

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA
E TECNOLOGIA DO SUL DE MINAS
CAMPUS MUZAMBINHO**

Curso Superior de Tecnologia em Cafeicultura

CAMILLO OTAVIO DE PAIVA

**MÉTODOS UTILIZADOS NO TRATAMENTO DE
RESÍDUOS SÓLIDOS E LÍQUIDOS, PROVENIENTES
DO PROCESSAMENTO DO CAFÉ “VIA ÚMIDA”**

MUZAMBINHO-MG

2010

CAMILLO OTAVIO DE PAIVA

**MÉTODOS UTILIZADOS NO TRATAMENTO DE
RESÍDUOS SÓLIDOS E LÍQUIDOS, PROVENIENTES
DO PROCESSAMENTO DO CAFÉ “VIA ÚMIDA”**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Cafeicultura, IF Sul de Minas - Campus Muzambinho como requisito parcial para a obtenção do grau de Tecnólogo em Cafeicultura.

Orientador: Professor Dr. Carlos Alberto M. Carvalho

MUZAMBINHO-MG

2010

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Carlos Alberto M. Carvalho (orientador)

Prof. Dr. Marcelo Bregagnoli

Prof. MSc Claudiomir Silva Santos

Muzambinho, ____ de _____ de 20 ____

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, por serem o meu suporte.

A Deus, por me dar força ao realizar esse curso.

À minha família, pelo que eles representam pra mim.

Ao Professor e orientador Carlos Alberto M. carvalho, pela sua confiança, paciência e as orientações que foram importantes para o desenvolvimento desse trabalho.

À minha namorada Patrícia Cristina Siqueira Reis, pela paciência e por tudo que ela representa em minha vida.

À Fazenda São Domingos.

Ao Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Sul de Minas - Campus Muzambinho, por disponibilizar as condições necessárias para a realização deste trabalho.

PAIVA, Camillo Otavio. **Métodos utilizados no tratamento de resíduos sólidos e líquidos, provenientes do processo do café “via úmida”**. 2010. 38 p. Trabalho de Conclusão de Curso Superior de Tecnologia de Cafeicultura (Graduação) - Instituto Federal de Ciência e tecnologia do Sul de Minas - Campus Muzambinho, Muzambinho, 2010.

RESUMO

Para que o produto final, ou seja, a bebida chegue ao consumidor, os grãos de café passam por vários processos físicos e químicos. Após a colheita pode ser realizada a remoção da casca e da polpa pelo processo “via úmida”, onde o café é despulpado e desmucilado. Este processo gera grande quantidade de resíduos sólidos e efluentes líquidos. Esses resíduos provenientes da lavagem e despulpa do fruto do cafeeiro, contêm elevadas concentrações de açúcares, material orgânico em suspensão e constituintes orgânicos e inorgânicos com grande potencial poluidor, que se dispostos no meio ambiente sem tratamento, podem causar grandes problemas ambientais. Para que estes resíduos sólidos ou líquidos sejam reinseridos no meio ambiente a Legislação do Estado de Minas Gerais estabelece que a eficiência dos tratamentos das águas residuárias, para a remoção da DBO, seja superior a 85%. O objetivo desse trabalho é reunir informações, na forma de revisão literária sobre os métodos de tratamento dos resíduos líquidos e sólidos provenientes do processamento do fruto do cafeeiro. Os métodos utilizados para o tratamento dos efluentes líquidos foram: tratamento e aproveitamento agrícola, tratamento da água residuária em escala laboratorial utilizando sementes de moringa (*moringa oleifera*), tratamento por escoamento superficial de águas residuárias cultivadas com azevém (*Lolium multiflorum* LAM) e a fertirrigação. Para o tratamento dos resíduos sólidos foram utilizados os seguintes métodos: tratamento e aproveitamento agrícola de resíduos sólidos e a compostagem da polpa do fruto. Para tanto, o conhecimento da composição da ARC (aguá residuária do café) é essencial para eleger-se o tratamento mais eficiente na remoção dos compostos contaminantes, bem como a melhor forma de aplicação no solo. De acordo com o relato de autores, todos os tratamentos tiveram resultados satisfatórios na remoção de poluentes existentes nesses resíduos, com destaque para os tratamentos que proporcionaram a reutilização.

Palavras Chave: *Coffea arabica* L, resíduos, pós-colheita.

PAIVA, Camillo Otavio. **Methods used in the treatment of solid and liquid residues, originated from the “humid way” process.** 2010. 38 P. Work about the Coffee Technology Graduation Course conclusion - Federal Institute of science and Technology of the South of Minas - Campus Muzambinho, Muzambinho, 2010.

ABSTRACT

For the final product in other words, the drink arrives to the consumer, the coffee beans pass for some physical and chemical processes. After the harvest can be carried through the removal of the skin and the pulp by the “humid way” process, were the coffee pulp is taking out. This process produces a great amount of solid residues and effluent liquids. These residues originated from the washing and when the pulp has taken out, contain high concentration of sugar, organic material in suspension and organic and inorganic forms with great polluting potential, and if they are exposed to the environment without treatment they can cause big environmental problems. In order for solid and liquid residues be placed again in the environment, the State of Minas Gerais Legislation establishes that the treatment efficiency in these waters; to remove DBO, it be higher than 85%. The objective of this work is to gather information, like a literary revision about the treatment methods of the liquid and solid residues from the processing of the coffee tree fruit. The methods used for the effluent liquid treatment were: treatment and agriculture utilization, the residual water treatment in lab scale using seeds of moringa (*moringa oleifera*), treatment by residual water superficial draining with azevem (*holium multiflorum LAM*) cultivation and the fertilizing irrigation. For the treatment of the solid utilization, the knowledge of the ACR (coffee residual water) is essential to choose the most efficient treatment to remove contaminating compounds, as well as the best soil application form. According to the authors' reports, all the treatments had good results in removing pollutants that were in these residues, emphasizing the treatment that had provided the reuse.

Key Words: *Arabian Coffea* L, residues, after-harvest.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|----|
| FIGURA 1: Fluxograma do processamento “via úmida”: | 13 |
| FIGURA 2: Esquema de estrutura do fruto do cafeeiro | 14 |
| FIGURA 3: Casca de café cereja | 15 |
| FIGURA 4: Água residuária proveniente do processo ‘via úmida’ | 17 |
| FIGURA 5: Sedimentador | 20 |
| FIGURA 6: Vista de uma lagoa anaeróbia | 21 |
| FIGURA 7: lagoas facultativas | 22 |
| FIGURA 8: Moringa <i>oleifera</i> e sementes de Moringa | 24 |
| FIGURA 9: Utilização da casca do fruto do na adubação do cafeeiro | 28 |
| FIGURA 10: Diferentes tipos de leiras | 32 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| TABELA 1: constituição mineral da casca de frutos do cafeeiro, em relação à matéria seca..... | 16 |
| TABELA 2: Resultado das análises foliares antes e após o término do período de aplicação da água residuária do descascamento dos frutos do cafeeiro | 27 |
| TABELA 3: Características de alguns resíduos que podem ser utilizados junto com a polpa de frutos de cafeeiro no preparo do composto orgânico | 31 |

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1 .INTRODUÇÃO | 10 |
| 2 .METODOLOGIA | 11 |
| 3. REVISÃO DE LITERATURA | 12 |
| 3.2. Caracterização dos resíduos..... | 13 |
| 3.2.1 .Resíduos sólidos..... | 15 |
| 3.2.2 .Resíduos líquidos | 16 |
| 3.3. Água residuária e Meio Ambiente | 17 |
| 3.4. Legislação em relação ao consumo e disposição de Águas Residuárias | 18 |
| 4. MÉTODOS UTILIZADOS NO TRATAMENTO DA ÁGUA RESIDUARIA | 19 |
| 4.1. Tratamento e Aproveitamento Agrícola das Águas Residuarias..... | 19 |
| 4.1.1. Tratamento Preliminar..... | 19 |
| 4.1.2. Tratamento Primário e secundário..... | 19 |
| 4.1.3. Sedimentadores | 20 |
| 4.1.4. Lagoas anaeróbicas | 21 |
| 4.1.5. Lagoas facultativas..... | 21 |
| 4.2. Tratamento da água em recirculação do sistema em Escala laboratorial utilizando semente de Moringa..... | 23 |
| 4.3. Tratamento por escoamento superficial de águas residuarias em rampas cultivadas com Azevém (<i>Lolium multiflorum</i> LAM.) | 24 |
| 4.4. Fertirrigação..... | 26 |
| 5. MÉTODOS UTILIZADOS NO TRATAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS | 28 |
| 5.1. Aproveitamento agrícola na forma in natura..... | 28 |
| 5.2. Compostagem | 29 |
| 6. CONCLUSÃO | 34 |
| 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 35 |

1. INTRODUÇÃO

Os grãos de café são produzidos e exportados por mais de 50 países em desenvolvimento, entretanto, a maior parte dos consumidores está em países industrializados como os EUA, União Européia e Japão. É uma das bebidas mais difundidas no mundo, proporcionando aos países produtores uma renda média anual de oito bilhões de dólares, sendo o Brasil o maior produtor e exportador mundial. Sua principal região cafeeira abrange os estados de Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo e Paraná, com mais de 90% da produção nacional (CAMPOS, 2007). Para que o produto final, ou seja, a bebida chegue até o consumidor, os grãos de café passam por vários processos físicos e químicos.

Após a colheita, pode ser realizada a remoção da casca e da polpa, através do processamento via úmida. O grão de café maduro (cereja) é despulpado. A remoção das mucilagens remanescentes é realizada mecanicamente ou por fermentação controlada, o que propicia características de sabor e aroma da bebida.

O processamento dos frutos do cafeeiro gera resíduos sólidos e efluentes líquidos. O efluente líquido proveniente da lavagem e despulpa do fruto do cafeeiro, contém elevadas concentrações de açúcares, material orgânico em suspensão e constituintes orgânicos e inorgânicos em solução com grande potencial poluidor (CABANELLAS, 2004). Se dispostos no meio ambiente sem tratamento, podem causar grandes problemas ambientais como degradação ou destruição da flora e da fauna, além de comprometer a qualidade da água e do solo (MATOS, 2003).

Assim este trabalho teve como objetivo reunir informações, na forma de revisão literária sobre os métodos de tratamento dos resíduos líquidos e sólidos provenientes do processamento do fruto do cafeeiro.

2. METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa exploratória cujo objetivo é consolidar conhecimentos sobre um tema específico. Segundo Andrade (2003), na pesquisa exploratória observa-se os fatos, registra-nos, analisa-nos, classifica-nos e interpreta-nos, sem interferir neles.

Neste estudo, foi realizada revisão bibliográfica como instrumento de coleta de informações, que segundo Köche (2006), utiliza-se de conhecimentos disponíveis em livros, revistas, boletins ou outros textos. As fontes utilizadas foram de origem primária e secundária, como bibliografias ou artigos científicos publicados.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Processamento “Via Úmida”

O processamento “via úmida” é recomendado para produção de grão de café de melhor qualidade, em regiões de clima úmido, pois a lavagem e a despolpa dos frutos do cafeeiro reduz a probabilidade de fermentação do grão e tempo de secagem do mesmo, porém, se mal conduzida pode prejudicar a qualidade e a aceitação no mercado externo.

Essa forma de processamento dá origem aos grãos de café lavados/despulpados ou lavados/despulpados/desmucilados, comumente utilizado pelos produtores da América Central, México, Colômbia, Quênia e África, alcançando boas cotações no mercado, por proporcionarem, de modo geral, bebida suave, mole ou estritamente mole

Embora o Brasil seja conhecido como produtor de grãos de café obtidos por via seca, uma vez que esta é a forma de processamento de 90% sua produção total (SILVA e LEITE, 2000), tem crescido o número de produtores que optam pelo processamento do fruto “cereja”, despulpando-o e desmucilando-o principalmente em regiões montanhosas com adequada disponibilidade de água.

O despulpamento do fruto do cafeeiro consiste na retirada da casca do fruto maduro, por meio de um descascador mecânico, seguido ou não de remoção da mucilagem e lavagem final dos grãos (Figura 1). Logo após o descascamento os grãos podem ser levados diretamente para o terreiro permanecendo a mucilagem aderida aos grãos durante a secagem dando-lhe características únicas como: padrão de uniformidade, características de corpo acidez e doçura do café natural (VIERA e CARVALHO, 2000). Ou depois de lavados e despulpados os grãos de café podem passar pelo processo de desmucilagem onde, a mucilagem, é retirada através de um desmucilador, ou também retirada por fermentação, utilizando tanques de fermentação.

O grão de café despulpado tem a vantagem de proporcionar considerável diminuição da área do terreiro de secagem que pode chegar a uma redução de 40% (BUENO, 1998), além da redução do tempo (BARTHOLO e GUIMARÃES, 1997) e consumo energético na secagem, já que os grãos despulpados apresentam

relativamente baixo teor de umidade, em torno de 50% b.u., quando comparados com o fruto integral.

Contudo, deve-se atentar às questões ambientais: a lavagem e despolpa de frutos do cafeeiro geram grandes volumes de águas residuárias ricas em materiais orgânicos altamente poluentes, necessitando de tratamento prévio para o despejo em cursos d'água (CAMPOS, 2007).

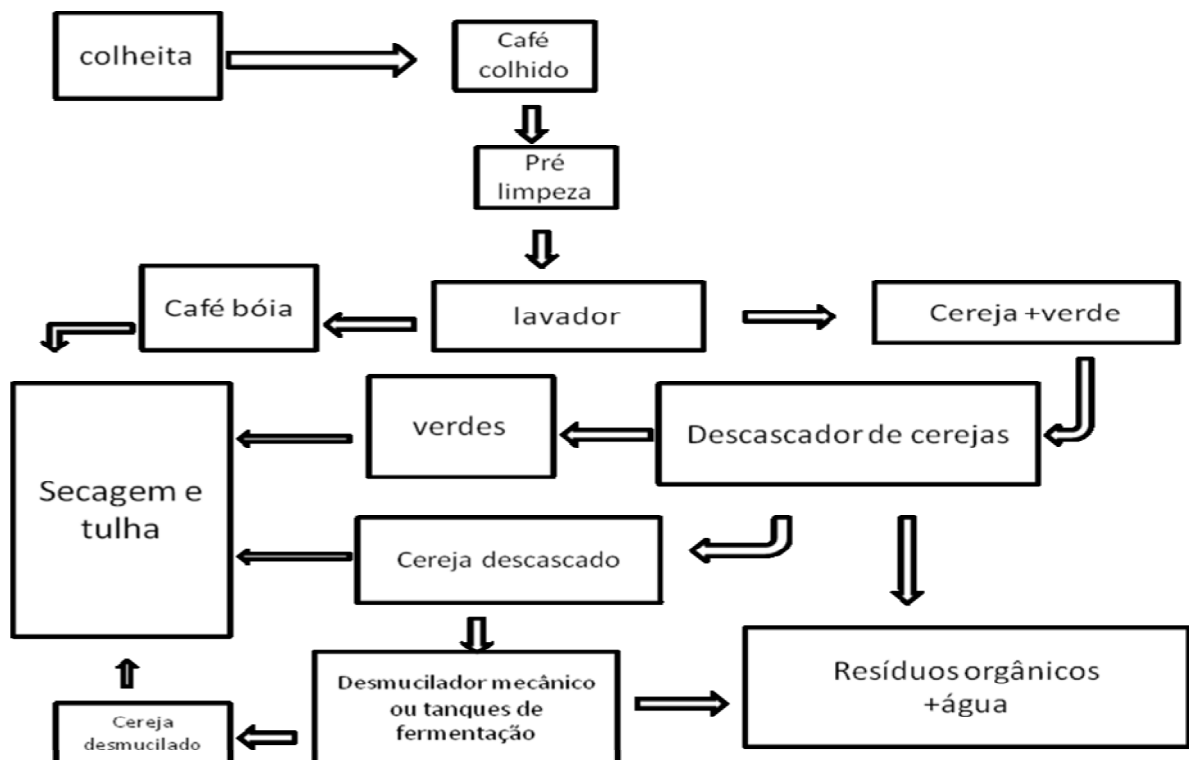


FIGURA 1: Fluxograma do processamento “via úmida”:

3.2. Caracterização dos resíduos

Antes de se caracterizar os resíduos sólidos e líquidos do processamento dos frutos do cafeeiro, torna-se importante apresentar uma breve revisão sobre a constituição do grão de café.

O fruto do cafeeiro é formado pelo grão (endosperma + embrião) que é envolvido pelo pergaminho ou endocarpo, pela polpa e ou mesocarpo e, finalmente, pela casca ou epicarpo (Figura 2). Embora exista uma clara distinção entre a casca

(epicarpo) e a polpa (mesocarpo), por critérios práticos, tem sido denominado polpa e o conjunto constituído pela casca e pela polpa propriamente dita (MATOS, 2003).

O pergaminho é a parte anatômica que envolve o grão e representa cerca de 12% em termos de matéria seca, do grão de café (MATOS, 2003).

A mucilagem constitui uma capa de aproximadamente de 0,5 a 2 mm de espessura, que está fortemente aderida ao pergaminho, e representa cerca de 5% da matéria seca do grão. De ponto de vista físico, ela é constituída por um sistema coloidal líquido líofílico, sendo, portanto, um hidrogel, quimicamente é constituída por água, pectinas, açúcares e ácidos orgânicos (e, portanto, é um excelente substrato para o crescimento de fungos e bactérias e outros organismos, razão por que, quando presente, possibilita a deterioração dos grãos de café (MATOS, 2003).

De acordo com Matiello (1991), a polpa é o resíduo da despulpa úmida de frutos tipo “cereja”, sendo composta por epicarpo e por parte do mesocarpo.

A polpa é o primeiro resíduo gerado no processamento do fruto do cafeeiro e representa cerca de 29% da matéria seca do fruto (ELIAS, 1978), e 39% da massa fresca. A polpa é constituída, predominantemente, por carboidratos, proteínas, cafeína e taninos, além do potássio, nitrogênio e sódio (MATOS, 2003).

Estudos realizados na distribuição dos macrocomponentes do fruto do cafeeiro do tipo cereja, desde o início do processamento pós-colheita até a sua infusão, permitem constatar que somente 6% da massa do fruto são aproveitados na preparação da bebida. Os 94% restantes, constituídos por água e subprodutos do processo, na maioria dos casos não recuperados e podem ser fonte de contaminação do meio ambiente (MATOS, 2003).

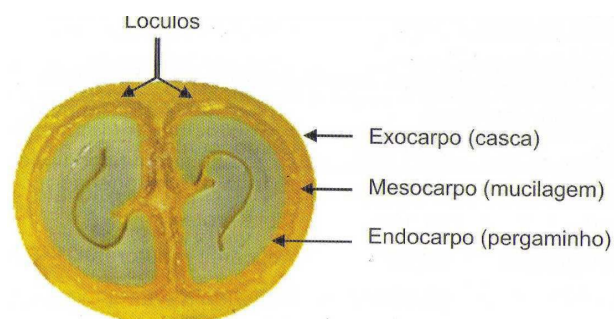


FIGURA 2: Esquema de estrutura do fruto do cafeeiro

FONTE: Borém et al. (2008, p 22e23)

3.2.1. Resíduos sólidos

De acordo com Caielli (1986), a polpa do fruto do cafeeiro é aproximadamente igual à metade da massa do seu fruto em coco, ou seja, para cada tonelada deste produto beneficiado produzem-se 500 kg de polpa e 500 kg de grãos de café beneficiado.

Quanto a sua disponibilidade ao longo do ano, sabe-se que a produção de polpas (Figura 3) ocorre durante seis meses, a partir do início da colheita, de beneficiamento dos frutos, geralmente coincidindo com os meses de junho a dezembro. Estima-se que cerca de 75% da polpa seja produzida nos quatro meses de beneficiamento dos frutos do cafeeiro (MATOS, 2003).



FIGURA 3: Casca de café cereja

FONTE: Fazenda São Domingos

Segundo Matos (2003) a polpa do fruto do cafeeiro é rica em potássio e outros nutrientes (Tabela 1) e, por isso, o aproveitamento agrícola como adubação orgânica *in natura* ou após compostagem constitui alternativa interessante, tanto no que se refere a aspectos econômicos como ambientais.

Com um poder calorífico as polpas do fruto do cafeeiro podem ser utilizadas com fins energéticos, inclusive para o fornecimento de energia a uma instalação de secagem de grãos de café (MATOS, 2003).

TABELA 1: constituição mineral da casca de frutos do cafeeiro, em relação à matéria seca

| Composto | Conteúdo | | |
|-------------------------------|----------|------|------|
| | (1) | (2) | (3) |
| C-total (g kg ⁻¹) | 529,5 | | |
| N-total (g kg-1) | 14,7 | 13,2 | 18,8 |
| P-total (g kg-1) | 1,7 | 0,5 | 2,1 |
| K (g kg-1) | 36,6 | 31,7 | 47 |
| Ca (g kg-1) | 8,1 | 3,2 | 3 |
| Mg (g kg-1) | 1,2 | -- | 2,9 |
| s (g kg-1) | 1,4 | -- | -- |
| Mn (mg kg ⁻¹) | 125 | -- | -- |
| Zn (mg kg-1) | 30 | -- | 4,4 |
| Cu (mg kg-1) | 25 | -- | 18,7 |

FONTE: 1 - Matos et al. (1998); 2 - Vasco (1999) e 3 - Brandão (1999).

3.2.2. Resíduos líquidos

No processamento de frutos de cafeeiro, utiliza-se água para a lavagem, o descascamento/despulpamento e a desmucilagem. Na lavagem, o consumo de água pode ser reduzido, devido ao grande potencial de circulação de água com uso de lavadores mecânicos. Nas etapas de descascamento e desmucilagem, quando não a recirculação de água, o consumo tende a ser maior. O descarte de águas nesses processos (Figura 4) constitui a água residuária (MATOS, 2003).



FIGURA 4: Água residuária proveniente do processo 'via úmida'

FONTE: Fazenda São Domingos

As águas residuárias do descascamento possuem elevada carga orgânica. Essas águas apresentam elevada concentração de sólidos totais, dos quais a maior parte é composta por sólidos voláteis totais (SVT), e que podem ser, em grande parte, removidos por tratamento biológico (BOREM, 2008). Essas águas também possuem alta quantidade de nitrogênio e potássio.

Com as tecnologias em uso na separação hidráulica dos frutos do cafeeiro gera-se de 0,1 a 0,2 litros de água residuária para cada litro de frutos processados, razão que depende do tamanho do tanque de separação hidráulica e do número de cargas efetuadas durante o dia para a substituição da água. No descascamento e desmucilamento gera-se entorno de 3 a 5L de água para cada litro de frutos, caso seja feito a recirculação de água no processo, essa proporção diminui para aproximadamente 1 litro para cada litro de fruto processado (MATOS apud BOREM, 2008, p.164).

3.3. Água Residuária e Meio Ambiente

Segundo Bressani (1972), o processamento dos frutos "cereja", por via úmida, resulta em 55,4% de grãos secos, 33,8% de polpa de grãos de café e 11,8% de casca. O impacto ambiental que as águas residuárias da lavagem e despulpa de frutos do cafeeiro causa ao ambiente é grande, não somente pela carga orgânica

contaminante, mas também pelo grande volume de águas limpas que é utilizado no processamento do fruto.

O crescimento das ações fiscalizadoras pelos órgãos ambientais tem levado os produtores a buscarem opções tecnológicas com o intuito de reduzir o consumo de água no processamento do fruto do cafeeiro. Isso tem feito com que as empresas que desenvolvem máquinas de despolpa de frutos do cafeeiro envidem esforços para que se desenvolvam equipamentos mais eficientes, que utilizem menor volume de água no processamento (CABANELLAS, 2004).

3.4. Legislação em relação ao consumo e disposição de águas residuárias

A legislação Ambiental do Estado de Minas Gerais (deliberação Normativa COPAM nº 10/86) estabelece que para o lançamento de águas residuária em corpos hídricos, a demanda bioquímica de oxigênio (DBO), que é a medida da quantidade de material orgânico presente nas águas residuárias, seja de 60 mg L^{-1} ou que a eficiência de tratamento das águas residuárias, para a remoção da DBO, seja superior a 85%, desde que o lançamento deste efluente não venha causar alteração da classe de enquadramento do curso d'água. Além disso, estabelece que quaisquer fontes poluidoras, para serem lançadas direta ou indiretamente nos corpos d' água deverão conter no máximo, 1 ml L^{-1} de sólidos sedimentáveis (SP) e 100 mg L^{-1} de sólidos em suspensão (SS).

A outorga de direito de uso d'água, garante o usuário o direito de uso da água condicionado à disponibilidade hídrica. De acordo com a portaria 010/98, até que se estabeleçam as diversas vazões de referencia a serem utilizadas nas bacias hidrográficas, a vazão de referencia adotada no Estado de Minas Gerais é a $Q_{7,10}$ (vazão mínima de sete dias de duração e dez anos de recorrência). Nesta mesma portaria é fixado o percentual de 30% da $Q_{7,10}$ como limite máximo de derivações consultivas a serem outorgadas em cada seção da bacia hidrográfica considerada, ficando garantido assim, fluxo residual mínimo a jusante equivalente a 70% da $Q_{7,10}$ (FROES 2002 apud CABANELLAS, 2004, p. 11).

4. MÉTODOS UTILIZADOS NO TRATAMENTO DA ÁGUA RESIDUARIA

4.1. Tratamento e aproveitamento agrícola das águas residuarias

Segundo Zambolin (2003), o tratamento de águas residuarias pode ser dividido em preliminar, primário e secundário.

4.1.1. Tratamento preliminar

A grade ou peneira, a ser inserida no canal de condução para tratamento da água residuaria provenientes do lavador e da despolpa dos frutos do cafeeiro deve ter espaçamento entre barras de, no máximo, 5 mm, a fim de reter folhas e gravetos, no caso de ser proveniente do lavador, e casca desprendida dos frutos, no caso de ser proveniente da despolpa (MATOS, A. T.; LO MONACO, P. A.; SILVA, J. S. 2001).

As dimensões corretas das grades devem ser calculadas tomando-se por base a vazão de água residuaria a ser tratada. Entretanto, considerando as condições normais de operação de uma unidade de processamento de frutos do cafeeiro, recomenda-se que a grade seja inserida em um canal concretado de 0,20m de largura por 0,40 m de altura. A grade deve ser instalada numa inclinação de 45° com a horizontal para facilitar a limpeza periódica. No gradeamento, remove-se entono de 140 litros de polpa para cada 1000 litros de efluente bruto, a remoção de DBO ou DQO é insignificante (ZAMBOLIN, 2003).

4.1.2. Tratamento primário e secundário

Nesta etapa, dependendo do destino final que se quer dar para o efluente, deve se optar por outro sistema de tratamento, que é optar pela construção de um tanque de sedimentação, seguido por lagoa anaeróbica e por lagoa facultativa.

4.1.3. Sedimentadores

Os tanques de sedimentação (figura 5) ou decantação têm a função de reter o material sólido durante o percurso da água pela estrutura hidráulica. As águas residuária fluem vagarosamente, de forma a permitir que os sólidos em suspensão, de maior massa específica (densidade absoluta) que o líquido em tratamento, possam sedimentar, gradualmente no fundo do tanque (MATOS, A. T.; LO MONACO, P. A. SILVA, J. S. 2001).

Os tanques podem ser retangulares ou cilíndricos e devem ser construídos em concreto. A largura e o comprimento devem ser determinados segundo a vazão da água a ser tratada, que pode ser estimada com base no volume de frutos processados diariamente (MATOS, A. T.; LO MONACO, P. A. SILVA, J. S. 2001).

Junto ao fundo do sedimentador deve ser instalado um sistema de drenagem do lodo acumulado no fundo, o que pode ser constituído por tubulação contendo válvula para abertura por ocasião da limpeza do fundo dos sedimentadores. O lodo retirado do fundo do sedimentador, depois de secado ao sol, poderá ser devolvido, juntamente com o material sobrenadante removido, às áreas de cultivo, uma vez que são predominantemente, constituídos por material de solos e restos vegetais (MATOS, A. T.; LO MONACO, P. A. SILVA, J. S. 2001).

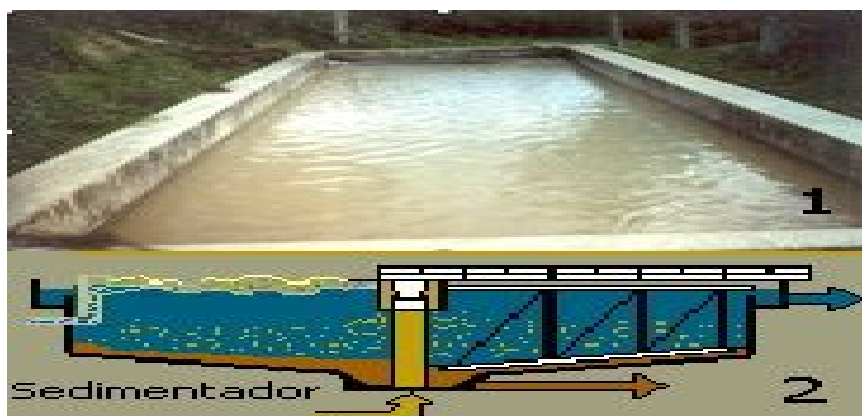


FIGURA 5: Sedimentador

FONTE: <http://www.cepis.ops-oms.org>

4.2.4. Lagoas anaeróbicas

Os efluentes do sedimentador das águas do lavador e do sedimentador ou do filtro orgânico das águas do despoldador podem ser misturados para tratamento conjunto em lagoas anaeróbias (figura 6). O tratamento desses efluentes em lagoas é obtido por meios biológicos, isto é, dependentes da ação de microrganismos que se desenvolvem no meio líquido (MATOS, 2001).

As lagoas devem ser construídas sobre solos de baixa permeabilidade, em áreas onde a água freática é profunda e em locais afastados de povoados. O fundo pode ser compactado com uma camada de material argiloso, borracha butílica ou chapas de PVC, para evitar infiltração das águas residuárias no solo, e afetar qualidade das águas subterrâneas.

Segundo Matos (2003), essas lagoas devem ter profundidade entre 4,0 a 5,0 m, e a área depende da vazão e da concentração de DBO.



FIGURA 6: Vista de uma lagoa anaeróbia.

FONTE: UNETEDS do CNAPSA/ EMBRAPA

4.1.5. Lagoas facultativas

As lagoas facultativas (Figura 7) recebem o efluente das lagoas anaeróbias e, durante o percurso da água residuária neste reservatório, que deve demorar vários dias, parte do material orgânico em suspensão (DBO particulada) tende a se

sedimentar, vindo a constituir o lodo do fundo. Esse lodo sofre o processo de decomposição por microorganismos anaeróbios, sendo convertido em gás carbônico, água, metano e outros, restando apenas a fração inerte (de mais difícil degradação). O material orgânico dissolvido (DBO solúvel), juntamente com o material orgânico em suspensão, de pequenas dimensões (DBO finalmente particulada) é decomposto por bactérias facultativas, proporcionando maior grau de depuração á água residuaria (ZAMBOLIN, 2003).

Segundo Matos (2003), a camada de lodo formada no fundo das lagoas deve ser removida a cada 5 - 6 anos, para que o material acumulado não comece a interferir na eficiência do processo de depuração. Este mesmo autor, ainda relata que a remoção de sólidos em suspensão (SS) em lagoas facultativas pode chegar a mais de 90% e a DBO a mais de 85%.



FIGURA 7: lagoas facultativas

FONTE: <http://www.daea.com.br>

4.2. Tratamento da água em recirculação do sistema em escala laboratorial utilizando sementes de moringa (*moringa oleifera*)

A recirculação da água visa à redução do seu consumo no processamento dos frutos do cafeeiro. Por causa da grande concentração do material suspenso e em solução, pode vir a comprometer a qualidade final do produto, já que a água em recirculação pode ser rica em fungos e contaminantes prejudicando a qualidade do grão. Por essa razão, torna-se necessário o desenvolvimento de tecnologias a remoção de sólidos em suspensão nessas águas, em curto período de tempo (BOREM, 2008)

O processo de coagulação/floculação pode ser uma das alternativas para o tratamento dessa água residuária, visto que, a mesma contém uma mucilagem que não sedimenta, sendo necessária a introdução de agentes coagulantes para flocular/sedimentar esse material sólido em suspensão. Coagulação é o processo de neutralização das cargas negativas das partículas o que possibilita que elas aproximem-se uma das outras, promovendo aglomeração, com formação de partículas maiores que apresentam maior velocidade de sedimentação (MATOS apud BOREM, 2008, p. 170).

Diversos são os sais que podem ser usados nesse processo, dentre eles o sulfato de alumínio, sulfato ferroso clorado, o cloreto férrico e o ainda pouco conhecido o extrato de moringa (BOREM, 2008).

Descobriu-se recentemente que o extrato produzido a partir de sementes trituradas de *Moringa oleifera* pode ser usado para a purificação da água, informação que adquire grande importância, se considerada a possibilidade do uso desse agente coagulante como alternativa de baixo custo ao tratamento químico convencional (CABANELLAS, 2004).

A *moringa oleifera* (Figura 8) é um arbusto ou árvore de pequeno porte, crescimento rápido, conhecida também como “baqueta” (CABANELLAS, 2004).

A *moringa oleifera* é uma planta tropical, cujas características avaliadas em alguns estudos, a tornam recomendável como coagulante, sendo aconselhável utilizar sementes colhidas recentemente (CABANELLAS, 2004).

O uso de sementes de moringa como coagulante apresenta dupla vantagem: o efeito de tratamento físico (diminuição da turgidez) da água pela coagulação do

material em suspensão e o efeito de tratamento biológico, com a eliminação de microrganismos patogênicos.

O extrato de sementes de moringa apresentou maior remoção de sólidos suspensos da ARDC, na faixa de pH 4,0 a 5,0 e dose de 10 mL L⁻¹ (BOREM, 2008).

Com relação ao tempo exigido para a remoção de SST, com uma faixa de 60 a 90% de eficiência na profundidade de 80 cm, segundo Cabanellas (2004) deve ser superior a 120 minutos.

O extrato de sementes de moringa possibilitou maior clarificação de toda a coluna de ARDC, podendo ser considerado, um coagulante com grande eficiência na clarificação dessa água residuária.



FIGURA 8: Moringa *oleifera* e sementes de Moringa

FONTE: www.mfrural.com

4.3. Tratamento por escoamento superficial de águas residuárias em rampas cultivadas com azevém (*Lolium multiflorum* LAM.)

O tratamento de águas residuárias por escoamento sobre o solo tem sido considerado uma alternativa de baixo custo e fácil operação, no tratamento de águas residuárias ricas em material orgânico. No tratamento de águas residuárias por escoamento sobre solos de baixa permeabilidade, as águas residuárias são aplicadas em taxas superiores à capacidade de infiltração de solos declivosos, devendo ocorrer seu escoamento superficial até canais de coleta, posicionados ao final das rampas vegetadas. À medida que a água residuária escoar sobre o terreno, parte evapora-se, uma pequena parte infiltra-se e o restante, que em solos de baixa

permeabilidade corresponde à cerca de 50 a 60% do total aplicado, é coletado em canais (BRAILE & CAVALCANTI apud MATOS, EMMERICH e BRASIL, 2005).

Durante o percurso, há depuração das águas residuárias por ação microbiológica, adsorção pelo solo e absorção pelas plantas. A depuração é decorrente da interceptação dos sólidos em suspensão pelas plantas e o próprio solo e da oxidação da matéria orgânica promovida por bactérias, que se estabelecem no colo das plantas e no próprio solo (MATOS, EMMERICH e BRASIL, 2005).

De acordo com Hubbard (1987), o objetivo principal da disposição de águas residuárias sobre o solo é usar o “filtro vivo” formado pelo próprio solo, plantas e microrganismos, para reduzir a concentração de nutrientes e patógenos presentes nessas águas.

A disposição de águas residuárias sobre o solo apresenta segundo Taylor e Neal (1982), uma série de vantagens, podendo-se citar, dentre elas, o benefício agrícola, o baixo investimento (custo oscila entre 30% e 50% do custo do tratamento convencional), pequeno custo de operação e o baixo consumo de energia.

Trabalhos recentes indicam que a disposição de águas residuárias no solo pode proporcionar aumento da produtividade, melhorar a qualidade dos produtos colhidos e reduzir a poluição ambiental além de promover melhorias em algumas propriedades físicas dos solos.

No escoamento de águas residuárias sobre o solo, a vegetação é meio suporte fundamental para o desenvolvimento de uma película biologicamente ativa na degradação do material orgânico e por proporcionar a remoção dos nutrientes do solo, evitando seu acúmulo e a conseqüente salinização do solo e, ou a contaminação dos aquíferos subterrâneos (MATOS, 2005).

A cultura ideal para ser cultivada em rampas de tratamento deve ser perene, tolerante às condições de baixa oxigenação e elevada salinidade, de elevada capacidade de extração de nutrientes e pouco susceptível às pragas e doenças (MATOS, 2005).

Segundo Matos, Emmerich e Brasil, (2005) essas rampas deve possuir 1m de largura e 10 m de comprimento, e 5 ou 15% de declividade, ao fim dessas rampas deve ser feita uma trincheira com 20 cm de profundidade com calhas de captação dos efluentes escoados das rampas. Segundo estes autores para cada

tipo de rampa, ou seja, com declividade diferente deve se aplicar a ARC (água residuária do café) com uma vazão diferente.

A aplicação da água residuária no solo pode ser feita por aspersores ou por tubos janelados. A aplicação pode ser intermitente ou contínua; e a frequência de aplicação deve ser de cinco a sete dias da semana (ZAMBOLIN, 2003).

No caso da disposição de águas residuárias em rampas vegetadas, recomenda-se aplicação de uma carga orgânica de até $205 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ de DBO, uma vez que com cargas maiores, a cultura pode apresentar crescimento deficiente (PINTO, 2001.)

Recomendam-se maiores períodos de repouso da área, a fim de permitir oxigenação indispensável para a oxidação do material orgânico aplicado. Devem-se planejar cortes periódicos na vegetação cultivada nas rampas, inclusive no período em que a área não estiver mais recebendo a água residuária. Isso proporcionará a remoção do excesso de sais disponibilizados com a aplicação de águas residuárias no local (ZAMBOLIN, 2003).

Com base nos resultados encontrados verifica-se que:

- a concentração de potássio na água residuária não foi alterada ao longo do comprimento da rampa cultivada com azevém;
- as rampas de tratamento proporcionaram, para mesmo comprimento de rampa, maior eficiência na remoção de sólidos em suspensão e Demanda Bioquímica de Oxigênio do que Demanda Química de Oxigênio da águas residuárias da lavagem e descascamento/despolpa dos frutos do cafeeiro (ARC);
- não foi verificada influência das declividades das rampas de tratamento de 5 ou 15% na capacidade do sistema em remover Demanda Bioquímica de Oxigênio, Demanda Química de Oxigênio ou sólidos em suspensão.

4.4. Fertirrigação

A fertirrigação é uma técnica em que se prioriza o aproveitamento dos nutrientes presentes na água residuária para substituição de parte da adubação química em áreas agrícolas cultivadas, razão suficiente para que este método seja altamente recomendável para disposição e tratamento dessas águas (MATOS, 2003).

A fertirrigação com água residuária, se praticada com o devido cuidado, possibilita redução da poluição ambiental, além de melhoria nas características químicas, físicas e biológicas do solo e, como consequência, aumento na produtividade e na qualidade dos produtos colhidos (MATOS, 2003).

Na (Tabela 2) apresentam os resultados das análises foliares antes e após serem submetidas ao período de fertirrigação.

Segundo Matos (2003), águas residuárias provenientes da despulpa de frutos do cafeeiro podem, ser aplicadas na produção de grandes culturas (no próprio cafezal ou em milho, sorgo, trigo, etc.), frutas e hortaliças, bem como em áreas reflorestadas e algumas capineiras.

A taxa de aplicação de águas residuárias na fertirrigação deve ser suficiente e nunca excessiva, podendo provocar salinização ou outras formas de poluição do solo e das águas superficiais e subterrâneas. Deve-se também ter o cuidado de nunca aplicar águas residuárias em quantidades equivalentes às de água requerida pela planta para suprir sua necessidade hídrica.

A fertirrigação com águas residuárias pode ser feita por sulco, por aspersão, gotejamento ou por uso de "chorumeiras". A escolha do método de aplicação deve ser feita, principalmente, de acordo com a cultura, a suscetibilidade a doença e a capacidade de infiltração de água no solo (MATOS, 2003).

TABELA 2: Resultado das análises foliares antes e após o término do período de aplicação da água residuária do descascamento dos frutos do cafeeiro

| Tratamentos | | Concentração de nutrientes na folha | | | | | | | |
|--------------------|-------|-------------------------------------|------|------|------|-------------------|-------|-------|--------|
| | | P | K | Ca | Mg | Fe | Zn | Cu | Mn |
| | | -----dag kg-1----- | | | | -----Mg kg-1----- | | | |
| ARC + água "limpa" | Antes | 0,113 | 1,52 | 2,05 | 0,23 | 141,0 | 5,10 | 13,85 | 131,50 |
| | Após | 0,180 | 1,99 | 3,51 | 0,36 | 314,0 | 8,20 | 23,61 | 281,50 |
| ARC | Antes | 0,140 | 1,80 | 1,85 | 0,23 | 114,6 | 6,25 | 14,95 | 159,75 |
| | Após | 0,240 | 2,77 | 2,95 | 0,29 | 435,2 | 10,10 | 26,60 | 346,50 |

FONTE: Borem (2008)

5. MÉTODOS UTILIZADOS NO TRATAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

5.1. Aproveitamento agrícola na forma *in natura*

Segundo Matos (2003) a polpa *in natura* pode ser utilizada como adubo orgânico em diversas culturas, inclusive no próprio cafeeiro, tendo em vista que apresenta qualidades como condicionadora de solo e como fertilizante.

De acordo com Kihel (1985), restos de colheita como cascas, palhas, películas, caroços, bagaços, sabugos e etc. Podem retornar ao campo, distribuindo-os em cobertura, ou melhor, ainda, no fundo do sulco ou da cova (MATOS apud BOREM, 2008, p. 166).

O uso da casca do fruto do cafeeiro é uma boa opção para a correção de solos muito deficientes em potássio. A casca do fruto do cafeeiro é rica em nutrientes podendo ser encontrado, em cada quilo de matéria seca de casca, cerca de 47g de K, 2g de P e 19g de N-total. Assim, torna-se interessante o retorno do resíduo ao cafezal (Figura 9) a fim de se aproveitar seu potencial fertilizante, notadamente no que se refere ao potássio (MATOS apud BOREM, 2008, p.166).



FIGURA 9: Utilização da casca do fruto do na adubação do cafeeiro.

FONTE: <http://www.planetaorganico.com.br/cafespdar.htm>

Quando utilizadas como cobertura morta, as cascas diminuem o escoamento superficial e o impacto da gota d'água no solo favorecendo o controle da erosão. Além disso, diminuem a flutuação térmica e a perda de água por evaporação.

Torna-se importante lembrar que o material orgânico produzido após compostagem é capaz de reter maior quantidade de água no solo do que o resíduo “in natura”. (MATOS apud BOREM, 2008, p.167).

Cuidado especial deve ser dado quanto à produção de fitotoxinas (efeito alopático), que podem inibir o crescimento de algumas plantas, quando a casca do fruto do cafeeiro é decomposta naturalmente no solo (MATOS apud BOREM, 2008, p. 167).

A dose de polpa seca a ser aplicada nas culturas agrícolas considerando-se total de disponibilização de potássio contido na polpa em um ano pode ser obtida com o uso da equação:

$$D_s = \frac{K_{rec}}{C_k \times TR \times T_m}$$

Sendo:

D_s - dose de polpa a ser aplicada,

K_{rec} - dose recomendada pela cultura,

C_k - concentração de K no resíduo,

TR - taxa de recuperação do K pela cultura e

T_m - percentual de mineralização do resíduo no solo.

5.2. Compostagem

Compostagem é o processo por meio do qual se obtém a decomposição biológica controlada de resíduos orgânicos, transformando-os em material parcialmente humificado. Para a obtenção do sucesso e maior rapidez na compostagem, torna-se necessária a mistura de materiais de baixa relação C/N (carbono/nitrogênio) com os de alta relação C/N (KIHTEL 1985).

O processo de compostagem ocorre em duas fases distintas. Na primeira, ocorrem reações bioquímicas de oxidação mais intensas, predominantemente termófilas (permanecendo a temperatura do material em compostagem na faixa de 45 a 70°C). Na segunda fase (maturação), ocorre o processo de humificação.

Os principais fatores que interferem no processo de compostagem são:

- a) **Microrganismos:** A conversão da matéria orgânica bruta ao estado de matéria humificada é um processo microbiológico operado por bactérias, fungos e actinomicetes. Durante a compostagem há uma sucessão de predominâncias entre as espécies envolvidas.
- b) **Umidade:** A presença de água é fundamental para o bom desenvolvimento do processo. Entretanto, a escassez ou o excesso de água pode desacelerar a compostagem.
- c) **Aeração:** A compostagem conduzida em ambiente aeróbio, além de mais rápida, não produz odores putrefatos nem proliferação de moscas.
- d) **Temperatura:** O metabolismo exotérmico dos microrganismos, durante a fermentação aeróbia, produz um rápido aquecimento da massa. Cada grupo é especializado e desenvolve-se numa faixa de temperatura ótima. Promover condições para o estabelecimento da temperatura ótima para os microrganismos é fundamental.
- e) **Relação Carbono / Nitrogênio (C/N):** Os microrganismos absorvem os elementos carbono e nitrogênio numa proporção ideal. O carbono é a fonte de energia para que o nitrogênio seja assimilado na estrutura.
- f) **A granulometria:** é muito importante uma vez que interfere diretamente na aeração da massa original. Partículas maiores promovem melhor aeração, mas o tamanho excessivo apresenta menor exposição à decomposição e o processo será mais demorado.
- g) **Dimensões e formas das pilhas:** Quanto ao comprimento, este pode variar em função da quantidade de materiais, do tamanho do pátio e do método de aeração. Já a altura da pilha depende da largura da base. Pilhas muito altas submetem as camadas inferiores aos efeitos da compactação. Pilhas baixas perdem calor mais facilmente ou nem se aquecem o suficiente para destruir os patogênicos. O ideal é que as pilhas apresentem seção triangular, com inclinação em torno de 40 a 60 graus, com largura entre 3,0 e 4,0 metros e altura entre 1,5 e 1,8 metros (KIHTEL, 1985).

A casca de frutos do cafeeiro, assim com esterco animal, possui baixa relação C/N, por isso, resíduos de alta relação C/N, como os resíduos agrícolas e agroindustriais (folhas mortas, capim picado, palha, sabugo, pó-de-serra e cavacos de madeira, bagaço de frutas, tortas, cascas e etc.), devem ser a ela misturados

para a obtenção de um produto final de grande valor econômico e condicionador do solo. Na (Tabela 3) estão apresentadas as características da polpa dos frutos do cafeeiro e de outros resíduos para a formação do composto para a compostagem (MATOS, AT.; FEBRER, M. C. A., 2000).

TABELA 3: Características de alguns resíduos que podem ser utilizados junto com a polpa de frutos de cafeeiro no preparo do composto orgânico

| Resíduo | C.O.* | N _{total} | Zn* | Cd* | Cu* | Pb* | Cr* | Ni* |
|--------------------------|----------|--------------------|---------|------|-------|-------|-------|------|
| | dag.kg-1 | | mg.kg-1 | | | | | |
| Lodo de cervejaria | 62,3 | 0,3 | 35,0 | -- | 25,0 | -- | -- | -- |
| Esterco de suíno | 21,3 | 2,1 | 303,0 | -- | 958,0 | -- | -- | -- |
| Lodo de esgoto doméstico | 27,6 | 1,8 | 704,0 | 7,3 | 273,0 | 334,0 | 134,0 | -- |
| Palha de milho | 83,0 | 2,6 | 21,0 | -- | 12,0 | -- | -- | -- |
| Capim napier | 91,6 | 4,5 | 42,0 | -- | 20,0 | -- | -- | -- |
| Serragem de madeira | 90,5 | 0,1 | 26,0 | -- | 11,0 | -- | -- | -- |
| Bagaço de cana-de-açúcar | 54,3 | 0,3 | 215,0 | N.D. | 6,0 | -- | 9,9 | -- |
| Resíduo de curtume | 14,3 | 2,9 | 343,0 | 4,3 | 137,0 | 105,0 | -- | 27,0 |

* Em relação à matéria seca

FONTE: Autores diversos

Os passos para a compostagem são os seguintes:

- A compostagem pode ser feita em pátio descoberto, sobre o piso de terra ou pavimentado, sendo o material disposto em pilhas.
- A granulométrica da massa a ser compostada deve estar entre 1 e 5 cm.
- Montar leiras com 1,70 m de altura e 3 a 4 m de base. As pilhas podem ter formato triangular ou trapezoidal ou monte. As triangulares são recomendadas para as estações chuvosas, para o escoamento da água da chuva. As trapezoidais, ao contrario, facilitarão a infiltração da água, se isso for conveniente (Figura 10).

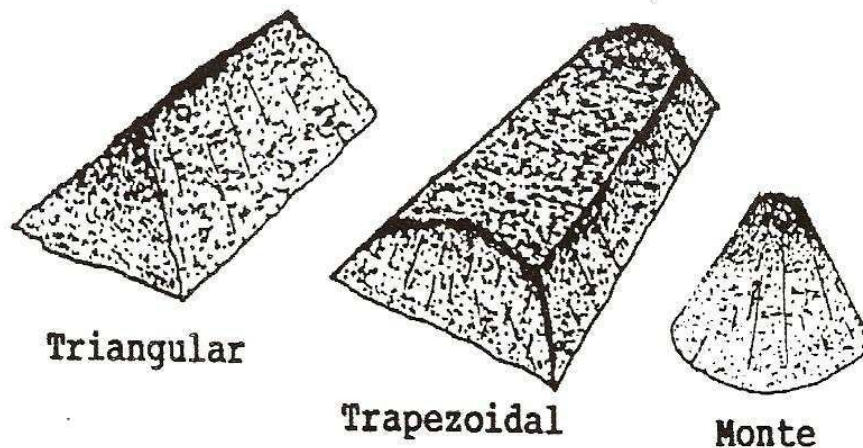


FIGURA 10: Diferentes tipos de leiras

FONTE: Khiel (1985)

- Manter a pilha com 50% de umidade. Se a umidade estiver excessiva, revolver seguidamente a pilha, para promover a evaporação. Se a umidade estiver baixa, irrigar sem encharcar, com regador ou mangueira de jato pulverizado, revolvendo concomitantemente a pilha do material orgânico, até que a umidade desejada seja alcançada.

- A temperatura da massa deve ser monitorada, pois, é ela que indicará a velocidade que os microorganismos promovem a decomposição da matéria orgânica. Pode ser um indicativo da adequação das condições de umidade, granulométrica e aeração, que, se adequadas, haverá aumento da temperatura da massa e a compostagem do material será mais rápida. No entanto não é conveniente que a temperatura da massa ultrapasse 65°C.

- Revirar o material a cada três dias durante os primeiros 30 dias, seguindo o reviramento a cada cinco dias, por mais 30 ou 60 dias.

- A leira de compostagem deve ser coberta com uma camada (15 a 20 cm) de composto maturado durante os primeiros dez dias, para evitar a emissão de odores, atração de vetores e permitir o desenvolvimento de temperaturas favoráveis ao processo de compostagem.

- Tão logo a fonte de carbono mais disponível tenha sido exaurida, a temperatura da leira tende a cair para valores baixos. (35 a 40°C), indicando assim o

fim da primeira fase. Em seguida o material deve ser posto para maturação, a fim de continuar seu processo de estabilização permitindo que o carbono remanescente seja mineralizado para obter-se um composto estável.

Para saber se o composto orgânico está pronto, existem dois métodos bastante utilizados:

- O teste de temperatura: com um termômetro, pode-se acompanhar o processo de compostagem, medindo a temperatura em uma profundidade de 40 a 60 cm e sabendo-se que:

- Na primeira fase mesófila, a temperatura eleva-se até a 40°C, é o início da compostagem;

- Na segunda fase a termófila, a temperatura alcança 70°C ou até mais é a fase de bioestabilização;

- Na terceira fase, o retorno à mesófila a temperatura cai novamente em torno de 45°C, identificando o término da bioestabilização e o início da humificação;

- Na quarta e última fase, a criófila (frio) a massa adquire a temperatura ambiente, indicando que o composto está humificado.

- O teste da mão, onde, toma-se uma amostra na palma da mão e se junta água suficiente para formar uma pasta, a qual deve ser trabalhada com as pontas dos dedos da outra mão, amassando-a, para fazer o teste comprime-se a massa nas palmas das mãos, esfregando-as uma contra a outra por alguns segundos. Se o composto estiver cru, as palmas das mãos ficarão totalmente limpas, se o composto estiver semicurado as palmas das mãos ficarão com uma pequena quantidade de amostra e se o composto estiver curado as palmas das mãos ficarão totalmente cobertas com uma graxa preta. E assim, o composto está totalmente maturado (MATOS, AT.; FEBRER, M. C. A., 2000).

6. CONCLUSÃO

Como o beneficiamento de frutos pelo processo “via úmida” vem crescendo muito ultimamente, devido à demanda internacional por cafés finos, com isso, ha geração de resíduos tanto sólidos como líquidos que se lançados no meio ambiente de forma inadequada ou sem nenhum tipo de tratamento podem poluir.

Para tanto, o conhecimento da composição da ARC é essencial para eleger-se o tratamento mais eficiente na remoção dos compostos contaminantes, bem como a melhor forma de aplicação no solo.

De acordo com que foi citado pelos autores, todos os tratamentos tiveram resultados satisfatórios na remoção de poluentes existentes nesses resíduos, com destaque para os tratamentos que proporcionaram a reutilização.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, C. D. G. C.; SILVA, I. J. O. **Uso de águas residuárias do beneficiamento do café**. THESIS São Paulo, ano III, v. 6, p. 30-43, 2º Semestre. 2006.

ANDRADE, M. M. **Introdução a Metodologia do Trabalho Científico**. 6. Ed. São Paulo: Atlas, 2003.

BARTHOLO, G. F.; GUIMARÃES, P. T. G. **Cuidados na colheita e preparo do café**. Informe agropecuário. v. 18, n. 187 p.31 - 42. 1997.

BÁRTHOLO, G. F., MAGALHÃES FILHO, A. A. R.; GUIMARÃES, P. T. G.; CHALFOUN, S. M. **Cuidados na colheita, no preparo e no armazenamento do café**. Informe Agropecuário.

BUENO, C. F. H. **Instalações para o beneficiamento do café**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 17. Poços de Caldas, 1998.

BRANDÃO .V.S. Tratamento de águas residuárias de suinocultura utilizando filtros orgânicos. 65 f. 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, MG.

BOREM, F. M. Processamento do café: In: BOREM, F. M., **Pós-colheita do Café**. Lavras: Ed. UFLA, 2008.

CABANELLAS, C. F. G. **Tratamento da água sob recirculação, em escala laboratorial, na despolpa dos frutos do cafeeiro.** Engenharia Agrícola, Viçosa – MG, 2004. p. 31- 33.

CABANELLAS, C. F. G. **Tratamento da água sob recirculação, em escala laboratorial, na despolpa dos frutos do cafeeiro.** Engenharia Agrícola, Viçosa – MG, 2004.

CAIELLI, E. L. **Subprodutos e resíduos da agricultura na alimentação animal.** In: Simpósio sobre produção animal, 2., Nova Odessa, 1986.

CAMPOS, V. M. C. **Tratamento de resíduos do beneficiamento de café.** Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais – CETEC. 2007.

KIHEL, J. F. **Fertilizantes orgânicos.** São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1985. 492p.

KÖCHE, J. C. **Fundamentos de Metodologia Científica: Teoria da Ciência e Iniciação à Pesquisa.** 23 Ed. Petrópolis: Vozes, 2006. MATIELLO, J. B. **O café do cultivo ao consumo.** São Paulo: Globo, 1991. 320p.

LO MONACO, P. A.; MATOS, A. T.; CACHALDORA, D. N.; EMMERICH, I. N. **Eficiência de matérias orgânicos filtrantes no tratamento de águas residuárias da lavagem e despolpa dos frutos do cafeeiro.** Engenharia Agrícola, UFV. Ed. Viçosa- MG.

MATIELLO, J. B. **O café: do cultivo ao consumo.** São Paulo: Globo, 1991. 320 p.

MATOS, A. T. ; VIDIGAL, S. M.; SEDYAMA, M. A. N.; GARCIA, N. P.; RIBEIRO, M. F. **Compostagem de alguns resíduos orgânicos utilizando-se águas residuárias da suinocultura como fonte de nitrogênio.** Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, PB, v.2, n.2, p. 119-246, Mai - Ago, 1998.

MATOS, A. T.; FEBRER, M. C. A. **Características químicas de composto orgânico produzido com casca de frutos de cafeeiro e águas residuárias da suinocultura.** In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DE CAFÉS DO BRASIL, 1, 200, Poços de Caldas , MG. Anais... Poços de Caldas, MG: [s. n.], 2000. V. 2, p. 975-978 .

MATOS, A. T. Tratamento e Destinação Final dos Resíduos Gerados no Beneficiamento do Fruto do Cafeeiro: In: ZAMBOLIN, L., **Produção Integrada de Café.** Viçosa: UFV: DFP. 2003. 710 p. 648 a 695.

MATOS, A. T.; PINTO, A. B.; PEREIRA, O. G.; SOARES, A. A. E LO MONACO, P. A. **Produtividade de forrageiras utilizadas em rampas de tratamento de águas residuárias da lavagem e despolpa dos frutos do cafeeiro.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.7, n.1, p.154-158, 2003. Campina Grande, PB, DEAg/UFPG.

MATOS, A. T.; EMMERICH, I. N.; BRASIL, M. S. **Tratamento por escoamento superficial de águas residuárias da lavagem e despolpa de frutos do cafeeiro**

em rampas cultivadas com Azevém. Engenharia na Agricultura, Viçosa, 240 MG, v.13, n.4, 240-246, Out./Dez., 2005.

MATOS, A. T. Tratamento de resíduos na pós-colheita: In: BOREM, F. M., **Pós-colheita do Café.** Lavras: Ed: UFLA, 2008.631 p. 170-171.

SILVA, O.M; LEITE, L. A. M. competitividade e custos do café no Brasil. In: **Café: Produtividade, qualidade e sustentabilidade.** Viçosa, MG: UFV. Impr. Univ. 2000.

VASCO, J. Z. **Procesamiento de frutos de café por vía húmeda y generacion de subproductos.** In INTERNATIONAL SEMINAR ON BIOTECHNOLOGY IN THE COFFEE AGROINDUSTRY, 3, Londrina, 2000. Proceedings... Londrina, PR: UFPR. IAPAR, IRD, 200. P.345.355.

VIEIRA. M.; CARVALHO, G. Perspectivas para cafés do Brasil. In: **Café : Produtividade, qualidade e sustentabilidade.** Viçosa, MG. UFV, 2000.