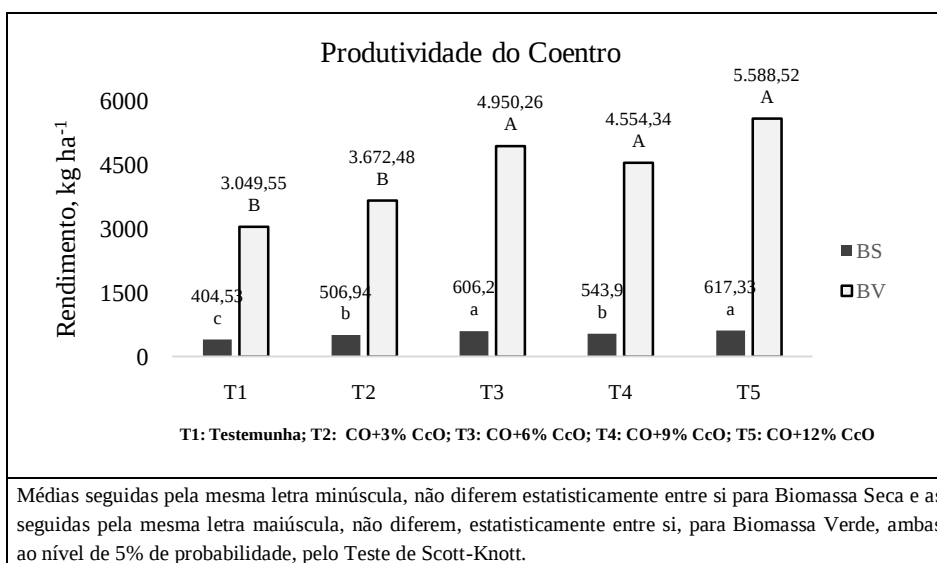
Na Figura 5, após a aplicação do teste de médias, observou-se no resultado dos contrastes, efeito significativo dos tratamentos na produtividade do coentro em biomassa

verde, destacando-se os tratamentos T3 (4.950,26 kg ha⁻¹), T4 (4.554,34 kg ha⁻¹) e T5 (5.588,52 kg ha⁻¹), com médias estatisticamente semelhantes entre si e superiores às dos tratamentos T1 (3.049,55 kg ha⁻¹) e T2 (3.672,48 kg ha⁻¹), respectivamente, as quais não diferiram entre si.

Este incremento produtivo no nível de 50 t ha⁻¹, foi inferior ao obtido por Nascimento et al. (2015), ao testarem crescentes doses de composto orgânico na cultura do coentro, onde relataram uma produtividade de massa verde, de 11.978 kg ha⁻¹, com a aplicação da maior dose de composto orgânico (60 t ha⁻¹), em relação a testemunha.

Marsaro et al. (2014), ao testarem cultivares de coentro em diferentes telados e campo aberto (com adubação química de acordo com a interpretação da análise de solo), alcançaram produtividade superior, a do presente trabalho, atingindo valores máximos de 10,38 t ha⁻¹ em cultivo a céu aberto, onde não obtiveram diferença estatística significativa entre as cultivares.

Figura 5. Rendimento do coentro em BV e BS em função da adubação com composto orgânico com níveis crescentes de conchas de ostras. IFPA - Campus Castanhal/PA, 2018.



De acordo com os resultados desta pesquisa, percebem-se aumentos significativos da produtividade do coentro em biomassa verde, a partir dos substratos com composto orgânico associado aos níveis de 6%, de 9% e de 12% de conchas de ostras, com incrementos da ordem de 62%, 49% e 83%, respectivamente, considerando à da Testemunha. Embora considerando o valor médio do T2 não significativo em relação ao do T1 (Testemunha), constata-se um incremento de produtividade acima de 20%, quando do uso do substrato com composto orgânico associado com apenas 3% de conchas de ostra.

Quanto aos efeitos dos tratamentos em BV, observa-se comportamento semelhante ao da altura de plantas, em que os substratos dos tratamentos T3, T4 e T5, promoveram maiores desenvolvimentos do coentro. Entretanto, não deve se desprezar o incremento em T2. Tais eficiências desses substratos devem-se, possivelmente, à melhoria das suas qualidades, conforme resultados constatados dos atributos pH, Matéria Orgânica, Cálcio, Magnésio, Fósforo, Índice de Saturação por Bases e Alumínio (Figura 6-A, B, C, D, E e F, respectivamente e Tabela 6). Possivelmente, devido ao enriquecimento nutricional do solo, a partir da aplicação do composto orgânico, o qual, inicialmente incrementou o nível de MO, e níveis adequados de Ca e Mg provenientes das conchas de ostras, os quais promoveram significativa correção do pH, elevando-o a próximo a neutralidade, reduzindo a zero o teor de Al trocável e liberando outros nutrientes à disponibilidade em níveis adequados, como o de P e de outros essenciais à absorção das plantas (PRIMAVESI, 2002; ERNANI, 2008).

Neste contexto, Veloso; Botelho; Rodrigues (2007), afirmam que vários fatores influenciam na disponibilidade dos nutrientes no solo, entre eles o valor do pH (concentração de íons hidrogênio na solução do solo). Deste modo, em solos cujo pH encontra-se excessivamente ácidos, ocorre a diminuição na disponibilidade de alguns nutrientes (tais como Fósforo, Cálcio, Magnésio, Potássio e Molibdênio) e o aumento da solubilização de íons (como Zinco, Cobre, Ferro, Manganês e Alumínio) que, dependendo do manejo do solo e da adubação utilizada, podem atingir níveis tóxicos às plantas ou reduzir a níveis adequados.

4.2.2. Biomassa Seca (BS)

Nos resultados de BS do coentro em função dos tratamentos, a análise de variância detectou diferença significativa entre eles ($P < 0,01$) pelo Teste F, conforme demonstrado na Tabela 4.

Nos resultados, na Figura 5, observa-se a distribuição significativa entre médias sob contrates, destacando-se os tratamentos T3 ($606,20 \text{ kg ha}^{-1}$) e T5 ($617,33 \text{ kg ha}^{-1}$), com médias estatisticamente semelhantes entre si e superiores às dos tratamentos T2 ($506,94 \text{ kg ha}^{-1}$) e T4 ($543,90 \text{ kg ha}^{-1}$) estes não diferindo entre si e considerados superiores a do tratamento T1-Testemunha ($404,53 \text{ kg ha}^{-1}$).

Esses resultados foram semelhantes aos encontrados por Negreiros et al. (2013) ao testarem diferentes quantidades de esterco bovino (10,0; 20,0; 30,0 e 40,0 t ha^{-1} em base seca) em períodos de incorporação (14; 28; 42 e 56 dias antes do plantio), na produção da cultura do coentro, com o incremento produtivo em função das quantidades e períodos de

incorporação do esterco, com valores máximos de 0,06 e 0,058 kg m² de canteiro (600 e 580 kg ha⁻¹), para a maior dose de esterco e maior período de incorporação, respectivamente.

Em pesquisa de remineralização do solo com diferentes doses pó de rochas (0, 4, 8, 12 e 16 t ha⁻¹) para o cultivo do coentro, Santos et al (2016) obtiveram comportamento linear da produção de matéria seca da parte aérea de coentro em função do aumento das doses de pó de rocha, atingindo o valor máximo de 2,36 t ha⁻¹ com a maior dose. Estes valores foram bastante elevados quando comparados aos resultados alcançados neste estudo.

Na presente pesquisa é possível observar uma tendência de crescimento tanto em BV como em BS, praticamente, em função dos tratamentos (Figura 5), o que permite afirmar que o aumento na produtividade do coentro sofreu influência dos compostos utilizados e que quanto maior a quantidade de conchas no composto maior foi a produtividade da cultura. Isto, possivelmente, se explica pela absorção do Ca que consiste no elemento majoritário das conchas, onde maior foi a produtividade com o composto com maior quantidade de Ca, refletindo nos substratos, onde o Ca, por ter sido absorvido pelas plantas, apresentou uma tendência inversa a da produtividade (Figura 6C), o que foi confirmado pelo Mg (Figura 6D) que na relação Ca/Mg concorre pelo mesmo sítio de adsorção (MOREIRA; CARVALHO; EVANGELISTA, 1999), apresentando comportamento inverso ao do Ca no substrato, isto é, elevando sua concentração quanto maior foi o incremento de conchas no composto e maior foi a absorção de Ca.

4.3. AVALIAÇÃO DOS ATRIBUTOS QUALITATIVOS DOS SUBSTRADOS

Os componentes pH, Matéria Orgânica (MO), Fósforo (P), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Índice de Saturação por Bases (V), constituíram os atributos qualitativos dos substratos em estudo, contendo em sua composição solo superficial e composto orgânico no nível de 50 t ha⁻¹, associado às diferentes concentrações de resíduos de conchas de ostras (0, 3, 6, 9, e 12%).

Os resultados das análises químicas dos atributos foram submetidos a análise de variância, que constatou efeito significativo ($P < 0,01$) pelo Teste F, em todos os atributos estudados, conforme disposto na Tabela 6. Após seus dados foram submetidos ao teste Scott-Knott, em que as médias dos atributos foram contrastadas ao nível de 5% de significância ($P < 0,05$), visando verificar as suas variações ou efeitos nos substratos estudados.

Tabela 6. Análise de variância dos resultados das análises químicas dos atributos dos substratos com solo superficial e composto orgânico adicionado com diferentes concentrações de resíduos de conchas de ostras. IFPA - *Campus Castanhal/PA*, 2018.

Fontes de Variação	GL	Quadrado Médio dos Atributos dos Substratos					
		pH	MO	P	Ca	Mg	V
Tratamento	4	1,77142**	83,5365**	12623,19942**	14,10525**	2,87475**	3146,38811**
Resíduo	10	0,00167	0,3725	169,1655	0,02950	0,02750	0,21153
Total	14	-	-	-	-	-	-
CV (%)		0,65	2,60	11,04	4,20	9,59	0,62

**, significativo ao nível de 1% de probabilidade ($P < 0,01$), pelo teste F; *, significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq P < 0,05$), pelo teste F; ns, não significativo ($P \geq 0,05$).

Nos resultados do atributo pH dos substratos (Figura 6A), verificou-se variações significativas destacando-se as médias dos tratamentos T2 (6,75), T3 (6,45), T4 (6,7) e T5 (6,46), com significâncias superiores, em relação a do tratamento testemunha T1 (4,9). Acrescenta-se, ainda, que na variação entre as médias de T1 para a de T2, sofreu uma elevação da ordem de 63%, e que esta não diferiu estatisticamente da média do T4, que foram consideradas superiores, estatisticamente. Todavia, ressalta-se que nas variações de pH entre médias, a partir de T2 a T5, ocorreram baixas amplitudes entre elas, sendo que, mesmo consideradas significativas, denotam uma tendência de equilíbrio nos níveis desse atributo nos substratos, embora submetidas a crescente concentrações de resíduos de conchas (de 3 a 12%), nos respectivos tratamentos. Nesse contexto, observam-se que os maiores efeitos na variação desse atributo, entre tratamentos, ocorreu entre as médias de T1 para a de T2, que podem estar associados, principalmente, à incorporação do composto orgânico adicionado a concentração de 3% de resíduos de conchas de ostras, e, ao efeito da MO presente no próprio composto, conforme se verifica acréscimos expressivos, quando incorporado nos substratos (Figura 6B).

Possivelmente, esse efeito na elevação do pH dos substratos, tenha sido influenciado, principalmente, pelo significativo teor de Ca mineralizado dos resíduos das conchas de ostras. Nesse aspecto, Know et al. (2004) afirmam que o cálcio é o principal elemento constituinte das conchas de ostras, compreendendo 37,4 % da massa seca total. Em corroboração, Silva et al. (2010), descrevem-no como elemento majoritário, representando 34,8% da massa seca total, considerando-se assim que, a estrutura e constituição da concha é predominantemente carbonato de cálcio (CaCO_3).

Nos resultados do atributo MO dos substratos (Figura 6B), foram também encontrados efeitos significativos ($P < 0,05$) entre os dados médios dos tratamentos, conferindo para a média do T1-Testemunha ($14,4 \text{ g kg}^{-1}$), inferioridade significativa às dos demais tratamentos

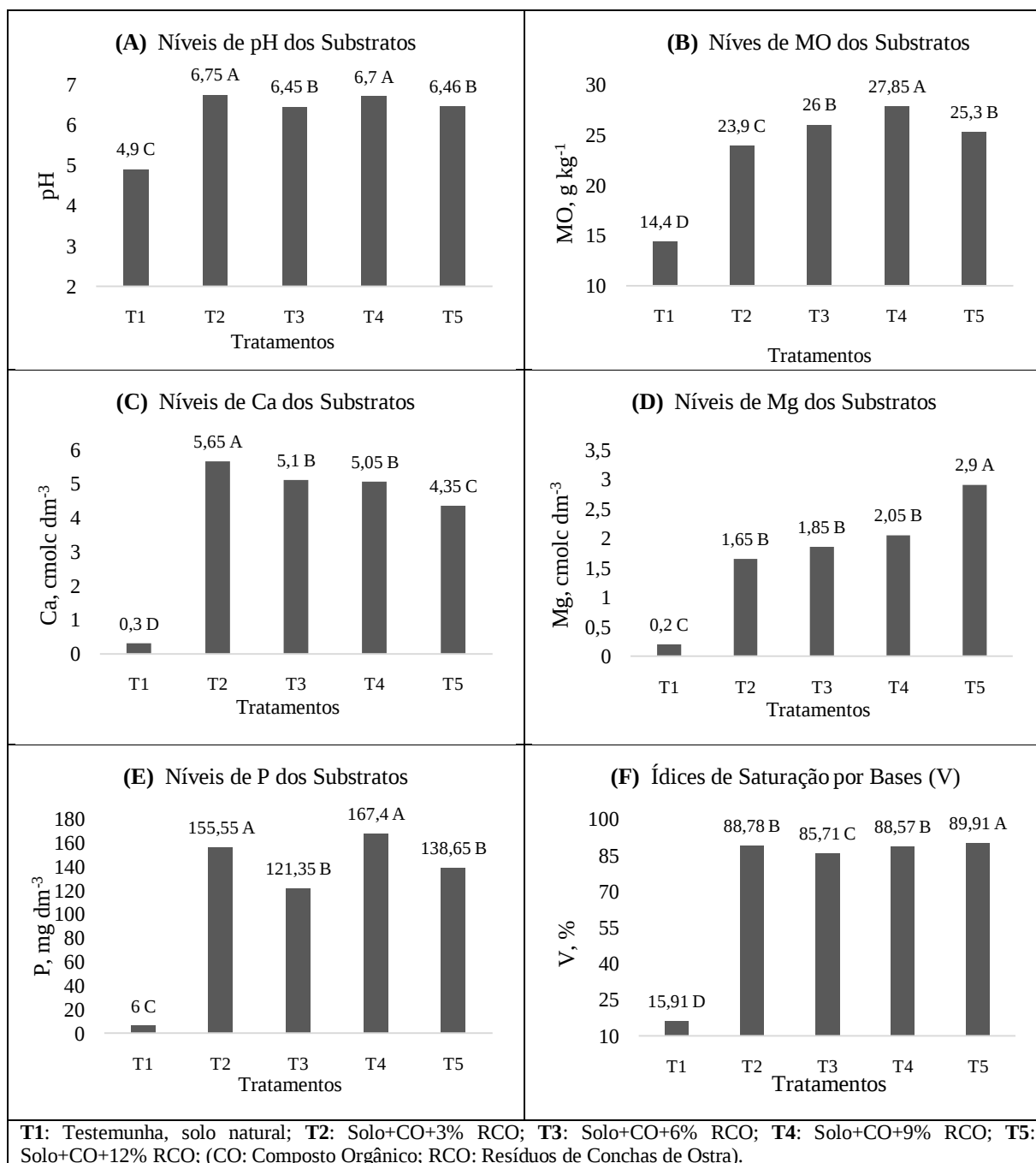
T2 (23,9 g kg⁻¹), T3 (26 g kg⁻¹), T4 (27,85 g kg⁻¹) e T5 (25,3 g kg⁻¹), e estes não diferiram, estatisticamente, entre si. Nas variações entre médias, destaca-se alta amplitude da média de T1 para a de T2, uma elevação acima de 65%, e entre as de T2 a T5, menores amplitudes, sendo que da média de T1 para a de T4, confere acréscimo de, acima de 93%. Assim sendo, esses expressivos efeitos observados nessas variações de MO nos substratos são atribuídos ao uso do composto orgânico e à dinâmica da MO, a partir do T2, no nível de 50 t ha⁻¹, cujo nível do composto foi considerado suficiente e eficiente, de acordo com Cavalcante (2015), corroborado por Primavesi (2002), Melo e Alleoni (2009).

Nos resultados do atributo Ca (Figura 6C), verificou-se também efeitos significativos entre suas médias ($P < 0,05$), conferindo para a do tratamento T1 (0,3 cmol_c dm⁻³), inferioridade significativa em relação às dos demais tratamentos T2 (5,65 cmol_c dm⁻³), T3 (5,1 cmol_c dm⁻³), T4 (5,05 cmol_c dm⁻³) e T5 (4,35 cmol_c dm⁻³), destacando-se com superioridade entre estas com superioridade estatística, a média do T2 com maior valor, seguida das médias do T3 e T4, sendo estas iguais entre si, e superiores a do T5, respectivamente. Ressalta-se ainda para este atributo que, em comparação à média do T1 (Testemunha) para a de T2, houve um acréscimo expressivo, com uma variação de amplitude acima de 1.700%, e a partir do T2, constata-se uma tendência de decréscimos nos valores médios do T3, do T4 e do T5, respectivamente, embora ainda considerados elevados para a realidade dos solos local.

Desta forma, atribui-se esta elevação de teores de Ca nos substratos em relação a testemunha, possivelmente, ao uso dos resíduos de conchas de ostra no composto. Sendo a concentração de 3%, tratamento T2, associada a concentração do composto orgânico mais elevada. Entretanto, observou-se ainda que, embora crescente as concentrações de conchas de ostra para 6%, 9% e 12% nos substratos do T3, T4 e T5, respectivamente, os teores de Ca decresceram, denotando que o tratamento 2, foi o mais eficiente na elevação de Ca no substrato, do presente estudo.

Como relacionado acima, as conchas de ostra em sua composição, contém grandes concentrações de nutrientes como Ca (acima de 95%), Mg (2%), e K (1%), dentre outros, podendo ser utilizado em finos grânulos no solo, para a correção da sua acidez, com até maior eficiência que os calcários de rochas (COSTA et al. 2012). Por outro lado, atribui-se também possível efeito à eficiência da matéria orgânica (Figura 6B), contida no composto orgânico (50 t ha⁻¹), no aumento da concentração do Ca, a partir do T2 (PRIMAVESI, 2002; ERNANE, 2008; MELO; ALLEONI, 2009).

Figura 6. Resultados das análises químicas dos atributos dos substratos com solo superficial e composto orgânico, adicionado com diferentes concentrações de resíduos de conchas de ostra. IFPA - Campus Castanhal/PA, 2018.



É importante destacar, que se observa relação entre os atributos, Ca e Mg (Figuras 6C e 6D), e a produtividade do coentro (Figura 5). As biomassas verde e seca tiveram aumento quanto maior foi o incremento de conchas no composto, verificando-se comportamento semelhante com o Mg e inverso com o Ca. Isto, possivelmente, se explica pelo fato de o coentro ter absorvido maiores quantidades de Ca quando maior foi sua disponibilidade no

substrato, tendo este elemento permanecido na estrutura da planta, explicando a diminuição do Ca no substrato analisado e aumento da produtividade em função dos tratamentos.

Essa elevação de Ca no substrato é importante não somente pela elevação do pH ou pela relação Ca/Mg, mas também por este elemento ser um macronutriente que favorece a ampliação do sistema radicular e consequentemente melhora a absorção de nutrientes e água, além de auxiliar na prevenção de anomalias fisiológicas (FILGUEIRA, 2007). Este autor afirma ainda, que as culturas oleráceas são particularmente exigentes em Ca, absorvendo-o em maior quantidade que o P.

Quanto aos teores de Mg dos substratos em função dos tratamentos (Figura 6D), a análise de contraste de suas médias apontou efeito significativo entre elas ($P < 0,05$), conferindo para a da testemunha (T1) valor de $0,2 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de Mg, com inferioridade significativa, quando comparada às dos tratamentos T2 ($1,65 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), T3 ($1,85 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), T4 ($2,05 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) e T5 ($2,9 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), respectivamente. Já, analisando as médias do T2 a do T5, destaca-se, positivamente, esta última, considerada estatisticamente superior às dos demais tratamentos, e as do T3 e do T4, semelhantes entre si e com valores intermediários (Figura 6D).

Dos efeitos constatados na variação do Mg em função dos tratamentos, destacam-se teores expressivamente elevados, refletindo uma amplitude de variação acima de 700%, se considerado as médias do T1 (testemunha) para a do T2, respectivamente, sendo que esta amplitude se amplia acima de 1.300%, considerando os valores médios do T1 para o do T5.

Neste caso, bem como descrito anteriormente, constata-se entre as médias dos tratamentos, acréscimos significativos do teor de Mg, com o aumento das concentrações de resíduos de conchas de ostra, de 0,0 a 12%, respectivamente, o que denota um comportamento do teor de Mg em função dos tratamentos, inverso ao do observado no Ca (Figura 6C). Estes efeitos podem ser atribuídos, inicialmente, ao aumento dos resíduos de conchas de ostra associado à eficiência da matéria orgânica contida no composto orgânico, no equilíbrio e disponibilidade desses nutrientes na composição dos substratos (PRIMAVESI, 2002; ERNANE, 2008; MELO; ALLEONI, 2009).

Contudo, é importante salientar que na relação Ca/Mg, esses elementos concorrem pelo mesmo sítio de adsorção (MOREIRA; CARVALHO; EVANGELISTA, 1999), isto é, quando diminui-se a quantidade de um o outro permanece disponível em maior quantidade, o que possivelmente, explica o aumento linear do Mg em função dos tratamentos enquanto o Ca foi mais absorvido pelo coentro, apresentando comportamento inverso no substrato.

Em relação às análises dos teores médios do atributo P nos substratos (Figura 6E), em função dos tratamentos, confere-se para a média do tratamento testemunha T1 (6 mg dm^{-3}), valor extremamente baixo (CRAVO et al., 2010) e inferior estatisticamente, considerando as do T2 ($155,55 \text{ mg dm}^{-3}$), do T3 ($121,35 \text{ mg dm}^{-3}$), do T4 ($167,4 \text{ mg dm}^{-3}$) e do T5 ($138,65 \text{ mg dm}^{-3}$), respectivamente. Nesse contexto, destaca-se, inicialmente, um expressivo aumento desse teor, da média do T1 (Testemunha), para a do T2, acima de 2.400%, e baixa variação entre as média do T2 para a do T5, e considerando as do T2 e do T4 iguais entre si, e superiores às do T3 e T5, respectivamente, sendo estas últimas iguais entre si, estatisticamente.

Em se tratando de valores médios de P nos substratos dos tratamentos estudados, constata-se em todos eles, a partir de T2 a T5, com exceção a do T1, valores variando de $121,35 \text{ mg dm}^{-3}$ a $167,4 \text{ mg dm}^{-3}$, cuja faixa de teor de P é classificada como nível alto (CRAVO et al. 2010). Desta forma, atribui-se à elevação do nível desse atributo nos substratos, possivelmente, ao significativo aumento de pH (Figura 3-A), da MO (Figura 6B) e do teor de Ca (Figura 6C), a partir do T2, quando se adicionou o composto orgânico (no nível de 50 t ha^{-1}) associado a concentração de 3% de resíduos de conchas de ostras. Segundo Ernani (2008), a elevação do pH do solo aumenta a disponibilidade do P, por aumentar as cargas elétricas negativas do solo, as cargas negativas do ânion fosfato e o potencial elétrico negativo das superfícies carregadas negativamente, além de aumentar também a atividade microbiana e, ao decompor a matéria orgânica, libera ânions orgânicos que competem eficazmente com o P pelos sítios de adsorção.

No atributo Índice de Saturação por Bases (V) dos substratos, em função dos tratamentos em estudo (Figura 6F), constata-se diferenças significativas entre suas médias, conferindo para a do T1 (15,91%), inferioridade estatística, às do T2 (88,78%), do T3 (85,71%), do T4 (88,57 %), e do T5 (89,91%), respectivamente. Destaca-se nesta ocorrência, uma amplitude de variação entre as médias do T1 para a do T2 acima de 400%, e a partir da média do T2 para a do T5, estreita amplitude entre eles, variando de 1% em média, mas ainda considerados índices muito altos, acima de 80%, em comparação ao da Testemunha, que é extremamente baixo. Nesse contexto, atribui-se a esta elevação do V do substrato, a partir do tratamento T2, o uso do composto orgânico associado a concentração de resíduos de conchas de ostra, nas condições ambientais deste experimento.

Por definição, o índice V de um solo reflete a participação das bases, como Ca, Mg, e K, que são essenciais no complexo sortivo do solo à pH 7,0 expresso em porcentagem (ERNANI, 2008). Indica o quanto de bases representam no balanço do complexo sortivo do

solo, considerando todos os cátions, inclusive os potencialmente tóxicos como o Al e H. Isto significa que, quanto maior a soma de bases representada no total de cátions do solo, maior o V, consequentemente, melhor a qualidade do solo em relação à sua capacidade de produção vegetal.

Analizando o V dos substratos em função dos tratamentos (Figura 6F), e considerando que ele reflete as condições da reação do solo em relação aos níveis de pH, da soma de bases (Ca, Mg e K), da acidez potencial (Al e H), assim como do nível da matéria orgânica, o tratamento T2 foi considerado o mais eficiente, pois, de acordo com os resultados constatados na Figura 6A, este tratamento promoveu a elevação do pH, de 4,9 para 6,7, refletido, possivelmente, pela elevação dos teores de Ca (6C) e de Mg (6D), em quantidades equilibradas e suficientes para reduzir o teor de Al (Tabela 7) nesse tratamento, sem desconsiderar nesse contexto, a contribuição da matéria orgânica, que sofreu uma elevação no seu nível, acima de 65%, ou seja, de 14,4 para 23,9 g kg⁻¹ (6B), sendo este nível considerado suficiente e equilibrado, que também, contribuiu para a elevação do teor de P, de 6 para 155,55 mg dm⁻³ (6E). Tal eficiência representa um aumento acima de 2.400%, nesse tratamento.

Portanto, o nível de 5 kg m² de composto orgânico associado à concentração de 3% de resíduos de conchas de ostra, promoveu a melhoria da qualidade do substrato, em nível satisfatório e equilibrado, possibilitando a disponibilidade de nutrientes, em quantidades eficientes e equilibradas, para o atendimento das necessidades das plantas.

Quanto aos resultados das análises do teor de Al dos substratos em função dos tratamentos, por resultar em valores insuficientes, não foi possível incluí-los nas análises de variância e sequentemente ao teste de médias. Entretanto, seus resultados em valores absolutos encontram-se dispostos na Tabela 7, nos quais se constata reduções significativas em todos os tratamentos, se considerado as médias do T1 (1,0 cmol_c dm⁻³), do T2 (0,0), do T3 (0,1 cmol_c dm⁻³), do T4 (0,0), e do T5 (0,0).

Tabela 7. Resultados das análises químicas do Al trocável dos substratos, em função dos tratamentos em estudo. IFPA - *Campus* Castanhal/PA, 2018.

Tratamentos	Teor de Al* --- cmol _c dm ⁻³ ---
T1 – Testemunha	1,0
T2 – CO + 3%RCO**	0,0
T3 – CO + 6% RCO	0,1
T4 – CO + 9% RCO	0,0
T5 – CO + 12% RCO	0,0

* Realizado no Laboratório de Análises Químicas de Solos e Plantas, do IFPA-*Campus* Castanhal.

** (CO: Composto Orgânico; RCO: Resíduos de Conchas de Ostras).

Esses resultados para o Al são muito importantes para os solos regionais, uma vez que os índices de Al são elevados e tem relação direta com o pH que nos solos amazônicos é ácido, o que pode tornar esse cátion tóxico as plantas, visto este quando elevado no solo atrofia as raízes das plantas dificultando a absorção dos nutrientes e consequentemente impedindo o bom desenvolvimento vegetativo.

4.4. DIVULGAÇÃO DO PRODUTO NA COMUNIDADE

A socialização e divulgação, do produto deste trabalho, para os produtores foi realizada na Associação de Pescadores, Agricultores e Aquicultores do Rio Urindeua – ASAPAQ, localizada na comunidade Santo Antonio do Urindeua, Salinópolis – PA, e ocorreu por meio de reunião na qual os resultados alcançados nesta pesquisa foram apresentados e o caderno técnico (Figura), intitulado “Aproveitamento de conchas de ostras na compostagem orgânica na comunidade Santo Antonio do Urindeua, Salinópolis – PA”, foi entregue e discutido juntamente com os produtores.

Figura 7. ASAPAQ (A); Reunião de socialização da tecnologia (B).



Foto: Domingos Sávio

Este Caderno Técnico (Apêndice II) foi elaborado, de acordo com os melhores resultados alcançados com os experimentos para o cultivo de coentro. Esse material está bem ilustrado e apresenta linguagem simples (acessível aos produtores), contendo a demonstração de todas as fases de produção do composto orgânico e sua aplicação no cultivo das hortaliças. Dentre as abordagens do caderno e da reunião destacam-se:

- Definição de compostagem;
- Importância de se fazer composto orgânico;
- Materiais que podem ser usados;
- Processamento das conchas;

- Quantidade a utilizar no composto;
- Montagem das pilhas de compostos;
- Manejo do composto: revirada, verificação de temperatura e umidade;
- Apresentação do adubo pronto e sua aplicação;
- Importância de usar o composto orgânico enriquecido com conchas de ostras.

Para os produtores das outras localidades onde se cultivam ostras, pretende-se encaminhar exemplares desse material (Caderno Técnico) para que esta tecnologia fique disponível a todos os ostreicultores/agricultores e aos demais interessados na produção de composto orgânico nas sedes das associações.

Além de socializar os resultados com os ostreicultores/agricultores, a presente pesquisa será publicada em revistas, ficando assim disponibilizada à comunidade científica, por meio de artigos científicos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do diagnóstico e caracterização das comunidades de agricultores familiares localizadas nas áreas costeiras do Nordeste paraense, objeto deste estudo, percebeu-se quanto laboriosamente trabalham para gerarem rendas a fim de manter suas famílias, e quando não suficientes, alguns dos componentes trabalham em atividades externas, para complementar a renda familiar. Dentre as atividades agrícolas desenvolvidas por esses agricultores nas comunidades, destacam-se aquelas relacionadas a área da agricultura, com plantios em pequena escala de mandioca, de feijão-caupi, de hortaliças e de ralos pomares de fruticultura regional.

Paralelamente a essas atividades, e considerado as peculiaridades locais, esses agricultores também desenvolvem atividades de produção de ostras, tanto nos sistemas de cultivos, como nos extrativismos. Entretanto, os resíduos das conchas provenientes dessas atividades, são descartados continuamente em locais inapropriados, e com o tempo, acumulam-se em elevadas quantidades às proximidades das residências nas comunidades e nos locais de produção, gerando expressivos impactos ambientais negativos, devido ao seu gerenciamento inadequado.

Todavia, conhecendo-se a composição das conchas de ostras na forma orgânica com altas concentrações de Ca e menores de Mg e de outros nutrientes, e considerando a realidade dos solos da região em estudo, com alta acidez, reduzido teor de Matéria Orgânica e baixa qualidade físico-química, e ainda, à necessidade de propor um gerenciamento adequado desses resíduos aos agricultores familiares em estudo, foi desenvolvida uma pesquisa experimental no Campus Castanhal, utilizando a alternativa ecológica de manejo do solo mediante o uso de composto orgânico, produzido com resíduos vegetais diversos, raspas da mandioca, adicionado os níveis de 3%, 6%, 9% e 12% de resíduos de conchas na composição do referido composto.

Nos resultados da produção do composto orgânico, destaca-se, inicialmente, a eficiência do processo de compostagem por meio das atividades microbiológicas, nas condições climáticas locais, que promoveu a degradação completa dos resíduos vegetais e aproximadamente 95% dos resíduos de conchas de ostras no tempo de 70 dias, o qual foi suficiente para mineralizar grande parte dos nutrientes imobilizados nesses resíduos, disponibilizando-os em quantidades equilibradas no composto para uso nos solos ou substratos, como adubo orgânico.

Nos resultados do uso do composto orgânico no nível de 50 t ha^{-1} , ou, 5 kg m^{-2} sob diferentes concentrações de resíduos de conchas de ostras, incorporado ao solo no cultivo do coentro, se constataram efeitos do composto no seu crescimento do coentro em altura de plantas (20,64 cm), e no rendimento, em biomassa verde ($4.950,26 \text{ kg ha}^{-1}$) e seca ($606,20 \text{ kg ha}^{-1}$), destacando-se esses efeitos mais significativamente, quando no composto foi adicionado a 6% de resíduos de conchas de ostras.

Entretanto, nos resultados das análises químicas dos substratos após o cultivo do coentro, constataram-se efeitos expressivos do uso do composto orgânico na maioria dos atributos estudados, mas, a partir do uso do composto na concentração de apenas 3% de resíduos de conchas, cuja concentração foi mais eficiente para promover, significativamente, a melhoria da qualidade dos substratos ou solos, elevando seus níveis, de pH (de 4,9 a 6,7), de Matéria Orgânica (de $14,4$ a $23,9 \text{ g kg}^{-1}$), de Fósforo (de 6 a $155,5 \text{ mg dm}^{-3}$), de Cálcio (de $0,3$ a $5,65 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), e de Magnésio (de $0,2$ a $1,65 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), e excepcionalmente redução do Al trocável (de $1,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, para $0,0$), cujos resultados refletiram, qualitativamente, na Saturação por Bases desses solos, elevando-o, de 15,9% para 88,8%, passando sua qualidade de solo distrófico para a de solo eutrófico.

De maneira geral, os resultados encontrados no presente trabalho têm aplicação direta no desenvolvimento das comunidades sob estudo nesta pesquisa, visto que, inicialmente, a tecnologia utilizada na produção do composto é acessível a todos os agricultores e possível de aplicação com o uso de materiais orgânicos, como resíduos vegetais (folhas diversas, ou outros), raspas de mandioca ou esterco de animais diversos, e resíduos de conchas de ostras ou outros bivalves, podendo ser obtidos nas próprias áreas dos agricultores familiares, ou, nas comunidades, e em quantidades satisfatórias.

A tecnologia proposta, ou seja, a produção do composto orgânico adicionado às concentrações de resíduos de conchas de ostras, exercem efeitos diretos na redução dos problemas locais, pela possibilidade da melhoria da qualidade dos solos de suas áreas de produção agrícola pelo uso do composto como adubo orgânico de qualidade, bem como disponibiliza uma alternativa de gerenciamento adequado dos resíduos de conchas de ostras, resultantes dos descartes de suas produções.

REFERÊNCIAS

- ABREU, B.S. de.; ABREU, I.G. de.; MORAES, P.A.; NETO, S.F. **Meio Ambiente, Sociedade e Desenvolvimento: uma abordagem sistêmica do comportamento humano**. Campina Grande, EDUEG, 2010. 208p.
- ACEB – Associação Cultural e Educacional Brasil. **1º Anuário Brasileiro da Pesca e Aquicultura**. ACEB, 2014.
- AGUIAR, A. M.; SOUZA, J. A. E.; SOUZA, R. F.; CARVALHO, C. A. S.; FERREIRA, C. P. Produção de coentro (*Coriandrum sativum* L.) cultivado com composto orgânico em Irituia – Pará. **Cadernos de Agroecologia**. Vol 10, Nº 3 de 2015.
- ALCÂNTARA, F. A. **Manejo Agroecológico do Solo**. Santo Antônio de Goiás : Embrapa Arroz e Feijão, 2017. 28 p. (Documentos / Embrapa Arroz e Feijão, ISSN 1678-9644; 314). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/arroz-e-feijao/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1076545/manejo-agroecologico-do-solo>>. Acesso em: 18 de jul de 2018.
- BARREIRA, L. P.; PHILIPPI JUNIOR, A. P.; RODRIGUES, M. S. Usinas de compostagem do Estado de São Paulo: qualidade dos compostos e processos de produção. **Engenharia sanitária ambiental**. Vol.11 - Nº 4 - out/dez 2006.
- BOICKO, A. L.; ACCHAR, W.; SANT'ANNA, F. S. P.; HOTZA, D. Utilização de conchas de ostras como carga para produtos de policloreto de vinila (PVC). In: ICTR 2004 – Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia em Resíduos e Desenvolvimento Sustentável. **Anais...** Costão do Santinho, Florianópolis, Santa Catarina. p. 4441-4451. 2004. Disponível em: <<https://www.ipen.br/biblioteca/cd/ictr/2004/ARQUIVOS%20PDF/14/14-081.pdf>>. Acesso em: 30 jun. 2016.
- BOICKO, A. L.; HOTZA, D.; SANT'ANNA, F. S. P. **Utilização das conchas da ostra *Crassostrea gigas* como carga para produtos de policloreto de vinila (pvc)**. 2007. Disponível em: <<http://www.projetoconchas.ufsc.br/pub/index.pub.php?s=relatorios>>. Acesso em: 25 jan 2017.
- BOTELHO, J. R. C.; SANTA BRÍGIDA, L. S.; CORDOVIL, T. L. S. **Morfometria de ostras *Crassostrea* sp. e aproveitamento das conchas**. (Trabalho de conclusão de curso). Instituto Federal do Pará, IFPA *Campus Castanhal*, 2015. 44 f.
- BRABO, M. F.; PEREIRA, L. F. S.; FERREIRA, L. A.; COSTA, J. W.P.; CAMPELO, D. A. V.; VERAS, G. C. A cadeia produtiva da aquicultura nordeste paraense, Amazônia, Brasil. **Informações Econômicas**, SP, v. 46, n. 4, jul./ago. 2016.
- BRASIL. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR nº 10.004 de 30 de novembro de 2004. **Dispõe sobre a Classificação dos resíduos sólidos**. 2 ed. Rio de Janeiro, Brasil, 2004. 71 p. Disponível em: <<http://www.videverde.com.br/docs/NBR-n-10004-2004.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2016.
- _____. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólido; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências**. Presidência da República, Brasília, 2 de agosto de 2010. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/l12305.html>. Acesso em: 20 jun. 2016.

BRITO, V.; OLIVEIRA, T. B. Cultura sambaquieira: uma lacuna na arqueologia paraibana. **Tarairiú - Revista Eletrônica do Laboratório de Arqueologia e Paleontologia da UEPB**. Campina Grande - PB, Ano III – Vol.1 - Número 05 – Set/Out de 2012. p. 100-111.

CAMPOS, O. T. L. **A Ostricultura no Município de Curuçá: Uma Alternativa** FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **The State of World Fisheries and Aquaculture: Opportunities and challenges**. Roma: FAO, 2014. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i3720e.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2016.

CAVALCANTE, A. E. C. **Extensão tecnológica no uso de resíduos orgânicos: sua transformação em adubo para sustentabilidade da agropecuária no Município de Irituia, Pará**. Dissertação (Mestrado). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – IFPA, 2015. 167 f.

CHIERIGHINI, D.; BRIDI, R.; ROCHA, A. A.; LAPA, K. R. (2011): “Possibilidades do Uso das Conchas de Moluscos”. **In:** International Workshop - Advances in Cleaner Production, 3, Cleaner Production Initiatives and Challenges for a Sustainable World. São Paulo – Brazil, 2011. Disponível em: <http://www.advancesincleanerproduction.net/third/files/sesoes/6A/6/Chierighini_D%20-%20Paper%20-%206A6.pdf>. Acesso em: 25 set. 2015.

COSTA, A. R. S.; OLIVEIRA, B. M. C.; ARAÚJO, G. V. R.; SILVA, T. E. P.; EL-DEIR, S. G. Viabilidade do uso de conchas de mariscos como corretivo de solos. **In:** III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Goiânia/GO – 19 a 22/11/2012. Disponível em: <<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2012/XI-060.pdf>>. Acesso em: 25 set. 2015.

COSTA, L. C. O. **Produção e uso de resíduos de ostras no Nordeste Paraense**. Informações coletadas pelo Projeto Fortalecimento da Aquicultura Sustentável em Áreas de Assentamento e Associações no Nordeste Paraense. Mensagem pessoal fornecida para a autora em 01 de junho de 2016.

CRAVO, M. da S.; VIÉGAS, I. de J. M.; BRASIL, E. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Pará**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2010. 262p.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. Tradução de Luciana de Oliveira da Rocha. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2007. 248 p.

DONAGEMA, G. K. **Manual de métodos de análise de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230 p.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Coentro**. Corumbá, MS, Novembro, 2007. (Série Plantas Medicinais, Condimentares e Aromáticas).

_____. **Catálogo Brasileiro de Hortaliças**. Brasília (DF): EMBRAPA Hortaliças/ SEBRAE, 2010. Disponível em: www.sebrae.com.br/setor/horticultura. Acesso em: 19 de jul. de 2018.

_____. **Produção de composto orgânico**. Amapá: EMBRAPA, 2014.

ERNANI, P. R. **Química do Solo e Disponibilidade de Nutrientes**. Lages-SC, 2008.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **The State of World Fisheries and Aquaculture: Opportunities and challenges**. Roma: FAO, 2014. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i3720e.pdf>>. Acessado em: 20 jun. 2016.

_____. _____. **Contributing to food security and nutrition for all**. Roma: FAO, 2016.

FERREIRA, J. H. O.; KATO, O. R.; AZEVEDO, C. M. B. C. Contribuição da Agricultura familiar na construção do conhecimento agroecológico: estudo de caso do projeto raízes da terra. **Cadernos de Agroecologia**. Vol 8, No. 2, Nov 2013.

FERREIRA, C. P.; NASCIMENTO, J. T.; REIS, C. M.; BARBOSA, M. S. Caracterização físico-morfológica do solo sob sistemas agrícolas da área do IFPA - Campus Castanhal. In: Congresso Brasileiro de Ciências do Solo. Solos nos Biomas Brasileiros: Sustentabilidade e mudanças climáticas, 33., 2011., Uberlândia (MG). Anais...XXXIII SBCS, 2011.

FILGUEIRA, F. A. R. **ABC da olericultura: guia da pequena horta**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1987. 164 p.

_____. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Ver. e ampl. Viçosa, MG: UFV, 2007. 421 p.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2010. 184 p.

GOMES, R. S.; ARAÚJO, R. C. P.; DANTAS NETO, M. P. Contribuição da ostreicultura para formação da renda familiar: estudo de caso do projeto de ostreicultura comunitário da Fundação Alphaville, Eusébio – Ceará. In: **XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**, Rio Branco – Acre, 20 a 23 de julho de 2008.

GUSMÃO, S. A. L., et al. **Produção de coentro com uso de compostos orgânicos obtidos dos resíduos de feiras livres, com e sem uréia**. In: 7ª Semana de Integração das Ciências Agrárias. (anais) Universidade Federal do Pará. Altamira: UFPA, 2007.

HAMESTER, M. R. R. **Caracterização do carbonato de cálcio obtido de cascas de mariscos e incorporação em polipropileno**. (Dissertação Mestrado). Sociedade Educacional de Santa Catarina, Instituto Superior Tupy. Joinville, 2010. 52 f.

IBAMA. INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. IN nº 105 de 20 de julho de 2006. **Define critérios, normas e padrões para o correto ordenamento da atividade de exploração de invertebrados aquáticos**. 2006. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Instrucao_normativa/2006/in_ibama_105_2006_defesomexilhoes_se_s_revoga_p_ibama_9_2003_retificada.pdf>. Acesso em: 27 jul. 2018.

KWON, H-B.; LEE, C-W.; JUN, B-S.; YUN, J-d.; WEON, S-Y.; KOOPMAN, B. **Recycling waste oyster shells for eutrophication control**. *Resources, Conservation and Recycling*. 41. 75–82, 2004. Disponível em:

<<http://www.projetoconchas.ufsc.br/upload/arquivos/1197924433.PDF>>. Acesso em: 30 jun. 2016.

LACERDA, J. B. **O homem dos sambaquis**: Contribuição para a anthropologia brasileira. In: Archivos do Museu Nacional do Rio de Janeiro. Vol. VI, 1º, 2º, 3º e 4º trimestres. p 175 – 203, 1885. (Extraído de volume digitalizado pelo Internet Archive. Disponível na Biblioteca Digital Curt Nimuendajú: <http://biblio.etnolinguistica.org/lacerda_1885_sambaquis>). Disponível em: <http://biblio.wdfiles.com/local--files/lacerda-1885-sambaquis/lacerda_1885_sambaquis.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2016.

LEAL, M. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ESPINHOLA, J. A. A.; ARAÚJO, E.S. Compostagem de misturas de capim-elefante e torta de mamona com diferentes relações C: N. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 17, n. 11, p. 1195-1200, 2013.

LEGAT, J. F. A.; PEREIRA, A M .L. ; LEGAT, A. P.; FOGAÇA, F. H .S. **Programa de cultivo de moluscos bivalves da Embrapa Meio-Norte**. Teresina (PI): Embrapa Meio-Norte, 20p. 2008. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/35061/1/Documentos1830001.pdf>>. Acesso em: 20 jun 2016.

LIBARDI, P. L. **Dinâmica da Água no Solo**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo (EDUSP), 2005. 344p.

LIMA, G. S. C. T. C. **Cracas de resíduos da mitilicultura como fertilizante em cultivos de alface**. (Dissertação de Mestrado). São José dos Campos: SP / UNICASTELO, 2015. 48f. Disponível em: <http://universidadebrasil.edu.br/portal/wp-content/uploads/2018/04/GLADYS-SYLVA-COSTA-TOLEDANO-CORREIA-LIMA_Ficha.pdf>. Acesso em: 27. Jul. 2018.

LINHARES, P. C. F.; PEREIRA, M. F. S.; ASSIS, J. P.; BEZERRA, A. K. H. Quantidades e tempos de decomposição da jitrana no desempenho agrônômico do coentro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.2, p.243-248, fev, 2012, ISSN 0103-8478.

LINHARES, P. C. F.; PEREIRA, M. F. S.; PAZ, A. E. S.; PAIVA, A. C. C.; BEZERRA, A. K. H.; FERNANDES, P. L. O. Efeito residual de espécies espontâneas da caatinga no desempenho agrônômico do coentro. **Cadernos de Agroecologia** – ISSN 2236-7934 – Vol 6, No. 2, Dez 2011.

LINHARES, P.C.F.; PEREIRA, M.F.S.; MOREIRA, J.C.; PAIVA, A.C.C.; ASSIS, J.P.; SOUSA, R.P. Rendimento do coentro (*Coriandrum sativum*, L) adubado com esterco bovino em diferentes doses e tempos de incorporação no solo. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Campinas, v.17, n.3, p.462-467, 2015.

MACEDO, A. R. G. **Manejo na ostreicultura da comunidade de Santo Antônio de Urindeua, Salinópolis - Pará**. 2015. (Dissertação mestrado). Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável e Gestão de Empreendimentos Agroalimentares. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Campus Castanhal. 2015. 100 f.

MACHADO, M. **Maricultura como base produtiva geradora de emprego e renda: Estudo de caso para o distrito de Ribeirão da Ilha no município de Florianópolis – SC – Brasil.** (Tese Doutorado) Florianópolis: UFSC, 2002.

MALAVOLTA, E. **ABC da adubação.** 5ª edição. São Paulo: Ed Agronômica Ceres, 1989.

MALAVOLTA, E.; PIMENTEL-GOMES, F.; ALCARDE, J. C. **Adubos e Adubações,** 2002.

MARQUES, F. C.; LORENCETTI, B. L. Avaliação de três cultivares de coentro (*Coriandrum sativum* L.) semeadas em duas épocas. **Pesq. Agrop. Gaúcha**, v.5, n.2, p.265-270, 1999.

MARSARO, R.; MELO, K. D. A.; SEABRA JUNIOR, S.; BORGES, L. S. Produção de cultivares de coentro em diferentes telados e campo aberto. **Cultivando o Saber**, Volume 7 - n°4, p. 362 - 373, 2014.

MELO, V. F; ALLEONI, L. R. F. **Química e mineralogia do solo:** Aplicações. v.2. Viçosa, MG: SBCS, 2009.

MOREIRA, A.; CARVALHO, J. G.; EVANGELISTA, A. R. Influência da relação cálcio:magnésio do corretivo na nodulação, produção e composição mineral da alfafa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 2, p. 249-255, 1999. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v34n2/8735.pdf>>. Acesso em: 2 out. 2016.

NASCIMENTO, J. T.; AGUIAR, A. M.; SOUZA, J. E. A.; CARVALHO, R. F.C.; FERREIRA, C. P. F. **Desempenho Agronômico do Coentro (*Coriandrum sativum* L.) Fertilizado com Doses Crescentes de Composto Orgânico**, em Irituia, Pará. XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Natal, RN, 02 a 07 de agosto de 2015.

NEGREIROS, A. M. P.; LINHARES, P. C. F.; PEREIRA, M. F. S.; FILHO, J. L.; OLIVEIRA, J. D.; PAIVA, A. C. C. Efeito residual de diferentes quantidades e períodos de incorporação do esterco bovino na rentabilidade do coentro. **ACSA – Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.9, n.1, p.82-87, jan-mar, 2013.

NUNES, M. U. C. **Compostagem de Resíduos para Produção de Adubo Orgânico na Pequena Propriedade.** EMBRAPA (Circular Técnica 59). Aracaju (SE), Dezembro, 2009. ISSN 1678-1945. Disponível em: <http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2010/ct_59.pdf>. Acesso em: 24 de jul de 2018.

OLIVEIRA, F. N. S.; LIMA, H. J. M.; CAJAZEIRA, J. P. **Uso da compostagem em sistemas agrícolas orgânicos.** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2004. 17 p. (Documentos, 89).

PARÁ. **Estatística Municipal:** Castanhal. Secretaria de Estado de Planejamento, Orçamento e Finanças – SEPOF/ Instituto de Desenvolvimento Econômico, Social e Ambiental do Pará – IDESP, 2014.

PEDROSA, F.S.; NEGREIROS, M.Z.; NOGUEIRA, I.C.C. Aspectos da cultura do coentro. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 10, n. 120, p. 75-78, 1984.

PEIXOTO, R. T. G. **Sistema de produção de alface orgânico**. EMBRAPA ClimaTemperado, 2012. Disponível em: <<http://www.cpact.embrapa.br>>. Acesso em: 01 fev 2017.

PETRIELLE, F. A. S. **Viabilidade técnica e econômica da utilização comercial das conchas de ostras descartadas na localidade do Ribeirão da Ilha, Florianópolis, Santa Catarina**. (Dissertação Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Florianópolis: UFSC, 2008. 127 f.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do Solo**: a agricultura em regiões tropicais. São Paulo: Nobel, 2002. 549 p.

RIGOLIN, I. M. **Compostagem de resíduo sólido de indústria oleoquímica submetido a três inoculantes**. Prudente São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://bdtd.unoeste.br:8080/jspui/handle/tede/587>>. Acesso em: 25 set. 2015.

ROSSOL, C. D.; SCALON FILHO, H.; BERTÉ, L. N.; JANDREY, P. E.; SCHWANTES, D.; GONÇALVES JUNIOR, A. C. Caracterização, classificação e destinação de resíduos da agricultura. **Scientia Agraria Paranaensis**. Volume 11, número 4, p.33-43, 2012.

SANTOS, J. F.; MENINO, I. B.; XAVIER, J. F.; NÓBREGA, J. Q.; OLIVEIRA, T. M. Produção agroecológica do coentro sob doses de pó de rocha. **In: Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido**, 1., 2016., Campina Grande (PB) . Anais... I CONIDIS, V. 1, 2016, ISSN 2526-186X. Disponível em: <http://www.editorarealize.com.br/revistas/conidis/trabalhos/TRABALHO_EV064_MD4_S A3_ID1978_05102016111943.pdf>. Acesso em: 05 jul 2018.

SAVAGE, G. M. The importance of waste characteristics and processing in the production of quality compost. In: BERTOLDI, M.; SEQUI, P.; LEMMES, B.; PAPI, T. **Science of Composting**. Part 2. England: Chapman & Hall (Edit), 1996. p.784-791.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio à Micro e Pequenas Empresas. Nossa Pérola. **Revista Movimento** (Publicação Institucional do Sebrae no Pará), Ano 1, n.01, março-2014.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.4,n.1,p71-78,2002.

SILVA, C. C.; SILVA, J. C. Dossiê Técnico: Cultivo de ostras. REDETEC - Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas – SBRT/Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <<http://www.respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/MzA4>>. Acesso em: 30 jun. 2016.

SILVA, D. F. **Análise de captação de recursos a área do Sambaqui Saco da Pedra, litoral sul do Estado de Alagoas**. (Dissertação Mestrado). Recife: UFPE, 2009.

SILVA, D. **Resíduo sólido da malacocultura: caracterização e potencialidade de utilização de conchas de ostras (*Crassostrea gigas*) e mexilhão (*Perna perna*)**. (Dissertação Mestrado). Florianópolis: UFSC, 2007.

SILVA, D.; DEBACHER, N. A.; CASTILHOS JUNIOR, A. B.; ROHERS, F. Caracterização físico-química e microestrutural de conchas de moluscos bivalves provenientes de cultivos da região litorânea da Ilha de Santa Catarina. **Quim. Nova**, Vol. 33, No. 5, 1053-1058, 2010.

SOUZA, J. L. **Agroecologia e agricultura orgânica princípios métodos e práticas**. 2 ed. Vitória: Icapar, 2015.

TAVELLA, L. B.; GALVÃO, R. O.; FERREIRA, R. L. F.; ARAÚJO NETO, S. E.; NEGREIROS, J. R. S. Cultivo orgânico de coentro em plantio direto utilizando cobertura viva e morta adubado com composto. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 4, p. 614-618, out-dez, 2010. Disponível em: <<http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/939/486>>. Acesso em: 18 de jul de 2018.

TENÓRIO, H. C. L.; MOTTA, P. M. S.; GONÇALVES, L. B. MARINHO, A. A. Reaproveitamento de conchas de mariscos e resíduos da construção civil em Alagoas. **Ciências exatas e tecnológicas**. Maceió, v. 1, n.1, p. 61-71, 2014.

VELOSO, C. A. C.; BOTELHO, S. M.; RODRIGUES, J. E. L. F. Correção da Acidez da Solo. In: CRAVO, M. da S.; VIÉGAS, I. de J. M.; BRASIL, E. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Pará**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2010. p. 57-64.

VINATEA, L.; VIEIRA, P. Modos de apropriação e gestão patrimonial de recursos costeiros: o caso do cultivo de moluscos na baía de Florianópolis, Santa Catarina. **B. Inst. Pesca**. São Paulo. p. 147 – 154. 2005.

PRODUTO

Inovação tecnológica na produção de adubo orgânico enriquecido com cálcio de conchas de ostras, degradado por meio de compostagem orgânica, para uso no manejo do solo, no cultivo de hortaliças, garantindo o gerenciamento adequado dos resíduos orgânicos de origem vegetal e animal, onde se incluem as de conchas de ostras.

O composto orgânico obtido neste trabalho consiste em material homogêneo, com cheiro característico, de cor escura, estável, solto, bem como descrito por Peixoto (2012), consolidado para uso como fonte de adubo orgânico para a melhoria da qualidade do solo e da produção de culturas regionais.

Este produto se mostra essencial para os produtores familiares das comunidades que praticam a ostreicultura, haja vista que todas elas se sustentam, principalmente, por meio da agricultura familiar. Este adubo pode promover uma redução nos custos de produção, incrementos produtivos em seus cultivos ou até mesmo representar incremento direto na renda familiar, caso venha a ser produzido para a comercialização.

APÊNDICE I

CADERNO TÉCNICO

**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PARÁ
CAMPUS CASTANHAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL
E GESTÃO DE EMPREENDIMENTOS AGROALIMENTARES
MESTRADO PROFISSIONAL EM DESENVOLVIMENTO RURAL
E GESTÃO DE EMPREENDIMENTOS AGROALIMENTARES**

**BEATRIZ DA SILVA MIRANDA
JOÃO TAVARES NASCIMENTO
LÉA CAROLINA DE OLIVEIRA COSTA**

CADERNO TÉCNICO

**APROVEITAMENTO DE CONCHAS DE OSTRAS NA
COMPOSTAGEM ORGÂNICA NA COMUNIDADE
SANTO ANTONIO DO URINDEUA, SALINÓPOLIS-PA.**



**CASTANHAL – PA
AGOSTO / 2018**

**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PARÁ
CAMPUS CASTANHAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL
E GESTÃO DE EMPREENDIMENTOS AGROALIMENTARES
MESTRADO PROFISSIONAL EM DESENVOLVIMENTO RURAL
E GESTÃO DE EMPREENDIMENTOS AGROALIMENTARES**

**BEATRIZ DA SILVA MIRANDA
JOÃO TAVARES NASCIMENTO
LÉA CAROLINA DE OLIVEIRA COSTA**

CADERNO TÉCNICO

APROVEITAMENTO DE CONCHAS DE OSTRAS NA COMPOSTAGEM ORGÂNICA NA COMUNIDADE SANTO ANTONIO DO URINDEUA, SALINÓPOLIS-PA.

Caderno técnico elaborado como requisito de divulgação de tecnologia, para os produtores rurais das comunidades ostreicultoras no nordeste paraense, produzida durante o curso de mestrado em Desenvolvimento Rural e Gestão de Empreendimentos Agroalimentares, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – *Campus Castanhal*.

Orientador: Prof. Dr. João Tavares Nascimento
Co-orientadora: Prof. Msc. Léa Carolina de Oliveira Costa

**CASTANHAL – PA
AGOSTO / 2018**

Material de divulgação, para as comunidades ostreicultoras, do produto resultante de pesquisa realizada durante o curso de Mestrado Profissional em Desenvolvimento Rural e Gestão de Empreendimentos Agroalimentares.

Caderno elaborado de acordo com os melhores resultados alcançados nos os experimentos com o coentro.

ILUSTRAÇÕES:

Antonio Elson Cunha Cavalcante

Beatriz da Silva Miranda

Imagens do google

AGRADECIMENTOS:

João Tavares Nascimento

Léa Carolina de Oliveira Costa

Antonio Elson Cunha Cavalcante

Domingos Sávio Morais Tavares

Ailton Mascarenhas dos Santos

Antonio José Rocha da Costa

Discentes do curso de Agronomia

Dados para catalogação na fonte
Setor de Processamento Técnico Biblioteca
IFPA - Campus Castanhal

M672a Miranda, Beatriz da Silva

Aproveitamento de conchas de ostras na compostagem orgânica na comunidade Santo Antonio do Urindeua, Salinópolis-PA. / Beatriz da Silva Miranda, João Tavares Nascimento, Léa Carolina de Oliveira Costa. 19 f.: il. (Caderno técnico)

1. Fertilizante orgânico. 2. Compostagem. 3. Adubos e fertilizantes.
I. Título. II. Nascimento, João Tavares. III. Costa, Léa Carolina de Oliveira.

CDD: 631.86

Suzi Helena Soares dos Santos CRB-2 856

RESUMO

A compostagem é uma técnica de produção de adubo orgânico, composto por diferentes resíduos orgânicos, tanto de origem vegetal quanto de origem animal. No presente trabalho, propõe-se acrescentar conchas de ostras com o objetivo de fornecer carbonato de cálcio (CaCO_3) para a correção do pH do solo. Ao final desta etapa obtém-se composto orgânico de coloração escura, cheiro de terra fresca, solto, e com boas características para as plantas. O uso deste adubo dentre outras vantagens, promove a eliminação dos resíduos orgânicos da propriedade e/ou da comunidade de forma adequada e reduz ou elimina custos com adubação química, promovendo certa independência ao produtor rural e ainda resultando em bom desenvolvimento da cultura implantada, uma vez que proporciona a melhora da estrutura do solo pela elevada quantidade de matéria orgânica; e da capacidade de retenção de água; além de melhorar a fertilidade do solo, elevando o pH, aumentando a quantidade de nutrientes, e reduzindo a quantidade de elementos tóxicos às plantas.

APRESENTAÇÃO

Este trabalho consiste no Caderno Técnico de divulgação do produto de pesquisa realizada por discente do mestrado profissional em Desenvolvimento Rural Sustentável e Gestão de Empreendimentos Agroalimentares, do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Pará - *Campus Castanhal*.

A pesquisa objetivou utilizar os resíduos orgânicos da ostreicultura, bem como, os demais resíduos orgânicos existentes nas propriedades, na produção de composto orgânico para utilização no cultivo de hortaliças e enriquecimento nutricional do solo. Este trabalho consistiu em duas fases. A experimental que foi realizada, no setor de horticultura do IFPA-*Campus Castanhal* e a de extensão, que ocorreu em comunidades produtoras de ostras. Nesta etapa a tecnologia de produção do composto orgânico foi repassada aos produtores familiares por meio deste manual e realização de oficina de compostagem.

Este trabalho mostra significativa importância, uma vez que a fabricação do adubo necessário ao cultivo na unidade de produção familiar, promove certa independência e autonomia ao produtor agrícola. Deste modo, este caderno técnico se apresenta como um recurso capaz de assessorar os produtores para que passem a produzir seu próprio adubo. Adubo este, de boa qualidade, saudável ao solo, planta e pessoas, e capaz de substituir a adubação química, e por se tratar do aproveitamento das conchas de ostras pode-se afirmar ainda, que dispensa o uso de calcário comercial, haja vista que alguns componentes das conchas corrigem o pH do solo.

Essa iniciativa pode reduzir custos na produção, ao passo que eleva a produtividade da lavoura, e paralelamente pode ainda representar incremento direto na renda caso seja produzido para a comercialização.

Beatriz da Silva Miranda

SUMÁRIO

O QUE É COMPOSTAGEM?	6
QUAIS MATERIAIS POSSO USAR NA COMPOSTAGEM?	7
COMO PREPARAR AS CONCHAS DE OSTRAS PARA USAR NA COMPOSTAGEM?	10
QUE QUANTIDADE DE CONCHAS DEVO USAR?	11
COMO MONTAR AS PILHAS PARA A COMPOSTAGEM?	12
COMO MANEJAR AS PILHAS?	13
REVIRADA	13
UMIDADE	14
TEMPERATURA	14
QUANDO O ADUBO ESTÁ PRONTO PARA USO?	16
EM QUE PLANTIO E COMO POSSO USAR O ADUBO PRONTO?	16
QUAL A IMPORTANCIA DE USAR O COMPOSTO ORGANICO ENRIQUECIDO COM CONCHAS DE OSTRAS?	17
ANOTAÇÕES IMPORTANTES	18

O QUE É COMPOSTAGEM?

A compostagem é uma técnica de produção de adubo orgânico, composto por diferentes resíduos orgânicos, tanto de origem vegetal quanto de origem animal.



Foto: Miranda, 2018.

Esse adubo, se forma através da decomposição desses resíduos, por meio de fatores físicos (temperatura, umidade), químicos (acidez, relação carbono:nitrogênio) e biológicos (presença de organismos/animais vivos) no solo.

Esse processo resulta em adubo orgânico de coloração escura, cheiro de terra fresca, solto, e com boas características para as plantas.



Foto: Cavalcante, 2015

QUAL A IMPORTÂNCIA DA COMPOSTAGEM ORGÂNICA?

FAZENDO COMPOSTAGEM O PRODUTOR:

- ✓ **ELIMINA DE FORMA ADEQUADA OS RESÍDUOS ORGÂNICOS DA PROPRIEDADE.**
- ✓ **NO CASO DAS CONCHAS DE OSTRAS:**
 - **EVITA MAU CHEIRO;**
 - **EVITA POSSÍVEL CONTAMINAÇÃO DO SOLO E/OU DA ÁGUA;**
 - **EVITA TAMBÉM O APARECIMENTO DE INSETOS E ROEDORES QUE PODEM TRANSMITIR DOENÇAS AO HOMEM.**
- ✓ **PRODUZ SEU PRÓPRIO ADUBO.**
- ✓ **REDUZ OU ELIMINA CUSTOS COM ADUBAÇÃO QUÍMICA.**
- ✓ **OBTÉM UM ADUBO SAUDÁVEL E DE BOA QUALIDADE PARA O SOLO E PARA AS PLANTAS.**
- ✓ **ALCANÇA BOA PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA.**

QUAIS MATERIAIS POSSO USAR NA COMPOSTAGEM?

Todos os resíduos orgânicos, de origem vegetal e animal.

- ✓ Restos de comida, bem como outros resíduos de cozinha (cascas de ovos, restos de verduras, legumes, frutas);



Foto: Imagens do google

- ✓ Todo material orgânico resultante da limpeza de quintais (varredura, capina, roçagem);



Foto: Miranda, 2018.

- ✓ Restos de animais (inclusive as **conchas de ostras**);



Foto: Miranda, 2018.

- ✓ Resíduos da produção (horta e casa de farinha, por exemplo);



Foto: Imagem do Google



Miranda, 2018.

- ✓ Esterco;



Foto: Imagens do google

- ✓ Qualquer outro material de origem orgânica.

ATENÇÃO!

É IMPORTANTE SABER QUE ALGUNS MATERIAIS SÃO RICOS EM CARBONO E OUTROS RICOS EM NITROGÊNIO, E ISSO É MUITO IMPORTANTE PARA A PRODUÇÃO DE UM COMPOSTO ORGÂNICO COM NUTRIENTES EQUILIBRADOS.



QUANTO MAIS DURO O MATERIAL ORGÂNICO MAIS CARBONO ELE CONTÉM E MENOR A QUANTIDADE DE NITROGÊNIO.

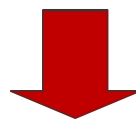


OS RESÍDUOS ORGÂNICOS RICOS EM NITROGÊNIO SÃO CHAMADOS DE INOCULANTES.



OS INOCULANTES SÃO IMPORTANTES PORQUE ENRIQUECEM O COMPOSTO FORNECENDO IMPORTANTES QUANTIDADES DE NITROGÊNIO, JÁ QUE, EM NOSSOS SOLOS, EXISTE BAIXA DISPONIBILIDADE DESSE NUTRIENTE PARA A ABSORÇÃO PELAS PLANTAS.

ALÉM DISSO, ESSE MATERIAL ACELERA A DECOMPOSIÇÃO DO COMPOSTO POR MEIO DA PROLIFERAÇÃO DOS MICRORGANISMOS NECESSÁRIOS NESSE PROCESSO.



SÃO MATERIAIS INOCULANTES:

- ✓ ESTERCOS EM GERAL;
- ✓ CASCAS DE MANDIOCA;
- ✓ RESÍDUOS DE LEGUMINOSAS; DE FRUTAS; E DE HORTALIÇAS;
- ✓ SOLO SUPERFICIAL DE MATA/ SERRAPILHEIRA (utilizar camada abaixo das folhas).

COMO PREPARAR AS CONCHAS DE OSTRAS PARA USAR NA COMPOSTAGEM?

As conchas devem passar por secagem ao sol ou em ambiente coberto ao ar livre.

ATENÇÃO:

Quanto mais secas as conchas estiverem, mais fácil será sua trituração.

Após a secagem, as conchas devem ser trituradas. Essa trituração pode ser feita manualmente com pedaços de madeira.



Foto: Miranda, 2018.



Foto: Miranda, 2018.

Quando as conchas estiverem trituradas devem ser peneiradas para uniformizar os grânulos e facilitar a decomposição durante o período de compostagem. Nesta etapa não se recomenda usar uma peneira com malha fina, pois isso dificulta o trabalho de trituração.

(Recomenda-se usar peneira com malha de 4 mm).



Foto: Miranda, 2018.



Foto: Miranda, 2018.

QUE QUANTIDADE DE CONCHAS DEVO USAR?

IMPORTANTE SABER SOBRE AS CONCHAS.

As conchas de ostras são compostas em maior quantidade por uma substância chamada de carbonato de cálcio (CaCO_3). Essa substância apresenta capacidade de elevar o pH do solo, o que é muito importante em nossa região, onde os solos são ácidos, isto é, apresentam o pH baixo.

MAS ISSO AFETA AS CULTURAS?

Sim. O pH baixo, ou seja, solos ácidos impedem as plantas de absorverem os nutrientes existentes no solo e necessários para seu bom desenvolvimento. Além disso, ainda disponibilizam substâncias tóxicas as plantas, como o alumínio (Al), que provoca a atrofiação das raízes e consequentemente dificulta a absorção de nutrientes.

Este caderno técnico é resultado de pesquisa aplicada com a cultura do coentro, portanto recomenda-se usar as conchas na proporção de 6 kg de conchas para cada 100 kg de compostagem.

É IMPORTANTE AINDA DESTACAR.

Não se deve abusar da quantidade de conchas a usar, pois o pH elevado demais (acima da neutralidade = acima de 7,0), também é prejudicial para as plantas e quanto mais conchas se usar, mais esse pH será elevado, podendo provocar poluição no solo por excesso de nutrientes (**eutrofização**). Deve-se considerar ainda que a ação das conchas continuará por algum tempo no solo, já que a trituração não a reduz a pó, o que mantém resíduos mais grossos no composto que se desintegrarão lentamente.

COMO MONTAR AS PILHAS PARA A COMPOSTAGEM?

Os componentes da compostagem devem ser dispostos de forma alternada, ou seja, uma camada dos materiais vegetais, também chamados de fibrosos, seguida de uma camada de material inoculante, terminando com material fibroso. Optou-se pelo uso de casca de mandioca como material inoculante.

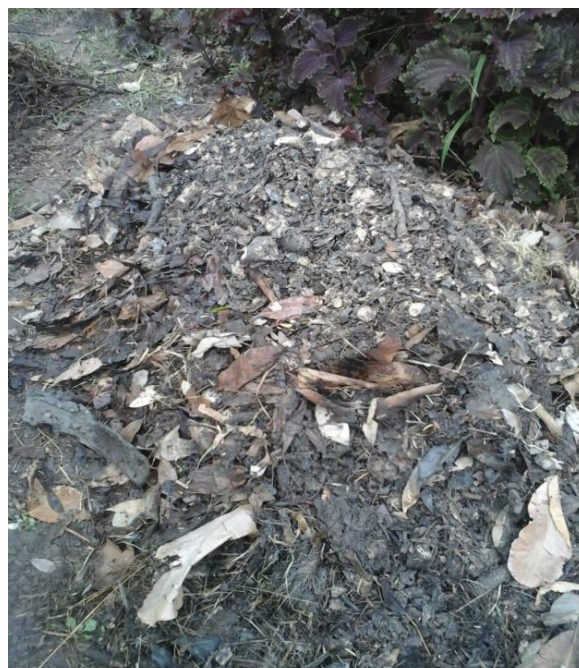


Foto: Miranda, 2018.

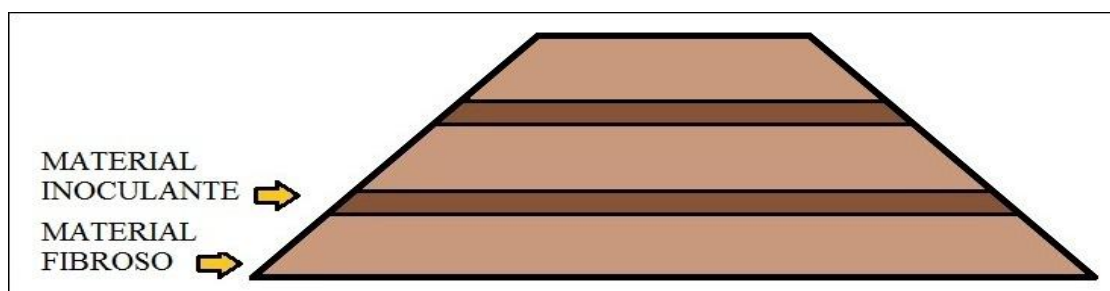


Ilustração: Miranda, 2018.

Deve-se utilizar a proporção de 70 kg de folhagem diversa para 30 kg de material inoculante. No caso deste composto, as conchas de ostras podem ser adicionadas entre camadas ou após a última, já que semanalmente esse material será revirado.



Foto: Miranda, 2018.

IMPORTANTE

O material inoculante deve ser regado no momento da montagem das pilhas de forma que a água atinja o solo/piso onde foram montadas.

As pilhas devem ser protegidas das chuvas com lona plástica ou podem ser montadas em áreas cobertas, para evitar que a chuva lave as pilhas e leve os nutrientes, e ainda que impeça o aquecimento do composto.

COMO MANEJAR AS PILHAS?

Durante o processo de compostagem deve-se realizar a revirada do material, verificação de umidade e de temperatura (e rega quando necessário).

REVIRADA

Uma semana depois da montagem das pilhas deve-se revirar o material com enxada, cortando-o em fatias para facilitar o trabalho, de forma que o material seja misturado (fibroso e inoculante) e assim se alcance uma decomposição mais rápida e uniforme.



Foto: Cavalcante, 2015.

Esse processo de revirada deve ser realizado semanalmente e antes de se regar as pilhas para que se trabalhe com o material mais leve.

UMIDADE

No momento da revirada do material deve-se verificar a umidade da pilha. Isto pode ser feito com um medidor de umidade ou com a mão.

Com a mão retira-se uma porção de composto do centro da pilha e em seguida espreme-se para observar a quantidade de água presente no composto.



Foto: Cavalcante, 2015

Seco demais	Umidade ideal	Excesso de água
		

Fotos: Cavalcante, 2015

TEMPERATURA

Ainda no processo de revirada das pilhas verifica-se a temperatura com termômetro ou com a mão, introduzindo-a na pilha ou segurando um pedaço de vergalhão de 50 cm.



Foto: Miranda, 2018.

ATENÇÃO

Em uma pilha de compostagem a temperatura pode ultrapassar 70° C, esse é um processo normal durante a decomposição, contudo a temperatura ideal é 50°C.

Se estiver muito quente, não se preocupe, porque o processo de revirada promove a aeração do material e conseqüentemente baixa a temperatura. Além disso, realiza-se a irrigação da pilha o que a ameniza ainda mais. Durante o período de repouso (uma semana) a temperatura volta a subir e o processo de revirada e irrigação se repete baixando-a.

Quando não se dispõe de termômetro, pode-se introduzir a mão até o centro da pilha, ou caso esta seja muito volumosa, penetra-se o mais profundo possível para sentir a temperatura. O ideal é que a temperatura esteja alta, mas que seja suportada pela pele.

O mesmo processo pode se fazer com o vergalhão. Após introduzi-lo até o centro da pilha, deve-se segurá-lo e a temperatura deve ser alta, mas suportada pela mão. Caso a temperatura ultrapasse o limite suportado pela pele, significa que está elevada demais.



Fotos: Cavalcante, 2015.

QUANDO O ADUBO ESTÁ PRONTO PARA USO?

Quando não é possível identificar o material usado nas pilhas e pode-se observar a presença de insetos nas pilhas. Nesse momento é possível observar que o material está frio, solto, escuro e com cheiro de terra fresca. Essas são as características do adubo pronto.

EM QUE PLANTIO E COMO POSSO USAR O ADUBO PRONTO?

Para utilizar o adubo pronto é preciso peneirar para retirar os resíduos grossos que permaneceram na pilha. Após esse processo tem-se um adubo semelhante a este:

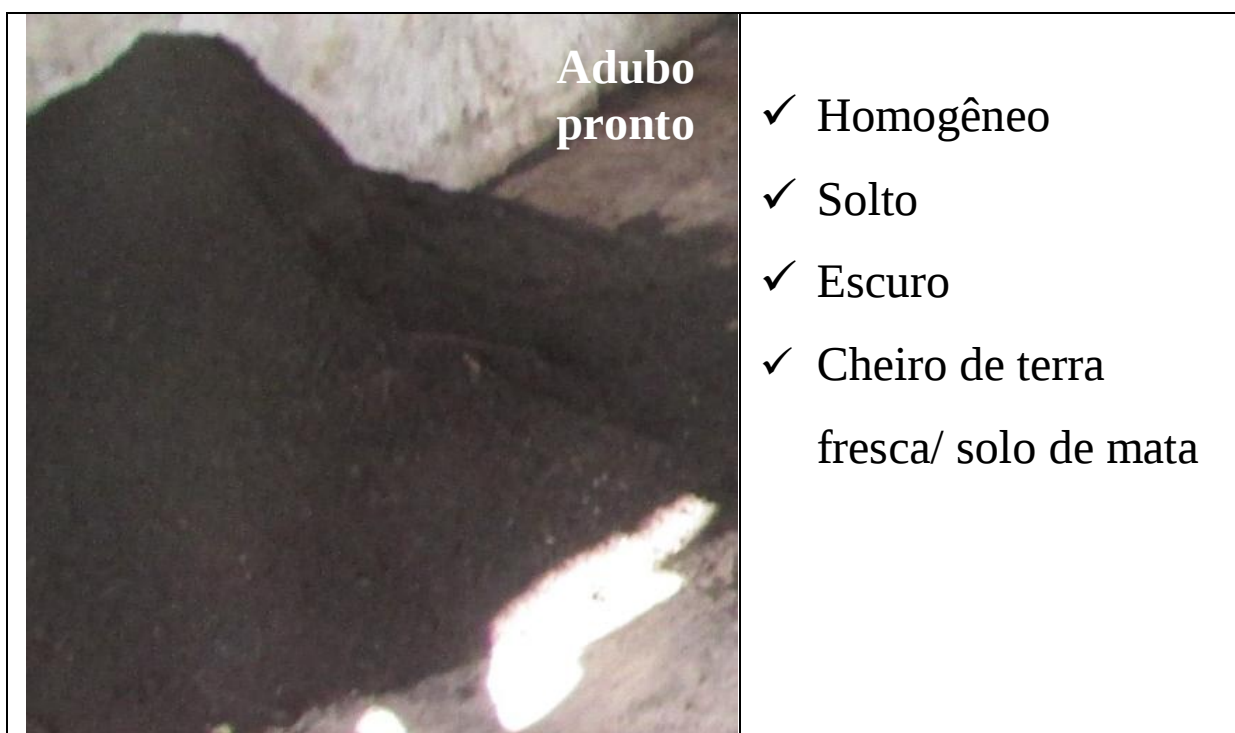


Foto: Cavalcante, 2015.

O adubo resultante da compostagem orgânica pode ser utilizado em qualquer plantio. Mas para que se determine a dose ideal é necessário fazer análise de solo.

Contudo, para se usar na cultura do coentro (*Coriandrum sativum*) (que foi a cultura da pesquisa que originou este caderno técnico) recomenda-se **5 kg deste composto orgânico por metro quadrado de canteiro**, incorporado ao substrato no dia da semeadura.

QUAL A IMPORTANCIA DE USAR O COMPOSTO ORGANICO ENRIQUECIDO COM CONCHAS DE OSTRAS?

ESTE COMPOSTO PODE PROPORCIONAR:

- ✓ **MELHORA DA ESTRUTURA DO SOLO PELA ELEVADA QUANTIDADE DE MATÉRIA ORGÂNICA;**
- ✓ **MELHORA DA CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA NO SOLO;**
- ✓ **MELHORAMENTO DA FERTILIDADE DO SOLO;**
 - **ALTA CAPACIDADE DE CORRIGIR A ACIDEZ DO SOLO (ELEVA O PH);**
 - **AUMENTO DA QUANTIDADE DE NUTRIENTES DO SOLO;**
 - **REDUZIDA QUANTIDADE DE ELEMENTOS TÓXICOS ÀS PLANTAS;**
- ✓ **BOM DESENVOLVIMENTO DA CULTURA ADUBADA;**
- ✓ **REDUÇÃO NO CUSTO DE PRODUÇÃO.**

[illegible]

[illegible]

