



**SABRINA LARA TEIXEIRA**

**PLANO DE MANEJO DE RESÍDUOS PARA PROPRIEDADES  
PRODUTORAS DE TOMATE EM AMBIENTE PROTEGIDO**

**LAVRAS – MG**

**2019**

**SABRINA LARA TEIXEIRA**

**PLANO DE MANEJO DE RESÍDUOS PARA PROPRIEDADES PRODUTORAS DE  
TOMATE EM AMBIENTE PROTEGIDO**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, para a obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Luiz Antônio Lima

Orientador

Prof. Dr. Ronaldo Fia

Coorientador

**LAVRAS – MG**

**2019**

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Amarília e Ronaldo pelo apoio, carinho e confiança por todos estes anos. Essa conquista é inteiramente de vocês.

Ao meu irmão Allan, por toda a ajuda, por também me apoiar financeiramente e por me transmitir a sua paz mesmo que de longe. Obrigada!

À minha irmã Raissa, pela compreensão e apoio.

À minha querida avó, minha segunda mãe, sempre me protegendo em qualquer lugar que eu for através de suas orações.

Aos meus tios, primos e amigos, obrigada por preencherem cada vazio causado pela distância.

Ao meu namorado, Gustavo, por todos os dias me fortalecer e me lembrar o quão forte sou.

À Universidade Federal de Lavras, agradeço pelo espaço e oportunidade de poder aprender todos os dias algo novo e interessante durante toda a minha graduação.

Ao Programa Institucional de Bolsas PIB-UFLA.

Aos meus professores, em especial àqueles do DRS, obrigada por tanta prática, tanto conhecimento fornecido nas aulas sensacionais de vocês.

Ao pessoal da Microbiologia Agrícola e Ambiental pelo apoio e carinho.

Ao NEPUAI pela oportunidade de fazer parte desta Família. O conhecimento foi gigantesco.

Ao meu orientador, pela oportunidade do melhor estágio que eu poderia ter feito.

Ao meu coorientador, pela ajuda no TCC e por me transmitir paz nas horas de desespero.

Por fim, mas nunca menos importante, agradeço à Deus, que me fortalece e me guia. Só o Senhor sabe como foi complicado e como foi bom chegar até aqui!

## RESUMO

O Brasil tem importante papel na produção de hortaliças tanto internamente quanto mundialmente sendo o tomate a segunda hortícola de maior representatividade econômica. Novas tecnologias substituem gradativamente a produção convencional como, por exemplo, a irrigação por gotejamento aliada à fertirrigação, o plantio do tomate em vasos substituindo a produção diretamente no solo e o cultivo em ambiente protegido onde a sanidade das plantas é um dos aspectos mais priorizados. No entanto, essas técnicas implicam em maior geração de resíduos sólidos sendo necessário o correto manejo dos resíduos gerados. Este trabalho teve como objetivo realizar a quantificação dos resíduos gerados da produção do tomate em ambiente protegido e propor melhorias quanto ao tratamento e destinação final dos resíduos. Observou-se que uma planta de tomate produz em média 6,8 kg de brotos e folhas durante todo o seu ciclo produtivo de 9 meses. Além disso, cada planta cultivada no vaso drena em média 1,1 litros de água por dia. A compostagem dos resíduos orgânicos e vegetais oriundos da produção do tomate é uma possibilidade de tratamento viável visto que o composto produzido pode ser utilizado para o plantio em vasos. A água residuária de drenagem dos vasos também apresenta potencial para utilização na fertirrigação devido à quantidade de nutrientes, porém a técnica de tratamento deve ser eficiente quanto à desinfecção para inativação de microrganismos que transmitem doenças às plantas. Outras propostas foram o reúso da água de limpeza do teto das estufas na irrigação das estradas; utilização do esgoto doméstico tratado em tanques sépticos na irrigação da cultura do milho; oferta dos resíduos recicláveis às associações de catadores local; instalação de coletores de resíduos com separação para reciclável, orgânico e rejeito; anexar cartilhas nos murais bem como textos informativos nos televisores da propriedade para promover a educação ambiental quanto à separação dos resíduos sólidos. Pôde-se observar que a elaboração de um plano de manejo é importante para que a propriedade conheça quantos e quais resíduos são gerados além de auxiliar na melhor escolha de tratamento dos resíduos.

Palavras – chave: Resíduo Sólido, Águas Residuárias, Agroindústria, Tratamento e Disposição Final, Fertirrigação.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>8</b>
<b>3.1</b>	<b>O Cultivo do tomate no Brasil</b> .....	<b>8</b>
<b>3.2</b>	<b>Técnicas utilizadas para aumento da produção</b> .....	<b>9</b>
<b>3.3</b>	<b>Panorama dos Resíduos Agroindustriais</b> .....	<b>10</b>
<b>3.4</b>	<b>Aspectos Legais</b> .....	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>12</b>
<b>4.1</b>	<b>Caracterização da área de estudo</b> .....	<b>12</b>
<b>4.1.1</b>	<b>Caracterização do cultivo no ambiente protegido - Estufas</b> .....	<b>13</b>
<b>4.1.2</b>	<b>Caracterização do escritório, alojamentos, moradias e cantina</b> .....	<b>17</b>
<b>4.1.3</b>	<b>Caracterização dos locais de destinação dos resíduos</b> .....	<b>17</b>
<b>4.2</b>	<b>Procedimento para levantamento de dados</b> .....	<b>22</b>
<b>4.2.1</b>	<b>Brotos e folhas</b> .....	<b>22</b>
<b>4.2.2</b>	<b>Plantas velhas</b> .....	<b>23</b>
<b>4.2.3</b>	<b>Frutos de descarte na propriedade</b> .....	<b>23</b>
<b>4.2.4</b>	<b>Substrato</b> .....	<b>23</b>
<b>4.2.5</b>	<b>Plásticos das estufas</b> .....	<b>23</b>
<b>4.2.6</b>	<b>Água residuária de drenagem dos vasos</b> .....	<b>24</b>
<b>4.2.7</b>	<b>Água de limpeza das estufas</b> .....	<b>24</b>
<b>4.2.8</b>	<b>Água de limpeza dos EPI's e pulverizadores</b> .....	<b>24</b>
<b>4.2.9</b>	<b>Esgoto doméstico</b> .....	<b>24</b>
<b>4.2.10</b>	<b>Resíduo sólido doméstico</b> .....	<b>24</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>25</b>
<b>5.1</b>	<b>Quantificação dos resíduos</b> .....	<b>25</b>
<b>5.1.1</b>	<b>Resíduos gerados dentro das estufas</b> .....	<b>25</b>
<b>5.1.2</b>	<b>Resíduos gerados fora das estufas</b> .....	<b>27</b>
<b>5.2</b>	<b>Proposição de melhorias</b> .....	<b>30</b>
<b>5.2.1</b>	<b>Resíduos sólidos: Compostagem em leiras estáticas com a aeração passiva</b> .....	<b>30</b>
<b>5.2.2</b>	<b>Brotos, folhas e frutos praguejados: Alimentação de Ruminantes</b> .....	<b>34</b>

<b>5.2.3</b>	<b>Água residuária de drenagem dos vasos: Ozonização .....</b>	<b>34</b>
<b>5.2.4</b>	<b>Água de drenagem dos vasos: Desinfecção solar (SODIS) .....</b>	<b>36</b>
<b>5.3</b>	<b>Propostas gerais .....</b>	<b>38</b>
<b>5.3.1</b>	<b>Reaproveitamento da água de limpeza das estufas .....</b>	<b>38</b>
<b>5.3.2</b>	<b>Tratamento do Esgoto doméstico.....</b>	<b>39</b>
<b>5.3.3</b>	<b>Envio dos resíduos recicláveis para associações de catadores locais .....</b>	<b>40</b>
<b>5.3.4</b>	<b>Redução das categorias dos cestos dos resíduos sólidos.....</b>	<b>40</b>
<b>5.3.5</b>	<b>Realocação dos cestos dos resíduos sólidos domésticos.....</b>	<b>41</b>
<b>5.3.6</b>	<b>Educação Ambiental quanto à separação dos resíduos .....</b>	<b>42</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>42</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Sabe-se que nas últimas décadas o Brasil vem se tornando um importante país na produção e exportação de produtos agrícolas. Este fato está relacionado à larga extensão territorial do país bem como disponibilidade de recursos hídricos. Os principais benefícios do agronegócio no Brasil, segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa, são a geração de empregos e de renda e preços mais acessíveis dos alimentos aos consumidores brasileiros

De acordo com a FAO - *Food and Agriculture Organization* (2014), o Brasil é responsável por 2,5% da produção de tomate do mundo sendo que, de acordo com o IBGE (2007), é a segunda hortaliça em importância econômica no país como também mundialmente. Nesse sentido, Silva et al. (2013) afirmam que é importante realizar um manejo adequado relacionado à nutrição, ao uso correto de água, à genética e à sanidade. A prática se justifica pois há redução de moléstias durante o plantio e valoriza-se economicamente e qualitativamente o produto final tanto para os produtores quanto para os consumidores.

A fim de melhorar o manejo e rendimento do tomateiro, novas tecnologias têm sido adotadas dentre as quais pode-se destacar a produção em ambiente protegido com o uso da fertirrigação (OLIVEIRA et al., 2013). Segundo Monteiro et al (2010), as estufas fornecem às plantas proteção contra variações meteorológicas e controle do teor de água além de ser uma barreira física contra insetos causadores de doenças nas plantas.

Vale ressaltar ainda que a produção em sacos plásticos ou vasos contendo substrato apropriado para as plantas do tomateiro está substituindo o plantio diretamente no solo reduzindo problemas de salinização e facilitando o manejo da fertirrigação. (CARVALHO; NETO, 2005).

A fertirrigação é uma técnica de adubação na qual os nutrientes necessários para o desenvolvimento da planta são dissolvidos em água e disponibilizados para a cultivar. O sistema de irrigação por gotejamento é mais eficiente quanto ao uso da água e nutrientes os quais são aplicados diretamente na região radicular em pequenas quantidades, mas de maneira frequente. A finalidade é manter a umidade necessária à planta (SANTORO et al., 2013).

Observa-se que o cultivo em ambiente protegido atrelado ao uso de um sistema de fertirrigação eficiente traz benefícios e melhorias no manejo das plantas. Porém, os resíduos deste tipo de produção ficam mais concentrados e a geração acaba sendo maior. Isto porque, nas estufas, todo tipo de intervenção nas plantas, seja irrigação, retirada de brotos, folhas ou

colheita, geram resíduos que devem ser removidos do local diferente do plantio em campo aberto onde esses podem ser depositados no próprio solo sendo decompostos naturalmente.

Nesse sentido, o manejo correto dos resíduos deve ser priorizado para que as formas de aproveitamento ou destinação final estejam de acordo com as legislações vigentes além de o produtor conseguir encaixar-se nos moldes de uma empresa ambientalmente correta e socialmente justa.

## **2 OBJETIVOS**

Com a realização do trabalho, objetivou-se realizar a quantificação dos resíduos gerados durante um ciclo produtivo do tomateiro em ambiente protegido e propor melhorias quanto ao tratamento e destinação final dos mesmos.

Dentre os objetivos específicos, destacam-se:

- Quantificação de resíduo sólido agrícola (brotos, folhas, planta, substrato, tomate), resíduo sólido reciclável, não reciclável e orgânico;
- Quantificação da água residuária gerada da drenagem dos vasos, lavagem das estufas, equipamentos de proteção individual e esgoto doméstico;
- Análise gravimétrica e volumétrica dos resíduos sólidos domésticos;
- Propostas de melhorias quanto ao manejo, aproveitamento, reciclagem e destinação final dos resíduos;
- Promover a educação ambiental quanto à separação dos resíduos sólidos.

## **3 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **3.1 O Cultivo do tomate no Brasil**

O tomate está entre as duas hortaliças de maior expressão do mundo (CAMARGO FILHO; CAMARGO, 2017) estando presente na mesa da população mesmo em períodos de alta do preço. O Brasil, além de ter maior representatividade na comercialização efetuada nas Centrais de Abastecimento do País também liderou a produção de hortaliças em 2017 com participação de 23% do total produzido (CONAB, 2019; CNA, 2017).

Observando os dados e as projeções, nota-se que existe um aumento gradativo da produção quanto à comercialização do tomate. Camargo Filho e Camargo (2017), por



exemplo, apontam que da década de 90 até 2015 a produtividade do tomateiro aumentou cerca de 80%, e esse aumento se deve ao uso de híbridos e melhorias nas técnicas de cultivo como adubação, irrigação e manejo. Além disso, há uma tendência do consumidor em substituir produtos industrializados por aqueles mais saudáveis, *in natura* (CNA, 2017).

Os estados de Goiás, Bahia, Minas Gerais e São Paulo são os maiores produtores de tomate do país devido às condições climáticas favoráveis ao cultivo (IBGE, 2017). Entretanto, pelo fato do mercado de hortaliças ser dinâmico cuja produção se ajusta rapidamente aos preços e principalmente às variações das estações do ano (CAMARGO FILHO; CAMARGO, 2017), o produtor deve estar atento às chuvas em excesso, pois danificam as hortaliças e criam condições favoráveis ao aparecimento de doenças. Em contrapartida o frio e os ventos do inverno acabam prolongando o ciclo das culturas prejudicando o tempo certo da colheita (PURQUERIO; TIVELLI 2009). A influência das condições meteorológicas na produção têm motivado o cultivo do tomateiro em ambientes protegidos.

### **3.2 Técnicas utilizadas para aumento da produção**

Uma solução a estes contratemplos é o cultivo em estufas, ou seja, em ambiente protegido que possibilita aos produtores fornecer mercadoria aos consumidores até nos períodos de entressafra (COSTA et al., 2013). As estufas caracterizam-se pela construção de uma estrutura envolvida com material plástico transparente para proteção das plantas contra oscilações meteorológicas permitindo a passagem da luz solar, primordial para o desenvolvimento das plantas (PURQUERIO; TIVELLI, 2009).

O fato é que para se obter bons rendimentos, como aumento da produtividade e redução dos custos de produção, é ideal incrementar sistemas de irrigação eficientes no cultivo protegido, como o gotejamento que também pode ser utilizado para realizar a adubação das plantas (CARRIJO et al., 2004), quando da adoção da fertirrigação. A irrigação por gotejamento é eficiente quanto ao uso da água, pois é aplicada em pequenas quantidades sobre as raízes a fim de manter os níveis de umidade necessários para o desenvolvimento da cultivar (MELO FILHO et al., 2015).

Entretanto, com a elevada evapotranspiração e reduzida precipitação/irrigação dentro das estufas, a salinização do solo é perceptível nestes ambientes. Por este motivo, tem-se cultivado algumas espécies de tomate em vasos contendo substrato evitando o contato com o solo. O uso do substrato melhora também o acondicionamento do sistema radicular, crescimento e desenvolvimento da planta (COSTA et al., 2015).

Tendo em vista o crescimento na produção do tomate ao longo do tempo bem como a demanda dos consumidores por produtos naturais, o processamento desta hortícola deve estar alinhado às técnicas de manejo efetivas a fim de melhorar e aumentar a produção (SELENGUINI; SENO; FARIA JUNIOR, 2007). Entende-se que estas novas tecnologias: plantio em estufas, utilização de substrato e a fertirrigação, produzem maiores quantidades de resíduos uma vez que o ambiente de produção se difere daquele convencional, em campo aberto.

### **3.3 Panorama dos Resíduos Agroindustriais**

Melo et al. (2011) expõem que de milhares de toneladas de resíduos oriundos da agroindústria, parte é aproveitada como ração animal ou dispostos no campo; porém, a maioria ainda é descartada sem o devido tratamento promovendo danos ao meio ambiente. Nesse sentido, é importante realizar o manejo correto dos resíduos sólidos provenientes da produção do tomate para utilização posterior.

Com relação à produção do tomate, alguns trabalhos apontam a utilização de resíduos oriundos do processamento comercial do tomate para alimentação de animais, produção de óleos ou para a produção de nutrientes a serem utilizados na alimentação humana (KOBORI; JORGE, 2005; do NASCIMENTO FILHO; FRANCO, 2015; SILVA et al., 2009). Entretanto, pouco se fala sobre o manejo dos resíduos sólidos gerados durante o processo produtivo do tomate em ambiente protegido. Dentre os estudos que mais se aproximam, destaca-se o aproveitamento de resíduos orgânicos de outras fontes utilizados como composto para a produção de tomate e de mudas (MELLO; VITTI, 2002; OLIVEIRA, 2011).

A compostagem é uma técnica eficiente para o tratamento dos resíduos sólidos agroindustriais, pois possibilita a reciclagem dos materiais além de ser uma alternativa à mitigação dos impactos ambientais associados à disposição inadequada destes resíduos como foi observado por Pereira et al. (2013). Além disso, segundo Embrapa (2005), antes de serem empregados na produção agrícola, os materiais orgânicos devem passar por processos de estabilização e descontaminação e a compostagem propicia condições ideais para a obtenção de fertilizantes ricos em nutrientes e com níveis aceitáveis de contaminação química e biológica.

A compostagem é um processo biológico de decomposição da matéria orgânica de origem animal ou vegetal. É um processo aeróbio, no qual se controla a temperatura e umidade. Um misto de microrganismos efetua a decomposição em duas fases distintas: a

primeira, quando ocorrem as reações bioquímicas de oxidação mais intensas na fase termofílica onde a temperatura atinge até 75 °C; e a segunda, ou fase de maturação, quando ocorre o processo de humificação. Nesta última etapa a temperatura diminui estabilizando o composto (PEREIRA NETO, 2007).

Diferentemente dos resíduos sólidos, tem-se considerado com maior frequência o uso de águas residuárias agroindustriais na cadeia produtiva porque o cenário atual de disponibilidade hídrica não é atrativo propiciando maiores disputas pela água. Além disso, o custo com fertilizantes é alto, o que tem favorecido o reaproveitamento dos efluentes agroindustriais que também funcionam como fonte de nutrientes, melhorando a nutrição geral das plantas, principalmente quanto aos micronutrientes (PEREIRA et al., 2011)

### **3.4 Aspectos Legais**

A preocupação com o meio ambiente tem se tornado relevante para os consumidores que passam a ser mais críticos em relação aos seus hábitos de consumo e escolha de produtos que estejam condicionados a produções sustentáveis (ADREOLL; LIMA; PREARO, 2017). Os autores ainda afirmam que para uma acreditação da qualidade ecológica e socioambiental de determinado produto, as empresas têm recorrido aos selos de certificação ambiental.

Essas atitudes se encaixam em alguns princípios da Política Nacional dos Resíduos Sólidos - PNRS (Lei 12305): a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos em que o produtor e consumidor são responsáveis em realizar o manejo dos resíduos sólidos além de optar por padrões sustentáveis de produção e consumo (BRASIL, 2010).

Para que a redução do volume de resíduos produzidos e minimização dos impactos causados à saúde e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos sejam alcançados, a PNRS dispõe de um importante instrumento: os planos de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos. A não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, nessa ordem são ações que devem ser priorizadas na elaboração dos planos.

Além disso, a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA nº481 estabelece critérios para garantir o controle e a qualidade ambiental do processo de compostagem, bem como os parâmetros para uso do composto na agroindústria (BRASIL, 2017).

Ao mesmo tempo que se regula os procedimentos de gestão dos resíduos sólidos, a Política Nacional de Recursos Hídricos acena a necessidade de racionalizar o uso da água

como forma de garantir o abastecimento futuro da população. Porém, é necessário observar as classes dos corpos d'água a fim de assegurar a qualidade compatível ao uso. Por exemplo, a classe especial para águas doces, definida pela Resolução CONAMA n° 357, não pode em hipótese alguma receber os efluentes mesmo que tratados de qualquer atividade, pois é uma água destinada à preservação do equilíbrio natural (BRASIL, 2005).

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Caracterização da área de estudo

O trabalho foi desenvolvido em uma propriedade agrícola de Minas Gerais, produtora de tomate. A produção de tomate se dá por diferentes meios: em ambiente protegido onde existe o cultivo em vasos e no solo e em campo aberto cujo plantio é diretamente no solo.

O plano de manejo envolveu somente a área cultivada em ambiente protegido correspondente a sete hectares bem como as seguintes instalações da propriedade: escritório, alojamentos, cantina e moradias, como é demonstrado na Figura 1.

Figura 1 – Propriedade agrícola produtora de tomate: escritório (1), alojamentos (2), cantina (3), moradias (4) e estufas (5)



Fonte: Google Maps (2019).

#### 4.1.1 Caracterização do cultivo no ambiente protegido - Estufas

As estufas da propriedade tinham diferentes tamanhos e conseqüentemente comportavam variadas quantidades de plantas. Elas são constituídas de plástico filme, metal, tela antiafídeo (tela contra insetos) e dois tipos de plásticos para revestimento do solo que dependia do tipo de cultivo, se em vasos ou se diretamente em solo (Figura 2).

Figura 2 – Imagens interna e externa de uma estufa semelhante à utilizada no cultivo do tomateiro na propriedade estudada.



Fonte: Plantfort Estufas Agrícolas (2019).

Existe um sistema de sustentação das plantas para facilitar o manejo que consiste em envolver a planta com um fitilho de plástico e prendê-lo em um suporte de arame instalado a cerca de 4 metros de altura. À medida que a cultivar cresce, ela é guiada pelo fitilho e presa ao suporte (Figura 3).

Figura 3 - Sistema de sustentação das plantas de tomateiro com fitilho dentro da estufa, semelhante ao utilizado na propriedade estudada.



Fonte: Plantfort estufas agrícolas (2019).

Outro aspecto que merece destaque é a rigidez em manter o ambiente protegido limpo. Na entrada das estufas existia algo semelhante a uma cabine onde o funcionário devia higienizar as mãos com álcool gel e também os calçados com óxido de cálcio em pó antes de entrar no local do cultivo. Além disso, existia um funcionário que todos os dias fazia uma ronda nas estufas para certificar-se de que não haviam furos e estragos nas telas ou nos plásticos.

As estufas que eram pulverizadas com defensivos possuem uma bandeira vermelha sinalizando a proibição para a entrada de qualquer pessoa. Transcorrido o período de carência do defensivo, trocava-se a bandeira por uma de cor verde e a entrada era liberada.

As cultivares instaladas na propriedade eram o tomate uva e cereja. Existem na propriedade 27 estufas com um total de 131.701 plantas das quais 68.213 eram cultivadas em vasos e o restante diretamente no solo. As plantas eram dispostas em linhas que por sua vez eram distribuídas paralelamente nas estufas. Então em uma estufa haviam várias linhas compostas por centenas de plantas. Esta quantidade era variável porque, como já discutido, as estufas da propriedade eram de diferentes tamanhos. Algumas comportavam 2.000 plantas, outras 10.000 plantas

Para facilidade de entendimento e levando em consideração a quantidade de plantas e estufas existentes, neste trabalho será considerado que cada estufa terá a quantidade média de 4.878 plantas.

As tarefas diárias realizadas nas estufas envolviam desbrota (remoção de brotos das hastes), desfolha (remoção de folhas do tomateiro), e colheita (retirada dos frutos sadios, ruins



e praguejados). Outras atividades que não tinham frequência diária eram a remoção das plantas que já haviam completado seu ciclo produtivo, 9 meses em média, como também a remoção dos substratos das estufas que o cultivo era realizado em vasos.

Em linhas gerais, seguia-se a seguinte frequência de tarefas: colheita – 3 estufas por dia; desfolha e desbrota – 2 estufas por dia; renovação das plantas - 2 estufas por mês; renovação do substrato: 1 estufa por mês.

A irrigação das plantas era feita por gotejamento sendo que para as plantas cultivadas no vaso, havia um sistema de canaletas que esgotava para um reservatório, por diferença de nível, tudo o que era drenado durante o dia. Na Figura 4 está ilustrado o plantio nos vasos e o sistema de irrigação por gotejamento demonstrado pela seta.

Figura 4 - Sistema de irrigação por gotejamento e cultivo do tomateiro em vasos, semelhante ao observado na propriedade estudada.



Fonte: Globo Rural (2014).

Uma vez por semana, toda planta passava pelo processo de limpeza: retirada de brotos, folhas e frutos praguejados. Nesse caso, todos os dias havia produção destes resíduos, pois existiam cerca de 130 mil plantas em diferentes ciclos produtivos para realizar este processo. A desbrota e a desfolha eram atividades realizadas para controlar transpiração das plantas e evitar o excesso de folhas que poderiam atrair vetores de doenças, além de manter as hastes das plantas ventiladas.

Outra fonte de resíduo vegetal eram as próprias plantas que após um ciclo produtivo deveriam ser removidas e a estufa replantada. As plantas velhas são envolvidas com o fitilho utilizado durante a produção para prendê-las no suporte.

É possível observar pela Figura 5 a característica de uma folha (5A), frutos praguejados (5B) e as plantas descartadas já secas. (5C)

Figura 5 - Imagem dos resíduos vegetais removidos do processo de limpeza: folha do tomateiro (A); fruto descartado (B); e planta seca envolvida com fitilho (C).



Fonte: Do autor (2019).

Outro resíduo gerado era o substrato utilizado nos vasos, constituído majoritariamente por fibra de coco. Ao fim de um ciclo produtivo também se renovavam os substratos. Os vasos eram sempre reaproveitados.

O teto das estufas da propriedade precisava ser lavado uma vez por ano na época da seca, porque as partículas de solo e areia depositados sobre o plástico impedem que as plantas assimilem a luz solar. A lavagem era realizada com mangueira sob pressão, sem controle da vazão. Outro aspecto relacionado a esta época do ano é que as estradas deviam ser molhadas todos os dias a fim de evitar a suspensão de material particulado. Tal procedimento era realizado com chorumeira, e a água era proveniente dos reservatórios de irrigação da propriedade.

Outro processo de lavagem envolvia os equipamentos de proteção individual (EPI's) e os equipamentos usados para realizar as pulverizações dos defensivos nas estufas, denominados “motinhas”. A lavagem era realizada em local específico para tal fim, e o



efluente conduzido através de uma tubulação para o tanque de contenção construído em alvenaria com capacidade de 20m<sup>3</sup> que recebia apenas esse tipo de efluente

#### **4.1.2 Caracterização do escritório, alojamentos, moradias e cantina**

Existiam 139 funcionários, dos quais, 80 residiam na propriedade; o restante na cidade.

Dos funcionários residentes na propriedade, 5 moravam nas casas com suas famílias e o restante nos alojamentos. Do total de funcionários, 6 trabalhavam no escritório.

Os trabalhadores eram divididos em equipes de trabalho distribuídas para o cultivo de campo e para as estufas sendo que existia um líder para cada grupo. Os líderes coordenavam a equipe, sinalizavam as funções e analisavam a qualidade do trabalho coordenando os serviços do dia.

Os frutos produzidos na propriedade, tanto os de cultivo protegido quanto aqueles de campo aberto, eram enviados para o *packing house* onde era feito o beneficiamento do tomate, localizado a 5 quilômetros da propriedade. Na sequência o produto era enviado para a venda.

#### **4.1.3 Caracterização dos locais de destinação dos resíduos**

- **Resíduos Sólidos**

Os resíduos sólidos do escritório, dormitórios, cantina e moradias eram dispostos em lixeiras comuns nos próprios locais em que eram gerados, sendo que toda manhã eram coletados e inseridos nos coletores dos postos de coleta (Figura 6). Ao todo, eram quatro postos de coleta que ao completarem a capacidade, tinham os resíduos destinados para um local de depósito e inseridos na categoria “Lixo doméstico” de onde eram encaminhados para aterro sanitário. Ou seja, até havia separação, porém a maior parte dos resíduos sólidos domésticos acabavam sendo enviados para o aterro sanitário.

Figura 6 - Recipientes de armazenagem dos resíduos considerados domésticos gerados na propriedade estudada.



Fonte: Do autor (2019).

Com exceção dos substratos, todos os resíduos sólidos da propriedade eram depositados em uma gleba de 10.000 m<sup>2</sup> onde existia uma área de 120 m<sup>2</sup> cercada com tela e piso de concreto com separação para metal, plástico, papelão e lixo doméstico (Figura 7). As embalagens dos substratos, sacos plásticos dos fertilizantes e sobras de materiais das manutenções das estufas eram dispostos ao lado da área cercada com tela, pois não cabiam no espaço destinado a eles, como ilustra a Figura 7D.

Figura 7 - Depósito dos resíduos sólidos de diferentes origens gerados na propriedade estudada: resíduos domésticos (A); plástico e papelão (B); metais (C); e material de manutenções das estufas (D).



Fonte: Do autor (2019).

Os resíduos recicláveis eram recolhidos por uma empresa situada a 30 quilômetros da propriedade cuja coleta era feita quando se completavam 2 toneladas de resíduos. Já o lixo doméstico era destinado pela própria propriedade para o aterro sanitário da cidade.

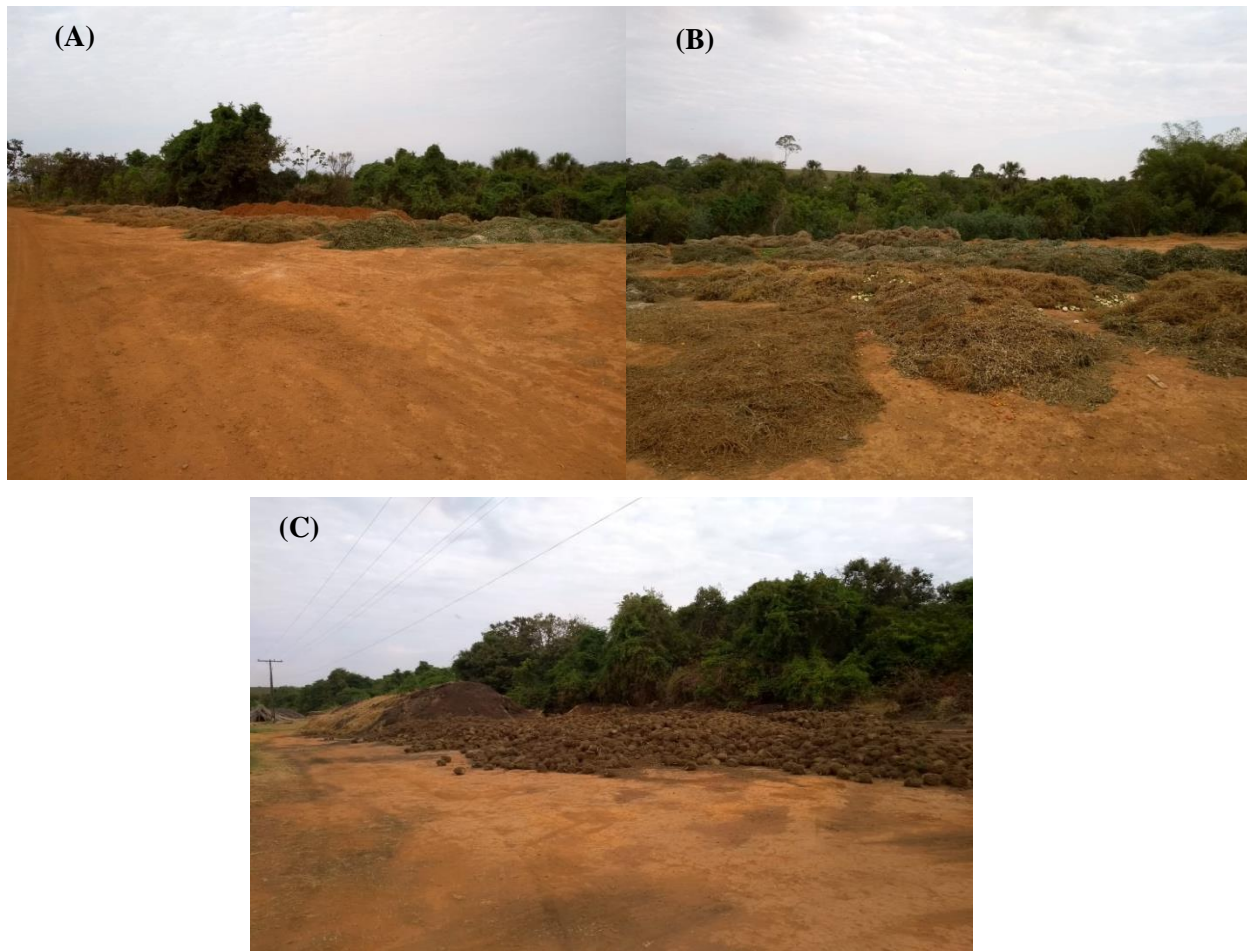
As embalagens de defensivos eram recolhidas pela própria empresa que os fornecia conforme a Lei 12.305 (2010) que define o processo de logística reversa.

Todos os resíduos vegetais eram armazenados em caixotes de plástico do lado de fora das estufas até que à tarde, uma máquina agrícola fazia a coleta e então eram dispostos em pilhas diretamente no solo do local em que era armazenado. Não havia contato com outros resíduos e não existia um tratamento, como apresentado na Figura 8 A e B.

Os substratos eram também coletados pelo trator e dispostos diretamente no solo em um outro local de aproximadamente 1.800 m<sup>2</sup>. Uma quantidade destes resíduos era coletada esporadicamente e utilizada para compostagem em outro setor da empresa, mas para grande

parte do substrato ainda não havia destinação, então permaneciam na propriedade (Figura 8C).

Figura 8 – Área de depósito de todos os resíduos vegetais gerados na propriedade estudada (A); e detalhe da disposição dos resíduos de desbrota, desfolha, frutos de descarte e plantas velhas empilhados diretamente no solo (B); e depósito do substrato (C).



Fonte: Do Autor (2019).

- **Resíduos Líquidos**

A água residuária da drenagem dos vasos não tinha um tratamento; era coletada e enviada para um reservatório com volume de 2 mil m<sup>3</sup> o qual era bastante eutrofizado devido aos nutrientes utilizados na fertirrigação (Figura 9). Assim que completava seu volume, o reservatório era esvaziado e a água era drenada a jusante diretamente no solo.



Figura 9 – Lagoa utilizada para armazenamento temporário do efluente drenado dos vasos utilizados no cultivo do tomateiro em estufa na propriedade estudada.



Fonte: Do autor (2019).

O reservatório não passava por processos de limpeza do fundo, do material sedimentado. Portanto o material proveniente da eutrofização acumulava-se na superfície à medida que o nível de água do reservatório subia.

A água da lavagem das estufas não recebia nenhum reaproveitamento ou tratamento, simplesmente caía próximo às estufas e infiltrava no solo.

Algumas estufas tinham calhas coletoras de água pluvial que era enviada através de tubulação para o reservatório utilizado para irrigar as plantas.

EPI's e equipamentos usados para pulverizar os defensivos agrícolas eram lavados duas vezes ao dia através da tríplex lavagem cuja água residuária era enviada para um tanque de contenção de 21 m<sup>3</sup> que ao completar seu volume, o efluente seria enviado para empresa responsável para o tratamento. Além disso, as sobras dos defensivos também eram descartadas neste local (Figura 10).

Figura 10 - Tanque de contenção utilizado para armazenamento da água residuária proveniente da lavagem dos EPI's e equipamentos usados para pulverizar os defensivos agrícolas.



Fonte: Do autor (2019)

O Esgoto doméstico da propriedade era armazenado em fossa séptica cuja limpeza era feita quando se completava o volume. O efluente era dragado e disposto superficialmente no solo.

## **4.2 Procedimento para levantamento de dados**

### **4.2.1 Brotos e folhas**

Por meio de conversas com os líderes das equipes de trabalhadores, a limpeza nas estufas de um dia de trabalho era variável, mas em média realizavam-se a desbrota e a desfolha (remoção de brotos e folhas) em 9.756 plantas em um dia, equivalente a duas estufas com 4.878 plantas cada.

Entretanto, as plantas mais novas produziam menos destes resíduos em comparação às mais velhas. Nesse caso, fez-se a média da quantidade de brotos e folhas que uma planta gerava por dia. Para isso, analisou-se um ciclo produtivo completo de uma planta, ou seja, 9 meses e, como existiam estufas em diferentes fases, foi possível mensurar este valor.

O líder da equipe da desbrota e da desfolha ficava responsável em separar a quantidade de resíduos gerados em uma linha da estufa na qual a equipe estivesse. A

separação era feita em caixotes de plástico com capacidade de 50 litros que mais tarde eram pesados em uma balança eletrônica com capacidade para 1.000 kg. O peso dos caixotes vazios e cheios eram anotados e repassados para planilhas do Excel<sup>®</sup>. Este procedimento se repetiu até que fosse realizada a desbrota e a desfolha nas estufas com estágios de 1 a 9 meses.

Dessa forma, foi possível estimar a quantidade de folhas e brotos que uma planta produzia em todo o seu ciclo produtivo. Optou-se por utilizar esta metodologia porque a limpeza das estufas não seguia uma regra; a rotina de trabalho era definida de acordo com a necessidade das plantas. Ou seja, não era possível definir se em um dia a remoção de brotos e folhas seria feita em estufas de 3 meses e em outro dia em estufas de 7 meses. Acredita-se que assim, o valor médio de brotos e folhas produzidos aproximar-se-ia da real quantidade que seria removida todos os dias das plantas, independente do seu estágio.

#### **4.2.2 Plantas velhas**

Em relação às plantas descartadas, para a quantificação, pesou-se três delas, fez-se a média e multiplicou-se pela quantidade que era descartada por mês, ou seja, 9.756 plantas. O fitilho utilizado era removido em conjunto com a planta. Cada planta necessitava de 20 gramas de fitilho e, com base neste número pôde-se estimar a quantidade gerada deste resíduo.

#### **4.2.3 Frutos de descarte na propriedade**

Os frutos de descarte foram quantificados com dados obtidos das planilhas fornecidas pela propriedade. Obteve-se a média de descarte por planta.

#### **4.2.4 Substrato**

Os vasos das plantas eram preenchidos com substrato de fibra de coco que também eram renovados ao encerrar-se um ciclo. A cada mês, renovam-se os substratos de uma estufa, ou seja, 4.878 plantas; e nesse sentido, com a massa de um vaso cheio de substrato calculou-se a quantidade deste resíduo que é descartado por mês. Fez-se a pesagem de três vasos e obteve-se a média.

#### **4.2.5 Plásticos das estufas**

As estufas passam por manutenções cujos resíduos gerados são plásticos de diferentes categorias. Por ser um processo sem frequência de geração, mensurou-se a quantidade gerada no período do estágio e projetou-se para um ano.

Dentre os resíduos destacam-se plásticos para cobertura das estufas, telas anti-afídeo, tubos e conexões.

#### **4.2.6 Água residuária de drenagem dos vasos**

As plantas eram irrigadas diariamente por gotejamento sendo que aquelas cultivadas nos vasos possuíam um sistema de drenagem que coletava a água que a planta não aproveitava. Com os dados das planilhas da irrigação, foi possível obter a média da quantidade de água drenada de um vaso de uma planta por dia e posteriormente a vazão que era gerada.

#### **4.2.7 Água de limpeza das estufas**

Com a quantidade de água necessária para limpeza de um metro quadrado do teto das estufas, informação obtida junto aos funcionários responsáveis pelo trabalho, projetou-se a quantidade de água necessária para limpar toda a área correspondente a todas as estufas. Este processo era realizado na época da seca, entre os meses de julho, agosto e setembro.

#### **4.2.8 Água de limpeza dos EPI's e pulverizadores**

Em conversa com o líder da equipe de pulverização foi possível estimar a quantidade média de água usada para a tríplice lavagem das motinhas e EPI's diariamente.

#### **4.2.9 Esgoto doméstico**

A partir da quantidade de funcionários da propriedade e levando em consideração aqueles residentes na fazenda e na cidade foi possível estimar a vazão diária de esgoto doméstico. Considerou-se a vazão de retorno para funcionários de uma indústria ( $70 \text{ L d}^{-1}$ ) para aqueles que moravam na cidade; e para os residentes na propriedade considerou-se a vazão de  $140 \text{ L}$  por pessoa por dia (VON SPERLING, 2014)

#### **4.2.10 Resíduo sólido doméstico**



Foram quantificados os resíduos do escritório, moradias e cantina. Para isso, foram realizadas análises gravimétrica e volumétrica.

As análises gravimétrica e volumétrica do escritório, dormitório, residências e cozinha/cantina foram feitas separadamente e com os resíduos de uma quarta-feira. Não foi preciso realizar o quarteamento, pois não havia mais que 1 m<sup>3</sup> de resíduos a serem separados.

Os materiais utilizados foram: luva, máscara, vasilhame graduado com capacidade de 10 litros, balança manual à pilha com capacidade para 10 kg. Para espalhar e separar os resíduos reutilizou-se um plástico de cobertura das estufas.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1 Quantificação dos resíduos**

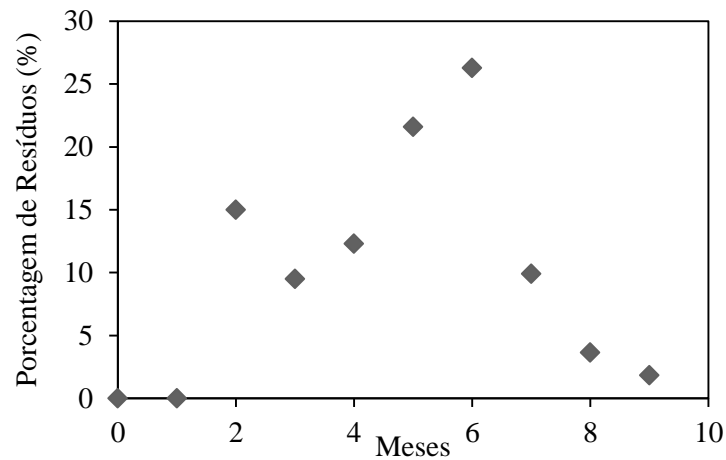
Para facilitar a quantificação, os resíduos foram separados em dois grupos: aqueles oriundos do cultivo do tomate, ou seja, originados dentro das estufas, e aqueles que não tiveram relação direta com o cultivo, ou seja, aqueles gerados fora das estufas.

#### **5.1.1 Resíduos gerados dentro das estufas**

Uma planta produzia durante todo o seu ciclo produtivo a quantidade de 6,86 quilogramas de brotos e folhas. Por dia, este valor era de 190 gramas por planta.

Na Figura 11 é apresentada a variação em porcentagem dos brotos e folhas produzidos por uma planta em 9 meses.

Figura 11 - Variação da geração de resíduos (brotos e folhas) de uma planta em um período de 9 meses.



Fonte: Do Autor (2019).

Segundo o agrônomo da propriedade, as plantas produzem mais brotos e folhas quando estão no processo produtivo, entre 4 e 7 meses, o que pôde ser observado na quantificação destes resíduos.

Os outros resíduos foram mais simples de quantificar. A média de água drenada por planta foi de 1,1 litro por dia; o peso médio de uma planta foi de 3 kg, a quantidade gasta de fitilho por planta foi de 20 gramas, o peso médio de um vaso com substrato foi de 0,650 kg.

Para melhor visualização, a Tabela 1 relaciona a quantificação diária, mensal e anual dos resíduos do cultivo do tomate nas estufas bem como a composição principal do resíduo e a classificação dos resíduos sólidos segundo a NBR 10004/2004.

Tabela1 - Composição principal, frequência de geração e quantidade gerada de resíduos nas estufas da propriedade estudada.

Resíduos	Classe	Composição principal	Frequência de geração	Quantidade gerada (kg)			
				Planta	dia	mês	ano
Brotos e folhas	II - A	Nitrogênio, água	Diária	0,19	1.860	37193	446.314
Plantas velhas	II - A	Nitrogênio, Carbono	Mensal	3,0	–	29.267	351.203
Fitolho	II - A	Plástico	Mensal	0,02	–	390	4683
Frutos de descarte	II - A	Nitrogênio, água	Diária	7,5	49	988	11852
Substrato	II - A	Fibra de coco, carbono	Mensal	0,65	–	3.171	38.047
Água residuária de drenagem dos vasos (m <sup>3</sup> )	-	Nutrientes, patógenos, sólidos grosseiros (frutos e folhas), SS, DBO	Diária	0,001	75	2.250	27.000

Fonte: Do autor (2019).

### 5.1.2 Resíduos gerados fora das estufas

Na Tabela 2 é apresentada a composição gravimétrica (kg) e a composição volumétrica (L) dos resíduos gerados no escritório, dormitório, cozinha e residencias, enquanto na Tabela 3 são elencados os resíduos que não tem relação direta com o cultivo do tomate, ou seja, aqueles gerados fora das estufas.

Tabela 2 - Composição gravimétrica e volumétrica dos resíduos sólidos da cozinha, dormitórios, residências e escritório gerados na propriedade estudada.

Resíduos	Característica	Fonte				Total
		Escritório	Dormitório	Cozinha	Residências	
Plástico	Volume (L)	9,0	26,3	22,0	56,0	113,3
	Massa (kg)	0,0	0,3	0,6	0,3	1,3
Papel	Volume (L)	3,0	24,9	0,5	14,0	42,4
	Massa (kg)	0,0	0,7	0,0	0,2	1,0
Orgânico	Volume (L)	1,0	1,3	1,0	7,0	10,3
	Massa (kg)	0,6	0,8	0,7	5,0	7,1
Rejeitos	Volume (L)	1,0	1,3	10,0	10,5	22,8
	Massa (kg)	0,0	0,6	0,6	0,4	1,6

Fonte: Do autor (2019).

Tabela 3 - Composição principal, frequência de geração e quantidade gerada de resíduos fora das estufas da propriedade estudada.

Resíduos	Classe	Composição principal	Frequência de geração	Quantidade gerada		
				dia	mês	ano
Plástico de coberturas das estufas e canaletas, ráfia, mulch, tela antiafídeo, tubos, conexões (m <sup>3</sup> )	II - A	Plástico	Anual (Manutenções)	–	–	30
Embalagem de substrato (kg)	II - A	Plástico	Mensal	–	91	1.092
Fruto de descarte ( <i>Packing house</i> ) (kg)	II - A	Nitrogênio, água	Diária	110	2200	26.400
Água residuária de lavagem dos EPI's (m <sup>3</sup> )	-	Água, agroquímicos	Diária	0,05	1	12
Óleo (m <sup>3</sup> )	I	Óleos e graxas	Anual	–		0,5
Embalagens de defensivos (kg)	I	Plástico, residual de agroquímicos	Diária	1,11	22,1	265,2
Resíduo Sólido Doméstico Orgânico (kg)	II - A	Sobras de Alimento	Diária	7,1	213,3	2.559,6
Resíduo Sólido Doméstico Reciclável (kg)	II - A II - B	Papel, plástico, papelão, vidros	Diária	3,9	115,90	1.391,2
Esgoto Doméstico (m <sup>3</sup> )	-	Material orgânico, inorgânico, gorduras	Diária	13,3	401,5	4818,2

Fonte: Do autor (2019).

## 5.2 Proposição de melhorias

### 5.2.1 Resíduos sólidos: Compostagem em leiras estáticas com a aeração passiva

A compostagem em leiras estáticas com aeração passiva consiste em um método em que não há revolvimento das leiras, ou seja, a oxigenação ocorre naturalmente por convecção: o ar quente escapa pelo topo da leira enquanto o ar frio é succionado pela base (MANUAL DE ORIENTAÇÃO – BRASIL, 2017).

A escolha desta metodologia para o tratamento dos resíduos vegetais e orgânicos da propriedade foi pelo fato do manejo ser simplificado, não exigir equipamentos mecanizados além da remoção de patógenos ser eficiente, pois alcança temperaturas termofílicas (SILVA et al., 2017). Além disso, os resíduos gerados na propriedade possuem altos teores de água, nitrogênio e carbono: elementos essenciais para realização da compostagem (PEREIRA NETO, 2007). A Tabela 4 relaciona os resíduos da propriedade a serem utilizados na compostagem bem como suas composições principais.

Tabela 4 - Característica dos resíduos a serem utilizados na compostagem.

Resíduos	Composição principal	Quantidade (kg)	Peso específico (kg m <sup>-3</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )
Broto e folha (diário)	Nitrogênio, água	1.860	74	25
Planta velha envolvida com fitilho (mensal)	Nitrogênio, Carbono	29.267	-	-
Fruto descarte (diário)	Nitrogênio, água	159	950*	0,17
Substrato (mensal)	Carbono	3.170	90	35
Sobras de alimento (diário)	Macro e micro nutrientes, água	7	690	0,01

\*Peso específico do tomate de acordo com Ferreira et al. (2010).

Fonte: Do autor (2019).

A fim de seguir as medidas de Controle Ambiental da resolução CONAMA nº 481/2017, atentou-se aos seguintes aspectos:

- Sinalização e isolamento da área;
- Instalação de um sistema de drenagem dos lixiviados e percolados;
- Impermeabilização do solo.

A resolução diz ainda que é necessário prever um local para recepção dos resíduos para a compostagem, entretanto os mesmos serão dispostos nas leiras para compostagem no mesmo dia em que forem gerados. Além disso, o período de tempo e temperatura necessários para higienização dos resíduos sólidos em sistemas fechados é de 60°C ou mais e um tempo de três dias. E, a metodologia de compostagem utilizada respeita este intervalo.

A proposta foi realizar a compostagem no mesmo lugar onde é realizada a disposição dos resíduos vegetais.

Em relação ao sistema de drenagem, no centro da leira é feito uma abertura com 70 cm de largura e profundidade suficiente para instalar um tubo de drenagem que deve ser forrado com brita e envolvido com manta permeável. Completa-se a abertura com brita e em seguida uma fina camada de solo. Através deste sistema, o percolado e o lixiviado são enviados para uma caixa coletora de alvenaria a fim de evitar a contaminação do solo e água subterrânea.

O material recolhido pelas caixas poderá ser reaplicado nas leiras de fase inicial funcionando como um bioativador, pois será rico em substâncias húmicas que aceleram a compostagem.

Algumas medidas como controle diário da umidade, pH e temperatura devem ser respeitadas para que não ocorra produção de compostos organo-sulfurados, responsáveis pelo mal cheiro (SILVA et al., 2017).

A construção das leiras, do sistema de drenagem, e as técnicas de manejo a seguir foram elaborados tomando por base o Manual de Orientação do MMA.

Levando em consideração a quantidade de resíduos gerados por dia, de aproximadamente 2000 kg, como também seus pesos específicos, calculou-se as dimensões das leiras: 2 metros de largura por 20 metros de comprimento por 1,5 metros de altura, formato retangular semelhante à Figura 12.

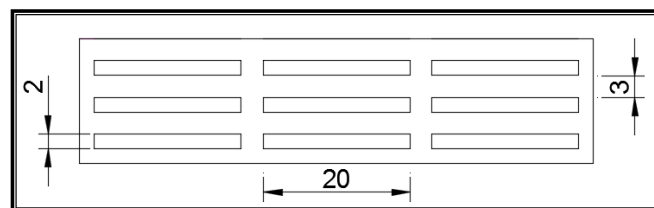
Figura 12 - Pátio de compostagem de resíduos de feiras e podas em SP.



Fonte: MMA (2017)

Existirão 13 baterias compostas por 9 leiras, totalizando 117 leiras. A Figura 13 mostra o esquema de uma bateria de leiras.

Figura 13 - Esquema de uma bateria de leiras proposta para compostagem dos resíduos orgânicos gerado na propriedade estudada.



Fonte: Do autor (2019).

A primeira bateria receberá resíduos por 1,5 semanas sendo que ao final da compostagem, cada leira terá  $60 \text{ m}^3$  de composto. Ao final de 130 dias a primeira bateria de leiras estará pronta. Ou seja, cada bateria terá  $540 \text{ m}^3$  de composto pronto.

Para 1 parte em volume de resíduo úmido serão usadas 2 partes em volume de substrato e palha. A empresa é produtora de milho podendo disponibilizar a palha para ser utilizada na compostagem da propriedade.

A construção da leira se inicia com as paredes de palha com espessura de até 50 cm. A base da leira será formada pelas plantas velhas secas envolvidas com fitilho para criar um local de fácil entrada de ar. Depois, será feito um leito com o substrato e a palha. Serão adicionados os resíduos orgânicos úmidos: brotos, folhas, tomate, resíduos orgânicos das instalações que serão cobertos com substrato (matéria seca). Na sequência cobre-se o material

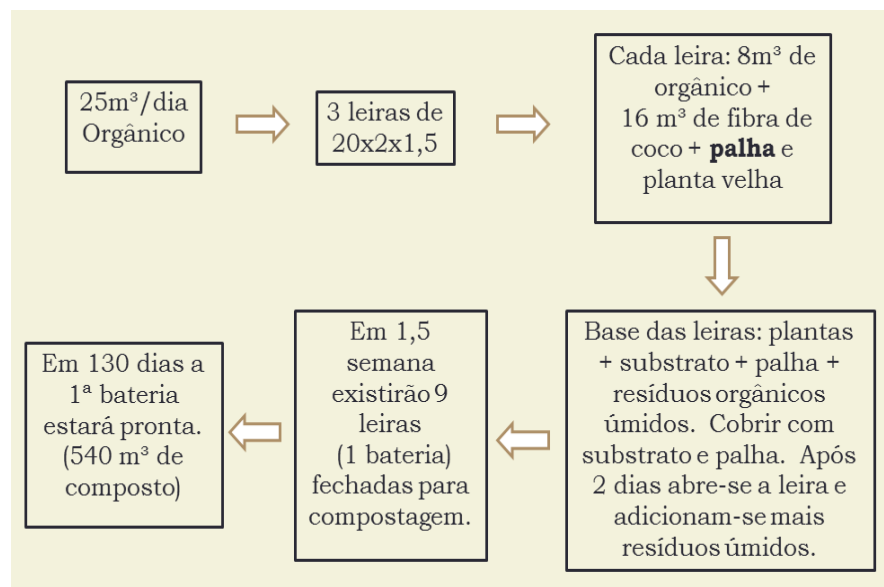


seco com palha cuja função é formar uma proteção e uma barreira física contra a proliferação de moscas e diminuição da perda de água por evaporação.

Após 48 horas, para construção da mais uma camada, a palha da parte superior será transformada em parede lateral. Abre-se a cobertura de palha, mistura-se o substrato com o material orgânico anterior, adicionam-se os resíduos frescos, misturando tudo novamente, cobre-se o material misturado com substrato e folhas secas, refaz-se a cobertura da leira com uma nova camada de palha e espera-se 48 horas.

Os resíduos orgânicos do dia, ou seja, brotos, folhas, e sobras de alimento serão divididos em três partes para três leiras. Como a geração diária é de aproximadamente 25 m<sup>3</sup>, então cada leira receberá cerca de 8 m<sup>3</sup>. Essas leiras serão fechadas, como já explicado anteriormente, e reabertas após dois dias para adição de mais uma quantidade de resíduos. No dia seguinte, outras três leiras receberão os resíduos do dia que serão divididos igualmente para as três. Este processo irá se repetir por uma semana e meia até que cada trio de leiras seja aberto três vezes. Este processo é necessário ser seguido para que a altura das leiras não ultrapasse o valor máximo de 1,5 metros. A Figura 14 apresenta de manejo das leiras de compostagem

Figura 14 – Esquema do manejo das leiras de compostagem



Fonte: Do autor (2019)

Vale ressaltar que as plantas utilizadas são totalmente envolvidas com o fitilho, então a proposta é, estando o composto pronto, realizar o peneiramento deste composto, remover o fitilho e destiná-lo de forma correta. Além disso, a quantidade de substrato que é descartada

não é suficiente para a compostagem. Porém, há muita quantidade deste resíduo estocada, suficiente para realizar a compostagem.

Um estudo feito por Lima et al. (2017) comprova que é necessária a impermeabilização do solo para evitar a contaminação de águas subterrâneas devido à lixiviação do nitrato.

Caso seja utilizada a compactação do solo como opção de impermeabilização, os custos com implantação do pátio diminuiriam facilitando e viabilizando a instalação.

### **5.2.2 Brotos, folhas e frutos praguejados: Alimentação de Ruminantes**

Outra proposta para os resíduos vegetais e frutos de descarte seria a venda para fazendas de gado de leite ou de corte. A quantidade média gerada diariamente é de quase duas toneladas suficiente para misturar no trato dos ruminantes, pois são resíduos nutritivos, e espera-se que isentos de agroquímicos já que a carência dos defensivos é respeitada. Em contrapartida, esta opção não traria tanto retorno para a propriedade quando comparado com a compostagem a qual fornece o composto como produto final.

Gonçalves, Borges e Ferreira (2009) apresentam que a utilização de resíduos agroindustriais para alimentação de gado de leite tem se mostrado viável economicamente e ambientalmente. Como exemplo, tem-se o reaproveitamento dos resíduos da cervejaria, resíduos de processamento de frutas ou resíduos do processamento do algodão (caroço do algodão).

Segundo Prado et al. (2003) a alimentação para o gado de confinamento é o fator que mais onera a atividade pelo fato do custo deste insumo ser alto. Nesse sentido a oferta de resíduos da produção do tomate seria um atrativo para estes produtores, pois o custo seria menor em relação àqueles tradicionalmente utilizados.

### **5.2.3 Água residuária de drenagem dos vasos: Ozonização**

Espera-se que a água de drenagem dos vasos seja composta pelos microrganismos patogênicos que acometem as plantas; resquícios de agroquímicos, fragmentos de folhas e brotos, sementes e tomates oriundos da colheita e limpeza que caem nas canaletas e são escoados em conjunto com a água para ao reservatório e, principalmente, pelos nutrientes minerais utilizados na fertirrigação necessários para o crescimento da planta que segundo Carrijo et al. (2004) são: nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, cloro, etc.

Dentre os patógenos mais comuns do tomate destacam-se os fungos, bactérias, nematoides (vermes que possuem o corpo em formato cilíndrico) e os vírus (CHARCHAR, 2000).

Caso a água de drenagem seja despejada diretamente no solo sem o devido tratamento pode ocorrer a salinização do solo ou o carregamento de elementos para o lençol freático mediante percolação, caso seja um local com elevado índice pluviométrico (PEDROTTI et al., 2015). Nesse sentido é possível que haja contaminação dos poços artesianos da fazenda ou dos poços vizinhos.

Para o seu aproveitamento, a técnica de tratamento da água de drenagem precisava ser rápida, eficiente quanto à remoção de patógenos e que não demandasse grandes áreas. Além disso, a presença destes organismos na irrigação de hortaliças favorece a manutenção dos ciclos de doenças veiculadas pela água (SOARES, 2007).

A escolha pelo tratamento com ozônio foi pelo fato de ser uma das técnicas com bom desempenho em inativar esporos e cistos. Outras vantagens merecem destaque: aumento da oxigenação da água tratada, fator importante na irrigação do tomate; curto tempo de contato com o efluente e não geração de residual (SOARES, 2007).

O ozônio é produzido no próprio local de tratamento facilitando o armazenamento bem como o manuseio.

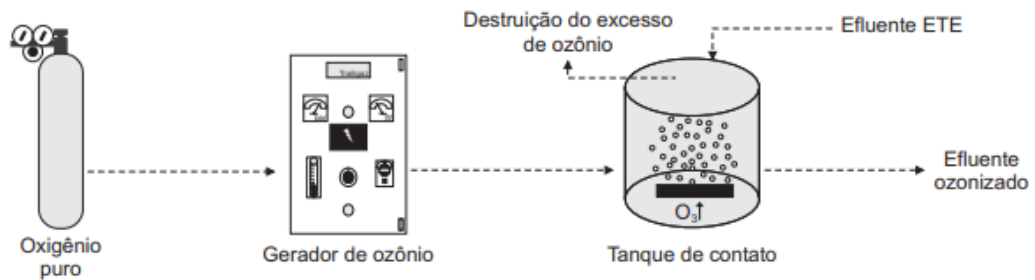
A ozonização favorece a floculação e coagulação da água em tratamento, bem como formação de alguns precipitados químicos (LAPOLLI et al., 2003), por isso pode ser necessário um processo de filtração após o tratamento. Além disso, não é econômica para efluentes com muitos sólidos suspensos (SS) e elevada demanda biológica de oxigênio (DBO), pois provoca um consumo de Ozônio desnecessário. Por isso a prévia análise físico-química do efluente é importante para definição do melhor tratamento preliminar.

Ayed et al. (2017) apontam que o pré-tratamento aeróbio melhora a oxidação posterior do ozônio e remove a maior parte de matéria orgânica biodegradável. Nesse sentido, supõe-se que o reservatório que retém a água de drenagem da propriedade pode funcionar como uma lagoa de tratamento secundário, removendo certa quantidade de DBO e os SS, desde que respeitando as condições de manejo das lagoas de tratamento secundário. Além disso, a instalação de aeradores na lagoa aumentaria a eficiência na remoção da matéria orgânica. A montante da lagoa poderia ser inserido um medidor de vazão, tipo calha Parshal e instalação de peneiras finas para remover sólidos grosseiros

As etapas de um sistema de ozonização incluem: armazenagem (oxigênio), geração do ozônio, dosagem, tanque de contato, destruição do ozônio excedente e disposição final. A

geração de ozônio através de  $O_2$  líquido é mais barata do que produzir o  $O_2$  puro a partir do ar. O esquema representado pela Figura 15 mostra o sistema de geração de  $O_3$  a partir do oxigênio. (LAPOLLI et al., 2003 )

Figura 15 - Processo simplificado da ozonização



Fonte: Lapolli et al. (2003)

O mecanismo de desinfecção do ozônio inclui: destruição parcial ou total da parede celular, levando à lise das células dos microrganismos; reações com radicais livres (peróxido de hidrogênio e íon hidroxila) da decomposição do ozônio e danos a constituintes do material genético. (LAPOLLI et al., 2003 )

Como o objetivo é a desinfecção, a dose de ozônio vai depender do patógeno mais resistente. Observa-se o produto CT (concentração C, em  $mg L^{-1}$ , de ozônio residual na água a ser mantida em um determinado tempo T, em min). O fator CT deve ser referenciado ao microrganismo mais resistente. Assim, para cada organismo há vários valores para o produto CT, sendo cada um associado a uma razão de inativação de 1, 2, 3 ou 4 unidades logarítmicas. Geralmente, adota-se como valor de referência o fator CT associado a 4 unidades logarítmicas (LAPOLLI et al., 2003).

Segundo Martins e Quinta-Ferreira (2014), a ozonização como escolha para o tratamento de efluentes agroindustriais é uma tecnologia relevante para alcançar resultados efetivos quando comparado às metodologias biológicas tradicionais, mesmo tendo um custo de implantação alto.

#### 5.2.4 Água de drenagem dos vasos: Desinfecção solar (SODIS)

SODIS, *solar water disinfection*, é um sistema de desinfecção por meio das ondas eletromagnéticas provenientes da energia que o sol emite. A energia incidente lesa o DNA das

células, pois rompe as ligações de hidrogênio das bases nitrogenadas (QUELUZ; ALVES; SANCHÉZ-ROMÁN, 2014).

A luz solar tem efeitos germicidas, pois proporciona tanto radiação ultravioleta quanto o infravermelho. O efeito combinado de temperaturas de 50-60° e radiações na faixa UVA e UVB do SODIS inativam microrganismos entéricos (SOBSEY; BARTRAM, 2002 apud DAMASCENO, 2015).

Uma forma de aplicação da SODIS é utilizar meios que intensifiquem a radiação solar, por exemplo, utilização de materiais com superfícies escuras e refletivas, com maior área de exposição e menor espessura. (SCIACCA et al., 2010 apud QUELUZ; ALVES; SANCHÉZ – ROMÁN, 2014)

Um estudo feito por Damasceno (2015) constatou que temperaturas de 60 graus e em um período mínimo de 15 minutos foram suficientes para eliminar bactérias (*Escherichia coli* e coliformes totais).

Este processo de desinfecção é eficiente para remoção de bactérias e vírus, mas cistos de protozoários e ovos de helmintos (vermes) são mais resistentes. No caso da cultura do tomate, é importante salientar que os nematoides, um dos patógenos da hortícola, são uma classe do filo helmintos, um tipo de verme que precisa de maiores cuidados quanto à desinfecção, principalmente com relação aos seus ovos (GONÇALVES et al., 2003) visto que a água é um dos principais veículos de disseminação dos nematoides para áreas não infestadas (EMBRAPA, 1999).

Semelhante ao tratamento anterior, a presença de SS e DBO altera os resultados de desinfecção, pois funcionam como uma proteção à incidência solar sobre os microrganismos.

Um aspecto negativo deste tratamento é que os microrganismos podem recuperar lesões causadas de fontes externas e reativarem-se, por isso é necessário promover uma dose de radiação alta (GONÇALVES et al., 2003) que neste caso está relacionado a um maior tempo de exposição à energia solar.

Uma alternativa para realizar a desinfecção do efluente seria a utilização de um coletor solar para aquecer o efluente e realizar a desinfecção. Os coletores são um tipo de trocador de calor que transforma a energia solar em calor. Luna (2016) através de uma pesquisa bibliográfica utilizou em seu trabalho coletores não convencionais, ou seja, de baixo custo.

Estes trocadores de calor eram mangueiras plásticas de polietileno, dispostas em espiral que possuíam uma superfície escura e material pouco espesso. Esta seria uma alternativa bem mais em conta que a ozonização no aspecto desinfecção.

Uma outra alternativa de coletor solar são concentradores parabólicos compostos que possuem uma superfície refletora projetada para otimizar a coleta de radiação solar, como observado por Bichai, Polo-López e Ibañez (2012). Estes mesmos autores concluíram que dentre as técnicas existentes de desinfecção, a SODIS apresenta-se como um meio potencial para melhorar a qualidade microbiana de águas residuárias usadas para irrigação de culturas comestíveis além de oferecer um sistema de tratamento acessível a agricultores que produzem a nível familiar.

Vale ressaltar que os trabalhos relacionados ao tratamento por desinfecção solar apresentam apenas escalas pilotos para o tratamento dos efluentes. Pelo fato da vazão do efluente de drenagem da produção do tomate ser alta, é necessário buscar melhorias para viabilizar o uso da SODIS.

Considera-se que tratamentos preliminares semelhantes aos da ozonização seriam necessários para remoção de sólidos grosseiros, DBO e SS cujos valores podem estar altos e nesse caso a análise físico – química do efluente é imprescindível ser realizada para a escolha do melhor tratamento.

### **5.3 Propostas gerais**

#### **5.3.1 Reaproveitamento da água de limpeza das estufas**

A água residuária da higienização do teto das estufas é constituída basicamente de partículas finas de solo (poeira). Para a limpeza dos tetos gastam-se  $1.195 \text{ m}^3 \text{ ano}^{-1}$ .

A proposta para esta água residuária foi reaproveitá-la para irrigar as estradas, pois é um processo realizado diariamente na época da seca além de recarregar o lençol freático. Para isso, aconselhou-se dispor a água de lavagem das estufas em reservatório situado em um nível inferior ao das estufas e bombeá-lo para o caminhão pipa para molhar as estradas. A Tabela 5 evidencia a redução no consumo de água para molhar as estradas com o reaproveitamento da água de limpeza das estufas.

Tabela 5 - Redução do consumo de água para molhar as estradas com o reúso da água de limpeza das estufas na propriedade estudada.

Usos da água	julho - agosto	julho - agosto - setembro
Consumo de água para limpeza de estufas e estradas (m <sup>3</sup> )	2.695	3.445
Consumo de água para limpeza de estufas e irrigação das estradas com o reúso (m <sup>3</sup> )	1.500	2.250
Redução do consumo de água com o reúso	44%	35%

Fonte: Do autor (2019).

### 5.3.2 Tratamento do Esgoto doméstico

O armazenamento do esgoto doméstico da propriedade era feito em tanque séptico, porém o lodo retirado da limpeza era despejado diretamente no solo sem nenhum cuidado.

#### 1) Aproveitamento na plantação de milho

Segundo a organização mundial da saúde (WHO, 2006) o uso de esgoto para irrigação de áreas restritas (plantação de milho) deve ser de  $10^4$  Coliformes Termotolerantes (CT) 100 ml<sup>-1</sup>. Colares e Sandri (2013) avaliaram a eficiência de remoção de diversos parâmetros após o tratamento do esgoto doméstico em tanque séptico em que a taxa de remoção para CT encontrada não atende ao parâmetro que a OMS preconiza.

A proposta é utilizar o esgoto tratado nos tanques para irrigação do milho cultivado para fins não comestíveis ou realizar um pós tratamento ao tanque séptico, por exemplo um filtro anaeróbio para irrigação do milho para fins comestíveis.

Os filtros anaeróbios são constituídos basicamente de um meio suporte por onde o efluente permeia ocorrendo o tratamento. Após o filtro o esgoto tratado poderia ser utilizado em toda a plantação de milho (para fins comestíveis e não comestíveis) que segundo a NBR 13.969 (1997) é possível, desde que se interrompa a irrigação por pelo menos 10 dias antes da colheita além da concentração de coliformes termotolerantes ser menor que 5.000 NMP (número mais provável) 100 mL<sup>-1</sup>. Ou seja, uma análise do efluente tratado no filtro anaeróbio

deveria ser realizada para atentar aos parâmetros de utilização na irrigação segundo a OMS como também a NBR 13.969.

## 2) Construção de valas de infiltração

As valas de infiltração são valas escavadas no solo, destinadas à depuração e disposição final do esgoto na subsuperfície do solo sob condição essencialmente aeróbia, contendo tubulação de distribuição e meios de filtração no seu interior. Na Tabela 6 estão elencadas as faixas prováveis de remoção com tanque séptico como pré tratamento (NBR 13.969) (ABNT, 1997).

Tabela 6 - Porcentagem de eficiência da vala de infiltração com tanque séptico como pré – tratamento.

Variável	Remoção (em %)
DBO	50 a 80
DQO	40 a 75
Sólidos Sedimentáveis	100
N amoniacal	50 a 80
Nitrato	30 a 70
Fosfato	30 a 70
Coliformes Fecais	99 ou mais

Fonte: ABNT (1997).

### 5.3.3 Envio dos resíduos recicláveis para associações de catadores locais

A Propriedade pode enviar os resíduos recicláveis para a Associação de Catadores da cidade. No local do estágio a proposta foi enviar a cada 15 dias, pois a área de armazenagem não comportava os resíduos de um mês.

A própria empresa leva os rejeitos para o aterro sanitário, então a entrega dos recicláveis na associação de catadores poderia ser no mesmo dia. Além disso, a propriedade teria menores gastos com a entrega dos resíduos recicláveis para a associação de catadores visto que a empresa que recolhia os resíduos da propriedade cobrava pelo serviço de coleta dos recicláveis.

### 5.3.4 Redução das categorias dos custos dos resíduos sólidos



A propriedade possuía 4 postos de coleta com 5 recipientes de 200 L classificados em papel, vidro, plástico, metal e orgânico. Os materiais não eram separados corretamente tanto no local onde era gerado, quanto no local em que era armazenado temporariamente, ou seja, nos postos de coleta e na guarita.

A proposta foi reduzir a quantidade de cestos para “orgânico”, “reciclável” e “rejeito” passando a existir 6 postos de coleta com três categorias. Esta separação valoriza os resíduos recicláveis evitando sua contaminação com os resíduos úmidos. Um estudo realizado por Carvalho (2015) evidenciou que é necessário descrever tanto por escrita quanto por ilustrações os tipos de materiais que podem ser depositados nas três categorias. Além disso, espera-se que haja menos confusão com os três compartimentos apenas.

Um posto pode ser inserido ao lado do escritório, pois é um dos locais de maior circulação de pessoas durante o dia. Com a nova separação, sobrarão dois latões. Estes poderão ser classificados como reciclável e adicionados a outros dois postos que recebam maiores quantidades de resíduos durante o dia, ou seja, dois postos terão dois latões de reciclável para atender à demanda de resíduos gerados. As novas cores e categorias dos latões devem ser as seguintes:

- Verde: “Reciclável”
- Marrom: “Orgânico”
- Cinza: “Rejeito”

### **5.3.5 Realocação dos cestos dos resíduos sólidos domésticos**

Não havia separação dos resíduos no escritório. Eram coletados e dispostos na área de resíduos domésticos e dispostos em aterro sanitário.

A proposta foi inserir dentro do escritório, na copa, duas lixeiras menores e nomeá-las “Orgânico” e “Rejeito”. A lixeira que ficava do lado de fora do escritório deveria ser colocada na copa, para os resíduos recicláveis. O porta-copos que ficava do lado de fora do escritório seria realocado para a copa.

Para os resíduos da cozinha, a proposta era dispor em “rejeitos” os sacos plásticos com sobras de alimentos a fim de evitar sujar os materiais recicláveis. Uma lixeira menor para os “rejeitos” e outra maior para resíduos orgânicos.

O cesto de 90 litros que ficava na copa do escritório deveria ser encaminhado para os dormitórios para depósito dos recicláveis, pois a geração neste local era maior. Outras duas lixeiras menores deveriam ser inseridas e nomeadas: “orgânico” e “rejeito”.

Na porta de cada estufa existia uma bombona nomeada “luvas e plásticos”, porém as luvas são descartáveis ao passo que plásticos são recicláveis. A proposta foi inserir um cesto menor para luvas, já que a geração era pequena e dispor nas bombonas os plásticos.

### **5.3.6 Educação Ambiental quanto à separação dos resíduos**

Foi elaborada uma cartilha informativa com uma listagem dos principais resíduos classificados como rejeito, reciclável e orgânico (Apêndice A). Uma delas deveria ser fixada no mural principal da propriedade, onde todos os funcionários transitam ao menos três vezes ao dia onde existia o controle do ponto. Outras três para anexar na cozinha, dormitório e refeitório, locais em que há maior circulação de pessoas e maiores gerações destes resíduos.

Outra proposta relacionada à educação ambiental seria inserir manchetes sobre a correta separação dos resíduos no televisor da propriedade que situava-se no local onde a maioria dos funcionários ficava no horário do almoço. Demonstrar a importância em reduzir a geração dos resíduos, realizar a reciclagem e reutilização dos resíduos dentre outros aspectos relacionados à preocupação com o meio ambiente mostra-se eficaz quando apresentadas de forma frequente e contínua.

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Dentre os resíduos gerados na propriedade, os brotos, as folhas e o efluente drenado dos vasos no cultivo do tomateiro eram gerados em maior quantidade sendo que não havia tratamento adequado para eles. A compostagem dos resíduos sólidos orgânicos é uma solução viável para o tratamento destes resíduos uma vez que o composto pode ser utilizado como substrato no plantio do tomate nos vasos.

O efluente drenado dos vasos também poderia ser reutilizado na fertirrigação após a desinfecção cuja técnica de tratamento deve ser alinhada à realidade da propriedade, pois existem processos de alto custo, como a ozonização, ou tratamentos mais em conta como a desinfecção solar que necessita de maiores estudos quanto à instalação do sistema.

A propriedade realizava o correto manejo dos resíduos dos agroquímicos: as embalagens eram devolvidas à empresa que os fornecia e a água residuária proveniente da tríplex lavagem bem como as sobras de defensivos eram dispostos em um tanque de contenção.

As embalagens e sobras de óleo usado nas máquinas agrícolas também eram destinados corretamente, todo ano uma empresa responsável recolhia.

Havia postos de coleta de resíduos sólidos distribuídos pela propriedade. Entretanto existia uma confusão por parte dos funcionários em realizar a correta segregação. Espera-se que a utilização de apenas três categorias de resíduos (orgânico, reciclável e rejeito) possa melhorar o processo de separação destes.

A reutilização da água de limpeza das estufas para molhar as estradas também é válida visto que reduziria o consumo da água.

O esgoto doméstico recebia o tratamento em tanque séptico, porém o lodo proveniente dos tanques era disposto diretamente no solo. Uma análise do lodo dos tanques seria necessária para adequar um tipo pós tratamento para a utilização nas plantações de milho ou para disposição final na subsuperfície do solo.

As sobras de materiais oriundos de manutenções das estufas eram enviadas para a reciclagem e os rejeitos para o aterro sanitário da cidade. Ofertar os resíduos recicláveis às associações ou cooperativas de catadores locais é imprescindível para a gestão integrada dos resíduos sólidos, pois esses desempenham um papel fundamental na implementação da Política Nacional dos Resíduos Sólidos.

Nota-se que em muitos segmentos produtivos, não se sabe quais e quantos resíduos são gerados. Neste caso, a confecção de um plano de manejo de resíduos é essencial para orientar os produtores sobre erros e acertos quanto ao manejo atual dos resíduos e auxiliá-los na escolha da melhor proposta de tratamento que nem sempre será a mais cara ou a mais tecnológica.

## REFERÊNCIAS

ADREOLLI, T. P.; LIMA, V. A.; PREARO, L. C. A (in)eficácia dos selos verdes sobre o comportamento dos consumidores: um estudo experimental. **Revista Eletrônica de Ciência Administrativa**, v.16, n.1, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 10004**: Resíduos sólidos – Classificação, Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT.. **NBR 13.969**: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997.

AYED, L. et al. Advanced oxidation process and biological treatments for table olive processing wastewaters: constraints and a novel approach to integrated recycling process: a review. **Biodegradation**, v.28, p.125-138, 2017

BICHAI, F.; POLO-LÓPEZ, M. I.; IBAÑEZ, P. F. Solar disinfection of wastewater to reduce contamination of lettuce crops by *Escherichia coli* in reclaimed water irrigation. **Water Research**, v46, p.6040-6050.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 481, de 03 de outubro de 2017. Estabelece critérios e procedimentos para garantir o controle e a qualidade ambiental do processo de compostagem de resíduos orgânicos, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=728>> Acesso em: 7 nov. 2019.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005 Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>> Acesso em 8 nov 2019.

BRASIL. Lei nº 12.305, 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>> Acesso em: 7 nov.2019.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm)> Acesso em: 7 nov. 2019.

CAMARGO FILHO, W. P. de; CAMARGO, F. P. de. Evolução da comercialização e das principais hortaliças no Brasil e no mundo, 1970 a 2015. **Informações econômicas**, São Paulo, v. 47, n. 3, 2017.

CARRIJO, O. A. et al. Fertirrigação de hortaliças. **Embrapa**, Brasília: **Embrapa**., 2004.

CARVALHO, F. C. de. **Análise da coleta seletiva em um campus universitário: a percepção ambiental dos discentes na Universidade Federal de Lavras.** Dissertação (Mestrado em Gestão de Resíduos e Efluentes) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.

CARVALHO, L.A.; TESSARIOLI NETO, J. Produtividade de tomate em ambiente protegido, em função do espaçamento e número de ramos por planta. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.4, p.986-989, 2005.

CENTRO DE ESTUDOS E PROMOÇÃO DA AGRICULTURA DE GRUPO (Cepagro). **Compostagem doméstica, comunitária e institucional de resíduos orgânicos: Manual de Orientação**. Brasília: Cepagro., 2017.

CHARCHAR, J. M. Nematoides em hortaliças. **Circular técnica – Embrapa Hortaliças**, 2000 (circular técnica) Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/768139/1/CNPDOCUMENTOS18NEMATOIDESEMHORTALICAS.pdf>> Acesso em: 8 nov. 2019.

CNA - Confederação Nacional da Agricultura. **Balanco e perspectivas**. Disponível em <[https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/hortalicas\\_balanco\\_2017.pdf](https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/hortalicas_balanco_2017.pdf)> Acesso em: 30 set. 2019.

COLARES, C. J. G.; SANDRI, D. Eficiência do tratamento de esgoto com tanques sépticos seguidos de leitos cultivados com diferentes meios de suporte. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 8, n.1, 2013.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Boletim hortigranjeiro**. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento CONAB, v.5, n.11, 64 p., 2019.

COSTA, E. et al. Ambientes e substratos na formação de mudas e produção de frutos de cultivares de tomate cereja. **Horticultura Brasileira**, v.33, n.1, 2015.

DAMASCENO, A. P. A. B. **Desinfecção de águas servidas através de tratamento térmico utilizando coletor solar**. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo – Escola superior de Agricultura “Luiz Queiróz”, Piracicaba, 2015.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária. **Compostagem de Resíduos Orgânicos para uso na Agricultura**, 2005. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/129/compostagem-de-residuos-organicos-para-uso-na-agricultura>> Acesso em: 5 nov. 2019.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>> Acesso em : 2 de out. 2019.

FAPESC e SILVA, B. M. da. et al. **Crítérios técnicos para elaboração de projeto, operação e monitoramento de pátios de compostagem de pequeno porte**,. 2017.

FERREIRA, S. M. R. et al. Qualidade pós-colheita do tomate de mesa convencional e orgânico. **Ciênc. Tecnol. Aliment**, Campinas, v ol.30, n.4, 2010.

GLOBO RURAL. **Tomates são cultivados em estufas no Sul do Rio de Janeiro**, 2014. Disponível em: <<https://globoplay.globo.com/v/3743342/>> Acesso em: 4 nov. 2019

GONÇALVES, L. A.; BORGES, I.; FERREIRA, P. D. S (Editores) **Alimentos para gado de Leite**. Belo Horizonte: Ed. FEPMVZ, 2009.

GONÇALVES, R. F. Desinfecção por Radiação Ultravioleta. In: GONÇALVES, R. F. (Coord) **Desinfecção de efluentes sanitários, remoção de organismos patogênicos e**

**substâncias nocivas. Aplicações para fins produtivos como agricultura, aquicultura e hidroponia**, São PauloVitória: Ed. RiMa, 2003.

GOOGLE MAPS, 2019. Disponível em: < <https://www.google.com.br/maps> > Acesso em 29 ago. 2019.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE. Censo Agro 2017 – **Tomate Rasteiro – Industrial/ Brasil. Disponível em:** <[https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo\\_agro/resultadosagro/agricultura.html?localidade=0&tema=76529](https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo_agro/resultadosagro/agricultura.html?localidade=0&tema=76529)> Acesso em: 20 nov, 2019.

KOBORI, C. N.; JORGE, N. Caracterização dos óleos de algumas sementes de frutas como aproveitamento de resíduos agroindustriais. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v.29, n.5, p.1008-1014, 2005.

LAPOLLI, F. R. et al. Desinfecção de Efluentes Sanitários por Meio da Ozonização. In: GONÇALVES, R. F. (Coord) **Desinfecção de efluentes sanitários, remoção de organismos patógenos e substâncias nocivas. Aplicações para fins produtivos como agricultura, aquicultura e hidroponia**, VitóriaSão Paulo: Ed. RiMa, 2003.

LIMA, L. C. et al. Potencial de contaminação do solo após o processo de compostagem em pátio não impermeabilizado. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.25, n.04, p.298-3016, 2017.

LUNA, F. M. de. **Desenvolvimento e testes de um dessalinizador solar com pré – aquecimento de água**. Dissertação (Mestrado em Eenergias Rrenováveis) – Universidade Federal do Paraíba, João Pessoa, 2016.

MARTINS, R. C.; QUINTA-FERREIRA, R. M. A Review on the Applications of Ozonation for the Treatment of Real Agro-Industrial Wastewater. **Ozone: Science & Engineering**, p.3-35, 2014.

MELO, P. S. et al. Composição fenólica e antioxidante de resíduos agroindustriais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.6, p.1088-1093, 2011.

MELO, S.C.;VITTI, G. C. Influência de materiais orgânicos no desenvolvimento do tomateiro e nas características químicas do solo em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.3, p.452-458, 2002.

MONTEIRO, D. V. P.; CALANDRELLI, L. L.; ZAMONER, N. (Autores). ; RICHTER, A.N.; ARAÚJO, J. L.; CORREIA, M. A. (Colab.). Produção de tomate orgânico em cultivo protegido: Aspectos práticos e teóricos. **Centro Paranaense de Referência em Agroecologia**, Paraná, [ca. 2010].

NASCIMENTO FILHO, W. D. do; FRANCO, C. R. Avaliação do potencial dos resíduos produzidos através do processamento agroindustrial no Brasil. **Revista Virtual de Química**, v.7, n.6, 2015.

OLIVEIRA, E. A. G. de. **Desenvolvimento de substratos orgânicos, com base na vermicompostagem, para produção de mudas de hortaliças em cultivo protegido.** 2011. 65 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2011.

OLIVEIRA, F. de A. de. Manejos da fertirrigação e doses de N e K no cultivo de pimentão em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.17, n.11, p.1152–1159, 2013.

PEDROTTI, A. et al. Causas e consequências do processo de salinização dos solos. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v.19, n.2, 2015.

PEREIRA NETO, J. T. **Manual de compostagem, processo de baixo custo-** ed. rev. e aum. Viçosa: Ed. UFV, 2007.

PEREIRA, B. F. F. et al. Reclaimed wastewater: Effects on citrus nutrition. **Agricultural Water Management**, p.1828-1833, 2011

PEREIRA, R. A. et al. A compostagem como alternativa para a problemática dos resíduos agroindustriais no Sertão Paraibano. **Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**, v.8, n.1, p. 269-273, 2013.

PLANTFORT ESTUFAS AGRÍCOLAS, 2019. Disponível em <<https://plantfort.ind.br/modelos>> Acesso em: 4 nov. 2019.

PRADO, I. N. do. et al. Níveis de substituição da silagem de milho pela silagem de resíduo industrial de abacaxi sobre o desempenho de bovinos confinados. **R. Bras. Zootec.**,v.32, n.3, p.737-744, 2003.

PURQUERIO, L. F. V; TIVELLI, S. W. Manejo do ambiente em cultivo protegido. Campinas: IAC. Disponível em: <[http://www.iac.sp.gov.br/Tecnologias/MANEJO\\_cultivo\\_protegido/Man...](http://www.iac.sp.gov.br/Tecnologias/MANEJO_cultivo_protegido/Man...)> Acesso em: 5 nov.2019.

QUELUZ, J. G. T.; ALVES, T. R.;SÁNCHEZ-ROMÁN. Desinfecção solar: uma solução de baixo custo para o tratamento de águas residuárias. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, São Paulo, v.8, n. (3), p.199-208, 2014.

SANTORO, B. de L. et al. Monitoramento da distribuição de uma solução no solo via fertirrigação por gotejamento. **Irriga**, Botucatu, v.18, n. 3, p. 572 – 586, 2013.

SELENGUINI, A.; SENO, S.; FARIA JÚNIOR, M. J. de A. Híbridos de tomateiro industrial cultivados em ambiente protegido e campo aberto. **Científica**, Jaboticabal, v.35, n.1, p.80-87, 2007.

SILVA, J. M. da et al. Cultivo do tomateiro em ambiente protegido sob diferentes taxas de reposição e evapotranspiração. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.17, n.1, p.40-46, 2013.

Sistema IBGE de Recuperação automática – SIDRA. **Área plantada, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção de lavouras temporárias, 2019**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/1612#notas-tabela>> Acesso em 19 nov. 2019.

SOARES, L. V. **Ozonização de esgoto sanitário: estudo da hidrodinâmica, transferência de massa e inativação de microrganismos indicadores**. 2007. 249 p. Tese (Doutorado em Hhidráulica e Ssaneamento) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 4. ed. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2014.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater**. v.2, p. 222, 2006.



## APÊNDICE A - Modelo para cartilha de separação dos resíduos sólidos.



**Você já parou pra pensar que o seu lixo pode ajudar alguém?**

Repare bem na imagem acima. Ela foi totalmente feita de material que já foi lixo um dia...

**SEPARE SEU LIXO. NÃO CUSTA NADA PRA VOCÊ, MAS CUSTA MUITA PARA ALGUMAS PESSOAS.**

### O que é orgânico, reciclável e rejeito?



**Resíduos orgânicos**

- Restos de frutas, raízes, legumes e verduras
- Esterco de animais e outros resíduos
- Restos de comida, incluindo pão, ossos e cascas de ovos
- Aponas de madeira, palha e folhas

**Resíduo reciclável**

- Papel, revistas, jornais, papéis e caixas de papel
- Brinquedos e embalagens Tetrapac
- Garrafas PET, embalagens e objetos plásticos
- Isopor
- Ferro, alumínio, cobre e outros metais
- Vidros
- Latas e outras embalagens de metais

**Resíduo**

- Espuma
- Espelho, louças e embalagens metalizadas
- Fotografias e papel carbono
- Papéis engordurados, frutas e bitucas de cigarro

NA DÚVIDA, PROCURE O SÍMBOLO ABAIXO NAS EMBALAGENS. ELE INDICA SE É RECICLÁVEL OU NÃO

ALGUNS RESÍDUOS NECESSITAM DE CUIDADOS ESPECIAIS. POR ISSO O DESCARTE DEVE SER FEITO EM POSTOS DE ENTREGA ESPECÍFICOS

Informe-se junto ao seu município ou baixe o app "cataki" e saiba onde entregar os resíduos abaixo:

- PILHAS E BATERIAS
- LÂMPADAS FLUORESCENTES
- ELETROELETRÔNICOS (computadores, celulares, eletrodomésticos)
- PNEUS
- ÓLEO DE COZINHA
- REMÉDIOS
- EMBALAGENS DE DEFENSIVOS



Fonte: Do autor (2019).