

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

MÁRCIO YUITI IAMAGUTI NAKATI

**QUANTIFICAÇÃO E TIPIFICAÇÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS
VEGETAIS COM VISTAS A PROPOSIÇÃO DE ALTERNATIVAS DE
REAPROVEITAMENTO: Estudo De Caso Em Uma Empresa Rural**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Medianeira

2018

MÁRCIO YUITI IAMAGUTI NAKATI

**QUANTIFICAÇÃO E TIPIFICAÇÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS
VEGETAIS COM VISTAS A PROPOSIÇÃO DE ALTERNATIVAS DE
REAPROVEITAMENTO: Estudo De Caso Em Uma Empresa Rural**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação, em Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia de Produção.

Orientadora: Prof. Dra. Eliane Rodrigues dos Santos Gomes

Coorientador: Prof. Me. Edilson Chibiaqui

Medianeira

2018



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO
PARANÁ
CAMPUS MEDIANEIRA

Diretoria de Graduação
Departamento de Engenharia de Produção
Curso de Graduação em Engenharia de Produção



TERMO DE APROVAÇÃO

QUANTIFICAÇÃO E TIPIFICAÇÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS VEGETAIS COM VISTAS A PROPOSIÇÃO DE ALTERNATIVAS DE REAPROVEITAMENTO: Estudo De Caso Em Uma Empresa Rural

Por

MÁRCIO YUITI IAMAGUTI NAKATI

Este trabalho de conclusão de curso foi apresentado às 10:30 h do dia 22 de novembro de 2018 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o projeto para realização de trabalho de diplomação aprovado.

Prof. Dra. Eliane R. dos Santos Gomes
Orientadora
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dra. Carla Adriana P. Schmidt
Banca
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Me. Edilson Chibiaqui
Coorientador
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Me. Renato Santos Flauzino
Banca
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Margarete e Márcio, por me apoiaram e terem me dado esta oportunidade, sem vocês não seria possível e pela paciência até o fim.

Aos meus irmãos que me apoiaram e ajudado no decorrer do curso.

A minha orientadora Dra. Eliane Rodrigues dos Santos Gomes, pela ajuda, orientação e ensinamentos durante o desenvolvimento do trabalho.

Ao Coorientador Me. Edilson Chibiaqui pela oportunidade do trabalho.

A professora Dra. Carla Adriana Pizarro Schmidt, por me ensinar e ajudar durante o semestre para o desenvolvimento do trabalho.

Aos amigos e colegas, pela força e pela vibração em relação a esta jornada.

Aos professores e colegas de Curso, pois juntos trilhamos uma etapa importante de nossas vidas.

A todos que, com boa intenção, colaboraram para a realização e finalização deste trabalho.

"Se existe uma forma
de fazer melhor, descubra-a."

Thomas Edison

RESUMO

NAKATI, Márcio Y. I. Quantificação e tipificação de resíduos orgânicos vegetais com vistas a proposição de alternativas de reaproveitamento: estudo de caso em uma empresa rural. 2018. 76 p. Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Com a grande participação do setor da agricultura na economia do país, por se tratar de um setor grande, gera resíduos sólidos que necessita de alternativas viáveis para a destinação correta, pois caso tenha um gerenciamento incorreto pode se tornar um problema ambiental e contaminar outros tipos de resíduos não-orgânicos. Uma alternativa viável para as propriedades rurais é a compostagem, pois é um processo que transforma o resíduo sólido orgânico em um material mais estável que pode ser usado como adubo, reaproveitando os nutrientes que seriam descartados pela empresa. O objetivo do trabalho é fazer um diagnóstico dos resíduos orgânicos na empresa rural de produção de hortaliças para subsidiar sua gestão, foram feitos estudos como: curva ABC e análise de estabilidade da produção por meio do Controle Estatístico de Processos (CEP) para identificar as possíveis alternativas para a destinação dos resíduos gerados pela empresa. A coleta de dados foi por pesagem, para quantificar o produto e a perda por hortaliça. Para efetuar a análise dos dados foi necessário organizar os dados através de tabelas e com o auxílio do Action Stat[®] verificou-se a confiabilidade dos produtos. Com os resultados obtidos com a pesquisa, foi possível averiguar que o brócolis representa 35,8% de todo resíduo gerado diariamente e os 3 produtos do grupo A da curva ABC representando 77,4% da geração da empresa no dia. Foi possível concluir que existe uma geração estável dos resíduos da empresa e a compostagem pode ser uma alternativa.

Palavras-chave: resíduos orgânicos; hortaliças; empresa rural.

ABSTRACT

NAKATI, Márcio Y. I. Quantification and typification of organic wastes with a view to proposing reuse alternatives: a case study in a rural enterprise. 2018. 76 p. Monographi (Bachelor's degree in engineering production) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

With the large participation of the agricultural sector in the country's economy, because it is a large sector, it generates solid waste that requires viable alternatives for the correct destination, because if it is incorrectly managed it can become an environmental problem and contaminate other types of non-organic waste. A viable alternative for rural properties is composting, since it is a process that transforms the organic solid residue into a more stable material that can be used as fertilizer, reusing the nutrients that would be discarded by the company. The objective of this work is to make a diagnosis of organic residues in the rural vegetable production company to subsidize its management, studies were done as: ABC curve and analysis of stability of production through Statistical Process Control (SPC) to identify possible alternatives for waste generated by the company. The data were collected by weighing, to quantify the product and the loss for vegetables. In order to analyze the data it was necessary to organize the data through tables and with the help of Action Stat® the reliability of the products was verified. With the results obtained with the research, it was possible to verify that the broccoli represents 35.8% of all the residue generated daily and the 3 products of group A of the ABC curve representing 77.4% of the generation of the company in the day. It was possible to conclude that there is a stable generation of company waste and composting can be an alternative.

KEYWORDS: organic waste; vegetables; rural enterprise.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fotografia da balança da empresa rural.....	28
Figura 2 - Fotografia da caixa da empresa rural.....	29
Figura 3 - Fotografia de uma caixa da acelga (A) Antes do processo de limpeza e (B) Depois do processo de limpeza.	38
Figura 4 - Fotografia de uma caixa da alface americana (A) Antes do processo de limpeza e (B) Depois do processo de limpeza.....	41
Figura 5 - Fotografia de uma caixa do brócolis ninja (A) Antes do processo de limpeza e (B) Depois do processo de limpeza.....	44
Figura 6 - Fotografia de uma caixa de couve-flor (A) Antes do processo de limpeza e (B) Depois do processo de limpeza.....	47
Figura 7 - Fotografia de uma caixa de erva-doce (A) Antes do processo de limpeza e (B) Depois do processo de limpeza.....	50
Figura 8 - Fotografia de uma caixa de repolho (A) Antes do processo de limpeza e (B) Depois do processo de limpeza.....	52
Figura 9 - Fotografia de uma caixa de salsão (A) Antes do processo de limpeza e (B) Depois do processo de limpeza.	54
Figura 10 - Fotografia dos resíduos gerados pelo galpão da empresa na caçamba do caminhão.	57
Figura 11 - Fotografia dos resíduos gerados no processamento do repolho.	58
Figura 12 - Fotografia dos resíduos gerados no processamento de erva doce.	60
Figura 13 - Quantidade diária de produtos processados no estabelecimento por planta.	61
Figura 14 - Curva ABC, mostrando o percentual diário de perda acumulada planta a planta.	62
Figura 15 - Fluxograma para implementar uma compostagem institucional.	64
Figura 16 - Variação do índice de pH do composto com o tempo de compostagem	66
Figura 17 – Variação da temperatura do resíduo durante o processo de compostagem	67

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Quantidade de cada produto processado ao longo dos dias de coleta de dados.	37
Gráfico 2 - Valores individuais de amplitudes móveis da acelga.	40
Gráfico 3 - Valores individuais de amplitudes móveis da alface americana.	43
Gráfico 4 - Valores individuais de amplitudes móveis do brócolis ninja.	46
Gráfico 5 - Valores individuais de amplitudes móveis da couve-flor.	49
Gráfico 6 - Valores individuais de amplitudes móveis da erva-doce.	51
Gráfico 7 - Valores individuais de amplitudes móveis do repolho.	53
Gráfico 8 - Valores individuais de amplitudes móveis do salsão.	56
Gráfico 9 - Resíduo diário dos produtos em %.	59

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação dos resíduos sólidos.	17
Quadro 2 – Pesagem das hortaliças por caixas em quilogramas	34
Quadro 3 – Pesagem das hortaliças por lote em quilogramas.	35
Quadro 4 – Pesagem dos resíduos gerados por caixas de hortaliças em quilogramas.	35
Quadro 5 – Pesagem dos resíduos gerados por lote de hortaliças em quilogramas.	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quantidade de hortaliça por caixa	33
Tabela 2 - Resumo descritiva da acelga.	38
Tabela 3 - Testes de Normalidade da Acelga.....	38
Tabela 4 - Transformação Box-Cox da acelga.	39
Tabela 5 - Resumo descritiva da alface americana.	41
Tabela 6 - Testes de Normalidade da alface americana	42
Tabela 7 - Estimativa da alface americana.....	42
Tabela 8 - Resumo descritiva do brócolis ninja.	44
Tabela 9 - Testes de Normalidade do brócolis ninja.....	44
Tabela 10 - Estimativa do brócolis ninja.....	45
Tabela 11 - Resumo descritiva da couve-flor.	47
Tabela 12 - Testes de Normalidade da couve-flor.....	47
Tabela 13 - Transformação Box-Cox da couve-flor.	48
Tabela 14 - Resumo descritiva da erva-doce.	50
Tabela 15 - Testes de Normalidade da erva-doce.....	50
Tabela 16 - Resumo descritiva do repolho.	52
Tabela 17 - Testes de Normalidade do repolho.....	53
Tabela 18 - Resumo descritiva do salsão.....	55
Tabela 19 - Testes de Normalidade do salsão.	55
Tabela 20 - Transformação Box do salsão.	55
Tabela 21 - Média diária do peso das hortaliças e qual sua participação.	57
Tabela 22 - Média diária do resíduo gerado pelas hortaliças e qual sua participação.	58

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVO GERAL	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3 Referencial Teórico	16
3.1 EMPRESA RURAL	16
3.2 RESÍDUOS SÓLIDOS.....	17
3.2.1 Resíduos Sólidos Orgânicos	19
3.2.2 Gestão de Resíduos Sólidos Orgânicos	20
3.3 ESTATÍSTICA DESCRITIVA.....	22
3.4 CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS (CEP)	23
3.4.1 Gráfico de controle	24
3.5 CURVA ABC	24
4 MATERIAL E MÉTODOS	26
4.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	26
4.2 COLETA DE DADOS	27
4.3 ANÁLISE DOS DADOS.....	29
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5.1 PROCESSO PRODUTIVO.....	32
5.2 HORTALIÇAS	33
5.3 DADOS DAS HORTALIÇAS	33
5.4 ANALISE ESTATISTICA DOS PRODUTOS	36
5.4.1 Acelga	37
5.4.2 Alface americana	40
5.4.3 Brócolis ninja.....	43
5.4.4 Couve-flor	46
5.4.5 Erva-doce.....	49
5.4.6 Repolho.....	51
5.4.7 Salsão	54
5.5 RESIDUOS ORGANICOS.....	56
5.6 ALTERNATIVAS PARA O DESTINO FINAL DOS RESÍDUOS SOLIDOS	62
5.7 COMPOSTAGEM	63
5.7.1 Metodologia da Compostagem.....	64
5.7.2 pH	65
5.7.3 Temperatura	66
5.7.4 Aeração.....	68
5.7.5 Microrganismos.....	68
5.7.6 Umidade.....	69
5.7.7 Relação Carbono/Nitrogênio	69
5.7.8 Tamanho das Partículas	70
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	71
REFERÊNCIAS	72
APÊNDICE A – QUADRO DAS QUANTIDADES DE HORTALIÇAS PROCESSADAS por DIA ao longo de 30 DIAS.	76

1 INTRODUÇÃO

O setor de agricultura no Brasil sempre teve uma contribuição significativa para o crescimento econômico do país além de ser um dos maiores produtores no mundo, contribui como fonte de alimentos e matérias primas para o mercado e aumentou diretamente e indiretamente mão de obra.

A participação do agronegócio no Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil em 2017 foi de 21,6%, que é dividido em ramo agrícola e pecuário. O setor voltado para agricultura contribui em 15% para o PIB nacional (CEPEA, 2018).

Com o crescimento e importância nesse setor, o aumento da produção faz com que necessite de uma boa gestão e controle do negócio, pois está cada vez mais gerando mais resíduos por ser do setor primário da economia.

Os resíduos sólidos gerados pelo setor da agricultura geralmente são resíduos orgânicos como os restos das culturas. Em grandes escalas, precisam de alternativas para a destinação final para não prejudicar o meio ambiente com o acúmulo desse resíduo que pode trazer problemas ambientais e para a saúde pública. É necessário buscar medidas para a minimização tanto na fonte geradora quanto para o resíduo já gerado.

A reciclagem é uma alternativa para a diminuição dos resíduos gerados além de diminuir os impactos ambientais, transformar o material que se tornaria lixo em matéria prima. É uma maneira de preservar os recursos naturais que seriam utilizados (D'ALMEIDA; VILHENA, 2000).

No Brasil, cerca de 50% do lixo municipal é constituído de matéria orgânica. Uma alternativa para o aproveitamento dessa matéria é o processo de compostagem, que transforma o resíduo em um composto orgânico que pode ser utilizado como fertilizante para o solo, tornando-se uma boa alternativa para a agricultura, além de ajudar o meio ambiente reduzindo o resíduo que ia ser acumulado. Em vez disso encontra um destino viável e sustentável para reaproveitar os nutrientes que iria ser descartado do resíduo orgânico (D'ALMEIDA; VILHENA, 2000).

Quando não controlado, os resíduos orgânicos podem prejudicar outros ciclos de outros resíduos, dificultando ou inviabilizando a reciclagem de outros materiais que foram contaminados. É necessária uma boa gestão para não

transformar uma fonte de matéria prima que pode ser útil para a produção agrícola. Quanto mais resíduos orgânicos destinado ao local correto para o processo de reaproveitamento, diminuindo lixos acumulado em aterro e facilitando nas centrais de separação para reciclagem sem lixo contaminado (LIMA, 2004).

Um problema das empresas agrícolas atualmente é a geração de resíduos e a gestão deles, uma produção em grande escala irá gerar na mesma proporção grande escala de resíduos. Buscar novas alternativas para minimizar os resíduos gerados, pode ajudar até nos custos para a produção além de ajudar o meio ambiente e tentar resolver a grande quantidade de resíduos gerados na produção rural.

Segundo o Ministério do Meio Ambiente, 50% dos resíduos sólidos urbanos gerados no Brasil são orgânicos, somando resíduos das atividades agrossilvopastoris e industriais, a geração anual chega em 800 milhões de toneladas de resíduos orgânicos, quando separados de forma correta podem ser reaproveitadas na forma de adubos por meio da compostagem, um processo sustentável que pode ser feito em diversas escalas (BRASIL, 2017).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Diagnóstico de resíduos orgânicos em uma empresa rural de produção de hortaliças para subsidiar sua gestão.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Fazer um diagnóstico da propriedade rural quanto a geração de resíduos orgânicos;
- b) Fazer análise ABC para a produção de resíduos;
- c) Fazer uma análise de estabilidade da produção de resíduos por meio de Controle Estatístico de Processos;
- d) Identificar possíveis soluções para a destinação dos resíduos orgânicos gerados;

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 EMPRESA RURAL

A empresa rural é um empreendimento com fins lucrativos que explora as atividades no meio rural, quem administra é empresário rural no qual procura tomar as melhores decisões da técnica, tecnologia e produtos utilizados na produção visando a melhor qualidade do produto e maneiras de diminuir os custos (SENAR, 2015).

Empresa rural é definido no Brasil pelo artigo 22 do decreto de nº84.685/80 como:

Empresa Rural, o empreendimento de pessoa física ou jurídica, pública ou privada, que explore econômica e racionalmente imóvel rural, dentro das condições de cumprimento da função social da terra e atendidos simultaneamente os requisitos seguintes:

- a) tenha grau de utilização da terra igual ou superior a 80% (oitenta por cento), calculado na forma da alínea "a" do art. 8º;
- b) tenha grau de eficiência na exploração, calculado na forma do art. 10º, igual ou superior na 100% (cem por cento);
- c) cumpra integralmente a legislação que rege as relações de trabalho e os contratos de uso temporário da terra. (BRASIL,1980)

Crepaldi (2012, p. 57) define empresa rural como:

A empresa rural, portanto, é a unidade de produção que possui elevado nível de capital de exploração e alto grau de comercialização, ou seja, um elevado uso de fatores de produção como a terra, as máquinas, os defensivos, etc., tendo com objetivos técnicos a sobrevivência, o crescimento e, sobretudo, a busca de lucro, sendo caracterizada pela exploração da capacidade produtiva do solo por meio do cultivo da terra, da criação de animais e da transformação de determinados produtos agropecuários.

Empresa rural pode ser patronal ou familiar, são empresas que tem as atividades voltadas para o meio rural, é dividido em três grupos: atividade agrícola, zootecnia e atividades agroindustriais (MARION, 2012).

3.2 RESÍDUOS SÓLIDOS

A definição de resíduos sólidos no Brasil é encontrada na Norma Brasileira (NBR) de nº 10.004 de 2004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT):

Resíduos sólidos são resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

Para um gerenciamento mais adequado é necessário classificar os resíduos sólidos, que é definida pela ABNT na NBR 10.004/2004, no qual divide em duas classes, perigosos e não perigosos, conforme a Quadro 1.

Classe I	Classe II	
Perigosos (classe I)	Não perigosos (classe II)	
	Não inertes (classe II A)	Inertes (classe II B)
Característica apresentada por um resíduo que, em função de suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas, pode apresentar: a) risco à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças ou acentuando seus índices; b) riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada.	Aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I ou II B Os resíduos classe II A – Não inertes podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.	Quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR 10007, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

Quadro 1 – Classificação dos resíduos sólidos.

Fonte: Adaptada de Associação Brasileira de Normas Técnicas (2004).

Resíduos ou lixo é definido como qualquer produto da atividade do homem que foi descartado no meio ambiente, é um dos grandes problemas encontrado na sociedade, pois com o crescimento das suas principais fontes como as indústrias e a população conseqüentemente a sua geração irá acompanhar esse crescimento, o acúmulo de resíduos sólidos podem acarretar em poluir o meio ambiente caso não tenha um tratamento adequado, afetando as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo e trazer várias ameaças a saúde pública (LIMA, 2004).

Com o aumento da população a geração de resíduos sólidos de qualquer natureza vem se tornando um problema com o grande acúmulo de resíduos, necessita de um bom gerenciamento para não resultar em problemas ambientais relevantes (BIDONE; POVINELLI, 1999).

O produto gerado através das atividades do homem sem utilidade e que necessita de um gerenciamento para o destino final para não trazer riscos ao meio ambiente ou a saúde pública, pode ser definido como resíduo sólido, pode ser identificado de várias maneiras, dependendo da sua propriedade física, química, grau de risco ou origem (D'ALMEIDA; VILHENA, 2000).

A lei que define a classificação dos resíduos sólidos no Brasil se encontra na Política Nacional de Resíduos Sólidos na Lei de nº12.305 no artigo 13 (BRASIL, 2010, p. 6):

Art. 13. Para os efeitos desta Lei, os resíduos sólidos têm a seguinte classificação:

I - Quanto à origem:

- a) resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;
- b) resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
- c) resíduos sólidos urbanos: os englobados nas alíneas "a" e "b";
- d) resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas "b", "e", "g", "h" e "j";
- e) resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea "c";
- f) resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;
- g) resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;
- h) resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;

i) resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;

j) resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;

k) resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios;

II - quanto à periculosidade:

a) resíduos perigosos: aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica;

b) resíduos não perigosos: aqueles não enquadrados na alínea "a".

Parágrafo único. Respeitado o disposto no art. 20, os resíduos referidos na alínea "d" do inciso I do caput, se caracterizados como não perigosos, podem, em razão de sua natureza, composição ou volume, ser equiparados aos resíduos domiciliares pelo poder público municipal.

3.2.1 Resíduos Sólidos Orgânicos

Para Bidone e Povinelli (1999) a composição química dos resíduos sólidos orgânicos afeta na viabilidade e reaproveitamento dessa matéria para usar como fertilizante no solo após o processo aeróbio ou anaeróbio.

Segundo Kielh (1998) uma forma de reaproveitar os resíduos orgânicos vegetais é transformar eles em fertilizante orgânico humificado para ser utilizado como uma alternativa para ajudar a fornecer os nutrientes necessário para as plantas.

Na parte agrícola os resíduos orgânicos gerados pelas sobras das plantações podem ser utilizados para adubar o solo através do processo de compostagem desse resíduo, tem abundância em carbono, mas falta nitrogênio (KIELH, 1985).

A maior parte dos resíduos orgânicos tem um tempo curto para se decompor, existe a possibilidade do reaproveitamento desse resíduo na agricultura como alternativa de adubo de qualidade através do processo de compostagem, além de ser uma destinação final melhor, em vez de prejudicar o meio ambiente como antes, acaba se tornando uma maneira sustentável e viável para a destino final do resíduo (BRASIL, 2017).

3.2.2 Gestão de Resíduos Sólidos Orgânicos

A minimização de resíduos é importante para diminuir os danos ao meio ambiente, existem formas para diminuição desse acúmulo, reduzir a geração de resíduos direto nas fontes geradoras é uma maneira de impactar direto na quantidade final, pois resulta em uma quantidade menor de lixo que precisa ser tratado antes do destino final, formas alternativas como o reaproveitamento e a reciclagem geram impacto significativo na quantidade que já foi gerado (LIMA, 2004).

O artigo 3º da lei nº 12.305/10 define gerenciamento de resíduos sólidos e gestão integrada de resíduos sólidos de como (BRASIL, 2010, p.10):

Gerenciamento de resíduos sólidos: conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma desta Lei;
Gestão integrada de resíduos sólidos: conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável;

O gerenciamento integrado de resíduos sólidos segundo D'Almeida e Vilhena (2000, p.3):

O gerenciamento integrado do lixo municipal é um conjunto articulado de ações normativas, operacionais, financeira e de planejamento que uma administração municipal desenvolve (com base em critérios sanitários, ambientais e econômicos), para coletar, segregar, tratar e dispor o lixo de sua cidade.

Segundo o artigo 9º da lei nº 12.305/10 a ordem de prioridade na gestão de resíduos sólidos (BRASIL, 2010, p.15):

Art. 9º Na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

A má destinação dos resíduos orgânicos pode gerar vários tipos de poluição tanto para o solo, água ou ar, podendo trazer riscos à saúde pública e o meio ambiente. Com o aumento da industrialização e da população os gerados resíduos também cresceram junto, necessitando encontrar alternativas de gerenciamento e tratamento até chegar ao destino final (LIMA,2004).

Resíduos orgânicos tem a possibilidade de reaproveitamento sustentável e valorização, mas necessita de uma boa gestão, controle e separação, pois em contato com outros tipos de lixo recicláveis pode contaminar e pode acabar dificultando e inviabilizando a reciclagem deles, fazendo com que aumente o acúmulo de lixo não aproveitados em aterros em vez de uma destinação melhor (BRASIL, 2017).

Existem diferentes alternativas para a destinação dos resíduos orgânicos, como: vermicompostagem, enterramento, biodigestão, incineração, compostagem e cada uma delas possui suas vantagens, desvantagens e restrições para o uso (BRASIL, 2017).

Com os problemas de poluição do meio ambiente e a falta de recursos naturais faz com que as pessoas pensem em alternativas para a reutilização do lixo, a compostagem é um processo no qual transforma compostos orgânicos que podem ser usados no solo a partir de resíduos orgânicos, uma boa alternativa para a agricultura como fertilizante natural além de reduzir os danos ao meio ambiente (LIMA, 2004).

O enterramento é uma maneira simples para pouca geração de resíduos orgânicos e necessita de disponibilidade de espaço, para o procedimento adequado deve ser feito em um buraco de 20cm x 20cm x 10cm para cada 10 litros de resíduos orgânicos, é necessário adicionar matéria seca para criar um ambiente de decomposição aeróbica do material para evitar odores indesejados no processo (BRASIL, 2017).

Vermicompostagem é uma maneira de utilizar minhocas para decompor a matéria orgânica, é necessário ser em ambiente fechado para o controle das minhocas, é um processo simples e que ocupa pouco espaço, mas necessita de um controle com cuidado do ambiente para as minhocas e restrições dos resíduos utilizados (BRASIL, 2017).

A incineração é uma forma para reduzir a quantidade de resíduos sólidos por meio da combustão controlada, porém é um desperdício de matéria prima

orgânica que poderiam ser reaproveitados por outros métodos para ajudar o solo na agricultura (BRASIL, 2017).

A biodigestão é um o processo que pode ser realizado em escala que transforma a matéria orgânica em combustível gasoso por um método biológico através de bactérias anaeróbicas, é uma maneira para obter energia alternativa de um material que poderia não ter uma destinação correta (LIMA, 2004).

3.3 ESTATÍSTICA DESCRITIVA

A estatística é a ciência que estuda desde a coleta, arranjo e a interpretação das informações obtidas para auxiliar a resolver o problema. É chamado de dados as variáveis do problema, outra definição importante na estatística é a população que é um conjunto de dados com importância para o estudo do problema. Uma das principais áreas estudadas é a estatística descritiva que enfatiza a ordenação, resumo e a exibição dos dados (LARSON; FARBER, 2015).

Segundo a ABNT ISO/TR 10017:2005, a estatística descritiva tem como objetivo demonstrar dados quantitativos de uma maneira que possa analisar a natureza do conjunto de informações coletadas, podendo ver as características e formas da distribuição dos dados, é bastante utilizado gráficos para ter uma leitura mais fácil e mais complexa das informações obtidas, revelando padrões que em uma análise quantitativa comum não seria tão simples e ter pontos de vistas diferentes para se analisar. É utilizada para obter resultados mais rápidos e com as informações mais importante, é uma maneira de obter uma margem de erro menor dos dados que vão ser usados posteriormente, normalmente são os primeiros passos para começar uma pesquisa quantitativa.

Dentro da estatística existe diversas maneiras de medir a tendência dos dados, a média é uma forma mais popular de calcular essa tendência, consiste na soma dos dados e dividir pela quantidade de dados somados para obter o valor central das informações analisadas (MARTINELLI, 2009).

Na estatística a amplitude é uma medida de variação na qual é obtida pela diferença entre o maior e o menor valor dos dados quantitativos, sua principal

vantagem é fácil de ser calculado, porém usa apenas o maior e menor valor do conjunto de dados (LARSON; FARBER, 2015).

3.4 CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS (CEP)

O Controle Estatístico de Processos é uma ferramenta da qualidade que começou a ser aplicado na prática no meio da década de 1930 por Walter Shewhart que passou a usar as ferramentas do CEP dentro das indústrias norte-americanas para otimizar os processos para reduzir os custos e melhorar a qualidade dos processos e produtos. Após analisar os processos da linha de produção, Shewhart concluiu que estudar as variabilidades que ocorriam no decorrer da fabricação dos produtos com o auxílio do estudo estatísticos poderia melhorar o nível de qualidade (MARTINELLI, 2009).

Segundo Leis (2012) a variabilidade é definida como a diferença entre os padrões de um produto e outro, pode ser de origem de causas aleatórias ou especiais. Quando essa diferença não afeta a qualidade do produto se tornando algo insignificante para o cliente vem de uma causa aleatória, já a causa especial é quando se origina de problema de fabricação que ameaça a qualidade do produto pois a variação que ocorreu no processo afeta o desempenho do produto. O controle estatístico do processo auxilia a encontrar essas variações e corrigir os possíveis problemas da fabricação para evitar novos erros.

O CEP é uma metodologia que verifica as mudanças no processo produtivo, de uma forma que procura encontrar o padrão e a frequência que ela ocorre, é realizado através da análise das variáveis mais importantes do processo pela quantidade de falhas que ocorreram durante o procedimento (CARVALHO; PALADINI, 2012).

Para obter um resultado mais preciso é necessário diminuir as variabilidades de um processo, para quantificar a sua eficiência para o seu uso pode ser medido através de indicadores de desempenho, um método estatístico utilizado na produção para otimizar os resultados é diminuindo sua variação no processo focando apenas nas qualidades de maior interesse é chamado de CEP ou controle estatístico do processo (RIBEIRO; CATEN, 2012).

3.4.1 Gráfico de controle

O CEP possui métodos próprios para descobrir as naturezas do processo, os mais conhecidos são os gráficos de controle por variáveis que utiliza a média para avaliar a tendência central do procedimento, possui também o gráfico da amplitude e desvio para descobrir a variação dos dados obtidos em relação à média (CARVALHO; PALADINI, 2012).

O gráfico de controle tem como função auxiliar a análise da variação dos dados do processo através das informações coletadas em relação aos limites de controle, é uma ferramenta importante para interpretar as tendências e padrões dos dados para verificar confiabilidade dos dados e a estabilidade do processo (ABNT ISO/TR 10017, 2005).

O gráfico de controle demonstra se há alguma causa especial afetando o processo podendo comprometer a qualidade do produto. Quando o processo varia dentro dos limites da normalidade significa que o processo está sob controle, já quando varia fora dos limites o processo está fora do controle. Existem diversos tipos de gráfico de controle, cada um com dados e propostas diferentes (LELIS, 2012).

Os valores são dispostos em um gráfico onde tem uma linha central e dois limites, um inferior e um superior. Para determinar se o processo está fora de controle a regra seguida é quando os pontos dispostos ultrapassam os limites de controle do gráfico. Existem diversos gráficos por variáveis, sendo eles: gráfico media e amplitude; media e desvio padrão; mediana e amplitude; media individual e amplitude móvel (PORTAL ACTION, 2018)

3.5 CURVA ABC

Vilfredo Pareto observou que 80% da riqueza da Inglaterra no século XIX estava concentrada em 20% da população, essa proporção se repetia com

diferentes países em épocas diferentes. A regra 80/20 podia ser aplicado em diversas áreas não necessariamente sendo exata, porém é uma ferramenta que auxilia a dar prioridades para as principais causas de um problema, focando onde irá influenciar mais no resultado (MARTINELLI, 2009).

O princípio de Pareto descreve que 80% dos efeitos origina-se de 20% das causas, é um método que consiste em concentrar os esforços em 20% responsáveis por 80% dos resultados. É um gráfico de barras que auxilia a identificar a origem dos problemas essenciais (LELIS, 2012).

O diagrama de Pareto ou Curva ABC é um gráfico de barras que separa e ordena as informações por frequência de ocorrência, uma curva é colocada com a soma acumulada em porcentagem dos dados para identificar os problemas com grau maior de importância (MARTINELLI, 2009).

4 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em uma empresa rural localizada na cidade de Ibiúna, São Paulo, Brasil. A empresa atua no setor de hortifrúti, desde a plantação de culturas, processamento do produto e fornecimento para os mercados varejistas.

4.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Segundo Marconi e Lakatos (2003) a pesquisa é um processo sistemático que busca possíveis soluções ou descobrir mais conhecimento sobre a área através de base científica. Para Gil (2008) a pesquisa é um procedimento racional para procurar soluções para os problemas por meio de procedimentos científicos.

A natureza da pesquisa foi aplicada, de acordo com Gil (2008), são pesquisas que geram conhecimentos para prática, direcionadas a solução de problemas específicos. No caso desse estudo a prática está relacionada a avaliação da geração de resíduos orgânicos por uma empresa rural, com vistas ao aproveitamento destes resíduos por um processo de compostagem.

O objetivo da pesquisa pode ser classificado como descritiva, pois visou em explicar características de determinado fenômeno ou população, nesse estudo pretende-se determinar as características dos resíduos gerados e estabelecer aproveitamento e destino a eles. (GIL,2008).

A abordagem do problema foi realizada de forma mista, tanto quantitativa como qualitativa, de acordo com Silva e Menezes (2005), qualitativa é quando os dados podem ser traduzidos na forma de números para serem classificados e analisado, a qualitativa não pode ser traduzida em números, deve ser analisado e classificados de forma diferentes para não perder informação. Dessa forma tanto a quantidade como a qualidade dos resíduos gerados serão avaliadas ao longo do estudo.

O trabalho foi classificado como misto, devido seu objetivo de coletar dados e analisar as possíveis soluções para o problema, em grandezas ou quantidade de variáveis necessário para encontrar a melhor solução para os resíduos sólidos.

Segundo Gil (2008, p. 57.) define-se estudo de caso como:

O estudo de caso é caracterizado pelo estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos, de maneira a permitir o seu conhecimento amplo e detalhado, tarefa praticamente impossível mediante os outros tipos de delineamentos considerados

Em frente a procedimentos técnicos, esse trabalho foi classificado como um estudo de caso, pois é um caso com um problema com condições reais e específicas encontrado na empresa estudada.

4.2 COLETA DE DADOS

Para realizar a pesquisa foi necessário analisar os processos e produtos que eram processados na empresa e depois quantificar o peso dos produtos que mais geravam resíduos sólidos orgânicos na empresa rural e pesar as perdas durante o processo de limpeza, que é o principal processo onde gera mais resíduos orgânicos na empresa, esse processo é importante pois busca deixar os produtos com a qualidade ideal para a venda nos varejistas.

Após verificar os principais produtos que seguem um padrão de limpeza para chegar ao consumidor final, foi feito a pesagem desses produtos para descobrir quanto era perdido durante o processo, foi necessário utilizar a balança da empresa (Figura 1), que era utilizado para quantificar os produtos que eram vendidos por peso, a balança consegue suportar no máximo 300 kg e no mínimo 2 kg.



**Figura 1 - Fotografia da balança da empresa rural.
Fonte: Autoria própria.**

A pesagem foi dividida em duas etapas, a primeira era antes dos produtos passarem pela limpeza para descobrir o peso médio das hortaliças que é importante para a pesquisa e a segunda etapa quanto em kg de resíduo esse produto gerava. Para efetuar a pesagem dos restos das hortaliças foi necessário manuseá-los dentro das caixas (Figura 2) que a empresa utilizava para armazenar os produtos e facilitar a movimentação dos produtos. Para ter uma média dos pesos por unidades mais precisa do peso por unidade do mês das hortaliças foram realizadas diversas pesagens dos produtos quando chegavam no galpão. Apenas salsa e erva doce foram pesadas por lotes pois não chegavam com unidades específicas dentro das caixas, diferente dos outros produtos que foram pesados, que tinham um padrão estabelecido pela empresa.



**Figura 2 - Fotografia da caixa da empresa rural.
Fonte: Autoria própria.**

Os resíduos orgânicos gerados no processo foram pesados quando finalizava o ciclo de terminar a limpeza de uma caixa cheia, onde o resíduo era colocado em uma caixa separada. Após o término do processo de limpeza de uma caixa inteira, os resíduos eram levados até a balança para realizar a pesagem e anotar o peso do resíduo daquela quantidade de produto da caixa. Toda vez que terminava o ciclo desse processo uma caixa vazia era colocada para ser depositada os restos dessa hortaliça.

Foi coletada a quantidade de hortaliças processadas na empresa rural por um período de 30 dias, do dia 23 de julho até o dia 21 de agosto, para ter uma noção da quantidade média das hortaliças processadas na empresa e ser feito um diagnóstico estatístico dos dados, para analisar a confiabilidade dos dados para a pesquisa (APÊNDICE A – QUADRO DAS QUANTIDADES DE HORTALIÇAS PROCESSADAS POR DIA AO LONGO DE 30 DIAS.).

4.3 ANÁLISE DOS DADOS

Para realizar uma análise de alternativas para reaproveitamento e valorização dos resíduos gerados pela empresa rural foi feito um diagnóstico das fontes geradoras dos resíduos orgânicos da empresa, caracterizando o resíduo gerado para buscar as melhores soluções para o reaproveitamento e valorização do material.

Com base dos dados coletados, foram colocados em planilhas com todas as informações coletadas, organizando-as com auxílio do programa de computador (Excel) para facilitar a análise dos resíduos e fontes gerados. Com a ajuda do programa foram elaboradas algumas tabelas e gráficos para facilitar o entendimento e se familiarizar com o problema, podendo ser visto de outras perspectivas e preparar os dados para executar outros testes como o CEP com o auxílio do Action Stat® (PORTAL ACTION, 2018), que consegue verificar a confiabilidade e interpretar os comportamentos dos dados obtidos.

Com a ajuda do Action Stat® (PORTAL ACTION, 2018) realizou-se teste de normalidade para analisar a distribuição dos dados, foi utilizado o teste de Anderson-Darling. Quando o p-valor do teste feito for maior que 0,05 não rejeita a hipótese de que os dados possuem uma distribuição normal.

Existem dois tipos de transformação o Box-Cox e transformação de Johnson, são necessárias quando a distribuição normal não se adequa aos dados, a transformação ajuda a interpretar os resultados para descobrir se os dados sejam provenientes de uma distribuição normal. Quando a transformação de Box-Cox não for efetiva para obter um p-valor acima de 0,05 no teste de Anderson-Darling, na sequência utilizou-se a transformação de Johnson para normalizar os dados (PORTAL ACTION, 2018).

Para a transformação de Box-Cox foi utilizada a fórmula (Fonte: Portal Action,2018):

$$Y_i(\lambda) = \begin{cases} \ln(X_i), & \text{se } \lambda = 0, \\ \frac{X_i^\lambda - 1}{\lambda}, & \text{se } \lambda \neq 0, \end{cases}$$

Para a transformação de Johnson foi utilizada a fórmula (Fonte: Portal Action,2018):

$$Y = \gamma + \eta \operatorname{senh}^{-1} \left(\frac{X - \varepsilon}{\lambda} \right)$$

Com os dados obtidos foi feita uma curva ABC para identificar as hortaliças de maiores relevâncias para focar em processos que conseguem minimizar a geração de resíduos de uma maneira mais eficiente.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 PROCESSO PRODUTIVO

O processo produtivo que tem importância para o estudo são os processos realizados dentro do galpão da empresa, onde realiza-se os processos de limpeza para adequar aos padrões necessários para vender nos varejos. A parte do processo produtivo antes de ir para o galpão que são feitos nas hortas onde são plantadas as hortaliças geram resíduos orgânicos, porém a quantificação desses resíduos orgânicos que não seguem um padrão para a possibilidade de quantificar, onde os fatores externos (clima, pragas, doenças, etc.) faz com que o produto seja descartado por não seguir um padrão para o varejo mesmo com o processo de limpeza das partes da planta que não está adequado. Esses dados variam com o decorrer do ano pelas mudanças climáticas que afetam a qualidade do produto na hora da colheita.

Os processos dentro do galpão que são necessários para realizar o estudo, onde os resíduos gerados são proporcionais a quantidade de produtos processados. Pois a aproximação da quantidade mensal dos resíduos gerados pela empresa é mais confiável para escolher a melhor alternativa para os resíduos específico para essa empresa.

Dentro do galpão é realizado o processamento dos produtos onde a empresa recebe os produtos direto das hortas onde é feito apenas uma pré-limpeza para facilitar a coleta dos produtos. São colocadas em caixas para facilitar a movimentação delas dentro do galpão para serem processadas para deixar em uma qualidade ideal para o varejo. Cada produto tem um padrão para ser comercializados no varejo, cada um tem seu processos e embalagens diferentes. O processo de limpeza é onde mais geram resíduos na empresa, pois seguem um padrão são os da limpeza da planta que não seguem um padrão de qualidade boa ou não são tem utilidade para os clientes.

5.2 HORTALIÇAS

Para o levantamento dos dados foram analisadas as hortaliças que tinham um padrão para a limpeza as quais geravam uma quantidade de resíduos considerável para realizar a análise para o trabalho. As hortaliças que foram estudadas foram: acelga, alface americana, brócolis ninja, couve-flor, repolho, erva doce e salsão.

Observa-se a Tabela 1 que as hortaliças seguem um padrão de quantidade por caixa quando chegam no galpão, apenas erva doce e o salsão não seguem esse padrão, portanto foi necessário realizar a pesagem por lotes para esses produtos, a quantidade deles variam de acordo com o tamanho, como se trata de produtos que não tem como manter um modelo igual por diversos fatores da produção, a pesagem foi realizada verificando a quantidade do lote e pesando a quantidade de caixas desse lote sem precisar ter a quantidade igual de produto em cada caixa.

Tabela 1 – Quantidade de hortaliça por caixa

Hortaliça	Quantidade por caixa
Acelga	8 unidades
Alface americana	24 unidades
Brócolis ninja	8 unidades
Couve-flor	8 unidades
Repolho	12 unidades
Erva doce	Sem padrão
Salsão	Sem padrão

Fonte: Autoria própria.

5.3 DADOS DAS HORTALIÇAS

As hortaliças chegavam com uma quantidade específicas no galpão e foram pesadas dentro da caixa para ter uma média do peso unitário antes da

limpeza e dos resíduos gerados por eles. Apenas salsa e erva doce que não chegavam com uma quantidade igual dentro das caixas.

A partir do Quadro 2, foi possível calcular a média geral dos pesos por unidade das hortaliças através da pesagem de 4 caixas cheias antes de passarem pelo processo de limpeza durante dois dias. A alface americana teve uma variação grande de peso por caixa do dia 1 para o dia 2, as alfaces do dia 2 vieram maiores e mais cheias que o normal. A média geral foi calculada somando o peso de todas as caixas pesadas dos dois dias e dividido pela quantidade total dos produtos que foram pesados, para chegar a um valor mais próximo de um peso médio mais próximo da semana para evitar variação muito grande de um lote de apenas um dia, por se tratar de produtos que tem uma dificuldade grande de manter um padrão de tamanho por diversos fatores internos e externos, pode-se variar muito de um dia para outro.

		Peso do produto antes da limpeza em kg										
		Dia 1				Dia 2				Peso total (kg)	Quantidade pesadas	Peso por unidade em kg
Caixa	Acelga	12,5	17,2	15,4	17,8	16,7	14,9	17,1	16,1	127,7	64	2,00
	Alface americana	15,2	17,2	16	15,2	26	27,1	24,4	25,2	166,3	192	0,87
	Brócolis ninja	9,9	12	11,1	13,5	11,3	11,2	12,4	13,1	94,5	64	1,48
	Couve-flor	12,5	16,2	13,3	16,9	14,8	15,3	16,1	16,4	121,5	64	1,90
	Repolho	26,9	23,3	24,1	24,2	25,7	25,1	26,4	25,9	201,6	96	2,10

Quadro 2 – Pesagem das hortaliças por caixas em quilogramas

Fonte: Autoria própria.

O Quadro 3 indica as pesagens realizadas dos produtos erva-doce e salsa, foi feita uma pesagem diferente dos outros produtos, pois não vinham com um número padrão na caixa, por isso foi verificando a quantidade que tinha chegado no galpão do lote do produto no dia e depois realizando a pesagem das caixas correspondente a essa quantidade.

		Peso do produto antes da limpeza em kg									
		Dia 1					Peso total	Quantidade pesadas	Peso por unidade em kg		
Lote	Erva-doce	14,9	16,6	17,8	17,6	16,7	83,6	60	1,39		
	Salsão	22,2	27,5	25,3	28,1	14,4	117,5	56	2,10		

Quadro 3 – Pesagem das hortaliças por lote em quilogramas.
Fonte: Autoria própria.

Conforme o Quadro 4, pode-se ter uma noção melhor da quantidade de perda de produto e analisar a quantidade gerado de cada produto, a pesagem dos resíduos orgânicos gerados pelo processo de limpeza foi realizada por cada caixa que terminava de ser limpa e o resultado era anotado, as partes que foram retiradas das hortaliças foram jogadas dentro de uma caixa após o termino essa caixa era levado a balança para que fosse feito a pesagem. Foram feitas três pesagens por dia durante três dias seguidos, para o cálculo do peso médio perdido por unidade foi somado o resíduo gerado de cada produto e dividido pela quantidade de produtos que passaram pelo processo.

		Peso do resíduo em kg											
		Dia 1			Dia 2			Dia 3			Peso total	Quantidade pesadas	Peso por unidade
Caixa	Acelga	3,1	2,3	2,8	3,2	3,3	3,5	3,7	4	2,9	28,8	64	0,45
	Alface americana	2,5	2,9	4,1	3,5	2,7	3,3	3,6	3,2	4	29,8	192	0,16
	Brócolis ninja	2,1	3,4	3,2	3,5	4,1	4,8	3,3	3,5	4,5	32,4	64	0,51
	Couve-flor	3,9	7,2	5,7	4,5	5,1	6,3	4,9	5	3,6	46,2	64	0,72
	Repolho	3,3	1,9	3	2,7	3,3	2,3	4,1	3,5	3,2	27,3	96	0,28

Quadro 4 – Pesagem dos resíduos gerados por caixas de hortaliças em quilogramas.
Fonte: Autoria própria.

O Quadro 5 demonstra os produtos que foram contados antes do processo de limpeza e separado o resíduo gerado, pois não seguem um padrão na

caixa quando chegam, a quantidade de itens processados no dia foi o suficiente para ter uma base média do peso por unidade do resíduo gerado por eles.

		Peso do resíduo em kg								
		Dia 1						Peso total	Quantidade pesadas	Peso por unidade
Lote	Erva doce	4,4	4	3,3	4,1	5	5	25,2	42	0,60
	Salsão	7,1	6	13	14	7	8	55,3	96	0,58

Quadro 5 – Pesagem dos resíduos gerados por lote de hortaliças em quilogramas.
Fonte: Autoria própria.

5.4 ANALISE ESTATISTICA DOS PRODUTOS

Com o auxílio do programa Action Stat® (PORTAL ACTION, 2018), foram feitas análises estatísticas para avaliar a instabilidade dos dados coletados para dar continuidade ao trabalho.

Segundo o Gráfico 1, podemos ver que os produtos não variam tanto no decorrer do mês, os aumentos das quantidades processadas podem estar relacionados a diversos fatores, principalmente aos dias que o varejo tem uma demanda maior que dias mais fracos no comercio, pois, as quantidades aumentam para todos os produtos no mesmo período. Apenas dois produtos que tiveram picos fora do padrão, os brócolis ninja e alface americana, porem isso não foi suficiente para gerar instabilidade no processo.

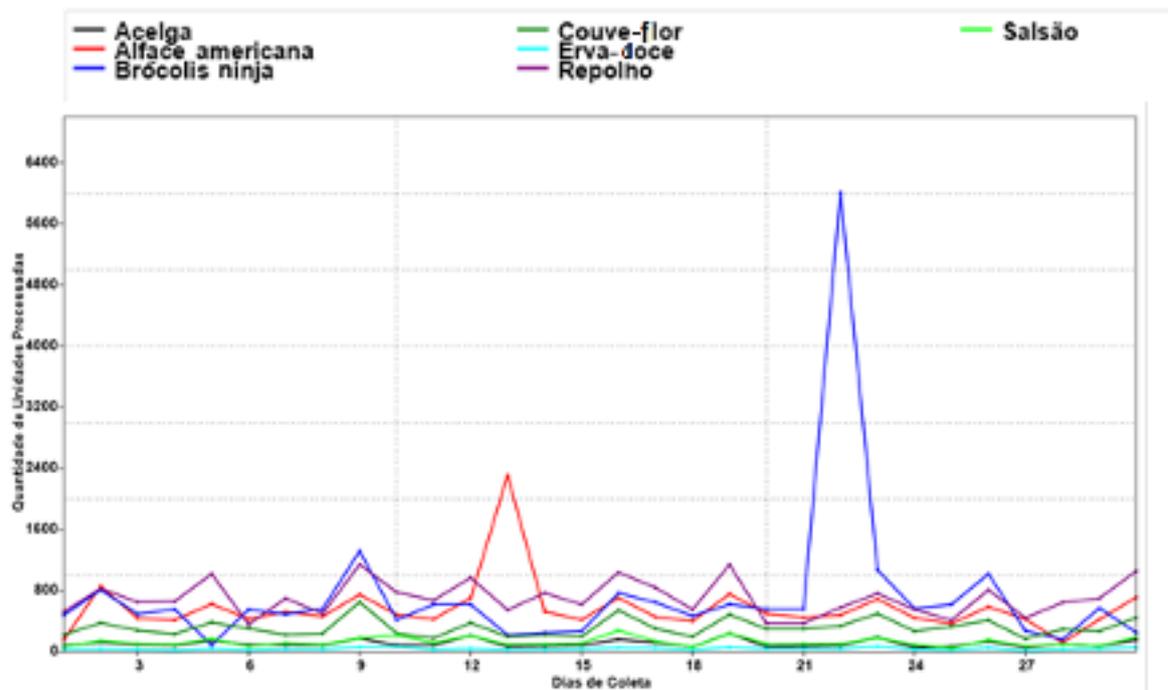


Gráfico 1 - Quantidade de cada produto processado ao longo dos dias de coleta de dados.
Fonte: Autoria própria.

5.4.1 Acelga

A acelga (*Beta vulgaris L. var. cicla*) pertence à mesma família da beterraba, a sua diferença é o desenvolvimento elevado das folhas e talos, onde são as partes que são consumidas (SEBRAE, 2010). A Figura 3 mostra a comparação do antes e depois do processamento, a segunda parte da figura mostra a hortaliça pronto para o varejo.



(A)



(B)

Figura 3 - Fotografia de uma caixa da acelga (A) Antes do processo de limpeza e (B) Depois do processo de limpeza.

Fonte: Autoria própria.

Para a acelga, utilizando-se os dados contidos no Apêndice A, foi feito um teste de normalidade de Anderson-Darling para detectar se os dados são provenientes de uma população normalmente distribuídas. O p-valor associado à estatística de Anderson-Darling foi de 0,0002 que é menor que 0,05, portanto ao nível de significância de 5% rejeita-se a hipótese de normalidade (PORTAL ACTION, 2018) como observado nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2 - Resumo descritiva da acelga.

Acelga	
Resumo Descritivo	
Mínimo	55
Média	109,1
Mediana	88,5
Máximo	242
Desvio Padrão	48,993

Fonte: Autoria própria.

Tabela 3 - Testes de Normalidade da Acelga.

	Estatísticas	P-valores
Anderson - Darling	1,7118	0,0002
Kolmogorov - Smirnov	0,2466	0,0001
Shapiro - Wilk	0,8546	0,0008

Fonte: Autoria própria.

Dado que rejeitou-se a hipótese de normalidade houve uma transformação aos dados para normalização. Através do teste de normalidade de Anderson-Darling aplicado aos dados transformados obteve-se o p-valor de 0,2457 que é maior que 0,05, indicando que ao nível de significância de 5% a transformação de Box-Cox normaliza a distribuição do qual provém os dados (Tabela 4). Portanto, realizou-se o estudo da análise de Controle Estatístico do Processo assumindo distribuição normal com os dados transformados.

Tabela 4 - Transformação Box-Cox da acelga.

	V1
Lambda	-0,7828
P-Valor (Anderson-Darling)	0,2457

Fonte: Autoria própria.

No estudo da análise estatística do processo, foram feitos gráficos de controle para medidas individuais (Gráfico 2). Estes gráficos demonstram que o processo possui estabilidade porque os valores obtidos após a transformação, plotados pontualmente, apresentam-se dentro dos limites inferiores e superiores de controle. Não há indicação de uma condição fora de controle.

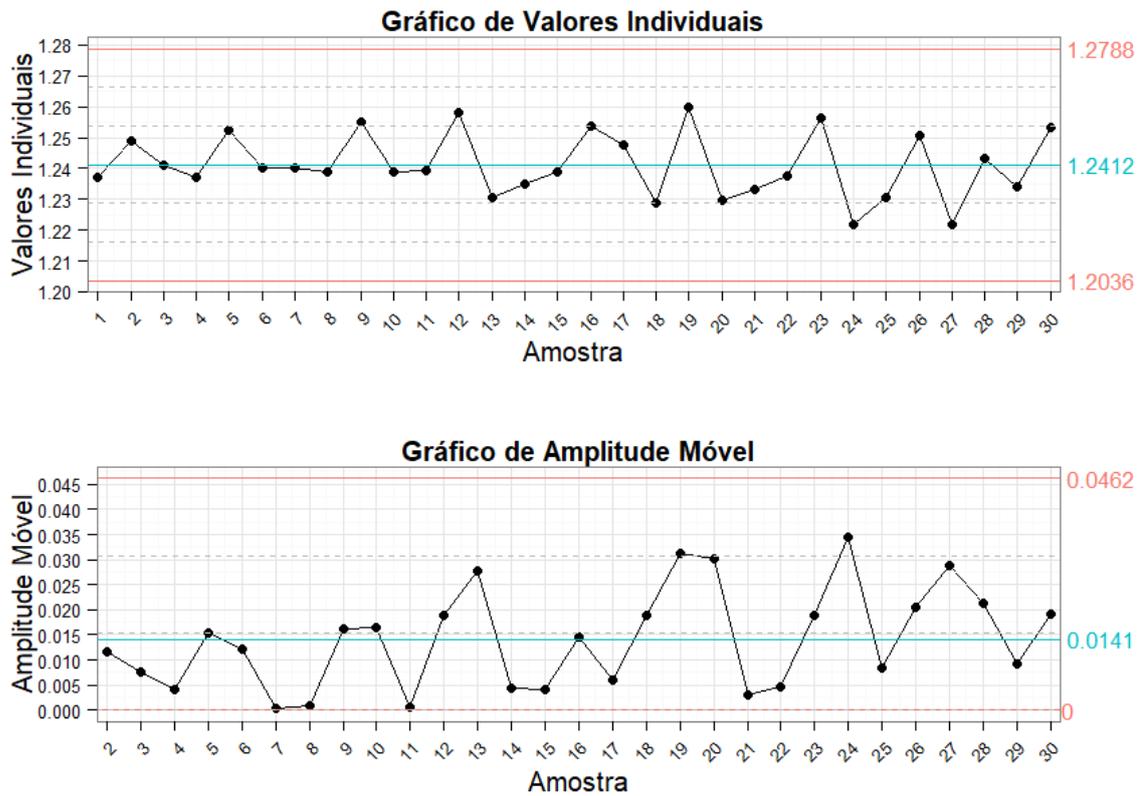


Gráfico 2 - Valores individuais de amplitudes móveis da acelga.
 Fonte: Autoria própria.

5.4.2 Alface americana

Existe diversos tipos de alface, cada uma com características predominantes pode-se variar a cor e a textura, onde as folhas são a parte comestível da hortaliça, a alface americana (*Lactuca sativa L.*) se destaca por ser mais resistente ao calor e ser crocante (SEBRAE, 2010). A Figura 4 mostra como o produto chega ao galpão e depois como é vendida para o varejo.



Figura 4 - Fotografia de uma caixa da alface americana (A) Antes do processo de limpeza e (B) Depois do processo de limpeza.
Fonte: Autoria própria.

Para a alface americana, utilizando-se os dados contidos no Apêndice A, inicialmente foi feito um teste de normalidade de Anderson-Darling para detectar se os dados são provenientes de uma população normalmente distribuídas. O p-valor associado à estatística de Anderson-Darling foi desprezível, portanto ao nível de significância de 5% rejeita-se a hipótese de normalidade (PORTAL ACTION, 2018) como observado nas Tabelas 5 e 6.

Tabela 5 - Resumo descritiva da alface americana.

Alface americana	
Resumo descritivo	
Mínimo	120
Média	569,533
Mediana	473,5
Máximo	2310
Desvio Padrão	367,598

Fonte: Autoria própria.

Tabela 6 - Testes de Normalidade da alface americana

	Estatísticas	P-valores
Anderson - Darling	3,4795	0
Kolmogorov - Smirnov	0,2393	0,0001
Shapiro - Wilk	0,5894	0

Fonte: Aatoria própria.

Dado que rejeitou-se a hipótese de normalidade houve uma transformação aos dados para normalização. Através do teste de normalidade de Anderson-Darling aplicado aos dados transformados obteve-se o p-valor de 0,1547 indicando que ao nível de significância de 5% a transformação de Johnson normaliza a distribuição do qual provém os dados (Tabela 7). Portanto, realizou-se o estudo da análise de Controle Estatístico do Processo assumindo distribuição normal com os dados transformados.

Tabela 7 - Estimativa da alface americana.

	Resultados
Gamma	-0.643031510700491
Lambda	83.2436038139558
Epsilon	435.328481439588
Eta	0.728201119680037
Família	SU
P-Valor (Anderson-Darling)	0.154707728183874

Fonte: Aatoria própria.

No estudo da análise de performance do processo, foram feitos gráficos de controle para medidas individuais (Gráfico 3). Estes gráficos demonstram que o processo possui estabilidade porque os valores obtidos após a transformação, plotados pontualmente, apresentam-se dentro dos limites inferiores e superiores de controle. Não há indicação de uma condição fora de controle.

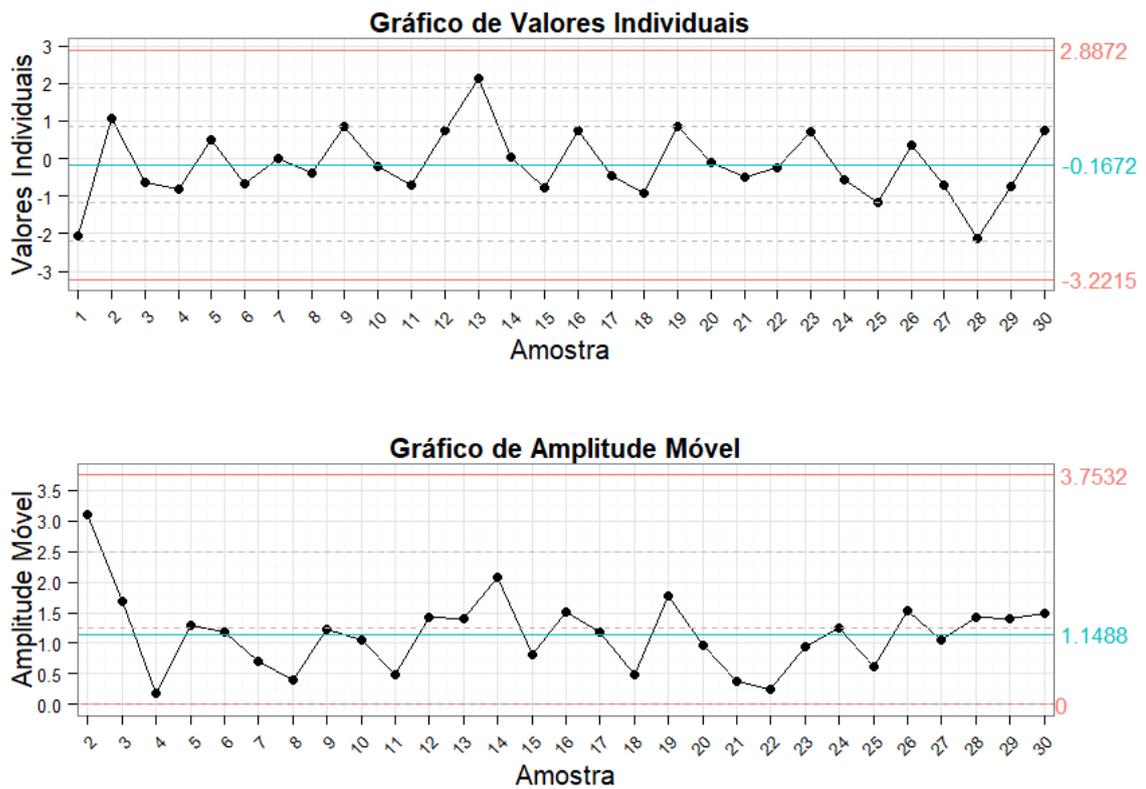


Gráfico 3 - Valores individuais de amplitudes móveis da alface americana.
 Fonte: Autoria própria.

5.4.3 Brócolis ninja

O brócolis (*Brassica oleracea L. var. italica Plenck*) pertence a família da couve, couve-flor, repolho e agrião, pode variar de tipo com muitos ramos ou com um ramo só, a parte comestível é o conjunto de flores ou inflorescência, tem uma durabilidade baixa e é sugerido comer rapidamente depois de ser colhida (SEBRAE, 2010). A Figura 5 mostra como o brócolis chega dentro do galpão que é processado retirando as folhas e deixado apenas o ramo com o conjunto de flores para o consumidor como mostra a segunda parte da imagem, onde o produto está pronto para o varejo.



(A)



(B)

Figura 5 - Fotografia de uma caixa do brócolis ninja (A) Antes do processo de limpeza e (B) Depois do processo de limpeza.

Fonte: Autoria própria.

Para os brócolis ninja, utilizando-se os dados contidos no Apêndice A, inicialmente foi feito um teste de normalidade de Anderson-Darling para detectar se os dados são provenientes de uma população normalmente distribuídas. O p-valor associado à estatística de Anderson-Darling foi desprezível, portanto ao nível de significância de 5% rejeita-se a hipótese de normalidade (PORTAL ACTION, 2018) como observado nas Tabelas 8 e 9.

Tabela 8 - Resumo descritiva do brócolis ninja.

Brócolis ninja	
Resumo Descritivo	
Mínimo	90
Média	731,6
Mediana	562
Máximo	6013
Desvio Padrão	1032,672

Fonte: Autoria própria.

Tabela 9 - Testes de Normalidade do brócolis ninja.

	Estatísticas	P-valores
Anderson - Darling	6,0351	0
Kolmogorov - Smirnov	0,3364	0
Shapiro - Wilk	0,3967	0

Fonte: Autoria própria.

Dado que rejeitou-se a hipótese de normalidade houve uma transformação aos dados para normalização. Através do teste de normalidade de Anderson-Darling aplicado aos dados transformados obteve-se o p-valor de 0,2798 que é maior que 0,05, indicando que ao nível de significância de 5% a transformação de Johnson normaliza a distribuição do qual provém os dados (Tabela 10). Portanto, realizou-se o estudo da análise de Controle Estatístico do Processo assumindo distribuição normal com os dados transformados.

Tabela 10 - Estimativa do brócolis ninja.

	Resultados
Gamma	0.0333460595970204
Lambda	59.1756008770253
Epsilon	547.906787690138
Eta	0.446389011942926
Família	SU
P-Valor (Anderson-Darling)	0.279839347321263

Fonte: Aatoria própria.

No estudo da análise estatística do processo, foram feitos gráficos de controle para medidas individuais (Gráfico 4). Estes gráficos demonstram que o processo possui estabilidade porque os valores obtidos após a transformação, plotados pontualmente, apresentam-se dentro dos limites inferiores e superiores de controle. Não há indicação de uma condição fora de controle.

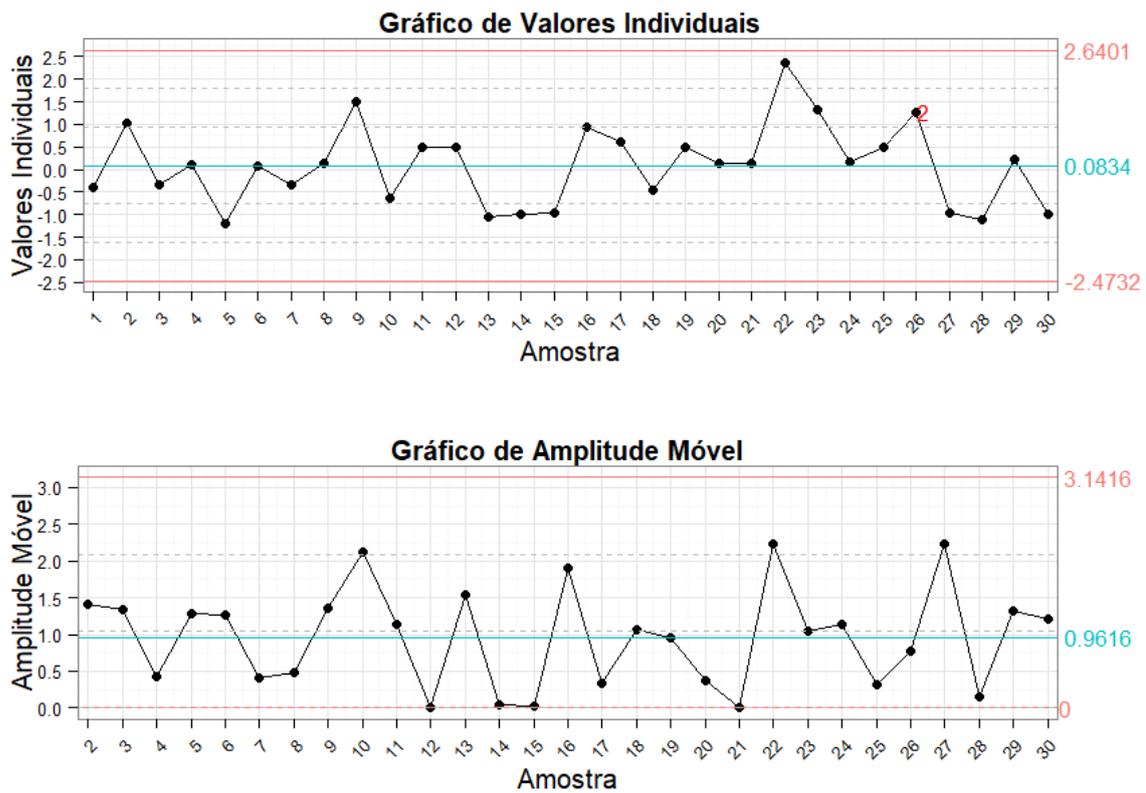


Gráfico 4 - Valores individuais de amplitudes móveis do brócolis ninja.
 Fonte: Autoria própria.

5.4.4 Couve-flor

A couve-flor (*Brassica oleracea var. botrytis*) é uma hortaliça que a parte comestível é o inflorescência ainda imatura, para a proteção da “cabeça” da couve-flor pode ser mantido as folhas da hortaliça para não danificar no transporte (SEBRAE, 2010). A Figura 6 mostra como a couve-flor chega dentro do galpão que é processado retirando as folhas e deixado apenas a “cabeça” de flores para o consumidor como mostra a segunda parte da imagem, onde o produto está pronto para o varejo.



Figura 6 - Fotografia de uma caixa de couve-flor (A) Antes do processo de limpeza e (B) Depois do processo de limpeza.

Fonte: Autoria própria.

Para a couve-flor, utilizando-se os dados contidos no Apêndice A, foi feito um teste de normalidade de Anderson-Darling para detectar se os dados são provenientes de uma população normalmente distribuídas. O p-valor associado à estatística de Anderson-Darling foi de 0,0203 que é menor que 0,05, portanto ao nível de significância de 5% rejeita-se a hipótese de normalidade (PORTAL ACTION, 2018) como observado nas Tabelas 11 e 12.

Tabela 11 - Resumo descritiva da couve-flor.

Couve-flor	
Resumo Descritivo	
Mínimo	171
Média	317,667
Mediana	297,5
Máximo	652
Desvio Padrão	117,159

Fonte: Autoria própria.

Tabela 12 - Testes de Normalidade da couve-flor.

	Estatísticas	P-valores
Anderson - Darling	0,8877	0,0203
Kolmogorov - Smirnov	0,1764	0,0181
Shapiro - Wilk	0,9067	0,0123

Fonte: Autoria própria.

Dado que rejeitou-se a hipótese de normalidade houve uma transformação aos dados para normalização. Através do teste de normalidade de Anderson-Darling aplicado aos dados transformados obteve-se o p-valor de 0,8991 que é maior que 0,05, indicando que ao nível de significância de 5% a transformação de Box-Cox normaliza a distribuição do qual provém os dados (Tabela 13). Portanto, realizou-se o estudo da análise de Controle Estatístico do Processo assumindo distribuição normal com os dados transformados.

Tabela 13 - Transformação Box-Cox da couve-flor.

	V1
Lambda	-0,5808
P-Valor (Anderson-Darling)	0,8991

Fonte: Autoria própria.

No estudo da análise de performance do processo, foram feitos gráficos de controle para medidas individuais (Gráfico 5). Estes gráficos demonstram que o processo possui estabilidade porque os valores obtidos após a transformação, plotados pontualmente, apresentam-se dentro dos limites inferiores e superiores de controle. Não há indicação de uma condição fora de controle.

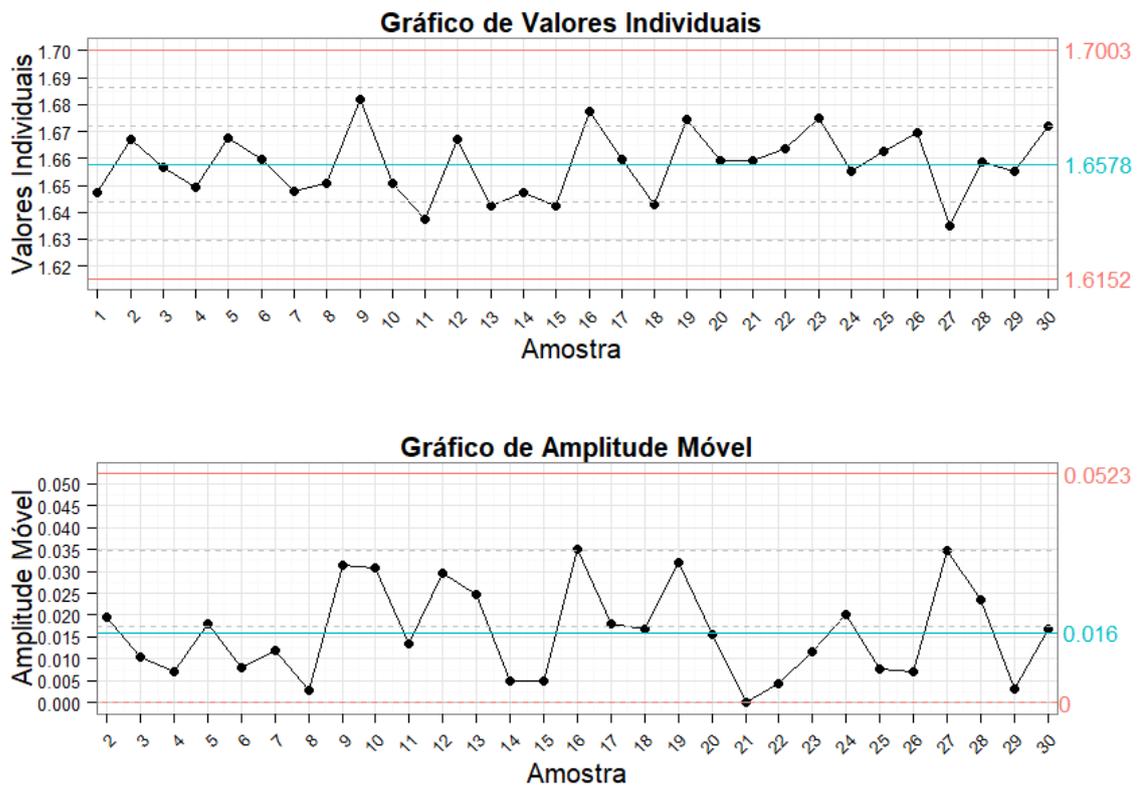


Gráfico 5 - Valores individuais de amplitudes móveis da couve-flor.
 Fonte: Autoria própria.

5.4.5 Erva-doce

A erva doce (*Pimpinella anisum L.*) tem diversas utilidades, pode ser utilizado nos cosméticos, culinária e medicinal, na culinária traz bastante benefícios para o corpo humano (ABRIL, 2018). As folhas são podadas para facilitar o transporte da hortaliça e para ser vendida no comercio, além de passar por uma limpeza de partes fora do padrão. (Figura 7)



Figura 7 - Fotografia de uma caixa de erva-doce (A) Antes do processo de limpeza e (B) Depois do processo de limpeza.

Fonte: A autoria própria.

Para a erva-doce, utilizando-se os dados contidos no Apêndice A, foi feito um teste de normalidade de Anderson-Darling para detectar se os dados são provenientes de uma população normalmente distribuídas. O p-valor associado à estatística de Anderson-Darling foi de 0,0598 que é maior que 0,05, portanto ao nível de significância de 5% não rejeita-se a hipótese de normalidade (PORTAL ACTION, 2018) como observado nas Tabelas 12 e 13. Portanto os dados são provenientes de uma distribuição normal.

Tabela 14 - Resumo descritiva da erva-doce.

Erva-doce	
Resumo Descritivo	
Mínimo	16
Média	39,7
Mediana	37
Máximo	70
Desvio Padrão	12,633

Fonte: A autoria própria.

Tabela 15 - Testes de Normalidade da erva-doce.

	Estatísticas	P-valores
Anderson - Darling	0,7023	0,0598
Kolmogorov - Smirnov	0,1924	0,0061
Shapiro - Wilk	0,9481	0,1501

Fonte: A autoria própria.

No estudo da análise estatística do processo, foram feitos gráficos de controle para medidas individuais (Gráfico 6). Estes gráficos demonstram que o processo possui estabilidade porque os valores, plotados pontualmente, unidades de erva-doce processadas em um dia, apresentam-se dentro dos limites inferiores e superiores de controle. Não há indicação de uma condição fora de controle.

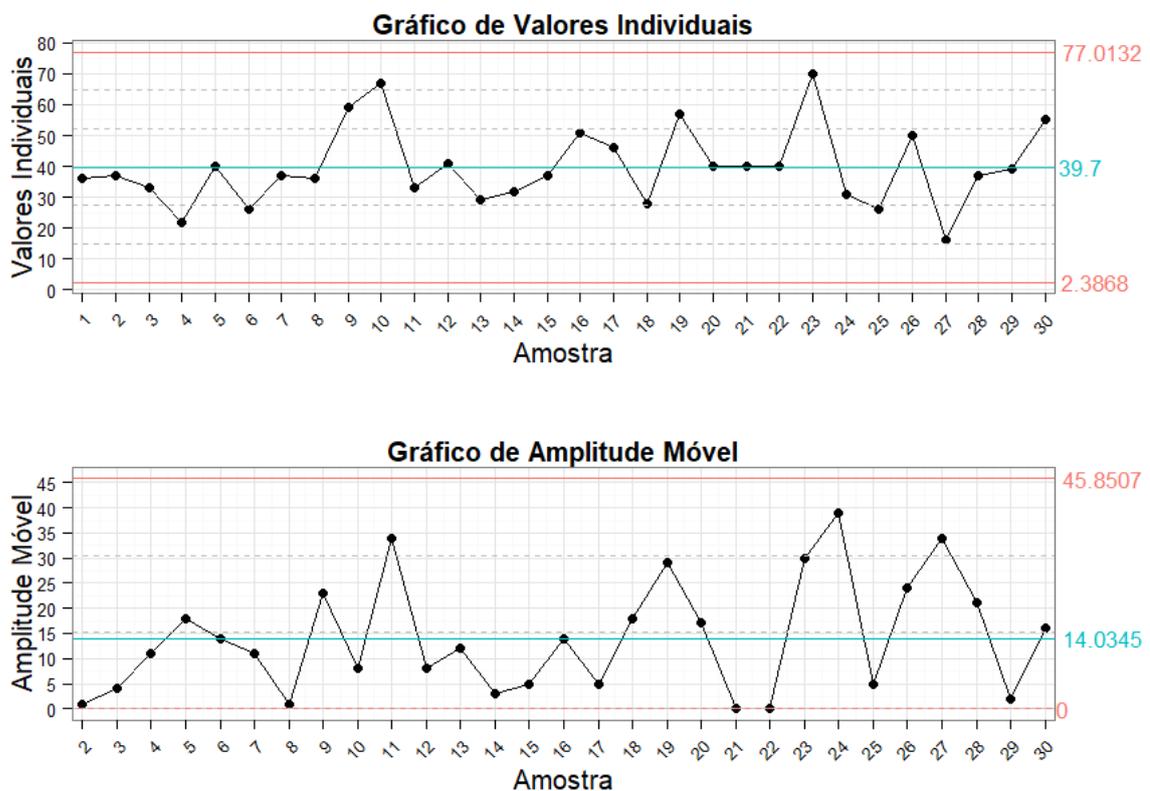


Gráfico 6 - Valores individuais de amplitudes móveis da erva-doce.
Fonte: Autoria própria.

5.4.6 Repolho

O repolho (*Brassica oleracea L. var. capitata*) tem formato redondo no seu interior, onde as folhas são dispostas uma em cima da outra, temperaturas altas faz com que a “cabeça” do repolho não se forme adequadamente (SEBRAE, 2010).

A Figura 8 mostra como o repolho chega dentro do galpão e como fica após o processamento para o comercio.



(A)



(B)

Figura 8 - Fotografia de uma caixa de repolho (A) Antes do processo de limpeza e (B) Depois do processo de limpeza.

Fonte: Autoria própria.

Para a repolho, utilizando-se os dados contidos no Apêndice A, foi feito um teste de normalidade de Anderson-Darling para detectar se os dados são provenientes de uma população normalmente distribuídas. O p-valor associado à estatística de Anderson-Darling foi de 0,337 que é maior que 0,05, portanto ao nível de significância de 5% rejeita-se a hipótese de normalidade (PORTAL ACTION, 2018) como observado nas Tabelas 16 e 17. Portanto os dados são provenientes de uma distribuição normal.

Tabela 16 - Resumo descritiva do repolho.

Repolho	
Resumo Descritivo	
Mínimo	360
Média	701,633
Mediana	667,5
Máximo	1145
Desvio Padrão	228,590

Fonte: Autoria própria.

Tabela 17 - Testes de Normalidade do repolho.

	Estatísticas	P-valores
Anderson - Darling	0,4024	0,337
Kolmogorov - Smirnov	0,1029	0,5771
Shapiro - Wilk	0,9514	0,1842

Fonte: Autoria própria.

No estudo da análise estatística do processo, foram feitos gráficos de controle para medidas individuais (Gráfico 7). Estes gráficos demonstram que o processo possui estabilidade porque os valores, plotados pontualmente, unidades de repolho processadas em um dia, apresentam-se dentro dos limites inferiores e superiores de controle. Não há indicação de uma condição fora de controle.

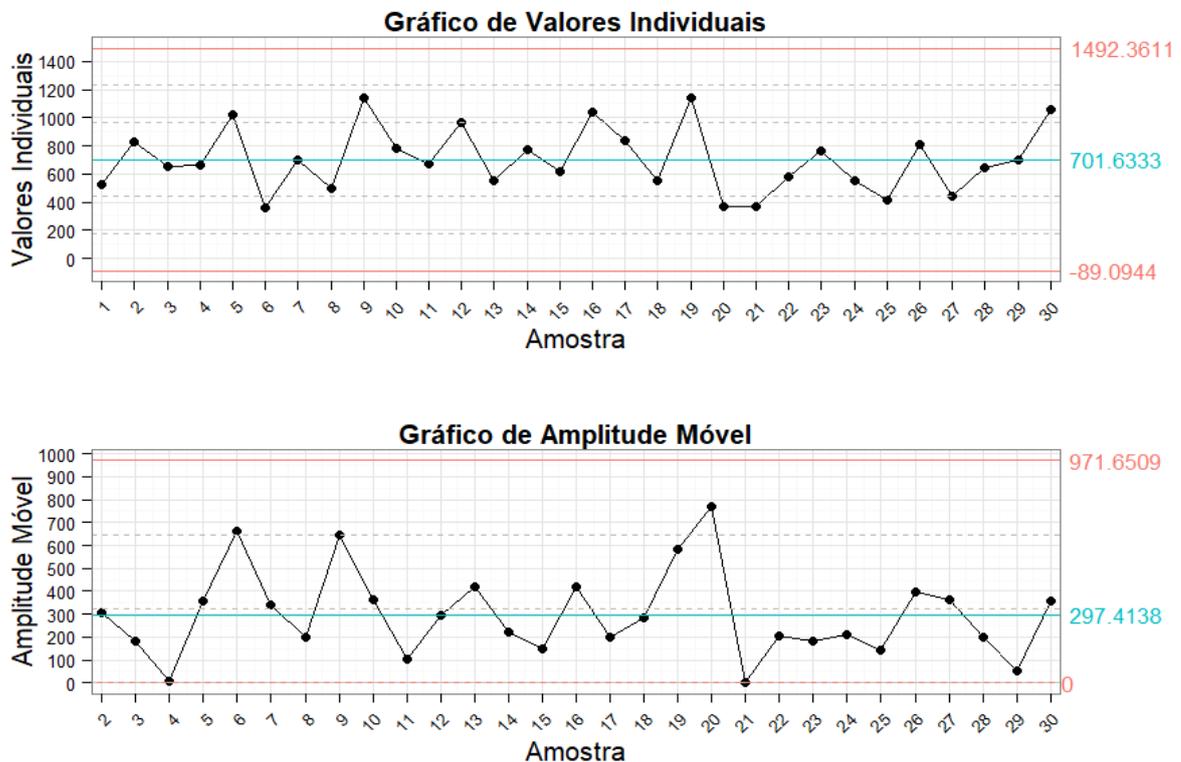


Gráfico 7 - Valores individuais de amplitudes móveis do repolho.

Fonte: Autoria própria.

5.4.7 Salsão

O salsão (*Apium graveolens L*) é consumido desde as folhas até a raiz na culinária, destaca-se pela sua quantidade de benefícios a saúde, ajudando em diversas partes do corpo humano (CEAGESP, 2018). O processamento do salsão é feito para tirar o excesso de folhas para o comercio como mostra na Figura 9.



**Figura 9 - Fotografia de uma caixa de salsão (A) Antes do processo de limpeza e (B) Depois do processo de limpeza.
Fonte: Autoria própria.**

Para o salsão, utilizando-se os dados contidos no Apêndice A, foi feito um teste de normalidade de Anderson-Darling para detectar se os dados são provenientes de uma população normalmente distribuídas. O p-valor associado à estatística de Anderson-Darling foi de 0,0054 que é menor que 0,05, portanto ao nível de significância de 5% rejeita-se a hipótese de normalidade (PORTAL ACTION, 2018) como observado nas Tabelas 16 e 17.

Tabela 18 - Resumo descritiva do salsão.

Salsão	
Resumo Descritivo	
Mínimo	49
Média	128,767
Mediana	107
Máximo	280
Desvio Padrão	56,789

Fonte: Aatoria própria.

Tabela 19 - Testes de Normalidade do salsão.

	Estatísticas	P-valores
Anderson - Darling	1,1148	0,0054
Kolmogorov - Smirnov	0,2085	0,0018
Shapiro - Wilk	0,9066	0,0123

Fonte: Aatoria própria.

Dado que rejeitou-se a hipótese de normalidade houve uma transformação aos dados para normalização. Através do teste de normalidade de Anderson-Darling aplicado aos dados transformados obteve-se o p-valor de 0,3173 que é maior que 0,05, indicando que ao nível de significância de 5% a transformação de Box-Cox normaliza a distribuição do qual provém os dados (Tabela 18). Portanto, realizou-se o estudo da análise de Controle Estatístico do Processo assumindo distribuição normal com os dados transformados.

Tabela 20 - Transformação Box do salsão.

	V1
Lambda	0
P-Valor (Anderson-Darling)	0,317312

Fonte: Aatoria própria.

No estudo da análise de performance do processo, foram feitos gráficos de controle para medidas individuais (Gráfico 8). Estes gráficos demonstram que o processo possui estabilidade porque os valores, plotados pontualmente, unidades

de repolho processadas em um dia, apresentam-se dentro dos limites inferiores e superiores de controle. Não há indicação de uma condição fora de controle.

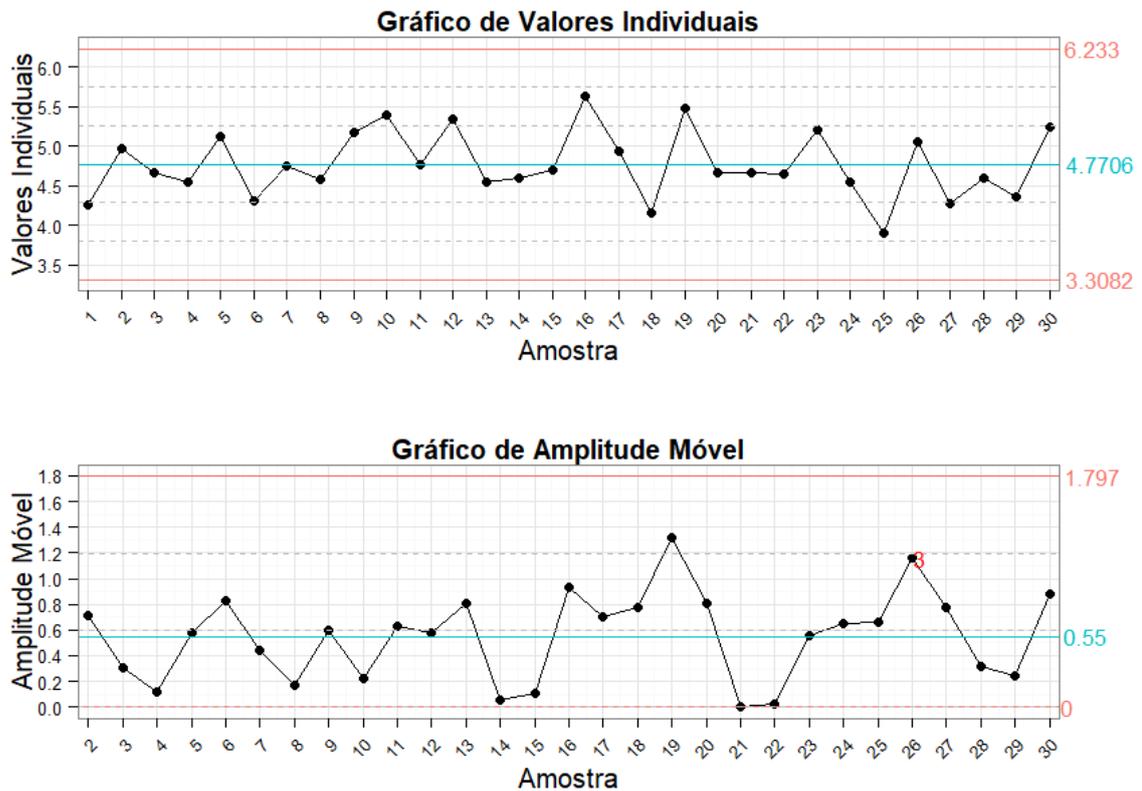


Gráfico 8 - Valores individuais de amplitudes móveis do salsão.
Fonte: Autoria própria.

5.5 RESÍDUOS ORGÂNICOS

Os resíduos orgânicos são depositados na caçamba de um caminhão quando as caixas enchem, o caminhão fica ao lado do galpão e para que sejam esvaziadas são armazenados na empresa rural até encher (Figura 10).



Figura 10 - Fotografia dos resíduos gerados pelo galpão da empresa na caçamba do caminhão.
Fonte: Autoria própria.

Foi feito duas tabelas para auxiliar a análise dos resíduos, a primeira (Tabela 21) para saber o quantos kg de hortaliças são processados no dia e a segunda (Tabela 22) para ver quanto dessas hortaliças é descartada durante o processamento deles. Cerca de 25% dos produtos processados é perdido durante a limpeza, contando apenas com a estimativa dos produtos processados, sem contar o descarte de produtos com qualidade não adequada para o consumo ou que não passam no padrão exigido pelos varejistas, na Figura 14, podemos ver um repolho que foi descartado por não atender os padrões exigidos adequadamente.

Tabela 21 - Média diária do peso das hortaliças e qual sua participação.

	Média diária (un)	Peso diário em kg	Porcentagem
Repolho	701,63	1399,98	34,35%
Brócolis ninja	731,6	633,67	15,55%
Couve-flor	317,67	469,05	11,51%
Alface americana	569,53	1081,22	26,53%
Salsão	128,77	179,41	4,40%
Acelga	109,1	229,11	5,62%
Erva-doce	39,7	83,3	2,04%
Total		4075,75	100,00%

Fonte: Autoria própria.

Tabela 22 - Média diária do resíduo gerado pelas hortaliças e qual sua participação.

	Resíduo gerado por hortaliça (kg)	Resíduo diário em kg	Porcentagem
Brócolis ninja	0,51	370,37	35,80%
Couve-flor	0,72	229,32	22,16%
Repolho	0,28	199,53	19,28%
Alface americana	0,16	88,4	8,54%
Salsão	0,58	74,17	7,17%
Acelga	0,45	49,1	4,74%
Erva-doce	0,6	23,82	2,30%
Total		1034,7	100,00%

Fonte: Aatoria própria.



Figura 11 - Fotografia dos resíduos gerados no processamento do repolho.

Fonte: Aatoria própria.

A hortaliça que mais gera resíduos na empresa rural no dia foi o brócolis ninja que representa 35,8% de todo resíduo gerado pela empresa (Gráfico 9), além de ser um produto que tem uma demanda alto, o processo de limpeza retira as partes que não agregam valor para o cliente, mas para a empresa possa ser útil caso seja reaproveitado com a compostagem.

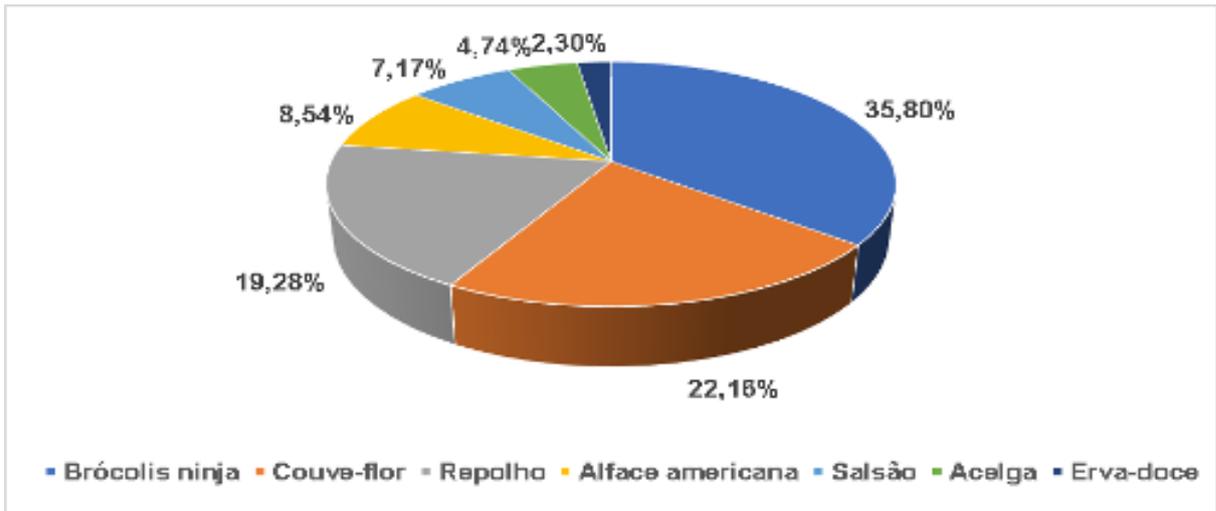


Gráfico 9 - Resíduo diário dos produtos em %.

Fonte: Autoria própria.

Os produtos que mais geraram resíduos por unidade foram as hortaliças que necessita de um processo de limpeza mais pesado, retirando a maior parte da planta que não é própria para o consumo, a que mais se destacou foi a couve-flor, assim como os brócolis ninja tem sua grande parte retirada, visto que essas partes não são consumidas e o seu processamento faz com que facilite no transporte e diminui o resíduo gerado pelo cliente quando for consumir porque o produto final só é a parte que as pessoas costumam comer (Figura 12). Os produtos que menos geraram resíduos por unidade foram os produtos que passam por uma limpeza que foca principalmente em tirar partes da hortaliça que não estão na qualidade adequada para o consumo, que pode ter sido danificada durante o processo de transporte ou por fatores externos que pode ter afetado perto do período de colheita do produto.



Figura 12 - Fotografia dos resíduos gerados no processamento de erva doce.
Fonte: Autoria própria.

A Figura 13 demonstra a quantidade média diária e quanto pode variar, os produtos que tem as maiores demandas são os produtos que tem uma variação maior. Já os produtos com as demandas menores são produtos que tem uma variação pequena, sempre mantendo o número de produtos processados próximos dos dias anteriores

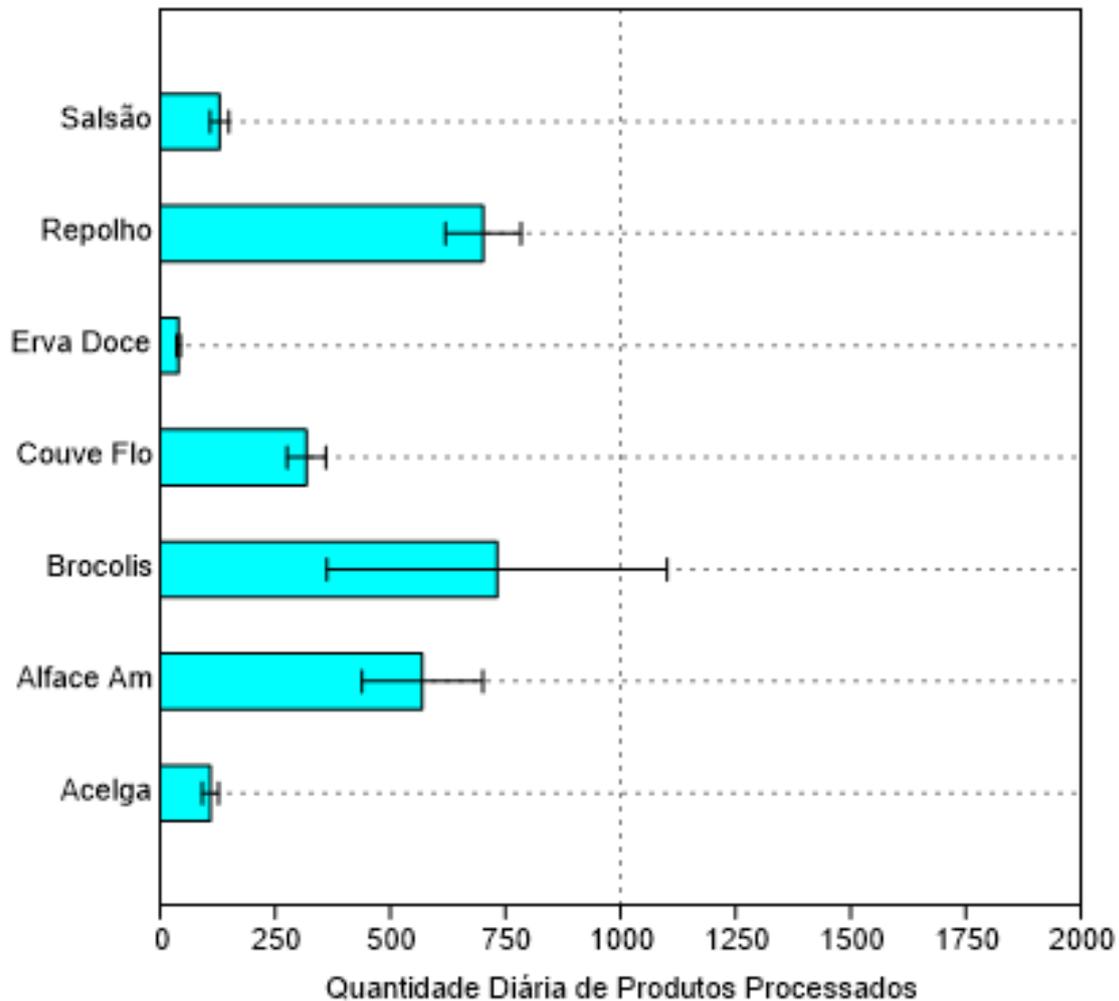


Figura 13 - Quantidade diária de produtos processados no estabelecimento por planta.
Fonte: Autoria própria

Foi feito um gráfico da curva ABC (Figura 14), para demonstrar os produtos que mais geram resíduos e tem importância para a quantidade de resíduo gerado, foi dividido em três partes verde (A), amarelo (B) e azul (C), cada um representa 77%,16% e 7% respectivamente. A hortalica que tem o maior grau de importância é o brócolis ninja, pois representa 35,79% dos resíduos diário da empresa, é o produto que mais se destaca do grupo A e da empresa. Já a alface americana tem uma demanda maior de produto, mas tem um grau menor de importância que a couve-flor, pois por unidade a couve-flor gera mais resíduo que a alface americana. Grande parte dos resíduos orgânicos gerados diariamente são de 3 produtos (Brócolis, couve-flor, repolho) dos 7 que são processados no galpão da empresa.

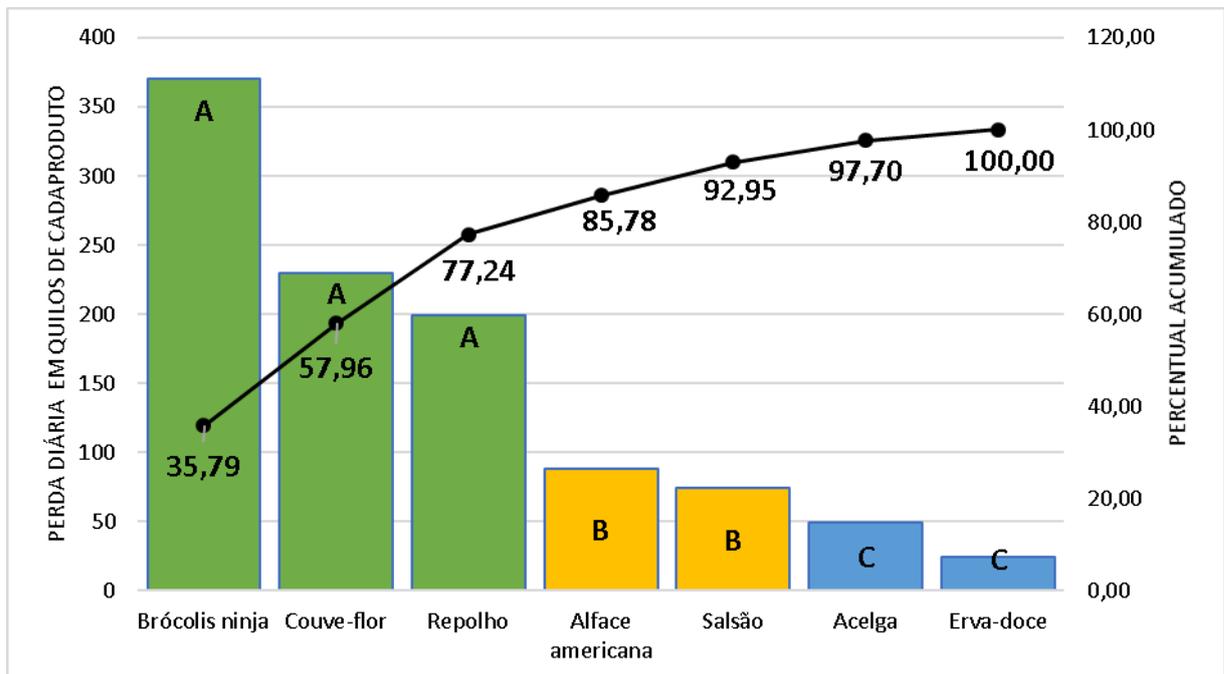


Figura 14 - Curva ABC, mostrando o percentual diário de perda acumulada planta a planta.
Fonte: Autoria própria

5.6 ALTERNATIVAS PARA O DESTINO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Segundo o resultado da análise estatística o grupo A da curva ABC, onde são os produtos que mais geram resíduos sólidos orgânicos na empresa são: o brócolis ninja, couve-flor e o repolho. Os outros produtos têm uma porcentagem baixa do total gerado diariamente pela empresa e além de ser misturas de vários produtos para uma alternativa.

Uma alternativa seria para ração para animais, pois com a variabilidade baixa faz com que seja uma matéria-prima que possa ser fornecido diariamente em uma quantidade considerável, um estudo é necessário para levantar os possíveis animais e formas de processar esse material de forma que não possa afetar a saúde do animal que irá consumir.

A alternativa mais viável para a empresa rural é a compostagem, pois o resíduo gerado pode ser usado como matéria-prima é uma forma de destino final que irá ter um valor econômico viável para empresa, além de eliminar os resíduos faz com que no final do processo de compostagem os restos da produção se

tornara um composto que pode ser usado como fertilizante na propriedade rural quando feita de maneira correta.

Como a geração de resíduos sólidos da empresa segue um padrão de processamento de hortaliças sem grandes variações, portanto os resíduos gerados pela empresa seguem um padrão e tem uma quantidade relevante para realizar a compostagem. Porém para realizar a compostagem necessita de estudos mais aprofundados dos resíduos gerados, informações da relação carbono nitrogênio é necessário para levantar as possíveis matérias-primas de correção para produzir o composto, a seguir algumas informações básicas para o processo de compostagem.

5.7 COMPOSTAGEM

Uma alternativa para a diminuição dos resíduos sólidos orgânicos é através da compostagem, que transforma os resíduos orgânicos em um material mais estável para a recuperação da matéria orgânica dos solos de forma sustentável de reaproveitar os nutrientes que iam ser descartados, através de processos físicos, químicos e biológicos e acaba dando uma alternativa natural para a substituição de fertilizantes químicos para o solo e ajudar o meio ambiente (LIMA, 2004).

As vantagens do processo de compostagem segundo (D'ALMEIDA; VILHENA, 2000, p. 93):

Redução de cerca de 50% do lixo destinado ao aterro; Economia de aterro; Aproveitamento agrícola da matéria orgânica; Reciclagem de nutrientes para o solo; Processo ambientalmente seguro; Eliminação de patógenos; Economia de tratamento de efluentes

De acordo com Barros (2012), a compostagem é uma transformação de resíduos sólidos orgânicos para composto, que pode ser usado como fertilizante, é um processo para estabilizar resíduos orgânicos, através de uma colônia de microrganismos muitas vezes aeróbios e a ação humana para acelerar o processo

de decomposição, por meios de manipulação dos materiais e do processo para obter um produto com mais qualidade.

O período de compostagem depende do processo e do tipo de material orgânico que for utilizado, a digestão tem o tempo de 1 a 3 meses, a maturação de 1 a 2 meses de uma forma geral (BARROS, 2012).

Os microrganismos que fazem parte das atividades da compostagem são os aeróbios e os facultativos, por serem exotérmicos liberam energia na forma de calor, as pilhas/leiras da compostagem tem um aquecimento por conta desses microrganismos, faz com que o controle térmico do processo é necessário para não eliminar a massa biológica que é importante para estabilizar o material em processamento, quando a temperatura do material volta a temperatura ambiente o produto transformado em húmus (BIDONE; POVINELLI, 1999).

O processo de compostagem é dividido em três etapas: a primeira etapa é a fitotóxica dura cerca de 10 a 20 dias, é quando o material orgânico começa a se decompor gerando calor, CO₂ e vapor da água; já a segunda etapa, a semicura, é quando o material atinge a bioestabilização, não causa dano as plantas; maturação ou humificação é a última etapa, a matéria já está no estado final de decomposição e atinge as propriedades desejadas do produto final (KIELH,1998).

Para implementar uma compostagem institucional ou empresarial o SESC (BRASIL, 2017, p. 54) sugere as seguintes etapas:

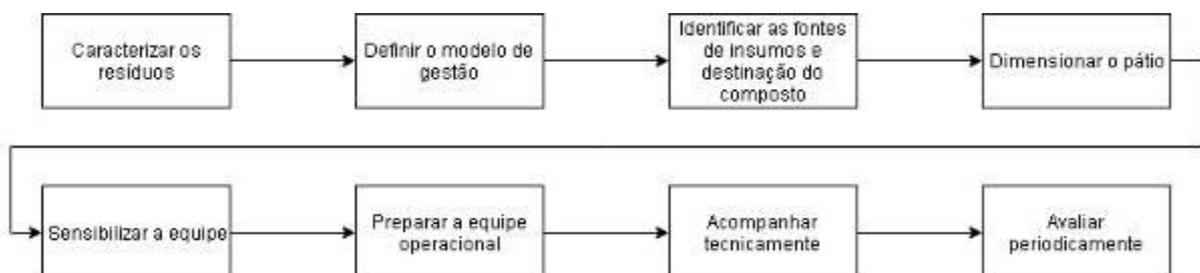


Figura 15 - Fluxograma para implementar uma compostagem institucional.
Fonte: SESC (BRASIL, 2017).

5.7.1 Metodologia da Compostagem

As leiras, pilhas ou montes são os locais onde ocorre a compostagem, a base pode variar de acordo com a altura e o formato, podem ser de seção triangular, trapezoidais ou cônicas. Quando muito altas possuem uma menor aeração natural pode acarretar em concentrar mais as camadas debaixo e gerar chorume pelo processo anaeróbio fazendo com que o processo de compostagem tenha um tempo maior, pois as camadas inferiores têm uma degradação menos intensa. Leiras com altura muito baixas perdem a umidade e o calor com uma velocidade maior, fazendo com que os organismos termófilos não se proliferem direito e a destruição dos organismos patogênicos das leiras não seja completa, a baixa umidade faz com que o material não entre em degradação (KIELH,1998).

De acordo com Lima (2004), o processo de compostagem começa com um tratamento dos resíduos orgânicos que começa retirando a parte que não degrada e depois é triturado e misturado até a matéria-prima utilizada ficar uniforme após o preparo físico, começa a parte biológica que é a fermentação desse produto pelos microrganismos.

O local onde fica as leiras é o pátio, deve ser pavimentado e ter um declive para não acumular água da chuva, as organizações das leiras devem ser feitas com um corredor entre elas e a largura varia de acordo com a forma de manuseio para manutenção das leiras, os corredores ajudam a evitar o acúmulo de água e facilitar o revolvimento durante o período de cura (KIELH,1998).

Compostagem pelo Método UFSC ou Compostagem Termofílica em Leiras Estáticas com Aeração Passiva é um processo simples que pode ser realizado em pequena ou grande escala, é um método termofílica, a temperatura varia 45°C a 70°C, que degrada a matéria orgânica por bactérias aeróbia que geram calor, através das leiras estáticas (não precisa misturar) e o sistema de aeração é natural, onde o ar frio é sugado pela base e o ar quente sai pelo topo da leira (BRASIL, 2017).

5.7.2 pH

No início do processo de compostagem a decomposição do material desenvolvem microrganismos que se identificam por ter uma fermentação acida e o

pH do material cai. Na outra fase o pH se eleva, os agentes biológicos consomem o ácido gerado do início do processo até o composto se estabilizar, o composto final deve apresentar um pH de 7,0 a 8,0 quando curado humificado (D'ALMEIDA; VILHENA, 2000).

Matéria orgânica de origem vegetal normalmente tem um pH baixo, o índice pH varia no decorrer do processo de compostagem, no começo da degradação do material tem a geração de ácidos orgânicos que faz com a matéria se torne mais ácido, durante o processo o ácido gerado reage com bases liberadas do processo e no decorrer da compostagem o composto vai se estabilizando até atingir pH 7,0 a 8,0, como mostra na Figura 16 (KIELH,1998).

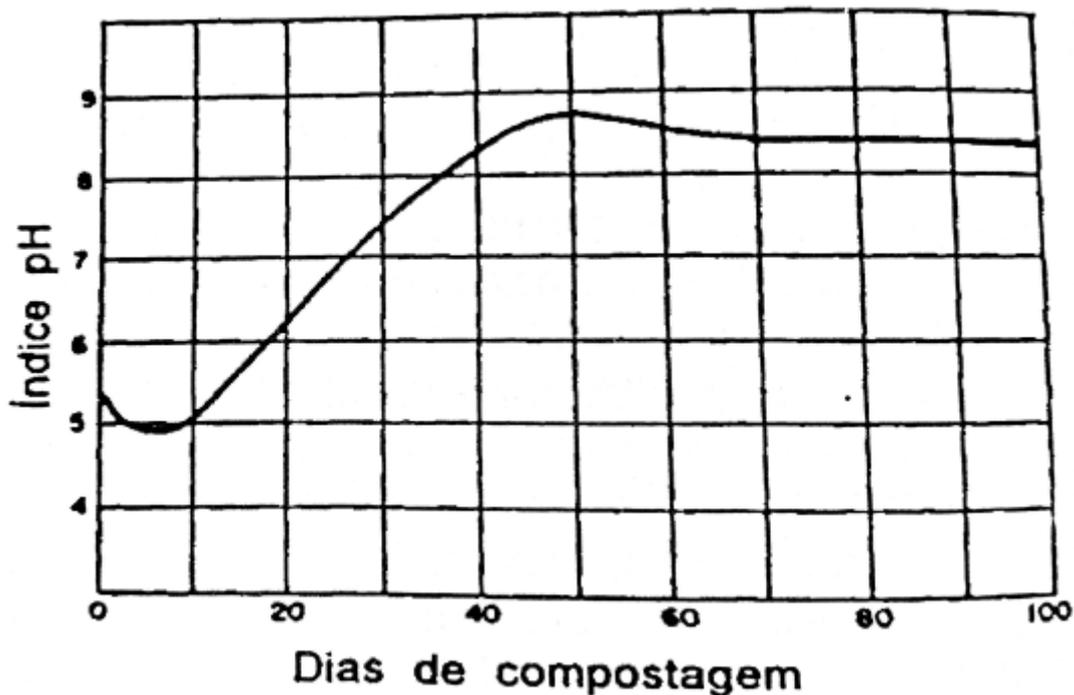


Figura 16 - Variação do índice de pH do composto com o tempo de compostagem
Fonte: Kielh (1998)

5.7.3 Temperatura

As leiras iniciam com temperatura ambiente, no decorrer do processo com a atividade microbiana e aeração adequada a temperatura pode chegar a 55-60°C, essa fase é designada termófila, onde ocorre a eliminação de microrganismos

patogênicos presentes no processo, Após essa fase, a temperatura diminui até 30-45°C, quando ocorre a bioestabilização da matéria orgânica (relação C/N perto do 18), em seguida ocorre a humificação (relação C/N menor que 12) com temperaturas próximas a 20 a 40°C (bactérias mesófilas) (D'ALMEIDA; VILHENA, 2000).

Segundo Kielh (1998) a compostagem tem variação de temperatura no decorrer do processo, conforme a Figura 17, após a montagem da leira, a temperatura pode ser menor que a do ambiente, pois a evaporação da água faz com que esfrie a leira, a primeira indicação que o processo de compostagem começou é o aumento da temperatura do material, tem-se a fase inicial mesófila de 25°C a 40°C, quando as atividades biológicas se intensificam, a temperatura aumentam e chegam a 45°C a 55°C, essa fase é denominada termófila, onde a eliminação dos microrganismos patogênicos é feita, quando a temperatura começar a diminuir e voltar para a fase mesófila é quando o composto está bioestabilizado ou semicurado. Quando a temperatura na segunda fase mesófila chega próximo a temperatura ambiente é quando o composto está curado ou humificado.

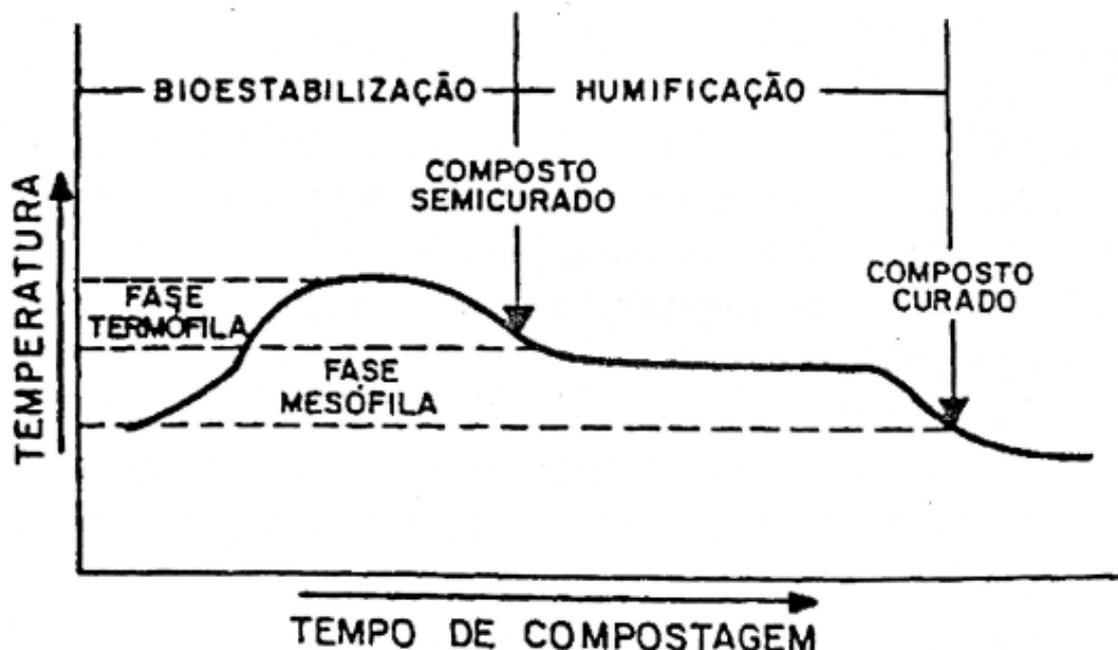


Figura 17 – Variação da temperatura do resíduo durante o processo de compostagem
Fonte: Kielh(1998)

A falta de calor na leira pode ocorrer quando falta microrganismos para a decomposição do material ou a quantidade errada de água na leira, no caso de falta de microrganismo o material pode ser adicionado materiais ricos em nitrogênio, já a falta de água pode ser resolvida irrigando as leiras (KIELH, 1998).

5.7.4 Aeração

A degradação da matéria pode ser realizada em local com ou sem oxigênio, para uma compostagem mais rápida a presença de grande quantidade de oxigênio é necessária para otimizar a atividade biológica que ocorre no processo, dessa forma evita os odores indesejados, a falta de oxigênio pode atrasar a decomposição da matéria, invertendo o processo para anaeróbico gerando mau odor e atrair moscas (KIEHL, 1985).

A aeração é importante para a atividade aeróbia dos microrganismos pois é necessário um fluxo de ar para realizar o processo biológico na compostagem, a aeração pode ser mantida em sistema aberto para facilitar a troca de calor e circulação de ar (LIMA, 2004).

5.7.5 Microrganismos

A compostagem por se tratar de um processo biológico de decomposição de matéria orgânica, os microrganismos bactérias, fungos e actinomicetes são os responsáveis pela transformação da matéria orgânica em um composto humificado, cada fase do processo de compostagem é predominada por um conjunto de organismo diferente, existindo um ciclo e com o decorrer do processo trocando a população de microrganismos (KIELH, 1985).

Os microrganismos da compostagem precisam se alimentar, de macronutrientes que são os nutrientes mais consumidos como o nitrogênio e o

carbono e de micronutrientes os nutrientes consumidos em menor quantidade (KIELH, 1998).

5.7.6 Umidade

O processo de compostagem é um processo biológico de degradação de material orgânico, a necessidade de água no processo é importante para a ação dos microrganismos, para um processo mais otimizado a umidade deve estar em torno de 40% a 60%, o excesso de água pode trazer mau cheiro as leiras. (KIELH, 1985)

O grau de umidade precisa ser equilibrado deve ficar em torno de 50%, se for baixa a ação biológica é defasada, caso seja alta o processo de aeração sendo atrapalhada e ocorre anaerobiose, formando um líquido negro e com um mau cheiro das leiras da degradação do material, mais conhecido como chorume, após o término da compostagem o composto final das leiras deve ser no máximo 40% do teor de umidade (D'ALMEIDA; VILHENA, 2000).

5.7.7 Relação Carbono/Nitrogênio

No decorrer do processo, o carbono disponível no material da compostagem é responsável pelo crescimento microbiano e uma parte é transformada em gás carbônico (CO_2), já o nitrogênio fica contido no material. Para uma boa aplicação do composto na agricultura a relação carbono/nitrogênio (relação C/N) deve ser no máximo 18/1.

Para Kielh (1998) os microrganismos absorvem o carbono e nitrogênio na relação 30 de carbono para 1 de nitrogênio, é necessário preparar o material até atingir a relação C/N ideal para não atrapalhar a ação biológica do processo, evitando a degradação excessiva do nitrogênio ou carbono no decorrer da compostagem, a falta de carbono pode acarretar em perda de nitrogênio na forma

de amônia, o excesso de carbono dificulta o processo de compostagem aumentando o tempo de maturação do composto.

Segundo o SESC (BRASIL, 2017) a relação entre carbono e nitrogênio para obter um composto orgânico de boa qualidade a concentração de 30 átomos de carbono para 1 de nitrogênio, em caso de excesso de carbono faz com que a fermentação não ocorra de forma eficiente e o excesso de nitrogênio seja perdido na forma de amônia.

5.7.8 Tamanho das Partículas

Segundo Kielh (1985) o tamanho das partículas é importante e influencia no processo, além de ser responsável pela circulação de ar dentro das leiras e ajudar na área de contato para decomposição da matéria orgânica por ser um fenômeno microbiológico quanto maior a área de superfície maior será a ação dos microrganismos, auxiliando no desempenho e na velocidade do processo, o tamanho para uma boa compostagem deve estar distribuído entre 1 a 5 centímetros.

Usar um sistema para diminuir o tamanho das partículas para a compostagem auxilia no aumento de superfície de contato para ter uma fermentação do processo aeróbio mais rápido e facilitando a homogeneização dos resíduos quando for estiver ocorrendo o processo de compostagem nas leiras (LIMA, 2004).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente com a globalização, o aumento da concorrência no mercado faz com que as empresas procurem meios de otimizar seus processos para conseguir ter um preço competitivo com a concorrência, porém um grande problema é o acúmulo de resíduos que as empresas geram, existem meios de reduzir ou reaproveitar dependendo do material que é gerado pela empresa.

Com base nos objetivos pretendidos, foi realizado um diagnóstico dos principais produtos que mais geram resíduos, calculado a perda por produto e os resultados obtidos com o estudo pode-se concluir a estabilidade das quantidades de resíduos gerados diariamente pela empresa por produto para uma alternativa com a necessidade desses produtos.

Foi possível identificar os produtos e processos que mais geravam resíduos na empresa, quanto mais partes da hortaliça que não é própria para o consumo mais irá gerar resíduo para a empresa, pois irá facilitar no transporte e manuseio. Já quando produtos colhidos que possui a maior parte do produto que é própria para o consumo é preciso de um cuidado maior para realizar o processo de limpeza, pois quanto menos retirar mais produto o cliente irá receber.

Dos sete produtos que foram estudados, apenas três hortaliças participam de 75% dos resíduos gerados pela empresa, focar em otimizar os passos do processamento desses produtos é uma maneira de reduzir boa parte do resíduo gerados pela empresa.

Para a compostagem seria necessário realizar um estudo para levantar dados importantes para a compostagem como a umidade do material e a relação C/N dos produtos, para poder calcular os corretores do material da compostagem para ter uma compostagem de qualidade e consequentemente um composto que possa substituir os fertilizantes já

Uma outra alternativa proposta é a destinação para ração de animais, onde já sabe a quantidade por produto e a quantidade diária que a empresa gera, a empresa precisa verificar quais empresas necessitam de ração com essa especificação e quantidades diárias.

REFERÊNCIAS

ABRIL. **Para que serve a erva doce.** Disponível em: <<https://saude.abril.com.br/alimentacao/para-que-serve-o-anis-erva-doce/>> Acesso em: 21 nov. 2018.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004:** resíduos sólidos – classificação. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO/TR 10017:** Guias de técnicas estatísticas para NBR ISSO 9001. Rio de Janeiro, 2005.

BARROS, R. T. de V. **Elementos de gestão de resíduos sólidos.** Belo Horizonte: Tessitura, 2012. 423 p.

BIDONE, F. R. A; POVINELLI, J. **Conceitos básicos de resíduos sólidos.** São Carlos, SP: EESC/USP, 1999. 109p.

BRASIL. **Lei n. 12.305**, 2 de agosto de 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; Disponível em: <https://fld.com.br/catadores/pdf/politica_residuos_solidos.pdf>. Acesso em 26 jun. 2018.

BRASIL. **Instrução Especial Nº 20**, de 28 de maio de 1980, Estabelece o Módulo Fiscal de cada Município, previsto no Decreto nº 84.685 de 06 de maio de 1980. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA).

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, 2017. 168 p. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80058/Compostagem-ManualOrientacao_MMA_2017-06-20.pdf>. Acesso em 20 abr. 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Gestão de Resíduos Sólidos**. 2017. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/gest%C3%A3o-de-res%C3%ADduos-org%C3%A2nicos>>. Acesso em 12 jun. 2018

CARVALHO, M. M.; PALADINI, E. P. **Gestão da qualidade**. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier: ABEPRO, 2012

CEAGESP. **Conheça os benefícios do salsão**. Disponível em: <<http://www.ceagesp.gov.br/comunicacao/noticias/conheca-os-beneficios-do-salsao-o-produto-da-semana-119/>> Acesso em 21 nov. 2018.

CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada da ESALQ – Universidade de São Paulo. Disponível em <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>>. Acesso em: 10 jul. 2018.

CREPALDI, S. A. **Contabilidade Rural**: Uma abordagem decisorial. 7 ed. São Paulo: Atlas, 2012.

D'ALMEIDA, M. L. O.; VILHENA, A. (Coord.). **Lixo Municipal**: Manual de Gerenciamento. 2. ed. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba, SP: Agronômica Ceres, 1985, 492 p.

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

LARSON, R.; FARBER, B. **Estatística Aplicada**. 6. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2015.

LELIS, E. C. **Gestão da qualidade**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2012.

LIMA, L. M. Q. **Lixo: tratamento e biorremediação**. 3. ed. São Paulo, SP: Hemus, 2004. 265 p.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MARION, J. C. **Contabilidade Rural: Contabilidade Agrícola, Contabilidade Pecuária**; 13 ed. São Paulo Atlas, 2012.

MARTINELLI, F. B. **Gestão da qualidade total**. 202 p. 2009.

PORTAL ACTION. Equipe Estatcamp - Consultoria em estatística e qualidade, São Carlos - SP. Disponível em <<http://www.portalaction.com.br/action-stat-pro>>. Acesso em 16 nov. 2018.

RIBEIRO, J. L. D.; CATEN, C. S. T.; **Série Monográfica Qualidade** - Porto Alegre: FEENG/UFRGS, 2012. 172p.

SAMOHYL, R. W.; **Controle estatístico da qualidade** – Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

SEBRAE. **Catálogo brasileiro de hortaliças**. Brasília, DF, 2010. 60p. Disponível em: < <http://www.ceasa.gov.br/dados/publicacao/Catalogo%20hortalicas.pdf>>. Acesso em 21/11/2018

SENAR – Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. **Curso técnico em agronegócio**: administração rural / Serviço Nacional de Aprendizagem Rural; Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego, Rede e-Tec Brasil, SENAR (Organizadores). – Brasília: SENAR, 2015. 110 p. Disponível em: <<http://senar-es.org.br/doc/uc/UC%206%20-%20Administrac%CC%A7a%CC%83o%20Rural.pdf>>. Acesso em 01 mai. 2018

SILVA, E. L.; MENEZES E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

**APÊNDICE A – QUADRO DAS QUANTIDADES DE HORTALIÇAS
PROCESSADAS POR DIA AO LONGO DE 30 DIAS.**

Quantidade/dia	Acelga	Alface Americana	Brócolis Ninja	Couve Flor	Erva Doce	Repolho	Salsão
23/jul	83	155	480	224	36	525	71
24/jul	129	862	810	380	37	830	145
25/jul	95	437	495	281	33	650	107
26/jul	83	417	556	235	22	660	95
27/jul	153	626	90	386	40	1020	169
28/jul	92	431	553	305	26	360	74
29/jul	91	521	493	225	37	700	115
30/jul	88	465	562	241	36	500	97
31/jul	177	750	1320	652	59	1145	177
01/ago	87	488	420	243	67	780	221
02/ago	89	429	620	180	33	675	118
03/ago	214	705	620	380	41	970	210
04/ago	68	2310	220	200	29	550	94
05/ago	77	527	250	223	32	770	99
06/ago	88	421	270	200	37	620	110
07/ago	162	706	770	544	51	1040	280
08/ago	122	458	647	303	46	840	139
09/ago	65	402	470	201	28	555	64
10/ago	242	756	622	489	57	1140	240
11/ago	67	501	562	300	40	373	107
12/ago	73	452	562	300	40	373	107
13/ago	84	482	6013	340	40	580	104
14/ago	190	691	1073	500	70	763	182
15/ago	55	445	567	270	31	555	95
16/ago	68	370	620	332	26	415	49
17/ago	141	590	1020	412	50	810	156
18/ago	55	429	276	171	16	445	72
19/ago	102	120	163	295	37	645	99
20/ago	75	425	572	271	39	700	78
21/ago	158	715	252	447	55	1060	189

Quadro: Planilha com as quantidades diárias de 30 dias.

Fonte: Autoria própria