

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL
MESTRADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL
MODALIDADE PROFISSIONAL

COLETA SELETIVA E PRODUÇÃO DE COMPOSTO ORGÂNICO PARA USO EM
ÁREAS DE RECOMPOSIÇÃO DE RESTINGA

MICHELLE DOS SANTOS PEREIRA

MACAÉ-RJ

2020

MICHELLE DOS SANTOS PEREIRA

COLETA SELETIVA E PRODUÇÃO DE COMPOSTO ORGÂNICO PARA USO EM ÁREAS
DE RECOMPOSIÇÃO DE RESTINGA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, área de concentração Sustentabilidade Regional, linha de pesquisa Desenvolvimento, Sustentabilidade e Inovação.

Orientador (a): D.Sc Angélica da Cunha dos Santos

Coorientador (a): D.Sc.Luis F. Umbelino dos Santos

MACAÉ-RJ

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

P436c Pereira, Michelle dos Santos, 1989-.
Coleta seletiva e produção de composto orgânico para uso em áreas de recomposição de restinga. / Michelle dos Santos Pereira. — Macaé, RJ, 2020. xiv, 88 f.: il. color.

Orientadora: Angélica Cunha dos Santos, 1979-.
Coorientador: Luis Felipe Umbelino dos Santos, 1978-.
Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) — Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, Macaé, RJ, 2020.
Inclui referências.
Área de concentração: Sustentabilidade Regional.
Linha de Pesquisa: Desenvolvimento, Sustentabilidade e Inovação.

1. Resíduos orgânicos como fertilizantes – Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda Caruara – São João da Barra (RJ). 2. Adubos compostos. 3. Coleta seletiva de lixo – Porto do Açú – São João da Barra (RJ). 4. Restingas – RPPN Fazenda Caruara – São João da Barra (RJ). 5. Fertilidade do solo – Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda Caruara – São João da Barra (RJ). I. Santos, Angélica Cunha dos, 1979-, orient. II. Santos, Luis Felipe Umbelino dos, 1978-, coorient. III. Título.

CDD 631.86

(23. ed.)

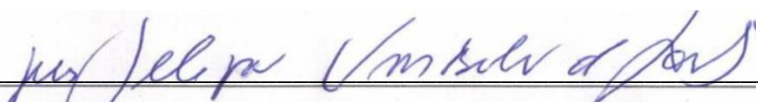
Dissertação intitulada **COLETA SELETIVA E PRODUÇÃO DE COMPOSTO ORGÂNICO PARA USO EM ÁREAS DE RECOMPOSIÇÃO DE RESTINGA**, elaborado por **Michelle dos Santos Pereira** e apresentada, publicamente perante a Banca Examinadora, como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental do Instituto Federal Fluminense - IFFluminense, na área concentração Sustentabilidade Regional, linha de pesquisa Desenvolvimento, Sustentabilidade e Inovação.

Aprovado em: 09/12/2020

Banca Examinadora:



Angélica da Cunha dos Santos, Doutora em Engenharia e Ciências dos Materiais/ Universidade Estadual do Norte Fluminense, Instituto Federal Fluminense (IFFluminense) - Orientadora



Luis Felipe Umbelino dos Santos, Doutor em Ecologia / Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Instituto Federal Fluminense (IFFluminense)
Coorientador



Victor Barbosa Saraiva, Doutor em Biologia / Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Instituto Federal Fluminense (IFFluminense)



Aline Chaves Intorne, Doutora em Biociências e Biotecnologia / Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ Volta Redonda)

A meu pai, que intercede por mim ao lado de Deus. A meus familiares que mesmo de longe me apoiam e incentivam. Em especial a Eduardo, meu parceiro de jornada, que trilha este caminho comigo. A meus colegas de trabalho pela oportunidade, pela parceria.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por escrever sempre certo e me conduzir firme em meus propósitos.

Agradeço a meus familiares, minha mãe, meus irmãos, meu namorado, meus cunhados e cunhadas, meus sogros, por compreenderem minhas ausências e sempre torcerem por mim.

À minha amiga Tatiane Bittar por me apoiar, incentivar e me ajudar a me manter centrada neste objetivo.

A equipe de trabalho, principalmente meus gerentes Wanderson e Fernanda, coordenadores André, Daniel e Betina, por se colocarem em meu lugar, por me permitirem concretizar esse projeto, por lutarem junto comigo pela oportunidade, me incentivarem.

Aos colegas Ingridi, Wallace, Marcus, Lucas, equipe Viveiro e RPPN Caruara pelo apoio, incentivo, auxílio nos trabalhos de campo e compartilhamento de experiências, por colaborarem para o desenvolvimento deste estudo.

A minha orientadora, Professora Angélica Cunha dos Santos, pelo apoio, incentivo, força, compreensão e direcionamentos.

Aos professores Luís Felipe Umbelino, Vitor Saraiva e Aline Chaves Intorne por aceitarem compor minha banca de avaliadores e colaborarem para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Porto do Açú, que colaborou com o projeto e permitiu que desenvolvesse o estudo em suas dependências.

“O entusiasmo é a maior força da alma. Conserve-o e nunca te faltará poder para conseguir o que desejas.”

(Napoleon Hill)

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO CIENTÍFICO 1

Figura 1 : Fluxograma das etapas desenvolvidas	12
Figura 2: Painel de orientação para apoio a coleta seletiva	14
Figura 3: Porcentagem de resíduos gerados por tipo ao longo dos anos de 2016, 2017,2018 e 2019.	15
Figura 4: Destinações realizadas no período de 2016, 2017, 2018 e 2019.	16

ARTIGO CIENTÍFICO 2

Figura 1: Representação esquemática de anel hexagonal em Área seca (A) e alagada (B)	28
Figura 2: Fluxograma do processo de compostagem por leiras.	36
Figura 3: Representação esquemática das camadas da leira.	38
Figura 4: Fluxograma metodológico das etapas de desenvolvimento do projeto.	41
Figura 5: Tempo de retorno dos investimentos	42
Figura 6: Etapas de preparação da leira.	43
Figura 7: Fluxograma representativo do teste de plantio.	45
Figura 8: Cronograma representativo do período de produção do composto.	47
Figura 9: Composto pronto	48
Figura 10: Resultados de temperatura e umidade da Leira 02 ao longo do período de monitoramento.	49
Figura 11: Resultados de temperatura e umidade da Leira 02 ao longo do período de monitoramento.	51
Figura 12: Teores de macronutrientes primários presentes no fertilizante produzido e de uso convencional.	59
Figura 13: Teores de macronutrientes secundários presentes no fertilizante produzido e de uso convencional.	59
Figura 14: Teores de micronutrientes presentes no fertilizante produzido e de uso convencional.	60
Figura 15: Taxa de crescimento absoluto do diâmetro do caule.	62
Figura 16: Taxa de crescimento absoluto da altura da planta.	62
Figura 17: Taxa absoluta de formação de folhas.	63
Figura 18: Aspecto das plantas em campo.	64

LISTA DE TABELAS**ARTIGO CIENTÍFICO 1**

Tabela 1: Nível de aderência dos setores à coleta seletiva – 2018.	15
--	----

ARTIGO CIENTÍFICO 2

Tabela 1: Fatores de controle durante processo de produção.	39
Tabela 2: Detalhamento das dimensões, insumos e produtos obtidos por leira.	48
Tabela 3: Período de duração das fases de biodegradação por leiras.	52
Tabela 4: Principais resultados da análise laboratorial de solo.	53
Tabela 5: Principais resultados da análise química do fertilizante produzido.	55
Tabela 6: Resultados de análise de metais pesados.	57

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente

CEMPRE - Compromisso Empresarial para Reciclagem

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IFFluminense - Instituto Federal Fluminense

INEA - Instituto Estadual do Ambiente

MMA - Ministério do Meio Ambiente

NBR - Norma Brasileira aprovada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas

PGRS - Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos

PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos

PROSAB - Programa, de Pesquisa em Saneamento Básico

RPPN - Reserva Particular do Patrimônio Natural

RS - Resíduos Sólidos

RSI - Resíduos Sólidos Industriais

SISNAMA - Sistema Nacional do Meio Ambiente

SUASA - Sistema Nacional de Vigilância Sanitária

COLETA SELETIVA E PRODUÇÃO DE COMPOSTO ORGÂNICO PARA USO EM ÁREAS DE RECOMPOSIÇÃO DE RESTINGA

RESUMO

A necessidade de compatibilização do desenvolvimento socioeconômico com a conservação da qualidade ambiental faz parte de um processo de sensibilização iniciado no final da década de 60 e amplamente discutido até hoje. Realizar a prática da coleta seletiva no dia a dia garante que diversos materiais possam ser recuperados, reciclados e retornados a cadeia produtiva. Os resíduos orgânicos representam cerca de 50% do material descartado no Brasil, e sua destinação é realizada de maneira inadequada, uma vez que poderiam ser reciclados, dando origem a fertilizantes orgânicos de qualidade. O fertilizante desempenha importante papel no ciclo de nutrientes, enriquecendo a biodiversidade do solo e contribuindo para a sustentabilidade local. Neste sentido, a primeira etapa deste projeto teve por objetivo promover a intensificação da coleta seletiva por meio da educação ambiental de colaboradores em uma empresa situada no Porto do Açú, em São João da Barra, região Norte Fluminense do Estado do Rio de Janeiro, de modo a identificar os tipos de resíduos gerados pela empresa para que pudessem ser priorizadas as destinações ambientalmente adequadas. Foram implementadas melhorias de infraestrutura, identificação e comunicação visual, treinamentos, além da aplicação de uma metodologia ativa para acompanhamento dos resultados. A coleta seletiva possibilitou a identificação dos tipos de resíduos gerados, o aumento da quantidade de recicláveis segregados na fonte e a identificação da composição dos mesmos. No segundo artigo, foi proposto a produção de fertilizantes por meio da compostagem de resíduos orgânicos, um dos principais tipos de resíduos identificados na primeira etapa deste estudo, para que fossem aplicados nos plantios de espécies nativas do programa de recomposição de restinga da RPPN Fazenda Caruara. Foi definido um método de compostagem, realizada a análise de viabilidade de implantação de uma unidade de baixo custo, instalada e realizada a produção controlada do fertilizante. Foi realizada a caracterização química do fertilizante produzido e do de uso convencional nos plantios da RPPN, caracterizado o solo da região para verificar sua necessidade em termos de nutriente e um teste experimental com plantio de mudas nativas utilizando ambos os fertilizantes para monitoramento de parâmetros indicadores de desenvolvimento das plantas em campo. Foram obtidos 1.500 kg de fertilizante após 11 meses de produção, as análises químicas dos fertilizantes indicaram concentrações satisfatórias de nutrientes, principalmente, dos parâmetros N, P, K, Fe, Mn, Carbono Orgânico, MO e relação C/N. O solo apresentou baixos teores de macro, micronutrientes e matéria orgânica. Com relação ao desenvolvimento das mudas em campo, a altura do caule e número de folhas, responderam melhor com o uso do novo fertilizante.

Palavras-chave: Resíduos. Compostagem. Solo.

**USE OF FERTILIZERS FROM THE PROCESS OF COMPOSITION OF ORGANIC
WASTE AS NUTRIENTS FOR THE RESTINGA RECOVERY AREA SOIL**

ABSTRACT

The need to reconcile socioeconomic development with the conservation of environmental quality is part of an awareness process that began in the late 1960s and is widely discussed to this day. Carrying out the practice of selective collection on a daily basis ensures that various materials can be recovered, recycled and returned to the production chain. Organic waste represents about 50% of the material discarded in Brazil, and its disposal is carried out inappropriately, as it could be recycled, giving rise to quality organic fertilizers. Fertilizer plays an important role in the nutrient cycle, enriching soil biodiversity and contributing to local sustainability. In this sense, the first stage of this project aimed to promote the intensification of selective collection through environmental education of employees in a company located in Porto do Açú, in São João da Barra, North Fluminense region of the State of Rio de Janeiro, from in order to identify the types of waste generated by the company so that environmentally appropriate destinations could be prioritized. Improvements were implemented in infrastructure, identification and visual communication, training, in addition to the application of an active methodology for monitoring results. Selective collection made it possible to identify the types of waste generated, increase the amount of recyclables segregated at the source and identify their composition. In the second article, the production of fertilizers through the composting of organic waste was proposed, one of the main types of waste identified in the first stage of this study, to be applied in the plantations of native species of the restinga recomposition program of the RPPN Fazenda Caruara. A composting method was defined, an analysis of the feasibility of implementing a low-cost unit was carried out, installed and the controlled production of the fertilizer carried out. The chemical characterization of the fertilizer produced and the one for conventional use in the RPPN plantations was carried out, characterized the soil in the region to verify its need in terms of nutrients and an experimental test with native seedling planting using both fertilizers to monitor development indicators of the plants in the field. 1,500 kg of fertilizer were obtained after 11 months of production, the chemical analyzes of the fertilizers indicated satisfactory concentrations of nutrients, mainly for the parameters N, P, K, Fe, Mn, Organic Carbon, MO and C/N ratio. The soil had low levels of macro, micronutrients and organic matter. Regarding the development of seedlings in the field, the height of the stem and number of leaves responded better with the use of the new fertilizer.

Keywords: Waste. Composting. Ground.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	ix
RESUMO	x
APRESENTAÇÃO	1
ARTIGO CIENTÍFICO 1	3
1. INTRODUÇÃO	4
2. REVISÃO DA LITERATURA	6
2.1. <i>Resíduos Sólidos</i>	6
2.2. <i>Coleta Seletiva</i>	9
2.3. <i>Educação Ambiental</i>	11
3. MATERIAL E MÉTODO	12
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
5. CONCLUSÃO	17
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18
ARTIGO CIENTÍFICO 2	20
1. INTRODUÇÃO	21
2. REVISÃO DA LITERATURA	23
2.1. <i>O Ecossistema de Restingas</i>	23
2.2. <i>Fertilizantes Orgânicos</i>	32
2.3. <i>Compostagem de resíduos orgânicos</i>	34
3. MATERIAL E MÉTODO	40
3.1. <i>Considerações Iniciais</i>	40
3.2. <i>Implantação</i>	41
3.3. <i>Operação</i>	42
3.4. <i>Aplicação</i>	45
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
4.1. <i>Produção do Fertilizante</i>	46
4.2. <i>Caracterização do Solo</i>	53
4.3. <i>Caracterização dos Fertilizantes</i>	55
4.4. <i>Testes do fertilizante produzido no plantio de mudas nativas</i>	61
5. CONCLUSÃO	65
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
APÊNDICES	75

APRESENTAÇÃO

Desde a Idade Média, o homem já convivia com os resíduos, sendo estes nesta época diretamente relacionados aos restos produzidos pelo seu corpo e provenientes da alimentação. Os resíduos passaram a ser nocivos, somente a partir do momento em que começaram a ser associados ao sofrimento físico e psíquico, como na ocasião do surto manifestado pelas epidemias e pandemias de algumas doenças na Idade Média, como a peste negra no continente europeu durante o século XIV (VELLOSO, 2008). Houve ainda outros marcos na forma de interação entre a humanidade e os resíduos como: a revolução industrial com aumento da produtividade e da densidade urbana, o desenvolvimento dos meios de transportes, a evolução do comércio internacional, o surgimento de novos materiais, principalmente, depois da 2ª Guerra Mundial, a popularização dos meios de comunicação e o advento da publicidade, resultando no aumento da quantidade de lixo per capita (PINHO, 2011),

Atualmente, a geração de resíduos sólidos é um grande problema enfrentado globalmente e potencializado pela constante elevação nos padrões de consumo, desenvolvimento industrial e avanços tecnológicos que provocam alterações nas composições e no quantitativo de resíduos gerados (GÓES, 2011). A disposição inadequada destes resíduos tem acarretado problemas socioambientais e econômicos diversos, principalmente aqueles relacionados à saúde pública, aos recursos hídricos e a poluição atmosférica. Pode-se citar como exemplos: o assoreamento de rios e canais devido ao lançamento de detritos nesses locais; a contaminação de lençóis de água, comprometendo o seu uso domiciliar; a contaminação do solo por intermédio da infiltração dos líquidos percolados gerados a partir do processo de decomposição e degradação da fração orgânica; e a proliferação de insetos e roedores transmissores de doenças (JUNKES, 2002; DOS SANTOS et al., 2018).

Tomada a proporção dos impactos e a crescente geração dos resíduos sólidos descartados incorretamente, políticas públicas e metas vêm sendo criadas e adotadas por organizações governamentais, não governamentais e privadas. O Brasil, em agosto de 2010, através da instituição da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010) integrando-se com as demais políticas nacionais, a Política de Meio Ambiente (Lei 6.938/81), a Política de Educação Ambiental (Lei 9.795/99) e a Política de Saneamento Básico (Lei 11.445/07, alterado recentemente pela Lei Nº 14.026/20), marcou o início de uma forte articulação institucional envolvendo os três entes federados do poder público, União, Estados e Municípios, que juntamente com o setor produtivo e a sociedade civil, busca soluções para os graves problemas causados pelos resíduos (LAVNITCKI *et al.*, 2018).

Diante disso, o presente projeto foi desenvolvido em um empreendimento localizado no Porto do Açú, no distrito industrial de São João da Barra, Estado do Rio de Janeiro, em duas etapas. A primeira etapa inicia-se pela intensificação da coleta seletiva de resíduos por meio da educação ambiental de colaboradores, permitindo desta forma conhecer os tipos, a quantidade de resíduos gerados, além de promover uma mudança de hábitos. Na segunda etapa, foi implantada uma unidade de compostagem com baixo custo de investimento, operação e manutenção, produzido o fertilizante utilizando os resíduos orgânicos provenientes da mesma região, sendo analisados quimicamente e testados em campo para avaliação da viabilidade de uso no plantio de espécies nativas na recomposição de restinga da Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda Caruara.

Este projeto proporciona uma alternativa de destinação ambientalmente adequada para os resíduos orgânicos gerados na região industrial de São João da Barra, assim como a redução dos custos associados ao tratamento dos resíduos e aquisição dos fertilizantes para plantios da RPPN, integrando uma prática da economia circular promovida no complexo Portuário do Açú.

ARTIGO CIENTÍFICO 1

COLETA SELETIVA POR MEIO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL: UMA PRÁTICA SUSTENTÁVEL NO COMPLEXO PORTUÁRIO DO AÇU.

SELECTIVE COLLECTION THROUGH ENVIRONMENTAL EDUCATION: A SUSTAINABLE PRACTICE IN THE AÇU PORT COMPLEX.

Michelle dos Santos Pereira - IFFluminense/PPEA

Angélica da Cunha dos Santos - IFFluminense/PPEA

RESUMO

A destinação adequada dos resíduos é um dos objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, que orienta priorizar todas as formas de tratamento antes de realizar a disposição como rejeito. O trabalho foi realizado em uma empresa localizada no Complexo Industrial do Açú, no município de São João da Barra/RJ, que produz uma média anual de 74,0 toneladas de resíduos industriais destinados a 130 km da área de geração. Buscou-se intensificar a coleta seletiva de resíduos por meio da educação ambiental de 324 colaboradores atuantes nas diversas áreas administrativas e operacionais. Foram realizadas melhorias na infraestrutura, identificação e comunicação visual, treinamentos dos colaboradores. De forma a estimular a mudança de hábito, foi desenvolvido um painel para acompanhamento dos setores da empresa quanto à segregação correta dos resíduos. Para análise dos resultados foram utilizadas informações sobre o volume e tipo de resíduos gerados e destinados nos períodos de 2016 a 2019. Após treinamento de 100% da força de trabalho e 241 dias de monitoramento, os resultados obtidos demonstraram que 82% dos setores realizaram a separação correta em 90% do período de acompanhamento. A coleta seletiva permitiu identificar os tipos de resíduos gerados, aumentando em 32% a quantidade de recicláveis e reduzindo conseqüentemente a geração de resíduos não recicláveis. A identificação da composição dos resíduos permitiu também a busca por uma alternativa de tratamento ambientalmente adequada para que apenas rejeitos seguissem para aterros.

Palavras chave: Segregação. Resíduos Sólidos. Tratamento de Resíduos.

ABSTRACT

Proper disposal of waste is one of the objectives of the National Policy on Solid Waste, which guides prioritizing all forms of treatment before disposing of them as waste. The work was carried out at a company located in the Açú Industrial Complex, in the municipality of São João da Barra/RJ, which produces an annual average of 74.0 tons of industrial waste destined for 130 km of the generation area. We sought to intensify the selective collection of waste through environmental education of 324 employees working in different administrative and operational areas. Improvements were made in infrastructure, identification and visual communication, employee training. In order to encourage a change in habits, a panel was developed to monitor the company's sectors regarding the correct segregation of waste. To analyze the results, information on the volume and type of waste generated and destined for the periods from 2016 to 2019 was used. After training 100% of the workforce and 241 days of monitoring, the results obtained showed that 82% of the sectors performed the correct separation in 90% of the follow-up period. The selective collection made it possible to identify the types of waste generated, increasing the amount of recyclables by 32% and consequently reducing the generation of non-recyclable waste. The identification of the composition of waste also allowed the search for an environmentally suitable treatment alternative so that only tailings would go to landfills.

Keywords: *Segregation. Solid Waste. Waste Treatment.*

1. INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, devido aos avanços tecnológicos e maior desenvolvimento industrial, houve um aumento da produção e incentivo ao consumo, o que é um fator positivo para a economia mundial. Em contrapartida, a quantidade de resíduos gerados também aumentou, tornando-se um desafio para a sociedade, uma vez que muitos dos recursos utilizados como matéria-prima para a produção são finitos, estão escassos e a destinação dos resíduos gerados é uma preocupação devido ao impacto ambiental causado. Essas ações do homem vêm desequilibrando o sistema, colocando em risco sua própria qualidade de vida e todo o meio que o cerca. Isso coloca em evidência os limites da natureza em nosso planeta e mostra sua sensibilidade frente às interferências humanas (VIEIRA & TEIXEIRA, 2015; FURIAM & GÜNTHER, 2006).

A busca pela redução da extração de recursos naturais e alternativas de racionalização de seu uso tem proporcionado o desenvolvimento de estudos, processos e tecnologias que empregam a reciclagem e reuso de materiais como fonte de matéria-prima. Esse movimento proporciona um intercâmbio de subprodutos gerados nos diversos segmentos industriais, o que

anteriormente era considerado um resíduo de processo, torna-se matéria prima novamente para a confecção de outros produtos.

A Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), Lei 6.938 de 31 de agosto de 1981, traz como um de seus objetivos a compatibilização do desenvolvimento socioeconômico com a preservação da qualidade do meio ambiente, introduzindo o conceito de sustentabilidade, originado em Estocolmo, na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, quando foi convencionado o desenvolvimento sustentável como a satisfação das necessidades atuais sem comprometer a das futuras gerações, tendo como pilares as questões sociais, ambientais e econômicas, (WCED, 1987).

A política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010, estabelece entre outros a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos e o incentivo às práticas de redução, reciclagem e reutilização dos resíduos, a garantia do tratamento e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, que não possuem outro tipo de destinação.

Aliada ao objetivo dessas duas políticas, surge a Economia Circular, que propõe uma mudança de hábitos de consumo anteriormente baseados na modalidade linear: extração, produção e descarte. No novo formato, são adotadas estratégias de reestruturação das formas de produção e consumo que buscam desconectar da base da cadeia produtiva a extração dos recursos naturais, reintegrando a matéria prima reciclada que será reprocessada e mantida continuamente no processo, obtendo ganhos ambientais, sociais e econômicos. Logo, para as demandas deste novo ciclo produtivo é necessário que os diferentes tipos de materiais após o uso retornem à cadeia produtiva. Isto exigirá uma ampla difusão de conhecimento e mudança de cultura por parte da população, que são agentes chave na otimização do processo de reciclagem, ao praticarem por exemplo, a separação dos resíduos por tipo, para que possam ser destinados por meio da coleta seletiva (LUZ, 2017).

O Panorama de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil, produzido pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) em 2020, estima que no ano de 2019, os resíduos domiciliares coletados nos municípios brasileiros totalizaram 72,7 milhões de toneladas, o equivalente a 348,9 kg de resíduos por habitante ano. Do total coletado, 59,5% foram dispostos em aterros sanitários, 23% em aterros controlados e 17,5% em lixões, destinações estas recomendadas para rejeitos, sendo as duas últimas ambientalmente inadequadas, conforme PNRS (2010). E dos municípios avaliados, apenas 56,6% praticam alguma iniciativa de coleta seletiva.

Pesquisa realizada pelo Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE, 2019) indicou que em 2018 apenas 22% dos municípios brasileiros possuíam algum tipo de iniciativas relacionadas à coleta seletiva, o que abrangeu 17% da população. Evidenciando a necessidade de planejamento, investimentos e melhorias por parte dos titulares de serviços públicos, responsáveis por prestar estes serviços nos municípios brasileiros, conforme definido pela PNRS (2010).

Com relação aos Resíduos Sólidos Industriais (RSI), segundo a PNRS a responsabilidade pela destinação ambientalmente adequada é do próprio gerador, que deve elaborar e submeter o seu Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) ao órgão competente para aprovação, como parte integrante do processo de licenciamento ambiental. Cabendo aos geradores, o estabelecimento de metas para minimização da geração, incentivos à reutilização e reciclagem (PNRS, 2010).

A pesquisa propôs a sensibilização dos colaboradores quanto à disseminação da prática da coleta seletiva em uma empresa localizada no Complexo do Açú, no município de São João da Barra, região Norte Fluminense do estado do Rio de Janeiro, para um público alvo de 324 colaboradores, atuantes nas diversas áreas administrativas e operacionais. Nesta empresa são gerados uma média anual de 74,0 toneladas de resíduos industriais que são encaminhados para receptores licenciados, localizados a uma distância de 130 km da área de geração. Esta prática permitiu observar os tipos e as quantidades de resíduos gerados auxiliando na definição de método de reciclagem ou reutilização viável para aplicação na empresa. Adicionalmente, o processo de educação ambiental, aliado às trocas de conhecimento, incentivos à prática e demonstração de resultados, promoveram uma mudança de cultura e engajamento dos trabalhadores, tornando-os agentes multiplicadores destas ações em sua zona de convivência com impacto positivo no seu entorno.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Resíduos Sólidos

Os termos lixo, rejeito ou resíduo, denominam materiais ou produtos cujos possuidores descartam ou eliminam, pois já não lhes interessam, por acreditarem que não serão úteis e não possuem valor. O termo resíduo é aquele que denota possibilidade de valorização, podendo após

passar por processo de separação, ser reutilizado, reciclado, transformado para outro fim. O termo rejeito é utilizado para aqueles que não possuem tecnologias para seu aproveitamento integral, de maneira economicamente viável e factível, portanto, sua única alternativa é a destinação final (BARROS, 2012). De acordo com a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, estes são:

Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível. (PNRS,2010, p.2)

Conforme detalhado pela PNRS, estes podem ser classificados quanto à sua origem e periculosidade. Quanto à origem são classificados como: urbanos domiciliares, urbanos de limpeza pública, resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, resíduos dos serviços públicos de saneamento básico, resíduos industriais, resíduos de serviços de saúde, resíduos da construção civil, resíduos agrossilvopastoris, resíduos de serviços de transportes, resíduos de mineração.

Em relação à periculosidade são classificados como:

- Resíduos perigosos: aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental;
- Não perigosos: aqueles que não se enquadram nas características acima detalhadas.

Para caracterização dos resíduos quanto à periculosidade e também para que possam ser gerenciados adequadamente, orientando principalmente quanto à classificação para destinação e tratamento correto, é utilizada a norma técnica NBR 10004:2004, que classifica os resíduos perigosos como detalhado acima, em Classe I e os não perigosos em Classe II, subdividindo ainda este último em Não Inertes (classe II A) e Inertes (classe II B) como detalhado a seguir:

- Não Inertes: Aqueles que não se enquadram como perigosos ou como resíduos inertes (classe II B) – e podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água;
- Inertes: Quaisquer resíduos que quando amostrados de uma forma representativa, segundo orientações da NBR 10007:2004, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, conforme NBR 10006:2004, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações

superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor, conforme anexo G da referida norma.

2.1.1 Tratamento e disposição final dos Resíduos

Os resíduos sólidos, são destinados de forma ambientalmente adequada quando direcionados para reutilização, reciclagem, compostagem, recuperação, aproveitamento energético entre outras formas de disposição aprovadas pelos órgãos ambientais que evitem danos ou riscos à saúde pública, à segurança e que minimizem os impactos ambientais adversos (PNRS, 2010). A seguir são detalhadas algumas das principais destinações:

- Reutilização: Entende-se como o processo de aproveitamento dos resíduos sem sua transformação biológica, física ou físico-química, observando as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes, introduzindo o material recuperado em outro ciclo diferente do qual foi originado (PNRS,2010).
- Reciclagem, conforme PNRS (2010) é:

Processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), se couber, do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS), do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária -SUASA, (PNRS,2010, p.2).
- Compostagem: Uma forma de reciclagem na qual ocorre a transformação dos Resíduos Sólidos (RS)- orgânicos, através de processos físicos, químicos e biológicos, controlados em um composto de grande valor, utilizado como fertilizante para as plantas e solo, insumo de odor agradável, fácil de manipular e livre de microrganismos patogênicos (BARROS, 2012).
- Recuperação: Restauração de frações ou substâncias que possam ser aproveitadas no processo produtivo desde que realizados utilizando-se tecnologias disponíveis e economicamente viáveis, representando um benefício à sociedade em geral, podendo ser reutilizados no mesmo processo em que foram gerados ou transformados em matéria prima para outros processos (DALPASQUALE *et al.*, 2011).
- Aterros: Aplicada em grande escala no Brasil para disposição de resíduos sólidos urbanos como alternativa para erradicação dos lixões, de modo a não causar danos ou risco à saúde pública, à segurança, minimizando os impactos ambientais. De acordo com a PNRS, é a técnica indicada para disposição de rejeitos. São aplicados em forma de aterros controlados ou sanitários. Nos Aterros Controlados os resíduos são confinados,

cobertos com camadas de terra ou material inerte, sendo que normalmente não dispõem de impermeabilização da base, de sistemas de coleta e tratamento de chorume e dos gases gerados. Nos Aterros Sanitários são utilizados princípios de engenharia para confinar e reduzir os resíduos à menor área e volume possível, seu dimensionamento considera sistema de drenagem, coleta e tratamento dos líquidos percolados e dos gases gerados na degradação da matéria orgânica, além da possibilidade do aproveitamento da energia contida nesses gases (BARROS, 2012).

- **Tratamento Térmico:** Tratamento realizado com objetivo de destruir os compostos orgânicos e reduzir do volume dos resíduos para direcionamento à destinação final, tais como incineração, gaseificação, pirólise e coprocessamento. A incineração é o processo de combustão na presença de oxigênio, gaseificação é a combustão parcial com deficiência de oxigênio e a pirólise também envolve a combustão, porém com baixa concentração de oxigênio. O coprocessamento envolve o incremento de poder calorífico aos resíduos, de maneira controlada, como o processo de blendagem, para que o mesmo possa ser utilizado como fonte de energia no processo de fabricação de cimentos, sendo posteriormente suas cinzas incorporadas ao processo como matéria prima para produção do clínquer (IPEA, 2012).

2.2. Coleta Seletiva

Conforme definido pela PNRS (2010), a coleta seletiva é a coleta de resíduos previamente separados conforme a sua composição. Separação esta de responsabilidade do seu gerador, seja nas residências, nas ruas, indústrias, colaborando para que seja coletado totalmente segregado, reduzindo a demanda por unidades de triagem e favorecendo a destinação adequada.

De maneira a contribuir com a efetividade da coleta seletiva e considerando que a reciclagem de resíduos deve ser incentivada, facilitada e expandida no país. Com intuito de reduzir o consumo de matérias-primas, recursos naturais não-renováveis, energia e água, em 25 de abril de 2001, o Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA emitiu a Resolução de nº 275, na qual foram estabelecidos código de cores para segregação dos diferentes tipos de resíduos, orientando que sejam adotados na identificação de coletores, dispositivos de transportes e também nas campanhas informativas para a coleta seletiva. As cores adotadas foram: azul: papel/papelão; vermelho: plásticos; verde: vidros; amarelo: metal; preto: madeira; laranja: resíduos perigosos; branco: resíduos ambulatoriais e de serviço de saúde; roxo: resíduos

radioativos; marrom: resíduos orgânicos; e cinza: resíduos gerais não recicláveis (BRASIL, 2001).

No processo de implantação da coleta seletiva é importante considerar a sensibilização das pessoas envolvidas, realizando treinamentos, desenvolvendo programas de educação ambiental, na qual estas sejam informadas sobre procedimentos e objetivos da prática e, principalmente, estimuladas a desenvolverem hábitos de consumo sustentável. Dessa forma, é possível reduzir, reutilizar e através desta prática, viabilizar a reciclagem, como recomendado no artigo 9º da PNRS (2010).

2.3. Educação Ambiental

O resíduo sólido é um grande problema que a humanidade enfrenta nos dias de hoje e é preciso mudar a forma de como é tratado o resíduo que é produzido. Segundo Boff (1996), para cuidar do planeta a população precisa passar por uma alfabetização ecológica. Nesse contexto surge a Educação Ambiental que é o processo de educação voltado para formação de indivíduos preocupados com o meio ambiente e que procurem a conservação e preservação dos recursos naturais e a sustentabilidade (FURIAM & GÜNTHER, 2006).

No Brasil, a Educação Ambiental é lei desde que foi sancionada em 27 de abril de 1999. A Lei Nº. 9.795/99 reconhece a Educação Ambiental como um componente urgente, essencial e permanente em todo o processo educativo do país. A Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA, 1981) é uma proposta de promoção da Educação Ambiental em todos os setores da sociedade. Diferente de outras Leis, não determina regras ou sanções, mas estabelece responsabilidades e obrigações na busca de construir valores sociais e atitudes voltadas à conservação da natureza com o objetivo de sensibilizar e capacitar as pessoas para uma vida mais sustentável (RAE, 2010).

As atividades vinculadas à PNEA devem ser desenvolvidas na educação em geral e na educação escolar, por meio das seguintes linhas de atuação inter-relacionadas:

- a) Capacitação de recursos humanos;
- b) Desenvolvimento de estudos, pesquisas e experimentações;
- c) Produção e divulgação de material educativo;
- d) Acompanhamento e avaliação.

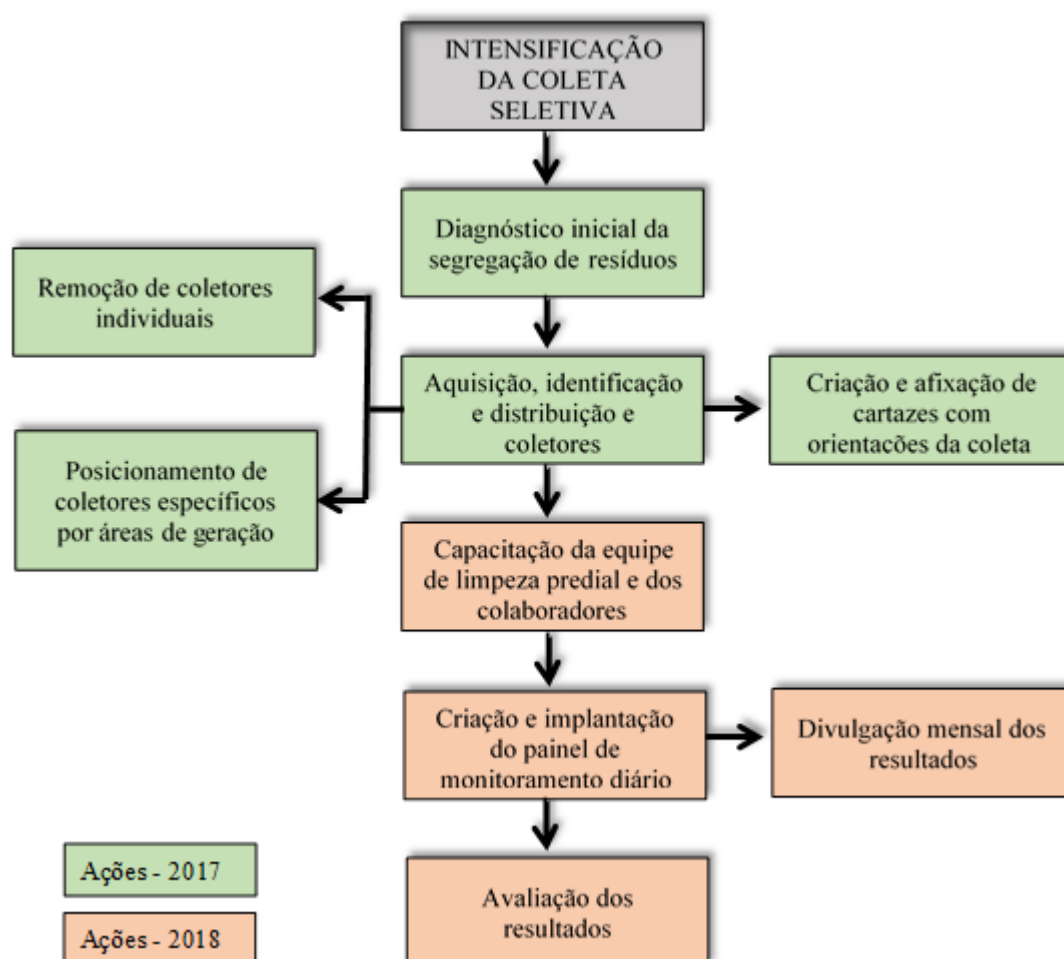
Estabelecidas as diretrizes da Educação Ambiental pela PNEA e sabendo da importância da coleta seletiva e reciclagem para a conservação e preservação do meio ambiente, para serem bem executadas, necessita-se de um trabalho educacional de sensibilização. A ideia é que a população entenda o prejuízo do excesso de resíduos gerados e voluntariamente procure produzir menos resíduos, priorizando a separação e coleta seletiva, pois dessa forma o recurso utilizado terá maior vida útil, podendo ser reaproveitado e/ou reciclado promovendo uma economia circular (VIEIRA & TEIXEIRA, 2015; FURIAM & GÜNTHER, 2006).

3. MATERIAL E MÉTODO

A fim de preservar a identidade da empresa que colaborou com a pesquisa, optou-se por não identificar o nome. Localizada no complexo industrial do Porto do Açu, em São João da Barra, esta possui 324 colaboradores, considerando o efetivo direto.

A seguir são detalhados os materiais utilizados, os métodos desenvolvidos e empregados para intensificação da coleta seletiva e análise dos resultados obtidos. A Figura 1 apresenta o fluxograma das etapas envolvidas nesta fase do trabalho.

Figura 1: Fluxograma das etapas desenvolvidas



Fonte: A Autora, 2020.

O projeto foi implantado em toda a empresa, porém os dados utilizados se referem aos resíduos das áreas administrativas, devido às características dos tipos gerados nestas áreas e dos

objetivos da pesquisa, desconsiderando os resíduos industriais, como os classificados como contaminados e de construção civil. Como representado no fluxograma, a fase ativa do projeto foi realizada no período de 2017 e 2018.

Em 2017, foi realizada uma avaliação das necessidades de melhorias em relação a estruturas de coleta existentes nas áreas, nível de conhecimento e prática dos colaboradores em relação à coleta seletiva, a partir do qual foram desenvolvidas as próximas etapas.

No início de 2018, os colaboradores passaram pelo treinamento abordando as origens dos resíduos, suas classificações, orientações sobre como praticar a separação dos resíduos para coleta seletiva e demais orientações da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Do mesmo modo, a equipe responsável por realizar a limpeza predial foi capacitada para que pudessem recolher os resíduos já separados e depositá-los nos locais apropriados, para coleta e transporte para tratamento e destinação final.

Com objetivo de avaliar a aderência do público alvo e estimular o desempenho de todos quanto à separação correta dos resíduos, foi criado e afixado em cada sala, um painel de acompanhamento da segregação, com o qual cada setor passou a ser monitorado diariamente pela equipe de limpeza predial. Neste painel havia duas opções a serem marcadas: BOM quando 100% dos resíduos fossem descartados corretamente e RUIM quando a equipe realizasse o descarte errado de um ou mais resíduos. Ao final de cada mês os painéis eram trocados, os resultados apurados, divulgados por e-mail e afixados em murais localizados em pontos estratégicos da empresa.

Ao final de 2018, foram realizadas avaliações dos resultados obtidos, verificado o nível de aderência dos setores e principalmente se houve melhoria na separação dos resíduos e aumento do percentual de classificação, a fim de viabilizar o direcionamento destes para o tratamento e a destinação final adequada.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente foi possível observar que a empresa não dispunha de coletores específicos, corretamente identificados e disponibilizados por categorias, o que contribuía para que os colaboradores não descartassem os resíduos de acordo com o tipo.

As lixeiras individuais presentes sob cada posto de trabalho foram retiradas, identificadas de forma a atender a Resolução CONAMA nº 275 de 2001 e o setor passou a ter apenas 03 coletores: 01 para papel, 01 para resíduos não recicláveis e 01 para plástico. Foram

retirados um total de 173 unidades dos quais 63 coletores, o equivalente a 36%, foram reutilizados. Esta etapa promoveu também a economia do consumo de sacos plásticos visto que foram disponibilizados rotineiramente apenas 03 sacos de lixo por setor. Além destes, as áreas comuns como copas, refeitórios e área de vivência receberam coletores para os resíduos orgânicos e metais.

Com base nas características de cada área foram criados e afixados cartazes com orientações em relação aos tipos de resíduos possivelmente originados e coletor em que deveria ser realizado o descarte, Figura 02.

Figura 2: Painel de orientação para apoio a coleta seletiva



Fonte: A Autora, 2018.

No início de 2018, 324 colaboradores, atuantes nas diversas áreas administrativas e operacionais passaram pelo treinamento que foi inserido na lista de treinamentos obrigatórios para novos colaboradores. Em relação ao painel de monitoramento foram identificados 28 setores que foram monitorados diariamente, durante o ano. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 1.

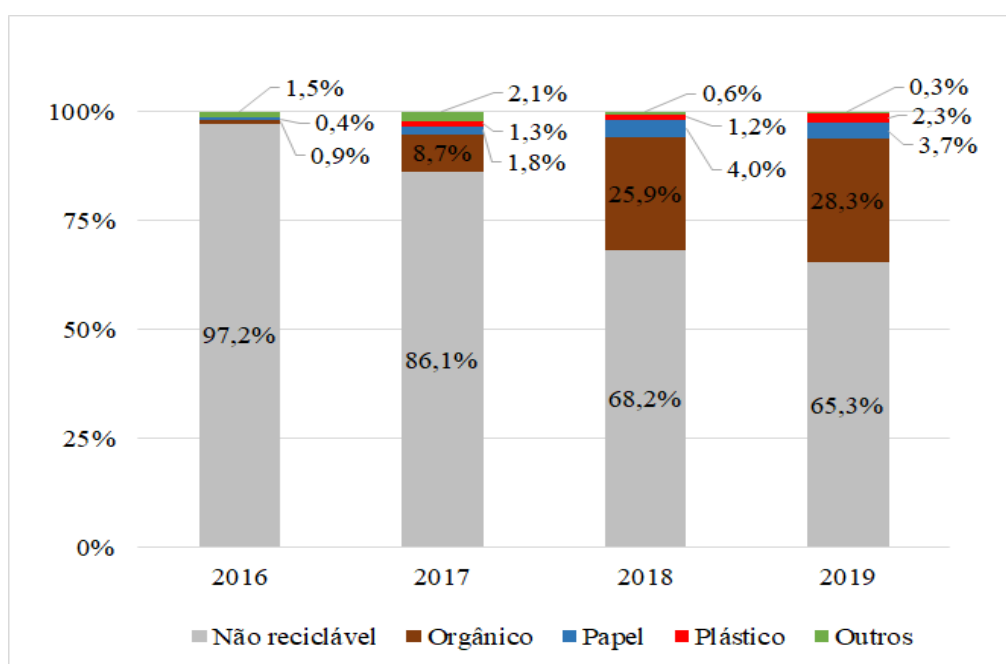
Tabela 1: Nível de aderência dos setores à coleta seletiva – 2018.

Aderência	100%	> 95%	>90%	>80%
Número de setores	5	13	5	5
Dias equivalentes	241	229	217	193

Fonte: A Autora, 2020.

Os resultados obtidos durante os 241 dias de acompanhamento indicaram que 05 setores obtiveram aderência de 100%, ou seja, realizaram o descarte correto durante todo ano. Outros 13 setores obtiveram aderência maior que 95%, 05 setores superiores à 90% e outros 05 maiores que 80%. Observou-se que alguns setores que apresentaram aderência entre 80 e 95% estavam localizados em áreas com fluxo contínuo de pessoas, principalmente visitantes e áreas próximas aos corredores.

Para análise dos resultados e avaliação da efetividade das ações desenvolvidas, foram utilizadas informações sobre o volume e tipo de resíduos gerados e destinados de acordo com suas tipologias nos anos de 2016, 2017, 2018 e 2019, cujas proporções obtidas são apresentadas no gráfico da Figura 3.

Figura 3: Porcentagem de resíduos gerados por tipo ao longo dos anos de 2016, 2017, 2018 e 2019.

Fonte: A Autora, 2020.

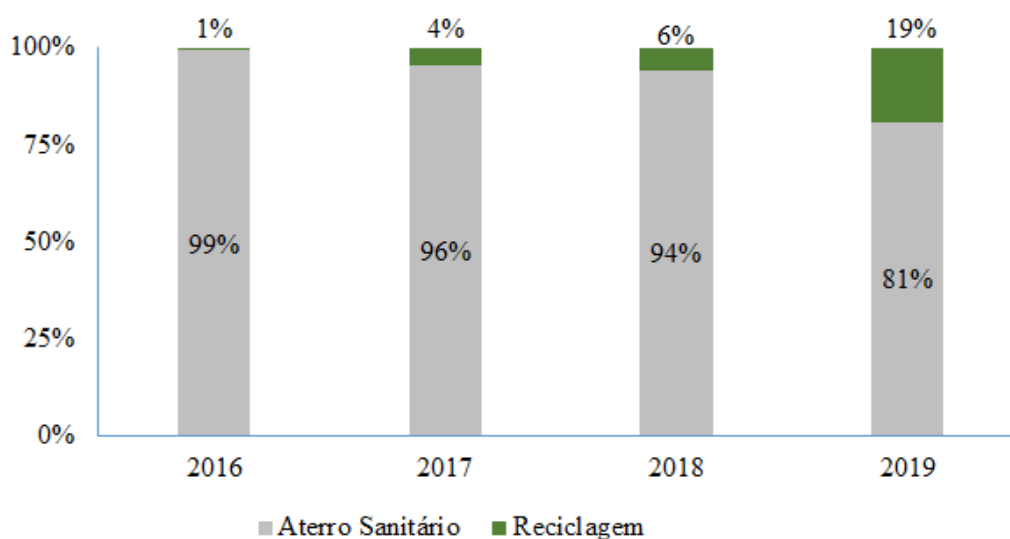
Os dados referentes ao ano de 2016 representam resultados do período em que nenhuma prática era desenvolvida, grande parte dos resíduos eram descartados nas lixeiras individuais, depositados em um mesmo coletor, seguindo para descarte como rejeitos, em aterros. No ano de 2017 foram executadas as melhorias em relação às estruturas de coletores, identificação e comunicações visuais. Em 2018, quando foram realizadas as capacitações dos colaboradores e implantação do programa de monitoramento diário de desempenho dos setores e os dados de 2019, representam o índice de segregação um ano após a realização do projeto.

Em 2016, 97,2% dos resíduos gerados foram classificados como não recicláveis, no entanto com a aplicação da metodologia, ao longo dos anos de 2017, 2018 e 2019 o número de resíduos classificados como não recicláveis reduziu para 65,3% enquanto o número de recicláveis aumentou para 34,3%, sendo ainda classificados como orgânicos (28,3%), papel (3,7%) e plástico (2,3 %).

Os resíduos classificados como “outros” foram resíduos que apresentaram baixa quantidade, como vidros, metais, pilhas, e que foram tratados em conjunto no momento do processamento dos dados.

Analisando os tipos de tratamento e destinação realizados, observou-se que os resíduos classificados como não recicláveis foram destinados para aterros sanitários como rejeito e da mesma forma foram tratados os resíduos orgânicos, que de 2016 para 2019 apresentaram um volume significativo, passando a representar cerca de 29% dos resíduos gerados (Figura 3). O gráfico da figura 4 representa os tipos de destinações realizadas nos períodos analisados.

Figura 4: Destinações realizadas no período de 2016, 2017, 2018 e 2019.



De acordo com a Figura 5, observa-se que do ano 2016 para 2019 houve um aumento de 19% nos resíduos destinados como rejeitos para reciclagem. Observa-se que nos anos de 2017 e 2018 houve uma adaptação às novas medidas de destinação e mudança de hábitos dos funcionários.

5. CONCLUSÃO

Analisando os resultados obtidos nesta primeira etapa, é possível observar que as ações realizadas promoveram mudança de hábitos entre os colaboradores envolvidos, evidenciada através dos dados de aderência medidos pelo painel de monitoramento, no qual 82% dos setores realizaram a separação correta em 90% dos dias acompanhados.

O aumento da separação dos resíduos na fonte geradora permitiu identificar os tipos de resíduos produzidos e suas respectivas quantidades. Os resíduos recicláveis segregados em 2016 equivaleram a aproximadamente 3% da quantidade gerada, passando a representar 34,6% em 2019, demonstrando a redução de 32% na geração de resíduos não recicláveis, que passaram de 97,2% em 2016 para 65,3% em 2019.

Esta etapa do projeto, evidenciou ainda a concentração significativa de resíduos orgânicos produzidos pelo empreendimento em relação aos demais tipos, que foram aumentando anualmente, sendo aproximadamente 0,3% em 2016, 9% em 2017, 26% em 2018 e 28,3% em 2019.

No período de 2016 a 2018, a maior parte dos resíduos foram direcionados para aterros sanitários como rejeitos, variando de 97% a 95% no período. O projeto de intensificação da coleta seletiva permitiu que a partir do conhecimento da composição dos resíduos gerados, fosse desenvolvida uma alternativa de tratamento ambientalmente adequada para que apenas rejeitos seguissem para os aterros, o que teve início no segundo semestre de 2019, contribuindo para que 19% dos resíduos do período seguissem para reciclagem.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT NBR 10004. Classificação de Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro, ABNT, 2004, 71p

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 10006: Solubilização de Resíduos - Procedimento. Rio de Janeiro, ABNT, 2004, 2p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 10007: Amostragem de Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro, ABNT, 2004, 25p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil - 2020. Disponível em: <<https://abrelpe.org.br/panorama-2020>>. Acesso em: 08/01/2021.

BARROS, RT de V. Elementos de gestão de resíduos sólidos. **Belo Horizonte: Tessitura**, v. 1, 2012.

BOFF, L. Ecologia, mundialização e espiritualidade: emergência de um novo paradigma. São Paulo. Editora Ática, 1996.

BRASIL, Ministério da Educação e do Desporto, Lei no. 9.795 de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, n. 79, 28 abr. 1999.

BRASIL. **Lei no. 11.445, de 05 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm>.

BRASIL. **Lei no. 14.026, de 15 de julho de 2020**. A Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera as Leis nº 9.984, de 17 de julho de 2000, nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, nº 11.107, de 6 de abril de 2005, nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015, nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/114026.htm>.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, Resolução CONAMA nº 275, de 25 de abril de 2001. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 19 jun. 2001. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=273>>. Acesso em: 04/07/2019.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM - CEMPRE. Cempre Review, 2019. Disponível em: <<http://cempre.org.br/upload/CEMPRE-Review2019.pdf>>. Acesso em 19/07/19.

DALPASQUALE Mariane; FUKAMACHI Cristiane Regina Budziak; FERREIRA Edílson da Silva. Tratamento e recuperação de resíduos de cobre provenientes de aulas experimentais. Revista Synergismus Scyentifica UTFPR, Pato Branco, 06(1), 2011. Disponível em: <<http://revistas.utfpr.edu.br/pb/index.php/SysScy/article/download/1228/838>> Acesso em 08 nov.2020.

DOS SANTOS, Ronaldo Célio Filho et al. **O Aproveitamento de Resíduos Sólidos Urbanos, por meio do processo de compostagem aeróbia enriquecida com casca de sururu**. Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT-ALAGOAS, v. 4, n. 3, p. 67, 2018.

FURIAM, S.M. e GÜNTHER, W.R. Avaliação da Educação Ambiental no Gerenciamento dos Resíduos Sólidos no Campus da Universidade Estadual de Feira de Santana. *Sitentibus*, n.35, p. 7-27. 2006.

GÓES, Helivia Costa. Coleta seletiva, planejamento municipal e a gestão de resíduos sólidos urbanos em Macapá/AP. **Planeta Amazônia: Revista Internacional de Direito Ambiental e Políticas Públicas**, n. 3, p. 45-60, 2012.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA - IPEA. Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Industriais – Relatório de Pesquisa, 2012. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/120927_relatorio_residuos_solidos_industriais.pdf>. Acesso em: 10 out. 2020.

JUNKES, Maria Bernadete. **Procedimentos para aproveitamento de resíduos sólidos urbanos em municípios de pequeno porte. 2002**. 2002. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado)–Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção–Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina.

LAVNITCKI, Laís; BAUM, Camila Angelica; BECEGATO, Valter Antonio. POLÍTICA NACIONAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS: ABORDAGEM DA PROBLEMÁTICA NO BRASIL E A SITUAÇÃO NA REGIÃO SUL. **AMBIENTE & EDUCAÇÃO-Revista de Educação Ambiental**, v. 23, n. 3, p. 379-401, 2018.

LUZ, Beatriz. **Economia Circular Holanda - Brasil da Teoria à Prática**. 1ª Edição. Rio de Janeiro. Exchange 4 Change Brasil, 2017.

PINHO, Paulo Mauricio Oliveira. **Avaliação dos planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos urbanos na Amazônia brasileira**. 2011. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

Política Nacional de Educação Ambiental. Lei Federal nº 9765 de 07 de abril de 1999.

Política Nacional de Meio Ambiente. Lei Federal nº 6.938 de 31 de agosto de 1981.

Política Nacional de Resíduos Sólidos. Lei Federal nº 12.305 de 02 de agosto de 2010 - **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)**; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, 2010.

RAE, M.J. **Elaboração de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos em um Condomínio Residencial do Bairro Campeche/Florianópolis-SC. Trabalho de Conclusão de Curso**. Universidade Federal de Santa Catarina. 111p. 2010.

VELLOSO, Marta Pimenta. Os restos na história: percepções sobre resíduos. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 13, p. 1953-1964, 2008.

VIEIRA, S.R. e TEIXEIRA, C. Educação Ambiental: Coleta Seletiva e Reciclagem no Ambiente Escolar. XII Congresso Nacional de Meio Ambiente. p. 1-8. 2015.

WORLD COMISSION ON ENVIROMENTAL AND DEVELOPMENT (WCED). *Our common future*. Oxford: Oxford University Press, 1987.

ARTIGO CIENTÍFICO 2
**PRODUÇÃO DE FERTILIZANTES POR MEIO DA COMPOSTAGEM PARA
UTILIZAÇÃO EM ÁREAS DE RECOMPOSIÇÃO DE RESTINGA**

*FERTILISER PRODUCTION BY COMPOSTING FOR USE IN RESTINGA
RECOMPOSITION AREA*

Michelle dos Santos Pereira - IFFluminense/PPEA

Angélica da Cunha dos Santos - IFFluminense/PPEA

Luis Felipe Umbelino dos Santos - IFFluminense/PPEA

RESUMO

O estudo foi desenvolvido visando a produção de fertilizantes orgânicos, a partir de resíduos industriais, por meio do processo de compostagem para uso nos plantios de mudas nativas do programa de recomposição florestal de restingas da RPPN Fazenda Caruara, localizada na região industrial do Porto do Açu, em São João da Barra/Rio de Janeiro. A compostagem foi realizada pelo processo de biodegradação, em leiras de revolvimento manual, com a utilização de 9,4 toneladas de resíduos orgânicos provenientes da mesma região. Os parâmetros de temperatura e umidade foram monitorados para controlar o método aplicado e caracterizar as fases ativas e de maturação do fertilizante. Amostras do fertilizante produzido, do fertilizante de uso convencional e do solo da região de estudo foram submetidas à análises químicas para caracterização do teor de macronutrientes primários, secundários e micronutrientes. Utilizando os princípios de restauração ecológica foi realizado o plantio adensado de espécies de mudas nativas em dois anéis hexagonais, localizados em área seca, utilizando os dois fertilizantes, para avaliação da taxa de crescimento absoluto do diâmetro da planta, altura do caule e número de folhas, após 6 meses de plantio. Um total de 1.500 kg de fertilizante foram obtidos após 11 meses de produção. Os parâmetros de temperatura e umidade apresentaram variações características que auxiliaram na identificação e controle de cada fase do processo produtivo. As análises químicas indicaram concentrações satisfatórias, principalmente, dos parâmetros de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), ferro (Fe), manganês (Mn), Carbono Orgânico (CO), Matéria Orgânica (MO), relação carbono/nitrogênio (C/N). Não foram identificados teores significativos de metais pesados ou presença de variáveis microbiológicas. Os resultados da amostra de solo apontaram características típicas de solo sob vegetação de restinga, baixos teores de macro e micronutrientes e pobre em matéria orgânica. Com relação ao desenvolvimento das mudas em campo, a altura do caule e número de folhas responderam melhor no anel plantado com o uso do novo fertilizante. Os resultados obtidos indicaram que é possível produzir fertilizantes por meio do processo de compostagem utilizando os resíduos orgânicos do complexo portuário, que o fertilizante produzido apresenta características que o qualificam como um bom insumo para utilização nos plantios de mudas nativas do projeto de recomposição da RPPN Caruara e que nesse contexto, há uma excelente aplicação prática da economia circular dentro do complexo industrial do Porto do Açu, São João da Barra/RJ.

Palavras-chave: Compostagem. Recomposição de restinga. Fertilizantes Orgânicos.

ABSTRACT

The study was developed aiming at the production of organic fertilizers, from industrial residues, by means of the composting process for use in native seedlings plantations of the forest restoring program of RPPN Fazenda Caruara, located in the industrial region of Porto do Açu, in São João da Barra / Rio de Janeiro. Composting was carried out by the biodegradation process, in hand-winding windrows, using 9.4 tons of organic waste from the same region. Parameters such as temperature and humidity were monitored to control the method applied and to characterize the active and maturing phases of the fertilizer. Samples of the fertilizer produced, the fertilizer for conventional use and the soil of the study region were subjected to chemical analysis to characterize the content of primary, secondary and micronutrients. Using the principles of ecological restoration, densely planted species of native seedlings were carried out in two hexagonal rings, located in a dry area, using both fertilizers, to evaluate the absolute growth rate of the plant's diameter, stem height and number of leaves, after 6 months of planting. A total of 1,500 kg of fertilizer was obtained after 11 months of production. The temperature and humidity parameters showed characteristic variations that helped in the identification and control of each phase of the production process. Chemical analysis indicated satisfactory concentrations, mainly of the parameters nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), iron (Fe), manganese (Mn), Organic Carbon (CO), Organic Matter (MO), carbon ratio / nitrogen (C / N). No significant levels of heavy metals or presence of microbiological variables were identified. The results of the soil sample showed typical characteristics of soil under restinga vegetation, low levels of macro and micronutrients and low in organic matter. Regarding the development of seedlings in the field, the height of the stem and number of leaves responded better in the ring planted with the use of the new fertilizer. The results obtained indicated that it is possible to produce fertilizers through the composting process using the organic residues of the complex, that the fertilizer produced has characteristics that qualify it as a good input for use in the planting of native seedlings of the RPPN Caruara and that in this context, there is an excellent practical application of the circular economy within the Porto do Açu industrial complex, São João da Barra / RJ.

Keywords: *Composting. Restinga restoration. Organic Fertilizers.*

1. INTRODUÇÃO

De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura, (FAO), sigla do inglês *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, em 2016 o Brasil foi classificado como o terceiro maior exportador agrícola do mundo com representatividade de 5,7 % do mercado global. Sem considerar outros tipos de utilização do solo para plantio, como produção interna de alimentos, manutenção da vegetação paisagística, florestal entre outros, este dado fornece um panorama sobre o consumo de nutrientes do solo, sua necessidade de reposição e os problemas de degradação do solo na atualidade (CARROL, 2018).

Além da problemática do empobrecimento do solo, o aumento de atividades agrícolas e industriais ocorre devido ao incentivo ao consumo, que cresce a cada ano gerando uma quantidade alta de resíduos de todos os tipos. Dados levantados pela Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008, IBGE (2010), indicam que do total de resíduos sólidos gerados nas cidades Brasileiras, cerca de 51,4% seriam constituídos de resíduos orgânicos, o que demonstra que 30,9 milhões de toneladas dos resíduos produzidos anualmente, possuem potencial para produção de fertilizantes orgânicos, porém recebem outro tipo de destinação.

Atualmente, devido às condições de localização e pouca disponibilidade de unidades corretamente habilitadas para recepção dos resíduos orgânicos, principalmente proveniente de indústrias, estes são direcionados para disposição final em aterros sanitários, aterros controlados ou até mesmo lixões o que além de ser um desperdício econômico, pois são processos caros, de certa forma configura um descumprimento da Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, que orienta o envio de apenas rejeitos para aterros (MMA, 2017).

Uma alternativa de destinação sustentável para o resíduo orgânico é a compostagem, uma técnica de baixo custo, fácil operação e que dá origem a um subproduto que pode ser utilizado como fertilizante para a promoção de nutrientes para o solo e as plantas. A compostagem já é praticada de forma empírica desde a história antiga, os gregos, romanos, e povos orientais já sabiam que resíduos orgânicos podiam ser retornados ao solo, contribuindo para sua fertilidade. Só a partir de 1920, com Albert Howard, é que o processo passou a ser pesquisado cientificamente e realizado de forma racional (PROSAB, 1999). No Brasil existem relatos de usinas de triagem e compostagem em São Paulo, Curitiba e Petrópolis desde 1930 (VELASQUES, 2015).

Nesse contexto, é importante o desenvolvimento e a disseminação de práticas que venham garantir a reposição ou enriquecimento do solo, especialmente em áreas cujas características naturais já apresentam carências em matéria orgânica, macro e micronutrientes, sendo indispensáveis alternativas que considerem, valorizem e priorizem a transformação e aproveitamento dos nutrientes já disponíveis em nosso meio.

Nessa perspectiva, a pesquisa tem como objetivo principal a produção de um fertilizante por meio do processo de compostagem de resíduos orgânicos provenientes da região industrial do Porto do Açu e a aplicação desse fertilizante nos plantios de espécies nativas do programa de recomposição de restinga da Reserva Particular do Patrimônio Natural - RPPN Fazenda Caruara. Especificamente, buscou-se realizar uma análise de viabilidade para a implantação de uma unidade para compostagem de resíduos orgânicos, na região industrial do Complexo Portuário do Açu/São João da Barra; monitorar a técnica de produção proposta; caracterizar o fertilizante

obtido e comparar com o de uso convencional; caracterizar o solo local. Considerando o ecossistema em que a RPPN está inserida, buscou-se ainda verificar o aporte de nutrientes do composto para o solo da região, através da execução de testes comparativos com o plantio de mudas nativas em campo. Aplicando-se os princípios da Economia Circular, esses dados poderão contribuir para a proposição do uso dos fertilizantes obtidos por meio do processo de reciclagem dos resíduos orgânicos no projeto de recomposição de restinga da RPPN Caruara, integrante do empreendimento.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. O Ecossistema das Restingas

Sugiyama (1998), sugere a utilização do termo restinga em seu sentido botânico como “vegetação de restinga”, para designação do conjunto de comunidades vegetais de feições distintas, sob influência marinha e flúvio-marinha que ocorrem em áreas com grande diversidade ecológica, provenientes de outros ecossistemas como mata atlântica, tabuleiros e caatinga, porém, com algumas alterações fenotípicas devido às diferentes características do seu ambiente original.

A Vegetação de Restinga também é definida por meio da Resolução Conama nº417, publicada em novembro de 2009 como:

O conjunto de comunidades vegetais, distribuídas em mosaico, associado aos depósitos arenosos costeiros quaternários e aos ambientes rochosos litorâneos – também consideradas comunidades edáficas - por dependerem mais da natureza do solo do que do clima, encontradas nos ambientes de praias, cordões arenosos, dunas, depressões e transições para ambientes adjacentes, podendo apresentar, de acordo com a fitofisionomia predominante, estrato herbáceo, arbustivo e arbóreo, este último mais interiorizado.(BRASIL 2009, p.2)

De acordo com pesquisas realizadas por Magnago (2011) essas diferentes comunidades, ou formações, são estabelecidas, principalmente, pela influência do nível do lençol freático, localização geomorfológica e distância da linha de praia. A seguir são apresentadas algumas características destas formações de restinga, descritos por Silva (1999):

- Formações herbáceas: ocorrem principalmente nas faixas de praia e ante-dunas, em locais que podem ser atingidos pelas marés mais altas, ou em depressões alagáveis,

denominadas de brejos. Nas zonas de praia, ante dunas e dunas mais próximas ao mar predominam espécies herbáceas com pequenos arbustos e árvores de forma isolada e pouco expressiva ou formando agrupamentos mais densos, com variações nas suas respectivas fisionomias, composições e graus de cobertura. As vegetações desta fitofisionomia são mais adaptadas a maior incidência de luz solar, salinidade e mobilidade do substrato.

- Formações arbustivas: são os tipos vegetacionais que mais chamam a atenção no litoral brasileiro pelo seu aspecto peculiar, com fisionomia variando desde densos emaranhados de arbustos misturados a trepadeiras, bromélias terrícolas e cactáceas, até moitas com extensão e altura variáveis, intercaladas por áreas abertas que em muitos locais expõem diretamente a areia, principal substrato destas formações.
- Formações florestais: variam nos seus aspectos florísticos e estruturais ao longo de toda a costa nacional, atribuídas geralmente às influências florísticas das vegetações adjacentes e às características do substrato (origem, composição e drenagem). Apresentam altitude acima de 5 metros, normalmente em áreas livres de inundações e outras ainda mais desenvolvidas em torno de 15 a 20 metros associadas a solos hidromórficos e/ou orgânicos. Acompanham as variações topográficas decorrentes da justaposição dos cordões litorâneos, onde estas feições são bem definidas, o que não ocorre no interior da planície costeira em terrenos deprimidos, onde não são claramente definidos.

Em muitas áreas de restinga, especialmente no sul e sudeste do Brasil, ocorrem períodos mais ou menos prolongados de encharcamento do solo que são decorrentes das diferenças de micro-relevo, profundidade do lençol freático e proximidade de rios ou lagoas. Esses encharcamentos influenciam na distribuição de algumas formações com fisionomias variadas, justificando a caracterização de complexo empregado para designar esse ecossistema (SILVA, 1999).

As restingas do estado do Rio de Janeiro, segundo Assumpção e Nascimento (2000), representam uma área de 1194,3 km², dos quais 46% cerca de 552 km², estão na região de São João da Barra. As restingas desta região, fazem parte da planície quaternária, que ocorre entre os municípios de São Francisco de Itabapoana e Macaé, considerada a mais extensa do estado sendo sua origem associada à evolução da desembocadura do Rio Paraíba do Sul (ARAUJO, 2000).

O clima da região, é classificado como Tropical seco, cujas temperaturas médias anuais variam entre 23°C e 25°C, com precipitações pluviométricas médias anuais entre 800 a 1.000mm, sendo as maiores taxas registradas durante os meses de verão e as menores nos meses de inverno, com um déficit hídrico anual de 300 a 500mm. O vento predominante tem a direção nordeste, com maiores velocidades entre os meses de agosto e dezembro (RADAMBRASIL 1983; IPF 2018).

Nesta região está localizada a Reserva Particular do Patrimônio Natural – RPPN Fazenda Caruara (RPPN Caruara), que possui uma área total de 3.845 hectares, e conforme Souza (2016), reúne além de um importante remanescente de restinga conservada, porções de ambientes lacustres e áreas alagáveis, abrangendo em seu território as lagoas de Grussaí e Iquipari.

2.1.1 RPPN Fazenda Caruara

Adquirida por volta de 2006 a 2007, para a instalação do Porto do Açú Operações, a Fazenda Caruara pertenceu a diversos donos. Pertenceu a uma usina açucareira da região, além de servir para a retirada de madeira e atividades agropastoris no decorrer dos anos, até sua aquisição pelo empreendimento. Apesar dessas atividades passadas, a fazenda Caruara nesta época possuía uma rica área conservada, 70% da propriedade permaneceu coberta pelo mais importante remanescente de vegetação nativa da região de São João da Barra, o que levou o Porto do Açú, por meio de um processo voluntário, tornar a antiga fazenda, junto ao Instituto Estadual do Ambiente INEA, uma RPPN (IPF, 2018).

As tipologias de restingas no estado do Rio de Janeiro e suas características, foram estabelecidas por meio do decreto estadual 41.612, de 23 de dezembro de 2008, que considera que a vegetação nesta região abrange grande complexidade de formações vegetais, mais condicionadas às características do solo que do clima, variando de tipos fitofisionômicos que vão de campestres à florestais. Por meio deste decreto foram especificadas nove formações vegetais, das quais de acordo com IPF (2018) seis estão presentes na RPPN, sendo estas dos Tipos Reptante: Herbáceo Inundável, Arbustivo Aberto Não Inundado, Arbóreo Não Inundado, Arbóreo Periodicamente Inundado e Lagunar.

Dentro dos limites territoriais da Unidade de Conservação são desenvolvidos diversos projetos e programas ambientais como: Recomposição Florestal, Monitoramento de Fauna, Realocação de animais silvestres, Programas de Educação Ambiental, Monitoramento de águas superficiais entre outros (IPF, 2018).

Especificamente o programa de Recomposição Florestal, conforme Ecologus (2011) é realizado nas áreas da reserva desde 2011, em atendimento aos compromissos compensatórios pela supressão de vegetação, assumidos no processo de licenciamento ambiental do Complexo Industrial do Porto do Açú. As restingas contidas no interior da unidade de conservação, devido aos módulos de uso e ocupação pretérito da área, apresentam diversos fragmentos de tipologias em diferentes estágios de sucessão, o que atrelado aos diferentes aspectos fisionômicos presentes nesta área fez com que fossem desenvolvidos padrões de intervenções distintos com aplicação de técnicas de recomposição vegetal específicas para a RPPN (IPF, 2018).

No início do Programa de Recomposição Florestal, foi realizado um reconhecimento da área e das espécies remanescentes e suas peculiaridades de ocorrência em cordões arenosos secos e alagáveis, a partir do qual foi consolidada uma lista de 68 espécies nativas de restinga, classificadas em relação ao grupo ecológico a que pertence, para que pudessem ser produzidas em viveiro próprio implantado em 2011. Em paralelo, foram selecionadas áreas de plantios divididos em diferentes intensidades de intervenção, em função do grau de degradação. Em áreas mais degradadas foi utilizado um maior esforço de plantio e em áreas com menor grau de degradação utilizou-se de técnicas de enriquecimento com espécies vegetais de interesse para fauna e ameaçadas de extinção (IPF, 2018).

Desde então, através deste programa são desenvolvidas e aprimoradas técnicas adequadas ao ambiente de restinga que vão desde a produção de mudas nativas originadas de matrizes locais, em viveiro dedicado ao ecossistema com capacidade de produção de 500 mil mudas por ano, até seu efetivo plantio e monitoramento, contribuindo, com a geração de conhecimento acerca de todas as etapas do processo de restauração florestal (IPF, 2018).

Na área do viveiro, as mudas são produzidas a partir de sementes colhidas na RPPN Caruara, que são beneficiadas e semeadas em areia lavada, dentro de estufas com controle de irrigação e da incidência solar. Após a germinação, as plântulas são repicadas em tubetes com substrato composto por areia, saibro, vermiculita e matéria orgânica e acondicionadas na casa de sombra, com irrigação frequente e sombreamento de 80% no intuito de dar condições ótimas para o estabelecimento da plântula pós-repicagem. Conforme a muda se estabelece e se desenvolve em altura e número de folhas, ela é transferida para a casa de crescimento, onde inicia-se o processo de rustificação. A casa de crescimento possui regas menos frequentes e sombreamento de 50%, aproximando-se cada vez mais das condições de campo. Ali a muda é cultivada até o início do processo de lignificação do caule, promovendo maior firmeza e resistência às condições ambientais. Atingidos os requisitos mínimos de desenvolvimento, dali ela é levada ao setor de pleno sol, onde a irrigação é pouco frequente e as mudas ficam expostas

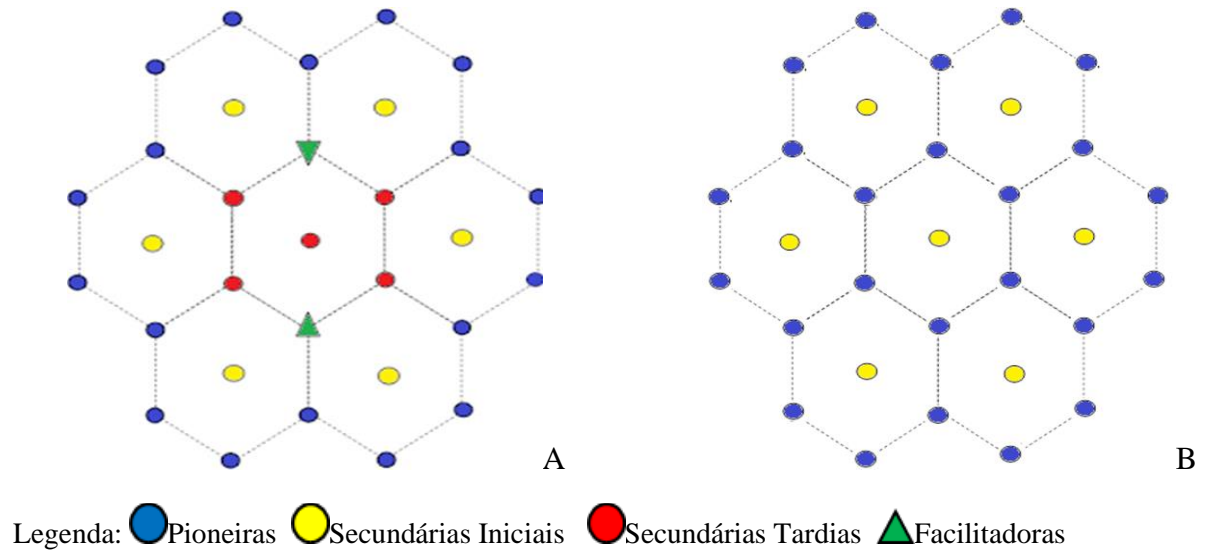
às mesmas condições ambientais de luminosidade, mudanças bruscas de temperatura ventos, umidade e spray salino que encontrarão em campo. Só então, são selecionadas e direcionadas para as áreas de plantio dentro da RPPN Caruara.

Nas áreas de recomposição, as mudas são plantadas em anéis, ou núcleos, distribuídos linearmente seguindo as técnicas de plantio de mudas adensadas em grupos espaçados sugeridas por Anderson (1953), técnica de nucleação desenvolvida por Bechara (2003) e conformação em anéis hexagonais, desenvolvida por Tieppo (2011), denominada de H31. Para cada anel são utilizados 31 indivíduos (mudas), para cada qual são administrados aproximadamente 2,5 kg de composto orgânico, totalizando a composição de 36 anéis, com o plantio de 1116 mudas e consumo de 2800 kg de composto por hectare plantado. Os anéis são distribuídos de acordo com as peculiaridades de cada área trabalhada, em especial, da disponibilidade hídrica e da tipologia (ECOLOGUS, 2012).

De acordo com Reis (2014), a restauração através da nucleação, é caracterizada por diversas técnicas que são implantadas em núcleos, ocupando em torno de 10-30% de uma área, nunca sua totalidade, assim, acelera a sucessão natural permitindo a expressão dos mecanismos de restabelecimento usados pela própria natureza. Cada uma das técnicas possui diversos efeitos funcionais e particularidades que, em sinergia, abrangem vários fatores básicos de ecologia para a promoção da sucessão, energia, biodiversidade regional sobre o ambiente degradado e ainda conectividade entre as diferentes unidades da paisagem fragmentada. O plantio de árvores nativas em grupos adensados proposto por Anderson (1953) indica que seja feito o plantio não em área total, mas sim em grupos de mudas altamente adensadas dentro do grupo, com o espaçamento em torno de 1 x 1 m, porém, amplamente espaçados entre grupos na área (BECHARA 2006; REIS, 2014).

Para composição dos anéis as mudas são organizadas por grupos sucessionais, sendo plantadas para áreas secas: 18 espécies pioneiras nos anéis mais externos, 6 secundárias iniciais no anel intermediário, 5 espécies secundárias tardias mais próximas ao centro e 2 mudas de espécies com capacidade facilitadora próximas ao centro nos anéis. Para áreas alagadas são plantadas 24 espécies pioneiras e 07 não pioneiras (Figura 1).

Figura 1: Representação esquemática de anel hexagonal em Área seca (A) e alagada (B)



Fonte: Ecologus, 2012.

A utilização de espécies de diferentes exigências adaptativas, estágios sucessionais, é um dos critérios fundamentais dentro do processo de recomposição florestal, que caracteriza-se principalmente por um gradual aumento e substituição de espécies no tempo, em função das diferentes características biológicas de cada espécie como dependência de diferentes intensidades de luz, velocidade de crescimento, duração do ciclo de vida e das diferentes condições ambientais que vão se estabelecendo, as quais diferentes espécies melhor se adaptam (RODRIGUES et al, 1996).

De acordo com Rodrigues et al.(1996) e Almeida (2016), as espécies apresentam as seguintes características de acordo com respectivos os grupos ecológicos:

- Pioneiras: espécies que se desenvolvem em clareiras, nas bordas de fragmentos florestais, locais abertos e áreas degradadas, dependentes de condições de maior luminosidade, possui capacidade de adaptação em ambientes variados, ciclos de vida de 10 a 20 anos, árvores de pequeno porte, apresenta floração e frutificação precoce, altas taxas de crescimento vegetativo, sistemas radiculares de absorção mais desenvolvidos;
- Secundárias iniciais: espécies que se desenvolvem em clareiras, locais abertos, semi-abertos e em condições de algum sombreamento, podem também ocorrer em áreas de antigas clareiras, nesse caso ao lado de espécies pioneiras nas fases iniciais de sucessão florestal, ciclo de vida médio de 15 a 30 anos, apresentam rápido crescimento vegetativo;

- Secundárias tardias: espécies que se desenvolvem exclusivamente em sub-bosque permanentemente sombreado, crescem e completam seu ciclo à sombra, espécies arbóreas geralmente de grande porte, podendo alcançar o dossel ou serem emergentes apresentam ciclo de vida longo.
- Facilitadoras: espécies que tendem a acelerar o processo de sucessão ecológica em áreas adjacentes ou próximas aos fragmentos florestais nativos.

Além do tipo de vegetação, outra característica marcante da área da RPPN Caruara é o solo típico de restinga em que ela se insere, ou seja, um solo pobre em nutrientes, com baixa retenção de água e que não é ideal para realização de atividades agrícolas (GOMES, 2005).

2.1.2 Caracterização do solo da área de Restinga

Ao longo da costa brasileira é possível observar extensas planícies sedimentares arenosas do quaternário que foram formadas pelo dinamismo das águas oceânicas ao longo do tempo. Essas planícies são compostas por um conjunto de formações geomorfológicas com diferentes comunidades biológicas conhecidas como restingas (ARAÚJO e LACERDA, 1987; GUERRA, 1993).

Na região costeira do Estado do Rio de Janeiro é possível observar diversos locais de sedimentação quaternária, associados a sistemas deposicionais de origem continental e transicional/marinho. Este conjunto faz contato continental e marinho. Do lado continental, o contato é com rochas do embasamento de diferentes litologias e idades, enquanto o contato oceânico é com uma vasta plataforma continental constituída por sedimentação marinha quaternária, em que há depósitos de forma desordenada sobre as unidades estratigráficas terciária da Bacia de Campos. Os depósitos sedimentares quaternários existentes na região costeira do Estado do Rio de Janeiro são mais bem desenvolvidos na porção que vai de Niterói até o limite com o Estado do Espírito Santo, do que no setor de Parati até Mangaratiba (GOMES, 1995).

De acordo com zoneamento agroecológico da EMBRAPA, 3,18% da área total do Rio de Janeiro equivale à área de restinga, cujos solos foram classificados como Podzóis (espodossolos) Hidromórficos e Areias Quartzosas Marinhas (Embrapa, 1979b; EMBRAPA, 2003; Radambrasil, 1983).

Os Espodossolos são solos minerais e de textura arenosa em sua maioria, que possuem sequência de horizontes A-E-Bh e/ou Bs ou Bhs-C. Quimicamente, são ácidos e muito pobres

em nutrientes, em que a soma de bases raramente ultrapassa 1 cmolc.kg⁻¹, mesmo na camada superficial. O horizonte espódico é do tipo subsuperficial em que materiais amorfos ativos, compostos de matéria orgânica e alumínio, com ou sem ferro, tenham se precipitado (GOMES, 2005).

As Areias Quartzosas Marinhas também são solos minerais pouco desenvolvidos, que são formados por uma sequência de horizontes A-C. Esse tipo de solo, assim como os espodossolos possuem textura arenosa ao longo de pelo menos 2 metros de profundidade, a principal diferença em relação aos espodossolos é a ausência de horizonte espódico (OLIVEIRA et al., 1992). A principal fonte de nutrientes desses solos é o spray marinho (ARAÚJO e LACERDA, 1987; LEÃO e DOMINGUEZ, 2000).

No Brasil, estudos sobre Espodossolos não são comuns, alguns estudos recentes sobre o assunto foram feitos por Menezes et al (2018) sobre distribuição e características do espodossolo por todo o território brasileiro, Oliveira et al. (2010) para estudo da pedogênese de espodossolos no sul da Bahia e Horbe et al. (2004) sobre as características de espodossolos no Amazonas.

O solo da área da RPPN Fazenda Caruara, foi classificado em 3 tipos de solo: espodossolos cárbicos hidromórficos arênicos, espodossolos ferrocárbicos hidromórficos e neossolo quartzênico hidromórfico, que são tipicamente características de solos sob restinga. O mesmo tipo de solo foi identificado em outros estados como São Paulo e Santa Catarina (GOMES, 2005; HEBERLE, 2017).

Em relação ao relevo, devido a sua formação sedimentar, a área apresenta um relevo regional e local plano, com declividades que não ultrapassam 3%. O sistema de relevo do local é marcado predominantemente pela presença de planícies costeiras que são terrenos arenosos de terraços marinhos, cordões arenosos e campos de dunas, que apresentam superfícies sub-horizontais, com microrrelevo ondulado de amplitudes topográficas inferiores a 20 m, geradas por processos de sedimentação marinha e/ou eólica (MARTIN et al.,1997).

Esse tipo de solo é caracterizado como arenoso, um solo pobre que não favorece atividades agrícolas, pois não possui grande disponibilidade de nutrientes, sendo ainda observadas algumas deficiências características, tais como: baixa fixação de nitrogênio e fósforo, lixiviação acentuada de nitratos, alta taxa de decomposição da matéria orgânica, e pouca disponibilidade de água (GOMES, 2005).

Para que a vegetação possa se desenvolver é necessário que ocorra a absorção de nutrientes do solo. Os nutrientes são divididos em três principais categorias: macronutrientes primários, macronutrientes secundários e micronutrientes. Sendo os macronutrientes primários: nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K); os macronutrientes secundários: cálcio (Ca),

magnésio (Mg) e enxofre (S) e os micronutrientes: ferro (Fe), manganês (Mn), cobre (Cu), zinco (Zn), boro (B) e molibdênio (Mo) (JONES, 2012).

O nitrogênio é um elemento chave para o crescimento de plantas em geral, é um elemento encontrado em todas as células, proteínas e hormônios da planta, além da clorofila, sendo o nitrogênio da atmosfera também uma fonte de nitrogênio para o solo. O fósforo ajuda na transferência de energia do sol para plantas, estimula o crescimento e acelera a maturidade, já o potássio é responsável por aumentar o vigor e resistência das plantas à doenças além de ajudar a formar e mover amidos, açúcares e óleos pelas células da planta. Solos ricos em matéria orgânica, como solos húmíferos costumam ter concentrações muito maiores de macronutrientes primários do que esodossolos (JONES, 2012).

Em relação aos macronutrientes secundários, tem-se o cálcio como elemento importante para melhoria do crescimento das raízes, promover a redução da acidez, o desenvolvimento de folhas e aumento da atividade microbiana. O magnésio é um componente muito importante da clorofila (responsável pela coloração verde das plantas) e é vital para a fotossíntese. O enxofre é um constituinte de aminoácidos de proteínas das plantas e está envolvido no processo de produção de energia, além de estar presente em diversos compostos responsáveis pelo sabor e odor de diversas plantas (JONES, 2012).

Os micronutrientes citados acima são assim chamados por estarem presentes em menor quantidade no solo, contudo, ainda assim são importantes para as plantas de diversas formas: como o ferro que auxilia na absorção de nitrogênio e desenvolvimento de troncos e raízes, manganês que ajuda no processo de fotossíntese, cobre que é um constituinte essencial de enzimas das plantas, zinco que ajuda na produção de hormônios responsáveis pelo alongamento do caule e aumento das folhas, além do boro que atua com a formação das paredes celulares e molibdênio que auxilia bactérias e organismos a converterem o nitrogênio do solo em compostos solúveis de nitrogênio no solo para que sejam absorvidos (CAMARGO, 2000; JONES, 2012).

O teor de Matéria Orgânica (M.O) é responsável por sustentar a produtividade biológica, manter a qualidade ambiental e promover a saúde de plantas e animais, pois interage com as características físicas (retenção de umidade, arejamento, infiltração de água, penetração radicular entre outros), químicas (aumento na capacidade de retenção de nutrientes e sua disponibilidade, especialmente o nitrogênio e diminuição da toxidez de Al) e biológicas (quantidade e qualidade da biomassa microbiana), do solo. É considerado indicador da qualidade do solo quanto à níveis de fertilidade, sendo utilizado como parâmetro para recomendação de adubação (CABEZAS, 2011).

O pH é um parâmetro determinante do solo, pois um desequilíbrio do mesmo, seja para tendência ácida ou básica acarreta diminuição da disponibilização de nutrientes para absorção das plantas. A correção da acidez dos solos ocasiona a diminuição da disponibilidade de alumínio, ferro, manganês, zinco e cobre, contudo, aumenta os teores disponíveis da maioria dos nutrientes, indicando que os valores de pH dentro de uma faixa de leve acidez determinam o ambiente nutricional mais equilibrado. Esta faixa, em geral, compreende valores de pH entre 5,2 e 6,0 (Moreira et al, 2006).

Devido às características do solo da região, se faz necessária a utilização de compostos, substâncias e/ou produtos fertilizantes, que promovam o aporte de nutrientes adequados, conforme relações acima descritas, para enriquecimento do solo e consequente desenvolvimento das plantas.

2.2. Fertilizantes Orgânicos

A degradação do solo é um grande problema ambiental da atualidade. Por essa razão, a aplicação de materiais com alta concentração de matéria orgânica e nutrientes são importantes para garantir o crescimento adequado de plantas e a nutrição do solo (EVANYLO et al., 2008; SHERIDAN, 1979 e TEJADA, 2009).

Desde o século XVII são elaborados estudos acerca dos nutrientes do solo e desenvolvimento de fertilizantes químicos que possam nutrir e suprir a carência destes em determinados nutrientes essenciais para as plantas. No século XIX, em 1849, os irmãos Chappell conseguiram a primeira patente para a produção de fertilizantes químicos (SHERIDAN, 1979).

A utilização de fertilizantes químicos em larga escala usualmente acarreta a degradação do solo e do meio ambiente, além da poluição por metais pesados. A produção dos fertilizantes químicos, utiliza grande quantidade de energia e fixa nitrogênio diretamente da atmosfera, aumentando a quantidade de nitrogênio na biosfera. Portanto, os fertilizantes químicos aumentam os fluxos de nitrogênio e fósforo em uma época em que os níveis de nitrogênio já estão acima do ideal e o de fósforo também está alto (CHIEW et al., 2015).

Além dos fertilizantes químicos, existem também os fertilizantes feitos a partir de dejetos de animais (gados e aves). Esse tipo de fertilizante ajuda na aeração do solo e é rico em microrganismos. Contudo, a quantidade de nutrientes disponíveis é baixa e sua decomposição ocorre de forma lenta (HAN et al., 2016).

Existem diversos tipos de fertilizantes produzidos a partir de resíduos e suas diferenças principais estão associadas à matéria prima utilizada, formas de utilização, fontes de microrganismos, entre outros. Ao contrário dos fertilizantes químicos, os fertilizantes à base de resíduos orgânicos são baratos por serem produzidos utilizando uma variedade de matéria prima que inclui resíduos orgânicos, de madeira e capim (OWAMAH et al., 2014). Possuem diversas vantagens para o meio ambiente, como energia de alta qualidade (biogás) que é obtida no processo de produção e os nutrientes são preservados (CHIEW et al., 2015).

Uma alternativa de fertilizante com maiores teores de nutrientes seria a utilização de fertilizantes feitos a partir de resíduos comerciais, domésticos e agropecuários. O uso desse tipo de fertilizante pode promover benefícios socioeconômicos e ecológicos como o aumento da qualidade do solo, do crescimento das plantas e do meio ambiente de forma geral (OWAMAH et al., 2014).

Contudo, para garantir que o composto produzido seja adequado para ser utilizado é importante ter conhecimento sobre a composição do resíduo que fará parte do processo de compostagem, do solo que receberá o fertilizante e da planta que será cultivada (GARCIA et al, 1992). Em análises de fertilizantes ricos em resíduos orgânicos, madeira e capim é possível encontrar nutrientes como: nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, zinco, molibdênio, ferro, manganês, cobre; hormônios que vão ajudar no desenvolvimento e a resistência das plantas; os microrganismos benéficos, seres que ajudam nos processos de defesa das plantas e na disponibilização de nutrientes, entre outros (MOREIRA, 2006).

A Instrução Normativa nº 61 de 08 de julho de 2020 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) estabelece regras sobre definições, exigências e especificações relacionadas à fertilizantes orgânicos e biofertilizantes que são utilizados na agricultura. De acordo com essa instrução o fertilizante orgânico pode ser classificado como A ou B, sendo:

Classe A: Produto que utiliza em sua produção matéria-prima gerada nas atividades extrativistas, agropecuárias, industriais e comerciais, incluindo aquelas de origem vegetal, animal, lodos industriais e agroindustriais de sistema de tratamento de águas residuais autorizado pelo Órgão Ambiental, resíduos de frutas, legumes e verduras e restos de alimentos gerados no pré e pós-consumo, segregados na fonte geradora e recolhidos por coleta diferenciada, todos isentos de despejos ou contaminantes sanitários, resultando em produto de utilização segura na agricultura; Classe B: Produto que utiliza em sua produção quaisquer quantidades de matérias-primas orgânicas geradas nas atividades urbanas, industriais ou agroindustriais, incluindo a fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos da coleta convencional, lodos gerados em estações de tratamento de esgotos, lodos industriais e agroindustriais gerados em sistemas de tratamento de águas residuais contendo qualquer quantidade de despejos ou contaminantes sanitários, todos com seu uso autorizado pelo Órgão Ambiental, resultando em produto de utilização segura na agricultura (BRASIL, 2006, p.3).

E os biofertilizantes, que são produtos compostos por princípio ativo ou agente orgânico, sem agrotóxicos, capazes de atuar direta ou indiretamente, sobre as plantas cultivadas, elevando a sua produtividade, por sua vez pode ser subdividido em grupos conforme descrito a seguir:

Biofertilizante de aminoácido: produto obtido por fermentação ou hidrólise de materiais orgânicos naturais; Biofertilizante de substâncias húmicas: produto obtido por decomposição e solubilização de materiais orgânicos e posterior oxidação e polimerização formadas basicamente por ácidos húmicos, ácidos fúlvicos e huminas; Biofertilizante de extratos de algas ou algas processadas: produto obtido por extração e beneficiamento de algas; Biofertilizante de extratos vegetais: produto obtido por extração de compostos orgânicos solúveis da fermentação ou beneficiamento de materiais orgânicos, isentos de contaminação biológica; Biofertilizante composto: produto obtido pela mistura de dois ou mais biofertilizantes dos grupos de aminoácidos, substâncias húmicas, extratos de algas, extratos vegetais e outros princípios ou agentes orgânicos aprovados. Outros biofertilizantes que venham a ser aprovados pela pesquisa brasileira oficial ou credenciada ((BRASIL, 2006, p.2).

A produção de fertilizantes a partir dos resíduos orgânicos, gerados na área de estudo, utilizando a compostagem é uma ótima alternativa para tratamento dos mesmos, visto que atualmente estes são transportados por aproximados 125 km, para serem dispostos em aterros. A compostagem é uma forma de evitar a incineração ou disposição em aterros sanitários, sendo ainda capazes de atuar como fonte de matéria orgânica para o solo e plantas. (GARCIA *et al*, 1992).

2.3. Compostagem de resíduos orgânicos

A compostagem é um processo eficiente de biodegradação de matéria orgânica rica em carbono e nitrogênio, promovido por microrganismos em condições que atingem temperatura elevadas, que pode ser acelerado pela ação humana através da manipulação dos materiais e processos, originando um insumo agrícola estável, rico em sais minerais e elementos como fósforo, nitrogênio, potássio, cálcio, magnésio e ferro, conhecido como composto (BARROS, 2012; HERBETS *et al*, 2005).

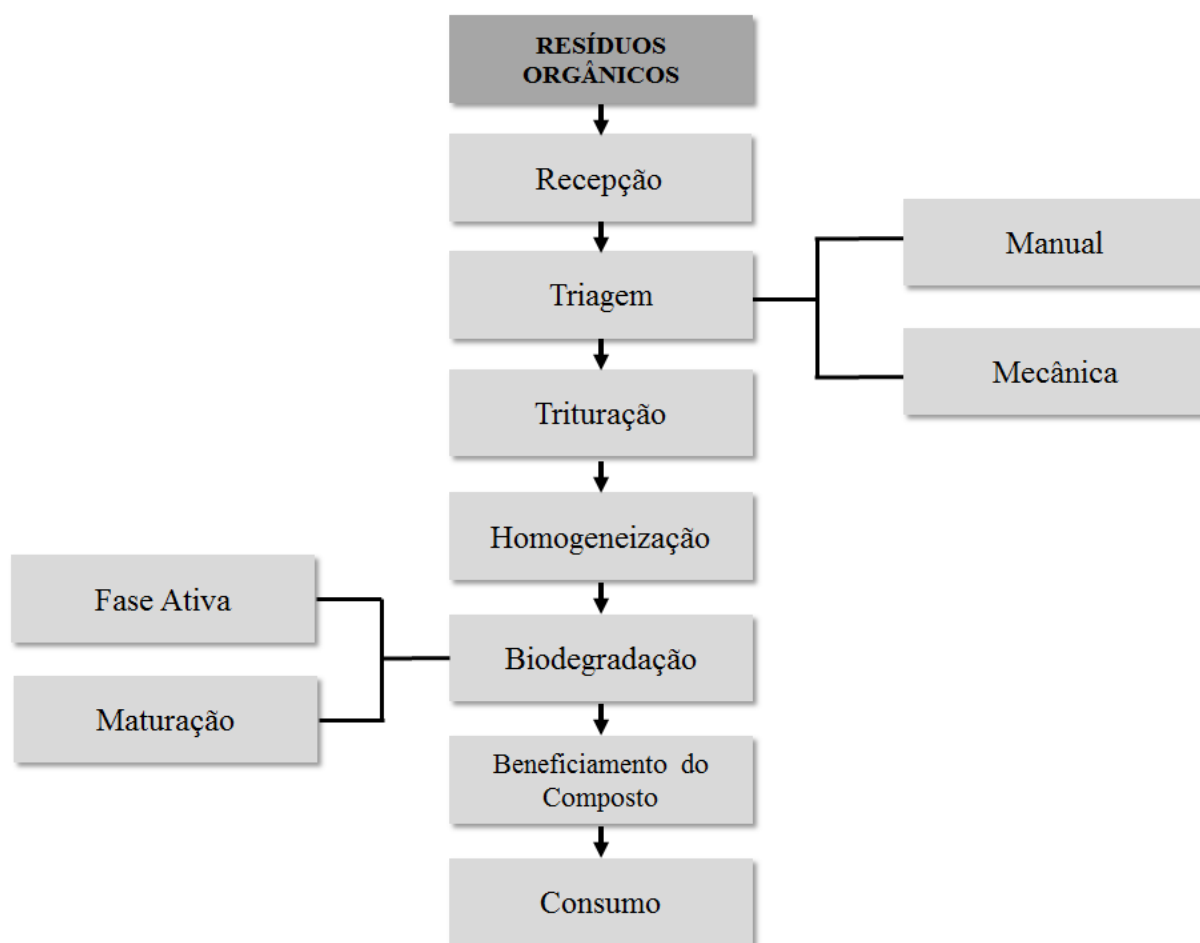
A matéria orgânica a ser decomposta é proveniente de restos vegetais e animais, originados na maioria das vezes de resíduos domiciliares e limpeza pública (restos de alimentos e podas), agrícolas ou industriais (agroindústrias, madeireiras, frigoríficos) e também do saneamento básico (lodos de estações de tratamento de esgotos) (MMA, 2017).

As técnicas de compostagem variam de acordo com custos operacionais, o método de aeração, controle de temperatura, formas de revolvimento do material, tempo necessário para produção do composto, espaço disponível, entre outros. Podendo ser classificadas em sistemas de alta ou baixa tecnologia.

Os sistemas de alta tecnologia são recomendados para usinas de compostagem de grande porte, que recebem resíduos de diversos geradores, envolvendo tecnologias mais complexas, que necessitam de infraestrutura e conhecimento técnico especializado. Os sistemas de baixa tecnologia são ideais para pequenas usinas de compostagem pois demandam um investimento inicial modesto e sua operação e manutenção é mais barata, pode ser aplicado em escala doméstica ou industrial, havendo a necessidade de controles de alguns fatores que influenciam nas características do produto final, (MMA, 2017; BARROS, 2012).

A compostagem por leiras é um dos sistemas de baixa tecnologia que consistem em fazer pilhas sucessivas de matéria orgânica seca, com alturas variáveis e formato triangular, trapezoidal ou semicircular. A aeração é feita através de revolvimentos periódicos com equipamentos de pequeno porte, de trado manual (GONZÁLES, 2015). O fluxograma da Figura 2 representa as etapas deste processo, considerando desde a aquisição dos insumos até a obtenção do composto final.

Figura 2: Fluxograma do processo de compostagem por leiras.



Fonte: A Autora, 2020.

Como pode ser visto na Figura 2, os resíduos gerados são descartados conforme orientações da coleta seletiva, acondicionados adequadamente e seguem para uma unidade de triagem, onde é feita a separação dos orgânicos que servirão como matéria prima e remoção dos materiais indesejados no processo como metais pesados, vidros, plásticos, entre outros, que pode ocorrer de forma manual ou mecânica. Após esta etapa, tanto os resíduos quanto os demais insumos utilizados no processo seguem para trituração. Essa é a etapa responsável pela diminuição do tamanho das partículas auxiliando no processo de decomposição realizado pelos microrganismos, visto que aumentam a área superficial de contato do resíduo, porém, não podem ter tamanho muito reduzido para que não ocorra a compactação da pilha e início do processo de anaerobiose (GONZÁLES, 2015).

Assim que preparados os resíduos orgânicos, os insumos são homogeneizados para dar início à formação das leiras. Neste processo podem ser acrescentados restos de poda, frutas, serragem. Todos estes elementos agregam nutrientes, umidade, aeração, incorporando

microrganismos e favorecendo o início do processo de biodegradação que dura cerca de 120 dias.

Durante o período de biodegradação ocorrem variações de temperaturas, microrganismos e vários processos químicos, principalmente nos primeiros 90 dias do processo, também conhecida como fase ativa, caracterizada pelas reações bioquímicas de oxirredução e pela rápida decomposição dos polissacarídeos e proteínas que se transformam em açúcares simples e aminoácidos. Essa fase é subdividida nas etapas: iniciais, termofílicas e mesofílicas. Nos últimos 30 dias, ocorre a humificação da matéria orgânica e a decomposição dos ácidos orgânicos e partículas maiores e mais resistentes, como celulose e lignina, fase conhecida como maturação (MMA, 2017).

Concluído o processo de biodegradação as leiras reduzem significativamente de tamanho e o composto orgânico já estabilizado com baixa atividade microbiana, temperatura estável e pH neutro, deve seguir para o beneficiamento, onde é realizada a remoção dos materiais inertes que ainda restaram no processo, a análise para controle de qualidade, ensacamento e disponibilização para uso.

A área para instalação de um pátio de compostagem deve ser preparada de maneira a atender os requisitos ambientais e evitar formas de contaminação do ambiente. Deve ser de fácil acesso e não muito distante, de maneira que não torne inviável custos relacionados à logística. Deve ser considerado espaço para deslocamento de máquinas, veículos como caminhões, e que permita realização de manobras. O local deve ser impermeabilizado de maneira a evitar a contaminação das águas subterrâneas, possuir drenagem para a coleta e escoamento do chorume e da água de limpeza dos equipamentos, ter cobertura sobre as leiras, principalmente em processo de maturação, visto que muita chuva pode retardar o processo, fazendo com que zonas anaeróbicas se desenvolvam (GAMES, 1998).

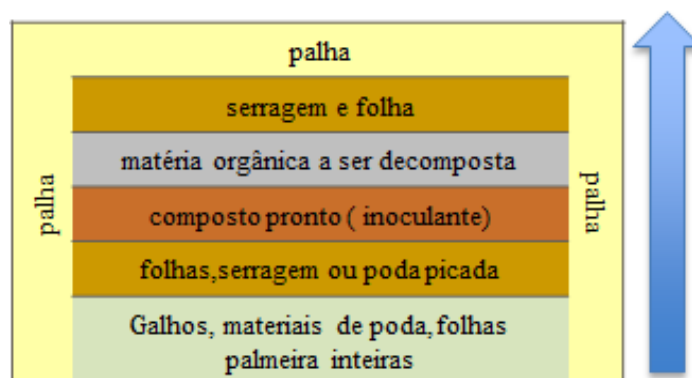
Em relação às estruturas, o pátio deve possuir áreas divididas para as leiras, armazenamento dos materiais que serão utilizados como fonte de carbono (serragem, palha, folhas e podas de árvores), área para limpeza e armazenamento dos coletores de orgânicos, área para armazenamento do composto em período de maturação e outra para beneficiamento do composto final (MMA, 2017).

Importante considerar no projeto barreiras arborizadas ou cordão verde de isolamento que poderão diminuir os impactos de ruídos, poeiras e eventuais odores da atividade nas vizinhanças no pátio e instalação de um muro ou tela de arame bem fechadas para evitar a entrada de animais.

A montagem da leira de compostagem é de fundamental importância pois garantirá a aeração do processo. Suas dimensões variam de acordo com espaço disponível, porém, é importante não ultrapassar 2 metros de largura devido à aeração, 1,5 metros de altura caso se pretenda revolver manualmente. O comprimento pode variar de 1 a 20 metros. O formato preferencialmente retangular (MMA, 2017).

Para composição das leiras é ideal o controle da mistura de material seco, que fornecerá o carbono (C) e o material orgânico (úmido), rico em nitrogênio (N). O Manual de compostagem MMA (2017), recomenda que sejam misturados materiais com relação C/N alta, utilizando-se cerca de $\frac{2}{3}$ de material seco para $\frac{1}{3}$ de material úmido. A Figura 3 apresenta como as camadas de leiras devem ser montadas.

Figura 3: Representação esquemática das camadas da leira.



Fonte: A Autora, 2020.

2.3.1 Fatores que influenciam no processo de Compostagem

A eficiência do processo de compostagem está diretamente relacionada à qualidade dos materiais que serão decompostos e aos controles realizados no processo. A Tabela 1 apresenta os parâmetros que precisam ser controlados durante o processo de produção.

Tabela 1: Fatores de controle durante processo de produção.

Parâmetro	Limites de controle
Temperatura (°C)	45 a 70, sendo ótimo a 60
Aeração (%)	entre 5 e 15, sendo 5 o limite mínimo
Umidade (%)	entre 40 e 60
Granulometria (mm)	20 a 50
pH	5 a 7,5 no início e 7 a 8 durante decomposição
Microrganismos	Aeróbios mesofílicos termofílicos, como bactérias, actinomicetos e fungos
Relação Carbono e Nitrogênio (C/N)	Taxa ótima de 30:1 a 40:1 no início e 10:1 final

Fonte: Adaptado de Herbets *et al* (2005) e Barros (2012).

De acordo com Barros (2012), a temperatura é um indicador da atividade microbiana, uma vez que diferentes microrganismos se desenvolvem em temperaturas distintas. O seu controle permite acompanhar a evolução do processo e auxilia na eliminação de ovos viáveis e na inativação de enzimas. O processo de aeração é influenciado pelo tamanho das partículas, temperatura e umidade. A manutenção do oxigênio em níveis ideais, favorece a remoção de calor, umidade, eventuais gases provenientes da biodegradação, contribui para a manutenção da temperatura, evitando geração de odores e proliferação de vetores. A falta de oxigênio, favorece o processo de anaerobiose, acidificando o material (HERBETS *et al*, 2005).

A umidade da leira influencia na qualidade do composto, no volume de produção do chorume e na demanda por secagem. Seu excesso dificulta o processo de degradação e sua ausência ou baixos teores prejudicam o amadurecimento. O equilíbrio entre os elementos carbono e nitrogênio contribui para a fixação dos nutrientes, sendo o carbono responsável por fornecer energia para a ativação da síntese celular e o nitrogênio é o constituinte básico do material celular sintético como proteínas, ácidos nucleicos, aminoácidos, enzimas, sendo essenciais para o crescimento dos microrganismos, (BARROS, 2012).

De acordo com Herbets *et al* (2005), as dimensões das partículas que compõem a leira favorecem a superfície de contato entre microrganismos e nutrientes, sendo que quanto mais fragmentado o material, mais rápido será o processo. O pH é responsável por condicionar o desenvolvimento dos microrganismos, sendo as bactérias, os fungos e os actinomicetos os principais que atuam no processo (EVANYLO, 2009).

Todos estes fatores direto ou indiretamente interferem na atividade dos microrganismos responsáveis pela degradação, indicam a qualidade e a eficiência do processo, além de influenciarem na qualidade final do composto.

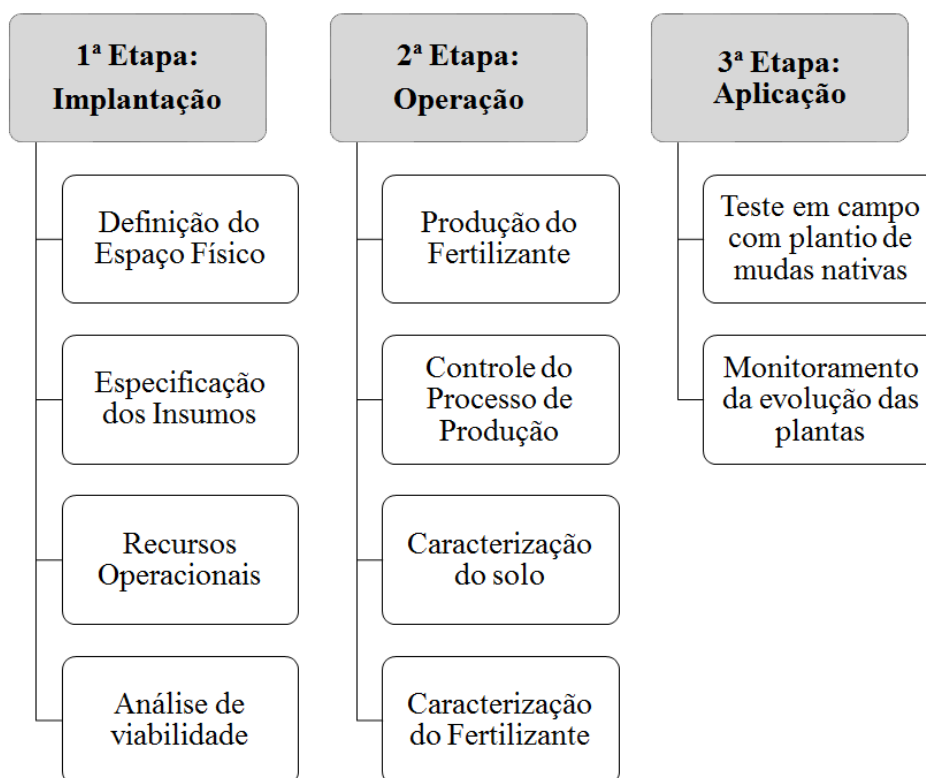
3. MATERIAL E MÉTODO

3.1. Considerações Iniciais

A metodologia aplicada no desenvolvimento do trabalho baseia-se em uma pesquisa de campo com caráter qualitativo e quantitativo, descritiva, de natureza aplicada e execução de experimento comparativo. A pesquisa foi dividida em etapas, onde foram avaliados os aspectos necessários para a implantação de uma base de compostagem e sua efetiva produção; a operação da base para produção de fertilizantes utilizando resíduos orgânicos, com monitoramento de parâmetros de controle durante o processo produtivo e posterior caracterização do fertilizante obtido e do uso convencional no programa de recomposição florestal da RPPN Caruara; a caracterização do solo da área de estudo e a aplicação prática com uso dos dois fertilizantes em campo para avaliação do desenvolvimento de mudas nativas. A execução prática contou com a colaboração de uma empresa situada no Porto do Açu, em São João da Barra, região norte do Estado do Rio de Janeiro.

O Fluxograma da Figura 3, detalha as fases de execução da pesquisa e nos tópicos a seguir os materiais e métodos empregados para atingir os objetivos estabelecidos.

Figura 4: Fluxograma metodológico das etapas de desenvolvimento do projeto.



Fonte: A Autora, 2020.

3.2. Implantação

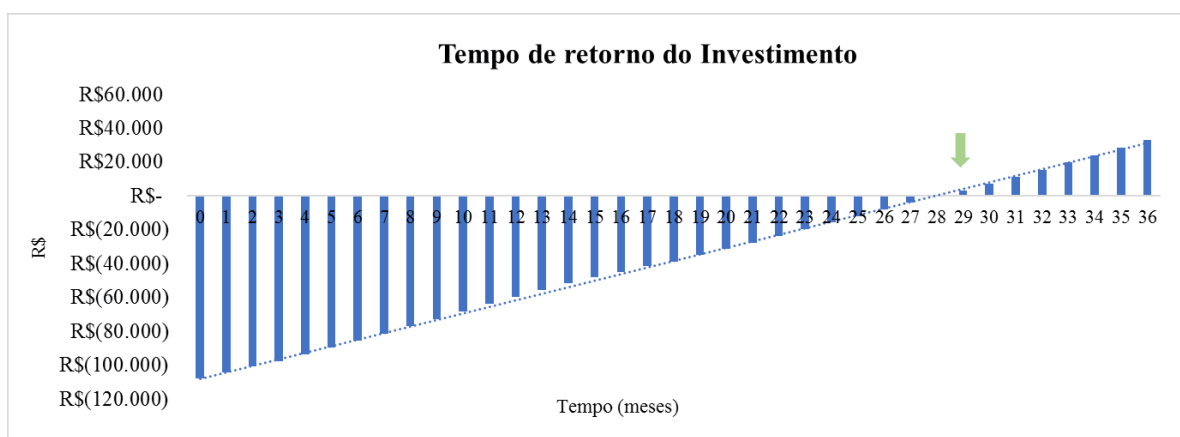
A definição do espaço físico de implantação teve como premissa o volume de resíduos a ser processado, condições de acessibilidade, infraestrutura. Foi identificada uma área de 1.220 m², dentro do complexo industrial que já possuía recursos de energia e atendimento aos requisitos ambientais que poderia ser utilizada.

Como principais insumos para produção do fertilizante foram adotados os resíduos orgânicos, cujas áreas de geração foram mapeadas e identificadas na primeira etapa deste projeto, detalhado no artigo 1. O capim e a madeira foram gerados durante as atividades de manutenção das áreas verdes do empreendimento. Os resíduos orgânicos são compostos por restos de alimento dos restaurantes e copas, são armazenados em uma câmara fria e a cada 02 ou 3 dias pesados e transportados até a unidade de compostagem.

Os recursos necessários para operação da base de compostagem foram, principalmente, mão de obra e equipamentos. Com relação aos equipamentos foram considerados os a trado manual (pás, enxadas, ancinhos, carrinho de mão), medidores de umidade e temperatura, peneira em aço inox, contentores plásticos, triturador de madeira, entre outros.

A análise de viabilidade contemplou os custos referentes à adequação do espaço para início das atividades, aquisição dos equipamentos e operação em relação à despesa mensal com destinação de resíduos orgânicos e custos de aquisição do composto para utilização nos plantios da RPPN. Como representado na Figura 5, utilizando o cálculo de *payback* simples, que é um método simples de cálculo do tempo de retorno de um capital investido conforme Bordeaux (2013), o tempo de recuperação do investimento foi estimado em 29 meses.

Figura 5: Tempo de retorno dos investimentos.



Fonte: A Autora, 2020.

3.3. Operação

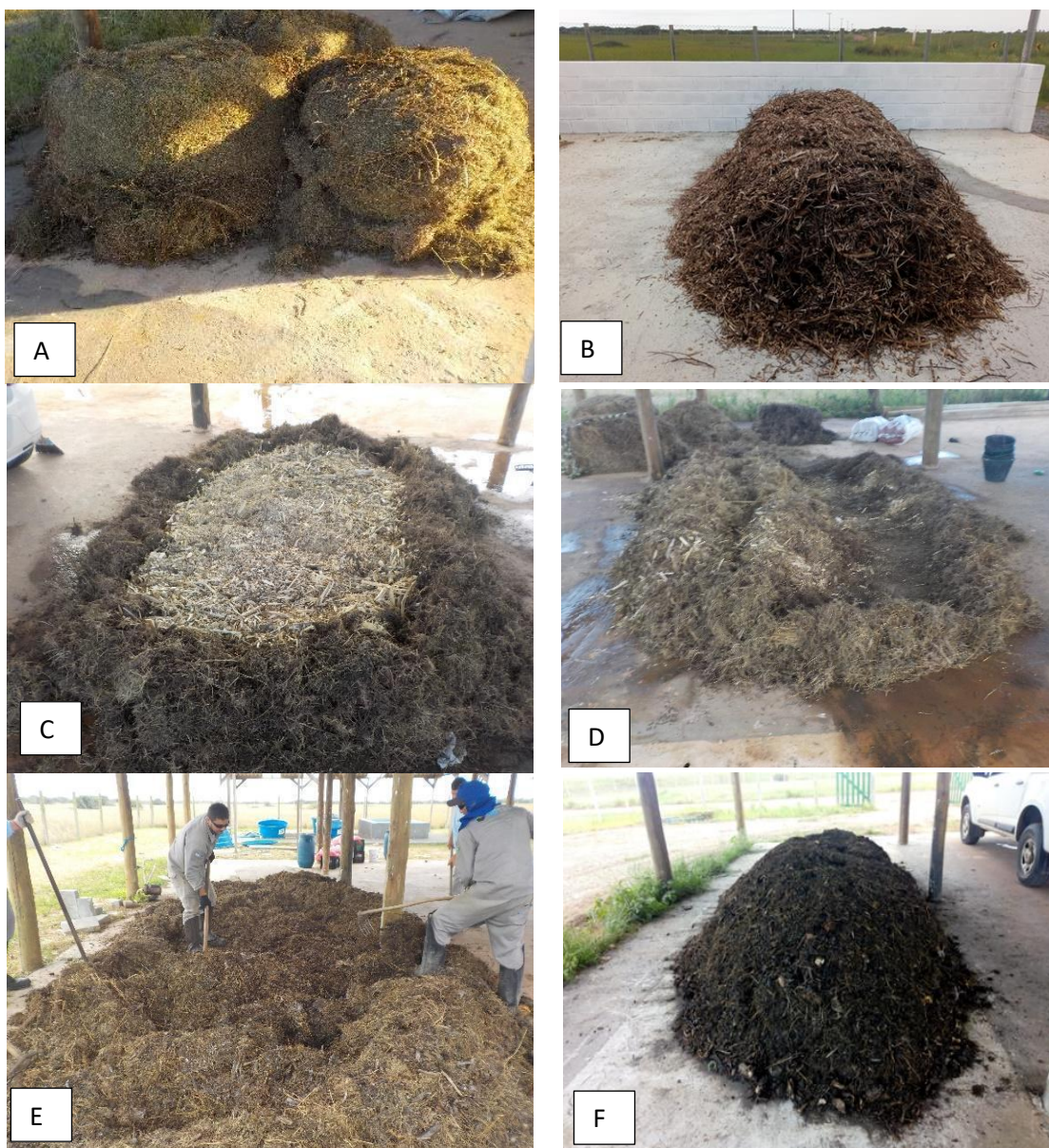
3.3.1. Produção do Fertilizante

O sistema de compostagem por leiras foi o escolhido para realização do processo de produção do fertilizante, os insumos foram aplicados na proporção de $\frac{2}{3}$ de material seco (capim e madeira) para $\frac{1}{3}$ de material úmido (resíduos orgânicos) em termos de volume.

A leira foi preparada com camadas de capim e madeira que foram homogeneizados para adição dos resíduos orgânicos, como etapas apresentadas na Figuras 6. Foi realizada a aspersão destes com uma solução de acelerador biológico, para ativação da atividade microbótica da leira.

A leira foi deixada em descanso pelo período de 02 a 03 dias até aplicação de nova batelada de orgânicos. Foram aplicadas uma média de 25 bateladas de resíduos orgânicos por leiras. Quando observadas características de alta umidade e saturação da leira, as adições de orgânico foram paralisadas sendo mantidas as medições e os revolvimentos, até a obtenção do insumo final.

Figura 6: Etapas de preparação da leira



6A: Capim seco para composição da leira; 6B: Madeira seca para composição da leira; 6C: Despejo de capim e madeira, para formação da leira; 6D: Homogeneização da leira; 6E: Revolvimentos da leira após aplicação de orgânicos; 6F: Encerramento das adições de orgânicos e início do processo de maturação da leira.

Fonte: A Autora, 2020.

Após a conclusão do período de maturação, com o uso de uma peneira artesanal, foi realizado o peneiramento da leira. O material não decomposto, em sua maioria cavacos de madeira, foi quantificado e utilizado para a formação da próxima leira. O composto obtido foi ensacado e armazenado até a coleta da amostra para caracterização e a execução dos testes em campo.

3.3.2 Controle do processo de produção

Habitualmente, antes do lançamento de resíduos orgânicos e revolvimento da leira foram monitorados os dados de temperatura e umidade. Estes parâmetros foram selecionados para controle e acompanhamento do comportamento do processo de produção ao longo do tempo e por interferirem na atividade dos microrganismos responsáveis pela degradação da matéria orgânica.

3.3.3 Análises de Solo

Para avaliar a qualidade do solo que irá receber o composto produzido, foi realizada uma amostragem do solo da região de estudo. Portanto, foi realizada a coleta de 01 amostra de solo a uma profundidade de 20 cm, de acordo com recomendações da EMBRAPA (2009). As análises foram realizadas por especialistas do Laboratório Merieux Nutriscience, seguindo protocolo da EMBRAPA (2009) e EMBRAPA (2017). As variáveis de solo medidas foram: P, K, Ca, C, Mg, Al, H+Al, Fe, Mn, Zn; soma de bases (S), saturação por bases (V), percentagem de sódio trocável (PST), saturação por alumínio (m); matéria orgânica.

3.3.4 Caracterização do fertilizante produzido e de uso convencional

Após a obtenção do fertilizante foi realizada a coleta de uma amostras para análise química de macronutrientes primários como nitrogênio Total (N), fósforo (P₂O₅) e potássio (K₂O₅); macronutrientes secundários: cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) e os micronutrientes: ferro (Fe), manganês (Mn), cobre (Cu), zinco (Zn), boro (B) e molibdênio (Mo). Demais análises foram realizadas e o relatório completo constando todos os parâmetros, resultados e metodologia estão apresentados no **APÊNDICE A**. As análises foram realizadas pelo laboratório FAAHF-LAB Centro de Análises LTDA, utilizando como metodologia ensaios definidos pela EMBRAPA (2009).

Para comparação do nível de qualidade do fertilizante produzido foi coletada uma amostra do composto convencional já utilizado nas atividades de plantio da Reserva e submetido às mesmas análises.

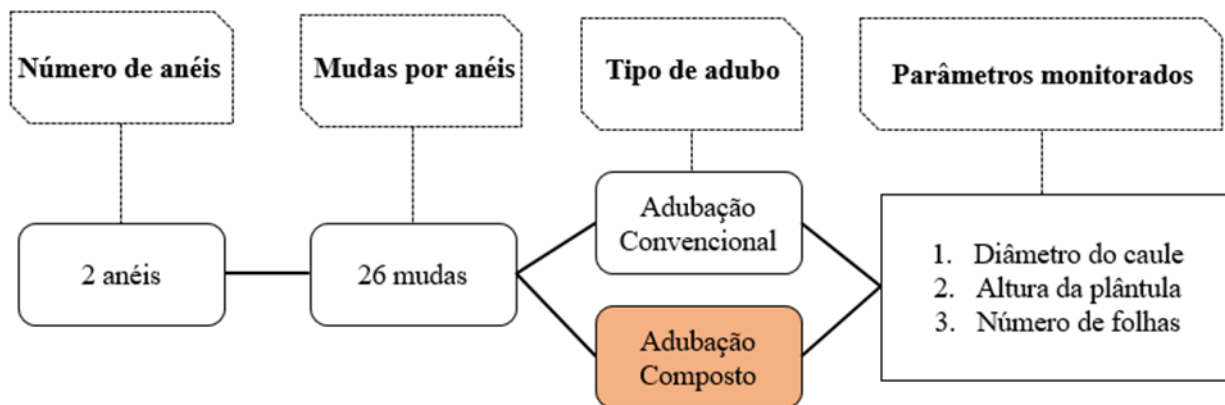
3.4. Aplicação

3.4.1. Testes do composto no plantio de mudas nativas

Assim como realizado no projeto de recomposição de restinga, foram utilizadas mudas características de plantios em áreas secas (crista de cordões arenosos), para realização de plantios testes utilizando a adubação com o composto convencional (proveniente de dejetos de animais) já utilizado nos plantios e com o fertilizante produzido. Foi seguida a metodologia H31 proposta por Tieppo (2011), onde os plantios foram realizados em anéis ou núcleos, distribuídos linearmente.

Seguindo o esquema apresentado na Figura 7, foram plantados 2 anéis, sendo 01 para cada fertilizante. Das mudas plantadas 26 foram identificadas por meio de lacres numerados para que fossem monitorados os parâmetros indicadores de desenvolvimento das plantas selecionados: número de folhas, diâmetro e altura do caule.

Figura 7: Fluxograma representativo do teste de plantio.



Fonte: A Autora.

As medições iniciais dos parâmetros foram realizadas no momento do plantio e as medições finais após 6 meses. Para avaliação do desenvolvimento da planta foi utilizado o cálculo da taxa de crescimento absoluto, que fornece informações sobre a variação do crescimento das plantas em um intervalo de tempo, conforme fórmulas indicadas por Silva (2000):

i) Taxas de crescimento absoluto do diâmetro do caule -TCADC em mm/dia:

$$TCADC = \frac{Df - Di}{(T1 - T0)}$$

ii) Taxa de crescimento absoluto caulinar (altura planta) - TCAAP em cm/dia:

$$TCAAP = \frac{Hf - Hi}{(T1 - T0)}$$

iii) Taxa absoluta de formação de folhas - TAF em nº de folhas/dia:

$$TAF = \frac{Ff - Fi}{(T1 - T0)}$$

Em que:

Df = Diâmetro final medido em milímetros

Di = Diâmetro inicial medido em milímetros

Hf = Altura final do caule da muda em centímetros

Hi = Altura inicial do caule da muda em centímetros

Ff = Número de folhas final da muda em unidade

Fi = Número de folhas inicial da muda em unidade

T1 = Tempo final em dias

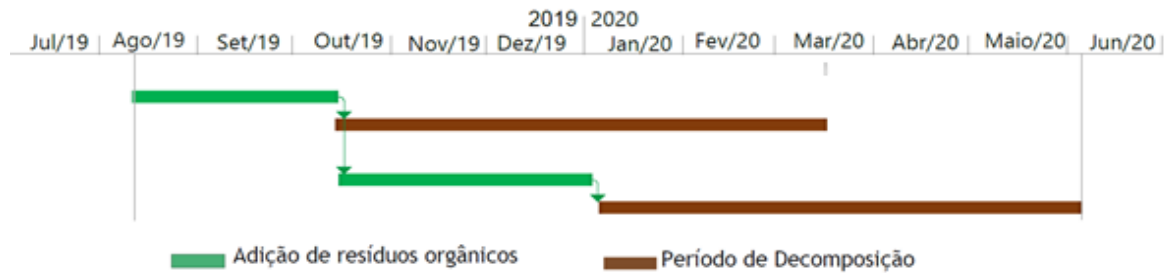
T0 = Tempo inicial em dias

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Produção do Fertilizante

Para produção do composto objeto deste estudo, foi utilizado um volume total de 9.427 kg de resíduos orgânicos. Com este volume foi possível produzir 02 leiras que entre as fases de adição dos resíduos e degradação teve duração de 11 meses, como representado na Figura 8:

Figura 8: Cronograma representativo do período de produção do composto.



Fonte: A Autora, 2020.

As dimensões máximas das leiras foram 1,1 m de largura, 7,6 m de comprimento e 0,92m de altura. O tempo médio de início da instalação da leira até obtenção do composto final foi de 212 dias, sendo que as leiras 01 recebeu 20 bateladas (ton) de resíduos orgânicos por um período de 78 dias e a leira 02, 28 bateladas durante 68 dias. O tempo de biodegradação e obtenção do fertilizante foi de 117 dias para a leira 01 e 161 dias para a leira 02.

Foram utilizados um total aproximado de 11,1 toneladas (ton) de insumos, sendo deste 9,4 ton, o equivalente a 84% de resíduos orgânicos. Dos insumos totais, aproximadamente 10 ton foram decompostos e 1,2 ton, em sua maioria madeira picada, restaram no processo. O que representa uma redução aproximada de 85% dos insumos equivalentes em massa. A Tabela 2 abaixo apresenta a quantidade de insumo e fertilizantes obtidos por leira e a imagem do fertilizante final pode ser observado na Figura 9.

Tabela 2- Detalhamento das dimensões, insumos e produtos obtidos por leira.

Leira	Matéria seca		Volume de Resíduos orgânicos destinados (kg)	Quantidade de Composto obtido(kg)
	Capim (kg)	Madeira picada (kg)		
Leira 01	207	762	4100	550
Leira 02	276	552	5327	980

Fonte: A Autora, 2020.

Figura 9: Composto pronto



Fonte: A Autora, 2020.

Considerando o volume utilizado, a área disponível para operação da unidade e o tempo para decomposição do material, foi possível estimar a capacidade operacional de 50 toneladas por ano, com o recebimento de até 200 kg de resíduos por dia e produção estimada de 7 toneladas por ano.

4.1.2 Controle do processo de produção

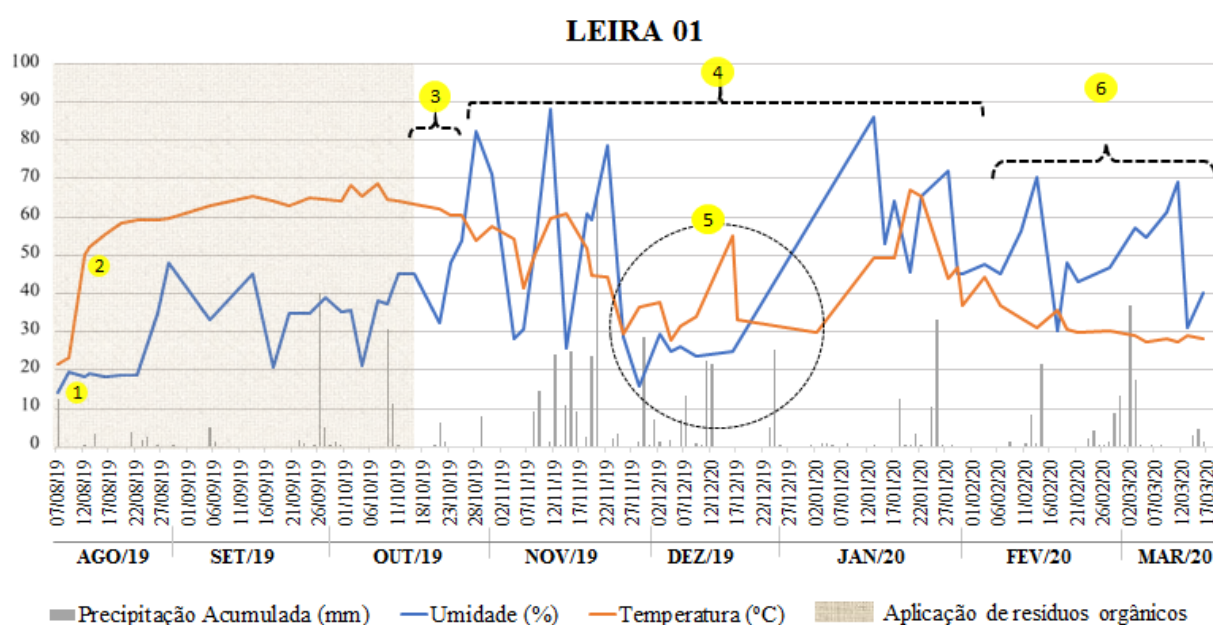
Os parâmetros de temperatura e umidade foram selecionados para acompanhamento e controle do método proposto para produção do fertilizante. Estes parâmetros são determinantes para o desenvolvimento e a manutenção da atividade dos microrganismos responsáveis pela degradação da matéria orgânica e acompanhamento da evolução da compostagem (HERBETS *et al.* 2005).

De modo a verificar a influência dos períodos de chuva, os dados foram também correlacionados com os índices de precipitação diários ocorridos na região no período de agosto

de 2019 a junho de 2020, período de produção do fertilizante. Estes dados foram obtidos por meio da estação meteorológica localizada a 370 m da unidade de compostagem.

As duas leiras foram produzidas seguindo o mesmo método, sendo a leira 02 iniciada quando alcançada a capacidade de recebimento de resíduos orgânicos da primeira leira. As medições da leira 01 (Figura 10), foram realizadas entre os meses de agosto de 2019 e março de 2020 e a leira 02 (Figura 11), de outubro de 2019 à junho de 2020. A seguir são apresentados e discutidos os resultados do monitoramento de cada leira, os pontos numerados em destaque nas figuras serão referenciados com o uso de parênteses ao longo da discussão.

Figura 10: Resultados de temperatura e umidade da Leira 01 ao longo do período de monitoramento.



1 - temperatura inicial; 2 - início da atividade dos microrganismos atuantes na fase ativa; 3 - conclusão da etapa de aplicação de resíduos; 4 - período de maturação com revolvimentos periódicos da leira; 5 - detecção de melhoria do processo de operação; 6 - redução e inatividade dos microrganismos termofílicos, conclusão do processo.

Fonte: A Autora, 2020.

A aplicação dos resíduos orgânicos na leira 01 aconteceu no período de 07/08/2019 a 14/10/2019, representado pela área hachurada no gráfico. A temperatura inicial foi de 21,5°C e umidade 14,2% (1). A terceira medição realizada cinco dias após início da instalação da leira indicou um aumento de temperatura, atingindo 50,1°C e umidade 18,3% (2), indicativo do início do processo de atividade dos microrganismos atuantes na fase ativa do processo de biodegradação. Durante o período de aplicação de resíduos orgânicos (área hachurada no gráfico), a temperatura permaneceu entre 50,1 e 68,9 °C e a umidade entre 18,3 e 48,0%,

mantendo uma média de 61,5°C e 44,8% de temperatura e umidade respectivamente, ainda por 14 dias após interrupção das aplicações de resíduos (3).

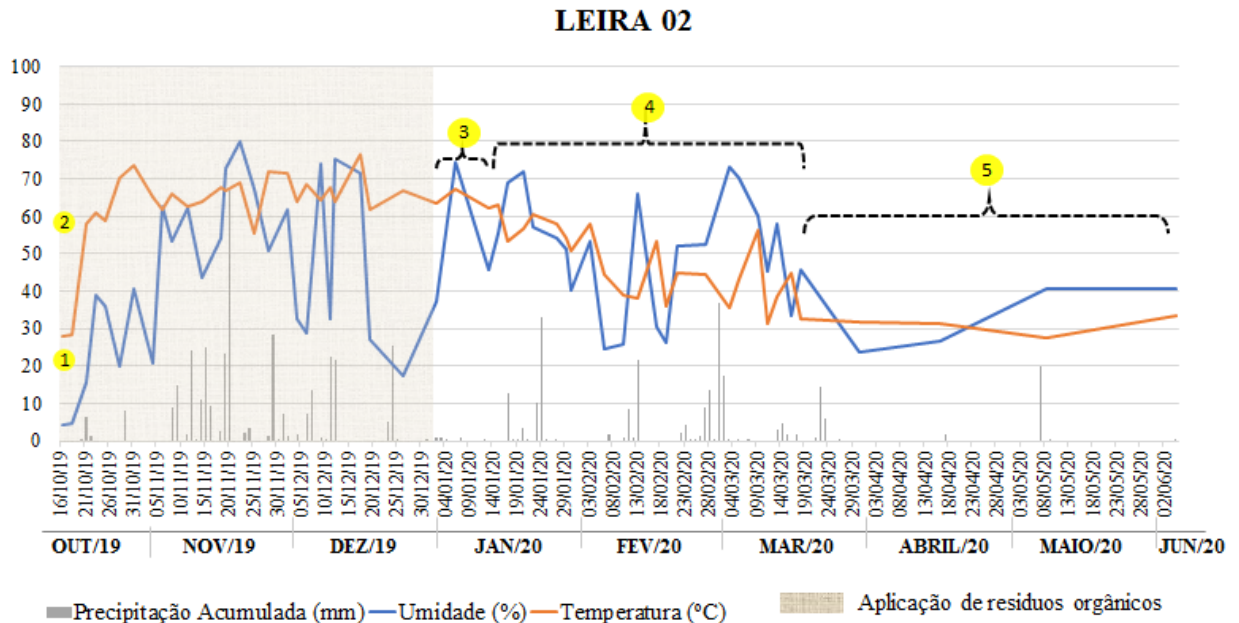
Após este período a temperatura passou a apresentar variações contínuas mantendo uma média de 45,9°C durante 98 dias (4), sofrendo oscilações mais evidentes com relação às variações de umidade, que neste período apresentou média de 49,0%, marcado por ocorrências de picos que chegaram à 88%. É necessário realizar um adendo com relação a este período de acompanhamento da leira 01, no período destacado pelo círculo (5), a leira apresentou uma baixa taxa de umidade (15,9%), seguida por baixas temperaturas, média de 33,5°C por 12 dias (28/11/2019 a 09/12/2019). A baixa umidade ocasionou uma inativação dos organismos atuantes que fez com que fosse interpretado como estabilização da leira, porém ao ser peneirado e acondicionado, o material apresentou leve aumento de temperatura (pico representado). Em paralelo, uma pequena amostra do composto foi utilizada para plantios teste no processo de produção de mudas, que não respondeu como esperado. O composto foi então disposto novamente em leira, umectado e revolvido continuamente até que houvesse estabilização da temperatura, desta forma, até que tal comportamento fosse percebido o material permaneceu acondicionado por 24 dias, sendo então considerados 74 dias de processo e não 98.

De acordo com Cooper (2010), a etapa de maturação deve ser bem monitorada, pois a aplicação de fertilizante ainda não estabilizado no solo, eleva a relação C/N do meio, com produção excessiva de amônia que pode ser tóxica para a planta, podendo ocorrer também a diminuição do oxigênio da raiz das plantas devido à intensa atividade microbológica.

Nos últimos 43 dias de acompanhamento da leira 01 (6), a temperatura se manteve próxima apresentando uma média de 30,5°C, com máxima de 36,7°C e mínima de 27,5°C, características da redução e inatividade dos microrganismos termofílicos. Já a umidade apresentou variações maiores, com média de 50,2%, máxima de 70,5% e mínima de 30,1%.

Com relação a leira 01, observa-se que no período de agosto a outubro/2019 ocorreram poucas chuvas. Entre novembro/2019 e março/2020 houve precipitações médias de 2,94 mm e máxima de 66,5 mm, porém no decorrer deste período, a umidade da leira apresenta uma variação que pode ser relacionada a umidade ambiente apenas quando as precipitações foram superiores a 30 mm.

Figura 11: Resultados de temperatura e umidade da Leira 02 ao longo do período de monitoramento.



1 - temperatura inicial; 2 - início da atividade dos microrganismos atuantes na fase ativa; 3 - conclusão da etapa de aplicação de resíduos; 4 - período de maturação com revolvimentos periódicos da leira; 5 - redução e inatividade dos microrganismos termofílicos, conclusão do processo.

Fonte: A Autora, 2020.

A aplicação dos resíduos orgânicos na leira 02 aconteceu no período de 16/10/19 a 04/01/2020, representado pela área hachurada no gráfico. A temperatura inicial foi de 27,8°C e umidade 4,2% (1). O aumento de temperatura nesta leira também foi observado na terceira medição, cinco dias após início da instalação, atingindo 58,1°C e umidade 15,7% (2). Durante o período de aplicação de resíduos orgânicos, a temperatura permaneceu entre 65,6°C e 76,7 °C e a umidade variou entre 15,7 e 80,1%. Concluídas as aplicações de resíduos (3), a temperatura permaneceu na média de 64,3°C e umidade 58,5% durante 13 dias.

Após este período, a temperatura apresentou variações contínuas mantendo uma média de 47,0°C e umidade média de 50,7% durante 58 dias (4). Nos últimos dias de acompanhamento da leira (5), a temperatura permaneceu estável apresentando uma média de 31,3°C, com máxima de 33,6°C e mínima de 27,4°C e a umidade apresenta menos variações que a leira 01, com média de 35,5%, máxima de 45,9% e mínima de 23,9%. Importante destacar que após o dia 18/03, a leira 02 ficou paralisada, sem leituras contínuas que permitissem acompanhar as variações dos parâmetros, estes foram medidos apenas 01 vez ao mês em função da interrupção das atividades causada pela Pandemia do Covid 19, porém as leituras de 18 e 30/03/20 já indicavam início de estabilidade da temperatura (31,7°C e 31,3°C respectivamente)

O início de produção da leira 02 se deu no período de novembro a março/2020, período com ocorrência de chuvas, sendo observado o mesmo comportamento apresentado pela leira 01, a umidade da leira apresentou variações que puderam ser relacionados à umidade ambiente apenas quando as precipitações foram superiores a 30mm.

Em ambas as leiras é possível observar uma relação direta entre os dois parâmetros monitorados, havendo momentos em que quando a temperatura se aproximou do limiar de 70°C, a umidade reduziu significativamente. Os picos de temperatura acompanhados de baixa umidade indicam atividade dos microrganismos, ao decompor liberam energia, que gera aumento de temperatura e consome água do processo, quanto maior a temperatura maior será a absorção de oxigênio e mais rápida a taxa de decomposição (GAMES, 1998).

As temperaturas inicial e final das leiras foram similares à temperatura ambiente, sendo possível através do comportamento deste parâmetro identificar os períodos em que houve início das atividades dos microrganismos atuantes na fase ativa do processo de biodegradação. De acordo com Games (1998), a temperatura inicial da leira é similar à ambiente, ao iniciar o processo de decomposição algumas bactérias geram um pequeno aumento de temperatura favorecendo o desenvolvimento de microrganismos mesofílicos (fase inicial). Estes ao atuar aumentam um pouco mais a temperatura, criando um ambiente propício às bactérias termofílica (fase termofílica) que prosperam e mantém a temperatura da leira por determinado período, enquanto ainda existem nutrientes e o ambiente favorável para as mesmas. No declínio destas a temperatura reduz novamente dando lugar aos fungos mesofílicos e os actinomicetos (fase mesofílica) que retornam ao processo para decomposição do restante das substâncias orgânicas ainda existentes.

Considerando as variações características de temperaturas observadas para cada leira e o número de dias em operação após o término da adição de resíduos orgânicos, são indicados na Tabela 3 os períodos de duração das fases ativa e de maturação de cada leira:

Tabela 3: Período de duração das fases de biodegradação por leiras.

Fase	Período (dias)	
	Leira 01	Leira 02
Ativa	76	82
Maturação	41	79
Total	117	161

A fase ativa da leira 01 durou aproximadamente 76 dias e da leira 02, 82 dias. A fase de maturação foi estimada em 41 dias para a leira 01 e 79 para a leira 02. Totalizando um tempo médio de 139 dias para produção do fertilizante. Leite (2015) realizou processo de compostagem termofílica com revolvimento mecânico diário para decomposição de lodos provenientes de estação de tratamento de esgoto e obteve composto estabilizado após 82 dias de produção.

4.2. Caracterização do Solo

Com o intuito de avaliar as características do solo da área de estudo que receberá o composto (Fazenda Caruara), foram realizadas análises químicas cujos principais resultados estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4: Principais resultados da análise laboratorial de solo.

Parâmetros	Resultados	
Macronutrientes Primários	Nitrogênio Total	0,0157%
	Fosfato (P ₂ O ₅)	0,156%
	Potássio	0,72%
Macronutrientes Secundários	Cálcio	26,43%
	Magnésio	8,95%
Micronutrientes	Ferro	0,0745%
	Alumínio	0,0204%
	Manganês	0,000606%
	Zinco	0,000129%
Demais Parâmetros	Matéria Orgânica (M.O)	0,58%
	pH (Suspensão 1:1)	5,83

Fonte: A Autora, 2020.

Nitrogênio, fósforo (expressos em P₂O₅) e potássio configuram macronutrientes primários, ou seja, são os nutrientes mais exigidos pelas plantas para que possam se desenvolver de forma adequada. É possível perceber pelos resultados da Tabela 4 que as concentrações desses macronutrientes no solo em questão são muito baixas, menores até do que os valores encontrados para os macronutrientes secundários analisados (cálcio e magnésio). A

disponibilidade de nutrientes para as plantas depende da mineralização da matéria orgânica do solo, ou seja, da decomposição biológica dos nutrientes, principalmente os elementos nitrogênio (N) do fósforo (P), cujas maiores concentrações estão conservadas na forma orgânica (matéria orgânica) e na biomassa microbiana, com exceção do potássio (K), que está mais disponível (FREIRE, 2013). Possivelmente, essa deficiência de macronutrientes primários esteja relacionada ao baixo teor de matéria orgânica no solo e à baixa fixação de nutrientes que esse tipo de solo possui devido à sua textura arenosa.

As maiores taxas de cálcio (26,43%) e magnésio (8,95%) podem estar relacionadas à formação rochosa do local que através da sedimentação ao longo do tempo deu origem à um solo com maior concentração desses elementos. Contudo, é importante ressaltar que ainda assim essas quantidades são baixas, pois para solos com propensão a atividades agrícolas as quantidades de cálcio deveriam ser de 65%; magnésio 10% e potássio 5% (Kopittke & Menzies, 2007).

Outro resultado importante é o pH. Pode-se observar na Tabela 4 que o valor de pH obtido foi ácido, 5,83 ($\text{pH} < 7,0$); essa é uma característica comum de espodosolos e areias quartzosas. Alguns fatores podem tornar o solo mais ácido como por exemplo, a presença de cátions como alumínio e ferro que são capazes de separar os íons da água, causando liberação de H^+ e conseqüentemente diminuindo o pH, lixiviação de cátions básicos (como cálcio, magnésio e potássio) causada pela chuva (Miller, 2016).

O pH também afeta a absorção de nitrogênio e fósforo do solo. O nitrogênio de fertilizantes ou da matéria orgânica mineralizada está na forma de íon amônio e em meio alcalino ($\text{pH} > 7,0$) ocorre formação de amônia que é facilmente volatizada e não absorvida pelas plantas. Já em meio ácido, o íon amônio é mais estável devido à maior concentração de H^+ no meio e, portanto, consegue ser absorvido pelas plantas com maior facilidade. Já para o fósforo, o pH ótimo para sua absorção é próximo de 6,5, abaixo desse valor há formação de sais insolúveis de fósforo com alumínio e ferro e acima desse valor o fósforo faz ligação com o cálcio formando também sais insolúveis (Miller, 2016).

De acordo com os resultados da Tabela 4 e a discussão acima pode-se inferir, portanto, que o solo da região de estudo possui características típicas de solo sob vegetação de restinga, ou seja, é um solo com baixos teores de macro e micronutrientes, pobre em matéria orgânica por isso, não é favorável para a agricultura.

Esses resultados demonstram a necessidade do uso de fertilizantes enriquecidos com maiores taxas de macro e micronutrientes e também do conhecimento dos organismos presentes e atuantes no solo para que possam agregar e suprir a deficiência do solo em elementos a serem

absorvidos pelas plantas já existentes no local e novas mudas que serão plantadas para recomposição da área de restinga.

4.3. Caracterização dos Fertilizantes

4.3.1. Análise do Fertilizante orgânico produzido

O fertilizante produzido foi submetido a análise química e os principais resultados de macro, micronutrientes e matéria orgânica estão apresentados na Tabela 5 abaixo. O laudo consta no **Apêndice A**.

Tabela 5: Principais resultados da análise química do fertilizante produzido.

	Parâmetros	Unidade de medida	Resultado
Macronutrientes Primários	Nitrogênio Total	%	2,13
	Fósforo Total (expressos em P ₂ O ₅)	%	1,32
	Potássio (expressos em K ₂ O. H ₂ O)	%	0,85
Macronutrientes Secundários	Cálcio Total	%	1,12
	Magnésio Total	%	0,33
	Enxofre Total	%	0,11
Micronutrientes	Zinco Total	%	0,005
	Boro Total	%	0,021
	Cobre Total	%	0,002
	Manganês Total	%	0,015
	Ferro Total	%	0,485
	Alumínio Total	%	0,27
	Cobalto Total	%	0,078
	Molibdênio Total	%	0
Demais Parâmetros	Sódio Total	%	0,96
	pH	---	7,74
	Carbono Orgânico (C.O)	%	10,53
	Carbono/Nitrogênio (C/N)	%	4,94
	Matéria orgânica (M.O)	%	18,21

Fonte: A Autora, 2020.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 5, todos os macronutrientes primários, secundários e micronutrientes analisados foram observados no fertilizante produzido, exceto, o molibdênio (Mo).

Os valores de nitrogênio total (2,13%), fosfato (1,32%) e potássio (0,85%), presentes no fertilizante produzido são maiores do que a quantidade natural desses componentes no solo da área de estudo 0,0157%, 0,156% e 0,72%, respectivamente. Esses três componentes são os macronutrientes primários, nutrientes principais para o desenvolvimento da planta, sendo o nitrogênio elemento importante para formação das proteínas dos tecidos vegetais; o fósforo para formação das flores, frutos, transferência de energia do sol para as plantas e o potássio auxilia na formação e movimentação de nutrientes nas células das plantas (JONES, 2012).

Em relação aos macronutrientes secundários, foram obtidos teores de cálcio (1,12%), magnésio (0,33%) e enxofre (0,11%) para o fertilizante sendo importante destacar que a análise de solo indicou que o mesmo possui maiores concentrações de cálcio (26,43%) e magnésio (8,95%), porém os teores de enxofre no solo não foram avaliados.

Com relação aos teores de micronutrientes, o fertilizante apresentou teores de ferro (0,48%) e alumínio (0,27%) maiores que os detectados no solo (0,0745%, 0,0204% respectivamente), sendo que apenas o molibdênio não foi observado. O molibdênio (Mo) assim como boro, cobre, ferro, manganês, níquel e zinco atuam no metabolismo vegetal, especificamente na ativação de determinadas enzimas, sendo o Mo importante para a fixação biológica de nitrogênio (FREIRE, 2013).

O resultado de pH do fertilizante obtido, indicou que o mesmo apresenta características de neutro a levemente básico (7,74), sendo importante monitorar o equilíbrio proporcionado entre o solo e o quantitativo de fertilizante administrado no plantio de modo que não ocasione desequilíbrio em relação à disponibilidade dos nutrientes, visto que pH's ácidos afetam indiretamente a absorção de cátions básicos (como cálcio, magnésio e potássio) devido à lixiviação, enquanto que para os micronutrientes os pH's básicos tendem a causar a formação de sais insolúveis dificultando sua absorção. Isso não ocorre em relação ao molibdênio, que se mostra mais disponível em solos básicos (Miller, 2016).

O teor de C.O obtido para o fertilizante produzido foi 10,53%, este parâmetro está diretamente relacionado à fertilidade do solo e é uma das principais fontes de nitrogênio. Os vegetais são os principais responsáveis pela adição de compostos orgânicos primários sintetizados no processo de fotossíntese que dependendo da quantidade adicionada ao processo poderá resultar em aumento no teor de carbono orgânico ([, 2008). O capim utilizado como matéria prima para o processo foi um dos principais contribuintes para esse parâmetro.

O teor de M.O é utilizado como indicador de fertilidade com finalidade de recomendação de adubação e é considerado um indicador da qualidade do solo, pois é responsável por sustentar a produtividade biológica, manter a qualidade ambiental e promover a saúde de plantas

(CABEZAS, 2011). Ao comparar a quantidade de M.O do fertilizante produzido (18,21%) e do solo (0,58%) percebe-se que o fertilizante é aproximadamente 30% mais rico em matéria orgânica podendo agregar nutrientes ao solo.

O sódio também é um parâmetro que deve ser pontuado nessa discussão. Esse elemento químico não é um nutriente que as plantas precisam para seu desenvolvimento. Como Garcia *et al.* (1992) pontuaram em estudo, o excesso de salinidade pode ser prejudicial ao solo e principalmente às plantas pois ocasiona uma competição entre microrganismos e plantas, diminui a disponibilidade de nutrientes, entre outros. Contudo, é importante ressaltar que o solo da região já possui característica salina e a vegetação halófila-psamófila é tolerante à alta salinidade, a ação dos ventos e das marés (Menezes & Araújo, 2005). Portanto, no caso deste estudo pode ser que o sódio não cause tantos efeitos adversos quanto o esperado para outros meios ecossistêmicos. Para averiguar de forma mais assertiva a ação do sódio do composto no solo e na planta é necessário um estudo específico com realização de monitoramentos periódicos.

A relação Carbono Nitrogênio (C/N) do fertilizante produzido foi de 4,94%. A relação C/N é essencial para o crescimento dos microrganismos durante o processo de compostagem, sendo o carbono fonte de energia e o nitrogênio síntese de proteínas. O equilíbrio entre os dois elementos contribui para a fixação dos nutrientes no composto final. Este parâmetro é indicador de maturidade do composto, ou seja, por meio dele é possível avaliar a existência de materiais orgânicos pouco estabilizados, sendo recomendável uma relação C/N menor que 12 (BARROS, 2012; HERBETS, 2005; FREIRE, 2013).

Outros parâmetros importantes e também analisados foram os teores de metais pesados (Tabela 6) e variáveis microbiológicas.

Tabela 6: Resultados de análise de metais pesados.

Metais pesados	Resultado	Limites MAPA - IN SDA Nº 27/2006 - Anexo V
Arsênios Total (mg/kg)	0,12	20,0
Mercúrio Hg Total (mg/kg)	0,006	1,0
Cádmio Total (mg/kg)	0,11	3,0
Cromo Hexavalente (mg/kg)	0	2,0
Chumbo Total (mg/kg)	0,63	150,0
Níquel Total (mg/kg)	0,11	70,0
Selênio Total (mg/kg)	0,19	80,0

Os teores de metais pesados apresentaram baixas concentrações, não sendo significativas em comparação aos limites orientadores indicados no anexo V da Instrução Normativa SDA Nº 27, 05 de JUNHO DE 2006 (Alterada pela IN SDA nº 7 de 12/04/2016, republicada em 02/05/2016) do MAPA, que estabelece as concentrações máximas admitidas de metais pesados em fertilizantes orgânicos condicionadores do solo, importação ou comercialização, para produção.

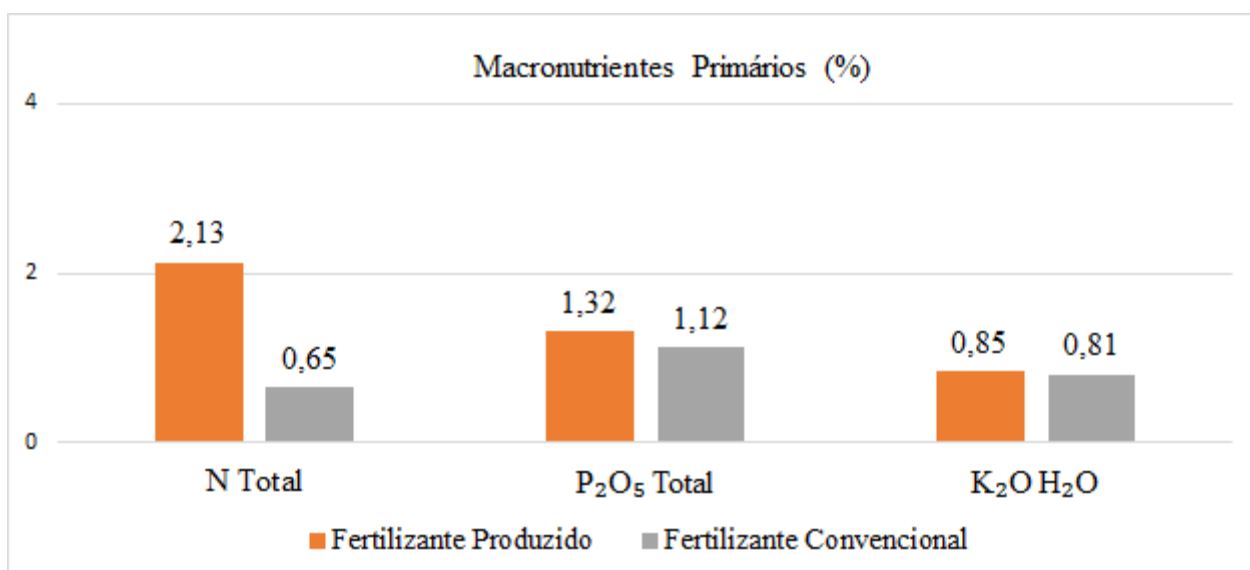
Com relação às variáveis microbiológicas foram avaliados os parâmetros Coliformes termotolerantes, *Salmonella* sp e Ovos viáveis de helmintos, não sendo detectada a presença de nenhum destes agentes. As temperaturas elevadas alcançadas durante a produção do composto, também podem ter colaborado para com a ausência destes organismos. Estudos realizados por Herbets *et al* (2005) indicaram que em temperaturas superiores à 60°C ocorre o processo de sanitização de microrganismos patogênicos. Estes dados também colaboram com a indicação da eficácia da segregação e armazenamento dos resíduos na fonte geradora.

De acordo com as diretrizes do Decreto 4954/2004 que foi alterado pelo decreto 8384/2014 do MAPA, o mesmo se enquadra como um fertilizante orgânico composto, classe A devido às características de sua matéria prima, conforme Instrução Normativa nº 61/2020.

4.3.2 Comparativo entre o composto produzido e de uso convencional

Os plantios realizados atualmente no projeto de recomposição de restinga utilizam como substrato para a adubação das plantas um fertilizante orgânico produzido a partir dos dejetos de gado, nesta pesquisa denominado de Fertilizante convencional. Para efeito de comparação foi realizada a coleta e análise química dos mesmos parâmetros para avaliação dos dois compostos. A seguir nas figuras 12, 13 e 14 são apresentados os gráficos comparativos dos resultados obtidos. O laudo consta no **Apêndice B**.

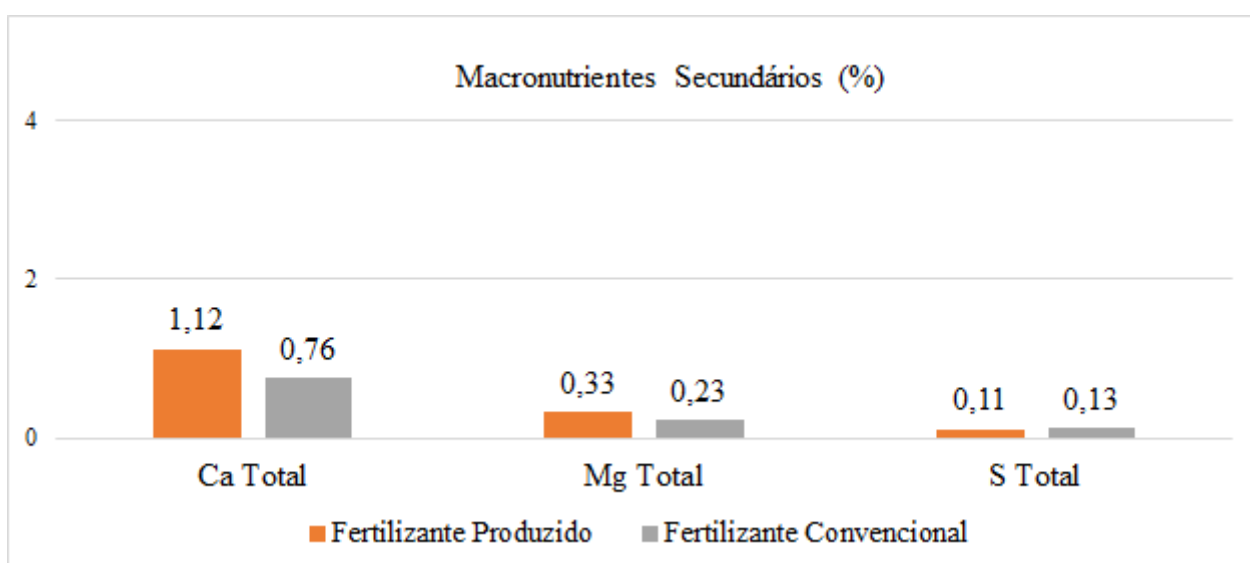
Figura 12: Teores de macronutrientes primários presentes no fertilizante produzido e de uso convencional.



Fonte: A Autora, 2020.

A concentração dos macronutrientes primários foi maior na amostra de fertilizante produzido, em relação ao de uso convencional, sendo uma diferença de 69% para os teores de nitrogênio, 15% de fósforo e 5% para o potássio.

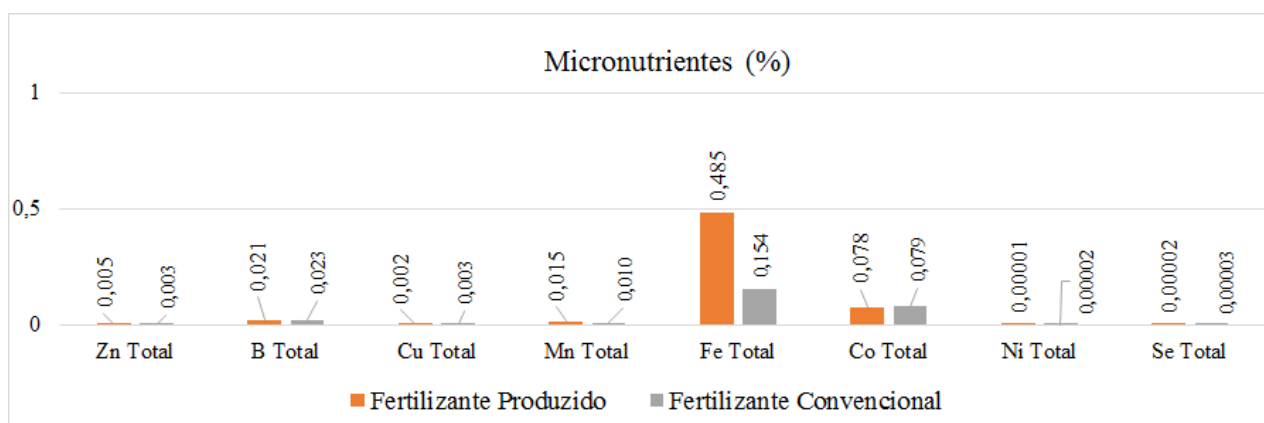
Figura 13: Teores de macronutrientes secundários presentes no fertilizante produzido e de uso convencional.



Fonte: A Autora, 2020.

Com relação aos macronutrientes secundários, os teores de cálcio e magnésio foram 32% e 30% maiores respectivamente para a amostra do fertilizante produzido, apenas o teor de enxofre foi maior para o fertilizante convencional, apresentando uma diferença de 18%, sendo que ambos apresentaram concentração baixa concentração. A disponibilidade de enxofre (S) é baixa em solos com baixos teores de argila e matéria orgânica. É encontrado predominantemente na forma orgânica e sua disponibilidade para a planta depende da mineralização da matéria orgânica. A disponibilidade de S ocorre pela adsorção e dessorção do sulfato em solução ou sólido do meio. A adsorção depende dos tipos de óxidos presentes no solo e do pH do meio que se elevado interfere na ligação dos grupos funcionais aos cátions metálicos. Outro fator que interfere na disponibilidade deste elemento é a energia de ligação do sulfato no solo que é fraca, o que contribui para que o mesmo seja percolado em solos de textura arenosa (TIECHER,2013).

Figura 14: Teores de micronutrientes presentes no fertilizante produzido e de uso convencional.



Fonte: A Autora, 2020.

Para os micronutrientes os teores de Zinco (40%), Ferro (68%), Manganês (33%) foram maiores para amostra do fertilizante produzido, sendo que os elementos Boro (10%), Cobre (50%), Cobalto (1%) Níquel (109%) e Selênio (68%) apresentaram maiores concentrações para o fertilizante convencional. Os dois fertilizantes não apresentaram concentrações de Molibdênio.

Os teores de C.O obtidos para o fertilizante produzido foi de 10,53% e 6,17% para o fertilizante convencional. Enquanto os valores de M.O foram 18,21% e 10,67%, para o fertilizante produzido e fertilizante convencional respectivamente. A relação C/N foi maior para o fertilizante convencional, que apresentou 9,49%, enquanto o produzido foi de 4,94%, sendo que para este último parâmetro, quanto menor melhor o índice de maturidade do composto. Os

pH dos dois fertilizantes foram próximos, sendo 7,74 para o produzido neste estudo e 7,38 para o de uso convencional.

Tais resultados indicam que o fertilizante produzido possui maiores teores de matéria orgânica, sendo importante destacar que as taxas de cálcio, ferro e nitrogênio, que também foram maiores. Para os demais parâmetros os teores dos foram bem próximos, o que indica que o fertilizante produzido por meio da compostagem dos resíduos orgânicos possui características similares ao composto de uso convencional, possuindo um potencial ainda maior de uso como condicionador do solo, por apresentar maior concentração de MO, responsável por armazenar grande parte dos nutrientes necessários para o desenvolvimento das plantas.

Importante conhecer e realizar o acompanhamento dos microrganismos e nutrientes disponíveis no fertilizante assim como a interação dos mesmos com o solo para que os teores de nutrientes obtidos, possam ser assimilados com maior eficiência possível.

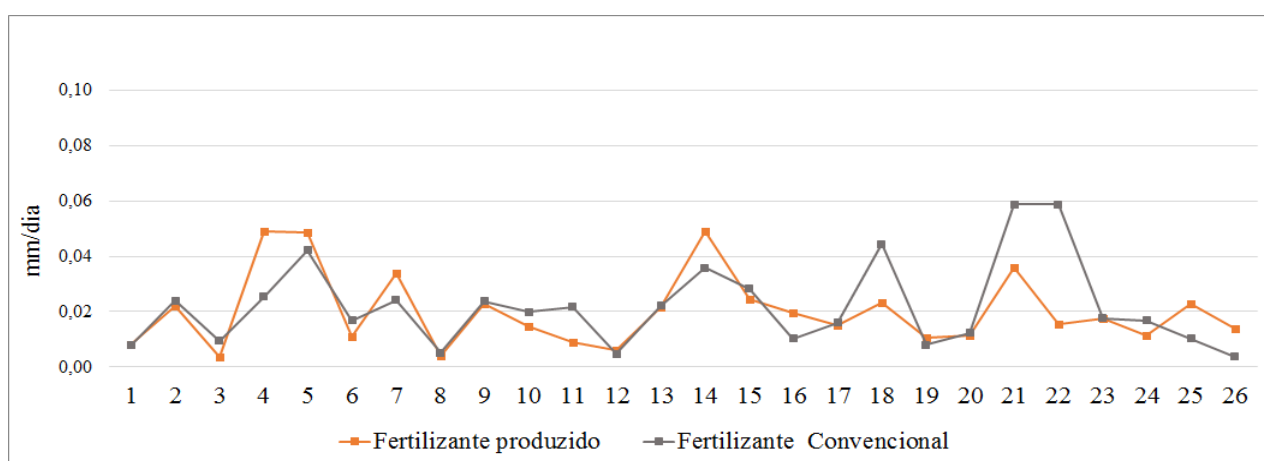
De acordo com exigências definidas pela Instrução Normativa SDA Nº 61, de 8 de julho de 2020 do MAPA, há um quantitativo mínimo de teores de macro e micronutrientes que o fertilizante orgânico deve conter para ser utilizado diretamente no solo. O fertilizante produzido atende esses teores para a maioria dos parâmetros, exceto para K, S, Cu, Mn, Mo. O resultado que se destaca é o enxofre, apresentando o teor de 0,11%, enquanto a norma prevê um limite mínimo de 1,00%. O teor mínimo de CO recomendado (15%) da mesma forma, não foi alcançado (10,53%). O composto convencional também possui baixo teor de enxofre (0,13%) e CO (6,17%) portanto, não deve ser fator limitante ao processo uma vez que a disponibilidade desse nutriente permanecerá o mesmo para as plantas. É importante ressaltar que a legislação trata sobre limites para fertilizantes para comercialização.

4.4. Testes do fertilizante produzido no plantio de mudas nativas

Para avaliação da contribuição do fertilizante produzido no aporte de nutrientes para desenvolvimento das plantas características de restingas, foi realizado um plantio seguindo o mesmo método praticado, variando apenas o tipo de fertilizante aplicado, sendo no anel 01 utilizando o fertilizante convencional (FC) e no anel 02 utilizando o Fertilizante produzido (CP). Nos dois anéis foram plantadas mudas das mesmas espécies. O volume dos fertilizantes aplicados em cada cova foi medido para garantir que todas as plantas recebessem a mesma quantidade. Não é objeto deste estudo o comparativo entre as características específicas de desenvolvimento de cada planta, mas como foi possível **ter acesso às** espécies, estão incluídos no **Apêndice II**.

Como indicado na metodologia, os dados iniciais referentes à número de folhas, diâmetro e altura do caule de cada muda foram medidos antes do plantio e 06 meses depois, especificamente 184 dias. O cálculo utilizado para avaliação de resultados foi o de crescimento absoluto, que demonstra a variação do crescimento das plantas em um intervalo de tempo. Os gráficos das figuras 15 a 17 representam os resultados obtidos.

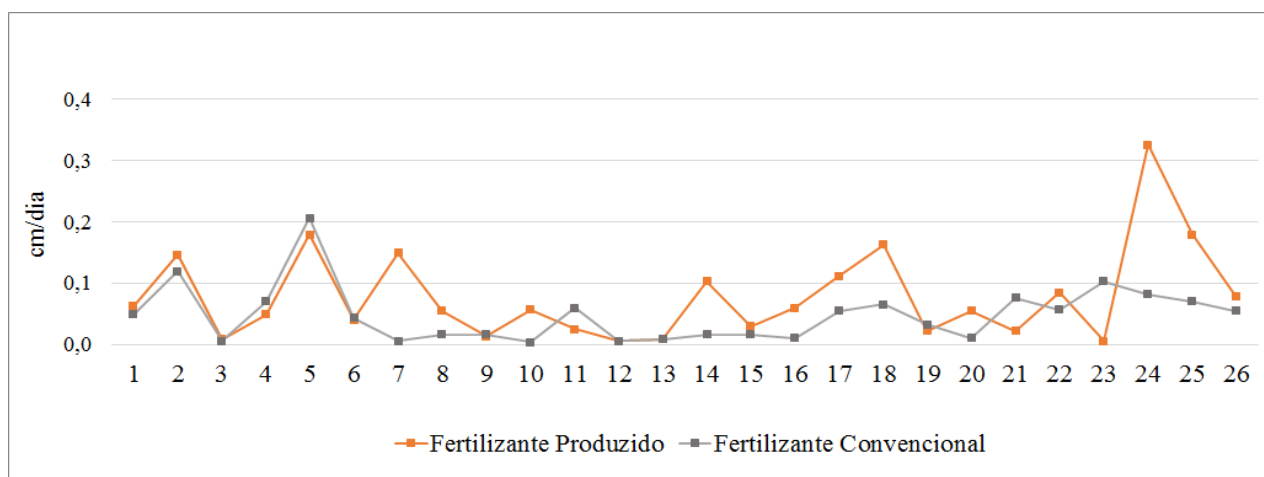
Figura 15: Taxa de crescimento absoluto do diâmetro do caule.



Fonte: A Autora, 2020.

A maior taxa de crescimento absoluto do diâmetro do caule (TCADC) em mm/dia, foi de 0,0490 para o FP e 0,0589 para o FC e o mínimo 0,0035 para FP e 0,0037 para FC. A TCADC média das mudas avaliadas foi de 0,0202 para o fertilizante produzido e 0,0219 para o convencional, que apresentou uma diferença superior de 8% para este atributo.

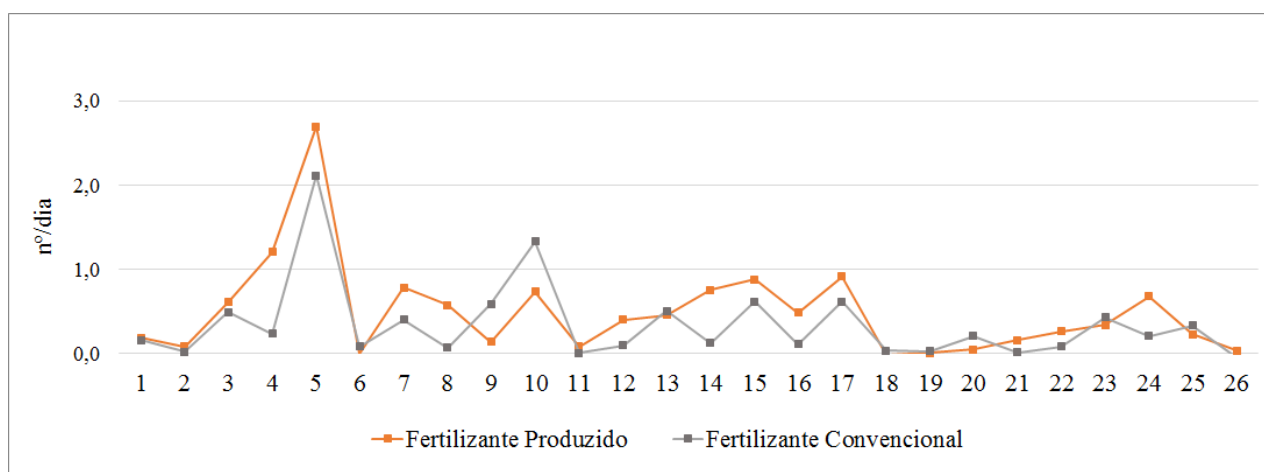
Figura 16: Taxa de crescimento absoluto da altura da planta.



Fonte: A Autora, 2020.

Com relação à altura da planta, a TCAAP em cm/dia máxima obtida foi de 0,3261 para muda plantada no anel com o novo fertilizante e 0,2065 do FC, o mínimo foi 0,0054 e 0,0033 para FP e FC, respectivamente, apresentando uma média de 0,0784 entre as plantas utilizando o fertilizante produzido e 0,0484 o convencional, uma diferença de 38% entre ambos. Com relação a este indicador é interessante ressaltar que algumas plantas não apresentaram aumento de tamanho, mas foi possível observar que a mesma teve aumento de copa. Sendo importante definir como indicadores atributos que abranjam ao máximo todas as características das plantas avaliadas e que possam ser correlacionados.

Figura 17: Taxa absoluta de formação de folhas.



Fonte: A Autora, 2020.

O cálculo da taxa absoluta de formação de folhas em nº/dia, demonstrou que o número máximo foi de 2,69 para muda plantada no anel onde foi utilizado o novo fertilizante e 2,11 para a muda que estava no anel com o convencional, sendo este valor máximo referente ao desempenho da mesma planta, a 5ª representada no gráfico. A média de desenvolvimento deste indicador entre as plantas foi 0,49 para o FP produzido e 0,34 para o FC, apresentando uma diferença de aproximadamente 22%. Algumas plantas que compunham o anel 02 do FP, nº06 e 18, e 01 planta do anel 01 do FC, nº26 do gráfico, perderam folhas, sendo que estas plantas não deixaram de desenvolver os outros atributos medidos. As folhas desempenham um papel fundamental na troca de energia e nutrientes entre a planta e o meio sendo os atributos foliares importantes indicadores a serem analisados para avaliação do desempenho das plantas em relação ao composto (CRUZ, 2017).

Outro aspecto observado em campo, importante de ser destacado é o aspecto da planta, foi possível observar que as plantas que compunham os dois anéis apresentavam aspecto

satisfatório, com folhas esverdeadas, bem desenvolvidas e com boa estrutura de caule e copa. Como apresentado na Figura 23.

Fogaça (2017) realizou também a compostagem de resíduos orgânicos para produção de fertilizante e aplicou em cultura de alface crespo para avaliar o desenvolvimento dessa espécie. Nesse estudo foi feito apenas um comparativo qualitativo, ou seja, apenas as características visuais da planta foram observadas e a alface se mostrou viçosa com uma coloração verde marcante. Aspecto também observado no presente estudo.

Figura 18: Aspecto das plantas em campo.



Fonte: A Autora, 2020.

Os dados mostram que 62% das plantas apresentaram maior desenvolvimento em relação ao diâmetro do caule para as mudas plantadas com o fertilizante convencional, 65% em relação à altura do caule e 69% em formação de folhas responderam melhor com o uso do novo

fertilizante, o que o qualifica como um bom insumo para realização dos plantios das plantas nativas do projeto de recomposição da RPPN Caruara.

Em estudo realizado por Sousa (2012), foi avaliado o desenvolvimento da espécie *Tecoma stans* (Ipê Mirim) com fertilizante produzido a partir de resíduo orgânico urbano e mistura desse fertilizante orgânico com esterco bovino. Neste trabalho foi observado que os melhores resultados de desenvolvimento da planta em relação ao diâmetro do caule e altura das plantas foi para a mistura de 50% fertilizante produzido com o resíduo orgânico e 50% do esterco bovino. Comparativamente, a pesquisa apresenta a vantagem de ter identificado bom desenvolvimento em mais de 60% das plantas considerando o aspecto de diâmetro e altura do caule com utilização de adubo composto 100% pelo fertilizante orgânico produzido a partir de resíduo orgânico.

5. CONCLUSÃO

Por meio dessa pesquisa de natureza aplicada, demonstrou-se que foi possível implantar uma unidade de compostagem de baixo custo e de fácil operação, atendendo aos requisitos ambientais e operacionais estabelecidos, que o valor investido será recuperado após 29 meses de operação e que é possível produzir fertilizantes através do processo de compostagem por leiras de revolvimento manual, utilizando como insumos os resíduos orgânicos provenientes da região industrial do complexo Portuário do Açú.

Foram destinadas aproximadamente 9 toneladas de resíduos orgânicos, que adicionados a outros insumos (madeira, capim), deram origem à 1,5 toneladas de fertilizantes, havendo uma redução média de 85% da massa dos resíduos. O tempo médio para produção de fertilizantes foi de aproximadamente 5 meses.

Os parâmetros de temperatura e umidade, monitorados durante o processo de produção do fertilizante, apresentaram comportamento de acordo com os limites indicados na literatura consultada, de modo a garantir que a decomposição ocorresse de forma controlada e sem geração de aspectos ambientais negativos, como geração de odores, chorumes e anaerobiose do processo. Para estudos futuros, o monitoramento contínuo dos parâmetros químicos e microrganismos atuantes em cada fase da produção do fertilizante seria importante para agregar eficiência ao processo produtivo e garantir um composto em menos tempo e com maior disponibilidade de nutrientes.

Conforme recomendações do artigo 8º do Decreto 8.384/2014, faz-se necessária consulta ao Ministério da agricultura para avaliação da aplicabilidade do mesmo quanto ao registro do estabelecimento como “Produtor” e ainda, conforme artigo 15º do Decreto nº 4.954, de 2004 é importante realizar uma pesquisa que avalie se há eficiência agrônômica do composto produzido, que seja relacionada à ação do princípio ativo ou agente orgânico contido no mesmo para que possa ser classificado como biofertilizante.

O solo analisado apresentou características típicas de solo sob vegetação de restinga com baixas concentrações de nitrogênio, fósforo, potássio, que pode estar relacionado à baixa concentração de matéria orgânica também observada. O pH da área foi caracterizado como ácido, o que colabora com a disponibilização de determinados elementos essenciais à planta como o nitrogênio que é mais estável neste meio, porém não é um aspecto tão positivo visto o que afeta indiretamente a absorção de cátions básicos como cálcio, magnésio e potássio mais expostos à lixiviação, enquanto para o fósforo, neste meio, ele tende a formar sais insolúveis com alumínio e ferro dificultando sua absorção pelas plantas. De forma complementar é necessária a realização de análises dos parâmetros enxofre e molibdênio no solo da região, pois não foram realizados neste estudo.

Os macronutrientes primários, secundários e micronutrientes analisados foram observados no fertilizante produzido e no de uso convencional, com exceção do molibdênio (Mo). Comparativamente, o fertilizante proveniente da base de compostagem, apresentou maiores teores de fosfato, potássio, magnésio, zinco, boro, manganês, cálcio, ferro, matéria orgânica, nitrogênio, relação C/N, com destaque para estes cinco últimos elementos. Para os demais, as concentrações foram bem próximas. Ambos apresentaram pH com características de neutro a levemente básico. Estes resultados indicam que o novo fertilizante possui características similares ao composto de uso convencional, apresentando um potencial ainda maior de uso como condicionador do solo, por apresentar maior concentração de MO, responsável por armazenar grande parte dos nutrientes necessários para desenvolvimento das plantas.

Nesse sentido o estudo dos microrganismos atuantes no solo e nas interações solo/composto, responsáveis por metabolizar e disponibilizar os nutrientes existentes no meio às plantas seria acrescentador pois os nutrientes podem existir nos fertilizantes, porém não sendo assimilados. Estudos sobre as propriedades químicas, especialmente a salinidade, podem ser realizados com intuito de averiguar se a quantidade de sódio presente no composto tem potencial para causar algum efeito adverso ao solo ou às plantas, principalmente para as mudas produzidas no viveiro que são mais sensíveis.

Os testes realizados em campo utilizando o fertilizante produzido e o de uso convencional demonstraram que as plantas responderam satisfatoriamente para os dois compostos, sendo que com relação à altura do caule e a formação de folhas as taxas foram melhores para o anel plantado com o uso do novo fertilizante. As maiores concentrações de matéria orgânica, nitrogênio, fósforo, cálcio, zinco, manganês, ferro podem ter contribuído para o desenvolvimento destes atributos, pois desempenham papel importante quanto a absorção de nutrientes, fornecimento de energia e conseqüente crescimento das plantas. Para que se tenha um conhecimento mais aprofundado em relação ao aporte de nutrientes do composto para o solo da região de estudo e para as plantas é necessário a realização de plantio com maior número de anéis, com monitoramento de mais parâmetros fisiológicos da planta, principalmente relacionado às folhas. Por um período maior de acompanhamento. Importante avaliar o desenvolvimento das plantas com o uso do fertilizante também em áreas de campos inundáveis.

Através do presente estudo é possível evidenciar a aplicação prática da economia circular. Os resíduos orgânicos foram reciclados por meio da compostagem diminuindo o impacto ambiental deste e ainda o convertendo em fonte de nutrientes para as plantas que compõem o programa de recomposição local da RPPN. Serão reduzidos os custos associados ao transporte, tratamento externo e de aquisição do fertilizante convencional, fechando assim o ciclo econômico e biológico do produto.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, M. L. Spaced-Group planting. *Unasyuva*: 7(2), 1953. Disponível em <http://www.fao.org/3/x5367e/x5367e02.htm>. Acesso em 22/11/2020.

ALMEIDA, D. S. Alguns princípios de sucessão natural aplicados ao processo de recuperação. *Recuperação ambiental da Mata Atlântica*. Ilhéus: Editus, p. 47-77, 2016.

ARAÚJO, D.S.D. de; LACERDA, L.D. de. A natureza das restingas. **Ciência Hoje**, v.6, p.42-48, 1987.

ARAUJO, D. S. D. Análise florística e fitogeográfica das restingas do Estado do Rio de Janeiro. Tese (Doutorado em Ecologia). 2000. 174 f. Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2000.

ASSUMPCAO, Jorge; NASCIMENTO, Marcelo T.. Estrutura e composição florística de quatro formações vegetais de restinga no complexo lagunar Grussaí/Iquipari, São João da Barra, RJ, Brasil. **Acta Bot. Bras.**, São Paulo , v. 14, n. 3, p. 301-315, Dec. 2000 .

BARROS, RT de V. Elementos de gestão de resíduos sólidos. **Belo Horizonte: Tessitura**, v. 1, 2012.

BECHARA, F.C. **Restauração ecológica de restingas contaminadas por *pinus* no Parque Florestal do rio vermelho, Florianópolis, SC. 2003**,136 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2003.

BECHARA, F.C. Unidades Demonstrativas de Restauração Ecológica através de Técnicas Nucleadoras: Floresta Estacional Semidecidual, Cerrado e Restinga. 2006. 249 f. Tese (Doutorado em Recursos Florestais). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. Piracicaba. 2006.

BORDEAUX, Ricardo Rêgo et al. Viabilidade econômico financeira de projetos. 4.ed - Rio de Janeiro: **Editora FGV**, 170.p, 2013.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Compostagem doméstica, comunitária e institucional de resíduos orgânicos: manual de orientação** / Ministério do Meio Ambiente, Centro de Estudos e Promoção da Agricultura de Grupo, Serviço Social do Comércio. -- Brasília, DF: Biblioteca do MMA, 2017.168p. Disponível em: <www.mma.gov.br>. Acesso 15/04/2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, Resolução CONAMA nº 417, de 24 de novembro de 2009. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 24 nov. 2009. Disponível em:< <https://cetesb.sp.gov.br/licenciamentoambiental/wp-content/uploads/sites/32/2019/05/Resolu%C3%A7%C3%A3o-CONAMA-n%C2%BA-417-2009.pdf>> Acesso em 22/11/2020.

BRASIL. **Decreto 41612 de 23 de dezembro de 2008**. Dispõe sobre a definição de restingas no Estado do Rio de Janeiro e estabelece a tipologia e caracterização ambiental da vegetação de restinga. Rio de Janeiro, 2008.

BRASIL. **Decreto nº 4.954, de 14 de janeiro de 2004**. Inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes ou biofertilizantes destinados à agricultura. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, 2004.

BRASIL. **Instrução Normativa n.27 de 5 de junho de 2006**. Alterada pela IN SDA 07 de 12/04/2016. Limites de concentrações máximas admitidas para agentes fitotóxicos, patogênicos ao homem, animais e plantas, metais pesados tóxicos, pragas e ervas daninhas. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, 2006.

BRASIL. **Instrução Normativa n.61 de 8 de julho de 2020**. Estabelece as regras sobre definições, exigências, especificações, garantias, tolerâncias, registro, embalagem e rotulagem dos fertilizantes orgânicos e dos biofertilizantes, destinados à agricultura. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, 2020.

BRAZ, Denise Monte et al. Restinga de Praia das Neves, ES, Brasil: caracterização fitofisionômica, florística e conservação. **Biota Neotrop.**, Campinas, v. 13, n. 3, p. 315-331, Sept.2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1676-06032013000300315&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 25/10/2020. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032013000300032>.

CAMARGO, O.A.; **Reações e interações de micronutrientes no solo**. 2000. Artigo em hipertexto. Disponível em: www.infobibos.com. Acesso em: out. 2020.

CABEZAS, W.A.R.L. **Matéria orgânica de solo: agente determinante da eficiência de fertilizantes nitrogenados**. 2011. Artigo em Hipertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2011_3/MateriaOrganica/index.htm>. Acesso em: 4/11/2020

CARROLL, E. et al. The state of agricultural commodity markets 2018: agricultural trade, climate change and food security. **The state of agricultural commodity markets 2018: agricultural trade, climate change and food security., 2018**. Disponível em: <[htmlhttp://www.fao.org/3/I9542EN/i9542en.pdf](http://www.fao.org/3/I9542EN/i9542en.pdf)>. Acesso em 01/11/2020.

CHIEW, Y.L.; SPANBERG, J.; BAKE, A.; HANSSON, P-A. e JÖNSSON, H. Environmental impact of recycling digested food waste as a fertilizer in agriculture—A case study. **Resources, Conservation and Recycling**. v. 95, p. 1-14. 2015.

CRUZ, Nathalie monitoramento de plantios e. Regeneração et al., 2017.

CONAMA 417 - Resolução Conselho Nacional do Meio Ambiente nº 417 de 23 de novembro de 2009.

COOPER, Miguel et al. Compostagem e reaproveitamento de resíduos orgânicos agroindustriais: teórico e prático. Piracicaba: ESALQ-Divisão de Biblioteca, 2010.

COSENZA, José Paulo; DE ANDRADE, Eurídice Mamede; DE ASSUNÇÃO, Gardênia Mendes. Economia circular como alternativa para o crescimento sustentável brasileiro: análise da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, v. 9, n. 1, p. 16147, 2020.

ECOLOGUS ENGENHARIA CONSULTIVA. 2011 RIMA – Relatório de Impacto Ambiental: Infraestruturas do Distrito Industrial de São João da Barra.

ECOLOGUS Engenharia Consultiva. Relatório final do plantio de 20 ha. Pátio Logístico e Operações Portuárias - Porto do Açú, RJ. Maio, 2012. Rev 00.

EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solos, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Embrapa, 2ª edição, 2009.

EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solos, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Embrapa, 3ª edição, 2017.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Reunião de classificação, correlação e interpretação de aptidão agrícola de solos, 1., Rio de Janeiro, 1979. **Anais**. Rio de Janeiro: Embrapa-SNLCS/SBCS, 1979b. 276p.

EMBRAPA. Zoneamento Agroecológico do Estado do Rio de Janeiro - Ano 2003. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Rio de Janeiro, RJ. 2003.

EVANYLO, Gregory K. et al. The Virginia Yard Waste Management Manual. 2009.

EVANYLO, G.; SHERONY, C.; SPARGO, J.; STARNER, D.; BROSIUS, M. e HAERING, K. Soil and water environmental effects of fertilizer-, manure-, and compost-based fertility practices in an organic vegetable cropping system. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. v. 127. P. 50-58. 2008.

FOGAÇA, M.P. **Uso de Resíduo Orgânico como Fertilizante para o Cultivo de Alface Crespa**. Trabalho de Conclusão de Curso - TCC. Fundação Educacional do Município de Assis. Assis, São Paulo. 55p. 2017.

FORGIE, D.J.L.; Sasser, L.W.; Neger, M.K. Compost Facility Requirements Guideline: How to Comply with Part 5 of the Organic Matter Recycling Regulation; Ministry of Water Land and Air Protection: British Columbia, Canada, 2004.

FREIRE, L. R. Manual de calagem e adubação do Estado do Rio de Janeiro. **Embrapa Solos- Livro técnico (INFOTECA-E)**, 2013. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/177352/1/Manual-de-calagem-e-adubacao-RJ-2013.pdf>>. Acesso 21/04/2020.

GAMES, Hughes-Games. Composting Handbook. Ministry of Agriculture and Food: British Columbia, Canadá, 2ªed., 1998.

GARCIA, C.; HERNANDEZ, T.; COSTA, F. e AYUSO, M. Evaluation of the maturity of municipal waste compost using simple chemical parameters. **Commun. Soil Sci. Plant Anal.** p. 1501-1512. 1992.

GOMES, F.H. **Gênese e classificação de solos sob vegetação de restinga na Ilha do Cardoso-SP**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP. 2005.108p.

GOMES, J. B. V. **Caracterização, Gênese e Uso de Solos de Três Sítios de Restinga sob Diferentes Coberturas Vegetais no Estado do Rio de Janeiro**. Tese de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa-UFV. Viçosa, MG: 1995. 158p.

GONZÁLEZ-FERNÁNDEZ, J. Jorge et al. Evaluation of composition and performance of composts derived from guacamole production residues. **Journal of environmental management**, v. 147, p. 132-139, 2015.

GUERRA, A.T. **Dicionário geológico - geomorfológico**. 8.ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1993. 446p. il.

HAAS, W., KRAUSMANN, F., WIEDENHOFER, D., HEINZ, M. How circular is the global economy?: an assessment of material flows, waste production, and recycling in the European Union and the world in 2005. **J. Ind. Ecol.** 19, 765-777. 2015.

HAN, S.H.; AN, J.Y.; HWANG, J.; KIM, S.B. e PARK, B.B. The effects of organic manure and chemical fertilizer on the growth and nutrient concentrations of yellow poplar (*Liriodendron tulipifera* Lin.) in a nursery system. **Forest Science and Technology.** p. 1-7. 2016.

HEBERLE, D.A. **Distribuição e Gênese de Espodossolos da Planície Costeira Norte do Estado de Santa Catarina.** Tese de Doutorado. Universidade do Estado de Santa Catarina. Lages, SC. 2017. 162p.

HERBETS, Ricardo André et al. Compostagem de resíduos sólidos orgânicos: aspectos biotecnológicos. **Revista Saúde e Ambiente**, v. 6, n. 1, p. 41-50, 2005. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/274564974_Compostagem_de_Residuos_solidos_or_ganicos_aspectos_biotecnologicos>. Acesso em 22/06/2019.

HORBE, A.M.C; HORBE, M.A.; SUGUIO, K. Tropical Spodosols in northeastern Amazonas State, Brazil. **Geoderma.** v. 119. 13p. 2004.

IBGE, Pesquisa nacional de saneamento básico 2008. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE, 2008.

Instituto Estadual do Ambiente do Estado do Rio de Janeiro. O que é uma RPPN. Disponível em <<http://www.inea.rj.gov.br/Portal/Agendas/BIODIVERSIDADEEAREASPROTEGIDAS/RPPN/SobreRPPN/index.htm&lang=PT-BR>>. Acesso em 07/07/2019.

Instituto Estadual do Ambiente do Estado do Rio de Janeiro. RPPN RECONHECIDAS PELO INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE - Inea. Disponível em <<http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/documents/document/zwew/mtuz/~edisp/inea0153384.pdf>>. Acesso em 07/07/2019.

IPF Soluções Florestais. **Plano de Manejo RPPN Caruara. Contextualização, Diagnóstico, Planejamento e Programas.** Caderno 1. Acervo Técnico Porto do Açú Operações, São João da Barra/RJ.2018.

JONES, J.B. Plant Nutrition and Soil Fertility Manual. CRC Press. 2ª ed. 231p. 2012.

KOPITTKE, P.M.; MENZIES, N.W. A Review of the Use of the Basic Cation REVIEW & ANALYSIS Saturation Ratio and the “Ideal” Soil. **Soil Science Society of America Journal.** v. 71, n 2. 7p. 2007.

LEITE, Thiago de Almeida. Compostagem termofílica de lodo de esgoto: higienização e produção de bio sólido para uso agrícola. 2015. Dissertação (Mestrado em Ambiente, Saúde e Sustentabilidade) - Faculdade de Saúde Pública, University of São Paulo, São Paulo, 2015. doi:10.11606/D.6.2016.tde-02122015-142451. Acesso em: 2020-11-22.

LEÃO, Z. e DOMINGUEZ, J.M.L. Tropical Coast of Brazil. **Marine Pollution Bulletin.** 200. V. 41, 10p. 2000.

MAGNAGO, Luiz Fernando Silva; MARTINS, Sebastião Venâncio; PEREIRA, Oberdan José. Heterogeneidade florística das fitocenoses de restingas nos estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo, Brasil. **Rev. Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 245-254, Apr 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-6762201100020000_9&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 25/10/2020. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622011000200009>.

MARTIN, L.; SUGUIO, K.; DOMINGUEZ, J.M.; FLEXOR, J. **Geologia do Quaternário costeiro do litoral norte do Rio de Janeiro e do Espírito Santo**. Belo Horizonte: CPRM, 112 p. 1997.

MAVROPOULOS, A., TSAKONA, M., ANTHOULI, A. Urban waste management and the mobile challenge. *Waste Manag. Res.* 33, 381-387. 2015.

MENEZES, A.R.de; FONTANA, A; ANJOS, L.H.C. Spodosols in Brazil: distribution, characteristics and diagnostic attributes of spodic horizons. **South African Journal of Plant and Soil**. 10p. 2018.

Miller, J.O. **Soil pH Affects Nutrient Availability**. University of Maryland Extension. 2016.

MOREIRA, V.R.R, CAPELESSO, E. Orientações para uma Agricultura de Base Ecológica no Pampa Gaúcho, Gráfica Instituto de Menores, Bagé 2006. Disponível em: <<http://www.agroecologia.gov.br/sites/default/files/publicacoes/4-biofertilizante.pdf>>. Acesso: 07/11/2020.

OLIVEIRA, A.P.de; KER, J.C; SILVA, I.R.da; FONTES, M.P.F; OLIVEIRA, A.P.de e NEVES, A.T.G. Spodosols Pedogenesis Under Barreiras Formation and Sandbank Environments in The South of Bahia. **R. Bras. Ci. Solo**.v. 34. 13p. 2010.

OLIVEIRA, J.B.; JACOMINE, P.K.T.; CAMARGO, M.N. **Classes gerais de solos no Brasil: guia auxiliar para seu reconhecimento**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 201p.

OWAMAH, H.I.; DAHUNSI, S.O.; ORANUSI, U.S. e ALFA, M.I. Fertilizer and sanitary quality of digestate biofertilizer from the co-digestion of food waste and human excreta. *Waste Management*. 6p. 2014.

PAULA, Alessandro de et al. Sucessão ecológica da vegetação arbórea em uma Floresta Estacional Semidecidual, Viçosa, MG, Brasil. **Acta Bot. Bras.**, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 407-423, setembro, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br>>. Acesso:08/11/2020. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062004000300002>.

PEIXOTO, Clovis Pereira; CRUZ, T. V.; PEIXOTO, M. F. S. Análise quantitativa do crescimento de plantas: Conceitos e Prática. *Enciclopédia Biosfera*, v. 7, n. 13, p. 51-76, 2011.

Portaria INEA N° 357 de 19 de julho de 2012. Reconhece como Reserva Particular do Patrimônio Natural, em caráter definitivo, a RPPN Fazenda Caruara, situada no município de São João da Barra - Rio de Janeiro.

PROSAB - Programa de pesquisa em saneamento básico. Manual prático para a compostagem de biossólidos. **Londrina: UEL**, p. 8, 1999.

RADAMBRASIL. **Folhas SF.23/24 Rio de Janeiro/Vitória: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra**. Rio de Janeiro, 1983. 780p. (Levantamento de recursos naturais, 32).

RAINBOW, A. e WILSON, E. The Transformation of Composted Organic Residues into Effective Growing Media. **Proc. IS Composting and use Composted Materials**. p.79-88. 1998.

REIS, M.; MARTINEZ, F.X.; SOLIVA, M. e MONTEIRO, A.A. Composted Organic residues as a substrate component for Tomato Transplant Production. **Proc. IS Composting and use Composted Materials**. p. 263-273. 1998.

REIS, Ademir et al. NUCLEAÇÃO: CONCEPÇÃO BIOCÊNTRICA PARA A RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA. *Ciênc. Florest.*, Santa Maria, v. 24, n. 2, p. 509-519, June 2014. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-50982014000200509&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 31/10/2020. <https://doi.org/10.5902/1980509814591>.

RIBEIRO, Noelly de Queiroz et al. Microbial additives in the composting process. *Ciênc. agrotec.*, Lavras, v. 41, n. 2, p. 159-168, Apr. 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542017000200159&lng=en&nrm=iso>. Consulta em 03/10/2020. <https://doi.org/10.1590/1413-70542017412038216>.

RODRIGUES, Ricardo Ribeiro; GANDOLFI, Sergius. Recomposição de florestas nativas: princípios gerais e subsídios para uma definição metodológica. *Ornamental Horticulture*, v. 2, n. 1, 1996. SAVCI, S. An Agricultural Pollutant: Chemical Fertilizer. **International Journal of Environmental Science and Development**. v. 3. n 1. p. 77-80. 2012.

SHERIDAN, R.C. Chemical Fertilizers in Southern Agriculture. **Agricultural History**, v. 53, n 1. p. 308-318. 1979.

SILVA, L.C. et al. Análise do crescimento de comunidades vegetais. Campina Grande, PB: Embrapa Algodão, 2000. 18p. (Circular Técnica 34). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/271624/1/CIRTEC34.PDF>. Acesso 15/11/2020.

SILVA, SANDRO MENEZES. Diagnóstico das restingas no Brasil. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da zona costeira e marinha**, 1999.

SINGH, J., LAURENTI, R., SINHA, R., FROSTELL, B. Progress and challenges to the global waste management system. *Waste Manag. Res.* V. 32, p.800-812. 2014.

SOUSA, J.R. Influência da Utilização do Lixo Orgânico Urbano como Fonte de Biofertilizante e Composto para o Desenvolvimento do Ipê Mirim (*Tecoma stans*) com duas lâminas de Irrigação. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, São Paulo. 74p. 2012.

SOUZA, Tatiane Pereira de, NASCIMENTO Daniel Ferreira do FARAG Paulo Roberto do Canto. **Levantamento Florístico da RPPN Fazenda Caruara, São João Da Barra, Rio De Janeiro, Brasil**. Congresso Brasileiro de Reflorestamento Ambiental, 2016. RIO DE JANEIRO/RJ.

Sugiyama, M. Estudo de florestas da restinga da Ilha do Cardoso, Cananéia, São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Botânica** 11: 119-159. 1998.

TEJADA, M.; HERNANDEZ, M.T. e GARCIA, C. Soil restoration using composted plant residues: Effects on soil properties. **Soil & Tillage Research**. v.102. p. 109–117. 2009.

TIEPPO, F. M. M. Manejo florestal em restingas da Mata Atlântica: uma proposta para a recuperação ambiental deste ecossistema. Universidade Federal do Rio de Janeiro/UNEP (Instituto Brasil PNUMA), Rio de Janeiro, 2011. 75 p.

TIECHER, T. et al . Resposta de culturas e disponibilidade de enxofre em solos com diferentes teores de argila e matéria orgânica submetidos à adubação sulfatada. *Bragantia*, Campinas, v. 71, n. 4, p. 518-527, 2012 Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052012000400010&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 29/11/2020. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052013005000010>.

VELASQUES, Fabio et al. Usinas de triagem, compostagem e tratamento de chorume: uma opção econômica e sustentável. **Revista Augustus**, v. 20, n. 39, p. 65-75, 2015.

ZAMITH, L. R.; SCARANO, F. R. Produção de mudas de espécies das restingas do município do Rio de Janeiro, RJ, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, v. 18, n. 1, 2004. p. 161–176.

APÊNDICES

APÊNDICE A
LAUDO DE ANÁLISE DO SOLO

RESUMO DOS RESULTADOS DA AMOSTRA N° 212434/2020-1
Processo Comercial N° 12673/2020-2

DADOS REFERENTES AO CLIENTE

Empresa solicitante:	LABORATÓRIO DE ANÁLISES AMBIENTAIS E DE CONTAMINAÇÃO DO SOLO
Endereço:	LABORATÓRIO DE ANÁLISES AMBIENTAIS, AV. DA LUTA CIVIL, ENDEDEMA, LATA DO MUNICÍPIO DE SÃO CARLOS, SÃO CARLOS, SP
Nome do Solicitante:	LABORATÓRIO

DADOS REFERENTES A AMOSTRA

Identificação do item de ensaio:	9703270		
Identificação do Cliente:	Solo		
Amostra Rotulada como:	Solo		
Coletor:	Interessado		
Data da Amostragem :	26/08/2020 16:30:00		
Data da entrada no laboratório:	28/08/2020 20:44	Data de Elaboração do RRA:	19/10/2020

RESULTADOS PARA A AMOSTRA

Parâmetros	Unidade	LQ/ Faixa	Resultados analíticos	Data de Ensaio	F1	F2
Porcentagem de Sólidos	% p/p	0,05	99,1	12/09/2020 05:30	---	---
Nitrogênio Total	mg/kg	140	157	03/09/2020 14:48	---	X
pH (Suspensão 1:1)	---	2 a 13	5,83	04/09/2020 13:36	---	---
Óxido de Alumínio (Al2O3)	mg/kg	1,88	386	09/09/2020 07:19	---	---
Óxido de Ferro (Fe2O3)	mg/kg	1,42	1070	09/09/2020 07:19	---	---
Óxido de Silício (SiO2)	mg/kg	107	498	09/09/2020 07:19	---	---
Silica + Insolúveis	% p/p	0,05	99,5	12/09/2020 05:30	---	---
Alumínio	mg/kg	1	204	09/09/2020 07:19	---	---
Cobre	mg/kg	1	< 1	09/09/2020 07:19	---	---
Ferro	mg/kg	1	745	09/09/2020 07:19	---	---
Manganês	mg/kg	1	6,06	09/09/2020 07:19	---	---
Zinco	mg/kg	1	1,29	09/09/2020 07:19	---	---
Cromo	mg/kg	1	3,41	09/09/2020 07:19	---	---
Cobalto	mg/kg	1	< 1	09/09/2020 07:19	---	---
Níquel	mg/kg	1	< 1	09/09/2020 07:19	---	---
Cádmio	mg/kg	0,1	< 0,1	09/09/2020 07:19	---	---
Chumbo	mg/kg	1	< 1	09/09/2020 07:19	---	---
Carbono Orgânico Total	% p/p	0,05	0,11	12/09/2020 02:32	---	X
Matéria Orgânica	% p/p	0,05	0,46	12/09/2020 05:30	---	---
Resultados Externos - Terranálises	---	---	Resultado em anexo	01/10/2020 07:47	---	---

Flag 1 (F1): Análises marcadas com "X" na coluna Flag 1 indicam análise realizada fora do holding time do parâmetro, podendo possuir desvios que podem comprometer os resultados, devendo ser avaliados com estas ressalvas.

Flag 2 (F2): Análises marcadas com "X" na coluna Flag 2 indicam análise realizada com a amostra sendo recebida de forma inapropriada, tanto em conteúdo, frasco ou temperatura, tendo sido autorizada pelo interessado. Desta forma os resultados podem possuir desvios que podem comprometer os resultados, devendo ser avaliados com esta ressalva.

Resultados Externos Terranálises (Exclusivo ES Projeto Control)

Notas

"Mérieux NutriSciences" é nome fantasia, a razão social permanece Bioagri Ambiental Ltda.

Este Relatório de Ensaio só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.

LQ/ Faixa = Limite de Quantificação ou Faixa de Trabalho, quando aplicável.

Data do Ensaio: Refere-se a data de início do ensaio

Resultados expressos na base seca (quando aplicável).

Este relatório cancela e substitui o relatório N° 212434/2020-0

Histórico de Revisões:

Relatório 212434/2020-1.0: Inserir cálculo relação Al2O3/Fe2O3

Os resultados se aplicam somente a amostra conforme recebida.

Informações relevantes à validade do ensaio, como a data da Amostragem, são de responsabilidade do interessado.

Plano de Amostragem

Plano de Amostragem de responsabilidade do interessado.

Desvios e observações

Relação Al2O3/Fe2O3: 0,361

Trabalhos Subcontratados

As análises foram executadas em laboratório subcontratado autorizados pela GQL – Bioagri Ambiental: Fertilidade Solo: As análises de fertilidade solo são feitos em laboratório externo Terranálises..

Dados de Origem

Resumo dos resultados da amostra n° 212434/2020-1 preparado com os dados dos relatórios de ensaio: 212434/2020-1 - Piracicaba anexados a este documento.

Declaração de Conformidade

Referências Metodológicas e Locais de Execução

Bioagri Ambiental Ltda. - Matriz: Rua Aljovil Martini, 177/201, Bairro Dois Córregos - Piracicaba/SP, registrada no CRQ 4ª Região sob nº 16082-F e responsabilidade técnica do profissional Marcos Donizete Ceccatto.

pH: EPA 9045 D: 2004


Nitrogênio Total: POP PA 005

Carbono Orgânico: POP PA 182

Porcentagem de Sólidos e Cinzas: SMWW, 23ª Edição, 2017 - Método 2540 G

Metais (ICP-OES): Determinação: EPA 6010 D-1: 2018 / Preparo: EPA 3051 A: 2007

Chave de Validação: fd71990dc129b666d06d9ef3f639473



Gilceni Machado
Controle de Qualidade
CRQ 004481956 – 4ª Região



Jozeane Maria Bülow
Gerente Técnica
CRQ 09200516 – 9ª Região

RELATÓRIO DE ENSAIO N° 212434/2020-1 - Piracicaba
Processo Comercial N° 12673/2020-2

DADOS REFERENTES AO CLIENTE

Empresa solicitante:
Endereço: 0
Nome do Solicitante:

DADOS REFERENTES A AMOSTRA

Identificação do item de ensaio:	9703270		
Identificação do Cliente:	Solo		
Amostra Rotulada como:	Solo		
Coletor:	Interessado		
Data da Amostragem :	26/08/2020 16:30:00		
Data da entrada no laboratório:	28/08/2020 20:44	Data de Elaboração do RE:	19/10/2020

RESULTADOS PARA A AMOSTRA

Parâmetros	CAS	Unidade	LQ/ Faixa	Resultados analíticos	Incerteza	Data Início do Ensaio	Corrida	Cód. Método	F1	F2
Porcentagem de Sólidos	---	% p/p	0,05	99,1	9,9	12/09/2020 05:30	---	53	---	---
Nitrogênio Total	---	mg/kg	140	157	16	03/09/2020 14:48	---	3976	---	X
pH (Suspensão 1:1)	---	---	2 a 13	5,83	0,2	04/09/2020 13:36	---	59	---	---
Óxido de Alumínio (Al2O3)	---	mg/kg	1,88	386	58	09/09/2020 07:19	15315/2020	18	---	---
Óxido de Ferro (Fe2O3)	---	mg/kg	1,42	1070	160	09/09/2020 07:19	15315/2020	18	---	---
Óxido de Silício (SiO2)	---	mg/kg	107	498	75	09/09/2020 07:19	15315/2020	18	---	---
Alumínio	7429-90-5	mg/kg	1	204	31	09/09/2020 07:19	15315/2020	18	---	---
Cobre	7440-50-8	mg/kg	1	< 1	n.a.	09/09/2020 07:19	15315/2020	18	---	---
Ferro	7439-89-6	mg/kg	1	745	110	09/09/2020 07:19	15315/2020	18	---	---
Manganês	7439-96-5	mg/kg	1	6,06	0,91	09/09/2020 07:19	15315/2020	18	---	---
Zinco	7440-66-6	mg/kg	1	1,29	0,19	09/09/2020 07:19	15315/2020	18	---	---
Cromo	7440-47-3	mg/kg	1	3,41	0,51	09/09/2020 07:19	15315/2020	18	---	---
Cobalto	7440-48-4	mg/kg	1	< 1	n.a.	09/09/2020 07:19	15315/2020	18	---	---
Níquel	7440-02-0	mg/kg	1	< 1	n.a.	09/09/2020 07:19	15315/2020	18	---	---
Cádmio	7440-43-9	mg/kg	0,1	< 0,1	n.a.	09/09/2020 07:19	15315/2020	18	---	---
Chumbo	7439-92-1	mg/kg	1	< 1	n.a.	09/09/2020 07:19	15315/2020	18	---	---
Carbono Orgânico Total	---	% p/p	0,05	0,11	0,0088	12/09/2020 02:32	---	133	---	X
Matéria Orgânica	---	% p/p	0,05	0,46	0,046	12/09/2020 05:30	---	53	---	---

Flag 1 (F1): Análises marcadas com "X" na coluna Flag 1 indicam análise realizada fora do holding time do parâmetro, podendo possuir desvios que podem comprometer os resultados, devendo ser avaliados com estas ressalvas.

Flag 2 (F2): Análises marcadas com "X" na coluna Flag 2 indicam análise realizada com a amostra sendo recebida de forma inapropriada, tanto em conteúdo, frasco ou temperatura, tendo sido autorizada pelo interessado. Desta forma os resultados podem possuir desvios que podem comprometer os resultados, devendo ser avaliados com esta ressalva.

CONTROLE DE QUALIDADE DOS RESULTADOS BRANCOS

Número da amostra	Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos	Corrida	Cód. Método
223506/2020-1.0	Alumínio	mg/kg	1	< 1	15315/2020	18
223506/2020-1.0	Cádmio	mg/kg	0,1	< 0,1	15315/2020	18
223506/2020-1.0	Cobalto	mg/kg	1	< 1	15315/2020	18
223506/2020-1.0	Cromo	mg/kg	1	< 1	15315/2020	18
223506/2020-1.0	Cobre	mg/kg	1	< 1	15315/2020	18
223506/2020-1.0	Ferro	mg/kg	1	< 1	15315/2020	18
223506/2020-1.0	Manganês	mg/kg	1	< 1	15315/2020	18
223506/2020-1.0	Níquel	mg/kg	1	< 1	15315/2020	18
223506/2020-1.0	Chumbo	mg/kg	1	< 1	15315/2020	18
223506/2020-1.0	Zinco	mg/kg	1	< 1	15315/2020	18

ENSAIOS DE RECUPERAÇÃO

Número da amostra	Parâmetros	Unidade	Quantidade Adicionada	Resultado da Recuperação (%)	Faixa Aceitável de Recuperação (%)	Corrida	Cód. Método
223508/2020-1.0	Alumínio	mg/kg	36400	120	70 - 130	15315/2020	18

Número da amostra	Parâmetros	Unidade	Quantidade Adicionada	Resultado da Recuperação (%)	Faixa Aceitável de Recuperação (%)	Corrida	Cód. Método
223508/2020-1.0	Antimônio	mg/kg	5,69	101	70 - 130	15315/2020	18
223508/2020-1.0	Arsênio	mg/kg	4,5	111	70 - 130	15315/2020	18
223508/2020-1.0	Bário	mg/kg	59,2	111	70 - 130	15315/2020	18
223508/2020-1.0	Boro	mg/kg	48,6	86	70 - 130	15315/2020	18
223508/2020-1.0	Cálcio	mg/kg	2360	110	70 - 130	15315/2020	18
223508/2020-1.0	Chumbo	mg/kg	110	98	70 - 130	15315/2020	18
223508/2020-1.0	Cobalto	mg/kg	11,8	107	70 - 130	15315/2020	18
223508/2020-1.0	Cobre	mg/kg	44,3	116	70 - 130	15315/2020	18
223508/2020-1.0	Cromo	mg/kg	57,1	114	70 - 130	15315/2020	18
223508/2020-1.0	Estanho	mg/kg	5,18	110	70 - 130	15315/2020	18
223508/2020-1.0	Estrôncio	mg/kg	21	128	70 - 130	15315/2020	18
223508/2020-1.0	Ferro	mg/kg	33100	117	70 - 130	15315/2020	18
223508/2020-1.0	Fósforo	mg/kg	341	105	70 - 130	15315/2020	18
223508/2020-1.0	Lítio	mg/kg	8,58	88	70 - 130	15315/2020	18
223508/2020-1.0	Magnésio	mg/kg	1620	116	70 - 130	15315/2020	18
223508/2020-1.0	Manganês	mg/kg	393	102	70 - 130	15315/2020	18
223508/2020-1.0	Níquel	mg/kg	32,5	119	70 - 130	15315/2020	18
223508/2020-1.0	Potássio	mg/kg	1050	112	70 - 130	15315/2020	18
223508/2020-1.0	Sódio	mg/kg	268	103	70 - 130	15315/2020	18
223508/2020-1.0	Titânio	mg/kg	1420	126	70 - 130	15315/2020	18
223508/2020-1.0	Vanádio	mg/kg	96,2	115	70 - 130	15315/2020	18
223508/2020-1.0	Zinco	mg/kg	42,1	115	70 - 130	15315/2020	18

SURROGATES

Número da amostra / Origem	Parâmetros	Unidade	Quantidade Adicionada	Resultado da Recuperação (%)	Faixa Aceitável de Recuperação (%)	Corrida	Cód. Método
Amostras Branco							
223506/2020-1.0	Ítrio	%	100	128	70 - 130	15315/2020	18
Amostras Controle							
223508/2020-1.0	Ítrio	%	98,3	120	70 - 130	15315/2020	18
Item de Ensaio							
212434/2020-1.1	Ítrio	%	99,4	123	70 - 130	15315/2020	18

Notas

“Mérieux NutriSciences” é nome fantasia, a razão social permanece Bioagri Ambiental Ltda.

Este Relatório de Ensaio só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.

LQ/ Faixa = Limite de Quantificação ou Faixa de Trabalho, quando aplicável.

Data do Ensaio: Refere-se a data de início do ensaio.

n.a. = Não Aplicável.

Incerteza = Incerteza expandida (U), que é baseada na incerteza padrão combinada, com um nível de confiança de 95% (k=2).

Resultados expressos na base seca (quando aplicável).

Este relatório cancela e substitui o relatório N° 212434/2020-0

Histórico de Revisões:

Relatório 212434/2020-1.0: Inserir cálculo relação Al₂O₃/Fe₂O₃

Os resultados se aplicam somente a amostra conforme recebida.

Informações relevantes à validade do ensaio, como a data da Amostragem, são de responsabilidade do interessado.

Plano de Amostragem

Plano de Amostragem de responsabilidade do interessado.

Desvios e observações

Relação Al₂O₃/Fe₂O₃: 0,361

Responsabilidade Técnica

Os ensaios foram realizados na unidade da Bioagri Ambiental Ltda. - Matriz, situada na Rua Ajuvil Martini, 177/201, Bairro Dois Córregos, Cep. 14420-833, Piracicaba/SP, registrada no CRQ 4º Região sob nº 16082-F e responsabilidade técnica do profissional Marcos Donizete Ceccatto, CRQ nº 04364387, 4ª Região.

Referências Metodológicas

- 59 pH: EPA 9045 D: 2004
- 3976 Nitrogênio Total: POP PA 005
- 133 Carbono Orgânico: POP PA 182
- 53 Porcentagem de Sólidos e Cinzas: SMWW, 23ª Edição, 2017 - Método 2540 G
- 18 Metais (ICP-OES): Determinação: EPA 6010 D-1: 2018 / Preparo: EPA 3051 A: 2007

Chave de Validação: fd71990dc129b666d06d9eff3f639473


 Gilceni Machado
 Controle de Qualidade
 CRQ 004481956 – 4ª Região


 Joseane Maria Bülow
 Gerente Técnica
 CRQ 09200516 – 9ª Região

RELATÓRIO DE ENSAIO: S_19306.2020 Rev_1
Este Relatório anula e substitui o relatório N° S_19306/2020

Cliente: BIOAGRI AMBIENTAL LTDA	CNPJ: 04.830.624/0001-97	IE: não informado
Endereço: RUA AUJOVIL MARTINI, 177 E 201	Cidade: Piracicaba , São Paulo CEP: 13420-833	Telefone: (19) 3417-4700
Proprietário: BIOAGRI AMBIENTAL LTDA	Localidade: RUA AUJOVIL MARTINI, 177/201 - BAIRRO DOIS CÔRREGOS - PIRACICABA / SP	CPF Produtor: 04.830.624/0001-97
Data de Recebimento: 17/09/2020	Data de realização dos ensaios: 18/09/2020	Conclusão do relatório: 29/09/2020

Protocolo	DADOS DA AMOSTRA						
	Matrícula	Cultura	Coletor	Data da Coleta	Ponto Coleta	Profundidade (cm)	Área (ha)
S.19306.2020.SI.1.2	NÃO INFORMADO	NÃO INFORMADO	vide(1)	26/08/2020	-Cód. 9703270 - Amostra 212434/2020 - Solo	NÃO INFORMADO	NÃO INFORMADO

Amostra	Cátions trocáveis cmolc/dm ³	PST %	Hidrogênio cmolc/dm ³	Ki g/Kg	Kr g/Kg	pH 1:1 -	Índice SMP -	Fósforo mg/dm ³	Potássio mg/dm ³	Potássio. cmolc/dm ³	Potássio (%) %
S.19306.2020.SI.1.2	0,70	0,94	1,23	3,81	1,55	5,6	7,1	10,04	5,45	0,01	0,72

Amostra	Matéria orgânica %	Alumínio cmolc/dm ³	Cálcio cmolc/dm ³	Magnésio cmolc/dm ³	Cálcio (%) %	Magnésio (%) %	Carbono g/dm ³	Acidez Potencial cmolc/dm ³	Saturação de bases %	Soma de bases cmolc/dm ³	CTC efetiva cmolc/dm ³
S.19306.2020.SI.1.2	0,58	<0,01	0,51	0,17	26,43	8,95	3,37	1,23	36,10	0,7	0,71

Amostra	CTC pH7 cmolc/dm ³	Saturação por alumínio %	Cálcio / magnésio -	Cálcio / potássio -	Magnésio / potássio -	Ferro mg/dm ³	Manganês mg/dm ³	Sódio mg/dm ³	Óxido de Titânio g/Kg	Fosfato (P2O5) g/Kg
S.19306.2020.SI.1.2	1,93	0,00	2,95	36,60	12,40	41,53	1,53	4,2	0,10	1,56

DADOS RELATIVOS AO ENSAIO					
PARÂMETRO	LQ	LD	U95%	Meio de Extração	Método
Cátions trocáveis	-	-	-	-	EMBRAPA, 2017
PST	0,1	-	-	-	Embrapa - 2017
Hidrogênio	0,22	-	-	-	EMBRAPA - 2ª edição, 2009
Ki	-	-	-	-	EMBRAPA, 2017
Kr	-	-	-	-	EMBRAPA, 2017
pH 1:1	-	-	-	Água	EMBRAPA - 2ª edição, 2009
Índice SMP	-	-	-	SMP	EMBRAPA - 2ª edição, 2009
Fósforo	0,15	-	-	Mehlich	EMBRAPA - 2ª edição, 2009
Potássio	4,50	-	-	Mehlich	EMBRAPA - 2ª edição, 2009
Potássio.	0,012	-	-	Mehlich	EMBRAPA - 2ª edição, 2009
Matéria orgânica	0,53	-	-	Oxidação	EMBRAPA - 2ª edição, 2009
Alumínio	0,01	-	-	KCl	EMBRAPA - 2ª edição, 2009
Cálcio	0,22	-	-	KCl	EMBRAPA - 2ª edição, 2009
Magnésio	0,01	-	-	KCl	EMBRAPA - 2ª edição, 2009
Acidez Potencial	-	-	-	-	EMBRAPA - 2ª edição, 2009
Ferro	1,19	-	-	Mehlich	EMBRAPA - 2ª edição, 2009
Manganês	1,11	-	-	KCl	EMBRAPA - 2ª edição, 2009
Sódio	0,45	-	-	Mehlich	EMBRAPA - 2ª edição, 2009
Óxido de Titânio	0,01	-	-	-	Manual de Métodos de Análise de Solo Embrapa 2017
Fosfato (P2O5)	0,01	-	-	Extrato Sulfúrico	EMBRAPA 2017

(1) Coleta realizada pelo proprietário . O laboratório não é responsável pela amostra ensaiada.

Relatório de Ensaio revisado e liberado por: Luciano Robison de Souza Gonçalves
Verifique a autenticidade deste documento no endereço abaixo ou no QR-Code ao lado.:

Código Ordem Serviço: 19306.2020

Chave de autenticação: L01-T9FP-C5M

<http://terra.glabnet1.com.br/valida.php>



Notas:

Nota 01. LQ - Limite de Quantificação.

Nota 02. Os resultados referem-se restritamente à amostra analisada.

Nota 03. (*) Serviço subcontratado.

Nota 04. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na íntegra.

Nota 05. U95% - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

Nota 06. A amostra ficará disponível por 30 dias após a emissão do relatório de ensaio.

Nota 07. Neste relatório não consta a recomendação de adubos e corretivos, consulte um Engenheiro Agrônomo para correta recomendação.

Nota 08. As opiniões e interpretações dos resultados expressas não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.

Nota 09: Os dados dos parâmetros Cálcio na CTC efetiva, Magnésio na CTC efetiva, Potássio na CTC efetiva, CTC Efetiva, CTC pH 7, Cálcio (%), Magnésio (%), Potássio (%), Carbono, Soma de Bases, Saturação de Bases, Saturação por Alumínio, Cálcio/Magnésio, Cálcio/Potássio e Magnésio/Potássio são parâmetros calculados de acordo com o Método EMBRAPA - 2ª Edição, 2009 não apresentando assim Limite de Quantificação (LQ) e Incerteza (U95%).

Assinado Digitalmente por:
LUCIANO ROBISON DE SOUZA GONCALVES
CPF: 285.014.298-05
Em: 16/10/2020 10:30:07
Serial:
55786506552880725888085312615756973661
Emitente: AC Certisign RFB G5
Validade do Certificado : 31/08/2020 a
31/08/2021

RELATÓRIO DE ENSAIO: S_19306.2020 Rev_1
Este Relatório anula e substitui o relatório N° S_19306/2020

Cliente: BIOAGRI AMBIENTAL LTDA	CNPJ: 04.830.624/0001-97	IE: não informado
Endereço: RUA AUJOVIL MARTINI, 177 E 201	Cidade: Piracicaba , São Paulo CEP: 13420-833	Telefone: (19) 3417-4700
Proprietário: BIOAGRI AMBIENTAL LTDA	Localidade: RUA AUJOVIL MARTINI, 177/201 - BAIRRO DOIS CÔRREGOS - PIRACICABA / SP	CPF Produtor: 04.830.624/0001-97
Data de Recebimento: 17/09/2020	Data de realização dos ensaios: 18/09/2020	Conclusão do relatório: 29/09/2020

Protocolo	DADOS DA AMOSTRA						
	Matrícula	Cultura	Coletor	Data da Coleta	Ponto Coleta	Profundidade (cm)	Área (ha)
S.19306.2020.SI.1.2	NÃO INFORMADO	NÃO INFORMADO	vide(1)	26/08/2020	-Cód. 9703270 - Amostra 212434/2020 - Solo	NÃO INFORMADO	NÃO INFORMADO

Amostra	Cátions trocáveis cmolc/dm ³	PST %	Hidrogênio cmolc/dm ³	Ki g/Kg	Kr g/Kg	pH 1:1 -	Índice SMP -	Fósforo mg/dm ³	Potássio mg/dm ³	Potássio. cmolc/dm ³	Potássio (%) %
S.19306.2020.SI.1.2	0,70	0,94	1,23	3,81	1,55	5,6	7,1	10,04	5,45	0,01	0,72

Amostra	Matéria orgânica %	Alumínio cmolc/dm ³	Cálcio cmolc/dm ³	Magnésio cmolc/dm ³	Cálcio (%) %	Magnésio (%) %	Carbono g/dm ³	Acidez Potencial cmolc/dm ³	Saturação de bases %	Soma de bases cmolc/dm ³	CTC efetiva cmolc/dm ³
S.19306.2020.SI.1.2	0,58	<0,01	0,51	0,17	26,43	8,95	3,37	1,23	36,10	0,7	0,71

Amostra	CTC pH7 cmolc/dm ³	Saturação por alumínio %	Cálcio / magnésio -	Cálcio / potássio -	Magnésio / potássio -	Ferro mg/dm ³	Manganês mg/dm ³	Sódio mg/dm ³	Óxido de Titânio g/Kg	Fosfato (P2O5) g/Kg
S.19306.2020.SI.1.2	1,93	0,00	2,95	36,60	12,40	41,53	1,53	4,2	0,10	1,56

DADOS RELATIVOS AO ENSAIO					
PARÂMETRO	LQ	LD	U95%	Meio de Extração	Método
Cátions trocáveis	-	-	-	-	EMBRAPA, 2017
PST	0,1	-	-	-	Embrapa - 2017
Hidrogênio	0,22	-	-	-	EMBRAPA - 2ª edição, 2009
Ki	-	-	-	-	EMBRAPA, 2017
Kr	-	-	-	-	EMBRAPA, 2017
pH 1:1	-	-	-	Água	EMBRAPA - 2ª edição, 2009
Índice SMP	-	-	-	SMP	EMBRAPA - 2ª edição, 2009
Fósforo	0,15	-	-	Mehlich	EMBRAPA - 2ª edição, 2009
Potássio	4,50	-	-	Mehlich	EMBRAPA - 2ª edição, 2009
Potássio.	0,012	-	-	Mehlich	EMBRAPA - 2ª edição, 2009
Matéria orgânica	0,53	-	-	Oxidação	EMBRAPA - 2ª edição, 2009
Alumínio	0,01	-	-	KCl	EMBRAPA - 2ª edição, 2009
Cálcio	0,22	-	-	KCl	EMBRAPA - 2ª edição, 2009
Magnésio	0,01	-	-	KCl	EMBRAPA - 2ª edição, 2009
Acidez Potencial	-	-	-	-	EMBRAPA - 2ª edição, 2009
Ferro	1,19	-	-	Mehlich	EMBRAPA - 2ª edição, 2009
Manganês	1,11	-	-	KCl	EMBRAPA - 2ª edição, 2009
Sódio	0,45	-	-	Mehlich	EMBRAPA - 2ª edição, 2009
Óxido de Titânio	0,01	-	-	-	Manual de Métodos de Análise de Solo Embrapa 2017
Fosfato (P2O5)	0,01	-	-	Extrato Sulfúrico	EMBRAPA 2017

(1) Coleta realizada pelo proprietário . O laboratório não é responsável pela amostra ensaiada.

Relatório de Ensaio revisado e liberado por: Luciano Robison de Souza Gonçalves
Verifique a autenticidade deste documento no endereço abaixo ou no QR-Code ao lado.:

Código Ordem Serviço: 19306.2020

Chave de autenticação: L01-T9FP-C5M

<http://terra.glabnet1.com.br/valida.php>



Notas:

Nota 01. LQ - Limite de Quantificação.

Nota 02. Os resultados referem-se restritamente à amostra analisada.

Nota 03. (*) Serviço subcontratado.

Nota 04. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na íntegra.

Nota 05. U95% - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

Nota 06. A amostra ficará disponível por 30 dias após a emissão do relatório de ensaio.

Nota 07. Neste relatório não consta a recomendação de adubos e corretivos, consulte um Engenheiro Agrônomo para correta recomendação.

Nota 08. As opiniões e interpretações dos resultados expressas não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.

Nota 09: Os dados dos parâmetros Cálcio na CTC efetiva, Magnésio na CTC efetiva, Potássio na CTC efetiva, CTC Efetiva, CTC pH 7, Cálcio (%), Magnésio (%), Potássio (%), Carbono, Soma de Bases, Saturação de Bases, Saturação por Alumínio, Cálcio/Magnésio, Cálcio/Potássio e Magnésio/Potássio são parâmetros calculados de acordo com o Método EMBRAPA - 2ª Edição, 2009 não apresentando assim Limite de Quantificação (LQ) e Incerteza (U95%).

Assinado Digitalmente por:
LUCIANO ROBISON DE SOUZA GONCALVES
CPF: 285.014.298-05
Em: 16/10/2020 10:30:07
Serial:
55786506552880725888085312615756973661
Emitente: AC Certisign RFB G5
Validade do Certificado : 31/08/2020 a
31/08/2021

APÊNDICE B
LAUDO DE ANÁLISES DOS FERTILIZANTES

Laudo Analítico

Laudo Nº: 11732/2020

Cliente:	UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
Endereço:	RUA MARCELO GOMES DE SOUZA, 55
Município:	TERESINA - PI
EP:	01000
Ident.Amostra: 01. PRODUTO DE COMPOSTAGEM	Nº Amostra: 29762
Data de entrada no laboratório: 16/09/2020	Data de Coleta: 26/08/2020
Data de fabricação:	Fornecedor: -
Data de emissão: 28/09/2020	Quantidade: -
Data de Validade:	Natureza Física: -
Lote: LACRE D6231803, HORA 16:01	

Resultados dos Ensaios

Determinação	Garantia	Resultado	Unidade	LQ	Método
N Total		2.13	%	0.1	IN SDA CAP. I C 1
P2O5 TOTAL		1.32	%	0.1	IN SDA CAP. I C 2
P2O5 CNA + H2O		0.23	%	0.1	IN SDA CAP. I C 4
P2O5 ÁC. CÍTRICO 2%		0.47	%	0.1	IN SDA CAP. I C 5
P2O5 ÁC. FÓRMICO 2%		0.57	%	0.1	ANDA - P2O5 ÁC. FÓRMICO
K2O H2O		0.85	%	0.1	IN SDA CAP. I C 7
Ca Total		1.12	%	0.1	IN SDA CAP. I C 8.2
Mg Total		0.33	%	0.1	IN SDA CAP. I C 8.3
S Total		0.11	%	0.1	IN SDA CAP. I C 9
Zn Total		0.005	%	0.01	IN SDA CAP. I C 11
B Total		0.021	%	0.01	IN SDA CAP. I C 10
Cu Total		0.002	%	0.01	IN SDA CAP. I C 12
Mn Total		0.015	%	0.01	IN SDA CAP. I C 13
Fe Total		0.485	%	0.01	IN SDA CAP. I C 14
Al Total		0.27	%	0.1	FAAHFLAB - P 0051
Co Total		0.078	%	0.01	IN SDA CAP. I C 16
Mo Total		0.000	%	0.01	IN SDA CAP. I C 15
Na Total		0.96	%	0.1	FAAHFLAB - P 0051
pH.		7.74	---	0.1	
C.O.		10.53	%	0.1	IN SDA CAP. III E 13
C/N		4.94	%	0.1	IN SDA CAP III G
CTC		162.33	m.mol/kg	0.1	IN SDA CAP. III E 15
CTC/C		15.42	%	0.1	IN SDA CAP. III F
UMIDADE		18.2	%	1	
Densidade		0.89	M/V	0.1	
As Total		0.12	ppm	0.1	U.S.EPA: 7061 - A
Hg Total		0.006	ppm	0.01	Ref. - U.S.EPA: 7741 - A
Cd Total		0.11	ppm	0.1	U.S.EPA: 3050 - B
Cr Hexavalente		0.00	ppm	0.1	CBA METODO I, 38
Pb Total		0.63	ppm	0.1	U.S.EPA: 3050 - B
Ni Total		0.11	ppm	0.1	IN SDA CAP. I C 17
Se Total		0.19	ppm	0.1	U.S.EPA: 7741 - A
M.O		18.21	%	0.1	
Coliformes termotolerantes		0.00	NMP/g MS	0.1	CBA METODO II, 04
Salmonella sp		0.0	.		CBA METODO II, 06
Ovos viáveis de helmintos		0.0	Nº 4g ST		U.S.EPA: PART 503
Condutividade Elétrica a 25º C		0.00	mS/l		
Ácido Fúlvico		1.63	%		
Ácido Húmicos		2.85	%		


Ricardo Fernandes Cipriano
Responsável Técnico
02407270

Laudo Analítico

Laudo Nº: 11732/2020

Cliente: \	Solicitante:
Endereço: \	Telefone: \
Município: \	EP: \
	e-mail: \
Ident.Amostra: 02. COMPOSTO CONVENCIONAL	Nº Amostra: 29763
Data de entrada no laboratório: 16/09/2020	Data de Coleta: 26/08/2020
Data de fabricação:	Fornecedor: -
Data de emissão: 28/09/2020	Quantidade: -
Data de Validade:	Natureza Física: -
Lote: LACRE D6231804, HORA 13:41	

Resultados dos Ensaio

Determinação	Garantia	Resultado	Unidade	LQ	Método
N Total		0.65	%	0.1	IN SDA CAP. I C 1
P2O5 TOTAL		1.12	%	0.1	IN SDA CAP. I C 2
P2O5 CNA + H2O		0.16	%	0.1	IN SDA CAP. I C 4
P2O5 ÁC. CÍTRICO 2%		0.38	%	0.1	IN SDA CAP. I C 5
P2O5 ÁC. FÓRMICO 2%		0.51	%	0.1	ANDA - P2O5 ÁC. FÓRMICO
K2O H2O		0.81	%	0.1	IN SDA CAP. I C 7
Ca Total		0.76	%	0.1	IN SDA CAP. I C 8.2
Mg Total		0.23	%	0.1	IN SDA CAP. I C 8.3
S Total		0.13	%	0.1	IN SDA CAP. I C 9
Zn Total		0.003	%	0.01	IN SDA CAP. I C 11
B Total		0.023	%	0.01	IN SDA CAP. I C 10
Cu Total		0.003	%	0.01	IN SDA CAP. I C 12
Mn Total		0.010	%	0.01	IN SDA CAP. I C 13
Fe Total		0.454	%	0.01	IN SDA CAP. I C 14
Al Total		0.63	%	0.1	FAAHFLAB - P 0051
Co Total		0.079	%	0.01	IN SDA CAP. I C 16
Mo Total		0.000	%	0.01	IN SDA CAP. I C 15
Na Total		0.33	%	0.1	FAAHFLAB - P 0051
pH.		7.38	---	0.1	
C.O.		6.17	%	0.1	IN SDA CAP. III E 13
C/N		9.49	%	0.1	IN SDA CAP III G
CTC		152.22	m.mol/kg	0.1	IN SDA CAP. III E 15
CTC/C		24.67	%	0.1	IN SDA CAP. III F
UMIDADE		14.2	%	1	
Densidade		0.59	M/V	0.1	
As Total		0.32	ppm	0.1	U.S.EPA: 7061 - A
Hg Total		0.003	ppm	0.01	Ref. - U.S.EPA: 7741 - A
Cd Total		0.08	ppm	0.1	U.S.EPA: 3050 - B
Cr Hexavalente		0.00	ppm	0.1	CBA METODO I, 38
Pb Total		0.75	ppm	0.1	U.S.EPA: 3050 - B
Ni Total		0.23	ppm	0.1	IN SDA CAP. I C 17
Se Total		0.32	ppm	0.1	U.S.EPA: 7741 - A
M.O		10.67	%	0.1	
Coliformes termotolerantes		0.00	NMP/g MS	0.1	CBA METODO II, 04
Salmonella sp		0.0	.		CBA METODO II, 06
Ovos viáveis de helmintos		0.0	Nº 4g ST		U.S.EPA: PART 503
Condutividade Elétrica a 25º C		0.00	mS/l		
Ácido Fúlvico		1.37	%		
Ácido Húmicos		2.52	%		


Ricardo Fernandes Cipriano
Responsável Técnico
02407270

APÊNDICE C: LISTA DE ESPÉCIES UTILIZADAS NOS PLANTIOS

	Nome Vulgar	Nome Científico
1	abaneiro	<i>Clusia hilariana</i>
2	almescla	<i>Protium heptaphyllum</i>
3	aperta cu	<i>Eugenia umbelliflora</i>
4	araçá casca grossa	<i>Psidium cattleianum</i>
5	aroeira	<i>Schinus terebentifolia</i>
6	azeitona	<i>Eugenia ovalifolia</i>
7	bolo	<i>Coccoloba alnifolia</i>
8	cambucazinho	<i>Eugenia puncifolia</i>
9	capororoca folha larga	<i>Rapanea parvifolia</i>
10	capororoquinha	<i>Rapanea umbellata</i>
11	fruta cor	<i>Diospyros sp2.</i>
12	genipabinho	<i>Tocoyena bullata</i>
13	juá	<i>Ziziphus joazeiro</i>
14	juramento	<i>Capparis flexuosa</i>
15	maria mole	<i>Guapira opposita</i>
16	papagaio	<i>Maytenus obtusifolia</i>
17	pitanga lagarto II	<i>Eugenia selloi B.D.Jackx.</i>
18	quixaba-de-porco	<i>Sideroxylon obtusifolium</i>
19	quixabinha	<i>Scutia arenicola</i>
20	caporoquinha	<i>Myrsine parvifolia</i>
21	figueira vermelha	<i>Ficus tomentella</i>
22	pitanga	<i>Eugenia uniflora</i>
23	bacupari	<i>Garcinia brasiliensis</i>
24	juramento	<i>Cynophalla flexuosa</i>
25	paina	<i>Pseudobombax grandiflorium</i>
26	almescla	<i>Protium heptaphyllum</i>