

BALANÇO HÍDRICO E GERAÇÃO DE EFLUENTES ORIUNDOS DO PROCESSAMENTO DE FRUTAS TROPICAIS

Ediudson de Lucena Costa
Carlos Enrique de M. Jerônimo

RESUMO

As unidades industriais de transformação de fruta em concentrados utilizam volumes consideráveis de água no processo produtivo. Grande parte desta água, principalmente a água de lavagem dos frutos, em conjunto com outros resíduos (como restos de frutas, folhas, pedúnculos, e outras partículas estranhas) gera um efluente com elevados níveis de carga orgânica. Estes efluentes podem ser tratados de várias formas. O presente trabalho consiste na análise do desempenho do Sistema de Tratamento de Efluentes industriais de uma empresa de beneficiamento de frutas do município de Macaíba-RN, mediante a geração de um descritivo dos seus processos de produção, os produtos fabricados, as matérias-primas utilizadas e os resíduos gerados. Bem como, o detalhamento da concepção do sistema de tratamento e destino dos principais recursos hídricos existentes no processo. Os resultados obtidos demonstraram que considerando as boas práticas de operação e as expectativas de seguridade ambiental, e respeitando a mitigação dos impactos advindos da atividade de beneficiamento de frutas, desenvolvidos pela empresa, os sistemas existentes atendem as premissas básicas para funcionamento do estabelecimento.

Palavras-Chave: Efluentes. Frutas. Caracterização.

WATER BALANCE AND WASTEWATER GENERATION COMING OF TROPICAL FRUIT PROCESSING

ABSTRACT

Industrial fruit processing plants in concentrated use considerable volumes of water in the production process. Most of this water, especially the water wash of the fruits, together with other residues (residues such as fruit, leaves, stems, and other foreign particles) generates an effluent with high levels of organic load. These effluents can be treated in several ways. The present work consists in analyzing the performance of the Industrial Wastewater Treatment System of a fruit processing company in the municipality of Macaíba -RN by generating a description of their production processes, products produced, raw materials used and waste generated. As well as the detailed design of the processing system and target, the main water resources existing in the process. The results showed that considering the good operating practices and expectations of environmental security, and respecting the mitigation of impacts resulting from the processing of fruit activity, developed by the company's existing systems meet the basic assumptions for operating the establishment.

Keywords: Wastewater. Fruit. Characterization.

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, os problemas ambientais têm se tornado cada vez mais críticos e freqüentes, principalmente devido ao desmedido crescimento populacional e ao aumento da atividade industrial. Com estes ingredientes os problemas devido a ação antrópica têm atingido dimensões catastróficas, podendo ser observadas através de alterações na qualidade do solo, ar e água.

A poluição do meio ambiente por efluentes industriais tem aumentado gradativamente nas últimas décadas, tornando-se um grave problema social e ambiental.

As unidades industriais de transformação de fruta em concentrados utilizam volumes consideráveis de água no processo produtivo. Grande parte desta água, principalmente a água de lavagem dos frutos, em conjunto com outros resíduos (como restos de frutas, folhas, pedúnculos, e outras partículas estranhas) gera um efluente com elevados níveis de carga orgânica. Estes efluentes podem ser tratados de várias formas. O objetivo principal é reduzir os parâmetros mais importantes, definidos legalmente, de modo a que os efluentes finais tratados possam ser descarregados em leitos de água superficiais ou no solo.

O nordeste brasileiro é propenso a presença de pequenas e médias empresas de beneficiamento de frutas, sobretudo pela variedade de espécies tropicais de grande interesse e aceitação quanto a sua palatabilidade. Porém, em função das condições precárias e cobranças associadas a suas atividades, pouco se observa a preocupação com o tratamento adequado dos seus rejeitos, bem como, com o consumo racional dos recursos hídricos.

Sendo assim, o presente trabalho consiste na análise do desempenho do Sistema de Tratamento de Efluentes industriais de uma empresa de beneficiamento de frutas do município de Macaíba-RN, mediante a geração de um descritivo dos seus processos de produção, os produtos fabricados, as matérias-primas utilizadas e os resíduos gerados. Bem como, o detalhamento da concepção do sistema de tratamento e destino dos principais recursos hídricos existentes no processo.

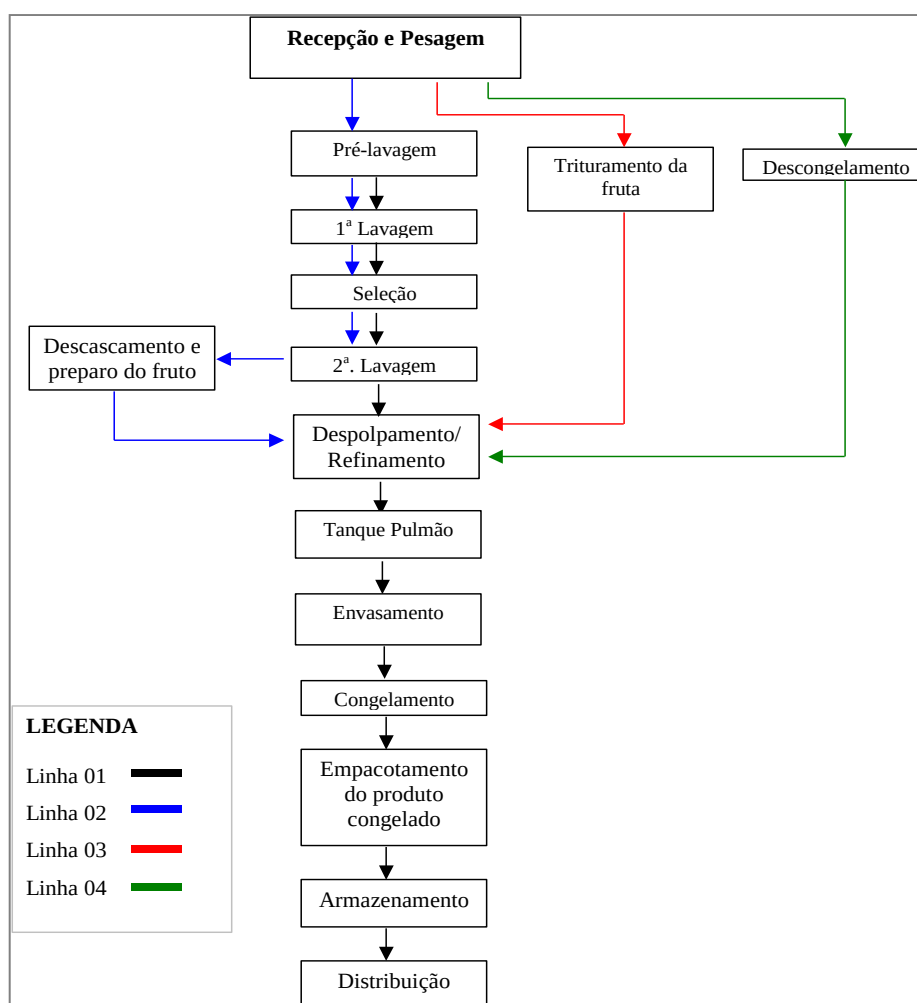
2. PROCESSOS DE PRODUÇÃO

A matéria prima empresa pesquisada são frutas tropicais, dos quais é extraída a polpa, que são processadas mediante pasteurização, envase, armazenada e distribuída para comercialização. A empresa desenvolve as atividades de processamento sucos de frutas e outras derivações.

2.1. Processamento das Frutas

A Figura 01 apresenta de maneira global o fluxograma do processo produtivo da Empresa. Em função da variabilidade da matéria prima utilizada, a empresa realiza adaptações na linha principal (Linha 01), representadas pelas Linhas 02, 03 e 04.

Figura 01. Fluxograma global do processo produtivo da Empresa. Fonte: Autor (2014)



Nos itens a seguir está detalhada cada uma das etapas apresentadas no fluxograma (Figura 01).

2.1.1 – Recepção e pesagem

As frutas que chegam na plataforma de recepção devem estar dentro dos padrões exigidos pela empresa, como estado físico e a uniformidade na maturação dos frutos, sendo estas acondicionadas em contentores plásticos ou em sacos de polietileno, em caso de polpa pronta, para a pesagem e realização de anotações em check-list de chegada da fruta para acompanhamento do processo.

2.1.2 – Pré-lavagem

Etapa onde os frutos são imersos em tanque de PVC de 1.000 litros com água potável clorada de 5ppm e 10ppm de cloro permanecendo em média 15 minutos, objetivando facilitar o amolecimento e remoção de sujeiras, como terra, partes de insetos, etc. Nesta etapa os frutos são submetidos a uma seleção com a finalidade de separar aqueles que não sirvam para o processamento de acordo com o seu grau de maturação, estado físico e sanitário. Esses tanques possuem uma torneira de descarga em sua base para drenagem da água utilizada. O efluente drenado, que apresenta cloro residual, material sólido, escoar para uma vala, e então seguirá para o sistema de tratamento, conforme projeto anexo.

2.1.3 – Primeira lavagem

Nesta operação são utilizados tanques de aço inox 304 com capacidade de 800 litros equipado com pás de inox que se movimentam em baixa rotação conduzindo os frutos para o elevador do tanque que são levados até a esteira de seleção. Os tanques possuem uma torneira de descarga em sua base para drenagem da água utilizada. A água utilizada tem de 10 ppm a 20 ppm de cloro. O efluente desta etapa também é drenado para a vala de captação.

2.1.4 – Seleção

Após as lavagens os frutos são submetidos à seleção numa esteira própria automática com 4m de comprimento equipada com uma borracha sanitária onde são separados aqueles frutos que não são adequados ao processamento, de acordo com o seu grau de maturação, estado físico e sanitário. Os rejeitos gerados nesta etapa são folhas, talos e frutos fora dos padrões de maturação.

2.1.5 – Segunda lavagem

Nesta operação é utilizado um tanque de 800 litros, onde os frutos são imersos em água potável sem adição de cloro, esta lavagem tem como objetivo a remoção do cloro residual decorrente das lavagens anteriores. Os frutos são conduzidos ao elevador do tanque e levados até a despulpadeira. O efluente originado nesta operação apresenta baixo teor de sólidos e cloro residual.

2.1.6 - Descascamento e preparo do fruto

Esta etapa é direcionada aos frutos, como por exemplo, maracujá, graviola, manga, abacaxi e mamão, cujas cascas são removidas pelos manipuladores, utilizando facas de aço inox. No preparo da uva e do tamarindo o trabalho ocorre totalmente de forma manual em mesas de aço inox 304. Os rejeitos (cascas) resultantes desta etapa são acondicionados em caixas e destinados conforme plano de gerenciamento anexo.

2.1.7 – Trituramento do fruto

Este processo é específico para alguns frutos como ameixa e tamarindo, que são triturados com adição de um percentual de água potável e filtrada para facilitar seu despolpamento. Esse processo é feito com a utilização de um liquidificador industrial de aço inox 304 com capacidade de 60kg.

2.1.8 – Despolpamento/Refinamento

Nesta etapa ocorre a separação da polpa da parte não comestível do fruto, representada pelas cascas, sementes e fibras que são lançadas para fora do galpão por uma calha inox embutida na parede e fechada por uma cortina vai-vem. Todo este bagaço da fruta cai em uma tremonha para em seguida ser levado para fermentação e posteriormente ser utilizado como adubo orgânico. Nesta operação é usada uma despolpadeira multi-estágio, equipada com refinador, totalmente em aço inox 304, com peneiras de aço inox com diâmetro de furo de 1mm para a despolpadeira e com 0,6mm para o refinador. O equipamento quando usado com a função de refinamento proporciona um produto final de melhor aspecto e mais homogêneo.

2.1.9 – Tanque pulmão

Este equipamento com capacidade de armazenagem de 150 kg de polpa é construído, totalmente, em aço inox 304 e está localizado embaixo do tanque de refinamento da polpa, servindo para acondicionar a polpa após seu despolpamento e refino. O tanque está equipado com uma bomba centrífuga construída em aço inox 304 para a retirada da polpa para os tanques de armazenamento ou máquinas de ênfase.

2.1.10 - Envasamento

As polpas de frutas são envasadas por empacotadeiras automáticas construídas em aço inox 304 que possuem tanque com capacidade de 300kg. As polpas de frutas são acondicionadas em sacos de polietileno que contém informações sobre data de fabricação, prazo de validade, modo de preparo, informações sobre o fabricante e etc. As polpas são envasadas em embalagens de 100g e 500g de polpa que são colocadas em caixas de PVC para serem levadas ao túnel de congelamento.

2.1.11 - Congelamento

Este processo é realizado em túnel de congelamento a temperatura de menos 18°C, proporcionando um congelamento rápido.

2.1.12 – Empacotamento do produto congelado

Após o congelamento das polpas envasadas em embalagens de 100g, agrupadas em embalagens de 400g (4 unidades por pacote) e de 1000g (10 unidades por pacote) para serem comercializadas. As embalagens externas possuem em seu rótulo todas as informações exigidas pelo Ministério da Agricultura.

2.1.13 – Armazenamento

O armazenamento das polpas de frutas congeladas é feito em câmaras frias a uma temperatura de -18°C.

2.1.14 – Distribuição

A distribuição das polpas de frutas aos clientes é realizada por veículos do tipo Fiorino Baú equipadas com caixas de isopor.

3. INFORMAÇÕES DO SISTEMA DE ÁGUAS SERVIDAS E PLUVIAIS

3.1. Efluentes domésticos

Os efluentes gerados nos banheiros e lavatórios são tratados em sistema de tanque séptico, formado por tanque séptico e sumidouro. Os equipamentos foram dimensionados de acordo com a Norma ABNT NBR 7229 (1993).

De acordo com os parâmetros da NBR, a contribuição per capita de esgotos domésticos, para o tipo de ocupação – fábricas em geral – é de 70 L/pessoa.dia. Considerando o quadro funcional da empresa encontra-se dimensionado o sistema de tratamento de efluentes domésticos no local.

3.2. Águas Pluviais

As águas pluviais que atinge a área do terreno são infiltradas nas áreas disponíveis para tal fim. O projeto detalhado do sistema de recolhimento e destinação é apresentado em projeto específico.

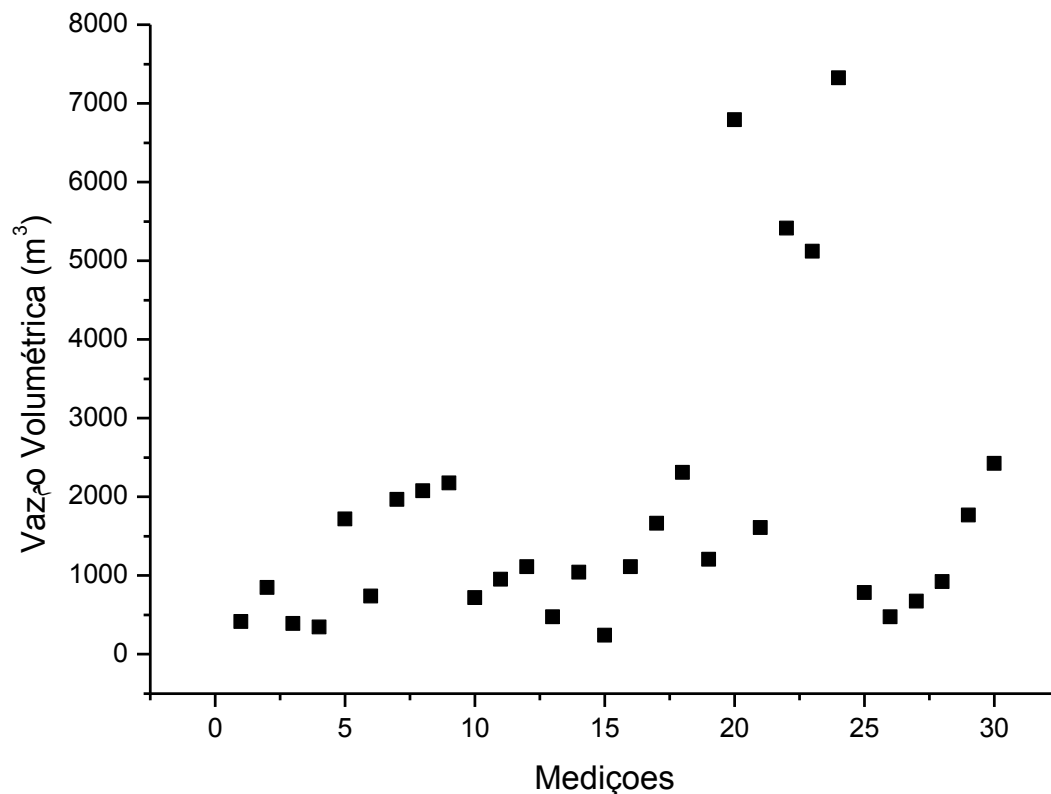
As águas pluviais estão totalmente segregadas das águas residuárias do processo, sendo as primeiras direcionadas, via canaletas para o solo nos arredores, para então seguir o ciclo hídrico via infiltração. Tendo-se as contribuições apenas da área exposta da estação de tratamento no referido projeto. Os coeficientes de folga da estrutura consideraram um volume de segurança de 10% do volume total da estação, para tais contribuições.

3.3. Caracterização Quantitativa

A unidade de produção possui instalações adequadas, com pisos, paredes, cobertura, pé-direito, equipamentos e utensílios corretamente dimensionados, bem como pessoal treinado para este tipo de atividade. A qualidade do produto é aferida por meio de laboratório (em construção) contendo estrutura mínima capaz de realizar análises de rotina (refratômetro, potenciômetro, balança e todo um aparato específico de vidrarias e reagentes), bem como utilizando laboratórios terceirizados para análises específicas.

A vazão de efluentes geradas pela indústria é variável em função da carga de frutas processada, entretanto, para o desenvolvimento do presente trabalho foram feitas diferentes medições e desenvolvido o tratamento estatístico desses dados. No Gráfico a seguir apresenta-se os valores de vazão obtidos durante a rotina de monitoração.

Gráfico 01. Estimativas das Vazões de Efluentes Gerados.



Fonte: Autor (2014)

O tratamento estatístico desses dados nos leva ao seguinte perfil:

Figura 01. Fluxograma global do processo produtivo da Empresa.

Média (L/h)	1942,22
Mínimo (L/h)	243,37
Máximo (L/h)	7300,00
Mediana (L/h)	1206,68
Variância	3306895,65
Desvio Padrão (L/h)	1818,49
Curtose	2,54
Assimetria	0,55

Fonte: Autor (2014)

Com base nos valores obtidos, o projeto será correspondente a média mais dois desvios padrões, que consiste numa vazão de 4354 L/h.

Em relação ao sistema, atualmente, construído para atender ao tratamento desta vazão tem-se instalado na fábrica os elementos mostrados nas Figuras 2 a 6.

Figura 2 - Caixa de passagem e equalização inicial.



Fonte: Autor (2014)

Figura 3 - Peneiramento.



Fonte: Autor (2014)

Figura 4 - Controle de bomba de soda cáustica.



Fonte: Autor (2014)

Figura 5 - Bomba de soda cáustica.



Fonte: Autor (2014)

Figura 6 - Tanque de acumulação e decantação (parte externa).



Fonte: Autor (2014)

Considerando o diagnóstico desse sistema, identificou-se algumas lacunas quanto aos parâmetros de tratamento, sobretudo, na concentração de sólidos em suspensão. E a ineficiência do referido sistema. Diante desse quadro, justificou-se a elaboração de um projeto adicional, que segue neste documento.

Os efluentes industriais do empreendimento foram caracterizados e o laudo analítico das amostras compostas analisadas pelo laboratório apresenta o seguinte perfil (não tendo sido analisadas inconsistências amostrais e analíticas, visto que o dado foi utilizado como referencia qualitativa):

Figura 7. Laudo Analítico do Efluente

ANÁLISE FÍSICO - QUÍMICA DA ÁGUA		
DETERMINAÇÃO	LIMITE PERMISSÍVEL	VALOR ENCONTRADO
Temperatura, °C	ND	25
Cor, uH	15	2,0
Turbidez, uT	5	0,8
pH	6,0 a 9,5	5,66
Condutividade elétrica, $\mu\text{s}/\text{cm}^{-1}$ a 25° C	ND	66,3
Sólidos totais a 105° C, mg/L	ND	39,78
Sólidos dissolvidos mg/L	1000	39,78
Sólidos em suspensão, mg/L	ND	0
Alcalinidade total, mg/L CaCO_3	ND	8
Alcalinidade de hidróxido, mg/L CaCO_3	ND	0
Alcalinidade carbonato, mg/L CaCO_3	ND	0
Alcalinidade bicarbonato, mg/L CaCO_3	ND	8
Dureza total mg/L CaCO_3	500	10
Nitrogênio Amoniacal, mg/L NH_3 -N	1,5	0,03
Nitrito, mg/L NO_2^- - N	1,0	0
Nitrato, mg/L NO_3^- - N	10	5,92
Cálcio, mg/L Ca^{++}	ND	4,22
Sódio, mg/L Na^+	200	8,90
Magnésio, mg/L Mg^{++}	ND	6,10
Potássio, mg/L K^+	ND	0,88
Ferro total, mg/L ($\text{Fe}^{++} + \text{Fe}^{+++}$)	0,3	0,02
Carbonato, mg/L CO_3^{--}	ND	0
Bicarbonato, mg/L HCO_3^-	ND	10,81
Sulfato, mg/L SO_4^{--}	250	2,55
Cloreto, mg/L Cl^-	250	19,5

Fonte: Empresa pesquisada (2014)

Em relação as características e premissas consideradas para o projeto, tem-se:

- As condições de temperatura são favoráveis a atividade biológica, entretanto, o longo tempo de detenção é suficiente para o controle desse parâmetro. Não é um elemento crítico considerando disposição final no solo;

- O teor de sólidos (totais, fixos, voláteis, solúveis e sedimentáveis) é o principal alvo do tratamento do presente efluente, logo, a decantação deve ser uma das técnicas potencializadas;
- Os níveis de pH devem ser corrigidos para evitar acidificação do solo;
- Os nutrientes apresentam níveis de concentração relativamente baixos, e a remoção dos sólidos deverá eliminar substancialmente a ocorrência dos poluentes que afetam esses parâmetros;
- Os demais parâmetros encontram-se em patamares adequados para processos de disposição no solo, conduzindo a rotas de fertirrigação.

3.4. Proposta Técnica para Otimização

A exigência do projeto é que se faça o tratamento das águas residuais de lavagem por ciclo completo de forma a reduzir os teores de sólidos sedimentáveis, sólidos suspensos, pH, DBO (demanda bioquímica de oxigênio) e DQO (demanda química de oxigênio).

Conferindo assim uma melhor qualidade para a reutilização da água na atividade de irrigação de culturas no entorno da fábrica, tendo sido utilizada (na ausência de legislação específica) a RESOLUÇÃO CNRH Nº 121, DE 16 DE DEZEMBRO DE 2010 que estabelece diretrizes e critérios para a prática de reuso direto não potável de água na modalidade agrícola e florestal, definida na Resolução CNRH nº 54, de 28 de novembro de 2005, Resolução CONAMA Nº 420/2009 que Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas e Resolução CONAMA Nº 430/2011 que Dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA.

Como não foram necessários ensaios de tratabilidade, foram utilizadas as premissas levantadas pela equipe técnica tendo-se em vista os produtos químicos utilizados pela indústria alimentícia e as quantidades de água

utilizadas. Vale ressaltar que os dados levantados para o dimensionamento estão de acordo com a bibliografia e foram adotados valores conservativos na ausência dos reais.

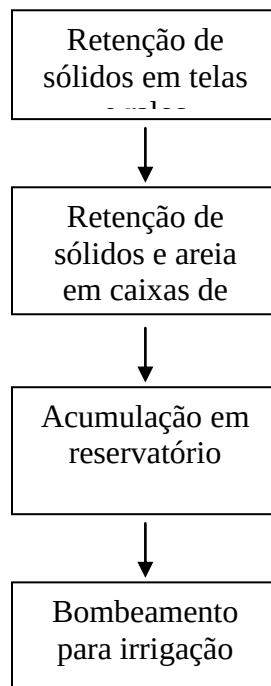
Tendo em vista a características dos efluentes gerados (concentrações baixas dos parâmetros citados) decisões foram tomadas visando o menor custo e máxima eficiência, bem como a utilização de equipamentos existentes e topografia. Devido a essa última premissa, vale ressaltar a necessidade de verificação quanto a proximidade entre a área de tratamento de efluente e a captação de água, de modo que análises sejam realizadas rotineiramente e medidas de impermeabilização sejam adotadas. É recomendado ainda, sem levar em conta a viabilidade, o deslocamento da zona de captação de água, de forma a evitar possíveis contaminações em caso de vazamento.

A disposição das unidades da ETE foi feita tentando-se aperfeiçoar o espaço empregado, utilizando da topografia e equipamentos existentes. Bem como, aproveitou-se toda a estrutura existente.

O sistema atual, consiste em que o efluente gerado na pré-lavagem, na 1ª e na 2ª lavagem das frutas e na limpeza de piso e equipamentos é escoado através de ralos e canaletas, nos quais existem telas para retenção de partículas sólidas. Na sequencia tem-se duas (02) caixas de passagem, destinadas a reter areia e sólidos remanescentes. O efluente será então é acumulado em um reservatório com capacidade de 8.000 litros, de onde é bombeado para a irrigação prevista.

A Figura 8, a seguir, mostra o fluxograma do processo de tratamento adotado.

Figura 8. Fluxograma Atual do sistema de tratamento de efluentes industriais da Empresa Pesquisada.



A manutenção do sistema consiste da limpeza das telas e caixas de passagem. O material removido pode ser usado em compostagem, pois consiste apenas de areia e matéria orgânica. Os procedimentos e a periodicidade de manutenção da bomba usada para irrigação são informados pelo fabricante.

Não pode ser pré-estabelecida uma periodicidade para a limpeza do sistema, pois esta dependerá do volume acumulado. Os detalhes construtivos do sistema encontram-se em planta anexa a este memorial.

Como forma de otimizar o sistema, sobretudo, na eliminação de sólidos suspensos o sistema deverá ser complementado com os elementos que compõe a lista abaixo:

1. Tanque de Mistura onde são realizadas as dosagens de produtos químicos, mistura e equalização de vazão e concentração do efluente.

2. Tanque de Clarificação sendo essa unidade a que objetiva a estabilização do pH, floculação e posterior sedimentação dos sólidos presentes no efluente. Essa unidade de decantação contém canais de distribuição da água na sua entrada e um sistema de degraus para facilitá-la a coleta do lodo no fundo do tanque.

Tendo em vista o perfil apresentado de grande amplitude referente a vazão, de acordo com as referidas operações e também o perfil topográfico, não será proposto desarenador, visto que tal sistema necessita de vazão constante para evitar o arraste dos sólidos e deposição da matéria orgânica contida no efluente, podendo assim causar mal odor. A remoção dos sólidos, bem como a mistura dos produtos químicos serão realizadas no tanque de mistura/equalização. Essa etapa deverá ser substituída por uma maior frequência de limpeza no referido sistema.

Em relação quantificação e semi-qualificação dos efluentes gerados nas referidas atividades da empresa, bem como a especificação dos equipamentos, define-se assim o atendimento pleno dos parâmetros solicitados pelas citadas legislações em vigência bem como minimizar os impactos causados pelo uso dos recursos hídricos com a utilização da técnica de reuso dos referidos efluentes.

Tabela 2. Principais parâmetros e respectivas eficiências

Parâmetros	DQO		O&G		Turbidez	
	Eficiência	Concentração	Eficiência	Concentração	Eficiência	Concentração
Efluente Bruto	-	1000	-	1570	-	1000
Sedimentação e Floculação	36%	640	90%	157	90%	100
Tratamento via Solo - Irrigação	90%	64	60%	62,8	90%	10

Estes resultados são por base em estimativa conservativas, em um cenário proposto mais desfavorável, mesmo assim há a garantia do atendimento dos padrões solicitados na legislação vigente.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados analíticos é possível afirmar que o sistema requer melhorias na sua etapa de coagulação e floculação, sobretudo, para minimização dos níveis de cor para lançamento no solo ou corpos d'água. Ou mesmo, gerando-se oportunidades para reuso da água analisada.

Os ajustes operacionais de dosagem e o aproveitamento da infraestrutura de alvenaria são possíveis para maximizar o desempenho da presente estação.

Faz-se necessária uma melhoria no controle da dosagem de produtos químicos, sobretudo, para garantir níveis de pH otimizados, mediante a realização de testes de jarros padronizados.

Para o descarte no solo para fertirrigação o sistema mostrou-se viável, entretanto, um aumento no tempo de detenção hidráulica acarretaria numa maior robustez e garantia da seguridade ambiental para as etapas de disposição final. A prática de irrigação do produto tratado é uma forma ecoeficiente de reaproveitamento do potencial desse subproduto, tendo-se qualidade no atendimento a tais exigências legais. E o paliativo das práticas de infiltração não são nocivas as atividades circunvizinhas e nem ao lençol, desde que atendidas as especificações de tratamento sugeridas nesse projeto.

O gerenciamento dos resíduos oriundos da floculação necessita de melhorias, sobretudo, com o cumprimento do padrão de descarte e técnicas adequadas, considerando a classificação do resíduo constante na NBR-10004.

O referido projeto, considerando as boas práticas de operação atende as expectativas de seguridade ambiental, respeitando a mitigação dos impactos advindos da atividade de beneficiamento de frutas, desenvolvidos pela empresa.

5. REFERÊNCIAS

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 12209 - Projeto de estações de tratamento de esgoto sanitário. Rio de Janeiro 1992
- ARCEIVALA, S. J. Wastewater treatment and disposal – engineering and ecology in pollution control. New York: Marcel Dekker, 1981. 892p.
- ARRUDA LEME E. J. Manual Prático de Tratamento de Águas Residuárias. EduFSCar São Carlos. 2008. Páginas 44,45,70, 75
- BARROS, R. T. V.; CHERNICHARO, C. A. L.; HELLER, L.; VON SPERLING, M. Manual de Saneamento e proteção ambiental para municípios – Saneamento. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFMG, 1995. 221p.
- BELTRÃO, N. E. de M. et al. Mamona: Arvore do conhecimento e sistemas de produção para o semi- arido brasileiro, Campina Grande: Embrapa Alagodão ,2003. 19p. (Circular Técnica, 70).
- BENNETT, G.F., PETERS, R. W., The Removal of Oil from wastewater by flotation: A review, Critical Reviews in Environmental Science and Technology, Vol. 18, Issue 3, pages 189 – 253, 1988
- CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos RESOLUÇÃO Nº 121, DE 16 DE DEZEMBRO DE 2010 que estabelece diretrizes e critérios para a prática de reúso direto não potável de água na modalidade agrícola e florestal, definida na Resolução CNRH nº 54, de 28 de novembro de 2005.
- CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução sobre condições e padrões de lançamento de efluentes e outras providências – Resolução 357. São Paulo, 2005, p.21.
- COUTO, H. J. B.; FRANÇA, S. C. A.; SAMPAIO, J. A. Recuperação de finos na indústria mineral utilizando os processos de flotação em coluna e por ar dissolvido. CETEM, Rio de Janeiro-RJ, 2007.
- CRESPILHO, F. N.; SANTANA, C. G.; REZENDE, M. O. O. Tratamento de efluente da indústria de processamento de coco utilizando eletroflotação. Química Nova, v.3, São Paulo - SP, 2004.

- FRANCI, R. Gerenciamento de lodo de lagoas de estabilização não mecanizadas. PROSAB, 1999.
- GIORDANO, G. Tratamento e Controle de Efluentes Industriais. Apostila da ABES. Mato Grosso, 2004, p.30.
- IMA – Instituto do Meio Ambiente. Decreto sobre medidas de proteção ambiental na área de implantação do Polo Cloroquímico de Alagoas e outras providencias – Decreto 6.200. Alagoas, 1985, p.3.
- LEME, E. J. A. Aplicação da vinhaça visando a preservação dos aquíferos subterrâneos. Revista ALCOOLBRAS, São Paulo, ano VII, n. 83, pp. 108-111, 2004.
- LEME, E. J. A. Avaliação dos aspectos ambientais da aplicação da vinhaça no solo. Araras: Projeto Rede Institucional Desenvolvimento Sucroalcooleiro – RISESA, 1994. 67p.
- LEME, E. J. A. Otimização da irrigação da cana-de-açúcar via coeficientes culturais, função de produção e programação dinâmica. 1991. 399p. Tese (Doutorado em Engenharia, área de concentração de Hidráulica e Saneamento) – Escola de Engenharia de São Carlos USP, São Carlos, 1991
- MATOS, A. T.; CABANELLAS, C. F. G.; CECOM, P. R.; BRASIL, M. S.; MUDADO, C.S. Efeito da concentração de coagulantes e do pH da solução na turbidez da água, em recirculação, utilizada no processamento dos frutos do cafeeiro, Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.27, n.2, p.544-551, 2007.
- MELO, A. S. CONTRIBUIÇÃO PARA O DIMENSIONAMENTO DE LEITOS DE SECAGEM DE LODO, Campina Grande – PB Setembro 2006
- METCALF & EDDY. Process design manual for land treatment of municipal wastewater. Ohio: Environmental Research Center. Cincinnati, 1977
- OLIVEIRA ALVES, K. P. ESTUDO DO COMPORTAMENTO DA PRECIPITAÇÃO NA CIDADE DO NATAL/RN DO PERÍODO DE 1984 À 2010, Departamento de Geografia – UFRN, 2011

- PAVANELLI, G. Eficiência de diferentes tipos de coagulantes na coagulação, floculação e sedimentação de água com cor ou turbidez e levada. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia São Carlos – São Carlos, 2001.
- POUND, C. E.; CRITES, R. W.; SMITH, R. G. Cost comparison on land treatment and advanced wastewater treatment. EPA – 43019-75-106, 1975.
- ROSA, J. J. Estudo de Coagulantes para o tratamento de efluentes oleosos, utilizando flotação por ar dissolvido. Tese para obtenção do título de Doutor, Porto Alegre - RS, 2002.
- RUAS, D. G.G.; LEME, E. J. A. Utilização da vinhaça como fertilizante na região Centro-Sul, safra 86/87. Álcool & Açúcar, São Paulo, v. 8, n. 42, pp. 26-3, 1988.
- SOLETTI, J. I.; CALLADO, N. H.; CARVALHO, S. H. V.; PEDROSA, V. A.; NETO, C. L. P; BARBOSA, M.G. Reciclagem/Reuso de Efluentes e Resíduos da Indústria de Processamento de Coco. Relatório final: Projeto FINEP, UFAL, Maceió - AL, 2005
- VAN HAANDEL. A. C; LETTINGA, G. Tratamento anaeróbio de esgotos. Um manual para região de clima quente. Campina Grande, 1994.