

SULAMITA MOREIRA FERNANDES

**APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS
PARA PRODUÇÃO DE COMPOSTO ESPECIAL PARA
MANUTENÇÃO DE COLEÇÃO BOTÂNICA:**

**Estudo de viabilidade para o Instituto Inhotim,
Brumadinho (MG)**

**Belo Horizonte
Escola de Arquitetura da UFMG
2015**

SULAMITA MOREIRA FERNANDES

**APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS PARA
PRODUÇÃO DE COMPOSTO ESPECIAL PARA MANUTENÇÃO DE
COLEÇÃO BOTÂNICA:**

Estudo de viabilidade para o Instituto Inhotim, Brumadinho (MG)

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado da
Escola de Arquitetura da Universidade Federal de
Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção
de título de Mestre em Ambiente Construído e
Patrimônio Sustentável.

Área de Concentração: Bens Culturais, Tecnologia
e Território

Linha de Pesquisa: Tecnologia do Ambiente
Construído

Orientador: Professor Doutor Marco Antônio
Penido de Rezende

Coorientadora: Professora Doutora Patrícia
Gonçalves de Oliveira

Belo Horizonte

Escola de Arquitetura da UFMG

2015

FICHA CATALOGRÁFICA

F363a

Fernandes, Sulamita Moreira.

Aproveitamento de resíduos sólidos urbanos para produção de composto especial para manutenção de coleção botânica [manuscrito] : estudo de viabilidade para o Instituto Inhotim, Brumadinho (MG) / Sulamita Moreira Fernandes. - 2015.

65 f. : il.

Orientador: Marco Antônio Penido de Rezende.

Co-orientadora: Patrícia Gonçalves Oliveira.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Arquitetura.

1. Resíduos sólidos – Tratamento - Teses. 2. Compostagem - Teses. 3. Instituto Inhotim - Teses. 4. Lixo – Reaproveitamento - Teses. 5. Gestão ambiental – Teses. 6. Desenvolvimento sustentável. I. Rezende, Marco Antônio Penido de. II. Oliveira, Patrícia Gonçalves. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Arquitetura. III. Título.

CDD 628.44

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me conduzido até aqui, me abençoado e provido sabedoria para que eu pudesse chegar ao fim dessa etapa da minha vida. Obrigada Deus por ter agido a meu favor, mesmo quando eu não imaginava o que estava por vir!!!

Ao meu querido marido que foi amoroso, paciente e prestativo durante todo o tempo em que eu me dedicava ao mestrado, me dividindo entre os estudos e o trabalho. Sem seu apoio e confiança eu não teria chegado até aqui! Foi você que me incentivou a perseverar nos momentos de dificuldade. Te amo.

Agradeço ao meu pai, que sempre me apoiou em minhas escolhas, um alicerce poderoso na minha vida, sempre compreensivo e me incentivando a seguir meus ideais.

À minha carinhosa irmã e maravilhosa mãe por serem como são! Vocês são as melhores amigas e companheiras que eu poderia ter! Essa conquista eu devo a vocês, pois o amor e admiração que expressam por mim são a força motriz que me faz seguir em frente! Vocês são meu porto seguro!

Ao meu orientador, Marco Antônio, pela oportunidade, por acreditar em meu potencial, por ter me dado liberdade para percorrer pelos caminhos do conhecimento e por me trazer de volta quando precisei!

À minha co-orientadora, Patrícia Oliveira, que me ensinou muito sobre o universo botânico e transmitiu o conhecimento que eu precisava para concluir este projeto.

Aos queridos amigos feitos nessa jornada e professores! Vocês tornaram minha trajetória pelo MACPS ainda mais prazerosa e divertida!

Agradeço também aos colegas do Inhotim que participaram direta ou indiretamente dessa pesquisa, Maria José Teixeira, Arthur Castro, Juliano Borin e Virgínia Silveira.

Enfim, a todos vocês, muito obrigada!

RESUMO

O Instituto Inhotim reúne um dos mais relevantes acervos de arte contemporânea do mundo e uma coleção botânica que agrupa espécies raras e de todos os continentes. Os acervos são mobilizados para o desenvolvimento de atividades educativas e sociais para públicos de faixas etárias distintas. O grande número de pessoas que visitam esse local de contemplação resulta em compatível geração de resíduos sólidos urbanos, em sua maioria (96%) orgânicos. O aproveitamento de restos orgânicos por meio de tecnologias sustentáveis é uma solução para minimização dos impactos causados por esses resíduos. Diante da relevância desta temática, o objetivo da presente pesquisa foi desenvolver um composto orgânico especial para o principal grupo botânico da coleção de Inhotim, a família Arecaceae, a partir do aproveitamento dos resíduos sólidos orgânicos gerados no próprio ambiente. Para o desenvolvimento do composto foram selecionadas podas apenas de espécies de palmeiras trituradas e misturadas com restos de aparas e cascas de legumes, verduras e frutas. Foram elaboradas três leiras experimentais com a mesma composição, denominadas Leira 1, Leira 2 e Leira 3. Após maturação do composto das leiras foram colhidas amostras para análise dos nutrientes. Para comparação dos resultados foram analisadas amostras de um composto orgânico desenvolvido também na instituição, que utiliza podas de famílias botânicas diversas, restos de alimentos e esterco verde, nesta pesquisa denominada Leira Controle. Em seguida, um ensaio de crescimento foi realizado com indivíduos da espécie *Euterpe edulis*, com objetivo de verificar a eficiência do composto produzido. Para o ensaio foram selecionadas duas mudas para cada leira elaborada (três leiras experimentais e uma controle) e os indivíduos foram plantados em vasos de 8,5 L com uma mistura de 50% terra e 50% composto orgânico. Verificou-se que as Leiras experimentais apresentaram melhores resultados do que a Leira Controle nos parâmetros de umidade, carbono orgânico e nitrogênio. Concluiu-se que, dentre todos, o composto resultante da Leira 3 foi o que apresentou melhor resultado, sendo que os indivíduos testados tiveram melhor desempenho de crescimento em dois dos três principais parâmetros analisados. O experimento corroborou para

um desenvolvimento mais limpo do Instituto Inhotim e abriu portas para a gestão sustentável de resíduos sólidos orgânicos.

Palavras-chave: Resíduos sólidos orgânicos, composto orgânico, sustentabilidade.

ABSTRACT

Instituto Inhotim brings together one of the most significant collections of contemporary art in the world and a botanical collection containing rare species from every continent. The collections are used as tools for the development of educational and social activities involving various age groups. The large number of people visiting this place of contemplation results in consistent generation of municipal solid waste, mostly (96%) organic. The use of organic waste through sustainable technologies is a solution for minimizing the impacts of such waste. Given the importance of this issue, the objective of this research was to develop a special organic compound to main botanical group of Inhotim collection, the Arecaceae family, from the use of organic solid waste generated in their own environment. For the development of the compound pruning were selected only species of palm trees crushed and mixed with remains of chips and peels of vegetables and fruits. Three experimental windrows were prepared with the same composition, called Windrow 1, Windrow 2 and Windrow 3. After windrows' compounds maturation, samples were collected for analysis of nutrients. To compare the results samples of an organic compound developed in the institution were also analyzed, using pruning of different botanical families, food waste and green manure in this research named Control Windrow. Then a growth trial was conducted with individuals of the specie *Euterpe edulis*, in order to verify the efficiency of the compost produced. For assay we selected two plants produced for each windrow composting (three experimental ridges and swath control) and the individuals were planted in pots of 8.5 liters with a mixture of 50% earth and 50% organic compound. It was found that the experimental Windrows showed better humidity parameters, organic carbon and nitrogen results than the Control Windrow. It was concluded that, among all, the resulting compound of Windrow 3 showed the best result, and the test subjects had better growth performance in two of the three main parameters analyzed. The experiment corroborated to a cleaner development of the Inhotim Institute and brought new opportunities for the sustainable management of organic waste.

Keywords: Solid organic waste, compost, sustainability

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
2.1	Aproveitamento de resíduos orgânicos para produção de compostos orgânicos	21
2.2	Insumos orgânicos para compostagem	23
2.3	Métodos de compostagem	23
2.4	Utilização do composto orgânico	24
2.5	Teste de crescimento de palmeiras a partir da adubação orgânica	27
3	GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO INSTITUTO INHOTIM	28
4	AS PALMEIRAS E AS DEMANDAS DO PAISAGISMO CONTEMPORÂNEO	32
5	<i>EUTERPE EDULIS</i> : AMEAÇA DE EXTINÇÃO E À LUZ DO PAISAGISMO	35
6	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	38
6.1	Composição das leiras de compostagem	38
6.2	Elaboração de leiras experimentais	40
6.3	Seleção de espécie de palmeira para ensaio sobre desenvolvimento	42
6.4	Plantio dos indivíduos selecionados com uso dos adubos desenvolvidos	43
6.5	Ensaio sobre desenvolvimento de plantas	45
7	ANÁLISE DE RESULTADOS	48
7.1	Análise físico-química	48
7.2	Crescimento da planta	49
7.2.1	Comprimento do caule	50
7.2.2	Circunferência do caule	51
7.2.3	Altura total	53
8	CONCLUSÃO	55
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
	ANEXO	62

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Resíduos orgânicos em decomposição em pátio de usina de compostagem em Jaboticatubas (MG)	22
Figura 2	Área de armazenamento interno de resíduos sólidos não recicláveis	29
Figura 3	Contêineres de cores diferentes e, local de armazenamento do lixo gerado em um dos escritórios administrativos	29
Figura 4	Bombonas para armazenamento de resíduos orgânicos gerados no restaurante de funcionários	29
Figura 5	Caçambas para armazenamento de resíduos inertes de construção civil	31
Figura 6	Área de armazenamento temporário de resíduos perigosos	31
Figura 7	Jardim paisagístico de Inhotim com composição de diversas espécies de palmeiras	32
Figura 8	<i>Euterpe edulis</i>	37
Figura 9	Variação da espécie	37
Figura 10	Vista geral do Instituto e localização da área do experimento	39
Figura 11	Resíduos ricos em nitrogênio (restos de alimentos)	41
Figura 12	Resíduos ricos em carbono (podas de palmeiras secas e trituradas)	41
Figura 13	Revolvimento manual da Leira Experimental 1	42
Figura 14	Revolvimento mecânico da Leira Controle	42
Figura 15	Identificação de espécie para o ensaio	43
Figura 16	Indivíduos da espécie <i>Euterpe edulis</i>	43
Figura 17	Coleta do adubo maturado para os testes das quatro leiras experimentais	44
Figura 18	Local de teste já com indivíduos botânicos selecionados para o teste de desenvolvimento	44
Figura 19	Colocação de britas para drenagem de água	45
Figura 20	Mistura do composto de uma das leiras com terra	45
Figura 21	Plantio de um dos indivíduos com a mistura de terra e	45

composto orgânico

Figura 22	Placa de identificação para ensaio de desenvolvimento	45
Figura 23	Medição da altura do caule	46
Figura 24	Medição da circunferência do caule	46
Figura 25	Medição da Altura total	47
Figura 26	Comprimento de Folha Nova	47

LISTA DE TABELAS E GRÁFICOS

Tabela 1	Relatório de visitação do Instituto Inhotim	18
Gráfico 1	Geração mensal de resíduos sólidos orgânicos do Inhotim	19
Gráfico 2	Geração mensal de resíduos sólidos urbanos do Inhotim	19
Tabela 2	Resultados analíticos das amostras de composto orgânico das Leiras 1,2 e 3 e da Leira Controle	48
Tabela 3	Medidas (cm) do comprimento do caule de oito indivíduos	50
Gráfico 3	Comprimento (cm) do caule para os oito indivíduos	51
Tabela 4	Medidas (cm) da circunferência do caule de oito indivíduos	52
Gráfico 4	Circunferência (cm) do caule para os oito indivíduos	52
Tabela 5	Medidas (cm) da altura total dos oito indivíduos	53
Gráfico 5	Altura Total (cm) para os oito indivíduos	54

1. INTRODUÇÃO

Os resíduos sólidos urbanos (RSU) englobam os resíduos domiciliares, isto é, aqueles originários de atividades domésticas em residências urbanas e os resíduos de limpeza urbana como os oriundos da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas, bem como de outros serviços de limpeza urbana (BRASIL, 2010).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos entende que as complexidades das atuais demandas ambientais e socioeconômicas do Brasil induzem a um novo posicionamento do poder público, da iniciativa privada e da sociedade civil para uma favorável gestão integrada dos resíduos com investimento em tecnologias limpas economicamente viáveis. A nova lei aborda o papel das esferas superiores em relação aos municípios com deficiência técnica, gerencial, financeira e estrutural para a implantação das medidas cabíveis, além de citar a situação dos catadores de material reciclável, que passam a vida em meio aos lixões dessas cidades, e fomentar o incentivo público e privado às associações. Cita também os deveres da população, que se abstém dos problemas sociais empurrando as soluções apenas para as mãos do poder público e apoia ações de educação ambiental em todos os setores envolvidos.

Entende-se que tal política, concomitantemente com a adequação e participação dos três níveis de governo, da iniciativa privada e da sociedade civil, culminará na otimização dos recursos naturais e na minimização dos impactos gerados pela disposição inadequada dos resíduos sólidos juntamente com a introdução de uma nova cultura voltada para a educação ambiental.

Segundo Pereira Neto (2007), a nova abordagem técnica da questão do lixo gerado nas comunidades preconiza a adoção de sistemas descentralizados, obedecendo a um planejamento integrado, com ênfase às ações de minimização, reciclagem e reaproveitamento.

A maciça geração de lixo vem aumentando gradativamente na mesma medida em que se obtém o desenvolvimento e crescimento das cidades, que muitas vezes ignora o ciclo de todo substrato necessário para a concretização de novos projetos que atendam as necessidades contemporâneas. A tecnologia avança na mesma velocidade em que a poluição aumenta, o que indica que a

sustentabilidade das cidades não está sendo priorizada pelo desenvolvimento tecnológico.

Gumuchdjian e Rogers (2001) abordam assuntos relativos às cidades e suas evidências de deterioração, espaços coletivos, monofuncionalidade e multifuncionalidade dos espaços urbanos e dos edifícios, participação da sociedade nas tomadas de decisão sobre as questões urbanas e as cidades compactas. Segundo o autor, o processo de expansão das cidades não tem considerado a fragilidade do ecossistema, evidenciando seu caráter predominantemente quantitativo, em detrimento do aspecto qualidade. Ao mesmo tempo em que as cidades reúnem e potencializam energia física, intelectual e criativa, que abrigam grande concentração de famílias e que facilitam o trabalho e o desenvolvimento cultural, são elas prejudiciais ao meio ambiente.

Voltando para a questão específica dos resíduos sólidos urbanos, é importante ressaltar que o cenário de deterioração das cidades se deve a um ciclo de impactos ambientais conectados, um sistema que se inicia na extração dos recursos naturais, depois produção, distribuição, consumo e, finalmente, o descarte do lixo. A economia de materiais é um modelo falido (porém ainda utilizado) que surgiu como consequência de um planejamento realizado ao final da segunda guerra mundial para priorizar o consumo e impulsionar a economia. A nossa enorme economia produtiva exige que adotemos o consumo como forma de vida (LEBOW, 1955).

De acordo com pesquisa da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2011), o Brasil produz cerca de 62.000.000 toneladas de resíduos sólidos urbanos por ano, o que equivale a uma produção média de 1,04 kg/dia de resíduos produzidos por habitante, dentre os quais 51% são resíduos orgânicos. Ainda segundo a ABRELPE (2011) a região sudeste do Brasil é responsável pela geração de mais de 50% dos RSU. Desta forma, a pesquisa e o desenvolvimento de soluções ambientais e tecnologias que possibilitem a otimização da gestão desses resíduos são de extrema relevância e devem ser consideradas ações prioritárias para o país.

O desenvolvimento de tecnologias ambientais tem sido tema de diversas iniciativas na atualidade e já existem inúmeros projetos que visam soluções ecológicas para o tratamento do lixo. O simples descarte em aterros sanitários e industriais não é mais suficiente para absorver toda demanda de geração de resíduos e ações de reaproveitamento precisam ser fomentadas pelo poder público, privado e pela sociedade em geral. O lixo orgânico é o principal resíduo gerado pela população e pode ser completamente tratado e eliminado dos aterros, sendo transformado em produtos direcionados para diversas atividades que ainda extraem matéria prima da natureza.

A geração de energia por meio da condução de gases gerados por sua decomposição e a produção de compostos orgânicos já são tecnologias disponíveis e que merecem ser exploradas e disseminadas. Esta última possui ainda enorme potencial, pois, além de gerar um produto ecológico, ainda auxilia na fomentação de outras atividades que minimizam a poluição. A agricultura orgânica, por exemplo, se utiliza de práticas sustentáveis de cultivo para garantir às gerações futuras, a capacidade de suprir as necessidades de produção e a qualidade de vida no planeta. A agroecologia tem como premissa a diminuição do uso de adubos químicos; uso de técnicas em que não ocorra a poluição do ar, do solo e da água; sistemas de captação de águas das chuvas para ser utilizada na irrigação; não desmate de florestas e matas para a ampliação de áreas agrícolas; uso racional ou, quando possível, eliminação dos pesticidas; uso de agroenergias, que são fontes de energia geradas no campo como, por exemplo, biocombustíveis; adoção do Sistema de Plantio Direto, que preserva a capacidade produtiva do solo; adoção da Gestão Ambiental e Territorial, em que são feitos estudos para que cada prática agrícola seja executada em áreas e climas onde a cultura vai alcançar maior rendimento com menor desgaste do solo; e valorização da agricultura familiar que gera trabalho e renda às famílias rurais, possibilitando sua permanência no campo (EHLERS, 2008).

Este contexto reafirma a importância de verificar-se a viabilidade da instalação de unidades de compostagem orgânica para absorver a geração de resíduos orgânicos dos ambientes construídos. Estes projetos visam à minimização dos impactos causados pelo lixo e oportunizam a experimentação e promoção do

conhecimento por meio da aplicação de técnicas de reutilização de resíduos sólidos orgânicos para o desenvolvimento de tecnologias que garantam a gestão sustentável do lixo.

Vargas (1994) diz que o termo tecnologia surgiu com os gregos e foi muito confundido com a *techné*:

[...] a “*techné*” não se limitava à pura contemplação da realidade. Era uma atividade cujo interesse estava em resolver problemas práticos, guiar os homens em suas questões vitais, curar doenças, construir instrumentos e edifícios, etc. As “*techné*” gregas eram, em princípio, constituídas por conjuntos de conhecimentos e habilidades transmissíveis de geração a geração [...].

[...] O que, entretanto, designamos hoje, de forma geral, por técnica não é exatamente a “*techné*” grega. A técnica no sentido geral é tão antiga quanto o homem; pois aparece com a fabricação de instrumentos... E essa fabricação já corresponderia um saber fazer: uma técnica (VARGAS, 1994, p. 171).

Se por um lado a técnica é um saber fazer, por outro, a tecnologia é um conjunto de processos eficientes que envolve a criação (projeto), produção (técnica) e difusão de bens e serviços (resultados). O uso da tecnologia como um conjunto sistematizado de conhecimentos e técnicas que perpassa por todas as etapas de um projeto garante a inovação ambiental e a sustentabilidade.

A relação entre projeto e tecnologia comumente aceita é de que um serve a realização do outro. Em outras palavras, após o instante de concepção, de criação, enfim do projeto, entra a tecnologia para realizar, concretizar essa criação. Ao superpor os instantes de criação e sua realização de maneira linear e fechada, a tecnologia é reduzida a simples técnicas, funcionando apenas como uma camisa de força superposta ao instante de criação. O que deveria servir de ampliação à criatividade, e mesmo dela tomar parte, passa a atuar como um limite à criação (REZENDE, 1995, p. 3).

No âmbito da arquitetura, Rezende (1995) também chama a atenção para duas das consequências de fazermos opções tecnológicas durante a concepção de projetos. Na primeira, ressalta que quando as decisões tecnológicas são tomadas na elaboração dos projetos, é possível simular as opções e checar a coerência das escolhas. Na segunda diz que o uso da tecnologia na concepção das ideias resulta em um aumento de possibilidades, pois está ligada à criação

do projeto. Assim como em projetos de arquitetura, a elaboração de projetos de inovação e tecnologia ambiental está repleta de decisões tecnológicas.

Lopes (2003) analisa o futuro das cidades por meio dos cenários. Cita que a partir da tecnologia de planejamento estratégico, os cenários permitem a utilização de pontos fortes, o desenvolvimento de potencialidades, a eliminação de pontos fracos e o confronto de ameaças de um determinado sistema. Ao prevermos evoluções futuras, é possível definir ações no presente a partir da capacidade evolutiva do sistema em estudo. O sucesso verificado no futuro confirmará a validade dos cenários previstos, mesmo que eles não ocorram inteiramente.

Trazendo para o contexto empresarial, a identificação de pontos fortes e fracos por meio da percepção dos cenários, pode determinar oportunidades de desenvolvimento de novas tecnologias, que visem não só a sustentabilidade (aqui entendemos sustentabilidade como um tripé que sustenta a economia, a sociedade e o meio ambiente) do negócio, mas também análise de brechas a serem exploradas no mercado. Para Rezende (2003), não há como negar a participação do mercado no processo de inovação tecnológica.

Com os diversos problemas ambientais no mundo e a questão dos resíduos sólidos urbanos do país, atrelada a uma necessidade de se desenvolver soluções eco tecnológicas que visem à minimização de impactos ambientais, é possível se pensar em redesenhar produtos sustentáveis, partindo de um olhar voltado para a inovação tecnológica e para o mercado.

Para Veiga (2010) os debates sobre sustentabilidade em todas as áreas do conhecimento, tem embasamento em reflexões abordadas nas ciências da ecologia e economia. De fato, um projeto que vise sustentabilidade precisa se embasar nos princípios básicos do termo (que embora amplamente utilizado, é pouco praticado) que modelam o tipo de desenvolvimento desejado.

Neste contexto a ideia de aproveitamento do lixo também vem como uma solução econômica e ambientalmente viável, pois além de dar uso a materiais que seriam descartados na natureza, pode gerar negócio a partir da tecnologia implementada nos projetos.

A compostagem de resíduos sólidos orgânicos para produção de adubo é um conhecido processo aeróbio controlado de valorização biológica e que pode solucionar o problema do lixo úmido no país, uma vez que transforma resíduo em produtos.

Para geração de tecnologia e negócios de inovação ambiental através de processos sustentáveis de compostagem pode-se pensar em um refinamento da prática de reciclagem dos resíduos sólidos orgânicos. Segundo Souza (1998), sistemas diversificados de produção que se baseiam na reciclagem de matéria orgânica, pelo uso de compostagem orgânica e adubação verde, necessitam ser melhor estudados sob a ótica técnico-científica. Nesse sentido, a elaboração de novos tipos de compostos orgânicos, que atendam necessidades nutricionais específicas de determinadas famílias botânicas, pode abrir oportunidades para inserção de novas tecnologias no mercado.

A autora, como funcionária de uma organização com perfil para o desenvolvimento desse tipo de tecnologia e na qualidade de coordenadora de Gestão Ambiental, pôde promover a presente pesquisa a partir de dados primários obtidos por meio de levantamentos próprios, realizados no empreendimento onde trabalha como parte de suas funções no âmbito do gerenciamento de resíduos sólidos, o que propicia maior integridade ao estudo. O empreendimento em questão é o renomado Instituto Inhotim.

Localizado no município mineiro de Brumadinho, o Inhotim é uma Organização da Sociedade Civil de Interesse Público (Oscip) e se define como Museu de Arte Contemporânea e Jardim Botânico. A Oscip possui como vieses principais a botânica e o meio ambiente, a arte e a inclusão social e, dentro dessas diretrizes, destacam-se os projetos de apoio à cultura e de valorização dos costumes e tradições da comunidade local, além da preocupação com a conservação da biodiversidade, presente em todas as ações educativas envolvendo visitantes, funcionários e moradores do entorno.

Como coordenadora de Gestão Ambiental do Inhotim, a pesquisadora atua diretamente nas ações com foco em regularização ambiental com atendimento à legislação vigente, bem como no planejamento e implementação de procedimentos que visam a minimização dos impactos das atividades

cotidianas do Instituto e na promoção de metodologias sustentáveis. As funções fundamentais giram em torno da gestão de recursos hídricos, efluentes e resíduos sólidos, o que permite uma ampla visão dos principais passivos ambientais e, conseqüentemente, contribui para a concepção de projetos que promovem a sustentabilidade.

As peculiaridades de um ambiente único como o Inhotim induzem seus colaboradores a um pensamento criativo quanto às soluções para os impactos das atividades do dia a dia da instituição, que preza por sua responsabilidade ambiental. Como exemplo é possível citar a demanda hídrica que compõe um sistema variado de abastecimento de água combinado por captações subterrâneas, captações e corpo d'água superficial e captações em barramentos, tudo isso atrelado a um rigoroso controle que visa a manutenção da vazão dos corpos hídricos da região e proteção de nascentes dentro da área do Instituto, respeitando os limites estabelecidos em outorgas de direito de uso dos recursos hídricos autorizadas pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM). Outro exemplo importante é o próprio gerenciamento de resíduos sólidos que, além de englobar o manejo e destinação de resíduos comuns a diversos ambientes, também absorve resíduos diferenciados, como os gerados na manutenção e desmontagem de obras de arte contemporânea. Nos últimos anos foi necessário dar destinação adequada a toneladas de sal grosso e enormes blocos de espuma. Ambos os materiais compunham obras de arte.

Como representante do Instituto em conselhos de meio ambiente, a pesquisadora também participa das principais discussões sobre políticas ambientais no município e no estado, sendo um fator colaborativo para maior conhecimento dos problemas e dificuldades enfrentados pelo poder público, privado e sociedade nas esferas econômica, social e ambiental. Nesses conselhos, a questão dos resíduos é largamente discutida como um dos principais impactos gerados pela atividade humana e industrial.

No Instituto Inhotim, a alta geração de resíduos sólidos orgânicos chama a atenção não só por suas peculiaridades, mas também pelo volume, pois engloba as podas advindas de uma das maiores coleções botânicas do mundo.

Além do alto fluxo de pessoas que visitam o local (TABELA 1). No ano de 2015, a instituição atingiu a marca de dois milhões de visitantes desde sua abertura. Os resíduos orgânicos gerados correspondem a 96% da geração mensal de resíduos sólidos urbanos¹ do Instituto (GRÁFICO 1).

Tabela 1 – Relatório de Visitação do Instituto Inhotim

ANO	JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO	TOTAL POR ANO
2007	1.776	4.619	6.052	8.888	10.334	15.689	12.968	13.362	15.283	12.342	13.699	8.173	123.185
2008	8.258	6.496	8.932	11.318	15.934	12.254	13.724	15.311	8.768	7.746	9.267	3.300	121.308
2009	7.239	11.266	8.222	15.672	15.650	13.960	19.978	14.399	14.746	18.077	16.150	6.658	162.017
2010	15.293	12.713	7.794	14.275	12.867	13.706	24.666	18.651	20.311	20.459	13.531	10.089	184.355
2011	13.746	8.782	12.831	22.899	18.881	26.377	31.932	23.862	28.812	21.280	23.820	11.110	244.332
2012	9.156	19.935	11.482	21.067	19.030	28.926	46.792	25.588	33.962	29.749	25.442	21.946	293.075
2013	24.526	22.928	17.785	20.336	29.270	27.998	53.605	29.261	28.759	30.982	29.920	16.910	332.280
2014	35.226	13.684	25.013	31.503	29.615	27.301	39.692	31.981	37.841	30.785	25.183	28.302	356.126
TOTAL POR MESES	115.220	100.423	98.111	145.958	151.581	166.211	243.357	172.415	188.482	171.420	157.012	106.488	1.816.678

Fonte: Instituto Inhotim (2015)

A alta taxa de visitação por ano, conforme observado na tabela 1, se deve aos acervos artístico e botânico, que fazem do Inhotim o maior museu de arte contemporânea a céu aberto do mundo e o maior colecionador de espécies da família Arecaceae dentre todos os jardins botânicos do país, distribuídos em uma área de visitação de 105 hectares. Toda área dispõe de jardins paisagísticos, que geram em torno de 20 toneladas mensais de podas e gramas (GRÁFICO 2). Além dos resíduos orgânicos gerados pelos jardins, existem ainda os resíduos orgânicos úmidos gerados nos três restaurantes que atendem a demanda de funcionários e visitantes.

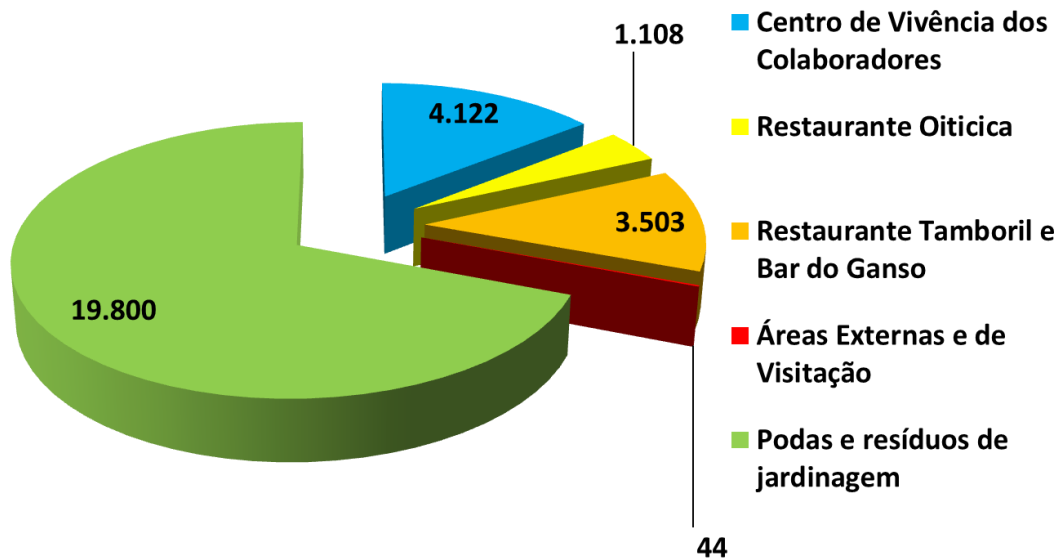
O armazenamento e destinação do enorme volume de podas de palmeiras, cujas folhas são em geral muito grandes, têm gerado dificuldades para o Instituto, uma vez que a coleta realizada pela prefeitura não inclui resíduos de jardim, a não ser que estejam devidamente ensacados. O aproveitamento interno desse resíduo vem também como uma solução econômica e ambiental.

¹ Neste levantamento não foram considerados resíduos sólidos perigosos e resíduos sólidos inertes de construção civil.

Gráfico 1 – Geração mensal de Resíduos Orgânicos do Inhotim

Geração mensal de Resíduos Orgânicos

Unidade de peso: Kg

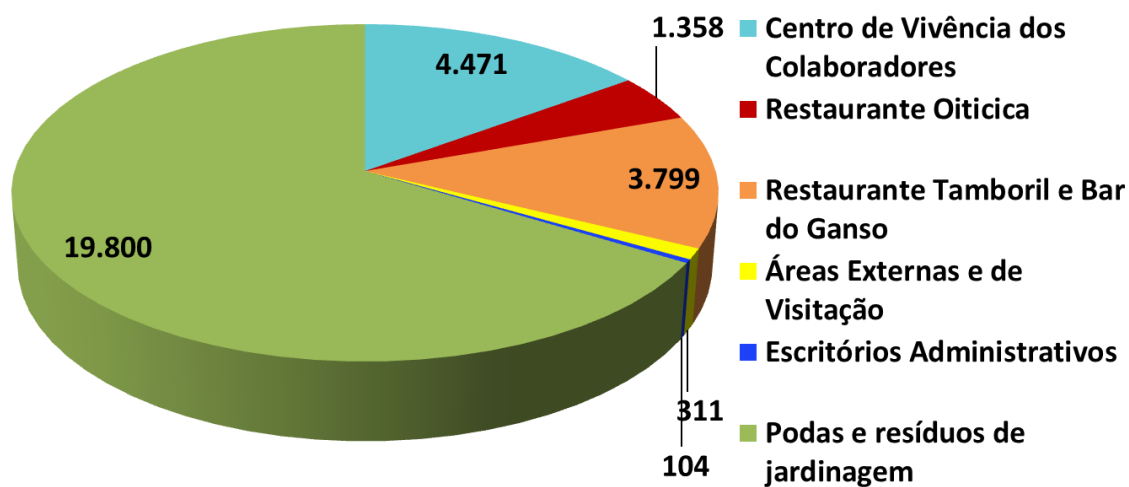


Fonte: Instituto Inhotim (2012)

Gráfico 2 - Geração mensal de Resíduos Sólidos Urbanos do Inhotim

Geração mensal de Resíduos Inhotim

Unidade de peso: kg



Fonte: Instituto Inhotim 2012

A partir da experiência da autora no gerenciamento de resíduos sólidos do Inhotim e do conhecimento a cerca da geração de lixo orgânico e da demanda de adubação de toda a coleção botânica (em especialmente da família botânica mais expressiva), o objetivo do presente estudo foi desenvolver um composto orgânico especial para palmeiras por meio do aproveitamento de resíduos sólidos orgânicos gerados no próprio Instituto, minimizando assim os impactos do lixo na cidade e no meio ambiente. Para tanto foi necessário realizar testes para identificar novas composições na produção de adubo orgânico e análises laboratoriais das amostras para identificar se a conciliação dos substratos utilizados foi determinante para composição nutricional do adubo orgânico.

A ausência de compostos orgânicos específicos para determinadas espécies botânicas, que por sua vez possuem diferentes necessidades nutricionais, abriu também a possibilidade de desdobramento do projeto a partir da criação de um produto com diferencial de mercado.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Aproveitamento de resíduos orgânicos para produção de compostos orgânicos

O termo compostagem está associado ao processo de tratamento dos resíduos orgânicos, sejam eles de origem urbana, industrial, agrícola ou florestal. De acordo com Pereira Neto (2007), a compostagem é definida como um processo aeróbio controlado, desenvolvido por uma população diversificada de microrganismos, efetuada em duas fases distintas: a primeira quando ocorrem as reações bioquímicas mais intensas, predominantemente termofílicas; a segunda ou fase de maturação, quando ocorre o processo de humificação.

Ainda conforme Pereira Neto (2007), o termo “composto orgânico” tem sido utilizado para designar o material orgânico, rico em carbono, produzido através da decomposição aeróbia de resíduos da preparação de alimentos e de atividades de manutenção de parques, praças e jardins públicos ou particulares.

De forma geral, o resultado final do processo de compostagem é a humificação quase total da matéria orgânica, que poderá desta forma, ser utilizada na agricultura. O composto é, portanto, o resultado de um processo controlado de decomposição microbiológica, de uma massa heterogênea de matéria orgânica no estado sólido e úmido, em presença de oxigênio, passando pelas fases de (1) fitotoxicidade ou composto cru ou imaturo, (2) semicura ou bioestabilização, (3) cura, maturação ou humificação, acompanhada da mineralização de determinados componentes da matéria orgânica. (PEREIRA NETO, 2007; KIEHL, 1998).

O processo de transformação da matéria orgânica através da compostagem acelerada é semelhante ao que ocorre na natureza com a diferença que naquele são oferecidas condições para facilitar e reduzir o tempo de decomposição (JARDIM et. al., 1995; PEREIRA NETO, 2007; KIEHL, 1998; FERNANDES e SILVA, 1999, HICKMANN, 2004).

Para esses autores a compostagem é um processo de oxidação biológica através do qual os microrganismos decompõem os compostos constituintes

dos materiais liberando dióxido de carbono e vapor de água. Apesar de ser considerada pela maioria dos autores como um processo aeróbio, a compostagem é também referida como um processo biológico de decomposição anaeróbia no caso do uso de biodigestores. Porém em sua quase totalidade é realizada por processos aeróbios, como pode ser observado na figura 1.

O composto é resultante de um processo controlado de decomposição bioquímica de materiais orgânicos (compostagem), sendo um produto mais estável e utilizado como fertilizante (KIEHL, 1985). Para Pereira Neto e Stentiford (1992), como processo biológico, a compostagem deve ser necessariamente aeróbia e incluir uma fase termofílica (45 - 65°C), quando será maximizada a atividade microbiológica de degradação e higienização (primeira fase do processo), e a fase de maturação ou cura, quando ocorrem a humificação e a produção do composto propriamente dito, que é a segunda fase do processo. Ainda, segundo os mesmos autores, a compostagem é o processo de tratamento de resíduos que apresenta maior flexibilidade operacional, combinando baixo custo e alta eficiência em um só sistema.

Figura 1: Resíduos orgânicos em decomposição em pátio de usina de compostagem orgânica, Jaboticatubas – MG.



Fonte: Arquivo digital Instituto Inhotim (2011)

2.2. Insumos Orgânicos para Compostagem

Os materiais utilizados para a compostagem podem ser divididos em duas classes, a dos materiais ricos em carbono e a dos materiais ricos em nitrogênio. Entre os materiais ricos em carbono podemos considerar os materiais lenhosos como a casca de árvores, as aparas de madeira, as podas dos jardins, folhas e galhos das árvores, palhas e feno, e papel. Entre os materiais nitrogenados incluem-se as folhas verdes, estrumes animais, urinas, solo, restos de vegetais hortícolas, erva, etc.

Para Coelho (2008), no composto podem ser utilizados os restos de cultura, como as palhas de feijão, milho, arroz, bagaços de cana, capim, serragem, esterco etc. Ainda segundo o autor, a utilização de materiais originários da própria fazenda barateia os custos com adubação, sendo esta uma das vantagens da utilização do composto orgânico.

O processo de compostagem não se limita apenas à adição e mistura de materiais orgânicos em pilhas, mas envolve a escolha dos materiais, seleção do sistema de compostagem, o local onde será realizado, como também, a disponibilidade desses materiais para que processo se complete (KIEHL, 1998).

2.3. Métodos de Compostagem

Os métodos de compostagem podem, de modo geral, ser divididos em método natural e método acelerado (KIEHL, 1998; PEREIRA NETO, 2007).

No método natural, também conhecido como sistema de leiras revolvidas, a compostagem consiste em formar pilhas com a matéria orgânica a ser degradada, com aproximadamente 1 m de altura e 2 m de largura de base, para revolvimento manual, e 2 m de altura e 4 m de base para revolvimento mecânico. Para Pereira Neto (2007), a mistura deve conter a proporção de Carbono e Nitrogênio entre 30:1 e 40:1. Em virtude das reações metabólicas

dos microrganismos, em alguns dias, a temperatura se eleva para aproximadamente 70 °C.

Quanto ao fornecimento de oxigênio à massa em compostagem, o ideal deve ser o revolvimento a cada três dias, após isso a temperatura atingirá novamente a temperatura de 70°C, e assim sucessivamente até o 70º dia, quando o material estará semicurado e a temperatura estará estabilizada em torno da temperatura ambiente. Como consequência, pode-se dizer que o composto estará pronto para uso entre 90 e 120 dias (McKINNEY, 1962, PEREIRA NETO, 2007; KIEHL, 1998; CEMPRE, 2001).

A compostagem natural apresenta necessidade de áreas para a formação da leira e o revolvimento, porém é o método mais simples e de fácil execução, principalmente para produção de composto orgânico em zonas rurais, onde estão as maiores concentrações de terrenos para produção agrícola.

O método acelerado, ou sistema de leiras estáticas variadas, é um processo com aeração forçada desenvolvido nos Estados Unidos, pelo Departamento de Pesquisa Agrícola de Beltsville, Maryland, para compostar lodo de esgoto.

O processo de aeração de pilhas estáticas consiste em um sistema de tubos perfurados para aeração ou exaustão sobre os quais é depositada a fração orgânica a ser decomposta. Uma pilha pode ter de 2 a 2,5 m de altura e, geralmente, é coberta com uma camada de composto curado e peneirado, para reduzir os odores característicos. Cada pilha tem um soprador ou exaustor individual para melhor controlar a aeração. O ar é introduzido para prover oxigênio à transformação biológica que ocorre dentro da pilha. O tempo de compostagem é de três a quatro semanas, e depois mais quatro a cinco semanas para a cura do material. Cavacos de madeira podem ser utilizados para melhorar e controlar a granulometria e a temperatura do material a ser compostado (TCHOBANOGLIOUS, 1993; KIEHL, 1998).

2.4. Utilização do Composto Orgânico

O uso do adubo orgânico no solo afeta algumas de suas propriedades físicas, funcionando como um condicionador, melhorando a estrutura do solo que obtém melhor aeração, permeabilidade, resistência e retenção de água.

Além dos efeitos da melhor estrutura, o adubo orgânico pode contribuir para o aumento da capacidade de armazenamento de água, uma vez que consegue reter quatro a seis vezes mais água do que o próprio peso. Tem ainda efeitos marcantes sobre o controle da erosão, redução de oscilações de temperatura e aumento da permeabilidade do solo. Por ser considerado mau condutor de calor, o adubo orgânico contribui para reduzir as variações diárias de temperatura (PEREIRA NETO, 2007, p. 58).

A compostagem orgânica oferece diversas vantagens econômicas e ambientais em seu uso. Além do aproveitamento dos subprodutos gerados nas culturas de diversos artigos agrícolas e da redução da dependência de insumos externos, aumenta a matéria orgânica e favorece a atividade biológica do solo, sendo fonte de nutrientes para as plantas. Mas principalmente, contribui com a sustentabilidade dos processos agrícolas originando plantas e alimentos mais saudáveis, com menos impacto ao ar, solo e água, bem como colabora com redução de resíduos acumulados em lixões e aterros.

Em ambientes com larga produção de plantas, os custos com adubação química podem ser muito altos. Dependendo da variedade de culturas e da técnica de adubação utilizados esses custos aumentam ainda mais. As despesas ainda variam em função dos custos da matéria-prima, importação, produção, transporte, comercialização, impostos, etc

A aplicação de adubos e corretivos químicos na cultura do pimentão, por exemplo, é uma prática agrícola onerosa que representa em média 23,4% do custo total de produção. A utilização de esterco e outros compostos orgânicos apresenta-se como alternativa promissora capaz de reduzir as quantidades de fertilizantes químicos a serem aplicados (ALMEIDA *et al.*, 1982; SILVA JÚNIOR, 1986; MUNIS *et al.*, 1992)

Segundo Souza (2003), a busca por alimentos provenientes de sistemas de produção mais sustentáveis, como os métodos orgânicos de produção, é uma tendência que vem se fortalecendo e se consolidando mundialmente.

No Brasil, o sistema orgânico de produção está regulamentado pela Lei Federal nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003, que contém normas disciplinares para a produção, tipificação, processamento, envase, distribuição, identificação e certificação da qualidade dos produtos orgânicos, sejam de origem animal ou vegetal. De acordo com a referida Lei, considera-se sistema orgânico de produção agropecuária todo aquele em que são adotadas técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade ecológica e econômica, a maximização dos benefícios sociais e a minimização da dependência de energia não-renovável. Tudo isso empregando, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização, e a proteção do meio ambiente.

Uma pesquisa realizada por Schuphan em 1974, na Alemanha, durante um período de doze anos, visou a comparação entre dois padrões de aplicação de fertilizantes na produção de espinafre, batata, cenoura e repolho. Em um processo, foi utilizado um fertilizante convencional de alta solubilidade, contendo NPK (nitrogênio, fósforo e potássio), e no outro houve a adoção de adubo orgânico. Os resultados revelaram um decréscimo de 24% na produtividade, quando se utilizou adubo orgânico. No entanto, ao examinar os demais resultados, obtidos para os alimentos cultivados com a aplicação da adubação orgânica, observou-se acréscimos de matéria seca (23%), proteína (18%), vitamina C (28%), açúcares totais (19%), metionina (23%), ferro (77%), potássio (18%), cálcio (10%) e fósforo (13%). Inversamente, verificou-se o decréscimo do sódio (12%) e do nitrato (93%). Embora a produção absoluta tenha sido menor com o uso dos adubos orgânicos, o substancial aumento da matéria seca, vitaminas e minerais resultou em um alimento com maior valor nutricional.

Reconhece-se que a aplicação de fertilizantes no sistema de produção afeta a composição do produto. O estudo de Schuphan é frequentemente citado com o

objetivo de confirmar a superioridade do valor nutricional dos produtos orgânicos.

2.5. Teste de crescimento de palmeiras a partir da adubação orgânica

Muitos autores já realizaram análise de crescimento de diversas espécies e diferentes culturas botânicas para identificar o impacto de diferentes tratamentos com adubação, irrigação e cultivo. A análise de crescimento permite conhecer diferenças funcionais e estruturais entre plantas, de forma a identificar repostas à aplicação de diferentes tratamentos e/ou selecionar genótipos mais eficientes (BISSI JUNIOR, 2012 *apud* RADFORD, 1967; EVANS, 1972; CAUSTON; VENUS, 1981).

Em seu experimento realizado em 2012, Bissi Junior avaliou os níveis de desenvolvimento vegetativo de uma espécie de palmeira, *Bactirs gasipaes* (pupunheira) sob diferentes fontes de adubação orgânica e mineral, em condição irrigada. Foram elaborados adubos orgânicos a base de esterco suíno e bovino. A adubação mineral foi realizada com o produto industrializado NPK, que reúne os nutrientes mais importantes para o desenvolvimento das plantas (macro-nutrientes) nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K).

Os aspectos de crescimento analisados foram o diâmetro do caule da planta (medido da região do colo da planta), a altura da planta (medida da base do tronco ao ponto de inserção da folha mais nova totalmente aberta) e número de perfilhos por planta (contagem simples). As respostas aos diferentes tratamentos aplicados por Bissi Junior (2012) foram avaliadas a cada dois meses, a partir do plantio, mediante medições do desenvolvimento da cultura. Para Bissi Junior (2012), o tratamento que obteve melhor desenvolvimento foi o de adubação orgânica com uso de esterco suíno, apesar da adubação com esterco bovino também ter obtido melhores resultados que a adubação mineral.

3. GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO INSTITUTO INHOTIM

Os resíduos sólidos do Instituto Inhotim recebem manejo e destinação ambientalmente adequados e são classificados e segregados quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública de acordo com a Norma Brasileira – NBR 10.004/2004.

Os resíduos sólidos urbanos não recicláveis (orgânicos e rejeitos em geral) são dispostos em contêineres plásticos pretos adesivados, coletados pelo serviço de limpeza urbana da prefeitura e destinados ao aterro sanitário² de Brumadinho. Já os resíduos recicláveis são coletados separadamente, dispostos em contêineres verdes também adesivados e destinados à Associação de Catadores de Material Reciclável do Vale do Paraopeba (ASCAVAP). O transporte dos resíduos recicláveis para a ASCAVAP é realizado pelo próprio Inhotim, sendo coletado separadamente dos resíduos comuns em uma logística planejada para que não ocorra a mistura entre os resíduos recicláveis e não recicláveis. A forma de acondicionamento desses resíduos pode ser observada nas figuras 2 e 3.

Importante ressaltar que para desenvolvimento da presente pesquisa, alguns dos resíduos orgânicos foram selecionados e armazenados em recipientes diferentes. Foram inseridas quatro bombonas plásticas com tampa ao lado dos contêineres de lixo usados para atendimento da demanda de resíduos do restaurante de funcionários, conforme pode ser observado na figura 4. Os funcionários do restaurante foram treinados para separar nas bombonas apenas aparas, cascas e restos de frutas, legumes e vegetais crus para serem usados no processo de compostagem. Esses resíduos passaram a ser coletados pela equipe de paisagismo e destinados para a área do experimento.

² Brumadinho faz parte dos 5% dos municípios do Estado que possuem aterros sanitários. O aterro sanitário de Brumadinho está em operação desde de 2010 e foi projetado para ter vida útil de 25 anos, recebendo inicialmente cerca de 22 toneladas de resíduos sólidos urbanos por dia. Após obter a licença ambiental de operação, o município buscou também autorização da Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável para receber também resíduos inertes de construção civil, minimizando assim os impactos da disposição inadequada de entulhos que ocorre em toda a região.

Figuras 2 e 3: Área de armazenamento interno de resíduos sólidos não recicláveis e contêineres de cores diferentes em local de armazenamento do lixo gerado em um dos escritórios administrativos.



Fonte: Instituto Inhotim 2014

Figura 4: Bombonas para armazenamento de resíduos orgânicos gerados no restaurante de funcionários.



Fonte: Instituto Inhotim, 2015

Uma curiosidade interessante é que a área de armazenamento interno de resíduos não recicláveis, além de contar com impermeabilização do solo onde ficam os contêineres e caixa coletora de chorume, conta também com um piso rebaixado para facilitar a coleta dos sacos de lixo que estão no fundo do recipiente, sendo uma proposta criativa idealizada por funcionários do Inhotim

para colaborar com os funcionários da prefeitura que realizam a coleta e destinação ao aterro sanitário.

Os resíduos inertes de construção civil são dispostos temporariamente em caçamba localizada em área restrita (FIGURA 5) e eram destinados para o aterro industrial Essecis Soluções Ambientais, localizado no município de Betim, MG. Em 2015, após o município de Brumadinho receber o deferimento da licença para receber resíduos de construção civil em uma área delimitada dentro do aterro sanitário, esses resíduos passaram a ser destinados para o local. Atualmente, a área de armazenamento temporário de resíduos de construção civil do Inhotim está passando por reforma para melhor disposição do entulho, para que seja possível separar materiais como madeira, gesso e vidro dos restos de concreto, pedras e terra, facilitando a triagem realizada no aterro, cuja gestão já realiza estudos de viabilidade para transformação de resíduos em materiais de construção civil a partir da implementação de uma usina de reciclagem de entulho.

Os resíduos Classe I (perigosos) recebem tratamento diferenciado de acordo com a Norma Brasileira - NBR 12.235/1992, que dispõe sobre o armazenamento de resíduos sólidos perigosos. Esses resíduos são armazenados temporariamente em depósito coberto, impermeabilizado, com ventilação, canaletas e caixa de contenção para vazamentos e cerca para controle de entrada dos funcionários autorizados (FIGURA 6). A área também conta com uma caçamba com tampa locada pela empresa responsável pelo transporte desses resíduos. Todos os funcionários de setores responsáveis pela geração de resíduos perigosos recebem treinamento para o bom uso do depósito e o controle é realizado por meio de planilha com campos para preenchimento da data, do tipo de resíduo, quantidade, local de geração e assinatura do funcionário responsável pelo armazenamento do resíduo no local. Periodicamente e de acordo com a geração, os resíduos perigosos gerados no Inhotim são destinados para o aterro industrial Essecis Soluções Ambientais, e o transporte até o local é realizado por empresa especializada e licenciada para atividade. Outros resíduos, considerados especiais, como lâmpadas, pilhas, baterias e resíduos eletrônicos também recebem destinação e tratamento adequados. A coordenação de Gestão Ambiental do Inhotim

possui controle e arquivo dos laudos de destinação de todos os tipos de resíduos gerados no Instituto.

Figuras 5 e 6: Caçambas para armazenamento de resíduos inertes de construção civil e área de armazenamento temporário de resíduos perigosos.



Fonte: Instiuto Inhotim, 2014

4. AS PALMEIRAS E AS DEMANDAS DO PAISAGISMO CONTEMPORÂNEO

A família Arecaceae, anteriormente conhecida como Palmae ou Palmaceae, é a única família botânica da ordem Arecales. Pertencem a esta família de plantas muito conhecidas, como o coqueiro e a tamareira, abrangendo cerca de 205 gêneros e 2.500 espécies e distribuem-se pelo mundo todo, mas estão centralizadas nas regiões tropicais e subtropicais (LORENZI, 2004). Plantas de grande potencial paisagístico nas composições, definem o mais autêntico tropicalismo com suas formas airosas e esbeltas, produzindo belos efeitos ornamentais em qualquer espaço ajardinado (Figura 7).

Figura 7: Jardim Paisagístico do Inhotim com composição de diversas espécies de palmeiras



Fonte: Arquivo digital Instituto Inhotim (2012)

O acervo botânico do Instituto Inhotim é representado por grupos com valor paisagístico e expõe uma significativa representatividade filogenética. A coleção de palmeiras, uma das mais relevantes do mundo, apresenta aproximadamente 1.400 espécies, e um total de mais de 20 mil indivíduos (entre plântulas e indivíduos adultos).

Para Orsini (2011), paisagista responsável de 2000 a 2004, o paisagismo do Inhotim é, sem dúvida, um dos mais importantes do mundo, não só pela sua

diversidade, mas pela harmonia e integração com a natureza local, com a arquitetura dos pavilhões e as obras de arte dos mais consagrados artistas contemporâneos.

Inspirado no conceito de paisagismo consagrado pelo renomado artista Roberto Burle Marx, o Instituto Inhotim mantém seus jardins repletos de plantas tropicais, apostando nas composições de cores e texturas que criam ambientes que lembram a estética da pintura abstrata. Nascido em 1909, Burle Marx revolucionou o paisagismo brasileiro a partir da década de 1930 usando em seus projetos plantas tropicais, antes desconsideradas pelos brasileiros que seguiam em seus jardins o estilo europeu com predominância de azaleias, camélias, magnólias e nogueiras. Apaixonado pela flora brasileira, realizou incontáveis viagens por todo o país à procura de plantas raras e exóticas. Sua reverência ao verde tornou-o pioneiro na luta pela preservação do meio ambiente. Dentre suas obras estão os jardins suspensos do Outeiro da Glória e o Aterro do Flamengo no Rio de Janeiro, o Parque da Pampulha, Minas Gerais, os famosos jardins de Brasília e os jardins do Parque do Ibirapuera, em São Paulo. Hoje é possível afirmar que existe uma predominância da influência do estilo de Burle Marx nos projetos dos paisagistas de todo país.

De minha experiência pessoal posso lembrar agora todo aprendizado através do convívio com botânicos cuja colaboração reputo indispensável àquele que queira se dedicar ao mister de fazer paisagismo consciente e aprofundado, aproveitando esse imenso patrimônio, tão mal compreendido pelos paisagistas e pelos amantes de jardins, que é a exuberante flora brasileira. Embora possamos dispor de um contingente de aproximadamente 5.000 espécies arbóreas, dentro de um conjunto florístico avaliado em 50.000 espécies diferentes, nossos jardins apresentam, sobretudo, a flora domesticada, cosmopolita, e, em nossas ruas, a arborização é, muitas vezes, feita com espécies exóticas, como plátanos, ligustros, etc. Repudio esse conceito de paisagismo e tenho lutado contra certas maneiras de urbanização, em que a paisagem natural é totalmente destruída para, em seguida, ser feita uma composição vegetal com plantas divorciadas da realidade paisagística local (MARX, 1987).

O uso de palmeiras brasileiras na maior parte dos projetos paisagísticos dos mais renomados profissionais da atualidade corrobora para uma demanda cada vez maior por insumos necessários para cultivo e manutenção dessas espécies. O momento que o planeta vive perante o receio de um colapso

ambiental gerado pelo consumo excessivo e poluição geral dos recursos naturais, também exige uma mudança de postura do mercado e da sociedade que já inicia um movimento que visa práticas mais sustentáveis de produção. O desenvolvimento de um composto orgânico específico para palmeiras e fins paisagísticos, produzido a partir da reutilização de resíduos sólidos vem de encontro com as tendências e necessidades desse contexto.

5. *EUTERPE EDULIS*: AMEAÇA DE EXTINÇÃO E À LUZ DO PAISAGISMO

De acordo com Lorenzi (2004), a espécie botânica *Euterpe edulis* tem como habitat natural o sul da Bahia e Minas Gerais até o Rio Grande do Sul na Mata Atlântica e em Goiás, Mato Grosso do Sul, São Paulo e Paraná nas matas ciliares da bacia do rio Paraná. É uma palmeira de caule solitário, que não produz perfilhos, o que significa que a extração do palmito implica no sacrifício da planta. Essa atividade quando é realizada sem critérios ou sem cuidados com a sustentabilidade ambiental, pode comprometer a continuidade da espécie e de vários animais que se alimentam de seus frutos. Quando feita desta forma, essa atividade tem o nome de extrativismo e é considerada crime ambiental, previsto na Lei de Crimes Ambientais - Lei 9.605 de fevereiro de 1998.

A *Euterpe edulis* consta na Lista da Flora Brasileira Ameaçada de Extinção, também conhecida como Lista Vermelha, publicada em 2013 pelo Centro Nacional de Conservação da Flora (categoria de ameaça VU – Vulnerável). De acordo com a Fundação Biodiversitas, embora a espécie ocorra em toda a extensão da Mata Atlântica, é intensamente explorada para consumo e os indivíduos são abatidos ainda em idade imatura sem que tenha havido produção de frutos e sementes que viabilizem a regeneração natural da população.

Em curto prazo, uma possibilidade de agregar recursos financeiros aos remanescentes florestais onde existe a espécie, seria a colheita de frutos para produção de polpa. O uso pode ser feito da mesma maneira que a polpa de açaí: puro ou misturado com outras polpas de frutas regionais, como granola, guaraná em pó, como sorvete e outros.

Como a espécie é nativa da Mata Atlântica, os frutos são encontrados naturalmente nas populações que ainda existem na região. Um dos cuidados que se deve ter, após a extração da polpa, é em repor as sementes nas áreas onde os frutos foram colhidos. As sementes podem ser semeadas na mata a lanço, ou em pequenas covas abertas com a ponta do facão, em local não muito sombreado para permitir o desenvolvimento mais rápido da planta. A

frutificação ocorre nos meses de março a junho e um quilo de sementes contém cerca de 750 unidades. A germinação ocorre de 3 a 6 meses (LORENZI, 2004).

De acordo com a lista de espécies da Flora do Brasil, a *Euterpe edulis* possui uma sinonímia, a chamada *Euterpe espirosantensis*. A lista de espécies da Flora do Brasil faz parte do Programa REFLORA/CNPQ, uma iniciativa do governo brasileiro, que tem como objetivo principal o resgate de imagens dos espécimes da flora brasileira e das informações a eles associadas, depositados nos herbários estrangeiros para construção do Herbário Virtual Re flora. A lista do Brasil funciona como um validador para os nomes atribuídos às imagens do Herbário Virtual Re flora.

Porém, durante alguns anos, para muitos pesquisadores e botânicos, a *Euterpe espirosantensis* foi considerada uma nova espécie e não apenas uma variação da espécie *Euterpe edulis*. De acordo com o pesquisador que a descreveu, as diferenças são sutis.

Esta espécie é afim de *E. edulis* pela semelhança quanto ao tamanho, forma e cor das flores, frutos e plântulas e pelo indumento pulverulento da inflorescência. Por estarem intimamente relacionadas e pelo fato de terem concentrações expressivas em áreas próximas, porém diferentes em termos de solo, acreditamos serem vicariantes edáficos. Entretanto, em situações pouco comuns as duas espécies foram observadas lado a lado (FERNANDES, 1989).

Lorenzi (2004) a descreve como uma espécie endêmica do Estado do Espírito Santo, mais precisamente do município de Santa Teresa, entre 700 e 1000 metros de altitude, sobre as rochas, onde foram encontradas formações florestais naturais dessa planta. Ainda de acordo com Lorenzi (2004), *Euterpe espirosantensis* é uma espécie nativa da Floresta Tropical Atlântica, cuja propagação natural se dá exclusivamente por sementes.

Normalmente *Euterpe edulis* possui caule acinzentado, de 5 a 12 metros de altura, 10 a 15 centímetros de diâmetro e um palmito de cor verde no topo. A variação dessa espécie, anteriormente nomeada de *Euterpe espirosantensis*, possui caule castanho-acinzentado, de 7 a 15 metros de altura, cerca de 15 centímetros de diâmetro, provido de um palmito amarelo no topo, o que faz

dela uma planta elegante e ainda mais bela pelo contraste de cores. A beleza das folhas desses indivíduos, pinadas, arqueadas e com intervalos menos irregulares do que a maioria dos exemplares da espécie *Euterpe edulis*, também é destacada pelo menor número na copa (LORENZI, 2004). As figuras 8 e 9 destacam as principais diferenças entre os indivíduos (contraste de cores da copa e capitel).

Figuras 8 e 9: *Euterpe edulis* e variação da espécie.



Fonte: Google Imagens. Acesso em 01 de agosto de 2015

Tais características adicionam estima a cada exemplar e aprimoram ainda mais projetos paisagísticos que buscam a releitura de paisagens naturais e ambientes mais sustentáveis. O Instituto Inhotim produz mudas de *Euterpe edulis*, com olhar atento às variações que agregam valor e beleza aos exemplares. A iniciativa alia os mais nobres interesses paisagísticos à missão de conservação ambiental dos jardins botânicos que devem manter em suas coleções espécies vivas nativas e exóticas, podendo ser importantes atores na reintrodução de espécies ameaçadas e extintas na natureza.

6. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

6.1. Composição das Leiras de Compostagem

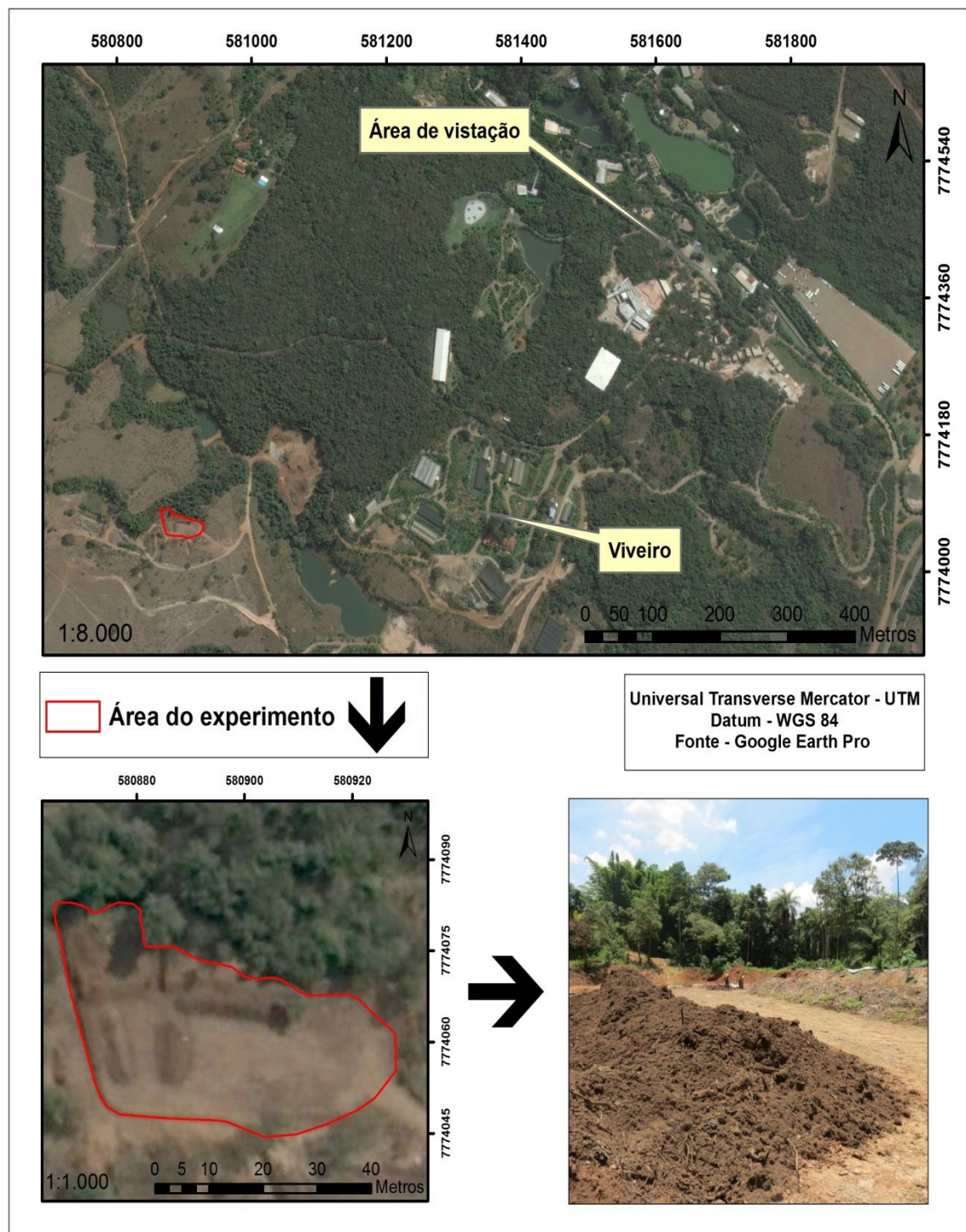
Durante o período de levantamentos bibliográficos para execução da presente pesquisa, uma área pré-definida passou a receber as podas dos jardins a fim de estocar matéria prima para o experimento. Para que não se iniciasse uma decomposição sem controle adequado, a grande quantidade de poda armazenada começou a ser utilizada na produção de um composto orgânico inicial, que absorveu podas de famílias botânicas diversas, esterco verde e restos de alimentos crus. O composto resultante começou a ser utilizado na adubação de algumas plantas paralelamente ao experimento, sendo um produto criado com metodologia pouco criteriosa, similar a adubos orgânicos caseiros, elaborados em sítios e fazendas. Este composto passou a ser um padrão de controle de comparação da eficiência do composto experimental.

A partir de uma análise acerca das demandas do mercado, das tendências do paisagismo no Brasil e a variedade de espécies da coleção do Inhotim, a família botânica Arecaceae foi escolhida como foco do experimento, sendo utilizadas apenas podas de palmeiras na composição das leiras experimentais.

Para composição das leiras experimentais, e como fonte de carbono, foram separadas apenas podas de espécies botânicas da família Arecaceae, visando o desenvolvimento de composto especial para essa família e também devido à disponibilidade de podas no Instituto. Além disso, as folhas das palmeiras apresentam características próprias, contudo, exibindo tamanhos, formas e texturas bem variadas. De modo geral, as folhas das palmeiras se dividem em dois grupos: pinadas e palmadas, embora existam variações em um número menor de espécies que podem representar formas bipinadas, costapalmadas e inteiras. Algumas espécies de palmeiras possuem folhas mais rígidas, como as do gênero *Phoenix* e outras possuem folhas mais macias e pendentes, como as do gênero *Syagrus*. Como fonte de nitrogênio foram selecionados resíduos vegetais gerados na cozinha do restaurante de funcionários, como cascas e aparas de vegetais crus.

Para o experimento foi utilizada a metodologia de Pereira Neto (2007), que determina que uma relação C:N satisfatória para obtenção de alta eficiência nos processos de tratamento biológico dos resíduos sólidos orgânicos deve situar-se em 30 e 40:1. A área pode ser observada na figura 10.

Figura 10: Vista geral do Instituto e localização da área do experimento



Fonte: Elaborado pela autora, 2015

Além de parâmetro de comparação dos resultados do uso do composto com insumos selecionados para nutrição da família das palmeiras, a elaboração de composto orgânico com esta metodologia visou absorver o máximo de resíduos orgânicos gerados pelo Instituto, a fim de minimizar os impactos ambientais causados pelo lixo. A exclusão de alguns resíduos orgânicos gerados no restaurante de funcionários, como restos de alimentos cozidos e carnes, mesmo na composição da leira controle, foi fundamental para manter a qualidade do composto, evitando a presença de sal e óleo, além de não atrair vetores para a área de compostagem, que por sua vez, não produziu mau cheiro³.

6.2. Elaboração de leiras experimentais

A partir da composição definida que pode ser observada nas figuras 11 e 12, foram elaboradas três leiras de compostagem, aplicando a repetição que é um dos princípios básicos da experimentação, permitindo assim a obtenção de uma estimativa de variabilidade atribuída a todas as variáveis consideradas irrelevantes ou não conhecidas e às variáveis relevantes que não foram controladas.

A leira controle, usada como comparativo de eficiência do composto experimental, absorveu todo tipo de poda das diversas famílias botânicas que fazem parte do acervo do Jardim Botânico Inhotim. Em sua maioria foram incorporadas podas das famílias das Arecaeae, Araceae, Heliconeaceae e Poaceae e outros resíduos orgânicos úmidos ricos em nitrogênio, como esterco verde e restos de alimentos crus. O esterco verde é muito utilizado na produção de compostos orgânicos feitos em fazendas de criação de gado e acredita-se que contribui mais para nutrição das plantas.

As leiras foram elaboradas conforme definição abaixo:

³ A maior concentração de nitrogênio na massa de compostagem gera perda de nitrogênio devido a volatilização da amônia, provocando fortes odores durante o processo de compostagem. (PEREIRA NETO, 2007).

- Leiras experimentais 1, 2 e 3: Relação C:N = 30:1 com uso de podas apenas de espécies da família botânica Arecaceae, cascas e aparas de frutas, verduras e legumes em geral.
- Leira Controle: Relação C:N não foi mensurada, pois o objetivo foi aproveitar ao máximo os resíduos orgânicos gerados no Instituto. A leira controle foi elaborada com podas de diversas famílias botânicas, esterco verde, cascas e aparas de frutas, verduras e legumes em geral.

As leiras foram elaboradas seguindo o método natural (KIEHL, 1998; PEREIRA NETO, 2007). As pilhas de leiras experimentais foram montadas com aproximadamente 1 metro de altura e 2 m de largura de base, com revolvimento manual e a leira controle, que absorveu maior quantidade de resíduos orgânicos, foi montada com 2 m de altura e 4 m de base, com revolvimento mecânico (figuras 8 e 9). A diferença de tamanho entre as leiras experimentais e a leira controle não influencia nos resultados dessa pesquisa, uma vez que estão dentro dos limites de tamanho (base e altura) determinados pelo método natural, tendo tempo de maturação similar.

A oxigenação das leiras seguiu um ciclo de reviramento de 3 em 3 dias, permitindo o bom arejamento da massa em decomposição e controle da temperatura. A temperatura foi controlada entre 45° e 65°.

Figuras 11 e 12: Resíduos ricos em nitrogênio (restos de alimentos) e resíduos ricos em carbono (podas de palmeiras secas e trituradas)



Fonte: INSTITUTO INHOTIM, 2014

Figuras 13 e 14: Revolvimento manual da Leira experimental 1 e revolvimento mecânico da Leira Controle



Fonte: INSTITUTO INHOTIM, 2014

Após maturação das leiras, as amostras foram coletadas e enviadas ao laboratório de análise de fertilizantes e corretivos do Instituto Mineiro de Agropecuária – IMA, sendo o único laboratório localizado na região metropolitana de Belo Horizonte que realiza análise de compostos orgânicos. Os parâmetros analisados foram: carbono, cobalto, cobre, ferro, manganês, nitrogênio, PH, teor de umidade e zinco.

6.3. Seleção de Espécie de Palmeira para Ensaio sobre Desenvolvimento

Para o teste do adubo orgânico desenvolvido foi selecionada a espécie de palmeira *Euterpe edulis*, conhecida popularmente como palmeira juçara. Os indivíduos selecionados possuem variação na cor do palmito (amarelo-alaranjado), o que valoriza a espécie do ponto de vista paisagístico, conforme capítulo anterior. A escolha da espécie se deve tanto pela beleza da planta que recentemente passou a ser considerada em projetos importantes paisagísticos, quanto por sua singularidade, e perigo de extinção. Segundo Lorenzi et al. (2004), as mudas dessa espécie são de crescimento lento, dado considerado

relevante visto que o objetivo do experimento é desenvolver um adubo orgânico que impacte positivamente no desenvolvimento de plantas com potencial paisagístico.

A parcela experimental do teste foi de dois indivíduos por leira experimental, resultando em um ensaio com oito palmeiras jovens. Cabe ressaltar que este ensaio dará subsídios para que o Instituto Inhotim desenvolva novos testes de desenvolvimento com outras espécies e com maior parcela experimental.

A escolha da espécie para o ensaio de crescimento pode ser observada nas figuras 15 e 16.

Figuras 15 e 16: Identificação de espécie para o ensaio e indivíduos da espécie *Euterpe edulis*.



Fonte: INSTITUTO INHOTIM, 2015

6.4. Plantio dos Indivíduos Selecionados com uso dos Adubos Desenvolvidos

Uma parte do composto de cada leira foi recolhido da área do experimento e levado para o local onde os indivíduos foram selecionados para adubação, conforme figuras 17 e 18.

Foram utilizados oito vasos de 8,5 litros para o plantio dos indivíduos de *Euterpe edulis* selecionados. Para melhor drenagem do solo, foi inserida uma camada de brita no fundo de cada vaso. Em seguida, foi adicionada uma mistura de 50% de terra e 50% de composto orgânico, inclusive o adubo resultante da leira controle (Figuras 19 e 20). Cada vaso foi identificado com placa, indicando a leira e o adubo utilizado no plantio (Figuras 21 e 22). Antes do plantio, os indivíduos selecionados tiveram os restos de terra retirados das raízes e base dos caules a fim de facilitar a absorção dos nutrientes apenas da mistura presente nos vasos do experimento.

Figuras 17 e 18: Coleta do adubo maturado para os testes das quatro leiras experimentais e local de teste já com indivíduos botânicos selecionados para o teste de desenvolvimento.



Fonte: INSTITUTO INHOTIM, 2015

Figuras 19 e 20: Colocação de britas para drenagem de água e mistura do composto de uma das leiras com terra.



Fonte: INSTITUTO INHOTIM, 2015

Figuras 21 e 22: Plantio de um dos indivíduos com a mistura de terra e composto orgânico e Placa de identificação para ensaio de desenvolvimento



Fonte: INSTITUTO INHOTIM, 2015

6.5. Ensaio sobre Desenvolvimento de Plantas

Para avaliar a eficiência do adubo no desenvolvimento das plantas foram analisados parâmetros técnicos de crescimento dos indivíduos:

- Altura total da planta
- Altura do caule (estirpe)
- Circunferência da base do caule

Também foram monitorados o estado fitossanitário dos indivíduos, a presença e o crescimento de folhas novas (Figura 23 a 24).

As variáveis climáticas foram controladas em ambiente com tela de sombrite, protegendo os indivíduos por igual da exposição excessiva à luz solar, ao calor e chuvas. A irrigação manteve o padrão dos procedimentos de manutenção de viveiro de mudas e jovens plantas do Jardim Botânico Inhotim, com frequência diária.

Figuras 23 e 24: Medição da altura do caule e medição da circunferência do Caule



Fonte: INSTITUTO INHOTIM, 2015

Figuras 25 e 26: Medição da Altura total e Comprimento de Folha Nova



Fonte: INSTITUTO INHOTIM, 2015

7. ANÁLISE DE RESULTADOS

7.1. Análise físico-química

O composto orgânico resultante das leiras experimentais obteve sua maturação cerca de 100 dias após a instalação do experimento no campo. O adubo desenvolvido nas pilhas experimentais e na pilha controle apresentou aspecto de terra vegetal, de cor marrom escura, leve, solto e sem odores desagradáveis.

Os resultados analíticos podem ser observados na tabela 2.

Tabela 2: Resultados Analíticos das amostras de composto orgânico das Leiras 1,2 e 3 e da Leira Controle

Amostra	Carbono Orgânico	Cobalto (%)	Cobre (%)	Ferro (%)	Manganês (%)	Nitrogênio (%)	pH	Umidade (%)	Zinco (%)
LEIRA 1	5,4	<0,0010	<0,0010	2,0	0,035	0,24	7,4	56,5	0,0017
LEIRA 2	8,6	<0,0010	<0,0010	1,2	0,023	0,22	7,4	61,1	0,0014
LEIRA 3	7,0	<0,0010	<0,0010	1,5	0,020	0,25	7,0	70,9	0,0014
CONTROLE	6,3	<0,0010	0,0023	2,2	0,026	0,30	7,3	34,3	0,0058

Fonte: Elaborado pela autora, 2015

A partir dos resultados obtidos das análises das amostras dos compostos elaborados com podas de palmeiras e do processo de compostagem da leira controle, que aproveita podas de diversas espécies, observa-se que não houve variação relevante para os parâmetros cobalto, cobre, ferro, manganês e pH. Foi observado variação no carbono orgânico entre as leiras. Os valores de nitrogênio e zinco foram maiores na leira controle em relação às leiras experimentais. Os valores de umidade se destacam sendo bem mais elevados nas leiras experimentais em relação à leira controle.

No composto, o teor ótimo de umidade, de modo geral, situa-se entre 50% e 60%. O ajuste da umidade pode ser feito pela criteriosa mistura de componentes ou pela adição de água. Na prática se verifica que o teor de umidade depende também da eficácia da aeração, das características físicas dos resíduos (estrutura e

porosidade). Elevados teores de umidade (>65%) fazem com que a água ocupe os espaços vazios do meio, impedindo a livre passagem do oxigênio, o que poderá provocar aparecimento de zonas de anaerobiose. Se o teor de umidade de uma mistura é inferior a 40% a atividade biológica é inibida, bem como a velocidade de biodegradação.

Porém, como há perdas de água devido à aeração, em geral, o teor de umidade do composto tende a diminuir ao longo do processo (FERNANDES; SILVA, 1996).

Segundo Bissi Junior (2012), as regiões aptas à cultura do palmito possuem precipitação pluvial anual acima de 1800 mm bem distribuídas, sem período de déficit hídrico e temperatura média acima de 24° C. Em áreas com temperatura ideal a primeira colheita é feita com 14 meses após a implantação da cultura. Já em regiões com déficit térmico a colheita é feita com 18 a 24 meses após o plantio.

A necessidade hídrica é devido ao processo metabólico das plantas, principalmente no processo de transpiração. As plantas absorvem água do solo pelas raízes e apenas uma pequena parte é incorporada na matéria vegetal na forma de água constituinte, e grande parte é perdida pelas folhas pelos estômatos na forma de vapor de água [...] [...] a exigência da água, no entanto é intrínseca as plantas, se não satisfeita altera o crescimento e a produção (BISSI JUNIOR, 2012).

A análise laboratorial oportunizou a verificação de eficiência da montagem das leiras no que tange a quantidade de carbono e nitrogênio que foi mensurada nas leiras experimentais, mas não medida da montagem da leira controle. O maior teor de Nitrogênio na Leira Controle se justifica pelo uso de esterco verde na composição.

De acordo com Pereira Neto (2007), os resíduos orgânicos de fontes especiais, como restaurantes, feiras e Ceasas, possuem relação C:N dentro da faixa ótima para compostagem, isto é, 30 a 40:1. No caso do esterco de gado, essa relação é de 18:1. (OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008).

7.2. Crescimento da planta

Para Clement & Bovi (2000) a altura da planta e o diâmetro da haste principal são os parâmetros mais utilizados nos estudos de crescimento de palmeiras, pois são medidas de natureza não destrutiva, facilmente adquiridas, principalmente nos estádios iniciais de crescimento e estão altamente correlacionadas à produção de palmito. Neste ensaio, foram medidas de controle o comprimento do caule, além dos parâmetros supracitados, aqui, nomeados circunferência do caule e altura total.

7.2.1. Comprimento do Caule

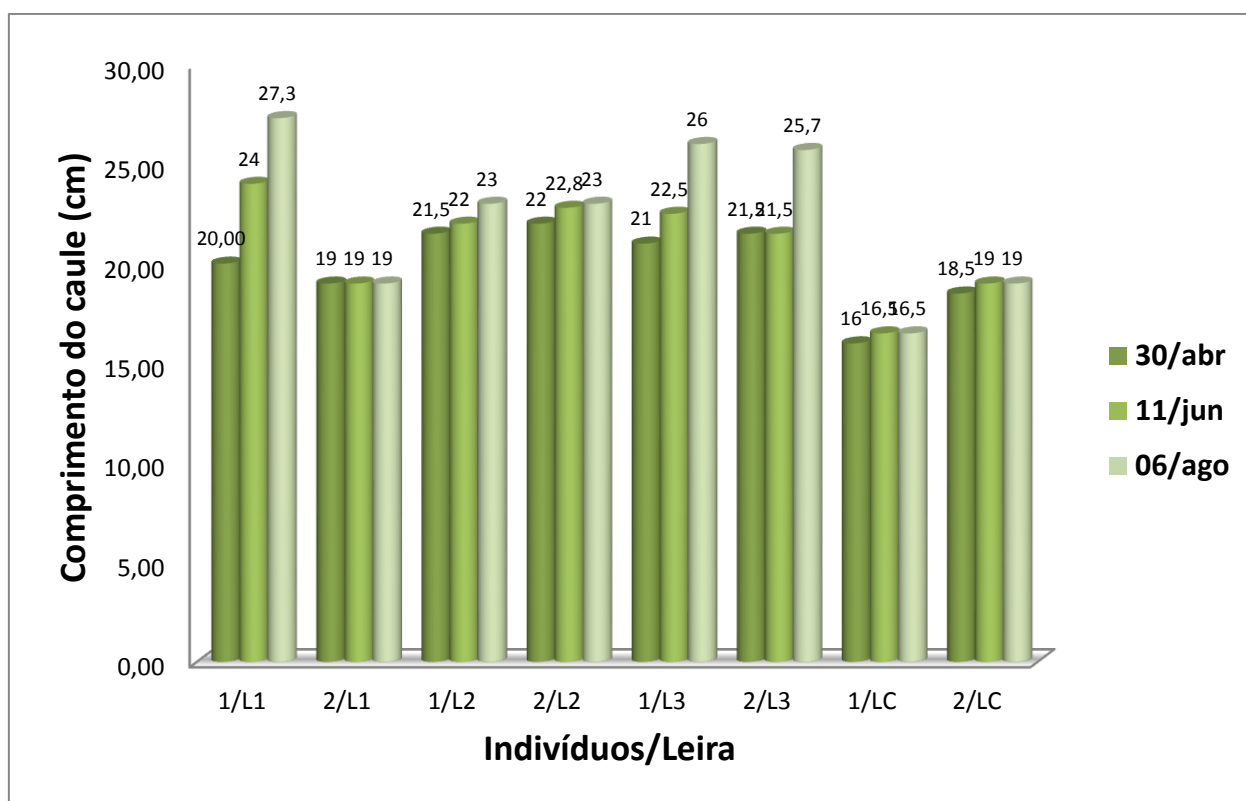
Em relação ao comprimento do caule, (tabela 3 e gráfico 3) podem ser observados os valores obtidos para cada tratamento, dentro das respectivas avaliações, durante o período de abril a agosto de 2015. A tabela 3 apresenta o crescimento total do caule de cada indivíduo e o gráfico 3 correlaciona as repetições e os tratamentos aplicados em campo.

Tabela 3: Medidas (cm) do comprimento do caule de oito indivíduos

Indivíduos/Leira	Caule (cm)			Crescimento total (cm)
	abr	jun	ago	
1/L1	20,0	24,0	27,3	7,3
2/L2	19,0	19,0	19,0	0,0
1/L2	21,5	22,0	23,0	1,5
2/L2	22,0	22,8	23,0	1,0
1/L3	21,0	22,5	26,0	5,0
2/L3	21,5	21,5	25,7	4,2
1/LC	16,0	16,5	16,5	0,5
2/LC	18,5	19,0	19,0	0,5

Fonte: Elaborado pela autora, 2015

Gráfico 3: Comprimento (cm) do caule para os oito indivíduos



Fonte: Elaborado pela autora, 2015

Observa-se que as plantas apresentaram um crescimento contínuo do mês de abril ao mês de agosto, variando o crescimento total de 0,5cm nos indivíduos da Leira Controle a 7,3cm no indivíduo 1 da Leira 1. O Indivíduo 2 da Leira 1 não apresentou crescimento.

De acordo com os dados apresentados, observa-se que os dois indivíduos da Leira 3 apresentaram maior crescimento do caule, no período de experimentação.

7.2.2. Circunferência do Caule

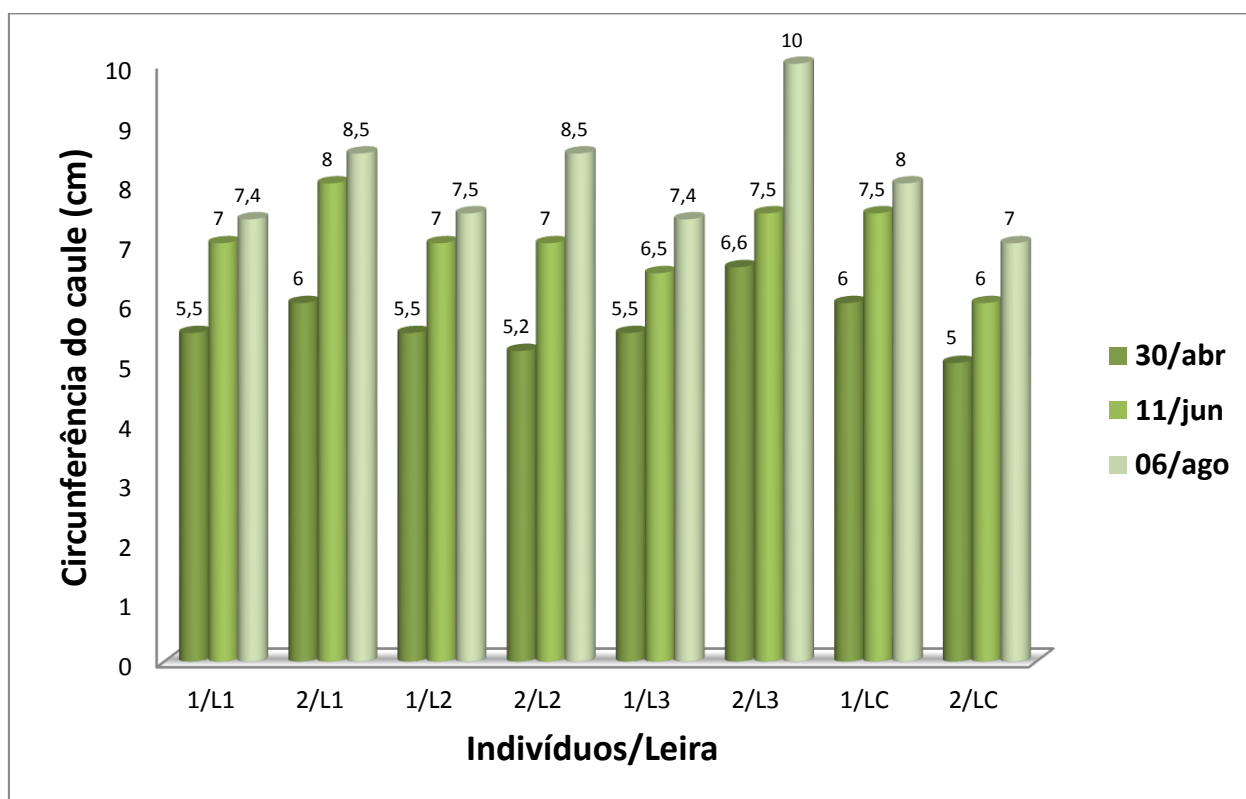
Em termos de avaliação do diâmetro do caule, pode-se observar pela tabela 4 os valores de crescimento total da base do caule de cada indivíduo. O gráfico 4 apresenta o desenvolvimento vegetativo da circunferência do caule de cada indivíduo, correlacionando as repetições e os tratamentos aplicados em campo.

Tabela 4: Medidas (cm) da circunferência do caule de oito indivíduos

Indivíduos/leira	Circunferência do caule (cm)			Crescimento Total (cm)
	30/abr	11/jun	06/ago	
1/L1	5,5	7,0	7,4	1,9
2/L1	6,0	8,0	8,5	2,5
1/L2	5,5	7,0	7,5	2,0
2/L2	5,2	7,0	8,5	3,3
1/L3	5,5	6,5	7,4	1,9
2/L3	6,6	7,5	10,0	3,4
1/LC	6,0	7,5	8,0	2,0
2/LC	5,0	6,0	7,0	2,0

Fonte: Elaborado pela autora, 2015

Gráfico 4: Circunferência (cm) do caule para os oito indivíduos



Fonte: Elaborado pela autora, 2015

Conforme indicado na tabela 4 todas as plantas apresentaram um crescimento contínuo do mês de abril ao mês de agosto, variando o crescimento total de 1,9cm (Leira 1 Indivíduo 1 e Leira 3 Indivíduo 2) à 3,4cm (Leira 3 Indivíduo 3).

O gráfico 4 demonstra que o melhor desempenho no crescimento da circunferência do caule foi do Indivíduo 2 da Leira 3 com crescimento de 3,4cm, seguido do Indivíduo 2, da Leira 2, com crescimento de 3,3cm.

7.2.3. Altura Total

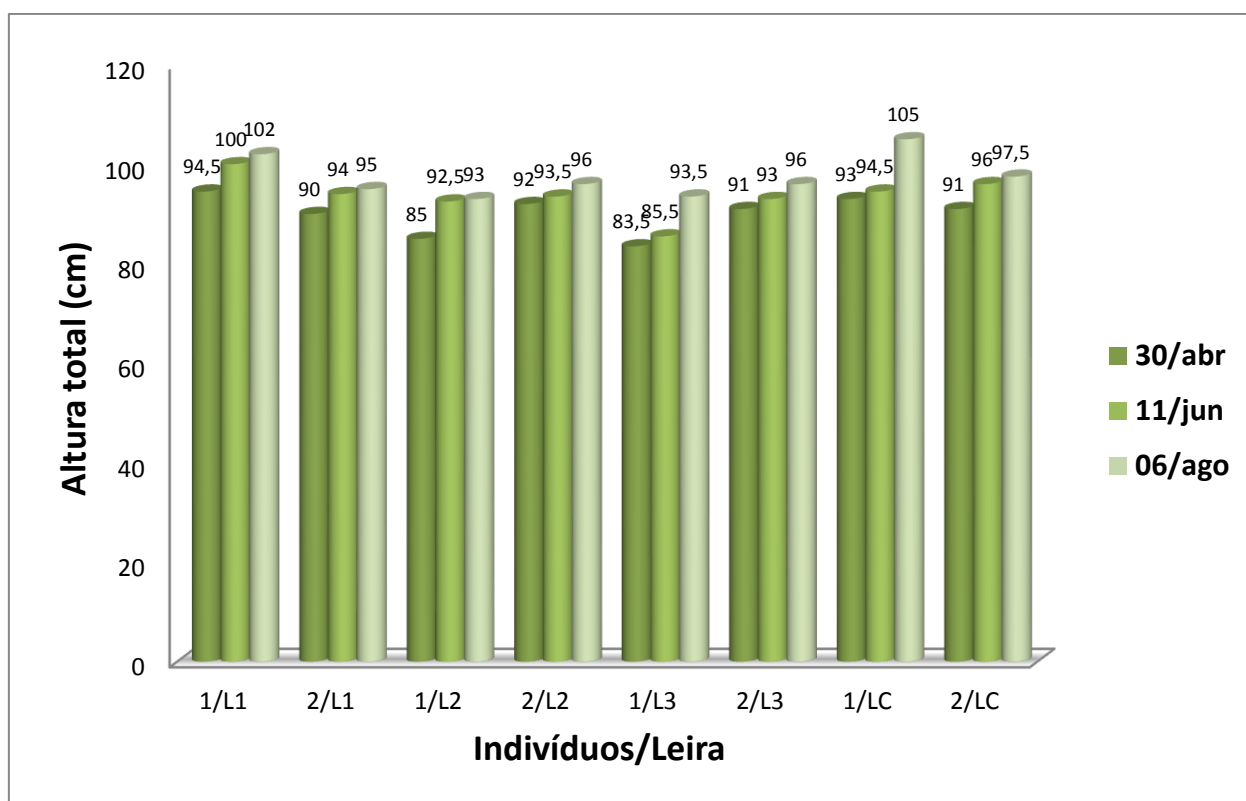
A tabela 5 apresenta os valores de crescimento total da altura das plantas, medida da base do caule até a ponta da folha mais alta. O gráfico 5 apresenta o desenvolvimento vegetativo em relação à altura total das plantas de forma comparativa.

Tabela 5: Medidas (cm) da altura total dos oito indivíduos

Indivíduos/Leira	Altura total (cm)			Crescimento Total (cm)
	30/abr	11/jun	06/ago	
1/L1	94,5	100	102	7,5
2/L1	90	94	95	5
1/L2	85	92,5	93	8
2/L2	92	93,5	96	4
1/L3	83,5	85,5	93,5	10
2/L3	91	93	96	5
1/LC	93	94,5	105	12
2/LC	91	96	97,5	6,5

Fonte: Elaborado pela autora, 2015

Gráfico 5: Altura Total (cm) para os oito indivíduos



Fonte: Elaborado pela autora, 2015

Em relação à altura total, as plantas também apresentaram crescimento contínuo, variando o crescimento total de 4cm (Indivíduo 2 Leira 2) à 12cm (Indivíduo 1 Leira Controle).

De acordo com o gráfico 5 o melhor desempenho no crescimento da altura total de cada planta foi do Indivíduo 1, da Leira Controle com crescimento de 12cm, seguido do Indivíduo 1, da Leira 3, com crescimento de 10cm.

8. CONCLUSÃO

O aproveitamento dos resíduos sólidos orgânicos gerados em um ambiente com as características do Instituto Inhotim é de grande importância. O processo proposto neste projeto contribuiu com vários objetivos da sustentabilidade uma vez que a compostagem de resíduos orgânicos atinge aspectos sanitários, ambientais, econômicos e sociais.

A redução no volume de lixo úmido disposto na área de armazenamento temporário de resíduos do Instituto e consequentemente destinado ao aterro sanitário de Brumadinho impacta na redução de vetores e eliminação de possíveis contaminações do solo por meio do chorume, sendo um poderoso instrumento sanitário. Além de colaborar para o aumento da vida útil do aterro, o que é também uma questão social. O reuso do lixo orgânico amplia as condições de sustentabilidade do Inhotim que caminha para um crescimento contínuo de sua área de visitação, atrelado ao aumento anual do número de visitantes, o que influenciará no aumento da geração de resíduos orgânicos diários. Um novo cenário no gerenciamento de resíduos sólidos se mostra a partir desse experimento, sendo que a compostagem influenciou inclusive no planejamento das futuras dimensões da área de armazenamento de lixo comum, quantidade de recipientes para estoque temporário e na logística de coleta interna, que agora conta com duas equipes para coleta de resíduos (a equipe de serviços gerais e a de paisagismo que se encarrega de coletar os orgânicos gerados por podas e restos orgânicos selecionados para compostagem gerados no restaurante de funcionários).

Atestada a eficiência do composto orgânico produzido com matéria prima retirada do próprio lixo gerado no Instituto e verificada a disponibilidade de matéria prima que aumenta na mesma medida em que o parque cresce, fica provado que a manutenção dos jardins não depende da compra de fertilizantes químicos e condicionantes de solo industrializados. Desta forma, a produção cada vez mais ampliada do composto orgânico no Inhotim passa a possuir também razões econômicas.

O teor de umidade da Leira Controle, cujo composto orgânico já está sendo utilizado na adubação das plantas nos jardins do Inhotim, está mais baixo

(34,3%) do que o mínimo recomendado (40%) e foi ajustado. Este resultado indica que o esterco verde, que é um resíduo orgânico úmido e rico em nitrogênio comprado pelo Instituto, pode ser substituído pelo uso de restos de alimentos em maior quantidade, gerando ainda mais economia. O aumento da quantidade de restos de alimentos para uso na produção de adubo orgânico no Inhotim vai culminar na reutilização da maior parte dos resíduos orgânicos gerados nos restaurantes. Tudo isso torna o Instituto autossuficiente na produção de adubo orgânico.

A prática pode ser aproveitada para sensibilização do público visitante por meio das visitas mediadas e das atividades de educação ambiental. Alguns grupos de alunos participantes de projetos educativos já conheceram a área onde a compostagem orgânica está sendo feita no Inhotim. São grupos de estudantes de escolas municipais de Brumadinho que fazem parte do projeto Jovens Agentes Ambientais, o qual possui objetivo de disseminação do aprendizado pelos jovens em suas comunidades e escolas. O método do Inhotim incentiva a replicação da proposta na região.

O teor de umidade da Leira 3 está acima (70,9%) do máximo recomendado (65%), porém os indivíduos adubados com o composto dessa leira apresentaram melhor resultado em dois dos três parâmetros de crescimento destacados nas tabelas e gráficos (comprimento e circunferência do caule). A altura total dos indivíduos da leira em questão também apresentaram bons resultados.

Para comprovação de que o composto desenvolvido tem maior eficiência no crescimento de espécies da Família Arecaceae em relação a indivíduos de outras famílias botânicas, é necessário realizar uma pesquisa aplicada ao cultivo de palmeiras a partir dos resultados do ensaio de crescimento que foi agregado a presente pesquisa. Este experimento deverá contar com maior repetição de tipos de compostos orgânicos e número de indivíduos de diferentes espécies, para comparar o desenvolvimento de palmeiras com o de outras plantas.

Novos testes poderão ser realizados junto à equipe técnica do Instituto Inhotim e o registro de patente e comercialização do composto orgânico especial para

palmeiras poderão analisados de acordo com as demandas de mercado e suas articulações com a economia.

Diante do exposto é possível afirmar que a pesquisa foi um importante instrumento para o desenvolvimento de um composto orgânico mais eficiente na nutrição da coleção botânica do Instituto, bem como corrobora para a sustentabilidade do ambiente e da região onde está inserido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. *Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2010*. São Paulo - SP: Grappa Editora e Comunicação, 2010. 200 p.

AMORIM, A.C.; LUCAS JÚNIOR, J.; RESENDE, K.T. *Compostagem e vermicompostagem de dejetos de caprinos: efeito das estações do ano*. Engenharia. Agrícola, Jaboticabal 25 (1): 57-66, jan./abr. 2005

ALMEIDA, D.L.; MAZUR, N.P.; PEREIRA, N.C. Efeitos de composto de resíduos urbanos em cultura do pimentão no município de Teresópolis-RJ. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 22, 1982, Vitória. *Resumos*. Vitória: SOB/SEAG-ES, 1982 p.322.

BISSI JUNIOR, C. J. *Cultivo da pupunheira (Bactris gasipaes Kunth) irrigada submetida a diferentes formas de adubação (mineral e orgânica)*. 2012. 85p. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Arquitetura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, 2012.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Lei Federal nº 10.831 de dezembro de 2003. Dispõe sobre normas para a produção de produtos orgânicos vegetais e animais. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, 23 dez 2003. Seção 1, p.11.

CASTRIOTA, L. B. *Patrimônio cultural: conceitos, políticas, instrumentos*. São Paulo: Annablume: Belo Horizonte: IEDS, 2009. 380 p.

CLEMENT, C.R; BOVI, M.L.A. *Padronização de medidas de crescimento e produção em experimentos com pupunheira para palmito*. Acta Amazonica, Manaus, 2000.

COELHO, F. C. *Composto orgânico*. Niterói: Programa Rio Rural, 2008.

DOURADO, T. M. Inhotim, um recanto. *Jornal A Relíquia*. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <<http://jornalareliquia.blogspot.com.br/2011/01/inhotim-um-recanto.html>>. Acesso em: 05 jul. 2015

EHLERS, E. *O que é agricultura sustentável*. São Paulo: Brasiliense, 2008.

FARIAS, A. A. *Utilização de composto orgânico na adubação de plantas*. Ilhéus. CEPLAC/CENEX, 2012. 24 p.

FERNANDES, F.; SILVA, S. M. C. P. *Manual prático para compostagem de bio sólidos*. Londrina: UEL. 1996.

FERNANDES, H. Q. B. Uma nova espécie de *Euterpe* (Palmae - Arecoideae - Areceae) do Brasil. *Acta Botânica Brasílica*, v.3, n.1, p.43-49, 1989.

GUMUCHDJIAN, P; ROGERS, R. *Cidades para um Pequeno Planeta*. Lisboa: GG, 2001

IADEROZA, M. et al. Antocyanins from fruits of açai (*Euterpe oleracea*, Mart) and juçara (*Euterpe edulis* Mart). *Tropical Science*, London, England, v.32, p. 41-46, 1992.

ILLENSEER, R; PAULILO, M. T. S. Crescimento e eficiência na utilização de nutrientes em plantas jovens de *Euterpe edulis* Mart. sob dois níveis de irradiância, nitrogênio e fósforo. *Acta Botânica Brasílica*. v.16, p.385-394, 2002.

JARDIM, N. S. et al. *Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado*. São Paulo: IPT/CEMPRE, 1995. (Publicação IPT 2163).

KIEHL, E. J. *Fertilizantes orgânicos*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1985. 492p.

KIEHL, E. J. *Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto*. Piracicaba: Gráfica e Editora Degaspari, 1998. 171 p.

LEBOW, Victor. Price competition in 1955, *Journal of Retailing*, Spring,1955.

FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS. *Lista da flora brasileira ameaçada de extinção* [2015]. Disponível em: <<http://www.biodiversitas.org.br/home.htm>>. Acesso em: 05 set. 2015

JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. *Lista de Espécies da Flora do Brasil* [2015]. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 05 set. 2015

LOPES, Rodrigo. *O mundo construído*. Rio de Janeiro, Ed. Forense Universitária, 2003

LORENZI, H. et al. *Palmeiras brasileiras e exóticas cultivadas*. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2004.

MARX, R. B. *Arte e paisagem: conferências escolhidas*. Livraria Nobel S.A., São Paulo, SP, 1987.

MUNIZ, J.O.L.; SILVA, L.A.; ALMEIDA, J.J.L. Efeito das adubações orgânica e orgânica-química em pepino no litoral do Ceará. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 10, n. 1, p. 38-39, 1992.

OLIVEIRA, E. C. A; SARTORI, R. H.; GARCEZ, T. B. Compostagem. *Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz*, Piracicaba: Universidade de São Paulo, 2008. 19 f. (artigo doutorado).

PEREIRA NETO, J.T.; STENTIFORD, E.I. Aspectos epidemiológicos da compostagem. *Revista de Biologia*, Uberlândia, v.1, n.1, p.1-6, 1992.

PEREIRA NETO, J. T. *Manual de compostagem: processo de baixo custo*. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2007.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Política nacional de resíduos sólidos: lei federal 12.305*. Brasília, 2010.

REZENDE, M. A. P. Projeto arquitetônico e tecnologia: algo em comum? *Boletim Teoria*, Belo Horizonte, v. 1, p. 3-4, 1995.

REZENDE, M. A. P. *Inovação tecnológica nas edificações e a introdução da estrutura metálica em Minas Gerais*. 2003. 285 p. Tese (Doutorado). Programa de Engenharia de Construção Civil e Urbana da Escola Politécnica da USP, São Paulo, 2003.

SCHUPHAN W. Nutritive value of crops as influenced by organic and inorganic fertilizer treatment. *Qualitas Plantarum: plant foods for human nutrition*, v. 23, n. 4, p. 333-358, 1974.

SILVA JÚNIOR, A.A. Adubação mineral e orgânica em repolho. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 4, n. 2, p.19-21. 1986.

SILVA, M. G. C. P. C.; BARRETTO, W. S.; SERÔDIO, M. H. Caracterização química da polpa dos frutos de juçara e de açaí. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 18., 2004, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis, 2004. (CD Room)

SOUZA M.C.M. Aspectos institucionais do sistema agroindustrial de produtos orgânicos. *Informações Econômicas*, v. 33, n.3, p. 7-16, 2003.

TCHOBANOGLIOUS, G.; THEISEN, H; VIGIL, S. *Integrated solid waste management: engineering principles and manages issues*. United States of America, New York: McGraw-Hill, 1993.

VARGAS, Milton. *Para uma filosofia da tecnologia*. São Paulo: Alfa Omega Ltda, 1994

VEIGA, José Eli. Indicadores de sustentabilidade. *Estudos Avançados*, São Paulo, v. 24, n. 48, 2010.

ANEXO – Relatórios de ensaio das amostras das Leiras 1,2, 3 e Leira Controle



INSTITUTO MINEIRO DE AGROPECUÁRIA - IMA
GERÊNCIA DA REDE LABORATORIAL - GRL
LABORATÓRIO DE QUÍMICA E AGROPECUÁRIA - LQA
LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE FERTILIZANTES E CORRETIVOS - LAFC
 BR 040 km 527 Bairro Kennedy - Contagem/MG - CEP 32.145-900
 Telefone: (31) 3768-5620 Fax: (31) 3768-5617

RELATÓRIO DE ENSAIO N°: 0191/2015

Cliente: Instituto Inhotim
Endereço: Rua B 20 - Fazenda Inhotim -
Município/UF: Brumadinho / MG
CEP: **Telefone:** 31-3571-9700

Número da amostra no LAFC: 0191/2015
Data de recebimento da amostra: 14.07.2015
Data de realização do ensaio: de 14.07.2015 à 06.08.2015
Data da emissão do relatório: 06.08.2015

Identificação da amostra:
 AM LEIRA 01.

RESULTADOS ANALÍTICOS

Parâmetro	Resultado	Observações
Carbono orgânico	5,4	-
Cobalto (%)	< 0,0010	Teor inferior ao limite de quantificação do laboratório.
Cobre (%)	< 0,0010	Teor inferior ao limite de quantificação do laboratório.
Ferro (%)	2,0	-
Manganês (%)	0,035	-
Nitrogênio (%)	0,24	-
% da amostra passante na peneira ABNT nº 10	55,2	-
% da amostra passante na peneira ABNT nº 20	26,6	-
% da amostra passante na peneira ABNT nº 50	12,4	-
pH	7,4	-
Umidade (%)	56,5	-
Zinco (%)	0,0017	-

OBSERVAÇÕES:

Os resultados são referidos à amostra em base úmida.

-
-

O LAFC UTILIZA OS MÉTODOS RECOMENDADOS PELO MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO PARA ANÁLISE DE FERTILIZANTES E CORRETIVOS.

OS RESULTADOS DESTA ANÁLISE SE APLICAM SOMENTE À AMOSTRA ENVIADA PELO CLIENTE.

ESTE RELATÓRIO SÓ DEVE SER REPRODUZIDO POR COMPLETO, REPRODUÇÃO DE PARTES REQUER APROVAÇÃO ESCRITA DO LABORATÓRIO.

Paula G. M. Gouvêia
 Supervisora - LAFC



INSTITUTO MINEIRO DE AGROPECUÁRIA - IMA
GERÊNCIA DA REDE LABORATORIAL - GRL
LABORATÓRIO DE QUÍMICA E AGROPECUÁRIA - LQA
LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE FERTILIZANTES E CORRETIVOS - LAFC
 BR 040 km 527 Bairro Kennedy - Contagem/MG - CEP 32.145-900
 Telefone: (31) 3768-5620 Fax: (31) 3768-5617

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº: 0192/2015

Cliente: Instituto Inhotim

Endereço: Rua B 20 - Fazenda Inhotim -

Município/UF: Brumadinho / MG

CEP: **Telefone:** 31-3571-9700

Número da amostra no LAFC: 0192/2015

Data de recebimento da amostra: 14.07.2015

Data de realização do ensaio: de 14.07.2015 à 06.08.2015

Data da emissão do relatório: 06.08.2015

Identificação da amostra:
AM LEIRA 02.

RESULTADOS ANALÍTICOS

Parâmetro	Resultado	Observações
Carbono orgânico	8,6	-
Cobalto (%)	< 0,0010	Teor inferior ao limite de quantificação do laboratório.
Cobre (%)	< 0,0010	Teor inferior ao limite de quantificação do laboratório.
Ferro (%)	1,2	-
Manganês (%)	0,023	-
Nitrogênio (%)	0,22	-
% da amostra passante na peneira ABNT nº 10	65,6	-
% da amostra passante na peneira ABNT nº 20	31,0	-
% da amostra passante na peneira ABNT nº 50	13,6	-
pH	7,4	-
Umidade (%)	61,1	-
Zinco (%)	0,0014	-

OBSERVAÇÕES:

Os resultados são referidos à amostra em base úmida.

-
-

O LAFC UTILIZA OS MÉTODOS RECOMENDADOS PELO MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO PARA ANÁLISE DE FERTILIZANTES E CORRETIVOS.

OS RESULTADOS DESTA ANÁLISE SE APLICAM SOMENTE À AMOSTRA ENVIADA PELO CLIENTE.

ESTE RELATÓRIO SÓ DEVE SER REPRODUZIDO POR COMPLETO, REPRODUÇÃO DE PARTES REQUER APROVAÇÃO ESCRITA DO LABORATÓRIO.

Paula G. M. Gouvêa
Supervisora - LAFC



INSTITUTO MINEIRO DE AGROPECUÁRIA - IMA
GERÊNCIA DA REDE LABORATORIAL - GRL
LABORATÓRIO DE QUÍMICA E AGROPECUÁRIA - LQA
LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE FERTILIZANTES E CORRETIVOS - LAFC
 BR 040 km 527 Bairro Kennedy - Contagem/MG - CEP 32.145-900
 Telefone: (31) 3768-5620 Fax: (31) 3768-5617

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº: 0193/2015

Cliente: Instituto Inhotim

Endereço: Rua B 20 - Fazenda Inhotim -

Município/UF: Brumadinho / MG

CEP:

Telefone: 31-3571-9700

Número da amostra no LAFC: 0193/2015

Data de recebimento da amostra: 14.07.2015

Data de realização do ensaio: de 14.07.2015 à 06.08.2015

Data da emissão do relatório: 06.08.2015

Identificação da amostra:
AM LEIRA 03.

RESULTADOS ANALÍTICOS

Parâmetro	Resultado	Observações
Carbono orgânico	7,0	-
Cobalto (%)	< 0,0010	Teor inferior ao limite de quantificação do laboratório.
Cobre (%)	< 0,0010	Teor inferior ao limite de quantificação do laboratório.
Ferro (%)	1,5	-
Manganês (%)	0,020	-
Nitrogênio (%)	0,25	-
% da amostra passante na peneira ABNT nº 10	65,9	-
% da amostra passante na peneira ABNT nº 20	18,9	-
% da amostra passante na peneira ABNT nº 50	5,5	-
pH	7,0	-
Umidade (%)	70,9	-
Zinco (%)	0,0014	-

OBSERVAÇÕES:

Os resultados são referidos à amostra em base úmida.

-
-

O LAFC UTILIZA OS MÉTODOS RECOMENDADOS PELO MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO PARA ANÁLISE DE FERTILIZANTES E CORRETIVOS.

OS RESULTADOS DESTA ANÁLISE SE APLICAM SOMENTE À AMOSTRA ENVIADA PELO CLIENTE.

ESTE RELATÓRIO SÓ DEVE SER REPRODUZIDO POR COMPLETO, REPRODUÇÃO DE PARTES REQUER APROVAÇÃO ESCRITA DO LABORATÓRIO.

Paula G. M. Gouvêia
Supervisora - LAFC



INSTITUTO MINEIRO DE AGROPECUÁRIA - IMA
GERÊNCIA DA REDE LABORATORIAL - GRL
LABORATÓRIO DE QUÍMICA E AGROPECUÁRIA - LQA
LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE FERTILIZANTES E CORRETIVOS - LAFC
 BR 040 km 527 Bairro Kennedy - Contagem/MG - CEP 32.145-900
 Telefone: (31) 3768-5620 Fax: (31) 3768-5617

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº: 0194/2015

Cliente: Instituto Inhotim
Endereço: Rua B 20 - Fazenda Inhotim -
Município/UF: Brumadinho / MG
CEP: **Telefone:** 31-3571-9700

Número da amostra no LAFC: 0194/2015
Data de recebimento da amostra: 14.07.2015
Data de realização do ensaio: de 14.07.2015 à 06.08.2015
Data da emissão do relatório: 06.08.2015

Identificação da amostra:
 AM CONTROLE.

RESULTADOS ANALÍTICOS

Parâmetro	Resultado	Observações
Carbono orgânico	6,3	-
Cobalto (%)	< 0,0010	Teor inferior ao limite de quantificação do laboratório.
Cobre (%)	0,0023	-
Ferro (%)	2,2	-
Manganês (%)	0,026	-
Nitrogênio (%)	0,30	-
% da amostra passante na peneira ABNT nº 10	57,4	-
% da amostra passante na peneira ABNT nº 20	33,5	-
% da amostra passante na peneira ABNT nº 50	12,2	-
pH	7,3	-
Umidade (%)	34,3	-
Zinco (%)	0,0058	-

OBSERVAÇÕES:

Os resultados são referidos à amostra em base úmida.

-
-

O LAFC UTILIZA OS MÉTODOS RECOMENDADOS PELO MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO PARA ANÁLISE DE FERTILIZANTES E CORRETIVOS.

OS RESULTADOS DESTA ANÁLISE SE APLICAM SOMENTE À AMOSTRA ENVIADA PELO CLIENTE.

ESTE RELATÓRIO SÓ DEVE SER REPRODUZIDO POR COMPLETO, REPRODUÇÃO DE PARTES REQUER APROVAÇÃO ESCRITA DO LABORATÓRIO.

Paula G. M. Gouvêia
 Supervisora - LAFC