

TRATAMENTO DE EFLUENTES ORIUNDOS DA EXTRAÇÃO DE ÁGUA DO COCO VERDE¹

Elisângela C. Maia de Lima²
Carlos Enrique de M. Jerônimo³

RESUMO

O presente trabalho consiste na análise do desempenho do Sistema de Tratamento de Efluentes industriais de uma empresa de beneficiamento de coco verde no município de Natal. Este apresenta informações sobre as instalações do empreendimento, seus processos de produção, os produtos fabricados, as matérias-primas utilizadas e os resíduos gerados, bem como, o detalhamento da memória de cálculo e concepção do sistema de tratamento. Os ajustes operacionais de dosagem e o aproveitamento da infraestrutura de alvenaria são necessários 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.

Palavras-Chave: Efluentes. Coco. Caracterização.

¹ Trabalho apresentado como requisito a obtenção do título de especialista em Perícia e Gestão Ambiental (UNI-RN)

TREATMENT OF WASTEWATER PRODUCED FROM THE EXTRACTION OF GREEN COCONUT WATER

ABSTRACT

The present work consists in analyzing the performance of Industrial Wastewater Treatment System from a green coconut beneficiation company in Natal city. It provides information about the enterprise facilities, the production processes, the products, raw materials used and waste generated. As well as the detailed memory calculation and design of the treatment system. Operating dosage adjustments and the use of infrastructure masonry are possible to maximize the station performance. There needs to be an improvement in the control of chemical dosing, especially to ensure optimized pH levels by carrying standardized pitchers tests.

Keywords: Wastewater. Coconut. Characterization.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a cocoicultura é considerada a segunda cultura frutífera de importância econômica na região Nordeste brasileira, tendo os Tabuleiros Costeiros como maiores produtores. Em meados de 1990, ocorreu uma busca acirrada por produtos de coco oriundos de países africanos e asiáticos que trabalham com culturas subsidiadas (Sri Lanka, Costa do Marfim, Indonésia e Filipinas). O preço atrativo não permitia a concorrência com os produtos de origem nacional, levando os produtores de coco da região a situações de inviabilização de suas culturas. Era necessário abrir novo nicho de atuação para os produtores. Nesse sentido, a busca por alternativas provocou fortes mudanças na cocoicultura, culminando no aproveitamento de cocos-verdes para a extração da água. A alternativa de se envasar a água-de-cocos-verdes ganhou espaço e algumas empresas passaram a investir pesado no setor.

Tradicionalmente, a água-de-coco é comercializada dentro do próprio fruto, prática que envolve problemas relacionados a transporte, armazenamento e perecibilidade do produto. A fim de permitir o seu consumo em locais fora das regiões produtoras, é fundamental a sua industrialização, visando diminuir o volume e o peso transportados e, conseqüentemente, reduzir os custos de transporte, bem como aumentar a sua vida de prateleira.

A aplicação de tecnologias de processamento e conservação da água de coco viabiliza o comércio desse produto, otimiza o aproveitamento da fruta, diminui a participação percentual de intermediários que oneram o custo final do produto, além de gerar empregos em novo nicho industrial. A água-de-coco verde envasada insere-se na linha dos produtos de conveniência, apresentando praticidade no manuseio e estocagem e uma vida de prateleira prolongada.

Atualmente, a água-de-coco verde consiste em um grande ramo de comercialização de cocos da variedade anã verde, com acessos notadamente a mercados distantes dos centros produtores. Principalmente, para extração da água de coco para envase em tetrapak ou em vasilhames a serem comercializados refrigerados. Entretanto, nessas atividades há um conjunto de elementos poluentes, sobretudo na geração de resíduos e efluentes líquidos.

Um desses problemas que afetam o ambiente é a poluição química de natureza orgânica e ou inorgânica, decorrente principalmente do elevado crescimento populacional e ao aumento da atividade industrial, deteriorando os ecossistemas pelo acúmulo de metais pesados, nos efluentes industriais (Kieling et al, 2009).

Fellenberg (1980) define poluição como qualquer alteração física, química ou biológica que produza modificação no ciclo biológico normal, interferindo na composição da fauna e da flora do meio. A poluição aquática, uma das mais sérias, provoca mudanças nas características físicas, químicas e biológicas das águas, as quais interferem na sua qualidade. Sendo que os maiores poluentes aquáticos são águas residuais, chamados de efluentes, descartados de forma incorreta e sem o devido tratamento.

Conforme Giordano (2007) os efluentes líquidos se originam pela utilização de água por indústria de diversas formas, tais como: incorporação ao produto; lavagens de máquinas, tubulações e pisos; águas de sistemas de resfriamento e geradores de vapor; águas utilizadas diretamente nas etapas do processo industrial ou incorporadas aos produtos; esgotos sanitários dos funcionários.

Exceto pelos volumes de águas incorporados aos produtos e pelas perdas por evaporação, as águas tornam-se contaminadas por resíduos do processo industrial ou pelas perdas de energia térmica.

O presente trabalho consiste na análise do desempenho do Sistema de Tratamento de Efluentes industriais de uma empresa de beneficiamento de coco verde no município de Natal, este apresenta informações sobre as instalações do empreendimento, seus processos de produção, os produtos fabricados, as matérias-primas utilizadas e os resíduos gerados. Bem como, o detalhamento da memória de cálculo e concepção do sistema de tratamento.

2. EXIGÊNCIAS CLIMÁTICAS DO COQUEIRO

Por ser uma planta de clima tropical, o coqueiro é muito exigente em temperatura, sendo que a ideal gira em torno de 27 °C para que possa manifestar seu potencial produtivo. Temperaturas inferiores a 15 °C leva a uma paralisação do crescimento da planta e abortamento de flores e com isto

comprometendo a produção. Em termos de radiação, o coqueiro desenvolve-se melhor sob condições de luminosidade acima de 2.0 horas de luz/ano.

3. SOLO

Em geral, o coqueiro apresenta melhores condições de adaptação a solos leves e bem drenados, mas que permitam bom suprimento de água para as plantas. A adaptação do coqueiro aos Neossolos Quartzarênicos (Areias Quartazosas) do Litoral Nordestino, seu habitat, está quase sempre associada à presença de lençol freático pouco profundo, compensando assim, sua baixa capacidade de retenção de água. Quando o lençol freático é profundo, caso dos solos dos Tabuleiros Costeiros do Nordeste, região em franca expansão da cocoicultura para água de coco, é necessária a adoção de técnicas eficazes no suprimento de água para as plantas, sendo a irrigação a alternativa mais utilizada.



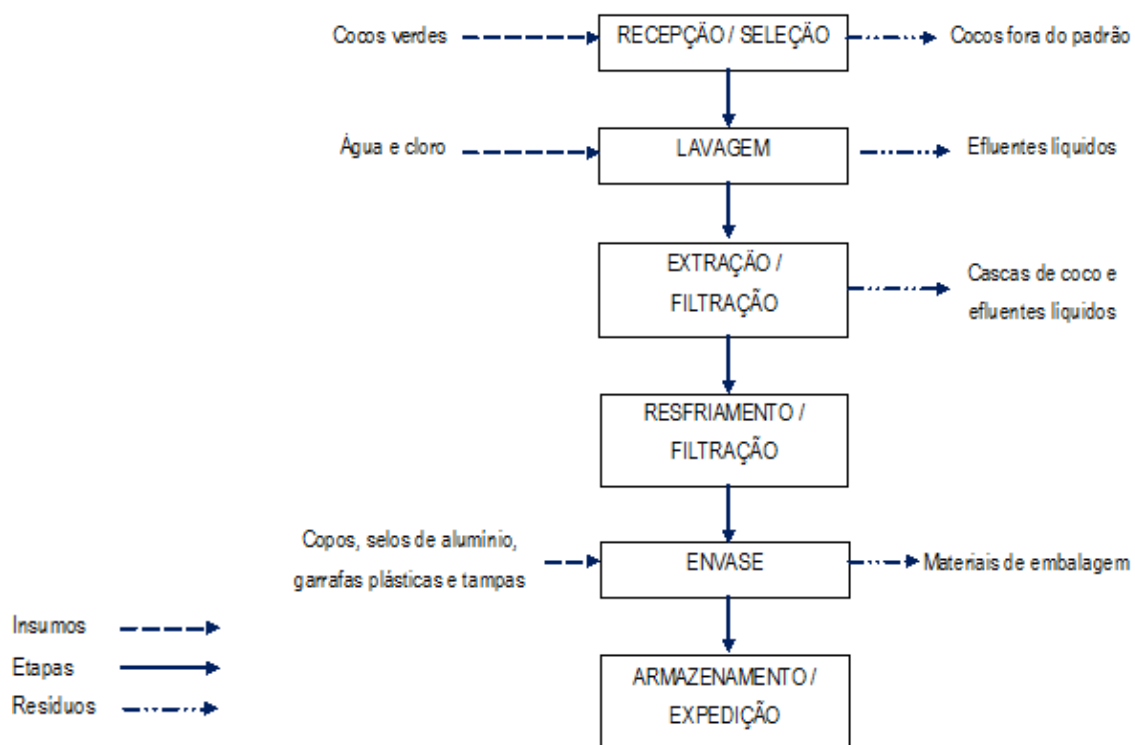
4. PROCESSOS DE PRODUÇÃO

Para o desenvolvimento do trabalho foi escolhida uma empresa do segmento de beneficiamento de coco verde, localizada na cidade do Natal-RN, cujas atividades envolvem o processamento de água de coco, sucos de frutas e doce de coco. Entretanto, nesse trabalho será focada apenas a rota tecnológica da água de coco envasada.

O processamento de água de coco consome uma média de 20.000 cocos diariamente, resultando em uma produção de 9.000 l de água de coco resfriada. A maior parte da produção é envasada em copos plásticos de 290 ml, mas uma pequena fração é envasada em garrafas plásticas, também de 290 ml.

A Figura 1 apresenta o fluxograma de processamento de água de coco.

Figura 1: Fluxograma do processamento de água de coco.



Fonte: Autor (2014)

5. DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DO PROCESSO DE PRODUÇÃO

Recepção / Seleção

Os cocos são selecionados por idade ainda no campo. Os mais adequados para o processo estão na faixa dos sete meses. Na recepção, no momento do descarregamento nos silos de armazenamento, os cocos passam por nova seleção, que visa eliminar os frutos muito maduros, muito verdes ou danificados no transporte. A área de recepção deve ser sempre higienizada; uma varredura se faz necessária sempre que houver um descarregamento, retirando-se todos os detritos que eventualmente tenham sido trazidos junto com a carga de cocos. É necessário recolher diariamente os resíduos acumulados nos ralos, lavar com água e detergente e enxaguar com solução clorada (concentração de 100 ppm). Os cocos podem chegar à unidade de produção solta ou em cachos, a granel, em sacos de polipropileno trançado, ou “ráfia”, ou ainda em caixas plásticas, do tipo contentor.

Lavagem

Os cocos selecionados são transportados em esteira para uma máquina de lavagem (Lavavatriz), onde são lavados, escovados e sanificados com água clorada a 50 PPM de cloro ativo, para eliminação de possíveis contaminantes de origem microbiana. A solução de lavagem deve ser trocada com frequência, dependendo da quantidade de sujeira aderida aos cocos, já que o poder germicida da solução diminui devido à sujeira e à evaporação do cloro. Após a sanificação, os cocos devem ser enxaguados com água potável de boa qualidade, contendo um teor de cloro ativo em torno de 0,5 ppm. A água de enxágüe deve ser trocada periodicamente para eliminar o excesso de cloro arrastado do tanque anterior. Ao final da etapa de lavagem, os cocos devem ser escorridos ou jateados com ar para retirar o excesso de água e conduzidos à seção de extração. Em seguida os cocos são enxaguados em água corrente e encaminhados para o setor de extração, através de esteira transportadora. (NaOH), conforme o caso.

Extração

A extração da água de coco é realizada por duas máquinas extratoras, que partem os cocos em duas bandas e captam a água em um coletor acoplado, dotado de tela metálica, que filtra e retêm sólidos e resíduos de cascas e fibras dos cocos.

Resfriamento / Filtragem

A água de coco é transferida por uma bomba sanitária de aço inox através de um resfriador de placas, que baixa sua temperatura a aproximadamente 0° C. O resfriador é dotado de telas de aço inox e de cartuchos de polipropileno, que filtram a água e removem sólidos e impurezas da água de coco.

Armazenamento

A água resfriada e filtrada é bombeada para 3 (três) tanques de armazenamento em aço inox, que alimentam as máquinas envasadoras.

Envasamento

A água armazenada é distribuída através de um conjunto de bombas integradas entre os tanques de armazenamento e as máquinas envasadoras. A principal linha de produção da empresa é de água envasada em copos plásticos de 290 ml, com selo de alumino, mas também é feito o envase em garrafas plásticas de mesmo volume.

O envase em copos plásticos é feito por 4 (quatro) máquinas envasadoras automáticas. As máquinas fazem a dosagem do volume de água de coco, fecham os copos com selo de alumínio, por meio de resistência elétrica, e fazem a gravação das datas de produção e de validade. Os operadores apenas alimentam os gabinetes das máquinas com um estoque de copos e selos de alumínio. O envase do lote de garrafas plásticas é feito manualmente, através de um bico dosador adaptado nas envasadoras.

Armazenamento / Expedição

Os copos e garrafas são acondicionados em engradados plásticos. Nesse momento o produto encontra-se a uma temperatura em torno de 4º C. Os engradados são transportados para a câmara fria, onde o produto atingirá a temperatura entre 0º C a 2 ºC, permanecendo estocado até o momento de sua expedição.

A Tabela abaixo apresenta o consumo diário dos insumos utilizados no processo de beneficiamento de água de coco da empresa.

Tabela 1: Consumo diário de insumos do processo de beneficiamento de água de coco.

INSUMO	CONSUMO DIÁRIO
Coco verde	20.000 unid.
Copos plásticos 290 ml	30.000 unid.
Selos de alumínio	30.000 unid.
Garrafas plásticas 290 ml	220 unid.
Tampas plásticas	220id.

6. INFORMAÇÕES DO SISTEMA DE ÁGUAS SERVIDAS E PLUVIAIS

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 que o quadro funcional da empresa é formado por 30 pessoas, estima-se uma geração diária 2,1 m³ de efluentes domésticos no local.

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.

7. INFORMAÇÕES SOBRE OS EFLUENTES LÍQUIDOS INDUSTRIAIS

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 microbiológicas e outras mais específicas. As fontes de geração de efluentes são apresentadas no esquemático abaixo:



O balanço hídrico quantitativo pode ser entendido com o Quadro 1, a seguir:

Quadro 1: Balanço Hídrico do Processo

ETAPA	%	Volume (L)
Lavagem de Cocos 20000 cocos/dia	50,8%	10.080
Higienização e Sanitização dos Tanques	8,9%	1.760
Higienização e Sanitização de Equipamentos e Utensílios	2,5%	500
Higienização de botas, mão e acessórios	4,4%	880
Lavagem de Piso e Paredes	17,6%	3.500
Lavanderia de roupas e uniformes	2,8%	550
Lavagem de Engradados e Utensílios (área externa)	1,5%	300
Copa e pias	2,3%	450
Banheiro Produção	5,5%	1.100
Banheiros Administrativo	2,5%	500
Outros pontos (torneiras, mangueiras, etc)	1,2%	240
Total de água consumida na Empresa		19.860

A Empresa processa cerca de 20.000 cocos diariamente. A recepção dos frutos é feita em um lugar reservado e seguro, do tipo plataforma, onde os caminhões encostam facilitando o descarregamento. A área de recepção tem rotina de higienização, retirando-se todos os detritos que eventualmente tenham sido trazidos junto com a carga. É recolhido diariamente os resíduos acumulados nos ralos, o ambiente, assim como os cocos, é lavado com água e detergente e enxaguado com solução clorada (concentração de 100 ppm).

Os cocos chegam à unidade de produção soltos ou em cachos, a granel. A matéria-prima é contabilizada e depois retirada uma amostra representativa da carga para procederem-se às análises iniciais (volume de água na cavidade, °Brix e pH) para verificação de sua qualidade.

É importante caracterizar os lotes, principalmente quando provenientes de diferentes fornecedores. Esse procedimento possibilitará padronizar, o quanto possível, o produto final, visto que a composição da água é função da variedade e do ponto de maturação do fruto.

No ato da recepção, os cocos são submetidos a uma seleção, e os refugos são devolvidos ao fornecedor, de forma a não comprometer a qualidade do produto e tornar-se prejuízo para a empresa. A seleção é criteriosa e realizada, manualmente, por pessoas treinadas.

Faz-se uso de esteiras transportadoras que agilizam o processo e promove segurança e confiabilidade operacional. A análise visual da matéria-prima permitirá o descarte do material inadequado, conforme índices de qualidade estabelecidos (cocos excessivamente verdes, gigantes, maduros, rachados, deteriorados etc.).

A etapa de lavagem é constituída por três operações: pré-lavagem, sanificação e enxágüe. A presença de sujidades naturais sobre a superfície dos frutos pode afetar a qualidade sanitária do produto final. Estas sujidades podem ser muitas vezes visualmente percebidas e ocasionam sérios riscos de contaminação a partir da recepção. Os cocos no campo muitas vezes estão em contato com o solo, com folhagens e expostos ao vento, que carrega muitas sujidades do ambiente. Uma característica dos produtos que estão sob estas condições é a de possuir uma carga microbiana natural, cujo grau varia de acordo com a exposição a estes fatores.

Inicialmente, sólidos grosseiros são retirados na pré-lavagem, usando água potável oriunda do poço artesiano, com controle de potabilidade diário, contendo um teor de cloro ativo em torno de 0,5 ppm.

Figura 2. Lavador automático de cocos com 3 estágios



Fonte: Autor (2014)

A operação de lavagem é realizada em lavador automático, provido de esteiras, aspersores, escovas e tanques de imersão em alvenaria e revestidos com azulejo. A operação de sanificação é realizada no equipamento com o uso de soluções cloradas em faixas de 50 a 100 ppm de cloro ativo. As soluções usadas na sanificação devem ser formuladas no tanque intermediário, onde os cocos devem ser submersos durante um período de 15 a 20 minutos para reduzir a carga microbiana. Para tal, utiliza-se hipoclorito de sódio, que é adquirido comercialmente na forma de líquido com concentrações de 7 a 10%. São utilizados de 25 a 50ml de hipoclorito de sódio para cada 50 litros de água. Eventualmente, caso necessário, o pH da solução é corrigido, para algo em torno de 6,5 a 7,5, valor em que o cloro se torna mais eficaz como agente germicida. A correção desta solução é feita através da adição de ácido (HCl) ou base (NaOH), conforme o caso.

A solução de lavagem é trocada frequentemente, dependendo da quantidade de sujeira aderida aos cocos, já que o poder germicida da solução diminui devido à sujeira e à evaporação do cloro. Após a sanificação, os cocos são enxaguados com água potável contendo um teor de cloro ativo em torno de 0,5 ppm. Ao final da etapa de lavagem, os cocos são escorridos no trajeto para a área de produção, onde perde o excesso de água e são conduzidos à seção de extração.

Em aferições de vazão com recipiente de volume conhecido e cronômetro, estima-se uma vazão de pouco mais de 10 m³ diários, que são vertidos para uma caixa. É utilizado para a extração o equipamento do tipo extrator mecanizado, que extraem e filtram a água-de-coco de forma contínua. A Figura mostra a máquina extratora de água-de-coco verde e o seu mecanismo de corte.

Após a abertura, o coco deve ser vertido em uma calha ou coletor, dotado de malha capaz de reter sólidos ou resíduos provenientes da etapa de abertura. Estes sólidos são geralmente fragmentos da casca e apresentam uma proporção razoável de componentes fenólicos, que funcionam como substrato à ação de enzimas do tipo polifenoloxidasas que alteram a coloração da água-de-coco através de processos oxidativos por elas catalisados. Estes fragmentos devem ser, obrigatoriamente, retirados por peneiramento ou por uma filtração no momento da extração da água. A água é recolhida e enviada para um tanque de estocagem temporária.

As condições de higiene é uma preocupação constante, para minimizar ao risco de contaminação com microrganismos que possam deteriorar o produto, existem procedimentos rigorosos onde todos os colaboradores, principalmente os que trabalham no interior da área de produção, são capacitados para estarem atentos à higiene pessoal e à saúde, bem como a realização de limpeza das paredes, pisos e manutenção dos equipamentos e da organização do ambiente de trabalho. São utilizados aquecedores solares para higienização dos equipamentos.

A sala de processamento e todos os equipamentos e utensílios são limpos, lavados e sanificados diariamente antes e após a utilização.

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):

RESULTADOS ENCONTRADOS			
PARÂMETROS	Limite de Detecção	V.M.P. ^(*)	Efluente da Lavagem
FÍSICO-QUÍMICA			
Temperatura, °C	-	<40°C	20,50
pH	-	5,00-9,00	6,60
Sólidos totais, mg/l	-	N.D	1.048,00
Sólidos totais fixos, mg/l	-	N.D	670,00
Sólidos totais voláteis, mg/l	-	N.D	660,00
Sólidos totais solúveis, mg/l	-	N.D	1.500,00
Sólidos sedimentáveis, ml/l	0,10	1,00	0,20
DBO, mg/L de O ₂	1,00	N.D	60,00
DQO, mg/L de O ₂	1,	N.D	280,00
Fosforo total, mg/l	0,03	N.D	1,83
Nitrogênio total, mg/L de N	0,28	N.D	9,66
Óleos e graxas, mg/l	0,10	50,00	18,17
(*) De acordo com a resolução CONAMA Nº 430/2011, Artigo 16 (ND)- Valores não determinados pela lei vigente do País			
LAUDO TÉCNICO: A amostra analisada encontra-se de acordo com a Resolução citada.			

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

- As condições de temperatura são favoráveis à 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 teores de DBO e DQO são relativamente baixos, e a remoção dos sólidos deverá eliminar substancialmente a ocorrência dos poluentes que afetam esses parâmetros;
- O teor de óleo e graxa encontra-se em patamares baixos, porém, os sistemas de caixas de gordura auxiliarão no abatimento desse parâmetro;
- Os demais nutrientes encontram-se em patamares adequados para processos de disposição no solo, conduzindo a rotas de fertirrigação.

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), DQO (demanda química de oxigênio) e TOG (Teor de Óleos e Graxas). 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 estabelecem 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.

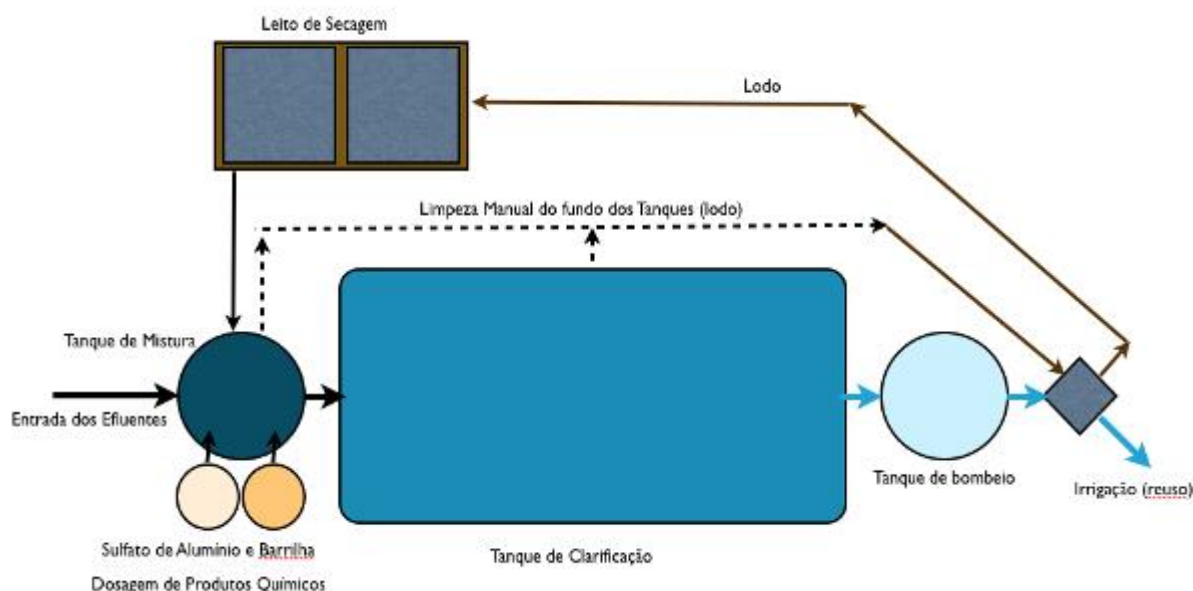
Como não foram necessários ensaios de tratabilidade, foram utilizadas as premissas levantadas pela equipe técnica tendo-se em vista os produtos químicos utilizados pela indústria alimentícia e as quantidades de água utilizadas. Vale ressaltar que os dados levantados para o dimensionamento estão de acordo 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. A ETE

projetada contém as seguintes unidades lotadas no referido local proposto na Figura 3.

Figura 3. Esquemático da ETE



Fonte: Autor (2014)

Os elementos que compõe o referido processo, conforme idealizado são:

- Tanque de Mistura onde são realizadas as dosagens de produtos químicos, mistura e equalização de vazão e concentração do efluente.
- 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 facilitar a coleta do lodo no fundo do tanque.
- Estação de bombeamento para direcionamento intermitente da água tratada de forma a reutiliza-la na irrigação de cultura nas proximidades da ETE (ou eventualmente, feita infiltração no solo).

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.

8. 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 segurança ambiental para as etapas de disposição final.

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.

9. REFERÊNCIAS

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 12209 - Projeto de estações de tratamento de esgoto sanitário,. Rio de Janeiro 1992
- APHA/AWWA/WEF. Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington, DC:APHA, 1998.
- 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
- AZAM, A.; HAMID, A. Effects of gap size and UV dosage on decolorization of C. I. acid orange 7 by UV/H₂O₂ process. Journal of Hazardous Materials, v. 133, p. 167-171, 2006.
- 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.
- BEHNAJADY, M.A.; MODIRSHAHLA, N.; FATHI, H. Kinetics of decolorization of an azo dye in UV alone and UV/H₂O₂ processes. Journal of Hazardous Materials, v. 136, p. 816-821, 2006.
- BELTRAN, F.J.; ENCINAR, J.M; GONZALÉZ, J.F. Industrial wastewater advanced oxidation. Part 2. Ozone combined with hydrogen peroxide or UV radiation. Water Research, v. 31, n. 10, p. 2415-2428, 1997.
- 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

- BILGI, S.; DEMIR, C. Identification of photooxidation degradation products of C. I. Reactive Orange 16 dye by gas chromatography-mass spectrometry. *Dyes and Pigments*, v. 66, p. 69-76, 2005.
- CHAN, K.H.; CHU, W. Modeling the reaction kinetics of Fenton's process on the removal of atrazine. *Chemosphere*, v. 51, n. 4, p. 305-311, 2003.
- 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.
- COUGHLIN, M.F.; KINKLE, B.K.; BISHOP, P.L. High performance degradation of azo dye Acid Orange 7 and sulfanilic acid in a laboratory scale reactor after seeding with cultured bacterial strains. *Water Research*, v. 37, n. 11, p. 2757-2763, 2003.
- 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.
- DANESHVAR, N.; BEHNAJADY, M.A.; ASGHAR, Y.Z. Photooxidative degradation of 4-nitrophenol (4-NP) in UV/H₂O₂ process: Influence of operational parameters and reaction mechanism. *Journal of Hazardous Materials*, v. 139, p. 275-279, 2007.
- DOMÍNGUEZ, J.R.; BÉLTRAN, J.; RODRÍGUEZ, O. Vis and UV photocatalytic detoxification methods (using TiO₂, TiO₂/H₂O₂, TiO₂/O₃, TiO₂/S₂O₈²⁻, O₃, H₂O₂, S₂O₈²⁻, Fe³⁺/H₂O₂ and Fe³⁺/H₂O₂/C₂O₄²⁻) for dyes treatment. *Catalysis today*, v. 101, p. 389-395, 2005.

- FORGACS, E. NANSHENG, D.; HELIN, H. Removal of synthetic dyes from wastewaters: a review. *Environmental International*, v. 30, n. 7, p. 953-971, 2004.
- FRANCI, R. Gerenciamento de lodo de lagoas de estabilização não mecanizadas. PROSAB, 1999.
- JERONIMO, C. E. M. et. Tratamento e redução na fonte de efluentes do processo de alvejamento de tecidos. In: 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Joinville, 2005.
- GIORDANO, G. Tratamento e Controle de Efluentes Industriais. Apostila da ABES. Mato Grosso, 2004, p.30.
- GOGATE, R.; PANDIT, B. A review of imperative technologies for wastewater treatment I: oxidation technologies at ambient conditions. *Advances in Environmental Research*, v. 8, p. 501-551, 2004.
- HAO, O.J.; KIM, H.; CHIANG, P.C. Decolorization of wastewater. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, v. 30, n. 4, p. 449-505, 2000.
- 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.
- KUŠIĆ, H. et al. Fenton type processes for minimization of organic content in coloured wastewaters. Part II: Combination with zeolites. *Dyes and Pigments*, v. 74, p. 388-395, 2007.
- LEDAKOWICZ, S.; SOLECKA, M.; ZYLLA, R. Biodegradation, decolourisation and detoxification of textile wastewater enhanced by advanced oxidation processes. *Journal of Biotechnology*, v. 89, n. 2, p. 175-184, 2001.
- MATOS, A. T.; CABANELLAS, C. F. G.; CECON, 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
- NEAMTU, M. et al. Kinetics of decolorization and mineralization of reactive azo dyes in aqueous solution by the UV/H₂O₂ oxidation. Dyes and Pigments, v. 53, p. 93-99, 2002.
- NOGUEIRA, R.F.P. et al. Fundamentos e aplicações ambientais dos processos Fenton e foto-Fenton. Química Nova, v. 30, n. 2, p. 400-408, 2007.
- 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.
- PERALTA-HERNÁNDEZ, J.M. et al. Comparison of hydrogen peroxide-based processes for treating dye-containing wastewater: Decolorization and destruction of Orange II azo dye in dilute solution. Dyes and Pigments, v. 76, p. 656-662, 2008.
- PETERNEL, I.; KOPRIVANAC, N.; KUŠIĆ, H. UV-based processes for reactive azo dye mineralization. Water Research, v. 40, n. 3, p. 525-532, 2006.
- POULOPOULOS, S.G.; ARVANITAKIS, F.; PHILIPPOPOULOS, C.J. Photochemical treatment of phenol aqueous solutions using ultraviolet radiation and hydrogen peroxide. Journal of Hazardous Materials, v. 129, p. 64-68, 2006.
- 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.
- ROTT, U.; MINKE, R. Overview of wastewater treatment and recycling in the textile processing industry. Water Science and Technology, v. 40, n. 1, p. 137-144, 1999.

- 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.
- SHU, H.; CHANG, M. Decolorization effects of six azo dyes by O₃, UV/O₃ and UV/H₂O₂ processes. *Dyes and Pigments*, v. 65, p. 25-31, 2005.
- 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.
- VAUTIER, M.; GUILLARD, C.; HERRMANN, J-M. Photocatalytic degradation of dyes in water: case study of indigo and indigo carmine. *Journal of Catalysis*, v. 201, n. 1, p. 46-59, 2001.
- WOJNÁROVITS, L.; TAKÁCS, E. Irradiation treatment of azo dye containing wastewater: an overview. *Radiation Physics and Chemistry*, v. 77, p. 225-244, 2008.
- XU, X. et al. Degradation of dyes in aqueous solutions by the Fenton process. *Chemosphere*, v. 57, p. 595-600, 2004.
- ZAZO, J.A. et al. Catalytic wet peroxide oxidation of phenol with a Fe/active carbon catalyst. *Applied Catalysis B: Environmental*, v. 65, p. 261-268, 2006.
- <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAUjwAJ/a-cultura-coqueiro?part=2>.