

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ – UFPR

ILANO SILVA BRAGA DO NASCIMENTO

EFEITOS DOS RESÍDUOS DE PODAS URBANAS NA NUTRIÇÃO E  
PRODUTIVIDADE DA *Manihot esculenta* Crantz

CURITIBA  
2021

ILANO SILVA BRAGA DO NASCIMENTO

EFEITOS DOS RESÍDUOS DE PODAS URBANAS NA NUTRIÇÃO E  
PRODUTIVIDADE DA *Manihot esculenta* Crantz

Monografia apresentada ao curso de Pós-Graduação em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Carlos Vargas Motta

Co-orientador: Prof. Dr. Jessivaldo Rodrigues Galvão

CURITIBA  
2021

À minha mãe Izânia Barroso da Silva Braga Câmara, ao meu padrasto Ernani Marães Câmara (*In memoriam*), à minha esposa Josiane Tapajós Feio, a todos familiares e amigos que acompanham minha trajetória e torcem por mim e, em especial, a todos os mandiocultores amazônidas, dedico.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela saúde, proteção e força.

À minha mãezinha Izânia Câmara, pelo amor, carinho, apoio e dedicação.

À minha esposa Josi, pelo incentivo e companheirismo.

Ao meu amigo Jehmison Barradas, sua esposa Alinne Andrade e sua irmã Jennifer Barradas, por me ajudarem em tantos momentos durante a execução deste trabalho.

À Associação dos Produtores Rurais da Terra Firme – ASPRORTER, pelo espaço para implantação do projeto.

Ao meu orientador Antônio Carlos Vargas Motta, pela oportunidade de me orientar nesta empreitada e por todo auxílio junto às análises laboratoriais.

Ao meu co-orientador Jessivaldo Rodrigues Galvão, mais que um amigo, um pai em tantos momentos, sempre disposto a contribuir em aperfeiçoar este trabalho.

À UFPR e ao laboratório de solos, pela oportunidade de realizar minhas análises sem custo.

À UFRA e o Grupo de Pesquisa em Manejo e Fertilidade dos Solos – GPMFS, por tantas contribuições para a realização deste trabalho.

Ao amigo Benedito Dutra, por tantas horas trocando conhecimento acerca desta cultura que tanto nos apraza: mandioca.

“...o único palavrão que existe, que nunca deveria ser pronunciado, chama-se: fome.

Fome é terrível...”

**Jessier Quirino**

Entrevista ao programa LITERATO, bloco 4/6, aos 01:47.

Link: <https://youtu.be/5elbqAk3TFM>

## RESUMO

Cultivos sucessivos de macaxeira na mesma área podem provocar o depauperamento das reservas de nutrientes do solo e o agravamento pode levar à degradação, caso não haja reposição dos nutrientes exportados. A FAO busca estimular o aumento da produção desta cultura responsável por alimentar mais de 800 milhões de pessoas no mundo. No entanto, o Estado do Pará persiste em apresentar baixas produtividades, mesmo sendo o maior produtor do país. A biomassa proveniente da manutenção de árvores apresenta potencial utilidade na agricultura e pode se tornar um preocupante passivo ambiental quando não gerenciada de forma adequada a atender uma finalidade sustentável. O objetivo do estudo foi avaliar a produtividade das raízes de macaxeira, utilizando diferentes volumes de composto produzido a partir da biomassa de árvores da Grande Belém. O experimento foi realizado em campo, 2020-2021, na Associação dos Produtores Rurais da Terra Firme – ASPRORTER, Belém-PA, em área anteriormente utilizada na produção de hortaliça. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, 6 tratamentos, com quatro repetições, totalizando 24 unidades experimentais. Os tratamentos foram: T1 – controle (sem adição do composto); T2 - 20 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>; T3 - 40 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>; T4 - 60 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>; T5 - 80 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>; T6 - 100 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. As variáveis de resposta foram: massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca de raízes (MFR), número de raízes (NR) e índice de colheita (IC). Os teores de P e K no solo não foram alterados pelo uso de doses crescentes de resíduos. A produtividade de raízes de macaxeira apresentou maiores resultados que a média nacional e estadual em todos os tratamentos. Contudo, não foi observado efeito do uso de resíduo sobre nenhum parâmetro de crescimento e produtividade utilizado. Tais resultados estão provavelmente associados a excelente condição de manejo e fertilidade do solo utilizado.

Palavras-chave: Mandioca de mesa, podas urbanas, adubação organomineral.

## ABSTRACT

Successive cassava cultivation in the same area can deplete the soil's nutrient reserves and the aggravation of which can lead to degradation if there is no replacement of exported nutrients. FAO seeks to encourage the increased production of this culture responsible for feeding more than 800 million people in the world. However, the State of Pará persists in presenting low productivity, even being the largest producer in the country. Biomass from the maintenance of trees has potential utility in agriculture and can become a worrying environmental liability when not properly managed to meet a sustainable purpose. The objective of the study was to evaluate the productivity of cassava roots, using different volumes of compost produced from the biomass of trees in the Greater Belém region. The experiment was carried out in the field, 2020-2021, at the Association of Rural Producers of Terra Firme – ASPRORTER, Belém-PA, in an area previously used in the production of vegetables. The design used was randomized blocks, 6 treatments, with four replications, totaling 24 experimental units. The treatments were: T1 - control (without addition of compound); T2 - 20 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>; T3 - 40 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>; T4 - 60 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>; T5 - 80 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>; T6 - 100 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. The response variables were: shoot fresh mass (MFPA), root fresh mass (MFR), number of roots (NR) and harvest index (IC). The contents of P and K in the soil were not altered by the use of increasing doses of residues. The yield of cassava roots showed higher results than the national and state average in all treatments. However, there was no effect of the use of residue on any growth and productivity parameter used. Such results are probably associated with the excellent management condition and fertility of the soil used.

Keywords: Table cassava, urban pruning, organomineral fertilization.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	8
1.1 CONTEXTO E PROBLEMA .....	8
1.2 OBJETIVOS.....	9
1.3 JUSTIFICATIVA .....	9
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	10
2.1 CARACTERIZAÇÃO DA MANDIOCA .....	10
2.2 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA CULTURA .....	11
2.3 CARACTERIZAÇÃO DO SOLO DA REGIÃO.....	14
2.4 OS RESÍDUOS DE PODAS URBANOS.....	15
2.5 O MÉTODO DE COMPOSTAGEM.....	16
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	17
3.1 TIPO DE PESQUISA.....	17
3.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	18
3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	20
3.4 PREPARO DE SOLO E IMPLANTAÇÃO DA CULTURA.....	21
3.5 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO.....	24
3.6 COLHEITA E AVALIAÇÃO DE DADOS.....	27
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	29
4.1 RESULTADO DA ANÁLISE DO COMPOSTO.....	29
4.2 RESULTADOS DAS ANÁLISES DE SOLO .....	31
4.3 RESULTADOS DA ANÁLISE DE FOLHAS.....	33
4.4 RESULTADOS DA COLHEITA DA MANDIOCA .....	34
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	36
<b>6 REFERÊNCIAS</b> .....	37
<b>ANEXOS</b> .....	45

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 CONTEXTO E PROBLEMA

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) produz bem em solos de alta fertilidade, apesar de apresentar também rendimentos satisfatórios em solos quimicamente degradados, segundo Souza et al. (2009).

No entanto, mesmo considerada uma cultura resistente às condições de elevada acidez dos solos e baixa fertilidade, conforme Miranda et al. (2005); Souza et al. (2009); FAO (2013), seu cultivo contínuo nas mesmas áreas, sem a reposição dos nutrientes exportados, pode provocar o esgotamento das reservas dos nutrientes dos solos, levando à degradação.

Segundo Miranda et al. (2005) os elementos mais absorvidos e exportados são  $K > N > Ca > P > Mg$ . No que se refere a adubação orgânica para mandioca, existem muitos relatos sobre o aumento da produtividade de raízes, em razão do aumento do teor de matéria orgânica, influenciando positivamente sobre as características físicas, químicas e biológicas do solo (EMBRAPA, 2016, p. 104).

Segundo a FAO (2013), ao melhorar as condições físicas do solo – temperaturas menores, níveis mais altos de umidade, maior capacidade de infiltração da água e menor evaporação – a cobertura vegetal favorece a obtenção de rendimentos mais altos de raízes, além de manter o equilíbrio e a atividade microbiana do solo. O incremento e a manutenção da matéria orgânica do solo nos trópicos é um componente chave para a manutenção da qualidade dos solos (SBCS, 2007, p. 355).

Vasconcelos (2019) categoriza a biomassa proveniente das práticas de manutenção das árvores, como um resíduo sólido urbano com significativo impacto ao meio ambiente, enquanto for descartado inapropriadamente. Para Paixão & Bezerra (2019), o material é subutilizado, sendo a compostagem o destino mais adequado para geração de insumos de alto valor agregado, com características químicas de macro e micronutrientes com expressivo potencial para agricultura.

Entretanto, ainda há poucas informações na literatura acerca de quais são os teores de nutrientes úteis para culturas agrônômicas presentes na compostagem da

biomassa proveniente de resíduos de podas urbanas, assim como a influência desta compostagem sobre a mandioca e também qual o volume deste composto propiciará maiores níveis de produtividade para a cultura.

## 1.2 OBJETIVOS

- Objetivo Geral

Avaliar a produtividade da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) sob a influência da utilização da compostagem da biomassa de podas de árvores urbanas.

- Objetivos Específicos

- Caracterizar a concentração de nutrientes químicos presentes na compostagem da biomassa utilizada;
- Avaliar o efeito residual de nutrientes no solo quando da utilização do composto;
- Determinar o índice de colheita e incrementos na produção de massa fresca das raízes da planta provenientes da utilização do composto.

## 1.3 JUSTIFICATIVA

De acordo com Lima et al. (2012), grandes centros urbanos em condição tropical têm na arborização uma fonte de resíduos que são destinados indevidamente para aterros e outros ambientes, podendo tornar-se um problema ambiental. Fróes Júnior (2020) disserta que, próximo a estes centros existem áreas de agricultura intensiva como cultivo de hortaliças e outros produtos perecíveis como mandioca, que abastecem a cidade de modo rápido e com baixo custo de transporte. Estas áreas de agricultura intensiva são os destinos mais prováveis dos resíduos urbanos pela

proximidade, entre geração e uso. Para Ramos et al. (2017), o uso de resíduo não só diminuiria a pressão sobre os aterros sanitários bem como diminuem a dependência sobre adubo mineral e orgânico utilizado na agricultura próximos as cidades.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 CARACTERIZAÇÃO DA MANDIOCA

A mandioca mansa (*Manihot esculenta* Crantz), doce, de mesa, macaxeira ou aipim, pertence à família das euforbiáceas. Costa et al. (2007) descreve a mandioca como uma planta arbustiva de hábito perene, de crescimento vertical, cuja importância está associada ao potencial nutritivo de suas reservas energéticas.

Segundo Jansz e Uluwaduge (1997); Embrapa (2003), a mandioca mansa se diferencia da mandioca brava devido aos baixos teores de ácido cianídrico (HCN) nas raízes frescas, cuja concentração varia em função da variedade, idade, época de colheita e condições ambientais. As raízes da mandioca são classificadas com base no teor de glicosídeos cianogênicos: baixa toxicidade ou mandioca mansa  $< 50 \text{ mg.kg}^{-1}$ ; média toxicidade  $50\text{-}100 \text{ mg.kg}^{-1}$  e alta toxicidade ou mandioca brava  $> 100 \text{ mg.kg}^{-1}$ .

Gomes (2010) esclarece que cerca de 80-90% das raízes de mandioca são carboidrato, deste total, 80% na forma de amido, o restante se apresenta em forma de sacarose, frutose e dextrose. O teor de proteínas é baixo, variando de 1-3%. O conteúdo lipídico é de apenas 0,5%, os ácidos graxos mais abundantes são o palmitato e o oleato, os teores de cálcio e vitamina C também são expressivos.

A mandioca é utilizada em consumo fresco (*in natura*), processadas ou na indústria, para consumo humano cozida, frita, em massas, forma de bolos, purês, suflês e outras variedades, segundo Carvalho et al. (1995); Ponte (2008).

De acordo com Iglesias et al. (1997); Rodriguez-amaya et al. (2008); Farré et al. (2010), a coloração das raízes varia de branca, creme, amarela, laranjada e rosada, conforme a concentração de carotenóides presentes na polpa, o principal carotenóide é o betacaroteno, precursor da vitamina A, responsável pelo combate da xerofthalmia.

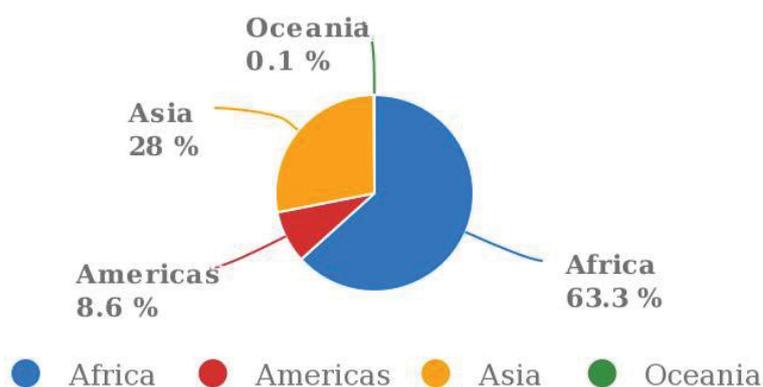
Para Neves (2020), por se tratar de um alimento livre de glúten, apresenta potencial para atender a demanda por alimentos para celíacos e consumidores com restrição desta proteína, consolidando a cadeia produtiva da mandioca e possibilitando a inserção de produtos de maior valor agregado.

## 2.2 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA CULTURA

De acordo com Silva Filho (2020), a FAO promove o reconhecimento da mandioca como o alimento do século XXI, pois “defende que seja aumentada a produção da mandioca em até 400%...”. Segundo a FAO (2018), é a 4ª cultura mais importante do mundo, em virtude de alimentar mais de 800 milhões de pessoas.

O continente africano lidera a produção mundial da raiz, seguido da Ásia, América e Oceania (Gráfico 1). Dentre os países com maior produção, o Brasil ocupa a 5ª colocação, com 17.497.115 toneladas produzidas em 2019, de acordo com levantamento da FAOSTAT em 2019 (Quadro 1).

Gráfico 1 – Produção de mandioca no mundo por regiões do mundo em 2019.



Fonte: FAOSTAT (2021).

Quadro 1 – Ranking dos 10 maiores países produtores de mandioca em 2019.

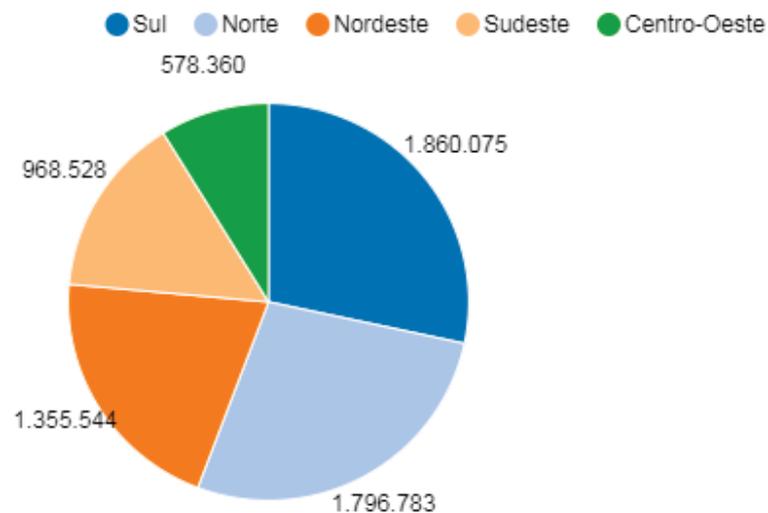
Posição	País	Quantidade Produzida (t)
1	Nigéria	59.193.708
2	República Democrática do Congo	40.050.112

3	Tailândia	31.079.966
4	Gana	22.447.635
5	Brasil	17.497.115
6	Indonésia	14.586.693
7	Camboja	13.737.921
8	Vietnã	10.105.224
9	Angola	9.000.432
10	República Unida da Tanzânia	8.184.093

Fonte: Adaptado de FAOSTAT (2021).

No Brasil a mandioca é produzida ao longo de todo território, de acordo com a Embrapa (2016), isto se deve ao fato da cultura ser explorada, em sua maioria, por pequenos produtores. Em 2017, a Região Sul foi responsável pela maior quantidade produzida nas lavouras temporárias de mandioca, foram 1.860.075 toneladas, seguida da Região Norte com 1.796.783 toneladas (Gráfico 2), com destaque para o estado do Paraná, com 1.315.783 toneladas, em 2º lugar aparece o Estado do Pará com 1.041.822 toneladas produzidas da raiz (Quadro 2).

Gráfico 2 – Quantidade produzida (t) de mandioca nas grandes regiões do Brasil em 2017.



Fonte: Adaptado de SIDRA (2021), IBGE – Censo Agropecuário 2017.

Quadro 2 – Ranking da produção de mandioca em lavouras temporárias no ano de 2017 por Estados da Federação.

Posição	Unidade da Federação	Quantidade produzida (t)
1	Paraná	1315783
2	Pará	1041822
3	São Paulo	487765
4	Mato Grosso do Sul	403080
5	Bahia	397245
6	Amazonas	388889
7	Rio Grande do Sul	368255
8	Minas Gerais	283634
9	Maranhão	222092
10	Acre	206641
11	Santa Catarina	176036
12	Pernambuco	148141
13	Ceará	131445
14	Rio de Janeiro	125358
15	Alagoas	124180
16	Rio Grande do Norte	114666
17	Goiás	97022
18	Sergipe	82703
19	Paraíba	79396
20	Espírito Santo	71771
21	Mato Grosso	71047
22	Piauí	55676
23	Tocantins	49630
24	Roraima	40023
25	Amapá	36203
26	Rondônia	33575
27	Distrito Federal	7210

Fonte: Adaptado de SIDRA (2021), IBGE – Censo Agropecuário 2017.

A Região Norte foi responsável por 27,39% da produção de mandioca do país em 2017, com destaque para o Estado do Pará, que sozinho representa 57,98% da produção de toda a Região (Quadro 3). Segundo estimativas de Conto et al. (1997); Homma (2000), a cultura é responsável pela maior geração de empregos no Estado, duas pessoas são ocupadas durante o ano para cada 3 hectares de mandioca, indicativo de mais de 200 mil empregos associados diretamente com a cultura.

Quadro 3 – Ranking da produção de mandioca em lavouras temporárias no ano de 2017 por Estados da Região Norte.

Posição	Unidade da Federação	Quantidade produzida (t)
1	Pará	1041822
2	Amazonas	388889
3	Acre	206641
4	Tocantins	49630
5	Roraima	40023
6	Amapá	36203
7	Rondônia	33575

Fonte: Adaptado de SIDRA (2021), IBGE – Censo Agropecuário 2017.

Segundo a SEDAP (2019), o Pará produziu 3.711.214 toneladas em 2019, o Estado de maior produção de mandioca, representando 21,21% da produção do país, com estimativas de produção para 2020 de 3.817.734 de toneladas *in natura*, 20% de toda produção nacional. Para Silva et al. (2018), embora a cadeia da mandioca movimente no Estado do Pará, cerca de 1 bilhão por ano, a produtividade média da cultura ainda é inferior ao seu potencial produtivo (em torno de 15 t.ha<sup>-1</sup>), segundo os autores, isto é reflexo do manejo rudimentar, material genético sem seleção, arranjo de plantio adequado, controle eficiente de plantas daninhas em momentos cruciais do desenvolvimento da planta.

### 2.3 CARACTERIZAÇÃO DO SOLO DA REGIÃO

Júnior et al. (2011) elucida que a diversidade de solos na Amazônia ocorre em razão dos fatores de formação, sendo eles: relevo, geologia, clima, bióticos e feições da paisagem. Gama et al. (2010) destacam os Latossolos e Argissolos como os principais tipos de solos de maior ocorrência no Estado do Pará, cobrindo cerca de 80% da superfície do Estado.

Falesi (1986) descreve estes solos como de avançado estágio de intemperização, profundos e de boa drenagem. Segundo o IBGE (2007), suas características são: homogeneidade de características ao longo do perfil, mineralogia da fração argila predominantemente caulinítica ou caulinítica-oxídica, refletindo em

valores de relação  $Ki^1 < 2,2$ , – relações moleculares sílica/ alumínio ( $SiO_2 / Al_2O_3 = Ki$ ) – e praticamente ausência de minerais primários de fácil intemperização. De acordo com a Embrapa (2006), sua distribuição ocorre em amplas superfícies no Território Nacional, praticamente em todas as regiões, diferenciam-se entre si pela cor e teores de óxidos de ferro, suas classes distintas ao nível de subordem são: bruno, amarelo, vermelho, vermelhos-amarelos. São solos fortemente ácidos, com baixa saturação por bases, distróficos ou alumínicos.

Em virtude dessas características, Souza et al. (2009) defende que há a necessidade de correção da acidez e melhoria da fertilidade, para a expressão do máximo potencial produtivo da cultura da mandioca. Ainda segundo o mesmo autor, a faixa ideal de  $pH^2$  do solo, realizado em água, está entre 5,5-7,0, sendo ideal 6,5, embora seja uma cultura menos afetada pela acidez do solo, é comprovado que a mandioca apresenta produtividades elevadas em solos corrigidos e com disponibilidade de nutrientes, sejam provenientes de fontes minerais ou orgânicas.

## 2.4 OS RESÍDUOS DE PODAS URBANOS

De acordo com Santos (2000); Meira (2010) os resíduos de poda são gerados a partir da limpeza e manutenção da arborização urbana, muitas vezes para evitar interferência no sistema de distribuição elétrico, como acrescentam Velasco (2003), Cortez (2008). Segundo Matos (2014), os resíduos de podas são classificados como resíduos sólidos urbanos, em concordância com a norma brasileira NBR 10.004/2004 da ABNT, sendo passíveis de compostagem, enquadram-se como resíduos da classe II.

Silva (2016) relata que tais resíduos podem ter origem natural (senescência, fenômenos naturais, depreciação humana); formação (conferir forma adequada à planta); limpeza (eliminação de ramos danificados, doentes ou mortos); emergência (remoção de partes da planta que ofereçam risco à segurança da população); ou

---

<sup>1</sup> Ki: índice de intemperismo do solo, calculado pela relação  $ki = ((SiO_2 / Al_2O_3) \times 1,7)$ , quanto menor o valor, mais intemperado o solo é (EMBRAPA, 2017).

<sup>2</sup> pH: potencial hidrogeniônico, determinação da concentração de íons  $H^+$  na solução do solo, o qual se relaciona diretamente com a disponibilidade de nutrientes para as plantas (EMBRAPA, 2017).

ainda, adequação (extração de apêndices que causam danos incontornáveis às edificações, equipamentos urbanos ou causam alguma interferência).

Durante a poda podem ser gerados resíduos a partir de galhos, ramos, folhas, frutos, sementes, troncos e raízes, afirma Souza et al. (2020). Para Baratta Junior (2007); Cortez (2011); Ribaski e Belini (2019) é um material com enorme potencial e uma grande diversidade de finalidades, seja energética, para reaproveitamento e/ou reciclagem ou também para compostagem, as quais podem promover múltiplos benefícios sociais, ambientais e econômicos.

Chaluppe (2013); Cortez et al. (2014); Ramos et al. (2017) defendem que a gestão inadequada dos resíduos de madeira pode causar graves riscos socioambientais, contaminação do ar, solo e cursos d'água. Além disso, caracterizam um desperdício de matéria orgânica que poderia ser reutilizada. Paixão e Bezerra (2019) evidenciam que 70% de todo resíduo de poda do município de Belém do Pará é destinado para uma unidade de lixão na Região Metropolitana da Grande Belém (RMB), enquanto apenas 30% é reaproveitado, estima-se que cerca de 300 toneladas mensais são passíveis de serem reutilizadas.

Silva et al. (2004) alcançaram resultados satisfatórios utilizando adubos orgânicos obtidos a partir de poda de árvores e lodo de esgoto sob a cultura do milho e eucalipto em São Carlos-SP, demonstrando o potencial fertilizante do composto. Ayub (2015) concluiu que o composto gerado a partir da poda de árvores acrescido de resíduos de feiras pode ser uma alternativa de qualidade de adubo para a produção de hortaliças na cidade de Manaus-AM.

## 2.5 O MÉTODO DE COMPOSTAGEM

De acordo com ABNT, Neto (1996); Junior (2007); Brasil (2017a), a compostagem é um processo biológico de decomposição do material orgânico, por meio da ação de microorganismos diversificados, em condições controladas de aeração, temperatura, pH, tamanho de partículas, concentração de nutrientes e umidade. Sua principal finalidade é a transformação da fração orgânica biodegradável em um produto estabilizado com propriedades e características diferentes de seu material de origem, podendo ser utilizado como fertilizante, condicionador de solo ou

outros produtos de uso agrícola, rico em substâncias húmicas (humina, ácidos húmicos e ácidos fúlvicos).

Em conformidade com Brasil (2017b), todo processo de degradação do material orgânico na presença de oxigênio poder ser considerado como compostagem. No entanto, a forma como diferentes fatores envolvidos são combinados e controlados é o que caracteriza os diferentes métodos de compostagem. O destaque é dado ao método UFSC, dada a facilidade e versatilidade. Conforme Romano (2005); Inácio & Miller (2009), o Método UFSC, pode ser melhor descrito como Compostagem Termofílica em Leiras Estáticas com Aeração Passiva, apresenta as características de depender de oxigenação e gerar calor, as pilhas não exigem revolvimento durante o processo e a aeração ocorre por convecção natural. As pilhas não devem exceder os 2 metros de largura e 1 metro de altura, sendo o comprimento variável em função da disponibilidade do espaço, sugere-se não exceder 20 metros para melhor manejo. A partir dos 90 dias após o início do processo, dependendo da origem do material, é possível obter o composto.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 TIPO DE PESQUISA**

De acordo com o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), que é um órgão vinculado ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações e Comunicações, as pesquisas são separadas de acordo com o quadro de áreas de conhecimento<sup>3</sup> e Sociedade Brasileira de Ciências do Solo (SBCS), a presente pesquisa pode ser classificada da seguinte forma:

Classificação quanto às áreas do conhecimento:

5.00.00.00 Ciências Agrárias

5.01.00.00 Agronomia

5.01.01.00 Ciências do Solo

---

<sup>3</sup> Quadro de áreas do conhecimento do CNPq está disponível em:  
<<http://lattes.cnpq.br/documents/11871/24930/TabeladeAreasdoConhecimento.pdf>>

#### 5.01.01.05 Fertilidade do solo e adubação

Divisão: 3. Uso e manejo do solo

Comissão: 3.3. Manejo e conservação do solo e da água

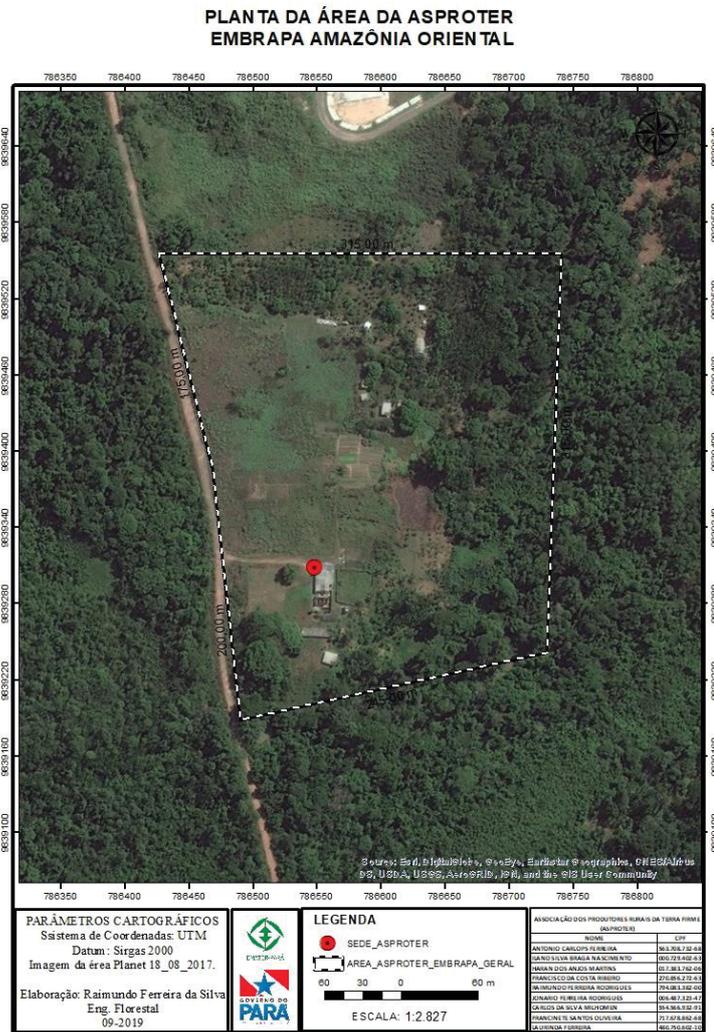
Tema: Matéria orgânica

Segundo Prodanov e Freitas (2013) quanto à finalidade, a pesquisa se enquadra do tipo aplicada, que visa gerar conhecimentos de forma prática, dirigidos à solução de problemas específicos. Quanto aos objetivos, a pesquisa se classifica como do tipo explicativa, sob controle das variáveis dependentes e independentes. No tocante ao método empregado, segundo Gil (2002), o método experimental foi o tipo utilizado, tipo de pesquisa: pesquisa ação.

### 3.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi realizado em campo, no período de 24 de setembro de 2020 até 26 de junho de 2021, em área de produção pertencente à Associação dos Produtores Rurais da Terra Firme – ASPRORTER, localizada no endereço: Estrada do Porto da CEASA, S/N. Coordenadas: 1°27'07.6"S 48°25'29.2"W, LAT.: -1.452108, LONG.: -48.424787, localizado no município de Belém do Pará. A Figura 1 delimita a área da ASPRORTER, onde foi implantado o experimento.

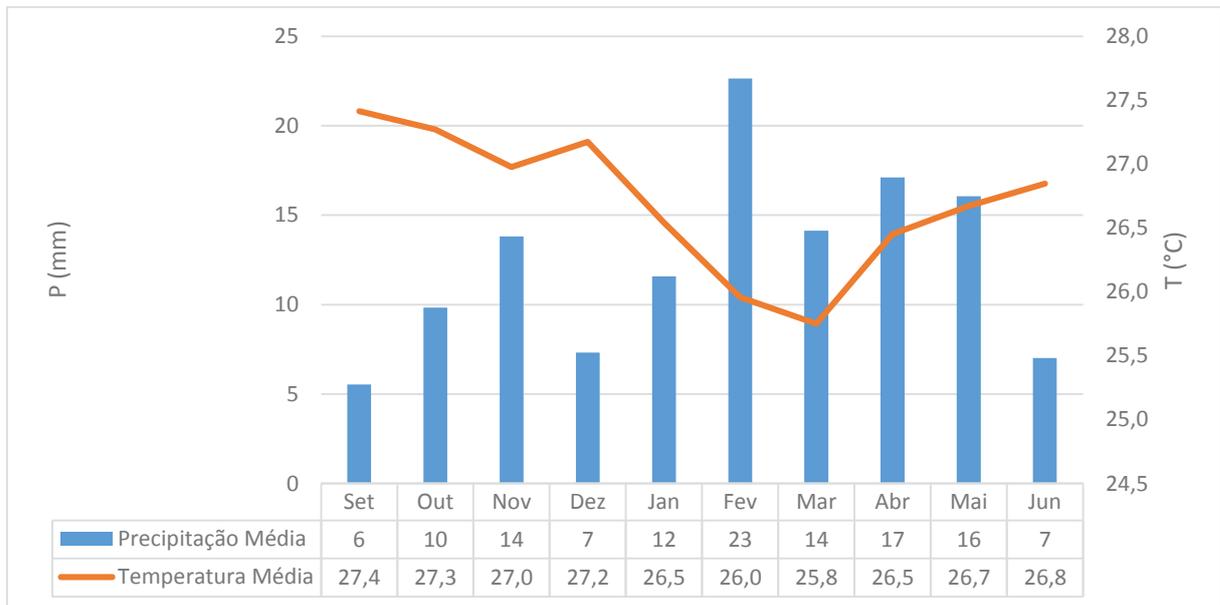
Figura 1 – Figura georreferenciada da área da ASPROTER.



Fonte: Acervo do autor.

Segundo a classificação de Köppen, o clima de Belém é caracterizado como Equatorial Afi, com temperaturas médias anuais de 25,9-32 °C, a época de maior pluviosidade está concentrada entre os meses de dezembro a maio (KOTTEK, et al., 2006). No período da realização do experimento as precipitações pluviométricas registradas pelas estações automáticas de Belém, PA totalizaram 3.595,88 mm (SISDAGRO, 2021), conforme informações disponíveis na Plataforma do Instituto Nacional de Meteorologia (Gráfico 3).

Gráfico 3 – Distribuição pluviométrica e temperaturas médias no município de Belém durante o período do experimento.



Fonte: Adaptado de SISDAGRO (2021).

O solo da área foi classificado como Latossolo Amarelo Distrófico típico, de textura média (EMBRAPA, 2006). Para proceder com o manejo nutricional da cultura, o solo foi coletado sob profundidade de 0-20 cm e submetido às análises químicas seguindo a metodologia descrita em Embrapa (1997). Os resultados das análises químicas de solo estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 – Caracterização química do solo anterior à implantação do experimento. Belém, PA, 2020.

Amostra	pH		Al <sup>(3)</sup>	H+Al <sup>(3)</sup>	Ca <sup>(2)</sup>	Mg <sup>(2)</sup>	K <sup>(1)</sup>	P <sup>(1)</sup>	C	SB	CTC		V	m
Prof.	CaCl <sub>2</sub>	SMP	(cmolc dm <sup>-3</sup> )					(mg.dm <sup>-3</sup> )	(g.dm <sup>-3</sup> )	-	Efetiva	pH 7	%	
0-20 cm	4,8	6,0	0	5,0	7,2	0,8	0,08	275,3	20,8	8,1	8,1	13,1	62	0

(1) extração Mehlich<sup>-1</sup>; (2) extração KCl 1,00 mol.L<sup>-1</sup>; (3) extração acetato de cálcio 0,05 mol.L<sup>-1</sup>.

Fonte: Acervo do autor.

### 3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, organizados em 6 tratamentos, com quatro repetições, totalizando 24 unidades experimentais. Os

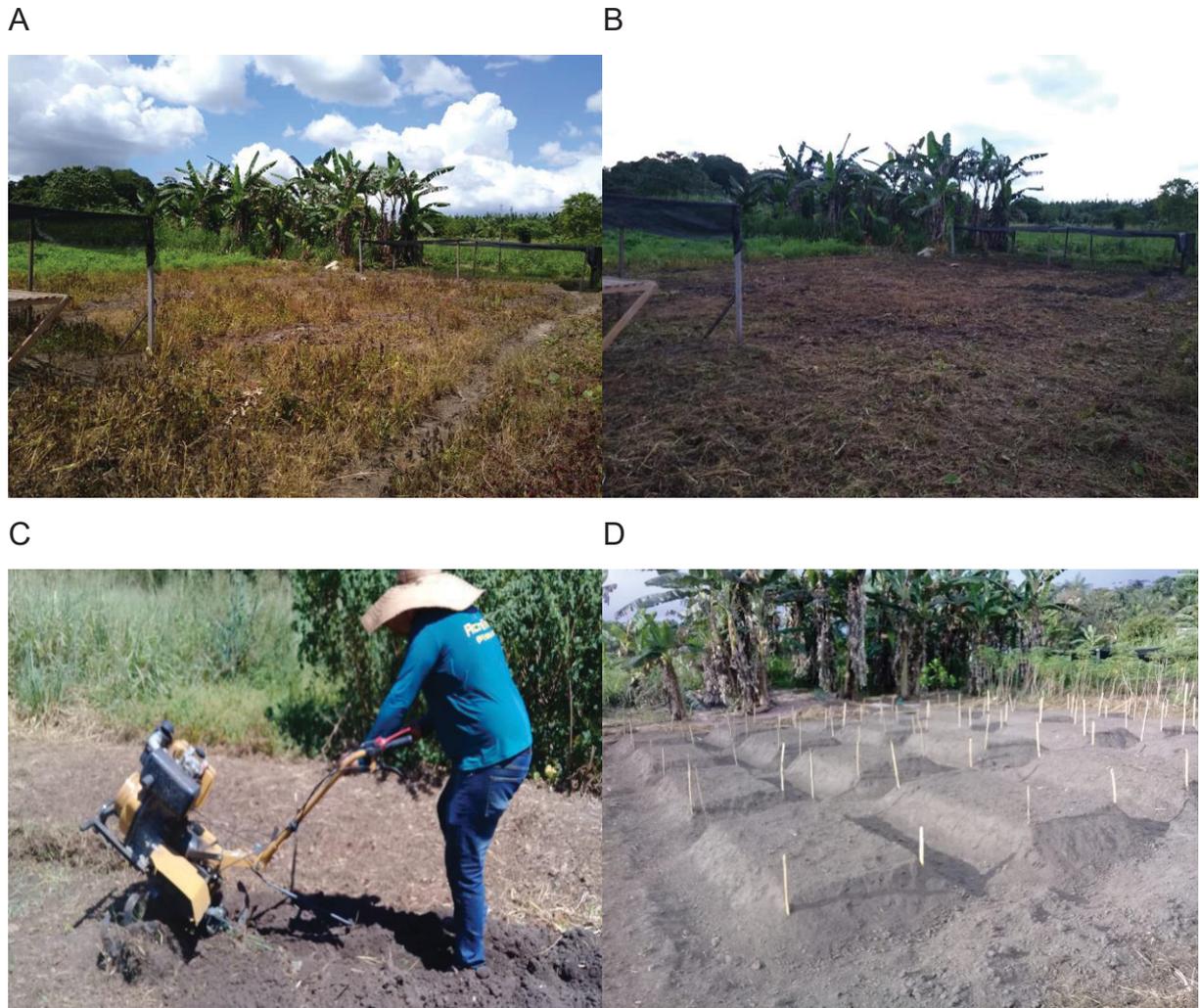
tratamentos foram seis volumes diferentes de composto orgânico, produzido a partir de resíduos de poda de árvores urbanas de Belém do Pará. Os tratamentos ficaram assim distribuídos da seguinte maneira: T1 – controle (sem adição do composto); T2 - 20 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>; T3 - 40 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>; T4 - 60 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>; T5 - 80 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>; T6 - 100 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.

O espaçamento entre blocos foi de 1 metro (m). Cada bloco apresentou 6 canteiros de plantio, um canteiro para cada tratamento. Cada canteiro foi construído com as dimensões de: 1 m de largura, 2 m de comprimento e 0,3 m de altura. O espaçamento entre os canteiros dentro de cada bloco foi de 1 m. Cada canteiro apresentou 5 plantas, espaçadas entre si em 0,5 m, das quais foram coletadas as 3 plantas centrais para avaliação das variáveis de resposta. Em anexo consta a figura do croqui ilustrando a distribuição dos tratamentos utilizados no experimento (Anexo 1).

#### 3.4 PREPARO DE SOLO E IMPLANTAÇÃO DA CULTURA

Primeiramente foi realizada a aplicação de herbicida sistêmico, com intuito de facilitar o controle de plantas daninhas e proceder com a limpeza na área experimental. O herbicida utilizado foi Round Up WG<sup>®</sup>, cuja concentração de Equivalente ácido de N-(phosphonomethyl) glycine é de 72%, sob dosagem de 2 kg.ha<sup>-1</sup> ou 1 kg/100 litros d'água. A limpeza foi mecânica, realizada com roçadeira, os resíduos vegetais foram retirados com auxílio de ancinho, deixando o solo nu, então, procedeu-se com o preparo de solo com motocultivador equipado com lâminas de 20 cm, a fim de revolver o solo, logo após, foi realizada a marcação para delimitar as parcelas experimentais e a construção dos canteiros, conforme ilustração (Figura 2).

Figura 2 – Sequência de ações a compor o preparo de solo, para plantio de *Manihot esculenta* Crantz, no modelo de agricultura integrada. A: aplicação de herbicida; B: Roçagem; C: Preparo mecânico do solo; D: construção de canteiros.



Fonte: Acervo do autor.

Após a construção, foram aplicados os tratamentos. O composto foi incorporado ao solo manualmente com enxada. Em seguida, procedeu-se com aplicação do herbicida pré-emergente Flumyzin®, concentração de Flumioxazina de  $500 \text{ g.kg}^{-1}$ , sob a dosagem de  $200 \text{ g.ha}^{-1}$ , para o controle das plantas daninhas. Após a aplicação de herbicida, ocorreu o plantio manual das manivas-sementes. Foram plantadas 5 manivas-sementes na porção central de cada canteiro, cada maniva-semente apresentava cerca de 10-12 cm, de 6-8 nós germinativos, totalizando 120 manivas-sementes da cultivar BRS 396® (Figura 3).

Figura 3 – Sequência de ações a compor o aplicação dos tratamentos, para plantio de *Manihot esculenta* Crantz, no modelo de agricultura integrada. A: distribuição do composto; B: incorporação do composto junto ao canteiro; C: aplicação de herbicida pré-emergente; D: plantio de manivas-sementes.

A



B



C



D



Fonte: Acervo do autor.

A biomassa é proveniente das podas de diversas espécies que arborizam a Região Metropolitana de Belém, sendo as principais: ipê rosa (*Handroanthus heptaphyllus*), mangueiras (*Mangifera indica*) e fícus (*Ficus benjamina*). O material é entregue triturado pela Empresa Dínamo Engenharia, em volumes de caçambas de 10 m<sup>3</sup> e foi compostada pelo método UFSC, de acordo com Brasil (2017b), até atingir a estabilidade, um período de cerca de 365 dias. A compostagem foi inteiramente de material vegetal (troncos finos, galhos e folhas), sem adições de resíduos animais ou outros materiais, ou seja, foi exclusivamente feita a partir do material recebido das podas da arborização urbana, realizadas pela empresa na Região Metropolitana de Belém. A compostagem foi feita ao ar livre, sem cobertura ou impermeabilização do solo ou revolvimento, em pilhas de 2 m de largura, 1,5 m de altura, com comprimento variável em função do volume das caçambas recebidas. Foram feitas coletas de amostras do material recebido inicialmente e do composto final, para proceder com análise química do composto e determinação dos atributos de fertilidade.

O material genético da cultivar BRS 396<sup>®</sup> foi adquirido de um produtor de manivas-sementes, do município de Catuti-MG, colhidas com idade de 10 meses após o plantio, para utilização no experimento. As estacas de manivas-sementes foram uniformemente cortadas de modo reto, medindo de 10-12 cm, com 6-8 nós germinativos por estaca.

### 3.5 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

Baseado nos resultados da análise de solo não houve a necessidade da realização de calagem, tanto pelo método de neutralização do Al e elevação dos teores de Ca e Mg, quanto pelo método de saturação por bases, de acordo com a Embrapa (2020). As análises também revelaram que a área experimental não necessitava da aplicação do elemento fósforo (P), devido à alta concentração residual deste elemento no solo.

Após 30 dias da brotação das manivas-sementes foi realizada a adubação química (Figura 5) com nitrogênio (N), sob a recomendação da Embrapa (2020), 40 kg.ha<sup>-1</sup> de fonte de N. A fonte de N utilizada foi a ureia (20 g.canteiro<sup>-1</sup>). Após 3 meses do plantio, foi realizada a adubação com a fonte potássio (K) e micronutrientes (Figura

5), sob a recomendação de  $120 \text{ kg.ha}^{-1}$  e  $30 \text{ kg.ha}^{-1}$ , respectivamente. A fonte de K utilizada foi o cloreto de potássio e o FTE BR-12 como fonte de micronutrientes ( $60 \text{ g.canteiro}^{-1}$  de cloreto de potássio e  $15 \text{ g.canteiro}^{-1}$  de FTE BR-12).

Ao final do 4º mês após o plantio, foram coletadas amostras foliares das plantas de cada parcela experimental, a fim de acompanhar o estado nutricional das plantas e seu desenvolvimento (Figura 5). As folhas coletadas, no horário mais frio da tarde, foram lavadas em água corrente, após e secas em estufas, dentro de embalagens de papel kraft, à  $63 \text{ }^\circ\text{C}$  por 72 horas, as quais foram enviadas para análise laboratorial na UFPR.

As inspeções de rotina foram realizadas semanalmente, a fim de verificar a necessidade de intervenção sobre possíveis ataques de pragas ou doenças, o controle de plantas daninhas foi realizado de modo integrado, lançando mão de métodos de controle químico, mecânico e manual, variando de acordo com a necessidade. Não houve a necessidade de aplicação de agroquímicos, como forma de tratamentos culturais visando a manutenção da sanidade das plantas, pois não houve a incidência de injúrias, pragas ou doenças que oferecessem risco econômico ao desenvolvimento da cultura.

Aos 7 meses após o plantio foi realizada a coleta de amostras de solo de cada parcela experimental para submissão às análises químicas de fertilidade (Figura 4).

Figura 4 – Sequência de ações a compor a condução do experimento com *Manihot esculenta* Crantz, no modelo de agricultura integrada. A: monda realizada a um mês após plantio; B: adubação química das parcelas experimentais aos 3 meses; C: coleta de amostras de folhas aos 4 meses; D: coleta de amostra de solo das parcelas experimentais aos 7 meses.

A



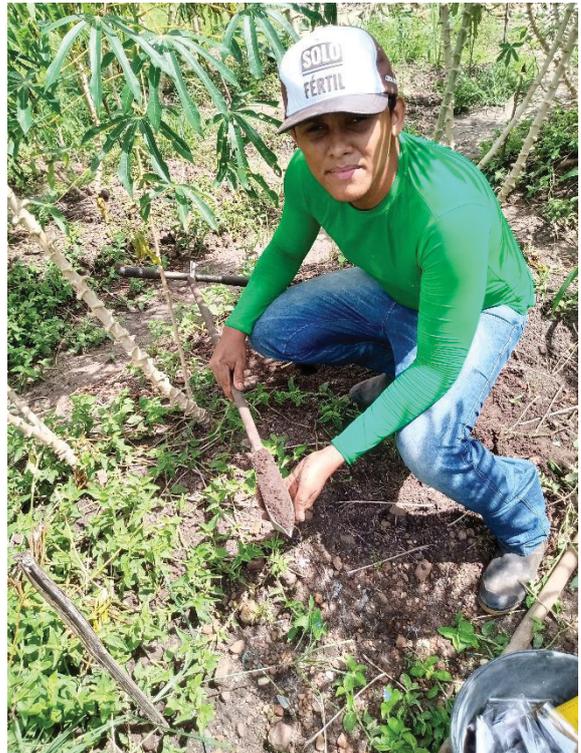
B



C



D



Fonte: Acervo do autor.

### 3.6 COLHEITA E AVALIAÇÃO DE DADOS

Aos 275 dias foram coletadas as 3 plantas centrais de cada tratamento, em cada canteiro (Figura 5). As variáveis de resposta analisadas foram: massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca de raízes (MFR), número de raízes (NR) e índice de colheita (IC).

A MFPA e MFR foram determinadas por meio de balança digital (Figura 6). A parte aérea da planta foi seccionada das raízes e pesada em balança logo em seguida, para evitar perdas de umidade das folhas e manivas. As raízes foram destacadas da planta e lavadas para remover o máximo de solo. Foram desconsideradas da pesagem as perdas de raízes por podridão radicular e pedaços com avarias que impedissem a comercialização das mesmas, ou seja, foram avaliadas as raízes comerciais. O NR foram contadas de acordo com as unidades por planta. Já o IC foi determinado pela relação dos valores médios de MFR/Matéria Fresca Total, conforme Fukuda e Guevara (1998).

Os resultados foram submetidos ao teste F e estudo de regressão, comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e as equações ajustadas para expressar adequadamente o comportamento dos resultados em função dos tratamentos aplicados, utilizando o aplicativo computacional estatístico Sisvar 5.3 (FERREIRA, 2011).

Figura 5 – Sequência de ações a compor a colheita do experimento com *Manihot esculenta* Crantz, no modelo de agricultura integrada. A: coleta das 3 plantas centrais; B: lavagem das raízes; C: pesagem da MFR; D: pesagem da MFPA.

A



B



C



D



Fonte: Acervo do autor.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 RESULTADO DA ANÁLISE DO COMPOSTO

O composto orgânico utilizado no experimento foi submetido à análise química no laboratório de solos da UFPR (Tabela 2), para caracterização de suas concentrações de nutrientes e contaminantes, apresentando os seguintes elementos: Alumínio (Al), Boro (B), Bário (Ba), Cálcio (Ca), Cádmio (Cd), Cromo (Cr), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Potássio (K), Magnésio (Mg), Manganês (Mn), Níquel (Ni), Fósforo (P), Chumbo (Pb) e Zinco (Zn):

Tabela 2 – Análise química do composto produzido a partir de podas urbanas.

Ordem decrecente	Elementos	Concentração (mg.kg <sup>-1</sup> )
2º	Al	2.119,38
10º	B	5,54
7º	Ba	41,86
15º	Ca	nd
14º	Cd	0,19
11º	Cr	4,03
9º	Cu	12,81
1º	Fe	2.662,18
5º	K	935,03
3º	Mg	1.817,74
8º	Mn	38,74
13º	Ni	1,41
4º	P	1.797,94
12º	Pb	1,97
6º	Zn	53,25

nd: não determinado.

Fonte: Adaptado de Laboratório de Análises de Solos da UFPR (2021).

O composto apresenta significativo potencial de utilização na agricultura como condicionador de solo, influenciando a estrutura do solo e contribuindo para o aumento da MO do solo, no entanto, seria necessário a realização de mais avaliações para adequação à IN MAPA nº 61 de 8 de julho de 2020. Os elementos contaminantes avaliados se encontram dentro dos limites máximos admitidos para fertilizantes orgânicos e condicionadores de solo, em conformidade com IN SDA Nº 27, de 05 de junho de 2006, demonstrando a possibilidade de comercialização, conforme Brasil (2006).

Silva (2011) demonstrou que o composto de poda apresentou maior quantidade de N e K (2,11 e 1,54 %, respectivamente) em relação a outros substratos de sua pesquisa, comparando com o presente estudo, o composto de poda urbana da Região Metropolitana de Belém foi inferior, apresentando apenas 0,0935 % de K, é provável que estes resultados encontrados tenham ocorrido devido a origem do composto apresentar grande volume de material lenhoso. Cortez et al. (2014) alcançaram resultados dentro das normativas para os compostos produzidos em dois modelos de aeração, ambos os produtos apresentaram os parâmetros de NPK, N, pH, relação C/N e matéria orgânica (MO) em conformidade com a legislação, destaque para o modelo de aeração estática.

Ayub (2015) alcançou resultados de alta qualidade nutricional nos compostos produzidos em Manaus-AM, com valores maiores de P e K em leiras estáticas quando comparados aos de leiras reviradas, reforçando o fato de que a metodologia de leiras estáticas utilizadas pelo método UFSC no experimento influencia para o aumento de nutrientes no composto.

Paixão e Bezerra (2019) verificaram menores teores de P (188 mg.dm<sup>-3</sup>) no composto proveniente de podas urbanas do município de Belém, com aproximadamente 26% de MO sobre o material, quando comparado com o composto utilizado na mandioca, a concentração de P foi inferior ao presente experimento, mesmo o material sendo proveniente da mesma empresa, evidenciando que os volumes de resíduos podem apresentar diferentes concentrações de nutrientes, variando de acordo com a natureza do material de origem.

Carvalho et al. (2020) apontaram o potencial dos resíduos de poda para áreas verdes, em misturas que atenderam parcialmente as normativas do MAPA, cumprindo

com os parâmetros de relação C:N e MO no produto final, denotando a importância para potencial acréscimo de matéria orgânica e melhor condicionamento dos atributos físicos para o solo.

#### 4.2 RESULTADOS DAS ANÁLISES DE SOLO

Os resultados das análises químicas do solo, realizadas após 7 meses da implantação da cultura, constam na Tabela 3. Foram realizados teste de média no programa Sisvar para verificar se houveram diferenças estatísticas dentro de cada tratamento (Tabela 4).

Tabela 3 – Resultado das análises químicas de fósforo (P) e potássio (K) sob os tratamentos. Curitiba-PR, 2021. Tratamentos: T1 – controle (sem adição do composto); T2 - 20 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>; T3 - 40 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>; T4 - 60 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>; T5 - 80 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>; T6 - 100 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. Repetições: R.

Amostra	Prof. (cm)	P <sup>(1)</sup> (mg.dm <sup>-3</sup> )	K <sup>(1)</sup> (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )
T1R1		73,03	0,09
T1R2		73,14	0,10
T1R3		86,72	0,09
T1R4		66,45	0,14
T2R1		107,8	0,13
T2R2		64,25	0,13
T2R3		86,87	0,09
T2R4		90,08	0,12
T3R1		100,09	0,10
T3R2		78,65	0,16
T3R3	0-20	76,74	0,17
T3R4		63,67	0,17
T4R1		77,5	0,11
T4R2		66,59	0,09
T4R3		83,5	0,08
T4R4		89,65	0,08
T5R1		95,97	0,11
T5R2		103,1	0,14
T5R3		98,54	0,13
T5R4		96,24	0,74
T6R1		109,2	0,16

T6R2	78,04	0,09
T6R3	61,23	0,11
T6R4	94,4	0,11

(<sup>1</sup>) extração Mehlich<sup>1</sup>.

Fonte: Análise realizada no laboratório de análises químicas do solo da UFPR. Acervo do autor.

Não houveram diferenças estatísticas entre os tratamentos tanto para o nutriente P quanto para K. No entanto, notou-se que houve a manutenção dos altos teores de P no solo (acima de 20 mg.dm<sup>-3</sup>), isso pode ser justificado devido ao solo da área do experimento ter sido utilizado por, cerca de 30 anos, em atividades hortícolas, onde foram realizadas consecutivas adubações químicas sem critério, sob a mesma formulação, N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O : 10-28-20.

Tabela 4 – Resultado do Teste de média realizado em função das análises químicas de fósforo (P) e potássio (K) sob os tratamentos.

Tratamentos	Volume de composto aplicado ao solo	Resultados das médias	
		P (mg.dm <sup>-3</sup> )	K (cmolc.dm <sup>-3</sup> )
T1	Controle (sem adição de composto)	74,75	0,1
T2	20 m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup>	87,25	0,1
T3	40 m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup>	80,00	0,15
T4	60 m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup>	79,75	0,09
T5	80 m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup>	98,50	0,28
T6	100 m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup>	85,50	0,12

Fonte: Sisvar, 2021. Acervo do autor.

É provável que o a aplicação do composto orgânico, que em sua composição, apresentou-se com reduzidas concentrações de P, pouco tenha contribuído para a manutenção desta concentração de P no solo, sendo necessário avaliar o efeito do composto em plantios sucessivos da cultura da mandioca.

Já em relação ao nutriente K, os reduzidos teores observados no solo ao final do experimento, em todos os tratamentos podem ser explicados, devido às

características químicas do solo utilizado no experimento, à natureza intrínseca da motilidade do nutriente no perfil do solo, somado ao fato de K ser o macronutriente de maior exigência pela cultura da mandioca, acrescido do alto índice pluviométrico no período do experimento (3.596 mm), são fatores que podem ter contribuído para a reduzida concentração nas amostras de solo dos tratamentos avaliados.

Após extração da cultura, considerando o tipo de solo e sua estrutura, o K se apresentou ao final do experimento em teores classificados como médios (entre 41-60 mg.dm<sup>-3</sup>), de acordo com Embrapa (2020). A quantidade de K presente no composto não foi suficiente para suprir a necessidade da cultura, mesmo na maior dose aplicada do composto. É possível que isto tenha ocorrido em função do material de origem do composto ser tipicamente pobre em K, ou seja, maior volume de troncos finos e galhos.

#### 4.3 RESULTADOS DA ANÁLISE DE FOLHAS

Decorridos quatro meses após a implantação do experimento, foram coletadas 10 folhas recém maduras, das plantas centrais do canteiro de cada tratamento do experimento, para proceder com a análise nutricional das plantas de mandioca. Os resultados das análises foliares estão organizadas na Tabela 5.

Tabela 5 – Resultados das análises foliares do experimento com *Manihot esculenta* Crantz. Curitiba-PR, 2021.

Tratamentos	Nutrientes							
	Ca	Mg	P	K	Fe	Cu	Mn	Zn
	g.kg <sup>-1</sup>			mg.kg <sup>-1</sup>				
M1T1	4,88	2,19	3,81	15,27	67,5	9,60	25,69	50,7
M1T2	4,83	2,15	3,63	14,27	63,5	9,33	21,71	48,3
M1T3	4,55	2,22	3,87	15,49	72,3	9,80	30,73	56,4
M1T4	5,19	2,20	3,68	15,61	49,5	8,97	29,19	55,1
M1T5	4,87	2,20	3,89	15,81	48,5	9,16	29,85	54,5
M1T6	4,98	2,25	4,05	15,86	48,6	9,64	28,29	55,8
Avaliação	ABAIXO	ABAIXO	NORMAL	NORMAL	ABAIXO	NORMAL	ABAIXO	NORMAL
Valor de Referência	7,5-8,5	2,9-3,1	3-5	13-20	120-140	6-10	50-120	30-60

Fonte: Análise realizada no laboratório de análises químicas do solo da UFPR. Acervo do autor.

De acordo com Embrapa (2020), os valores de referência servem para avaliar se as adubações estão sendo adequadas e alterar as rotinas de adubação. Howeler (1985) reforça a necessidade da manutenção de Ca, Mg, Fe e Zn conforme a recomendação acima descritas.

Batista et al. (2000) avaliaram em análise foliar os teores de nutrientes em 10 cultivares de mandioca, as quais a adubação orgânica contribuiu para que os níveis de Ca, Mg e Zn superassem o intervalo dos valores de referência para a cultura, divergindo do presente estudo com composto de poda. Deste modo, é possível verificar que a disponibilidade de Ca, Mg e Zn para a cultura da mandioca pode ser alcançada de acordo com a qualidade do material utilizado para adubação.

Algumas variedades avaliadas (3 de um total de 10) no experimento de Batista et al. (2000) não alcançaram o valor de referência de Fe, assim como o presente experimento, fato que evidencia que os teores de Fe nas amostras foliares podem variar entre variedades ou cultivares, de acordo com as características genéticas intrínsecas.

A concentração de Ca abaixo da faixa de recomendação contrasta com os altos valores observados no solo, indicando a influência de outros fatores, como: o clima nos valores observados. Em geral, a disponibilidade dos micronutrientes catiônicos (Fe, Mn, Zn, Cu, Ni) diminuem com elevação do pH. Assim, baixos valores de Fe e Mn na planta são observados em solos com pH elevado do solo utilizado, o mesmo não foi constatado para o Cu e Zn, uma vez que solos de horta, normalmente, apresentam elevados valores de Cu e Zn disponível, em função do uso de esterco e defensivos, os quais contêm estes elementos. Apesar dos valores estarem abaixo do recomendado para Fe e Mn, não ocorreram sintomas visíveis de deficiência nas plantas, sugerindo uma nutrição adequada. Os dados de crescimento e produtividade confirmam esta hipótese.

#### 4.4 RESULTADOS DA COLHEITA DA MANDIOCA

Os diferentes volumes aplicados de composto orgânico provenientes de podas de árvores urbanas não influenciaram significativamente as variáveis de resposta tratadas no presente experimento (Tabela 6).

Tabela 6 – Resumo da análise de variância para as variáveis MFPA, MFR, NR e IC da macaxeira (*Manihot esculenta* Crantz) sob efeito da aplicação de composto orgânico.

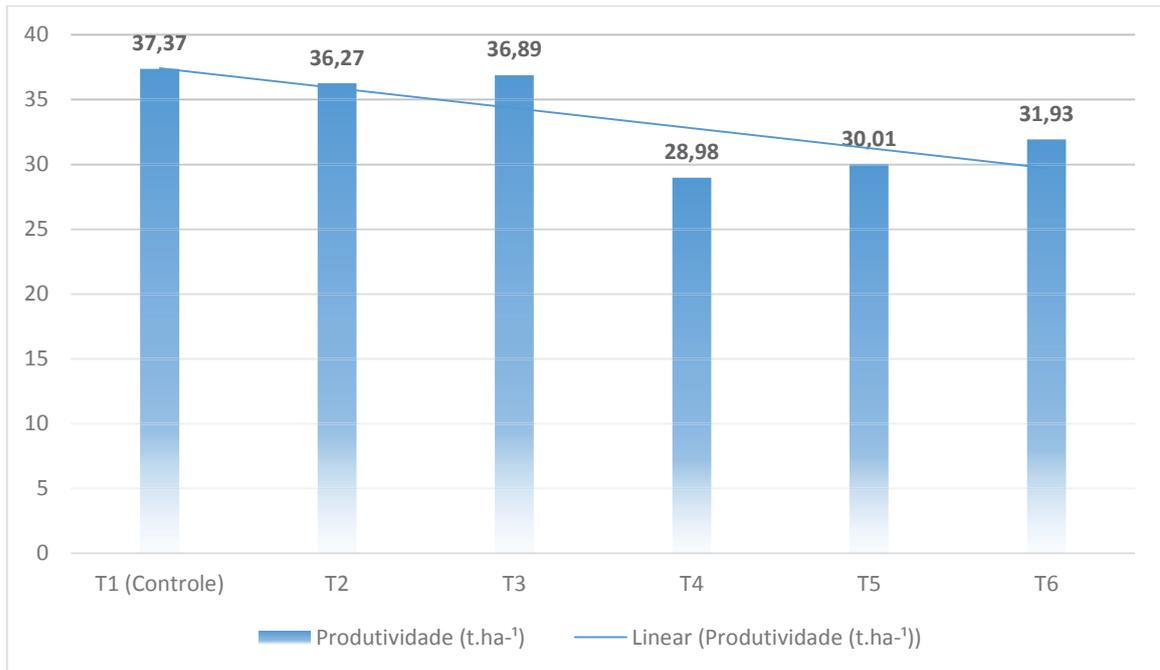
Fonte de variação	GL	MFPA	MFR	NR	IC
Tratamentos	5	ns	ns	Ns	ns
Repetições	3	ns	ns	Ns	ns
Erro	15	-	-	-	-
CV %	-	29,13	29,08	23,87	4,3

(ns) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Acervo do autor.

É provável que estes resultados tenham ocorrido devido ao histórico de manejo de rotação de cultura e cultivo mínimo nas operações de preparo de solo na área onde foi implantado o experimento, fatores que são determinantes para a manutenção da fertilidade deste solo, reafirmando o que defende Souza et al. (2009), que a mandioca produz bem em solos de alta fertilidade, podendo apresentar rendimentos satisfatórios em solos degradados. Não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos para as variáveis estudadas, entretanto os rendimentos foram bastante satisfatórios, levando-se em consideração o tempo de cultivo, intempéries do período e as perdas de raízes. A produtividade média alcançada nos tratamentos estudados no experimento está ilustrada no Gráfico 5.

Gráfico 5 – Produtividade média das raízes sob a densidade de 20.000 plantas.ha<sup>-1</sup>



Fonte: Acervo do autor.

Conforme Embrapa (2016) a produtividade média da mandioca no Brasil oscila entre 13 e 14 t.ha<sup>-1</sup>, a média de produtividade de raízes para o Estado do Pará oscila entre 14,7-15,56 t.ha<sup>-1</sup>, todos os tratamentos no presente estudo foram superiores à média do Estado, em alguns, superando em mais que o dobro. Silva e Messias (2009) também superaram as médias nacionais, alcançando o rendimento de raiz de 24,9 t.ha<sup>-1</sup>, utilizando composto orgânico em variedades de mesa. Para Staut (2012), a utilização de composto orgânico na cultura da mandioca é viável, proporcionando aumento da produtividade e rentabilidade para o mandiocultor.

## 5 CONCLUSÃO

O composto produzido a partir de poda urbanas, pelo método UFSC, apresenta potencial para utilização na cultura da mandioca como condicionador de solo.

O composto orgânico produzido a partir de podas de árvores da Região Metropolitana de Belém não apresentou respostas significativas ao incremento das propriedades químicas do solo.

Em latossolos de fertilidade média, com disponibilidade de nutrientes essenciais, a cultivar BRS 396<sup>®</sup> apresenta produtividade média de raízes frescas na faixa de 29-37 t.ha<sup>-1</sup>.

## 6 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR10004: Resíduos Sólidos – Classificação.** Disponível em: <http://www.aslaa.com.br/legislacoes/NBR%20n%2010004-2004.pdf>. Acesso em: 13/07/2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 13591:** Compostagem. Rio de Janeiro, 1996.

AYUB, T. de A. **USO DE RESÍDUOS URBANOS PROVENIENTES DE FEIRAS E PODAS DE ÁRVORES PARA A PRODUÇÃO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS NA CIDADE DE MANAUS.** Dissertação (Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Agricultura do Trópico Úmido - PGATU), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, Manaus, AM. 2015.

BARATTA JUNIOR, Alamir P. **Utilização do composto de resíduos da poda da arborização urbana em substratos para produção de mudas.** 2007. Disponível em: <http://www.if.ufrj.br/pgcaf/pdfdt/Dissertacao%20Alamir%20Baratta.pdf>. Acesso em: 13/07/2021.

BATISTA, M. M. F.; VIÉGAS, I. de J. M.; PIMENTEL, M. J. de O.; CARDOSO, E. M. R.; CARVALHO, J. G. de. AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DE DEZ CULTIVARES DE MANDIOCA (*Manihot esculenta* Crantz.) SUBMETIDAS A ADUBAÇÃO ORGÂNICA. XXV Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas. VIII Reunião Brasileira Sobre Micorrizas. VI Simpósio Brasileiro de Microbiologia do Solo. III Reunião Brasileira de Biologia do Solo. BIODINÂMICA DO SOLO **Fertbio 2000**. 22 a 26 de outubro de 2000. Santa Maria-RS.

BORGES, M. de F.; FUKUDA, W. M. G.; ROSSETTI, A. G. Avaliação de variedades de mandioca para consumo humano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, p. 1559-1565, 2002.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.** Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, DF, 3 ago. 2010. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm). Acesso em: 13/07/2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 481, de 03 de outubro de 2017a. **Diário Oficial da União.** Brasília, 04 de outubro de 2017. Seção 1, Página 51.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Compostagem doméstica, comunitária e institucional de resíduos orgânicos:** manual de orientação / Ministério do Meio Ambiente, Centro de Estudos e Promoção da Agricultura de Grupo, Serviço Social do Comércio. - Brasília, DF: MMA, 2017b. 168 p., il. (algumas color.); gráficos. ISBN: 978-85-7738-313-9

BRASIL. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Dispõe sobre fertilizantes, corretivos, inoculantes e biofertilizantes, para serem produzidos, importados ou comercializados, deverão atender aos limites estabelecidos nos

Anexos I, II, III, IV e V desta Instrução Normativa no que se refere às concentrações máximas admitidas para agentes fitotóxicos, patogênicos ao homem, animais e plantas, metais pesados tóxicos, pragas e ervas daninhas. Instrução Normativa nº 27, 05 de junho de 2006. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 9 jun. 2006. Seção 1, Página 15.

CARVALHO, M. de F.; ALVA, J. C. R.; COSTA, M. C. de P.; SOUZA, F. G.; SILVA, M. G. P. R. da; CASTRO, T. R. REAPROVEITAMENTO E VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE PODAS URBANAS – AVALIAÇÃO EXPERIMENTAL. **REVISTA AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales**: Investigación, desarrollo y práctica. Vol. 13, Nº 3, 1069-1084. 6 de diciembre de 2020. ISSN: 0718-378X. Disponível em: <http://revistas.unam.mx/index.php/aidis/article/view/69944>. Acesso em: 07/08/2021.

CARVALHO, P. C. L. de; FUKUDA, W. M. G.; CRUZ, P. J.; COSTA, J. A. Avaliação agrônômica e tecnológica de cultivares de mandioca para consumo “in natura”. **Revista Brasileira de Mandioca**, v. 14, n. 1/2, p. 7-15, 1995.

CHALUPPE, M. A. C. **Análise da Implantação do Projeto "Valorização dos Resíduos Sólidos Orgânicos no Município de Florianópolis Através do Beneficiamento dos Resíduos de Podas"**. 2013. 125 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2013.

CONTO, A. J.; CARVALHO, R. A.; FERREIRA, C. A. P.; HOMMA, A. K. O. **Sistemas de produção da farinha de mandioca no nordeste paraense**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 1997. 50 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 97).

CORTEZ, C. L.; *et al.* **Compostagem de resíduos de poda urbana**. 2008. Disponível em: [http://cenbio.iee.usp.br/download/documentos/notatecnica\\_ix.pdf](http://cenbio.iee.usp.br/download/documentos/notatecnica_ix.pdf). Acesso em: 13/07/2021.

CORTEZ, C.M. **Estudo do potencial de utilização da biomassa resultante da poda de árvores urbanas para a geração de energia**: estudo de caso: AES Eletropaulo. 2011. 246 p. Tese (Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Energia), Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2011.

CORTEZ, C. L.; GRISOLI, L.; GAVIOLI, F.; COELHO, S. T.; CARMELO, S. **ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL PARA UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE PODA PROVENIENTES DA MANUTENÇÃO DAS REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**. 04 de junho de 2014. Centro Nacional de Referência em Biomassa. AES Eletropaulo.

COSTA, N. de L.; MOURA, G. de M.; MAGALHÃES, J. A.; TOWNSEND, C. R.; OLIVEIRA, J. R. da C. Regimes de cortes em cultivares de mandioca para alimentação animal em Porto Velho, Rondônia, Brasil. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v. 8, n. 9, p. 1-7, 2007.

CRAVO, M. S.; CARDOSO, E. M. R.; BOTELHO, S. M. Mandioca. In: CRAVO, M. S.; VIEGAS, I. J. M.; BRASIL, E. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado Pará**. 1. ed. rev. E atual. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2010. Cap. 6, p. 151-152.

DENICH, M.; VLEK, P. L. G.; SA, T. D. de A.; VIELHAUER, K.; LUCKE, W. A concept for the development of fire-free fallow management in the Eastern Amazon, Brazil. **Agriculture Ecosystems & Environment**, v. 110, n. 1-2, p. 43-58, 2005.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Aipim Manteiga: Cultivar de Macaxeira para o Amazonas**. Comunicado Técnico, 17. Manaus, AM: Embrapa, dez. 2003. ISSN 1517-3887. PDF 4 p.; il. color. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/673682/aipim-manteiga-cultivar-de-macaxeira-para-o-amazonas>. Acesso em: 13/07/2021.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Cultura da mandioca: aspectos socioeconômicos, melhoramento genético, sistemas de cultivo, manejo de pragas e doenças e agroindústria**. Brasília, DF: Embrapa, 2016. ISBN 978-85-7035-621-5. PDF 257 p.; il. color.: 15 cm x 21 cm. Disponível em: <https://www.embrapa.br/amazonia-oriental/publicacoes>. Acesso em: 13/07/2021.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. / Paulo César Teixeira... [et al.], editores técnicos - 3. ed. rev. e amp. – Brasília, DF: Embrapa, 2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Recomendações de calagem e adubação para o estado do Pará** / editores técnicos, Edilson Carvalho Brasil, Manoel da Silva Cravo, Ismael de Jesus Matos Viégas e. – 2. ed. – Brasília, DF: Embrapa, 2020. 419 p.; 18,5 cm x 25,5 cm. ISBN 978-85-7035-932-2

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS**. 2ª edição. Embrapa Solos. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília, DF. 2006.

FALESI, I. C. Estado atual de conhecimento dos solos da Amazônia brasileira. In: SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO, 1., 1984, Belém, PA. **Anais...** Belém, PA: EMBRAPA-CPATU, 1986. v. 1, p. 168-191. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 36). Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/394709/1/CPATUDoc36v1P168.pdf>. Acesso em: 13/07/2021.

FARRÉ, G.; SANAHUJA, G.; NAQVI, S.; BAI, C.; CAPELL, T.; ZHU, C.; CHRISTOU, P. Travel advice on the road to carotenoids in plants. **Plant Science**, v. 179, p. 2848, 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168945210000956>. Acesso em: 13/07/2021.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **Produzir mais com menos: Mandioca – Um guia para a intensificação sustentável da produção**. [Rome], 2013. (Informe de Política). Disponível em: <http://www.fao.org/ag/save-and-grow/cassava/pdf/FAO-Mandioca.pdf>. Acesso em: 25/05/2021.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAOSTAT (2019). **Production, crops.** Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#home/>. Acesso em: 13/07/2021.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED STATES. **FAOSTAT: Production Quantity of Cassava in 2017.** Dec. 2018. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 17/03/2021.

FRÓES JÚNIOR, P. S. M. **Agricultura Urbana no município de Ananindeua (PA): análise socioeconômica e ambiental das práticas adotadas no bairro do Curuçambá / Paulo Silvano Magno Fróes Júnior.** 2020. 96 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, PA, 2020.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 175 p.

GOMES, P. T. C. **Avaliação de características nutricionais da mandioca e de seus híbridos interespecíficos.** Dissertação (Mestrado). Brasília, 2010. 85 p.

HOMMA, A. Em favor da farinha de mandioca. **Gazeta Mercantil**, Belém, PA, 27 out. 2000. p. 2.

HOWELER, R. H.; CADAVID, L. F.; BURCKHARDT, E. Response of cassava to VA mycorrhizal inoculation and phosphorus application in green-house and field experiments. **Plant and Soil**, n. 69, p. 327-339, 1982.

HOWELER, R.H. Potassium nutrition of cassava. In: MUNSON, R.D., ed. Potassium in agriculture. Madison, **American Society of Agronomy**, cap. 35, 1985

HOWELER, R. H. Cassava mineral nutrition and fertilization. In: HILLOCKS, R. J.; THRESH, J. M.; BELLOTTI, A. (Ed.). **Cassava: biology, production and utilization.** Wallingford: CABI, 2002. p. 115-147.

IGLESIAS, C.; MAYER, J.; CHAVEZ, L.; CALLE, F. Genetic potential and stability of carotene content in cassava roots. **Euphytica**, v. 94, p. 367-373, 1997. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1002962108315>. Acesso em: 13/07/2021.

INÁCIO, C. T. & MILLER, P. R. M. **Compostagem: ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos.** Rio de Janeiro/RJ. Embrapa Solos, 2009. 156p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Manual Técnico de Pedologia.** 2.ed. Rio de Janeiro, RJ. 2007.

JANSZ, E. R.; ULUWADUGE, D. I. Biochemical aspects of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) with special emphasis on cyanogenic glucosides. A review. **Journal of the National Science Council of Sri Lanka**, v.25, p.1-24, 1997.

JUNIOR, A. P. B. **Utilização de composto de resíduos de poda da arborização urbana em substratos para a produção de mudas.** Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Instituto de Florestas da Universidade Federal

Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

JÚNIOR, J. F. V.; SOUZA, M. I. L.; NASCIMENTO, P. P. R. R.; CRUZ, D. L. S. Solos da Amazônia: etnopedologia e desenvolvimento sustentável. **Revista Agro@ambiente On-line**, ISSN 1982-8470, v. 5, n. 2, p.158-165, Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, RR. maio-agosto, 2011. Disponível em: <https://revista.ufrr.br/agroambiente/article/view/562>. Acesso em: 25/05/2021.

KOTTEK, M.; GRIESER, J.; BECK, C.; RUDOLF, B.; RUBEL, F. World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 15, n. 3, p. 259-263, 2006.

LIMA, H. H. de S.; RODRIGUES, E. G. S.; SILVA, J. C. G. da; ALVES, J. L. F. Aproveitamento Poda de Arborização Urbana para Produção de Carvões Ativadas. ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, CÊNCIA E TECNOLOGIA/UEPB, 1., 2012. **Anais do Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia UEPB**; Campina Grande: UEPB, 2012.

MATOS, A. T. **Tratamento e aproveitamento agrícola de resíduos sólidos**. Viçosa: Editora UFV, 2014. 241 p.

MATTOS, P. L. P.; CARDOSO, E. M. R. **Cultivo da mandioca para o Estado do Pará**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Sistemas de produção, 13).

MEIRA, A. M. **Gestão de resíduos da arborização urbana**. 2010. 179 p. Tese (Doutorado em Ciências: Recursos Florestais, com opção em Tecnologia de Produtos Florestais) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

MIRANDA, L. N.; FIALHO, J. F.; CARVALHO, J. L. H.; MIRANDA, J. C. C. **Utilização do húmus de minhoca como adubo orgânico para mandioca em solo de Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. (Embrapa Cerrados. Comunicado técnico, 111).

MIRANDA, L. N.; FIALHO, J. F.; MIRANDA, J. C. C.; GOMES, A. C. **Manejo da calagem e da adubação fosfatada para a cultura da mandioca em solo de cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. (Embrapa Cerrados. Comunicado técnico, 118).

MODESTO JUNIOR, M. de S.; ALVES, R. N. B. Sistema agroecológico de roça sem fogo para produção de mandioca em Moju. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, v. 7, n. 14, p. 59-68, jan./jun. 2012. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/73359/1/N-14-Sistema-Agroecologico.pdf>. Acesso em: 13/07/2021.

NETO, João Tinoco Pereira. **Manual de Compostagem**. Processo de Baixo Custo. Belo Horizonte: UNICEF, 1996.

NEVES, E. C. A. **Produtos derivados da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz): conhecendo para aumentar sua valorização**. Tese (Doutorado) – Tecnologia de alimentos, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, SP. 2020.

OYARZÁBAL, G. N.; GERHARD, L. F.; COELHO, D. B. **Aproveitamento integral da mandioca no Rio Grande do Sul: rações à base de mandioca** 2.ed. Porto Alegre: EMATER/RS, 1999. 62p.

PAIXÃO, C. P. C.; BEZERRA, V. F. G. **Proposta de potencial utilização dos resíduos de poda urbana pela técnica da compostagem no município de Belém-PA**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Agronomia, Campus Universitário de Belém, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2019. 64 f. : il.

PONTE, C. M. de A. **Épocas de colheita de variedades de mandioca**. 2008. 108f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. 276 p.

RAMOS, W. F.; RUIVO, M. de L. P.; JARDIM, M. A. G; PORRO, R.; CASTRO, R. M. da S.; SOUSA, L. M de. Análise da Indústria Madeireira na Amazônia: Gestão, Uso e Armazenamento de Resíduos. **RBCIAMB**, n. 43, p. 1-16, mar. 2017.

RIBASKI, N. G., BELINI, H. L. (2019). Aproveitamento de resíduos sólidos urbanos madeireiro. **Brazilian Journal of Technology**, 2 (3), 742–757.

ROMANO, H. M. **Viabilidade econômica da compostagem na CEASA/SJ**. Florianópolis-SC, UFSC, 2005. (Monografia de Especialização em Agroecossistemas)

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M.; AMAYA-FARFAN, **Fontes brasileiras de carotenóides: tabela brasileira de composição de carotenóides em alimentos /** Délia B. Rodrigues-Amaya, Mieko Kimura e Jaime Amaya-Farfan [autores]; Lidio Coradin e Vivian Beck Pombo, Organizadores. – Brasília: MMA/SBF, 2008. Disponível em:

[http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf\\_agrobio/\\_publicacao/89\\_publicacao09032009113306.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_agrobio/_publicacao/89_publicacao09032009113306.pdf). Acesso em: 13/07/2021.

SANTOS, E. dos. (2000). **Avaliação quali-quantitativa da arborização e comparação econômica entre a poda e a substituição da rede de distribuição de energia elétrica da região administrativa Centro – Sul de Belo Horizonte – MG**. [Tese, Universidade Federal de Viçosa].

SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO AGROPECUÁRIO E DA PESCA - SEDAP. **PANORAMA AGRÍCOLA DO PARÁ 2015 / 2019 MANDIOCA**. Disponível em: [http://www.sedap.pa.gov.br/sites/default/files/arquivos\\_dados\\_agropecuarios/PANORAMA%20AGR%C3%8DCOLA%20DO%20PAR%C3%81%20-%20MANDIOCA%20-%202019.pdf](http://www.sedap.pa.gov.br/sites/default/files/arquivos_dados_agropecuarios/PANORAMA%20AGR%C3%8DCOLA%20DO%20PAR%C3%81%20-%20MANDIOCA%20-%202019.pdf) . Acesso em: 19/07/2021.

SILVA, D. P. da. **Avaliação do Processo de Adensamento dos Resíduos de Podas Árvores Visando ao Aproveitamento Energético: O caso do Campus da USP na Capital**. Dissertação (Mestrado em Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Energia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

SILVA, F. G. da. **SUBSTRATO COM COMPOSTO DE LIXO E PODA DE ÁRVORE PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Pterogyne nitens***. Dissertação [Mestrado em Agronomia (Ciências do solo) pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias] – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2011. Disponível em: [https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/88260/silva\\_fg\\_me\\_jabo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/88260/silva_fg_me_jabo.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em: 07/08/2021.

SILVA FILHO, A. V. da; SUBUHANA, C.; MELO, I. M. de; CARVALHO, R. O. de; OLIVEIRA, M. R. D. de. **Ensaio interdisciplinares em humanidades** [recurso eletrônico] : vol. IV / Organizadores Antônio Vieira da Silva Filho... [et al.]. – Rio de Janeiro, RJ: Autografia, 2020. ISBN 978-65-5531-988-0.

SILVA, G. O. da; GOMES, D. L.; FERREIRA, L. E. ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DA PRODUTIVIDADE DA CULTURA DA MANDIOCA NOS ANOS DE 2000 A 2017 NO ESTADO DO PARÁ. In: III CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS. João Pessoa, PB. 2018. **Anais...** João Pessoa, PB. 2018. COINTER PDVAGRO 2018. Disponível em: <https://cointer-pdvagro.com.br/wp-content/uploads/2019/01/AN%C3%81LISE-DA-EVOLU%C3%87%C3%83O-DA-PRODUTIVIDADE-DA-CULTURA-DA-MANDIOCA-NOS-ANOS-DE-2000-A-2017-NO-ESTADO-DO-PAR%C3%81-1.pdf>. Acesso em: 19/07/2021.

SILVA, J. da; MESSIAS, A. R. COMPORTAMENTO DE VARIEDADES DE MANDIOCA DE MESA EM SISTEMA ORGÂNICO DE PRODUÇÃO. In: Congresso Brasileiro da Mandioca. **Resumos expandidos** CBM – Botucatu, 2009. Disponível em: <https://energia.fca.unesp.br/index.php/rat/article/view/1357>. Acesso: 07/08/2021.

SILVA, W. T. L. da; SALLES, L. C.; NOVAES, A. P. de; NETO, L. M.; SIMÕES, M. L.; HANEDA, R. N.; FIALHO, L. L. Potencialidade do Uso de Composto Produzido a Partir de Lodo de Esgoto Urbano e Poda Verde de Árvore. **Circular Técnica 25**. São Carlos, SP, Dez. 2004. ISSN1517-4778.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Fertilidade do solo**. Viçosa-MG, 2007. 1017p. ISBN 978-85-86504-08-2.

SOUZA, C. A.; GUIMARÃES, C. C.; VELASCO, G. D. N. Reaproveitamento de resíduos de poda e sua colaboração para atingir os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. In: 13 Seminário Internacional NUTAU 2020, São Paulo, SP. **Anais...** 13 Seminário Internacional. International Seminar NUTAU 2020. São Paulo, SP. 17-18 novembro.

SOUZA, L. da S.; FIALHO, J. de F. **Cultivo da mandioca para a região do cerrado: irrigação**. [Cruz das Almas]: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003. Disponível em: [https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca\\_cerrosados/irrigacao.htm](https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_cerrosados/irrigacao.htm). Acesso em: 13/07/2021.

SOUZA, L. S.; SILVA, J.; SOUZA, L. D. **Recomendação de calagem e adubação para o cultivo de mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2009. 6 p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Comunicado técnico, 133).

STAUT, L. A. RESPOSTA AGRONÔMICA E ECONÔMICA DA CULTURA DA

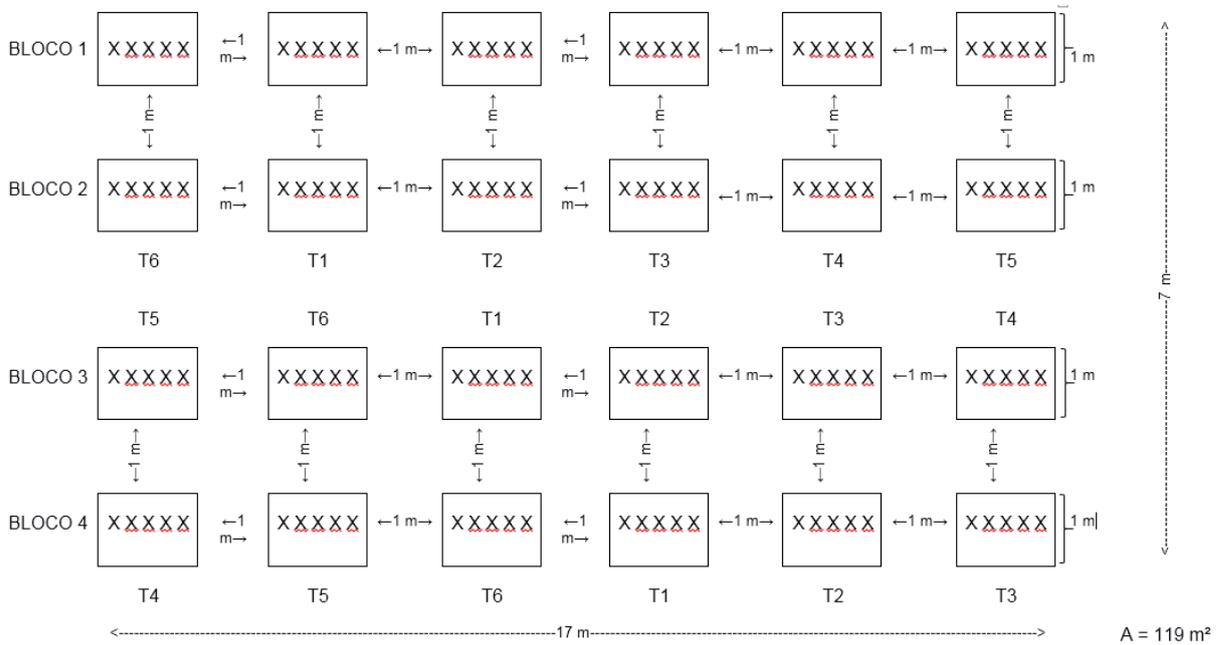
MANDIOCA A DOSES DE COMPOSTO ORGÂNICO. In: FERTBIO 2012. Maceió, AL. 2012. **Resumo expandido...** Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/934850/1/FERTBIOrespostastaut.pdf>. Acesso em: 07/08/2021.

VASCONCELOS, C. V. **Caracterização e tratamento do composto orgânico de resíduos urbanos de Belo Horizonte-MG para utilização em ações de Agricultura Urbana**. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós Graduação em Agricultura Orgânica, 2019. 64 f. : il.

VELASCO, G. D. N. **Arborização viária x sistemas de distribuição de energia elétrica: avaliação dos custos, estudo das podas e levantamento de problemas fitotécnicos**. Piracicaba, 2003. 94 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo.

**ANEXOS**

Anexo 1 – Croqui da área experimental de *Manihot esculenta* Crantz.



Fonte: Acervo do autor.