

SUMÁRIO

Visão geral sobre a utilização dos agrotóxicos no Brasil.....	2
	<i>Luís Gustavo Basso</i> <i>Juliana Santos de Souza</i> <i>Antônio César Teixeira de Toledo</i> <i>Milena Savioli Lopes</i>
Otimização energética em linha de vapor em acordo com a NR-13.....	17
	<i>Enéias R. Silva</i> <i>Fábio D. Santos</i> <i>Thayná L. Oliveira</i> <i>Claudemar José Trevizam</i> <i>Flávio Gramolleli Junior</i>
Análise da eficiência de uma estação de tratamento de esgoto por membrana pós-tratamento.....	37
	<i>Stella Leandro Demetrio</i> <i>Franciele Aparecida Muniz Henrique</i> <i>Veridiana Soligo Sgarbossa</i> <i>Dicesar Correia</i> <i>Raquel Carnivalle Silva Melillo</i>
Caracterização de lodo e definição de método de compostagem para a estação de tratamento de efluentes do município de várzea paulista.....	54
	<i>Gustavo H. Silva</i> <i>Phillip C. Nonato</i> <i>Raquel Carnivalle Silva Melillo</i> <i>Hipólito A. S. Gomes</i>
Estudo de caso: aplicação de boas práticas de fabricação para indústria de panificação de pequena escala.....	73
	<i>Gustavo C. Bortolin</i> <i>Raquel Carnivalle Silva Melillo</i> <i>Tatiana Lança</i>

VISÃO GERAL SOBRE A UTILIZAÇÃO DOS AGROTÓXICOS NO BRASIL

Luís Gustavo Basso (Centro Universitário Padre Anchieta)

Juliana Santos de Souza (Centro Universitário Padre Anchieta)

Antônio César Teixeira de Toledo (Centro Universitário Padre Anchieta)

Milena Savioli Lopes (Centro Universitário Padre Anchieta)

RESUMO: O propósito inicial dos agrotóxicos era eliminar o maior número de pragas possíveis para que a lavoura pudesse gerar mais rendimentos e maior lucratividade. Porém, o meio ambiente e os seres vivos não foram privilegiados em relação a essa tecnologia implantada nos campos. Desequilíbrio ecológico, doenças, mortes, deformações genéticas, solos, recursos alimentícios e hídricos contaminados, são alguns dos inúmeros problemas causados pelo mau uso desses produtos. O principal objetivo dessa pesquisa foi a realização de análise da origem dos agrotóxicos, bem como seus efeitos nos seres vivos e na natureza, sua periculosidade e sua influência na agricultura por meio da intervenção da indústria dessas substâncias tóxicas como meio de obter vantagens financeiras. Trata-se de uma pesquisa exploratória bibliográfica com enfoque na descrição dos problemas que envolvem o assunto em questão e a avaliação destes. Além da questão ecológica, a manipulação de agrotóxicos envolve também questões socioeconômicas, políticas, sanitárias e industriais. As conclusões se baseiam no fato de que faltam investimentos governamentais e também de departamentos e instituições relacionadas ao ambiente rural, pois assim o trabalhador agrícola terá maior apoio para realizar suas atividades sem expor a saúde humana e ambiental em perigo.

Palavras-chave: Agrotóxicos; Pragas; Agricultura; Toxicidade; Brasil.

ABSTRACT: The initial purpose of agrochemicals was to eliminate as many pests as possible, so the crop could generate more yields and greater profitability. However, the environment and the living beings were not privileged about the technology was implanted in the fields. Ecological imbalance, diseases, deaths, genetic deformations, contaminated soils, food and water resources and so on are sed in products. The main objective of this research was the analysis of the origin of pesticides, as well as their effects on living beings and nature, their dangerousness and their influence on agriculture through the intervention of the industry of these toxic substances as a means to obtain financial advantages. This is about an exploratory bibliographical research with a focus on the description of the problems that involve the subject in question and the evaluation of these. In addition to the ecological issue, pesticide manipulation also involves socioeconomic, political, health and industrial issues. The conclusions are based on the fact, that there is a lack of government investments and also of departments and institutions related to the rural environment, since the agricultural worker would have greater support to carry out their activities without exposing human and environmental health in danger.

Key words: Pesticides; Pests; Agriculture; Toxicity; Brazil.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, os agrotóxicos são abundantemente utilizados como um recurso economicamente viável para impedir que os alimentos sejam atingidos por insetos, doenças, ou plantas daninhas, evitando assim possíveis danos à lavoura tanto a curto como longo prazo. Muitas dessas substâncias são proibidas em outros países, e no Brasil são consumidas em grande quantidade sem as devidas preocupações em relação aos males que estas podem provocar, de acordo com a Sanágua (2015), empresa de análises químicas e ambientais.

Por determinação legal, os agrotóxicos devem apresentar, no rótulo, uma faixa de determinada cor, indicando sua classe toxicológica, de acordo com a figura 1. Essa classificação também está relacionada à ação e ao grupo químico ao qual pertencem. E em muitos casos, os mais perigosos são os mais utilizados, tanto por motivos econômicos quanto potenciais (em termos de ação contra as pragas), mesmo sendo os que mais nos causam doenças e infectam o meio ambiente (SIQUEIRA; KRUSE, 2008).

Figura 1 - Classificação dos agrotóxicos de acordo com a sua cor e sua respectiva toxicidade

Classe I	Extremamente Tóxico	Vermelha
Classe II	Altamente Tóxico	Amarela
Classe III	Medianamente Tóxico	Azul
Classe IV	Pouco Tóxico	Verde

Fonte: OLIVEIRA (2016)

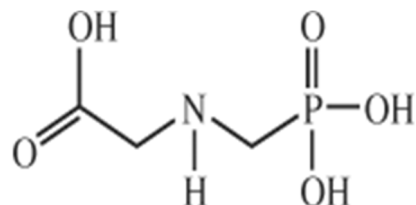
Meirelles (2014) afirma que a maior contrariedade é de que a sistematização dos agrotóxicos está sujeita a uma série de interesses políticos e econômicos e, assim, mesmo com os conhecimentos científicos presentes, a saúde e o ambiente não são mais privilegiados.

Um dos maiores prejuízos dos agrotóxicos à saúde humana são as alterações no sistema nervoso central, além das ações dos agentes mutagênicos que podem favorecer o surgimento de neoplasias (tumores), que são uma forma de proliferação celular não controlada pelo organismo, com predisposição para a autonomia e perpetuação (COSTA *et al.*, 2017).

Um exemplo de substância tóxica que afeta altamente a saúde é o glifosato (figura 2), sendo que os altos índices de toxicidade e efeitos assemelham-se estritamente com aqueles do

autismo e se continuar nesse ritmo atual, em 2025, uma em cada duas crianças serão autistas, ressalta o MST – Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (2015).

Figura 2 - Fórmula estrutural do glifosato

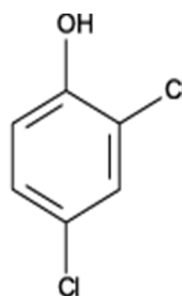


Fonte: COUTINHO e MAZO (2005)

Quadros (2014) mostra que experiências de laboratórios feitas em animais indicam que os agrotóxicos proibidos na Europa e nos Estados Unidos da América são interligados ao câncer e a outras doenças de fundo neurológico, hepático, respiratório, renal e de má formação genética. Diante dessa situação, o autor afirma que todos os brasileiros consomem diariamente agrotóxicos que são recusados pelo restante do mundo.

Além dos sintomas de médio e longo prazo, há também os de efeito “imediatos” que são as alergias contraídas após a ingestão de um alimento com determinada dose do agrotóxico, podendo este prevalecer por muito tempo no sistema corporal humano, reduzindo a qualidade de vida populacional (SANTOS, 2015). Um exemplo desses compostos tóxicos que provocam os efeitos “imediatos” é o diclorofenol (figura 3), frequentemente utilizado em agrotóxicos e na cloração da água e que pode estar relacionado à alergia alimentar humana (DALILA, 2014).

Figura 3 - Estrutura química do 2,4-diclorofenol, um dos isômeros do diclorofenol



Fonte: CAMPOS e VIEIRA (2002)

Os impactos ambientais dos agrotóxicos dependem da sua ecotoxicidade a seres terrestres e aquáticos e também das suas altas concentrações no solo, na água, nos vegetais e na

atmosfera, da forma e das condições de aplicação, da quantidade utilizada, da conduta e do destino da perigosa substância no meio ambiente (SPADOTTO *et al.*, 2004). Os autores afirmam que, no solo, os agrotóxicos atingem diretamente os organismos que lá vivem e que realizam várias funções de vital importância como, por exemplo, ciclagem de nutrientes e decomposição, alterando a diversidade, composição de espécies e biomassa, comprometendo na disponibilidade de nutrientes e na fertilidade do solo

Já no sistema hídrico, a presença de agrotóxicos é muito comum principalmente nos corpos d'água próximos de regiões agrícolas onde os agrotóxicos são aplicados intensamente, pois, em seu ciclo, a água escoar e carrega consigo diversos compostos essenciais a vida aquática e, dessa forma, também transporta os compostos tóxicos, acarretando na contaminação de diversas espécies e na alteração do ciclo (VEIGA *et al.*, 2006).

E estes prejuízos também atingem certas atividades econômicas, como a pesca, pois os peixes e outros animais bioacumulam as substâncias tóxicas presentes no ambiente aquático, afetando no seu desenvolvimento e no seu posterior consumo (CHRISTMANN, 2015), comprovando que os agrotóxicos têm efeito cumulativo nos seres, principalmente os que se localizam no topo da cadeia alimentar, pois possuem a tendência de armazenar componentes de um produto por longos períodos e apenas desencadear a doença anos depois, devido ao excesso dessas toxinas presentes no corpo (ARANTES, 2012).

Diante de todas as afirmações presentes, o principal objetivo da pesquisa é expor os principais problemas com relação ao uso excedente de agrotóxicos no território brasileiro nos pontos de vista ambiental, econômico, político, social e biológico, mostrando que certos interesses políticos, comerciais e financeiros são colocados como prioridade em detrimento do bem-estar populacional e ambiental.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Veiga *et al.*, (2006) afirmaram que, antigamente os agrotóxicos eram inertes, possuíam baixa ou nenhuma solubilidade em água e tinham um poderoso método de adesão ao solo. Mencionaram também que, com o desenvolvimento tecnológico, os agrotóxicos tornaram-se mais solúveis em água, adquiriram pouca eficácia de adesão ao solo e passaram a ser mais voláteis, ou seja, evaporam e se dissolvem na água muito facilmente. Tais novidades tecnológicas envolvidas com a manipulação de compostos químicos criaram agrotóxicos cada vez mais potentes, perigosos, persistentes e eficientes para combater as pragas. Posteriormente,

estas modificações nas características dos compostos tóxicos também agregaram e prolongaram ainda mais a capacidade nociva dos agrotóxicos de causar prejuízos à saúde humana e ao meio ambiente. E concluíram que há uma crescente contaminação dos sistemas hídricos por agrotóxicos, principalmente devido ao aumento do uso deles nos últimos anos e que o Brasil, é um dos países de maior consumo no mundo.

Arantes (2012) afirmou que o problema atual da utilização de agrotóxicos e posterior intoxicação alimentar dos consumidores é a ausência de informação técnica dos trabalhadores rurais sobre as substâncias químicas encontradas nos agrotóxicos e os possíveis danos do uso desses produtos aos seres vivos. Havendo a falta de fiscais nas áreas agrícolas, existe o contrabando de agroquímicos que, não tendo fontes reconhecidas, não garantem o bom estado do material, gerando riscos desde o agricultor até o consumidor final. Percebeu também que, os referidos problemas poderiam ser facilmente solucionados adotando medidas mais rigorosas em relação à educação, fiscalização e uso de produtos de qualidade assegurada, com composição conhecida e de acordo com normas internacionais, mudando completamente a atual realidade brasileira, que ingere dos mais perigosos agrotóxicos atualmente produzidos.

Siqueira e Kruse (2008) enfatizaram os males do uso de agrotóxicos para a saúde humana e ambiental e os prejuízos são comprovados por meio de pesquisas nos quais se têm observado a existência dessas substâncias em amostras de sangue humano, no leite materno e resíduos presentes em mantimentos ingeridos pela população global, indicando a possibilidade de ocorrência de anomalias congênitas (malformação, deformação fetal, entre outros), de câncer, de doenças mentais e de problemas reprodutores. Também fizeram um estudo a respeito do aproveitamento dos pesticidas no meio rural brasileiro, e observou que isso vem trazendo inúmeras consequências, tanto para o ambiente, como para a saúde do agricultor. Em geral, essas anomalias estão relacionadas a vários fatores, tais como: o uso incorreto desses compostos, a imposição feita pela indústria e pelo comércio para a utilização dos pesticidas de alta toxicidade com fins lucrativos e a falta dos devidos mecanismos de vigilância. E então concluíram que a notificação e a verificação dos envenenamentos por agrotóxicos são ainda muito precários em nosso país. A resistência e a falta de acesso dos agricultores aos centros de saúde e diagnósticos malsucedidos são alguns dos fatores que influenciam a falta de registros de intoxicação por agrotóxicos. Além disso, em grande parte dos estados e municípios brasileiros, os agravos não são de notificação imediata aos sistemas de vigilância epidemiológica e sanitária.

Viegas (2016) constatou, em sua pesquisa com mães em período de amamentação, de que havia contaminação por agrotóxicos em 100% das amostras de leite analisadas em Lucas do Rio Verde – MT. O autor então se questionou sobre o que fazer em uma situação como essa e concluiu que a ciência pode indicar a melhor solução hoje, mas amanhã mudar de opinião. Tais incertezas podem ser decisivas para a saúde de um número incontável de seres humanos. Entretanto, desde 2008, o Brasil ocupa o 1º lugar no ranking mundial de consumo de agrotóxicos. Além disso, parte significativa dos produtos usados na agricultura brasileira é proibida em países de primeiro mundo. Portanto, o autor reconhece que a saúde das gerações está sendo destruída com a utilização excessiva e descontrolada de agrotóxicos nos alimentos e que, provavelmente, a indústria agroquímica está utilizando o terceiro mundo como local de testagem humana para os produtos que coloca no mercado.

Dalila (2014) demonstrou estudos feitos por instituições acadêmicas e associações da saúde dos Estados Unidos e do Brasil e estas confirmaram o fato de que a alergia alimentar e o uso de agrotóxicos aumentaram significativamente, pois podem estar diretamente interligados. A alergia alimentar é qualquer reação não esperada que suceda após ingestão de alimentos e que pode ser designada em reação tóxica ou não-tóxica. As reações não-tóxicas ocorrem devido à intolerância ou hipersensibilidade, não havendo relação com o agrotóxico em si. Entre os anos 1997 e 2007, houve um acréscimo de 18% da quantidade de estadunidenses com alergia alimentar. As reações alérgicas provocadas por alimentos, em crianças menores de três anos de idade, possuem estimativa de 6 a 8% e nos adultos, de 2 a 3%. E em escala mundial, o número de cidadãos afetados chegou a ser de 5%. No entanto, o número poderia ser ainda maior levando-se em consideração as pessoas não diagnosticadas publicamente. E que diante dessa ocorrência, ficou ainda mais claro a indispensabilidade do consumo de alimentos orgânicos, pois frutas, verduras e grãos orgânicos contêm uma quantidade de vitaminas, minerais e nutrientes altamente superiores se comparado aos alimentos inorgânicos (tratados com pesticidas). E concluiu-se que, os alimentos inorgânicos possuem anomalias e dessa forma desequilibram o ecossistema humano, animal e vegetal. Portanto, preservar o balanço corporal é fundamental para a prevenção não só de alergia alimentar, como também, de incontáveis outras doenças que podem ser prevenidas resguardando-se do seu consumo.

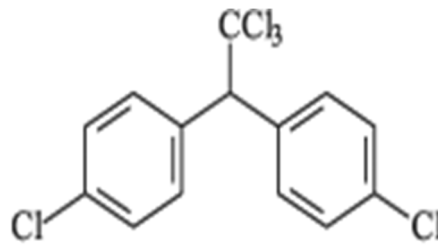
Spadotto *et al.*, (2004) enfatizaram sobre os riscos ambientais provocados pelo uso excessivo dos agrotóxicos. A inserção desses produtos no ambiente rural provoca perturbações ou impactos, podendo ameaçar um conjunto de organismos e alterar a dinâmica bioquímica natural, ocorrendo mudanças na função do ecossistema. Assim, tornam-se comprovadas que as

implicações ambientais de um agrotóxico dependem da sua ecotoxicidade a seres terrestres e aquáticos e, de uma forma mais ampla, também ao ser humano. Além disso, dependem exclusivamente das concentrações atingidas nas diferentes divisões ambientais (solo, água, planta e atmosfera) e que estas estão sujeitas ao meio e as condições de uso, da quantidade ou dose utilizada e do comportamento e rumo do agrotóxico no meio ambiente.

Branger *et al.*, (2012) focaram-se na parte socioeconômica quando o assunto sobre agrotóxicos é tratado. Estes produtos se tornaram um problema de tamanha proporção, sendo considerado atualmente um obstáculo na saúde pública, representando riscos para a saúde alimentar do consumidor e do produtor. Estimou-se que cerca de 2/3 dos agricultores brasileiros já tiveram intoxicação aguda por causa do uso de agrotóxicos. Por causa do pouco acesso aos alimentos orgânicos e do preço elevado, as pessoas estão conscientes de que os resíduos de agrotóxicos em alimentos trazem malefícios à saúde, porém não optam pelo consumo de produtos orgânicos. Por outro lado, o produtor enfrenta uma situação controversa, preocupando-se com o próprio sustento familiar e reconhecendo a importância de uma reflexão acerca da atualidade. Assim, concluiu-se então que, no seu ambiente de trabalho, o produtor deve compreender que o seu produto encarece ao chegar ao consumidor final, mas ele sozinho não tem lucro para negociar diretamente com o cliente, pois na distribuidora, ele possui uma demanda garantida de venda e se fosse autônomo não teria a convicção do rendimento.

3 DESENVOLVIMENTO

Há mais de meio século, o uso de agrotóxicos industrializados é realizado intensamente no Brasil (BRANGER *et al.*, 2012). Essa utilização demasiada iniciou-se em um período denominado “Revolução Verde”, em que, durante a Segunda Guerra Mundial, houve disseminação de novas práticas agrícolas e uma delas era o uso de agrotóxicos, segundo Carneiro (2015) *apud* Costa *et al.* (2017). Durante este período, obtiveram-se os primeiros produtos orgânicos, destacando-se o atual pesticida proibido, DDT, conforme mostra a figura 4, concedendo uma nova imagem aos agrotóxicos feitos de compostos orgânicos para o crescimento da produtividade agrícola. Contudo, algumas características químicas eram acrescidas à função biocida dos agrotóxicos organoclorados, resultando num fator rentável para a agricultura, ao passo que também representariam maiores riscos à saúde humana e ao meio ambiente (VEIGA *et al.*, 2006).

Figura 4 - Estrutura química do atual pesticida proibido (DDT)

Fonte: SANTOS *et al.* (2007)

A preocupação mundial sobre a aplicação descontrolada desses produtos veio na década de 1960, após a publicação da obra “Primavera Silenciosa”, de Rachel Carson (COSTA *et al.*, 2017), na qual a autora demonstrava a ausência de estudos científicos que comprovassem de fato os efeitos do uso dessas substâncias no solo, nos animais, nas plantações e nos seres humanos (BRANGER *et al.*, 2012).

Carvalho (2006) *apud* Hugo (2007) afirma que partir do momento em que o DDT, principal pesticida usado durante os anos 1950 até 1960, foi proibido graças às comprovações científicas dos danos causados para a flora e a fauna, a população se tornou mais consciente sobre os riscos dos agrotóxicos nos alimentos e tem procurado alternativas de consumo mais saudáveis como, por exemplo, os alimentos orgânicos.

Os agrotóxicos, que envolvem inseticidas, acaricidas, nematicidas, fungicidas, bactericidas e herbicidas, além da principal função de proteger a agricultura das pragas, doenças e ervas daninhas, podem oferecer riscos à saúde humana e ao ambiente, como, por exemplo, contaminação hídrica, alimentar e dos solos agrícolas, gerando efeitos negativos em organismos terrestres e aquáticos (SPADOTTO *et al.*, 2004).

A água e o solo são os lugares mais propensos à contaminação por agrotóxicos e por descartes industriais em geral, contendo principalmente metais pesados, segundo Sharma (2006) *apud* Kindler (2016). Esses metais pesados são absorvidos pelos organismos, possuindo assim o efeito bioacumulativo e de contaminação dos seres vivos, devido às quantidades e aos tipos de compostos que o organismo não consegue utilizar, eliminar ou identificar (KINDLER, 2016).

Os setores nos quais há mais exposições aos agrotóxicos são: agropecuário, de empresas desinsetizadoras, da saúde pública, do transporte e de comercialização e produção de agrotóxicos (SIQUEIRA; KRUSE, 2008). A contaminação populacional, de acordo com os

autores referidos, pode acontecer devido ao fato de como as pessoas, individual ou coletivamente, estão expostas e dessa forma, o conhecimento destes riscos é necessário para a elaboração estratégica de intervenção que reduza os efeitos do uso inadequado, sendo um grande desafio para os profissionais da área da saúde que fornecem assistência aos habitantes rurais.

Geralmente, os trabalhadores rurais possuem falta de informação ou falta de recursos em relação ao uso dos equipamentos de proteção individual (EPI's), como assim demonstrado na figura 5, acarretando na exposição inadequada desses trabalhadores à toxicidade das substâncias aplicadas (SIQUEIRA; KRUSE, 2008). Porém, assim como comentam os autores, nem sempre esses equipamentos de segurança são adequados ao clima e ao tipo de trabalho exercido pelo ruralista e, assim o risco é desprezado, sendo que este pode ter pleno conhecimento sobre os perigos no qual está exposto, propiciando uma estratégia de ideologia defensiva, cuja principal função seria proporcionar ao trabalhador a sobrevivência em um local ou procedimento de trabalho prejudicial, em que a pessoa domina o perigo e não vice-versa.

Figura 5 – Equipamentos de proteção individual (EPI's)



Fonte: CAMIOTTI (2017)

A notificação e a averiguação das intoxicações por agrotóxicos no território nacional são ainda muito incompetentes devido a alguns fatores, como problemas de acessibilidade dos trabalhadores rurais aos centros de saúde e diagnósticos equivocados e, além disso, na maioria

das regiões nacionais, tais agravos não são informados aos sistemas de vigilância epidemiológica ou sanitária (SIQUEIRA; KRUSE, 2008).

Por mais que existam leis que tratem de questões como o registro, a patente, a fabricação, a compra, o transporte, a armazenagem, a utilização e o devido descarte dos agrotóxicos, ainda assim é insuficiente para evitar as intoxicações e, além disso, o uso incorreto dessas substâncias pode desencadear no desenvolvimento da resistência das pragas, cujos produtos criados deverão ser mais agressivos para o controle destas e, assim, prejudicando o meio ambiente e tudo o que está inserido nele (BEGNINI; ALMEIDA, 2016).

No entanto, Peres *et al.* (2005) mostram que os malefícios causados pelos agrotóxicos vão muito além da questão ambiental, pois envolvem também o discurso industrial, ou seja, a prevalência do setor econômico em detrimento do bem-estar social. Os defensores desse discurso determinista, entre eles, técnicos da indústria, comerciantes e profissionais do Poder Público, utilizam a premissa de que a monocultura, sustentada pela aplicação descontrolada de agrotóxicos, tem grande valor na balança comercial brasileira (*commodities*) e assim, se não houver alta produtividade, não haverá quantidade suficiente de alimento destinada a saciar a fome da população mundial, descartando desse modo as técnicas de controle de pragas.

Porém, esse discurso político-econômico da indústria de agrotóxicos nada mais é que um mero interesse lucrativo e comercial, pois a produtividade agrícola atual satisfaz às demandas mundiais de alimento, comprovando, desse modo, a realidade das técnicas do controle de pragas, tanto na produtividade quanto nos custos, além de que o risco de contaminação humana ou ambiental por meio desses métodos é mínimo ou até mesmo desprezível (PERES *et al.*, 2005).

Um dos métodos mais utilizados para o combate às pragas era o controle biológico, em uma época anterior ao advento dos agroquímicos, que consistia na redução da população de pragas por meio de outros seres, estes chamados de inimigos naturais, segundo Hugo (2007). O autor afirma que as civilizações antigas, como a chinesa, já utilizavam essa tática para proteger as plantações; todavia, na contemporaneidade, diversas pesquisas são feitas para o controle de pragas sem o uso de agrotóxicos e para que esses estudos tenham sucesso, torna-se necessário o conhecimento da ocorrência de pragas no local a fim de realizar várias análises, entre elas, a identificação da biodiversidade e da ecologia das pragas.

Apesar de todos esses problemas envolvendo lucros, pessoas e o meio ambiente, é possível interligar o desenvolvimento urbano com o rural, assim como ocorre em diversas partes do Brasil e do mundo e um exemplo nacional está na região do Vale do Rio dos Sinos, no Rio

Grande do Sul, como demonstram Spricigo e Filippi (2013). Esse local é conhecido pela atividade industrial de couro e calçado e pela atividade agropecuária implantada através dos imigrantes alemães. Para que uma região possua uma agricultura urbana, segundo os autores, tornam-se viáveis diversos fatores, como localização, patrocínio, escala de produção e atividades a serem realizadas, envolvendo os fornecedores, os administradores, os promotores, os provedores de serviços, os produtores, os distribuidores e os consumidores, vinculando o setor público ao privado e, assim, possibilitando os pequenos agricultores (cujas produções são completamente isentas de agrotóxicos) a participar das atividades promovidas nas cidades, garantindo a diversidade de tarefas e o aumento das rendas.

Portanto, se o desenvolvimento de técnicas de produção for volumoso, e se tiver um bom controle de qualidade, armazenamento, envio e liberação de inimigos naturais para atacarem as pragas, não somente haverá diminuição do custo produtivo e progresso na qualidade do produto, como também ocorrerá um custo competitivo com os agrotóxicos (SILVA; BRITO, 2015). E, certamente, favorecerá ainda mais a lavoura natural e possibilitará maiores fontes de renda e diversidade de ocupações rurais ao agricultor, e gerará aspectos positivos relativos à segurança alimentar, à redução da pobreza, à saúde pública e à utilização sustentável dos recursos naturais, proporcionando uma interligação entre cidade e campo (SPRICIGO; FILIPPI, 2013).

4 CONCLUSÃO

Desde os tempos remotos em que o homem iniciou a prática agrícola, sempre procurou obter melhores rendimentos e alta lucratividade e por meio do desenvolvimento de novas tecnologias, surgiram os defensivos agrícolas, capazes de exterminar diversas pragas em pouco tempo. Inicialmente, parecia ser uma facilidade para o trabalhador rural, sendo que teria mais mercadorias a vender e, conseqüentemente, maior retorno financeiro.

Entretanto, a saúde dos seres vivos e do meio ambiente começou a ser muito prejudicada. Os interesses políticos, industriais e econômicos prevalecem, ainda hoje, sobre os direitos sociais e ambientais, gerando diversos malefícios provocados pelos agroquímicos, especialmente no Brasil, que é o local que possui os maiores índices de uso de agrotóxicos do mundo.

Problemas como a contaminação no leite materno, alergias, tumores, deformações genéticas e assim por diante mostram o potencial agressivo dessas substâncias, revelando

também outras situações precárias em que o Brasil enfrenta, sendo elas a falta de fiscalização do uso dos defensivos, a ausência de educação ambiental como política na área rural, a deficiência no serviço de saúde e entre outros problemas, isto é, os agrotóxicos, além das questões socioambientais já discutidas, apenas expõem ainda mais os descasos ocorrentes no país.

Para que o caos seja reduzido, tornam-se necessárias medidas na área da saúde, bem como em zonas rurais, implementações de políticas que favoreçam o consumo de alimentos orgânicos, de modo a interligar as atividades agrícolas e urbanas e maiores investimentos e apoios em pesquisas para o controle biológico de pragas, tratamento populacional e monitoramento ambiental a fim de melhorar a relação que o homem sempre teve com o meio ambiente.

5 REFERÊNCIAS

ARANTES, J. K. *Comentários em relação aos parágrafos dos sites relativos ao tema "Agrotóxicos", considerados interessantes e importantes.* Disponível em: <<http://www.unicamp.br/fea/ortega/temas530/julianaa.htm>>. Acesso em: 31 mar. 2017.

BEGNINI, S.; ALMEIDA, L. E. D. F. de. Intoxicações por agrotóxicos agrícolas no Estado de Santa Catarina: quantidade e distribuição no período de 2010 a 2012. Canoas, Brasil. *Revista de Ciências Ambientais – RCA*, v.10, n.1, p.27-42, 2016.

BRANGER, P.; TEODORO, N. da S.; SILVEIRA, T. G. da. A sociedade de risco e a influência dos agrotóxicos. Santa Catarina, Brasil. *Mosaico Social – Revista do Curso de Ciências Sociais da UFSC*, v.6, n.6, p.201-215, 2012.

CAMILOTTI, F. *Defensivos Agrícolas: Importância da utilização dos EPIs na aplicação de agroquímicos.* Disponível em: <<http://socicana.com.br/noticias/defensivos-agricolas-importancia-da-utilizacao-dos-epis-na-aplicacao-de-agroquimicos/>>. Acesso em: 19 dez. 2017.

CAMPOS, S. X. de; VIEIRA, E. M. Estudo da degradação do herbicida ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-d) por meio da radiação gama do cobalto-60 em solução aquosa contendo ácido húmico. São Paulo, Brasil. *Química Nova*, v.25, n.4, p.529-532, 2002.

CHRISTMANN, J. P. *Pescando memórias na praia do Paquetá*. Dissertação (Mestrado em Memória Social e Bens Culturais) – Centro Universitário La Salle, 113p. 2015.

COSTA, V. I. do B. da; MELLO, M. S. de C.; FRIEDRICH, K. Exposição ambiental e ocupacional a agrotóxicos e o linfoma não Hodgkin. Rio de Janeiro, Brasil. *Saúde Debate*, v.41, n.112, p.49-62, 2017.

COUTINHO, C. F. B.; MAZO, L. H. Complexos metálicos com o herbicida glifosato: revisão. São Paulo, Brasil. *Química Nova*, v.28, n.6, p.1038-1045, 2005.

DALILA, M. *Agrotóxico pode ser o grande vilão da alergia alimentar, afirma estudo (Epoch Times)*. Disponível em: <<http://www.epochtimes.com.br/agrotoxico-pode-ser-grande-vilao-alergia-alimentar/#.WN6yxjvyvIV>>. Acesso em: 31 mar. 2017.

HUGO, E. *Interações tritróficas entre moscas-das-frutas (diptera-tephritidae) seus hospedeiros e parasitóides (hymenoptera) na região metropolitana de Porto Alegre*. Dissertação (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Centro Universitário La Salle, 25p. 2007.

KINDLER, A. F. *Avaliação da citogenotoxicidade das águas do arroio araçá (Canoas –RS– Brasil) através do sistema Allium cepa*. Dissertação (Mestrado em Avaliação de Impactos Ambientais) - Centro Universitário La Salle, 38p. 2016.

MST – Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra. *Cientista afirma que "glifosato" causará autismo em 50% das crianças até 2025*. Disponível em: <<http://www.mst.org.br/2015/05/08/cientista-do-mst-afirma-que-o-glifosato-causara-autismo-em-50-das-criancas-ate-2025.html>>. Acesso em: 31 mar. 2017.

OLIVEIRA, V. *Defensivos Agrícolas*. Disponível em: <<http://agronegociointerior.com.br/defensivos-agricolas/>>. Acesso em: 18 dez. 2017.

PERES, F. *et al.* Desafios ao estudo da contaminação humana e ambiental por agrotóxicos. Rio de Janeiro, Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*, v.10, n.0, p.27-37, 2005.

QUADROS, V. *Brasil consome 14 agrotóxicos proibidos no mundo*. Disponível em: <<http://ultimosegundo.ig.com.br/brasil/2014-02-24/brasil-consome-14-agrotoxicos-proibidos-no-mundo.html>>. Acesso em: 31 mar. 2017.

SANÁGUA – Análises químicas e ambientais. *Tipos de Agrotóxicos Mais Utilizados e Perigosos*. Disponível em: <<http://sanagua.com.br/noticias/tipos-de-agrotoxicos-mais-utilizados-e-perigosos-183.html>>. Acesso em: 18 dez. 2017.

SANTOS, J. V. *Agrotóxico: o inimigo entre nós*. Disponível em: <<http://www.ihu.unisinos.br/noticias/546123-agrotoxico-o-inimigo-entre-nos>>. Acesso em: 31 mar. 2017.

SANTOS, V. M. R. dos. *et al.* Compostos organofosforados pentavalentes: histórico, métodos sintéticos de preparação e aplicações como inseticidas e agentes antitumorais. São Paulo, Brasil. *Química Nova*, v.30, n.1, p.159-170, 2007.

SILVA, A. B. da.; BRITO, J. M. de. Controle biológico de insetos-pragas e suas perspectivas para o futuro. *Revista AGROTEC*, v.36, n.1, p.248-258, 2015.

SIQUEIRA, S. L. de; KRUSE, M. H. L. Agrotóxicos e saúde humana: contribuição dos profissionais do campo da saúde. São Paulo, Brasil. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, v.42, n.3, p.584-590, 2008.

SPADOTTO; C. A. *et al.* *Monitoramento do Risco Ambiental de Agrotóxicos: princípios e recomendações*. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 29p. 2004.

SPRICIGO, G.; FILIPPI, E. E. A interligação do urbano e do rural no desenvolvimento de uma região: o caso do Vale do Rio dos Sinos (Rio Grande do Sul). Canoas, Brasil. *Diálogo*, v.9, n.22, p.123-136, 2013.

VEIGA, M. M. *et al.* Análise da contaminação dos sistemas hídricos por agrotóxicos numa pequena comunidade rural do Sudeste do Brasil. Rio de Janeiro, Brasil. *Caderno Saúde Pública*, v.22, n.11, p.2391-2399, 2006.

VIEGAS, E. C. Os agrotóxicos chegaram ao leite materno, e o que podemos fazer?. *Revista Consultor Jurídico*. Disponível em: <<http://www.conjur.com.br/2016-dez-31/ambiente-juridico-agrotoxicos-chegaram-leite-materno-podemos>>. Acesso em: 31 mar. 2017.

OTIMIZAÇÃO ENERGÉTICA EM LINHA DE VAPOR EM ACORDO COM A NR-13

Enéias R. Silva (Centro Universitário Padre Anchieta)

Fábio D. Santos (Centro Universitário Padre Anchieta)

Thayná L. Oliveira (Centro Universitário Padre Anchieta)

Claudemar José Trevizam (Centro Universitário Padre Anchieta)

Flávio Gramolleli Junior (Centro Universitário Padre Anchieta)

RESUMO: O presente trabalho apresenta um estudo realizado em uma indústria química do segmento de pigmentação de tecidos, a fim de obter um ganho energético baseando-se na perda de carga e adequando-se aos parâmetros estabelecidos nas normas regulamentadoras. Realizaram-se visitas à empresa e um levantamento dos principais itens a serem melhorados foi elaborado. Com isso constatou-se uma elevada perda de carga na linha de processo tornando-o inviável, sendo possível propor um novo dimensionamento da linha de vapor, atendendo às normas regulamentadoras e não expondo os colaboradores e sua vizinhança a riscos graves e iminentes. Verificou-se também o não atendimento da NR-13 em diversos pontos da caldeira, dentre eles a falta de procedimentos e/ou instruções de trabalho, de programa de manutenção preventiva e calibração/inspeção dos equipamentos, assim como a falta de treinamento para operadores de caldeira, que de acordo com a NR-28 tais apontamentos podem acarretar em embargo ou interdição da empresa. Como parte de otimização do processo foram apontadas melhorias, tais como o atendimento da NR-13 e o redimensionamento da linha de vapor, que proporcionará uma melhora na produtividade e acarretará na redução de custo do produto final.

Palavras-chave: Caldeira; NR-13, Linha de Vapor, Perda de Carga; Eficiência Energética.

ABSTRACT: The present work shows a study conducted in a Chemical Industry from the Fabric Pigmentation segment in order to reach an energy gain based on the load loss and adapted to established parameters from regulatory standards. After visiting this company, the main improvement items were described and therewith a high energy loss was detected in the process line, making it unfeasible. It was then possible to propose a new scaling of the vapor line, meeting the regulatory standard requirements and not placing its staff and neighborhood to serious and immediate risks. It was possible to verify that NR-13 was not met in various stages of the boiler such as the lack of: work procedures and/or instructions, the preventive maintenance program and the calibration/inspection of equipment, as well as the lack of training to boiler operators that according to NR-28 could lead to the company's embargo or interdiction. Improvements were designated as part of the optimization process such as the NR-13 compliance and the rescaling of the vapor line, which will bring an improvement in productivity and will cause the final product's cost reduction.

Keywords: Boiler, NR-13, Vapor Line, Load Loss, Energy Efficiency.

1. INTRODUÇÃO

No ano de 2011 a indústria têxtil ocupava a quinta posição mundial na produção de têxteis, sendo, responsável por 3% do PIB, com uma projeção de crescimento de 50% nos próximos cinco anos (FILHO, 2011).

Sendo, o Brasil, um dos maiores polos de produção têxtil, com cerca de 30 mil empresas em atividades no setor, para uma empresa se tornar competitiva é obrigatório a modernização dos equipamentos e seu correto dimensionamento, visando a redução de custo e aumento da produtividade (FILHO, 2011).

Em um processo de tingimento do tecido, tem-se alguns aspectos de vitais importâncias, um deles é a temperatura na qual ocorrerá o tingimento do tecido e o aumento da temperatura em função do tempo, esse processo exige uma fonte quente e uma fonte fria, para que ocorra aquecimento ou resfriamento do sistema.

Para Özisik (1990) o estado de um sistema pode ser definido pela sua energia, conhecendo duas propriedades podemos definir a terceira de acordo com a termodinâmica. A energia em si não é criada, mas sim transformada, pode-se transformar movimento mecânicos em energia ou energia térmica em movimento, essas transformações são estudadas pela termodinâmica que relaciona taxas, gradiente de temperatura e conversão em um sistema.

Atualmente, a preocupação com a economia de energia vem se tornando mais relevante, buscando melhorar a eficiência do processo a cada dia e a fim de reduzir erros, desperdício de energia, conseqüentemente reduzindo os custos. Nesse contexto, é importante ter o controle de todas as etapas do processo, tornando possível a gestão e monitoramento das variáveis, facilitando a identificação de erros e perdas, dessa forma possibilitando a obtenção de dados para a elaboração de indicadores, demonstrando assim a verdadeira efetividade do processo.

No atual processo identificou-se a falta do controle mencionado, a pergunta que surge é: Existe uma maneira melhor de realizar esse processo, tendo o controle do mesmo?

Cientes de que o processo exige instrumentação para tal controle, o presente trabalho proporá os pontos de controle necessários, e os equipamentos envolvidos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Norma regulamentadora NR-13

Segundo o Ministério do Trabalho e Emprego a NR-13 publicada em 1978 trata-se das atividades de caldeira e vasos sob pressão, sendo abordada por ela os aspectos de instalação, manutenção, operação e inspeção destes equipamentos. Sofrendo alterações nos anos de 1983, 1984, 1994, 2008 e 2014 (PORTAL MTE, 2014).

Estabelecendo requisitos mínimos para garantir a integridade estrutural de geradores de vapor, vasos de pressão e tubulações. Requisitando também a responsabilidade do empregador no cumprimento da norma. Trata-se de vaso de pressão cujo produto seja $P.V.$ superior a 8 (oito), onde P é a pressão máxima de operação em kPa e V o seu volume interno em m^2 . O mesmo possui categorias, que são estabelecidas através da capacidade de geração de vapor, tem-se as categorias A, B e C, sendo A as de pressão de operação igual ou superior a 1960 kPa (19,98kgf/cm²); C são aquelas de operação igual ou inferior a 588 kPa (5,99 kgf/cm²) e o volume interno igual ou superior a 100L (cem litros); e B todas as caldeiras que não se enquadram nas categorias anteriores (PORTAL MTE, 2014).

O PORTAL DO MTE (2014), menciona na NR-13 que toda caldeira deve possuir manual de operação atualizado e em língua portuguesa, procedimentos de partidas e paradas, de parâmetros operacionais de rotina, para situações de emergência e procedimentos gerais de segurança, saúde e de preservação do meio ambiente em local de fácil acesso aos operadores.

E ainda afirma que as caldeiras devem ser submetidas a inspeções de segurança, devendo ter seus instrumentos e controles de vasos de pressão calibrados e em boas condições operacionais, possuindo prontuários e registros que atestem a conformidade dos mesmos.

2.2. Norma regulamentadora 28

Fiscalização e Penalidades (NR- 28) estabelece critérios de fiscalização e penalidades, buscando preservar o ambiente laboral saudável e sem riscos para a vida dos colaboradores.

Conforme Benito e Coutinho (2000), é de responsabilidade da empresa manter seus ambientes de trabalho dentro dos parâmetros estabelecidos nas normas regulamentadoras, já que a falta dos mesmos pode resultar em denúncias dos colaboradores ou entidades sindicais. Vale ressaltar que os Agentes de Inspeção do Trabalho podem visitar as instalações da empresa a qualquer momento, visando fiscalizar o cumprimento das normas regulamentadoras, que se não cumpridas segunda a NR-28 podem acarretar em multas, o que não isenta o empregador adequar-se à legislação.

2.3. Segurança

De acordo com BEGA (2003), todo o sistema de segurança tem como objetivo, proteger os equipamentos, e também tudo que esteja ao seu redor. Assegurando a não partida da caldeira quando as várias e condições forem consideradas críticas ou fora dos limites.

Benito e Coutinho (2000), afirma que é de responsabilidade e obrigação da diretoria da empresa cumprir as legislações vigentes existentes, proporcionando um âmbito de trabalho seguro e saudável. E que tal postura empreendedora resulta em colaboração mútua entre colaboradores e empregadores.

2.4. Caldeira

“Caldeira a vapor é todo equipamento destinado a produzir vapor sob pressão superior à atmosférica, utilizando qualquer fonte externa de energia” (PORTAL DO MTE, 2014). E para Bega (2003), são equipamentos destinados a produzir e acumular vapor sob pressão superior a atmosférica a partir de um fluido vaporizante e energia térmica, existindo dois tipos de caldeira, aquatubular e flamotubular.

Para Bega (2011), flamotubular são geradores a vapores que se caracterizam pela passagem dos gases quentes de combustão por dentro dos tubos que são envoltos por água, sendo o vapor gerado através da transferência de calor entre os gases quentes de combustão. Pera (1990), diz ser um trocador de calor casco e tubo, onde os gases de combustão passam pelos tubos e a água é vaporizada.

Já os aquatubulares funcionam com a passagem de água por dentro dos tubos, e os gases quentes de combustão ficam ao redor dos tubos (BEGA,2011). Ainda de acordo com Pera (1990), diz que os gases de combustão passam por fora de um banco de tubos, onde circula a água a ser vaporizada.

2.5. Instrumentação e controle

Segundo Bega (2003), instrumentação e controle trata-se de partes essenciais de toda a instalação, permitindo garantir uma operação segura, confiável e econômica das fábricas e seus equipamentos. Os mesmos são variados e exigem um controle preciso, sendo indispensável

manter as variáveis do processo dentro dos parâmetros de qualidade estabelecidos, tais como pressão, vazão, temperatura, condutividade, pH e nível (BEGA *et al.*, 2011).

2.5.1. Válvula

Para Alves (2005), a válvula de controle é responsável por manejar diretamente a vazão dos fluidos. Chaves (2002) e Bega *et al.* (2011), também afirmam que a mesma é um instrumento que regula a vazão de um fluido (vapor, gás ou líquido). Classificando-se em 2 tipos de categorias, que variam de acordo com o tipo de escoamento, podendo ser linear (movimento retilíneo) ou rotativa (movimento rotativo), e 8 tipos, sendo eles válvula angular, três vias, gaiola, diafragma, esfera, borboleta e excêntrica.

De acordo com Bentinho e Coutinho (2000), a válvula de segurança atua limitando a pressão de operação de um sistema sob pressão, reduzindo a pressão quando necessário e retornando instantaneamente. Protegendo o sistema de qualquer situação emergencial, que apresente risco aos equipamentos e colaboradores (CHAVES, 2002).

Bega *et al.* (2011), complementa que se trata de um dispositivo “aliviador” de pressão, atuado pela pressão estática e caracterizado pela rápida ação. A válvula deve ser acionada por uma mola e atuada pela pressão que permite o fluido escapar do recipiente pressurizado em uma pressão ligeiramente acima do nível seguro de trabalho. Chamada de válvula de segurança para líquido, quando abre continuamente, ou válvula de alívio para gás, quando abre repentinamente (RIBEIRO, 2002).

2.5.2. Manômetro

Chaves (2002), define manômetros como instrumentos utilizados para a medição local de pressão, e que geralmente são classificados em duas partes principais que são manômetros de líquidos e manômetros por deformação., complementa que manômetros podem ser definidos como elementos mecânicos de medição direta de pressão, que são equipamentos que medem a pressão através da diferença de pressão de uma coluna líquida com altura e densidade conhecidas, e elementos mecânicos elásticos de medição de pressão, que são equipamentos que baseiam seu funcionamento na lei de “Hooke” com o seguinte enunciado “ dentro de um limite

definido de elasticidade, a deformação provocada em um, corpo sólido é proporcional ao esforço colocado sobre ele” (BEGA *et al.* p. 86, 2006)

2.5.3. Indicador de nível

Para Bega *et al.* (2006), indicadores de nível tem seu uso exclusivo para o monitoramento de líquidos ou da interface entre dois líquidos imiscíveis em vasos, em reatores, sob influência de temperatura ou não. A medição de nível tem objetivos específicos que são a avaliação de estoques em tanques de armazenamento e controle de processos contínuos, e os visores de níveis identificados em diagramas pela sigla LG (level gage) oferecem grande confiabilidade na leitura (ALVES ,2005).

2.5.4. Vapor

Há basicamente três formas de energia empregadas na indústria, combustíveis, eletricidade e vapor. Os combustíveis fornecem energia na forma de combustão liberando calor ao meio, a eletricidade é utilizada para acionamento mecânico e aquecimento térmico. O emprego do vapor como fonte energética resulta em vários benefícios ao processo reduzindo os custos, aumentando a segurança, proporcionando um aquecimento uniforme, constante e preciso. O vapor, contém alto coeficiente de transferência térmica o que o torna viável no processo (BABCOCK; WILCOX, 1985).

O vapor contém inúmeras vantagens na sua utilização o que o torna um meio indispensável de transferência de energia, pois grande parte da energia é armazenado como calor latente o que permite que altas taxas de energia sejam transferidas a uma temperatura constantes (BABCOCK & WILCOX, 1985).

Ao fornecer calor a um fluido há um aumento da energia da interna ocasionando agitação entre as moléculas, a partir de um determinado nível energético ocorre à mudança de fase, este nível corresponde ao ponto de ebulição onde o vapor é gerado (SARCO, 2005).

Uma vez atingida à temperatura de saturação a água passa e se transformar em vapor com temperatura constante, quanto maior for a quantidade de calor latente absorvida maior será a quantidade gerada de vapor reduzindo a quantidade de água , nessa fase a mistura água -vapor recebe o nome de vapor saturado úmido pois contém frações de água e vapor, assim que todo

calor latente necessário for absorvido pela mistura teremos apenas vapor denominado vapor saturado seco e se continuarmos fornecendo calor ao vapor satura a temperatura aumentará e teremos o vapor superaquecido (CHIARANTANO ; SANTANA, 2008).

Sarco (2005), diz que o vapor saturado deve ser utilizado em processos de aquecimentos com a finalidade de utilizar todo o potencial energético (calor latente / sensível / total), já o vapor superaquecido é empregado nas movimentações de maquinas aproveitando seu potencial mecânico.

2.5.5. Tubulação

Para Zattoni (2008), é um conjunto de tubos, válvulas, conexões e acessórios que compõem a formação da linha do fluído. Segundo Daumichen (1975), o dimensionamento do diâmetro é obtido a partir da vazão do fluído, caso o diâmetro dimensionado seja menor ocorrerá o aumento da velocidade ocasionando desgaste do tubo e uma elevada perda de carga. Há duas formas básicas para dimensionar o diâmetro da tubulação, pode se utilizar a velocidade e a perda de carga. Pelo método da velocidade não se leva em consideração o comprimento do tubo o que infere em uma perda de carga elevada no final da linha de vapor.

Makarenko (1975), diz que em um sistema de distribuição de vapor saturado sempre haverá formação de condensado, por menor que seja a formação do condensado pode acarretar em perda de carga e golpe de aríete com isso a tubulação deve conter um declive de 0,5% do seu comprimento afim que tanto vapor quanto o condensado flua no mesmo sentido. De acordo com Telles (1987), a tubulação deve conter purgadores em todos os pontos baixos e todas as elevações. Já para Sarco (2005), os purgadores devem ser distribuído entre 30 e 50m caso a linha seja reta.

2.5.6. Isolamento Térmico da Tubulação

A isolação tem a função de preservar ou retardar a perda ou ganho de calor do sistema para vizinhança (ZATTONI, 2008). Conforme Pagy (1975), toda a superfície que possa perder calor deve ser isolada, este procedimento evita a queima desnecessária de combustível e que toda a formação do condensado está diretamente relacionada ao isolamento térmico.

Segundo Telles (1987), a espessura do isolamento térmico pode ser calculada em função do diâmetro e da temperatura do fluido desconsiderando a temperatura do ambiente. Os isolamentos convencionais são porosos contendo grandes quantidades de ar que praticamente não conduz energia reduzindo grandemente a transferência de calor de um meio ao outro (NOGUEIRA,2005).

2.5.7. Transferência de Calor

A transmissão de calor é a ciência que trata das taxas de troca de calor entre um corpo quente denominado fonte e um corpo frio denominado receptor. Essa transmissão pode ocorrer de três diferentes formas, condução, convecção e radiação (KERN, 1980).

Condução é o modo de transferência de calor em que a troca de energia tem lugar da região de alta temperatura para a de baixa temperatura pelo movimento cinético ou pelo impacto direto de moléculas, sendo um mecanismo típico de sólidos ou fluidos estagnados, ou seja, parados, sem movimentos macroscópicos (KREITH ; BOHN, 2011)

Convecção é o modo de transmissão de calor por convecção abrange dois mecanismos. Além da transferência de energia devido ao movimento molecular aleatório (difusão), a energia também é transferida através do movimento global ou macroscópico do fluido, o movimento do fluido resulta do movimento de suas parcelas cada qual consistindo de um grande número de moléculas, que se movem em razão de uma força externa. Essa força pode ser provocada por um gradiente de densidade, como na convecção natural ou por uma pressão grande gerada mecanicamente através de bombas e ventoinhas (INCROPERA *et al.*, 2011).

Radiação é a transferência de energia emitida pela a matéria que se encontra em uma temperatura não-nula, sendo que a quantidade de energia que deixa a superfície como calor irradiado depende da temperatura absoluta e da temperatura da superfície essa transferência ocorre quando não á contato entre as superfícies, a emissão de radiação não ocorre apenas em superfícies sólidos, acontece também através de gases e líquidos. Independentemente da forma de matéria em que ocorra, a emissão pode ser atribuída a mudanças nas configurações eletrônicas dos átomos ou das moléculas que constituem a matéria, sendo a energia transportada através de ondas eletromagnéticas (KREITH ; BOHN, 2011).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho iniciou-se com o objetivo de realizar o redimensionamento da caldeira, entretanto após o levantamento de dados no local, identificou-se que os mesmos eram insuficientes e necessitava de uma melhor avaliação para o efetivo redimensionamento da caldeira, já que o processo estudado é desprovido de controles efetivos. Com isso traçamos uma outra rota de análise e elaboramos um chek list com os pontos principais a serem melhorados, para que seja possível a obtenção de dados com um alto nível de confiabilidade e acuracidade.

O processo estudado foi realizado em uma indústria química que atua no seguimento de pigmentação de tecidos, que possui 39 funcionários CLT, situada na região de Jundiáí, cuja identidade foi preservada.

Dispondo-se de 1 vaso de pressão e 5 reatores para a execução do processo. O vaso de pressão é o modelo Tange TG com capacidade de produção de vapor estimada em 8000Kg/h e volume estimado de 15000L, originalmente utilizava gás para realizar o processo, todavia foi realizado uma adaptação na sua estrutura, substituindo o queimador a gás por um queimador a lenha (capela) que pode trabalhar a uma PMTA de 12Kgf/cm² (1176,8KPa), e pode produzir 1400Kg/h de vapor, enquadrada na categoria C/V/5 (informações disponíveis nas placas de identificação do equipamento). Os 8 reatores de modelo BS 5500 1991 CAT2 do fabricante Fong's National Eng. Co. Ltd são iguais, possuindo 5000L cada, segundo informação fornecida pela empresa, já que as placas de identificação não trazem essa informação. Os mesmos podem trabalhar a uma pressão que varia de 1,019 a 7,138 Kgf/cm² e uma temperatura que varia de 140 á 160 C° (informações disponíveis nas placas de identificação do equipamento).

Realizou-se quatro visitas à empresa, sendo a última no mês de setembro de 2017, nessas visitas constatou-se que os instrumentos presentes no processo encontravam-se com alguns problemas de aferição, além do processo necessitar de mais alguns instrumentos que proporcionassem um levantamento de dados mais confiáveis no processo.

Na figura abaixo é possível observar que o equipamento possui um manômetro e uma válvula de segurança, que não apresentou nenhum registro e plano de calibração.



Figura 1: Caldeira do processo

Fonte: Autores

Pode-se observar também que além do sistema elétrico de medição de nível que se encontra fora de operação, o equipamento não possui nenhum outro tipo de controle de nível que opere de maneira efetiva. Possuindo apenas uma única bomba de alimentação e nenhuma placa de identificação em sua estrutura.

Identificamos na necessidade de melhorias nos requisitos de documentação, procedimentos e/ou instruções de trabalho, sendo assim, há falhas no programa de manutenção preventiva da caldeira e calibração/inspeção dos equipamentos envolvidos, aliado também com a ausência de treinamentos de reciclagem dos colaboradores que possuam autorização para atuar na função de operador de caldeira de forma adequada e segura

Com base na NR-13, elaborou-se um levantamento dos principais itens a serem melhorados, que de acordo com suas infrações são passíveis de autuação conforme NR-28.

Tabela 1: Principais itens não atendidos da NR-13

Item	Obrigatoriedade	Código	Infração
13.4.1.3 "a"	Válvula de segurança	213022-0	4
13.4.1.3 "b"	Manômetro	213023-8	4
13.4.1.3 "c"	Sistema de alimentação de água	213024-6	4
13.4.1.3 "e"	Controle de nível	213026-2	4
13.4.1.4	Placa indelével	213027-0	2
13.4.1.5	Categoria da Caldeira visível em sua estrutura	213028-9	2
13.4.3.1	Manual da Caldeira	213057-2	3
13.4.3.2	Calibração dos instrumentos	213058-0	4
13.4.3.4	Operador certificado	213061-0	4
13.4.4.8	Inspeção de válvula	213067-0	4

Baseando-se nos dados da tabela 1, realizou-se o cálculo para mensurar o valor estimado das penalidades, relacionando o número da infração com a quantidade de funcionários, conforme anexo I da NR-28. Após a leitura da gradação de multas (ainda no anexo I), multiplicamos o valor encontrado pela Unidade de Referência Fiscal (UFIR), que congelou em 1,0641 no ano de 2000 em decorrência do § 3º do art. 29 da Medida Provisória 2095-76. (MINISTÉRIO DA FAZENDA, 2015)

Analisando a atual linha de vapor da empresa, foram identificados vários pontos de melhorias, com o auxílio de uma trena foi medido o comprimento da linha de vapor até o coletor de vapor conhecido como “barrilhete”, e posteriormente medido o comprimento até a linha de processo onde se encontra os reatores.

Entre a caldeira e o coletor de vapor tem-se 90 m de linha de vapor com seção de 6 polegadas cerca de 152,4mm e uma segunda linha com 60m de comprimento que sai do coletor de vapor com 3 polegadas (76,2mm) de diâmetro, boa parte dessa linha de vapor está sem isolamento térmica.

Com auxílio de um nível verificou-se que toda a linha de vapor está nivelada, o maior trecho se encontra próximo à caldeira com uma tubulação de 90m, devidamente nivelado, o que dificulta o escoamento do condensado. Ao longo da linha de vapor não foram encontrados purgadores.

O coletor de vapor está localizado em uma sala específica para ele onde é possível realizar as manobras de acordo com o processo fabril, este também não conta com isolamento térmica e as tubulações que sai do coletor de vapor que conduz o vapor saturado a linha de processos estão apresentaram danos na isolamento térmica, o coletor não contem o purgador já que em toda a extensão da linha de vapor não conta com tal mecanismo.

Com todos esses dados levantados a proposta foi a adequação do processo geral de acordo com as literaturas e as normas vigentes.

Para o correto dimensionamento da linha de vapor é necessário identificar a fonte de vapor, como mencionado a capacidade total é de 9400 Kgv/h com 8 Kgf/cm² de acordo com as informações expressa na caldeira e no fabricante, a temperatura do vapor foi definido por INCROPERA¹ (2011), pela pressão onde obtivemos a temperatura de 171,0°C.

Após as coletas de dados encontrou-se a velocidade do vapor nas tubulações, como há duas sessões diferente 1 e 2 calculamos a perda de carga nas duas sessões.

¹ Tabela A.6 INCROPERA, 2011, p. 590

Pela equação 1.1 e 1.2, é obtida a velocidade da sessão 1 e 2 foram respectivamente 35,43 m/s e 141,73 m/s.

$$Q = \rho \cdot A \cdot \vartheta \quad (\text{eq.1})$$

$$2,61 \frac{kg}{s} = 4,04 \frac{kg}{m^3} \cdot \left(\frac{\pi * 0,1524 * m^2}{4} \right) * \vartheta \quad (\text{eq.2.1})$$

$$2,61 \frac{kg}{s} = 4,04 \frac{kg}{m^3} \cdot \left(\frac{\pi * 0,0762 * m^2}{4} \right) * \vartheta \quad (\text{eq.3.2})$$

Q= Vazão do Fluido (kgv/s)

ρ = Densidade do fluido (kg/m³) (tabela)

A= Área interna do tubo (m)

Com base na velocidade do vapor encontrou-se o número de Reynolds nas sessões 1 e 2, $Re_1 = 3,10 * 10^5$ e $Re_2 = 7,41 * 10^5$ conforme as equações 2.1 e 2.2

$$Re = \frac{\vartheta \cdot D}{\delta} \quad (\text{eq.2})$$

$$Re_1 = \frac{35,43 \frac{m}{s} \cdot 0,1524m}{1,46 * 10^{-5}} \quad (\text{eq.2.4})$$

$$Re_2 = \frac{141,73 \frac{m}{s} \cdot 0,0762m}{1,46 * 10^{-5}} \quad (\text{eq.2.2})$$

Re = Número de Reynolds

D = Diâmetro (m)

δ = Viscosidade cinemática do vapor (m²/s) (Tabelado)

O cálculo da perda de carga desenvolveu-se em duas etapas, a perda de carga distribuída (hf) (eq.3) que ocorrem em trechos retos e as perdas singulares (hs) (eq.4), com base no número de Reynolds deve-se definir o fator de atrito equivalente (f) utilizando o diagrama de Moody.

$$hf = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2} \quad (\text{eq.3})$$

$$hs = Ks \cdot \frac{\rho \cdot v^2 \cdot n}{2} \quad (\text{eq.4})$$

A perda de carga distribuída e singular na primeira sessão de acordo com as equações (eq.4.1) e (eq.4.2) são $hf = 29952,18 \text{ Pa}$ e $hs = 20541,20 \text{ Pa}$.

$$hf_1 = 0,02m \cdot \frac{90m}{0,1524m} \cdot \frac{4,04 \frac{kg}{m^3} \cdot (35,43m)^2}{2} \quad (\text{eq.4.1})$$

As perdas de carga singular dos cotovelos foram obtidas com base na tabela de comprimento equivalentes.

$$hs_1 = 0,9 \cdot \frac{4,04 \frac{kg}{m^3} \cdot (35,43m)^2 \cdot 9}{2} \quad (\text{eq.4.2})$$

Perda de carga distribuída e singular na segunda sessão, com base nas equações (eq.5) e (eq.6), obtendo $hf_2 = 527158,37 \text{ Pa}$ e $hs_2 = 109553,0958 \text{ Pa}$

$$hf_2 = 0,0165m \cdot \frac{60m}{0,0762m} \cdot \frac{4,04 \frac{kg}{m^3} \cdot (141,73m)^2}{2} \quad (\text{eq.5})$$

As perdas de carga singular dos cotovelos foram obtidas com base na tabela de comprimento equivalentes.

$$hs_2 = 0,9 \cdot \frac{4,04 \frac{kg}{m^3} \cdot (141,73m)^2 \cdot 3}{2} \quad (\text{eq.6})$$

- hf = Perda de carga distribuída (Pa)
- f = Fator de atrito
- n = Numero de Repetições
- v = Velocidade
- hs = Perda de Carga singular (K)

ΣL = Somatória dos trechos retos da Tubulação (m)

A perda de carga total (ht) do sistema é a somatória das sessões 1 e a 2 utilizando a equação (eq.7.1) obtivemos 687204,86 Pa.

$$ht = hf_1 + hs_1 + hf_2 + hs_2 \quad (\text{eq.7})$$

$$\begin{aligned} ht &= 29952,1806 \text{ Pa} + 20541,20546 \text{ Pa} + 527158,3786 \\ &+ 109553,0958 \text{ Pa} \end{aligned} \quad (\text{eq.7.1})$$

Convertendo 687204,86 Pa para kgf/cm² tem-se uma perda total de carga de 7kgf/cm². Os coletores de condensados foram dimensionados com base em uma tubulação de 6' (152,4mm), de acordo com SARCO (2005), para um diâmetro de 6' deve-se utilizar uma bota coletora com diâmetro de 4' (101,6mm) com um comprimento mínimo de 250mm, a cada 40m será instalado botas coletoras de condensados.

A determinação da quantidade de condensado formado na tubulação foi definida com por SARCO² (2005), que para uma pressão de operação de 8kgf/cm² com um diâmetro de 6' polegadas será de 16,03Kg/h na primeira sessão e na segunda sessão com diâmetro de 3' polegadas ocorrerá a formação de 8,6 kg/h de condensado totalizando 24,63kg/h de condensados.

4. RESULTADOS E DISCUSÕES

Verificou-se o problemas no atendimento à NR-13 em diversos pontos, expondo os colaboradores e sua vizinhança em risco grave e iminente, que de acordo com a NR-28 item 28.2.1, tais descumprimentos podem acarretar em embargo ou interdição.

As alterações sugeridas ao decorrer do presente trabalho, tem como finalidade melhorar alguns parâmetros de controle do processo, com a finalidade de adequar o processo a norma vigente NR-13, e auxiliar a coleta de dados operacionais como vazão e temperatura. Dessa maneira, os dados obtidos separadamente devem ser registrados para que seja possível a análise posterior dos mesmos.

² Tabela 1 SARCO, 2005, p. 33

Para a obtenção de dados mais precisos e confiáveis para o processo, sugeriu-se a implementação de procedimentos operacionais que devem ser elaborados com base no manual da caldeira, que conforme NR-13, as informações mínimas que o mesmo deve conter são procedimentos de partidas e paradas, parâmetros operacionais de rotina, situações de emergência e procedimentos gerais de segurança, saúde e de preservação do meio ambiente. Estes procedimentos devem ficar próximos ao operador da caldeira, na língua portuguesa e em um local de fácil visualização, sem obstruções, permanecendo sempre disponível para a consulta dos operadores.

A NR-13 determina também que todas as mudanças nos procedimentos e equipamentos devem ser informadas de imediato aos operadores, e que as alterações devem ser incorporadas de imediato ao manual de operação. Faz-se necessário a obtenção do manual da caldeira, assim como o prontuário da caldeira com o fornecedor do equipamento.

Tais procedimentos contribuem para a obtenção de dados, data vênha não dispensa um plano de calibração, inspeção e manutenção para compor a confiabilidade plena das informações. Assim atende o item 13.4.3.2 da norma NR-13, que informa a necessidade de que todos os equipamentos utilizados para o controle operacional devem ser mantidos calibrados e em boas condições.

O Manual Técnico de Caldeiras e Vasos de Pressão complementa a informação, afirmando que todos os equipamentos presentes no processo e que interfiram na segurança operacional dos vasos de pressão, deverão ser calibrados periodicamente e mantidos em boas condições operacionais, sendo que essa calibração deve ser efetuada por empresas certificadas e que seja possível realizar a rastreabilidade dos padrões utilizados para a calibração.

As caldeiras são equipamentos geradores de vapor que de acordo com a NR-13 devem atender alguns requisitos mínimos para sua operação, dentre esses requisitos está listado que uma caldeira deve possuir um instrumento que indique a pressão acumulada, um sistema de abastecimento de água ou injetor independente do sistema principal, assim como uma válvula de segurança que seja ajustada em um valor igual ou inferior a PMTA.

Telles (1996), informa que todos os equipamentos destinados ao alívio de pressão devem se encontrar na parte superior do vaso de pressão e que não pode haver válvulas ou qualquer equipamento que impeça ou dificulte a manutenção. Nessa situação recomenda-se uma válvula de segurança Comodoro VS-100 de PRESSÃO MÁXIMA DE ABERTURA 12,0 KGF de 1 ¼ ", que deve ser calibrada abaixo da PMTA. Conforme instruções da NR -13, que também determina que toda a caldeira deve possuir indicadores de pressão e que a falta dos mesmos são

considerados de riscos graves e iminentes, e que os indicadores devem ser calibrados periodicamente para garantir a medição correta da pressão do sistema. Sendo assim recomenda-se a calibração dos mesmos.

Para Bega (2003), as malhas de controle mantem o nível dentro do vaso de pressão nos parâmetros desejáveis. Para Bega *et al.* (2011), os visores de nível são aplicados na grande maioria dos equipamentos quando há necessidade de monitoramento local de nível, devido ao seu baixo custo. Bega (2003), menciona que a maioria das caldeiras que trabalham em baixa pressão utilizam esses visores em conjunto com um sistema de nível – auto-operado para a alimentação de água. Ou seja, recomenda-se a manutenção do medidor de nível atual da empresa, já que o mesmo atende os requisitos da caldeira.

Manutenção essa que deve ser realizada por uma empresa qualificada que em paralelo já pode realizar a instalação de um sistema de alimentação de água secundário. Para Hildo (1990), o controle e a preservação da água dentro da caldeira é um parâmetro primordial de segurança e segundo a NR -13 toda a caldeira deve ter um sistema de alimentação secundária que atue em casos de falha no sistema principal. Uma alternativa viável é a compra de uma nova bomba de mesma capacidade da que já está presente no processo e a incorporação dela ao sistema de medição de nível de maneira independente, desta maneira evitando em caso de falhas o superaquecimento do sistema.

De acordo com a NR-13 toda caldeira deve possuir uma placa de identificação, indelével, afixada em sua estrutura, em local visível e de fácil acesso, e que contenha no mínimo as seguintes informações:

- Nome do fabricante;
- Número de ordem dado pelo fabricante da caldeira;
- Ano de fabricação;
- Pressão máxima de trabalho admissível;
- Pressão de teste hidrostático de fabricação
- Capacidade de produção de vapor;
- Área de superfície de aquecimento;
- Código de projeto e ano de edição

Desta maneira o mais indicado é a afixação de uma placa indelével na estrutura da caldeira, com as informações mencionadas acima. A NR – 13 determina que além da placa de identificação, deverão constar, em local visível, a categoria do vaso, conforme Anexo IV e seu

número ou código de identificação. As informações referentes à identificação do vaso e sua respectiva categoria deverão ser pintadas em local onde possam ser facilmente identificadas.

Diante de tantas informações técnicas e de acordo com o item 13.4.3.4 da NR-13 toda a caldeira deve ser operada e controlada por um profissional Habilitado, que deve possuir um certificado de Treinamento de Segurança de Operação de caldeira e comprovação de estágio prático.

O não atendimento dos pontos de melhorias sugeridos pode acarretar a uma penalidade média total de R\$ 33.556,91, conforme valores detalhados na tabela 2.

Tabela 2: Valores das multas para as infrações não atendidas

Código	Infração	Valor mínimo	Valor máximo
213022-0	4	R\$ 3.548,77	R\$ 4.124,45
213023-8	4	R\$ 3.548,77	R\$ 4.124,45
213024-6	4	R\$ 3.548,77	R\$ 4.124,45
213026-2	4	R\$ 3.548,77	R\$ 4.124,45
213027-0	2	R\$ 1.771,73	R\$ 2.059,03
213028-9	2	R\$ 1.771,73	R\$ 2.059,03
213057-2	3	R\$ 2.655,99	R\$ 3.083,76
213058-0	4	R\$ 3.548,77	R\$ 4.124,45
213061-0	4	R\$ 3.548,77	R\$ 4.124,45
213067-0	4	R\$ 3.548,77	R\$ 4.124,45

Depois de calculada a perda de carga que ocorre na tubulação desde a saída da caldeira até a linha de processo e considerando as condições de operação constatou-se uma elevada perda de carga de 7kgf/cm². A perda de carga na primeira sessão pode ser desconsiderada, já na segunda sessão devido ao estreitamento da tubulação a um aumento de velocidade o que aumenta consideravelmente a perda carga, esse resultado é coerente, pois a empresa conta com 8 reatores e segundo os operadores, não é possível partir 2 reatores simultaneamente já que 88% da pressão é perdida no percurso, outro fator importante é a ausência em vários pontos de isolamento térmico o que infere em uma maior condensação do vapor saturado.

Identificada às causas das perdas, a solução foi adequar o diâmetro da tubulação da segunda sessão para 6" polegadas para reduzir a velocidade e conseqüentemente a perda de carga, calculando as perdas distribuída (hf) e singular (hs), é possível visualizar o grande ganho de rendimento, utilizando as equações (eq.4.1), (eq.4.2), (eq.5) e (eq.6) com o novo diâmetro na segunda sessão somado a primeira sessão obtendo-se uma perda de carga total de 0,79kgf/cm² e uma eficiência de 90% na linha de vapor saturado.

A linha de vapor não contém purgadores em sua extensão o que acarreta no acúmulo de condensado na tubulação reduzindo sua seção transversal, com há curvas e elevações na linha de vapor há golpes de aríete o que pode levar ao rompimento da tubulação, para resolver esse problema deve-se instalar ao longo da tubulação botas coletoras de condensados com purgadores, esse mecanismo deve ser instalado a cada 40m ou sempre que houver elevações na tubulação. SARCO (2005), salienta que a tubulação deve conter uma inclinação de 0,5% da extensão no mesmo sentido que o fluido com a finalidade de levar o condensado até as botas coletoras, com essas medidas todo condensado será retirado da linha de vapor.

5. CONCLUSÃO

Com os resultados obtidos ao decorrer do estudo conclui-se que há vários pontos de melhorias a serem realizados pela empresa objeto do estudo, a fim de adequar-se aos parâmetros estabelecidos nas normas regulamentadoras, evitando penalidades, que variam de multas com um valor médio total de R\$ 33.556,91, ou a interdição da indústria.

Sendo que a adequação dos equipamentos presentes no processo, como manômetros válvula de segurança entre outros, além de proporcionar um ambiente de trabalho seguro, juntamente com os procedimentos operacionais, documentação e treinamento dos colaboradores, permitirá que as tarefas realizadas diariamente ou periodicamente, sejam bem definidas, padronizadas e coordenadas viabilizando assim o levantamento de dados e informações concisas que facilitará na identificação de possíveis falhas no processo, e as decisões a serem tomadas para eliminar ou minimizar essas falhas. Dessa forma auxiliaria também o projeto das linhas de vapor, que hoje opera com uma baixa eficiência, pois 88% da pressão gerada pela caldeira é perdida devido ao mal dimensionamento da linha de vapor. Grande parte da tubulação está sem isolamento térmico o que provoca a condensação do vapor saturado, o condensado por sua vez reduz a seção transversal do tubo aumentando ainda mais a perda de carga, o vapor não condensado arrasta o condensado provocando golpes de aríete que podem romper a tubulação causando sérios danos a estrutura, por essa razão torna-se evidente a necessidade de um redimensionamento da linha de vapor.

Portanto a melhoria apontada se faz necessária para garantir um ambiente de trabalho seguro, que além de aumentar a produtividade, acarretará em uma redução de custo do produto final, já que as interrupções no processo e os acidentes e/ou doenças ocupacionais diminuiriam.

6. REFERÊNCIAS

ALVES, J. L. *Instrumentação, controle e automação de processos*. 2ed. Rio de Janeiro: LTC, 2005.

BEGA, E. A. *Instrumentação Aplicada ao controle de caldeiras*. 3ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2003.

BABCOCK; WILCOX. *Steam: its generation and use*, Babcock & Wilcox, New York, 1985.
BEGA, E. A; COHN, P. E; DELMÉE, G. J; BULGARELLI, R; KOCH, R; FINKEL, V. S. *Instrumentação Industrial*. 3ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2006.

BENITO, J; COUTINHO, C. R. *Normas Regulamentadoras Comentadas*. 2ed. Rio de Janeiro, 2000.

BRASIL, Ministério do Trabalho (MTB). *Redação dada pela Portaria MTE n.º 594, de 28 de abril de 2014*. Dispõe sobre NR-13 Caldeiras, Vasos de Pressão e Tubulações. Disponível em: < <http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr13.htm>>. Acesso em: 20 jun. 2017.

BRASIL, Ministério do Trabalho (MTB). *Redação dada pela Portaria n.º 3, de 1º de julho de 1992*). Dispõe sobre Fiscalização. Atualizada Portaria MTPS n.º 507, de 29 de abril de 2016 Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR-28-atualizada-2016.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2017.

CHAVES, C. R. *Apostila Instrumentação Básica*. Curitiba: Unicenp, 2002.
CHIARANTANO, C; SANTANA, F.F. *Economizadores e Superaquecedores de Caldeiras*. São Paulo: Escola Politécnica – USP, 2008

DAUMICHEN, R. V. *Apostila Curso Sobre Distribuição de Vapor*. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Petróleo, 1975.

FILHO, A. B. *Instrumentação Industrial: Conceitos, Aplicações e Análises*. 3ed. São Paulo: Érica, 2011.

FILHO, A. D. *Setor Têxtil e de Confecções*. Associação Brasileira da Indústrias Têxtil e de Confecção, São paulo, jul. 2011. disponível em: <http://abit.org.br/abitonline/2011/06_07/apresentacao.pdf>. Acesso em: 08 maio. 2017.
INCROPERA, F. P; DEWITT THEODORE, D. P. *Fundamentos de Transferência de Calor e Massa*. 6ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

KERN, D. Q. *Processos de Transmissão de Calor*. 1ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1987.
KREITH, F; BOHN, M. S. *Princípios de Transferência de calor*. 1ed. São paulo: Cengage Learning, 2003.

MAKARENKO, B. *Apostila Curso Sobre Distribuição de Vapor*. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Petróleo, 1975.

MINISTÉRIO DA FAZENDA. *Valor do UFIR*. Receita Federal, Brasília, Jul. 2015. disponível em:

<<https://idg.receita.fazenda.gov.br/orientacao/tributaria/pagamentos-e-parcelamentos/valor-da-ufir>>. Acesso em: 08 Jul. 2017.

NOGUEIRA, L. A. *Eficiência Energética no Uso de Vapor*. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2005.

ÖZISIK, M. N. *Transferência De Calor - Um Texto Básico*. 1ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1990.

PAGY, A. *Apostila Curso Sobre Distribuição de Vapor*. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Petróleo, 1975.

PERA, H. *Geradores de Vapor- Um compêndio sobre conversão de Energia com vistas à preservação Ecológica*. 2ed. São Paulo: Fama, 1990.

RIBEIRO, M. A. *Instrumentação*. 9ed. Salvador: Tek treinamento & Consultoria, 2002.

SARCO, S. *Apostila Curso de Projetos de Sistema de Vapor*. São Paulo: Spirax Sarco, 2005.

SEBASTIÃO, C. R. *Apostila Caldeiraria – Tubulação Industrial. Programa de Certificação de Pessoal de Caldeira*: SENAI, 2010.

TELLES, P. *Tubulações Industriais: Materiais, projeto e desenho*. 2ed. Rio de Janeiro: LTC, 1987.

ZATTONI, C. C. *Apostila Materiais para Tubulação*. São Paulo: FATEC-SP, 2008.

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO POR MEMBRANA PÓS-TRATAMENTO

Stella Leandro Demetrio (Centro Universitário Padre Anchieta)

Franciele Aparecida Muniz Henrique (Centro Universitário Padre Anchieta)

Veridiana Soligo Sgarbossa (Centro Universitário Padre Anchieta)

Dicesar Correia (Centro Universitário Padre Anchieta)

Raquel Carnivale Silva Melillo (Centro Universitário Padre Anchieta)

RESUMO: A disponibilidade de água com qualidade para consumo, torna-se um assunto cada vez mais importante para a manutenção da vida. A contaminação crescente e o desperdício afetam as principais reservas. Para tanto propõe-se a necessidade de estudar novas alternativas de tratamento de efluentes que sejam eficazes e viáveis. Por essa razão o objetivo deste artigo é de avaliar a eficácia do tratamento de efluentes industriais e domésticos nas Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) do município de Jundiaí, localizado no Estado de São Paulo, com o emprego de uma Membrana de Ultrafiltração (UF). Para isso foram analisados os índices de Demanda Química de Oxigênio (DQO), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), pH e temperatura do efluente antes e pós tratamento com a membrana. Para a realização do ensaio de UF, foram coletadas amostras, nos meses de março e maio, de efluentes das estações da Companhia de Saneamento de Jundiaí (CSJ), da ETE Fernandes e da ETE São José. Após a realização dos ensaios, os resultados obtidos demonstraram que houve uma diminuição significativa nos índices de DQO e DBO pós tratamento com membrana, no que se refere a necessidade de oxigênio por parte da matéria orgânica, confirmando o esperado e trazendo perspectivas positivas ao emprego de novas tecnologias.

Palavras chaves: Tratamento. Membrana. Efluente.

ABSTRACT: The availability of water quality for drinking, it becomes an increasingly important issue for the human life. The increasing pollution and waste affect the main reserves and everyday life, therefore there is a need to study new alternatives for wastewater treatment that are effective and feasible. The aim of this article was to evaluate the effectiveness of the treatment of industrial and domestic wastewater in sewage treatment plants (WWTP) in the city of Jundiaí, in the State of São Paulo, with the use of an ultrafiltration membrane (UF). the demand indexes were analyzed chemical oxygen (COD), Biochemical Oxygen Demand (BOD), pH and effluent temperature before and after treatment with the membrane. To perform the UF study, samples were collected in the months of March and May, the stations effluents: Sanitation Company of Jundiaí (CSJ), ETE Fernandes and ETE São José After the tests, the results showed. that there was a significant decrease in the rates of COD and BOD after treatment with membrane, as regards the need for oxygen by the organic matter, confirming the expected and bringing positive prospects for the use of new technologies.

Keywords: Treatment, Membrane, Effluent.

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural de valor econômico, estratégico e social, essencial à existência ao bem-estar do homem e a manutenção dos ecossistemas, sendo o maior bem da humanidade. Apesar de sua importância, é um recurso cada vez mais escasso, mesmo sendo considerado o recurso natural mais abundante no planeta (SEGALA, 2016).

Sabe-se que somente uma pequena parte de toda água mundial está disponível para os seres humanos, já que 97,5 % da água do planeta encontra-se nos mares e oceanos, ou seja, água salgada (GIACOBBO, 2010).

O uso controlado da água potável é necessário, uma vez que abastece diariamente mais de 7 bilhões de pessoas que habitam o planeta. Entretanto, enfrentamos uma crise de abastecimento, ou seja, estima-se que aproximadamente 40 % da população mundial atualmente vive sob situação de estresse hídrico (SEGALA, 2016).

Segundo estudos desenvolvidos pela Organização das Nações Unidas - ONU, a pequena quantidade de água disponível é suficientemente para todas as atividades terrestres e para a manutenção da vida humana. No entanto, dados do Programa das Nações Unidas para Desenvolvimento (PNUD) e da Organização Mundial da Saúde (OMS), indicam que há três problemas principais relacionados a água potável, das quais estão distribuição, o desperdício e a sua contaminação (ONU, 2010).

Geralmente muitas comunidades utilizam mais água o que realmente necessitam enquanto outras sofrem pela escassez, além disso às mudanças no uso do solo e supressão de vegetação impedem a recarga de lençóis freáticos e a drenagem natural para a reposição dos rios. Somado a esse cenário, a contaminação da água pelos esgotos ocasionados pelo crescimento populacional, aliado ao aumento do uso do solo impulsionado pela agricultura e a atividade industrial, termina por deteriorar significativamente a qualidade desse recurso. (ONU, 2010).

O setor industrial é um dos maiores responsáveis pelo grande consumo de água e também um dos maiores responsáveis pela liberação de efluentes despejados nos corpos d'água. Com isso, há uma grande necessidade de desenvolver novas tecnologias para o tratamento adequado desse efluente (GIACOBBO, 2010).

Os custos para o tratamento dos efluentes costumam ser altos, mas existem tecnologias que prometem trazer a qualidade necessária ao seu processo de tratamento. Dentre essas tecnologias a serem aplicadas estão, a ultra filtração por membrana, que atua como

complemento à ação da ETE, podendo haver uma comparação da eficiência do tratamento por membrana em estações de tratamento, almejando a preservação e a melhor qualidade do meio ambiente.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Tratamento de efluente

O Efluente pode ser visto como, um resíduo proveniente das atividades humanas, originados de processos industriais, que são lançados no meio ambiente a partir da rede de esgoto, causando alteração na qualidade nos corpos receptores, ou seja, a poluição.

O efluente industrial é só uma porcentagem da contaminação dos corpos d'água, já essa situação é mais dramática se somando os efluentes domésticos, geralmente compostos por dejetos provenientes de residências, edifícios comerciais, ou quaisquer edificações que contenham banheiros e cozinhas. Sua composição inclui sólidos suspensos, sólidos dissolvidos, matéria orgânica, nutrientes (nitrogênio e fosforo) e organismos patogênicos (ECOSAN, 2016).

Os efluentes são os grandes responsáveis pelo desenvolvimento de agentes patogênicos, agentes esses, capazes de produzir doenças infecciosas aos seus hospedeiros em circunstâncias favoráveis em meio ambiente. Por isso, a alimentos destinados ao consumo da população, podem apresentar algum tipo de contaminação microbiana, responsável por causar sérias doenças a quem os consumir alimentos contaminados (ECOSAN,2016).

Existem grupos de bactérias patogênicas que vivem no intestino dos animais de sangue quente e que se dividem-se em coliformes totais e coliformes fecais. A maior parte destas bactérias não reflete nenhuma ameaça à saúde humana, observado que vivem no nosso trato intestinal, sendo utilizadas como bioindicadores. Se encontrados na água, estes microrganismos podem indicar que houve despejo de origem fecal no esgoto a partir de descargas ilegais, que podem ser prejudiciais à nossa saúde, podendo causar doenças como a febre tifoide e a cólera (CALÇARÃO, 2010).

2.2. Legislações

No artigo 21, inciso XX da Constituição Federal, fica estabelecido como competência da União “instituir diretrizes para o desenvolvimento urbano, inclusive habitação, saneamento básico e transportes”; já o inciso IX, do artigo 23, aponta a competência conjunta entre União,

Estados e Municípios no que se refere à promoção de “programas de construção de moradias e a melhoria das condições habitacionais e de saneamento básico” (BRASIL, 1988).

Na Política Nacional de Saneamento Básico, instituída pela Lei Federal N° 11.445, 05 de janeiro de 2007, é determinado que a prestação de serviços públicos de saneamento básico poderá ser realizada por órgão, autarquia, fundação de direito público, consórcio público, empresa pública ou sociedade de economia mista estadual, do Distrito Federal, ou municipal, na forma da legislação, assim como por empresa a que se tenham concedido os serviços. A mesma estabelece diretrizes de universalização dos serviços de saneamento básico, garantindo acesso de qualidade e quantidade suficiente às necessidades da população, fundamentando-se no conceito de saneamento básico como um conjunto de serviços e infraestrutura (BRASIL, 2007).

No Brasil, existem legislações ambientais vigentes no âmbito federal e no âmbito estadual, sendo assim, cabe à União, a competência de legislar em âmbito nacional, contando com órgãos como o CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente que, estabelece resoluções para exploração e preservação do meio ambiente e dos recursos naturais (BRASIL, 2016).

Cada estado brasileiro, por sua vez, estabelece diretrizes específicas próprias e possui um órgão competente de acompanhamento como, no estado São Paulo, a CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, cuja função é fiscalizar, monitorar e licenciar atividades geradoras de poluição, atentando-se a preservar e controlar a qualidade dos corpos d’água, do ar e do solo (CETESB, 2016).

De acordo com a Resolução CONAMA N° 357, de 17 de março de 2005, são observados as condições e padrões para a qualidade da água doce classificadas em quatro classes, sendo elas classe 1, 2, 3 e 4 (CONAMA, 2005). As ETEs localizadas no município de Jundiaí - SP, seguem os padrões de lançamento de efluente classificados em rios classe 2 e classe 4. Ressalta-se que a classe 2, é mais restritiva do que o de classe 4, entretanto, não é permitido alguns componentes em ambas as classes como materiais flutuantes, coliformes totais e coliformes fecais em grandes quantidades, entre outros. A Resolução CONAMA N° 430, de 13 de maio de 2011, que dispõe sobre os parâmetros, condições, padrões e diretrizes para gestão do lançamento de efluentes em corpos de águas receptores, complementa e altera parcialmente a Resolução N° 357 (CONAMA, 2011).

No âmbito estadual, a legislação vigente utilizada nas ETEs é o Decreto n° 8468, aprovado pelo Governo de Estado de São Paulo em 08 de setembro de 1976, que dispõe sobre a prevenção

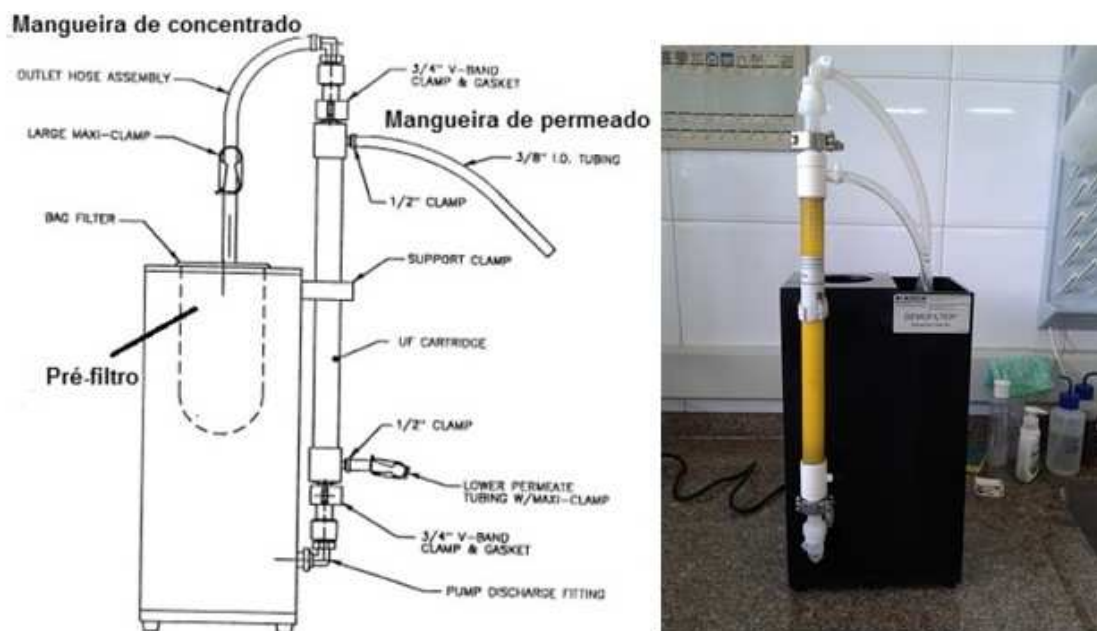
e controle da poluição do meio ambiente, sendo um dos padrões de emissões, o artigo 19 A. Tal artigo estabelece que o efluente só poderá ser lançado, provido de tratamento com capacidade e tipos adequados, sendo algumas condições o pH (entre 6,0 e 10,0), com temperatura inferior a 40° C, sem óleos ou graxas visíveis, ou substâncias explosivas e inflamáveis e não permitindo águas pluviais em qualquer quantidade (SÃO PAULO, 1976).

2.3.Membranas de Ultrafiltração

Observa-se que o uso por membranas se mostra bastante promissor, pois as membranas se tornam barreiras para sólidos sedimentáveis, como óleos e graxas, entre outros. Ou seja, de maneira geral, a membrana é uma barreira que restringe totalmente ou parcialmente o transporte de espécies químicas presentes no efluente.

As membranas de ultrafiltração constituem uma tecnologia de filtração excelente para o polimento de efluentes. Sendo de fibra oca, oferecendo um desempenho superior de separação e rejeitam efetivamente bactérias e vírus. A figura 1 demonstra o esquema de funcionamento da membrana e a fotografia do equipamento utilizado no projeto.

Figura 1 – Esquema de funcionamento da membrana



Fonte: Koch Membrane System (2016)

As primeiras membranas foram utilizadas na década de 50, em uma aplicação comercial para a dessalinização de águas marinhas e salobras por meio de osmose reversa (VIDAL, 2006).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1.ETE e Amostragem

Os estudos foram desenvolvidos ao longo do estágio realizado na empresa DAE S/A Água e Esgoto, do município de Jundiaí-São Paulo, que envolve três estações de tratamento de esgoto, que são a ETE Fernandes, ETE São José e a ETE – Jundiaí, concessionária Companhia de Saneamento de Jundiaí (CSJ). Então para tanto, primeiramente foi estudado os padrões de funcionamento das estações de tratamento, para que pudesse ser compreendido as possíveis oscilações de informações, quanto da aplicação da membrana para que se pudesse observar sua eficiência, e que se comprovada, poderíamos instala-las nas três estações, garantindo que essa seria a alternativa encontrada para reutilizar o recurso natural. Efetivamente os testes de laboratório com as coletas do efluente, foram iniciados. Foram coletados os dados da Companhia de Saneamento de Jundiaí – CSJ, da ETE Fernandes e da ETE São José. A primeira etapa do trabalho foi compreender as diferenças entre as estações como o tipo de efluente que cada uma recebe e a metodologia aplicada ao tratamento do mesmo.

Então, foram analisados os dados das amostragens realizadas pela própria equipe da CSJ e ETES. As coletas da Companhia de Saneamento de Jundiaí foram realizadas nas segundas, quartas e sextas-feiras, e as coletas das ETES Fernandes e São José foram realizadas somente nas segundas-feiras dos meses de março e maio de 2016, por profissionais altamente treinados e equiparados com equipamentos de proteção individual - EPI.

O efluente quando coletado passa por aferição de pH e temperatura, e em seguida passa pelo processo de armazenamento em caixas térmicas, nas quais são adicionadas placas de gelo para manter a temperatura da amostra.

Quando encaminhado ao laboratório para as análises foi medido novamente a temperatura do efluente, pois os valores de pH são considerados irrelevantes em comparação com a primeira medição.

Assim que chega ao laboratório, o efluente coletado foi dividido em duas partes, sendo que a primeira parte foi passada pela membrana e na outra foram realizadas as análises de DBO e DQO para se ter as comparações de resultados antes e pós filtração por membrana.

3.2. Métodos analíticos

- **Demanda Química de Oxigênio (DQO):** No tratamento de efluentes, o efluente é submetido a um processo químico, que tem como objetivo avaliar a quantidade de oxigênio dissolvido que é consumido em meio ácido. Após a determinação, é possível estabelecer a quantidade de oxigênio que a matéria requer para que seja oxidada, sendo ela biodegradável ou não (SOUZA, 2016).

- **Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO):** O processo biológico do tratamento de efluentes tem como objetivo diminuir a quantidade de oxigênio necessária para a estabilização da matéria orgânica. O valor da DBO é usado para obter a carga orgânica dos efluentes e dos recursos hídricos. Obtendo-se esse valor é possível a identificação da necessidade da aeração para que ocorra a degradação da matéria orgânica. Quanto menor for o nível da demanda de oxigênio, menos poluente será esse efluente (DELTA SANEAMENTO AMBIENTAL, 2011).

- **pH:** A finalidade é indicar a acidez, neutralidade ou alcalinidade, tornando a mistura de todos os efluentes uma única solução homogênea, e a neutralização tem por finalidade ajustar o pH da solução já homogeneizada, permitindo a precipitação dos metais, uniformizando os efluentes com as características físico-químicas diferentes. O pH deve ficar entre 8,0 e 9,0, para garantir desta maneira a precipitação dos metais contidos nos efluentes (DIPPOLD, 1997).

O pH representa a atividade de hidrogênio na água, resultante da dissociação da própria molécula da água e depois pelo hidrogênio proveniente de fontes como efluentes industriais que resulta da “fase ácida” da decomposição anaeróbia da matéria orgânica (PIVELI, 2016).

- **Temperatura:** É um dos fatores mais importantes na digestão anaeróbia do esgoto, uma vez que afeta os processos biológicos de diferentes maneiras. Dentre os principais efeitos da temperatura incluem-se as alterações na velocidade do metabolismo das bactérias e na solubilidade dos substratos (RITTMANN E MCCARTY, 2001 apud. SANTOS, 2010).

Outra influência importante da temperatura se dá na fração dos sólidos orgânicos que pode ser metabolizada no processo de digestão anaeróbia, a fração de material orgânico que foi digerida diminui juntamente com a diminuição da temperatura (SANTOS, 2010).

3.2. Limpeza química da membrana

Primeiramente foi verificado se as braçadeiras de aço estão apertadas e se o restritor de vazão de concentrado encontra-se aberto para que não haja vazamentos externos pela pressão exercida do compressor. Após filtrar o efluente tratado, iniciou-se o processo de limpeza da membrana.

O processo de limpeza iniciou com o acréscimo de 2,5 litros de água ultrapura, ou seja, água destilada, circulando em um período de 2 minutos, para retirar o efluente que permaneceu na membrana. Essa água é descartada e sequencialmente a membrana circula em um período de 30 minutos com 5 litros de água ultrapura e 150 ppm (4,5 ml) de hipoclorito, em que as mangueiras de concentrado e permeado tiveram que permanecer dentro do reservatório.

Após terminar os 30 minutos com hipoclorito, repete-se o processo com água por 2 minutos. Após esse período, foi realizada a correção de pH do ácido cítrico para pH=3,0 em 5 litros de água e, repetiu-se o processo de circulação da membrana. Ao final do processo, desliga-se a membrana deixando-a em meio aquoso para que não haja o ressecamento de suas fibras, o restante da água do processo foi descartado (KOCH MEMBRANE SYSTEMS, 2016).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Estações de tratamento de esgoto de Jundiaí

Foram identificadas diferenças importantes entre as estações estudadas, conforme descrito nos itens a seguir:

I - Companhia de Saneamento de Jundiaí – CSJ: A Prefeitura Municipal de Jundiaí - SP delegou à Companhia de Saneamento de Jundiaí - CSJ, pelo regime de concessão de serviço público precedido de execução de obra pública, a gestão do Sistema de Tratamento e Disposição Final dos Esgotos Sanitários do município de Jundiaí (COBRAPE, 2016). A ETE Jundiaí – ETEJ trata todo o esgoto coletado, constituído de redes coletoras, interceptores, emissário, 7 (sete) Estações Elevatórias de Esgoto – EEE, e para atendimento das áreas de contribuição das bacias hidrográficas dos rios Jundiaí-Mirim e Jundiaí (calha), recebe contribuição do Rio Guapeva, ribeirões da Estiva e Caxambu, bem como de toda a bacia da calha do Rio Jundiaí (COBRAPE, 2016).

Segundo a Companhia de Saneamento de Jundiaí (2016), na ETE de Jundiaí, o tratamento dos efluentes ocorre conforme descrito abaixo e apresentado na figura 2.

a) Tratamento físico: o tratamento empregado é contínuo e consiste primeiramente da chegada do efluente até a estação. Em seguida é direcionado ao gradeamento, para remover os sólidos presentes. Existem dois tipos de grades, a grossa com 10 centímetros e a fina com 10 milímetros, impedindo a passagem desses sólidos que possam prejudicar as etapas do tratamento. Após passar pelo gradeamento, o efluente é direcionado a estação elevatória, onde

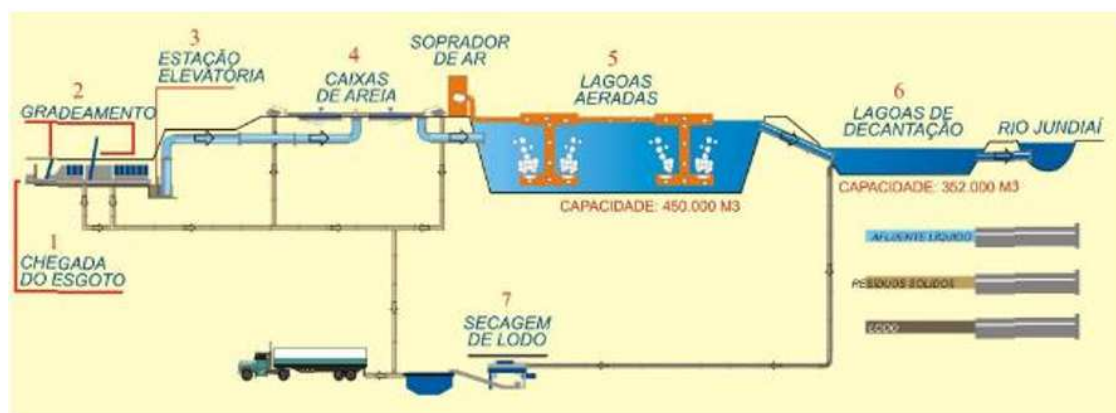
serão utilizadas bombas submersas para elevar o esgoto para a próxima etapa de tratamento pelo fator topográfico do terreno. Seguidamente vão para a caixa de areia (desarenador), que é um equipamento que faz a retirada de areia e outros sólidos presentes no efluente pelo processo de decantação e raspagem, auxiliado por um parafuso, se faz essa retirada da areia e que é alocada em uma caçamba, para destinação final em aterro sanitário.

b) Tratamento biológico: o efluente fisicamente tratado é prontamente encaminhado para as lagoas de aeração, onde ocorre o tratamento biológico, um processo natural, em que bactérias degradam a matéria orgânica existente no efluente. São utilizados sopradores em formas de “chuveiros” para liberar oxigênio para as bactérias, que irão se alimentar da matéria orgânica presente no efluente, assim formando o lodo.

c) Separação do lodo: após tratamento biológico o efluente vai para as lagoas de decantação. Estas lagoas contam com sistemas de agitação, e com isto os flocos biológicos sedimentam, formando o lodo. O efluente tratado, sem os flocos biológicos e sem a maior parte da poluição com que chegou à ETEJ, pode ser lançado no Rio Jundiá sem causar danos ao meio ambiente e dentro dos padrões do Decreto Estadual 8.468/76, para descartes em rios.

d) Resíduo final: o lodo que decanta nas lagoas de decantação, é dragado e desidratado por centrifugação. Após desidratado, é misturado a diversas matérias orgânicas para ser tratado através de compostagem termofílica, resultando em fertilizante, que não são utilizados diretamente para o consumo humano, pois são classificados como classe D, ou seja, só poderão ser utilizados para plantas que não produzem frutos como o eucalipto, cana-de-açúcar, entre outros.

Figura 2 – Fluxograma da ETE Jundiá



Fonte: CSJ (2016)

II - ETE Fernandes: A ETE Fernandes é parte integrante do sistema de tratamento de efluente do município de Jundiaí - SP, constituído de redes coletoras, interceptores, EEE e a própria ETE Fernandes, para atendimento do bairro Fernandes, localizada na avenida Luiz Pereira dos Santos, s/n do município de Jundiaí-SP e pertencente a bacia hidrográfica do Rio Capivari (COBRAPE, 2016).

Segundo a COBRAPE (2016), na ETE Fernandes, o tratamento dos efluentes ocorre conforme descrito abaixo.

- a) Tratamento preliminar: o processo de tratamento da estação ocorre por batelada, sendo que o efluente bruto é recalcado até o tratamento preliminar passando por uma peneira hidrostática, que contém uma tela em aço inox e malha com abertura de 3 mm, que tem como finalidade reter os sólidos mais grosseiros. Esses sólidos escorregam pela parte frontal da tela, e são direcionados por uma tubulação para um cesto coletor, onde os sólidos ficaram retidos para posteriormente serem encaminhados a tambores. A areia contida no efluente, será removida na caixa de areia, e sua retirada será realizada por caminhões limpa-fossa. Tanto a areia como os sólidos grosseiros, após armazenados, serão encaminhados para determinadas empresas de locação de containers para serem destinados adequadamente em aterros sanitários.
- b) Tratamento físico: ao passar pela caixa de areia, o efluente é direcionado para uma calha Parshall, que tem a finalidade de manter a lâmina d'água na caixa de areia e medir a vazão afluente ao sistema do tratamento. No decorrer do tratamento preliminar, o efluente é guiado para o sistema de lodo ativado por fluxo intermitente, ou seja, todas as etapas do tratamento do efluente ocorrem dentro do reator, passando a ser sequências e não mais unidades distintas.
- c) Tratamento biológico: nos lodos ativados de fluxo intermitente, as etapas de tratamento por lodo ativado são convencionais, com duração de ciclos definidos. A biomassa permanecerá no tanque durante todo ciclo de tratamento, sem a necessidade de haver um decantador separado. A biomassa não sai com o efluente final após a etapa de decantação, sendo assim, permanece retida no tanque.
- d) Resíduo final: após o tanque passar pelo processo de decantação, inicia-se o descarte do efluente tratado. O efluente tratado é encaminhado ao sistema de desinfecção por ozônio para a remoção de patógenos. Posteriormente, o efluente desinfectado será encaminhado para uma calha Parshall para ser medida a vazão tratada e ser descartado no Córrego Fernandes, afluente de Rio Capivari, classe 2.

III - ETE São José: A ETE São José é parte integrante do sistema de tratamento de efluente do município de Jundiaí – SP, constituído de redes coletoras, interceptores, EEE e a própria ETE São José, para atendimento do bairro do Currupira, localizada na estrada municipal São José, 349 do município de Jundiaí-SP e pertencentes a sub-bacia hidrográfica do Rio Capivari (COBRAPE, 2016).

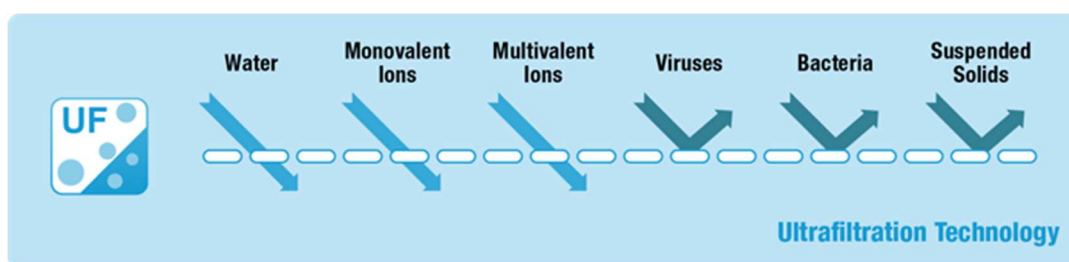
Na ETE São José, seu tratamento também ocorre por batelada como na ETE Fernandes, com poucas diferenças apenas em alguns aspectos de construção e ao invés do efluente ser encaminhado ao tanque de clarificado, o mesmo é direcionado a um tanque de contato com chicanas para desinfecção com hipoclorito de sódio.

4.2. Experimento com a membrana

4.3.

A realização das análises, foi feita utilizando-se um protótipo da membrana. A base de seu sistema é por ultrafiltração - UF. Em seu processo a pressão remove os hidróxidos de metal, coloides, material disperso, sólidos em suspensão, e outros materiais. As membranas de UF são bastante utilizadas porque têm peso molecular de corte e ainda são eficientes na clarificação das soluções, contendo sólidos em suspensão, bactérias e altas concentrações de macromoléculas, incluindo óleo, água potável, águas residuais e terciário (KOCH MEMBRANE SYSTEMS, 2016).

Figura 3 – Tecnologia de ultrafiltração

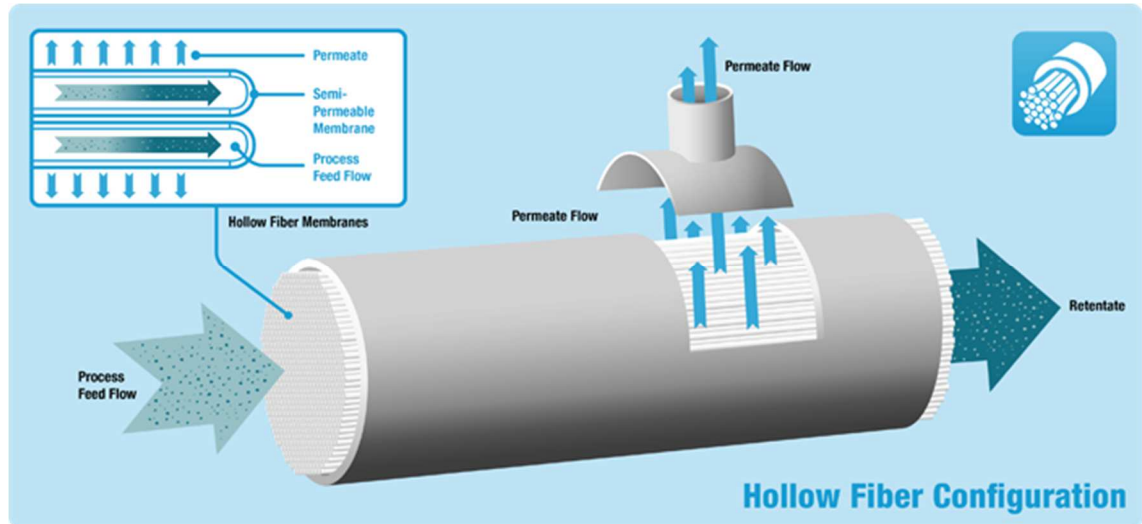


Fonte: Koch Membrane Systems (2016)

A UF utiliza a pressão hidrostática fazendo o líquido fluir pelos poros da membrana. Os sólidos e as grandes moléculas suspensas em soluções ficam retidos, enquanto que a água passa pelo poro da membrana. Sendo de fibra oca têm sido empregadas com sucesso em água industrial, efluentes industriais e são particularmente bem eficientes em relação as elevadas exigências de produção de plantas de água potável e tratamento de águas residuais municipais. Independentemente do fluxo, membranas de fibra oca proporcionam uma melhor solução

compacta e de baixo custo para filtrar os grandes volumes de líquidos e ainda utilizam o mínimo de espaço e energia possível (KOCH MEMBRANE SYSTEMS, 2016).

Figura 4 – Configuração das fibras da membrana



Fonte: Koch Membrane Systems (2016)

A separação e retenção de características das membranas são dependentes do líquido a ser processado e de outros parâmetros de funcionamento (KOCH MEMBRANE SYSTEMS, 2016).

4.4. Resultados das análises

O processo de análise da membrana de ultrafiltração pode ser dividido em 5 etapas: coleta de efluente, verificação do equipamento, filtração do efluente, procedimento de limpeza e análise das filtragens.

Primeiramente as coletas foram realizadas nos meses de março e maio de 2016, nos intervalos de segunda quarta e sexta-feira. Essas coletas foram realizadas nas saídas das estações de tratamento, onde o efluente será descartado no rio. As amostras foram divididas em tratamento convencional e a pós filtração.

No processo de operação foi verificado se o equipamento estava com as braçadeiras apertadas e se o restritor de vazão estava aberto, assim evitando que o mesmo na hora da filtragem não queime ou danifique a membrana, por este motivo o equipamento deve ser ligado na força em voltagem 110 v.

Ao ligar o equipamento, foi despejado o efluente e foi aguardado que o mesmo saísse filtrado da mangueira de permeado, para então ser monitorado o tempo despendido para filtrar 600 ml.

Observou-se que para cada saída de estação o tempo variou em média de 3 a 5 minutos para 600 ml de efluente filtrado.

Após filtrados, os parâmetros analisados foram a Demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e Demanda química de oxigênio (DQO). Esses parâmetros fornecem um indicativo da diminuição de oxigênio para os processos de oxidação e dissorção da matéria orgânica. A utilização da membrana de ultrafiltração para pós-tratamento, mostrou uma eficiência considerável em relação aos tratamentos convencionais das ETEs.

Sequencialmente, o ultimo procedimento realizado após as filtragens foi a limpeza do equipamento, em que foram utilizados hipoclorito e ácido cítrico para a desinfecção da membrana de maneira a garantir as condições de uso para as próximas filtragens referentes a cada saída de estação para que não houvesse alteração nos resultados.

O pH que também foi um parâmetro analisado, mostrou que não houve mudanças significativas, permanecendo inalterável conforme previsto. A DBO e a DQO, tiveram seus resultados positivos, pois a carga presente no efluente antes da filtração foi reduzida comprovando a eficiência da membrana, como pode ser observado nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Análise comparativa do efluente com e sem filtração por membrana no mês de março.

Março	Datas			Resultados				
				pH s.u	DQO mg/L O ₂		DBO mg/L O ₂	
	Coleta	Recebimento	Ensaio		sem filtração	após filtração	sem filtração	após filtração
S1 – Saída final 1 (CSJ)	09/03/16	09/03/16	09/03/16	7,45	96	40	15	3
EF-SJ – Efluente Final (SJ)	14/03/16	14/03/16	14/03/16	6,84	26	15	11	4
S2 – Saída final 2 (CSJ)	16/03/16	16/03/16	16/03/16	7,74	92	55	15	14
EF-FER – Efluente Final (FER)	21/03/16	21/03/16	21/03/16	7,10	3	2	13	7
S3 – Saída final 3 (CSJ)	23/03/16	23/03/16	23/03/16	7,66	106	41	13	4

Tabela 2. Análise comparativa do efluente com e sem filtração por membrana no mês de maio.

Maio	Datas			Resultados					
				pH s.u	DQO mg/L O ₂		DBO mg/L O ₂		
	Ponto	Coleta	Recebimento		Ensaio	sem filtração	após filtração	sem filtração	após filtração
	S1 – Saída final 1 (CSJ)	04/05/16	04/05/16	04/05/16	7,56	89	44	14	8
	S2 – Saída final 2 (CSJ)	06/05/16	06/05/16	06/05/16	7,37	73	46	14	7
	EF-FER – Efluente Final (FER)	09/05/16	09/05/16	09/05/16	6,21	11	8	19	8
	S3 – Saída final 3 (CSJ)	13/05/16	13/05/16	13/05/16	7,63	95	40	14	11
	EF-SJ – Efluente Final (SJ)	16/05/16	16/05/16	16/05/16	6,86	58	15	28	13

Conforme pôde ser analisado nas tabelas acima, os resultados indicaram a eficiência da tecnologia empregada no tratamento dos efluentes de todas as estações estudadas, concordando com o previsto e demonstrando a importância do emprego de novos sistemas de tratamento para garantir a qualidade da água.

5. CONCLUSÃO

Ao avaliarmos a situação da água em nosso planeta, segundo a ONU, a pequena parcela de água existente no mundo, não é suficiente para o desenvolvimento das atividades e necessidades da vida humana (ONU, 2010). Tal realidade decorre de um uso desenfreado com desperdícios, sem levar em conta que muitos sofrem com a escassez do recurso.

Outra questão fundamental que se soma à problemática e a contaminação cada vez mais intensa de reservas, rios, lagos e córregos em decorrência do aumento populacional, que aumenta as mudanças que o homem provoca ao meio que vive, e de sistemas de tratamento pouco eficientes ou até nulos em certos casos, prejudicando ainda mais o seu próprio consumo.

Diante dessa situação, as Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs), precisam encontrar alternativas que possibilitem a limpeza e a descontaminação da água de maneira cada vez mais eficaz já que a diversidade e intensidade de contaminantes aumenta circunstancialmente.

Há diversas tecnologias que prometem uma descontaminação mais eficaz, a aplicação da membrana de ultrafiltração nas ETEs, foi a alternativa aqui estudada para garantir que o recurso natural pudesse ser reutilizado para as atividades humanas.

Conforme esperado, pôde-se obter uma resposta positiva em todos os testes realizados, comprovando a eficiência da membrana de ultrafiltração, já que os parâmetros avaliados como a Demanda Química de Oxigênio (DQO) e a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), mostraram resultados significativos pós tratamento com membrana, no que se refere à necessidade de oxigênio para a oxidação e dessorção da matéria orgânica presente nos contaminantes.

Conclui-se dessa maneira que o emprego de novas tecnologias é uma alternativa importante para tratamento de efluentes e pode auxiliar no processo de melhoria da qualidade de rios e córregos, garantindo assim uma forma de melhorar a qualidade de vida das pessoas. Empregando a tecnologia a nosso favor, somada a outras abordagens para conservação e melhoria ambiental, espera-se que seja possível promover oportunidades sustentáveis a partir da água disponível.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 6023: Informação e Documentação – Referências – Elaboração*. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.

BRASIL – MMA (Ministério do Meio Ambiente). CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente 2016.

CALÇARÃO, Luís Miguel. *Bactérias coliformes fecais: microrganismos nefastos para a nossa saúde?*; Escritos Dispersos. Disponível em: <<http://escritosdispersos.blogs.sapo.pt/274228.html>>. Acesso em: 7 de set. de 2016.

COBRAPE (Brasil). *Diagnóstico da situação da prestação dos serviços de saneamento básico e seus impactos nas condições de vida e no ambiente natural*. Jundiaí, 2016.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DE JUNDIAI – CSJ. Relatório mensal do mês de agosto. Jundiaí, 2016.

CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. *Dispõe sobre as 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*.

CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. *Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu*

enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

DELTA SANEAMENTO AMBIENTAL. *O que é DBO?*. Disponível em: <<http://www.deltasaneamento.com.br/pagina/o-que-e-dbo>>. Acesso em: 21 de set. de 2016.

DIPPOLD, Álvaro T. Jr. *Neutralização e Decantação*. Disponível em: <<http://pages.udesc.br/~dcb2adj/efluentes/trata17.htm>>. Acesso em: 22 de set. de 2016.

ECOSAN. *Efluentes domésticos e industriais: você conhece as diferenças?*. Portal tratamento de água. Disponível em: <<http://tratamentodeagua.com.br/artigo/efluentes-domesticos-e-industriais-voce-conhece-as-diferencas/>>. Acesso em: 15 de ago. de 2016.

GIACOBBO, A. *Biorreator à membrana aplicado ao tratamento de efluentes*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

KOCH MEMBRANE SYSTEM INC. *About ultrafiltration*. 2016. Disponível em: <<http://www.kochmembrane.com/Learning-Center/Technologies/What-is-Ultrafiltration.aspx>>. Acesso em: 16 de set. de 2016.

MARKETING. *Qual a diferença entre efluentes industriais e esgoto sanitário*; Superbac. Disponível em: <<http://www.superbac.com.br/diferenca-entre-efluentes-industrias-esgotos-sanitarios/>>. Acesso em: 30 de ago. de 2016.

ONU (Organização das Nações Unidas). *A ONU e a água*. 2010. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/ACAO/AGUA/>>. Acesso em: 13 mar. 2016.

SÃO PAULO – ESTADO - Decreto nº 8468, de 8 de setembro de 1976. *Aprova o regulamento da Lei nº 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente*. São Paulo, 1976.

SANTOS, M. P. *Influência da temperatura na eficiência de tratamento de efluentes em reatores UASB*. Trabalho de Diplomação em Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

SEGALA, Mariana. *Água: a escassez na abundância*; Planeta Sustentável. Disponível em: <<http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/ambiente/populacao-falta-agua-recursos-hidricos-graves-problemas-economicos-politicos-723513.shtml>>. Acesso em: 04 de ago. de 2016.

SIGNIFICADOS. *Significado de Efluentes*. Disponível em: <<https://www.significados.com.br/efluentes/>>. Acesso em: 10 de ago. de 2016.

SILVA, L. O. da. *Caracterização do sistema de tratamento de esgoto biológico com o uso de membrana filtrante em uma empresa do setor automobilístico*, v. 7, n. 14, p. 22-35, 2014.

SILVA, M. K. da. *Biorreatores com membranas: um alternativa para o tratamento de efluentes*. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

SOUZA, L. A. *Demanda Química de Oxigênio*; Brasil Escola. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/quimica/demanda-quimica-oxigenio.htm>>. Acesso em: 22 de set. de 2016.

SUBTIL, E. L et al. - *Biorreatores com membranas submersas (BRMs): alternativa promissora para o tratamento de esgotos sanitários para reuso*. Rev. Ambient. Água, v. 8, n. 3, Taubaté, 2013.

TERA. *Tratar resíduos industriais pode parecer um desperdício, mas é inevitável*. Disponível em: <<http://www.teraambiental.com.br/blog-da-tera-ambiental/tratar-residuos-industriais-pode-parecer-um-desperdicio-mas-e-inevitavel>>. Acesso em 17 de set. de 2016.

TERA. *Tratamento de efluentes de fossa séptica, caixa de gordura e efluente sanitário*. Disponível em: <<http://www.teraambiental.com.br/blog-da-tera-ambiental/bid/255958/Tratamento-de-efluentes-de-fossa-s-ptica-caixa-de-gordura-e-efluente-sanit-rio?utm>>. Acesso em: 17 de set. de 2016.

TERA. *Saiba a diferença entre esgoto sanitário e efluente industrial*. Disponível em: <<http://www.teraambiental.com.br/blog-da-tera-ambiental/bid/314718/Saiba-a-diferen-a-entre-esgoto-sanit-rio-e-efluente-industrial>>. Acesso em: 17 de ago. de 2016

CARACTERIZAÇÃO DE LODO E DEFINIÇÃO DE MÉTODO DE COMPOSTAGEM PARA A ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES DO MUNICÍPIO DE VÁRZEA PAULISTA

Gustavo.H.Silva (Centro Universitário Padre Anchieta)

Phillip C. Nonato (Centro Universitário Padre Anchieta)

Raquel Carnivale Silva Melillo (Centro Universitário Padre Anchieta)

HipólitoA.S. Gomes (Centro Universitário Padre Anchieta)

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo adequar a destinação dos resíduos sólidos do município de Várzea Paulista –SP, tendo como base o método da compostagem. O foco foi analisar qual o método de compostagem seria mais viável para a estação de tratamento de efluentes do município. A análise foi fundamentada no levantamento bibliográfico e em dados coletados durante visitas técnicas. Para validar os valores teóricos obtidos, foi necessário analisar o espaço disponível, os sistemas de tratamento e gerenciamento do lodo da estação, além das características do lodo proveniente do tratamento de esgoto. Todos os dados operacionais deste estudo foram fornecidos pela SABESP, empresa que administra e opera a estação de tratamento de esgoto (ETE) que analisamos. Como resultados, obteve-se que a ETE produz um lodo bastante estável com baixo odor e características viáveis à compostagem como pH e umidade. A disponibilidade de espaço e o custo dos sistemas estudados, além das características do lodo e do sistema permitiram selecionar o método de compostagem das leiras estáticas aeradas. Concluiu-se então que o sistema selecionado irá satisfazer as necessidades da estação e contribuir para a qualidade do ambiente e vida da população.

Palavra-chave: Resíduos Sólidos, Compostagem, Leiras Estáticas Aeradas,.

ABSTRACT: The present work had as objective to adapt the destination of the solid waste of the municipality of Várzea Paulista -SP, based on the composting method. The focus was to analyze which method of composting would be most feasible for the effluent treatment plant of the municipality. The analysis was based on the bibliographic survey and data collected during technical visits. To validate the theoretical values obtained, it was necessary to analyze the available space, the treatment and management systems of the sludge of the station, besides the characteristics of the sludge coming from the sewage treatment. All operational data from this study were provided by SABESP, a company that manages and operates the sewage treatment plant (ETE) we analyzed. As results, it was obtained that the ETE produces a very stable sludge with low odor and viable characteristics to the compost like pH and humidity. The availability of space and the cost of the systems studied, in addition to the characteristics of the sludge and the system allowed to select the composting method of the aerated static piles. It was then concluded that the selected system will meet the needs of the station and contribute to the quality of the environment and life of the population.

Keywords: Solid Waste, Composting, Aerated Static Piles.

1. INTRODUÇÃO

A vida urbana e sistemas industriais geram efluentes provenientes dos tratamentos de água e esgoto que quando tratados resultam em toneladas de resíduos sólidos, uma preocupação mundial, no entanto, ainda insipiente e falha em muitos lugares (ANDREOLI ; PINTO, 2001).

Os problemas que envolvem os resíduos sólidos proveniente de estação de tratamento de esgoto tornam-se fundamentais face à crescente preocupação com o meio ambiente que impulsiona a expansão e diversidade de práticas de fermentação, método historicamente empregado pelo homem. Muitas soluções são utilizadas para minimizar o odor e a presença de patógenos no lodo, englobando processos químicos, físicos e biológicos para sua estabilização (FERNANDES ; SOUZA, 2001).

Dentre os resíduos acumulados, estima-se que mais de 60% seja composto de resíduos orgânicos que podem ser transformados em fontes de nutrientes para o cultivo (OLIVEIRA *et al.*, 2004). Segundo Dias (1996), dentre as soluções encontradas para a problemática dos resíduos orgânicos gerados em estações de tratamento, a compostagem é uma das mais viáveis. Este processo permite reciclar os nutrientes da matéria orgânica de forma ampla e benéfica, tornando-se uma questão de eficiência ecológica (INÁCIO ; MILLER, 2009).

Podemos que consiste no processo de umificação; o composto resultante deste processo é um excelente definir compostagem como um processo de aeração controlada desenvolvido por uma população de microorganismos, efetuado em duas fases: (I) fase ativa, em que ocorrem as reações bioquímicas de oxidação, chamadas termofílicas; e (II) fase de maturação, condicionador de solos para agricultura, áreas degradadas entre outros (PEREIRA NETO,1987).

Leite *apud* Sampaio (2010), aponta que embora venha crescendo a utilização do biossólido proveniente do tratamento de esgoto na agricultura, 45% do lodo gerado no país é destinado a aterros sanitários, e apenas 5,6% é destinado a agricultura, sendo que os 49,4% restantes não têm destino definido, culminando na possibilidade de grande parte desta parcela também ser destinada a aterros.

O aumento populacional e o manejo inadequado mencionado leva ao aumento desenfreado da geração de resíduos sólidos que intensifica os problemas ambientais e de saúde pública (MOREJON, *et al* 2011). Por este motivo estão sendo estudadas propostas para o gerenciamento destes materiais.

Este trabalho se propôs a realizar um estudo sobre a destinação dos resíduos sólidos do município de Várzea Paulista – SP, tendo como base o método da compostagem. O foco foi analisar qual o método de compostagem mais viável, partindo do lodo gerado na estação de tratamento de efluentes do município, com a finalidade de remoção dos patógenos presentes. A análise foi fundamentada no levantamento bibliográfico e em dados coletados durante visitas técnicas, pesquisas em artigos e literaturas. Com o conhecimento adquirido e as pesquisas realizadas durante o estudo, buscou-se obter um resultado proficiente e produtivo para o município de Várzea Paulista – SP.

A escolha do município de Várzea Paulista no Estado de São Paulo, se deu pelo fato deste apresentar um dos melhores sistemas de tratamento de efluentes do Estado e pela necessidade local de realizar a gestão de seus resíduos sólidos provenientes do sistema, bem como adequar métodos para economizar com o transporte dos resíduos para outras cidades, além de reduzir despesas de tratamento desses resíduos, incorporando ao município um sistema sustentável.

A estação de tratamento de esgoto (ETE) do município em questão, que foi o foco do trabalho, teve sua operação iniciada em janeiro de 2013 e é gerenciada atualmente pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), com capacidade de tratamento de 560 L/s de efluentes, gerando 15 ton/mês de lodo biológico, atendendo uma população média de 200 mil habitantes.

Neste caso, o lodo gerado está sem destinação definida, entende-se que uma proposta de compostagem será ideal para proporcionar uma destinação sustentável, reaproveitando os resíduos gerados na própria estação ou até permitir a comercialização para a agricultura ou para uso próprio uma vez que o município poderá utilizar o fertilizante gerado em viveiros de plantas, parques públicos e praças, além da recuperação de áreas degradadas; favorecendo o meio ambiente que atualmente sofre com a gestão de seus resíduos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A Compostagem

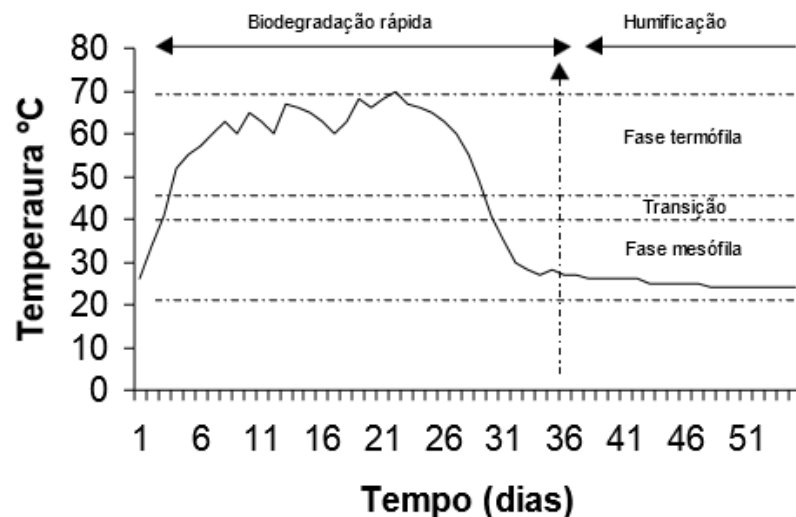
A compostagem pode ser definida como uma bioxidação aeróbia exotérmica de um substrato orgânico heterogêneo, no estado sólido, caracterizado pela produção de CO², água, liberação de substâncias minerais e formação de matéria orgânica estável (FERNANDES &

SILVA 2000). A compostagem pode ser definida como um processo de estabilização ou humificação de resíduos orgânicos, por populações de microorganismos, em que o resíduo se torna uma matéria estável (NUNES, 2009). O húmus resultante deste processo é um excelente recondicionador de solos.

Segundo Fernandes & Silva (2000), o processo de compostagem inicial é marcado pelo rápido crescimento dos organismos mesófilos e pela elevação de temperatura, devido ao processo de biodegradação; com a elevação da temperatura acima de 45°C, as atividades dos organismos mesófilos diminuem, dando início as ações dos organismos termófilos, extremamente ativos, causando a degradação da matéria, liberando mais calor e elevando a temperatura, exterminando os microrganismos patogênicos presentes no lodo (figura 1).

Conforme a matéria orgânica de fácil biodegradação vai se esgotando, a temperatura começa a diminuir e a ação dos microrganismos termófilos se torna limitada, dando lugar novamente aos organismos mesófilos, porém com atividade mais moderada (PINTO, 2001). Neste momento se inicia a fase de humificação ou maturação, em que continua a degradação da matéria orgânica, redução dos organismos patogênicos remanescentes e a humificação do material, resultando em um biossólido para uso agrícola (PEREIRA NETO, 2007).

Figura 1: Evolução da temperatura de uma leira em compostagem



Fonte: FERNANDES & SILVA, (2000).

2.2 Parâmetros de controle de processo

Para que o resultado esperado do processo de composição seja alcançado e por se tratar de um processo biológico, alguns fatores são essenciais: aeração, temperatura, umidade, relação carbono e nitrogênio (C/N), tamanho da partícula (granulometria), pH e teor de sólidos fixos (FERNANDES ; SILVA, 2000).

Tais fatores são determinantes para a eficácia da atividade microbiana, sendo que haverá maior eficiência no processo dependendo do material a ser compostado em função de uma combinação ótima dos fatores (VALENTE *et al* , 2007).

2.2.1 Teor de sólidos fixos e aeração

A estabilização do lodo reflete o grau de transformação de sua fração orgânica, portanto, lodos menos estabilizados apresentam teor de sólidos fixos baixos, sendo sua maior parte formada por matéria orgânica.

O grau de estabilização do lodo influencia a atividade microbiológica durante o processo de compostagem; lodos com alto grau de estabilização (50-60% de sólidos fixos) podem não conter os nutrientes energéticos indispensáveis aos microrganismos. A consequência disso é que as misturas de resíduos em processo de compostagem podem apresentar temperaturas baixas, mesmo sendo observados os parâmetros físico-químicos ideais para o processo de compostagem. É possível compostar o lodo líquido (3-6% de sólidos totais) porém na maioria das estações de compostagem em funcionamento em vários países, são utilizados lodos com teores de sólidos na faixa de 15-25% (FERNANDES ; SILVA, 2000).

A aeração ou o fornecimento de oxigênio é outro fator essencial para o desenvolvimento dos microrganismos responsáveis pela degradação da matéria orgânica durante todo o processo de compostagem, porém, é necessário ser controlada, pois em excesso pode resfriar e ressecar o composto, impedindo a higienização do lodo (TORRES DE CARVALHO, 2002). Segundo Pinto (2001), o ideal para a compostagem de lodo de esgoto, é misturar resíduos estruturantes no processo, como restos vegetais, cavacos de madeira e picados em tamanhos maiores de forma a aumentar a porosidade da massa em compostagem e permitir sua aeração.

2.2.2 Temperatura e umidade

Segundo Pereira Neto (2007), esse parâmetro constitui um dos indicadores mais seguros da eficiência do processo de compostagem, demonstrando o equilíbrio biológico do sistema.

Recomenda-se, registrar-se temperatura ambiente no material em compostagem, em sua fase mesófila na faixa de 25°C a 45°C, conforme ocorre a decomposição, a temperatura se eleva para valores que variam de 45°C a 65°C, prevalecendo os organismos termófilos, está é a fase onde ocorre eliminação dos patógenos e a temperatura deve ser mantida ao longo de todo o processo de estabilização da matéria orgânica sofrendo decréscimo somente no final desta etapa, caracterizando o início da maturação (FERNANDES ; SILVA, 2000).

No processo, a presença de água é essencial para os microrganismos tornando a manutenção da umidade correta muito delicada, para tanto, deve ser monitorada durante todo o ciclo a fim de evitar problemas operacionais (SAMPAIO, 2010 apud LEITE,2015).

Conforme Kiehl (2012) o valor da umidade deve estar sempre dentro da faixa de 40% a 60% sendo um valor ótimo 55%, valores de umidade abaixo de 40% restringem a atividade microbiana para degradação da matéria orgânica, enquanto valores acima de 60% inibem a passagem do ar pelos espaços vazios da massa, criando zonas de anaerobiose (SHAMMAS ; WANG, 2007). Segundo Pereira Neto (2007), visando manter valores ideais ainda é indicado que os lodos sejam desidratados previamente para remoção do excesso de água.

2.2.3 Relação C/N, tamanho da partícula e pH

A relação C/N é essencial para o desenvolvimento dos microrganismos atuantes na compostagem, pois necessitam de carbono como fonte de energia e de nitrogênio para sua reprodução. O controle da relação de nutrientes também se dá pela introdução e mistura de materiais mais ricos em carbono como resíduos palhosos; ou nitrogênio como excretas de animais ou lodo de esgoto.

O tamanho da partícula tem grande influência no processo, pois a granulometria no processo de compostagem, quanto menor o índice maior a superfície de contato exposta à atividade microbiológica e assim mais rápida sua decomposição, porém, um material muito fino traz problemas como encharcamento, compactação entre outros (SAMPAIO, 2010 apud LEITE, 2015).

Por fim, a acidez ou basicidade do resíduos interfere na ação dos microrganismos sendo que foi analisado que o processo de compostagem acontece em uma faixa da pH entre 6,0 e 9,0, uma vez que valores fora desse padrão reduzem a atividade microbiana (SAMPAIO, 2010 apud LEITE,2015).

2.3 Sistemas para a compostagem

O sistema de compostagem pode ser conduzido de diversas maneiras, desde as formas mais simples, sistemas manuais, até sistemas mais complexos, para grandes quantidades (SAMPAIO, 2010 apud LEITE,2015).

2.3.1 Sistema de leiras revolvidas (windrow)

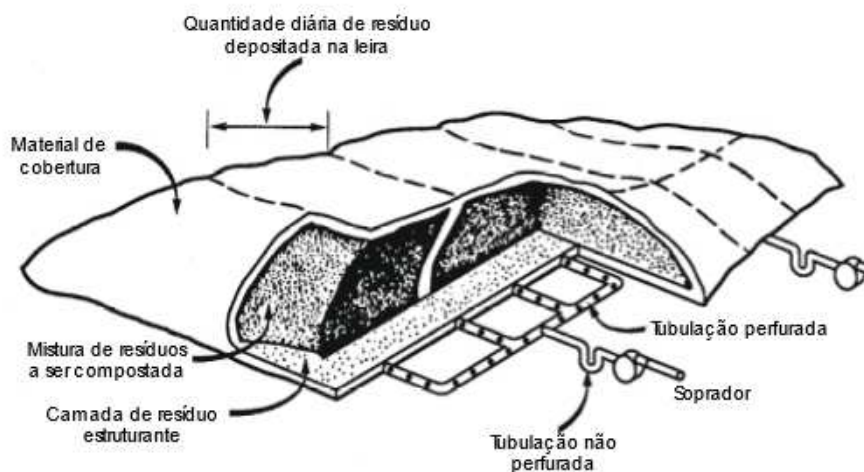
A mistura de resíduos é disposta em leiras com uma base que pode variar de 4,0 a 4,5 metros, e altura de 1,5 a 1,8 metros, sendo o comprimento determinado pelas dimensões do terreno; sua aeração ocorre de forma natural por processos de difusão e convecção e pelos movimentos realizados periodicamente por pá carregadeira ou tratores específicos (TORRES DE CARVALHO, 2002).

Suas vantagens são o baixo investimento inicial, flexibilidade de processar volumes variáveis de resíduos, simplicidade de operação, uso de equipamentos simples, produção de composto homogêneo e de boa qualidade e a possibilidade de rápida diminuição do teor de umidade das misturas devido ao revolvimento (FERNANDES & SILVA, 2000).

Dentre as suas desvantagens estão a maior necessidade de área, o problema de odor que por ser um processo ao ar livre é mais difícil de ser controlado, dependências do clima já que o sistema fica exposto a chuvas, podendo dificultar a qualidade do produto final, além de que o monitoramento da aeração deve ser mais cauteloso para garantir a elevação da temperatura (FERNANDES & SILVA, 2000).

2.3.2 Leiras Estáticas Aeradas (Static Pile)

Neste método, as leiras são preparadas sobre uma rede tubular e perfurada onde ocorre o fornecimento de ar por aspiração ou insuflação, vide figuras 2 e 3.

Figura 2: Funcionamento de uma leira estática aerada (LEA)

Fonte: FERNANDES & SILVA, (2000).

Segundo Andreoli & Pinto (2001), quando o ar é aspirado ocorre menor formação de caminhos preferenciais de aeração tornando a degradação mais uniforme e em menor tempo. De acordo com Torres de Carvalho (2002) este método permite operar a compostagem a temperaturas em torno de 80-85°C, a partir de uma população microbiana selecionada que mantém sua atividade mesmo em temperaturas elevadas, tornando um composto com baixa umidade e total eliminação dos patógenos.

Segundo Fernandes & Silva (2000) suas vantagens são o baixo investimento inicial, melhor controle de odores, fase de estabilização mais rápida que as leiras revolvidas, utiliza melhor a área disponível e tem possibilidades de controle da temperatura e de aeração; suas desvantagens são a necessidade de um bom dimensionamento do sistema de aeração e controle dos aeradores durante o processo de compostagem, além do fato de sua operação ser influenciada pelo clima.

Figura 3: Leira estática aerada

Fonte: SILVA, (2015).

2.3.3 Reatores biológicos (In vessel)

Os reatores utilizados para condução da compostagem são sistemas fechados com boa eficiência porque permitem o controle de todos os parâmetros relacionados ao processo (ANDREOLI; PINTO, 2001), porém, custos elevados e dificuldades de construção e manutenção dos reatores para grandes volumes limitam seu uso em pequenas estações de tratamento.

Ao analisar as vantagens, verifica-se a menor demanda por área, o melhor controle do processo de compostagem, a independência sobre fatores climáticos e a facilidade para controlar odores; por outro lado, necessita de um maior investimento inicial, depende de sistemas mecânicos especializados, tem menor flexibilidade operacional e há dificuldade no reparo de erros caso o sistema seja mal dimensionado ou a tecnologia proposta seja inadequada (FERNANDES; SILVA, 2000).

2.4 Impactos ambientais

Embora existam algumas restrições quanto ao meio físico para a escolha da área de uma usina de compostagem, normalmente os critérios estéticos (odor, barulho, transporte) e a atração de vetores são os itens mais relevantes a serem considerados. Do ponto de vista fisiográfico, devem ser evitadas as áreas próximas a mananciais, pois o local pode estar sujeito à erosão e transporte de resíduos pela chuva; áreas com o lençol freático pouco profundo também devem ser evitadas por uma questão de segurança ao risco de contaminação por infiltração das águas do subsolo.

Mesmo que a usina seja bem operada, por estar recebendo constantemente o lodo, haverá odores gerados pelo processo, portanto, é necessário analisar a direção dos ventos dominantes, para que os odores não sejam enviados às áreas habitadas ou investir em metodologias de contenção de odores como criar uma barreira verde com o plantio de árvores no perímetro da estação isolando-a da zona urbana, tal iniciativa pode impedir a dissipação dos odores e tornar a paisagem mais agradável.

O impacto da instalação da usina no tráfego também deve ser considerado, pois caminhões transportando lodo, mesmo cobertos com lona, podem espalhar odores. Alguns impactos causados pela instalação da usina podem ser minimizados por medidas relativamente simples e adequadas de projeto e operação com um calendário conveniente de transporte e

descarregamento de lodo, o que pode minimizar o problema de odor e tráfego, além de evitar o armazenamento de grandes volumes de lodo na usina (FERNANDES; SILVA, 2000).

Independente dos impactos gerados, entende-se que a instalação das usinas de compostagem é mais benéfica uma vez que possibilita o atendimento aos requisitos da Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) que contém instrumentos importantes para permitir o avanço necessário ao País no enfrentamento dos principais problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos.

3. MATERIAIS E METODOS

O ponto de partida do projeto foi a vivência em uma estação de compostagem durante estágio realizado no Departamento de Água e Esgoto do município de Jundiaí - SP, em que foram acompanhados os processos de operação e tratamento do lodo para produção de fertilizante agrícola, rendendo conhecimento sobre o assunto em vigor e o questionamento sobre sua aplicação no município de Várzea Paulista, também no Estado de São Paulo.

Através levantamento bibliográfico, dados coletados durante visitas técnicas, pesquisas em artigos e literaturas, foi realizado um levantamento das informações necessárias para definição de um método de compostagem eficiente e econômico que pudesse suprir as necessidades da estação de tratamento do município de Várzea Paulista- SP e atender os requisitos da Política Nacional dos Resíduos Sólidos, tratando e destinando adequadamente seus resíduos e poupando a destinação para aterros sanitários.

Em um primeiro momento foram realizadas visitas técnicas à estação de compostagem da Estação de Tratamento de Esgoto de Jundiaí para acompanhar e conhecer o processo das leiras estáticas aeradas e analisar a sua eficiência.

Então, foram realizadas visitas técnicas na ETE Sabesp de Várzea Paulista- SP para verificar o tratamento de esgoto em vigor, o gerenciamento do lodo, o espaço disponível para realizar a compostagem e ainda participar de reuniões para definir os objetivos do trabalho.

Finalmente, foram analisados os dados operacionais fornecidos pela ETE Sabesp de Várzea Paulista- SP para poder realizar a caracterização do lodo e seu potencial para compostagem, os dados foram comparados ao de outras estações da região para compreender melhor o método de compostagem mais adequado.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Estação de tratamento de esgoto de Várzea Paulista-SP

A concepção do tratamento da estação é baseada em uma associação de dois processos biológicos distintos e complementares, sendo um estágio primário baseado na depuração biológica por via anaeróbia, através do emprego de reatores anaeróbios de manta de lodo e fluxo ascendente (UASB), complementado por um estágio secundário aeróbio através de um sistema de lodos ativados, na modalidade de aeração prolongada com emprego de reatores de fluxo alternado (RFA).

4.2 Etapas do tratamento de esgoto

Tratamento preliminar: Consiste em processos físicos que têm por objetivo a remoção de sólidos grosseiros, espuma e areia, para evitar danos às tubulações e sistemas de bombeamento, protegendo assim as etapas subsequentes do processo.

A primeira etapa do processo é o tratamento preliminar. Essa etapa é formada por duas unidades, gradeamento e unidade compacta de pré-tratamento (UCPT), através de bombas submersíveis o esgoto é recalcado para a unidade compacta de pré-tratamento (figura 4) constituída por peneiras estáticas e desarenadores em conjunto com um sistema de flotação. Após remoção dos sólidos em suspensão, o esgoto é distribuído para o tratamento biológico por meio de um compartimento conhecido como caixa de divisão de vazão I (CDV-I). Neste compartimento 70 % da vazão afluyente é direcionada para o reator UASB e a vazão restante (30%) é conduzida via by-pass diretamente para o reator de lodos ativados.

Figura 4: Unidades compactas de pré-tratamento



Fonte: SABESP, (2015).

Tratamento biológico: Predominam processos biológicos para remoção de matéria orgânica em suspensão fina e em forma de sólidos dissolvidos, além de nutrientes como nitrogênio e fósforo. Tal etapa é realizada em unidades controladas denominadas de reatores biológicos, figura 5.

O processo biológico da ETE Várzea Paulista é formado pelo emprego de reatores anaeróbios de fluxo ascendente e manta de lodo (UASB) e pelo reator de lodos ativados na modalidade de aeração prolongada como pós-tratamento.

O perfil do reator UASB caracteriza-se por uma distribuição do lodo biológico variando de muito denso e com boas condições de sedimentação próximas ao fundo (leito de lodo), até uma zona de crescimento bacteriano mais disperso (lodo menos concentrado) e com piores condições de sedimentação denominada manta de lodo. A estabilização da matéria orgânica ocorre em todo o compartimento de digestão (leito e manta de lodo), sendo a mistura do sistema promovida pelo fluxo ascensional do esgoto e das bolhas de gás.

Figura 5: Reator UASB ETE Várzea Paulista- SP



Fonte: SABESP, (2015).

O processo de lodos ativados é um tratamento biológico, na qual, o esgoto afluente e a biomassa são intimamente misturadas, agitadas e aeradas em unidades chamadas tanque de aeração para logo se separar por sedimentação em decantadores. A maior parte do lodo ativado assim separado retorna para o processo, enquanto uma parcela menor é retirada para tratamento

específico ou destino final, o chamado lodo em excesso. Na figura 6 podem ser vistos os reatores de lodos ativados.

Figura 6: Reatores de lodos ativados



Fonte: Fotografia do autor.

Após o tratamento aeróbio, obtém-se o efluente tratado que é direcionado para a calha de medição da vazão final e deste segue para escada de aeração. Na passagem pela escada de aeração, o efluente recebe re-aeração natural elevando os níveis de oxigênio dissolvido. Ao passar por esse processo, o efluente tratado escoar através de um emissário até o ponto de lançamento ao corpo receptor (Rio Jundiá).

4.4 Caracterização do lodo

A característica do lodo depende da fonte geradora de esgoto, da situação social, econômica e dos hábitos da população que utiliza da água, pois sua composição é muito dinâmica. Geralmente o lodo de esgoto é composto em sua maior parte de matéria orgânica, principalmente por nitrogênio e fósforo, além de macro e micronutrientes e outros constituintes potenciais tóxicos.

Podemos considerar o lodo da estação em foco como um lodo misto, pois sua estabilização vem de um reator UASB de fluxo ascendente e de lagoas de aeração prolongada. Apresenta cor preta, com o lodo bem digerido, não apresenta odor ofensivo e pode ser

desidratado facilmente. Na tabela 1, abaixo estão expostos os componentes do lodo proveniente de 5 estações de esgoto, com base nestes dados, pôde-se analisar a variabilidade da composição de lodos gerados em 5 ETE's.

Tabela 1: Caracterização do lodo de 5 ETEs.

Atributo	Unid. ²	ETE				
		Várzea Paulista	ETE Barueri	ETE Franca	ETE Curitiba	ETE Jundiaí
Umidade	%	62,718	71,2	82,7	-	76,2
Sólidos Voláteis	%	-	56,8	72,5	-	69
pH	-	7,57	6,4	5,4	5,9	5,5
Carbono Orgânico	g/kg	-	293	382	321	226
Nitrogênio total	g/kg	-	42,1	68,2	49,1	21,2
Fósforo	g/kg	-	26,9	12,9	3,7	4,5
Potássio	g/kg	-	1	1	1,5	0,66
Cálcio	g/kg	-	47,8	24,8	15,9	6,6
Enxofre	g/kg	-	17,1	15,7	-	11,1
Sódio	g/kg	-	0,5	0,9	-	2,4
Magnésio	g/kg	-	4,5	2,2	6	1,3
Arsênio	mg/kg	<0,50	<1	<1	-	Nd
Alumínio	mg/kg	-	23.283	23317	-	11465
Cádmio	mg/kg	<0,50	9,4	2,05	3	9,2
Chumbo	mg/kg	30,65	348,9	140,5	123	136,4
Cobre	mg/kg	319,21	953	240,9	325	547
Cromo total	mg/kg	189,68	1297,2	1230,3	140	97,5
Mercúrio	mg/kg	<0,10	<0,01	<0,01	1	Nd
Molibdênio	mg/kg	-	<0,01	<0,01	-	Nd
Níquel	mg/kg	94,55	605,8	72,4	73	25,3
Selênio	mg/kg	<0,50	<0,01	<1	-	-
Zinco	mg/kg	315,17	3372	1198	728	839
Boro	mg/kg	-	29,3	19,7	-	10,1
Manganês	mg/kg	-	418,9	232,5	-	425
Ferro	mg/kg	-	37990	24176	-	15728

Fonte: BETTIOL e CAMARGO (2006); SABESP (2015).

Foi possível notar que faltam algumas informações extremamente relevantes em relação à caracterização do lodo da Estação de Tratamento de Várzea Paulista – SP como teores de carbono e nitrogênio; por este motivo, optou-se por realizar um levantamento da caracterização do lodo de estações de municípios da região e ou com tipo de ocupação semelhante. Nota-se pelos dados disponíveis que a umidade do lodo da ETE estudada é mais propícia à compostagem em relação às demais, assim como o valor de pH. As concentrações de metais, que não serão parte de processo também são menores.

Comparando aos dados de ETES que realizam o processo de compostagem, é possível verificar a possibilidade de investir no processo para a ETE de Várzea Paulista

4.3 Gerenciamento do lodo

Na ETE Várzea Paulista, o lodo aeróbio excedente gerado no reator de lodos ativados é transportado para uma estação elevatória e desta segue por bombeamento para ser estabilizado e digerido ao reator UASB. No reator UASB, o lodo anaeróbio em excesso mais o lodo aeróbio digerido formam o lodo misto e são removidos por gravidade via tubulações com o endereçamento final para um tanque de estocagem, localizado na unidade de desaguamento. Na unidade de tratamento, o lodo é condicionado pela adição de polímeros catiônicos e logo em seguida é bombeado para o processo de desidratação mecânica realizada por centrífugas decanters (figura 7), sua umidade é removida, gerando um resíduo sólido (lodo desidratado) extraído em caçambas estacionárias e um resíduo líquido (centrado) recirculado para o início do processo do tratamento biológico (CDV-I). Após ser gerado, o lodo desidratado é analisado corroborando com nossa hipótese de que a compostagem é adequada para produzir um produto inerte que poderá ser transportado para destino final.

Figura 7: Centrífugas de desidratação do lodo ETE Várzea Paulista



Fonte: SABESP, (2015).

4.5 Método de compostagem proposto

Com base nos estudos realizados, e nas disponibilidades discutidas durante as visitas técnicas, o método de compostagem que melhor atende as necessidades da ETE Sabesp de Várzea Paulista- SP é o de leiras estáticas aeradas, pelo seu baixo investimento inicial e simplicidade em sua operação, bastando ter um bom dimensionamento do sistema de aeração e controle dos aeradores durante o processo de compostagem.

Um dos fatores considerados para escolha do método foi a possibilidade de alternar a injeção de ar para a aspiração, propiciando o controle de odor; a sucção do ar possibilita essa vantagem pois o ar que percorre a massa do composto é captado pelas tubulações e pode passar posteriormente por um sistema de tratamento de odores. A preocupação com o odor decorre da proximidade da ETE à zona urbana do município, a remoção do odor evitaria impactos ambientais diretos sobre a população local, embora o lodo gerado seja bem estabilizado e não emita odor agressivo.

Outra vantagem do sistema selecionado é que a fase de estabilização do material em compostagem pode durar em torno 28 dias e sua fase de maturação deve durar em torno de 60 dias, o processo é mais rápido se comparado ao sistema de leiras revolvidas, em que a fase de estabilização leva de 1 a 2 meses e sua fase de maturação até 3 meses.

Foi considerado ainda que o sistema LEA ainda possibilita o controle da temperatura e da aeração durante todo o processo, garantindo a qualidade do composto e satisfazendo melhor

as demandas de oxigênio do processo de biodegradação aeróbia, removendo o excesso de umidade e calor, mantendo a temperatura em torno de 60°C.

5. CONCLUSÃO

Com base nos resultados analisados neste trabalho foi possível concluir que a Estação de Várzea Paulista – SP aplica um sistema de tratamento de esgoto bastante eficiente que permite gerar um lodo final com características propícias à compostagem como odor, pH e umidade.

Outros fatores propícios à instalação do processo de compostagem são a disponibilidade de área para acomodar a usina verificada durante as visitas técnicas e, a possibilidade de reduzir os gastos com o transporte final dos resíduos desidratados, procedimento que foi constatado ao analisar o sistema de gerenciamento do lodo.

Conclui-se, portanto, que o processo de compostagem definido neste trabalho atende às expectativas da estação de tratamento de esgoto e poderá realizar a remoção dos patógenos presentes no lodo. O baixo investimento com o sistema em função das características do lodo da ETE que não demandam um sistema mais dispendioso e, da disponibilidade de área, tornam o projeto viável segundo resultados das reuniões realizadas. A possibilidade de controle dos sistemas de aeração e temperatura, tempo de estabilização e maturação do composto e o gerenciamento do lodo ainda, permitem assegurar a maior eficácia do processo.

Finalmente, verificou-se a validade e necessidade de realizar estudos específicos para definição exata do método de compostagem a ser utilizado, pois diversos fatores podem levar à escolhas mais acertadas para cada caso e viabilizar este processo mais sustentável, contribuindo para a sociedade e meio ambiente.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREOLI, C.V; PINTO, M.A.T. *Processamento de Lodos de Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs)*. In.: Resíduos Sólidos do Saneamento: Processamento, Reciclagem e Disposição Final / Cleverson Vitério Andreoli (coordenador). Rio de Janeiro: RiMa, ABES, 2001.

ANDREOLI, C. V.; ET al. *Reciclagem de Biossólidos. Transformando problemas em soluções*. 2º Ed. Curitiba: Sanepar. Finep, 2001^a. V. 1.

BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. A disposição de lodo em solo agrícola In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A (Coord.). *Lodo de esgoto: Impactos Ambientais na Agricultura*. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução no 375, de 29 de agosto de 2006. Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 30 de agosto de 2006.

DIAS, S.M.Furian; VAZ, L.M. Souza. *Métodos de monitoramento no processo aeróbico de compostagem – EEA/UEFS*, SITIENTIBUS, Feira de Santana, n.15, p.233-240, 1996.

FERNANDES, F. & SOUZA, S.G. *Estabilização de Lodo de Esgoto.*). In.: Resíduos Sólidos do Saneamento: Processamento, Reciclagem e Disposição Final / Cleverson Vitório Andreoli (coordenador). Rio de Janeiro: RiMa, ABES, 2001.

FERNANDES, F & SILVA, S. M. C. P. Manual Prático para a compostagem de biossólidos. PROSAB – programa de pesquisa em saneamento Básico. FINEP Financiamento de Estudos e Projetos. BRASIL; 2000.

INÁCIO, C; MILLER, P.R.M. Compostagem: ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009.

KIEHL, E. J. Manual de compostagem: Maturação e qualidade do composto. 6 ed. Edição autor. Piracicaba/SP, 2012.

LEITE, T.A. *Compostagem Termofílica De Lodo De Esgoto: Higienização E Produção De Biossólido Para Uso Agrícola.* Universidade de São Paulo. Faculdade de Saúde Pública. São Paulo, 2015. *Apud:* SAMPAIO, A. O. Adequação das estações de tratamento de esgotos sanitários à Resolução número 375 do CONAMA. In: COSCIONE, A. R.; NOGUEIRA, T. A. R.; PIRES, A. M. M. Uso agrícola de lodo de esgoto: avaliação após a Resolução no 375 do CONAMA. Botucatu: FEPAF, 2010.

MOREJON, C.F.M.; LIMA, J.F.; ROCHA, W.F.; POSSA, R.D. *Proposta de Novo Modelo de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos.* Cleaner production initiatives and challenges for a sustainable world. 3rd International Workshop – Advances in Cleaner Production. São Paulo – Brazil, 2011.

OLIVEIRA, F.N.S.; CAJAZEIRA, J.P.; HEMÍNIO, J.M. Uso da compostagem em sistemas agrícolas orgânicos. Embrapa, 2004.

PAREDES FILHO, M.V. *Compostagem de lodo de esgoto para uso agrícola.* Revista Agroambiental. Dezembro, 2011.

PEREIRA NETO, J. T. Manual de compostagem: Processo de baixo custo. Viçosa- MG: UFV, 2007.

PEREIRA NETO, J. T., 1987: “On the Treatment of Municipal Refuse and Sewage Sludge Using Aerated Static Pile Composting – A Low Cost Technology Approach”. University of Leeds, Inglaterra. p. 839-845.

PINTO, M.T Higienização de lodos. In: VON SPERLING, M.; FERNANDES, F. Lodos de esgoto: tratamento e disposição final. 1º Ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e ambiental (UFMG), Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR). 2001ª (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, v.6). 2001.

SABESP. Formulário de resultados operacionais. Várzea Paulista, 2015.

SANTOS, T.P *Análise do potencial de geração de energia elétrica a partir do biogás gerado no reator UASB da Estação de Tratamento de esgoto de Várzea Paulista*. Jundiaí- SP 2015.

SHAMMAS, N. K; WANG, L. K. Biosolids composting In: WANG, K. L; SHAMMAS, N. K.; HUNG, Y. (Eds). (handbook of environmental engineering, v. 6). Biosolids treatment process. Totowa, NJ: Humana press, 2007.

TORRES DE CARVALHO, P. C. Compostagem In: TSUTIYA, M.T. ET al. (Eds). Biossólidos na agricultura. 2º Ed. São Paulo: ABES/SP, 2002.

VALENTE, B.S.; E.G. XAVIER; T.B.G.A. MORSELLI; D.S. JAHNKE; B. DE S. BRUM JR.; B.R. CABRERA; P. DE O. MORAES; E D.C.N. LOPES. Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos. Arquivos de zootecnia vol. 58(R), p. 60. 2007.

ESTUDO DE CASO: APLICAÇÃO DE BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO PARA INDÚSTRIA DE PANIFICAÇÃO DE PEQUENA ESCALA

Gustavo C. Bortolin (Centro Universitário Padre Anchieta)

Raquel Carnivale Silva Melillo (Centro Universitário Padre Anchieta)

Tatiana Lança (Centro Universitário Padre Anchieta)

RESUMO: Boas Práticas de Fabricação (BPF) são procedimentos que incluem um conjunto de regras, normas e atitudes as quais, quando aplicadas ao manuseio de alimentos, asseguram que estes cheguem até o consumidor em condições higiênico-sanitárias adequadas necessárias para o atendimento do que reza a legislação em vigor. Sendo assim, o programa BPF trata, antes de mais nada, de uma ferramenta de qualidade para aperfeiçoar as ações de controles sanitário e proteger a saúde das pessoas. O objetivo do presente estudo foi analisar a aplicação das BPF como um estudo de caso em uma panificadora de pequeno porte na cidade de Vinhedo – SP. Foram identificadas conformidades e não conformidades para as quais foram propostas ações de melhoria.

Palavras-chave: Boas práticas de Fabricação; Panificação; Qualidade.

ABSTRACT: Good Manufacturing Practices (GMP) are procedures that includes a set of rules, norms and attitudes which, when applied to food handling, ensure that they reach to the consumer in proper sanitary conditions according to the current legislation. Thus, the GMP program it is, above all, a quality tool to improve the actions of sanitary controls and protect people's health. The aim of this study was to analyze the implementation of GMP as a case study in a small bakery in the town of Vinhedo – SP. It was identifying points of conformities and non-conformities and was propose actions of improvement.

Keywords: Good Manufacturing Practices; Baking; Quality.

1. INTRODUÇÃO

Boas Práticas de Fabricação são um conjunto de regras regulamentadoras da legislação vigente que quando bem aplicadas ao manuseio de alimentos asseguram alto índice de qualidade, aumentando a competitividade da empresa, quando comparado com o elevado número de concorrentes (SILVA; COMIN, 2013). Estas regras reduzem ainda as perdas e desperdícios evitando gastos desnecessários, principalmente neste período atual de desaceleração do crescimento no segmento de panificação nacional (BATISTA, 2016).

A solução para que haja boas condições higiênico-sanitárias e qualidade na produção, manuseio e estocagem dos produtos, ou seja, ao longo de todo o processo até a chegada às mãos do consumidor, é o estabelecimento de normas, regras e atitudes que norteiem o processo produtivo (SOUZA, 2012).

Dentro deste contexto uma das formas para se atingir um alto padrão de qualidade é seguir o conjunto de normas e atitudes que devem ser aplicadas ao manuseio de alimentos, necessárias para o atendimento da legislação vigente (Boas Práticas de Fabricação) (ABIP, 2004 - Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação, aprovado pela Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 216, de 15 de setembro de 2004) que abrange os procedimentos que devem ser adotados nos serviços de alimentação, a fim de garantir e melhorar as condições higiênico-sanitárias do alimento preparado (BRASIL, 2004). O principal objetivo de implantar as Boas Práticas de Fabricação (BPF) é sanar possíveis contaminações e assegurar a qualidade dos produtos (SILVA; COMIN, 2013).

Essa legislação federal é complementada pelos órgãos de vigilância sanitária estaduais, distritais e municipais (BRASIL, 2004). Em adição à norma mencionada a RDC no 275 de 21 de outubro de 2002 da Anvisa, estabelece a lista de verificação para boas práticas de fabricação em estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos (BRASIL, 2002) que funciona como um sistema norteador para análise e acompanhamento dos procedimentos.

No atual mercado de produtos alimentícios, a qualidade dos produtos não é mais uma vantagem competitiva e sim um requisito intrínseco fundamental para a produção e comercialização dos produtos (GOMES; RODRIGUES, 2006). A elaboração de um manual de BPF é a melhor maneira para viabilizar a implementação dos procedimentos e o posterior acompanhamento dos resultados, uma vez que facilita e elucida possíveis dúvidas (ABREU, 2003).

Os produtos da indústria de panificação representam cerca de 10% do consumo brasileiro de alimentos, sendo que 96% dos estabelecimentos do setor são micro e pequenas empresas (ABIP, 2011). Os dados mostram a relevância de estudos aplicados ao setor e o alto impacto do produto no mercado do país.

Por se tratar da indústria alimentícia de pequena escala, com possibilidade de surgimento de novos estabelecimentos com infraestrutura reduzida, a preocupação com higiene nos procedimentos e qualidade dos produtos é fundamental e crescente (SILVA; COMIN, 2013).

Segundo os relatórios dos indicadores de 2015 realizados pelo Programa de Desenvolvimento da Alimentação, Confeitaria e Panificação – PROPAN, temos mais de 63 mil empresas do segmento de Panificação e Confeitaria brasileiras que registraram um crescimento de 2,7%, com o faturamento chegando a R\$ 84,7 bilhões, registrou-se no ano de 2015 um crescimento do tíquete médio registrado de 7,6%, porém este crescimento não melhorou o desempenho das empresas que registraram uma queda de 4,2% no fluxo de clientes, uma redução de 3,76% no número de funcionários (perda de 32 mil postos de trabalho), e registram uma desaceleração de faturamento do setor desde 2010 de acordo com o Instituto Tecnológico de Panificação e Confeitaria (ITPC) em parceria com a Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria (ABIP) (BATISTA, 2016).

O presidente da ABIP, José Batista de Oliveira mencionou: *“essa desaceleração é decorrente principalmente da alta de custos experimentada pela panificação. Para se ter uma ideia, os preços da farinha de trigo, que representam 40% dos custos dos produtos panificados, sofreram aumento médio de 22%, o que representou impacto de 9% nos reajustes de preços realizados no ano”* por outro lado, explicou que o crescimento do faturamento foi garantido pelo desempenho das padarias que oferecem serviços completos de *fast food* e de conveniência (BATISTA, 2016).

Este trabalho visou realizar um estudo bibliográfico à respeito de métodos e ferramentas de BPF que serão adequados à confecção de um manual de BPF a ser empregado em um estabelecimento de panificação de pequeno porte, seguindo a legislação vigente com vistas ao aumento de competitividade.

A metodologia empregada seguiu o modelo de lista de verificação definido pela RDC 275 de 2002 e foi desenvolvida como estudo de caso em um estabelecimento identificado como London Bakery, localizada na Avenida Aparecida Tellau Serafim, 1.850 – Bairro Trevo – Vinhedo - São Paulo – Brasil.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

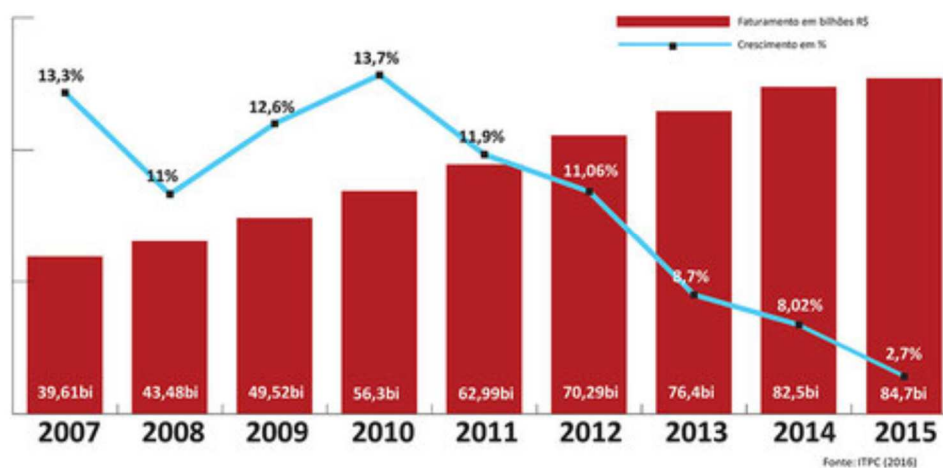
1.1 Aspectos relevantes sobre o atual mercado de panificação

Analisando os indicadores de mercado, conforme relatório apresentado pelo PROPAN em janeiro de 2016, houve um crescimento de 2,7% das empresas (aproximadamente 63 mil) do segmento de panificação e confeitaria brasileiras que registraram um faturamento chegando

a R\$ 84,7 bilhões, ou seja, trata-se de um seguimento de mercado importante no Brasil (BATISTA, 2016).

As Figuras 1 e 2, a seguir, ilustram o desempenho das padarias brasileiras que oferecem serviço completo e sua evolução no faturamento de 2007 a 2015, respectivamente. Pode ser analisado que houve um decréscimo do número de clientes, funcionários e ticket médio e que, mesmo face ao aumento de faturamento, o crescimento do setor foi menor nos últimos anos, indicando a necessidade de adequações e melhorias para impulsionar o seguimento.

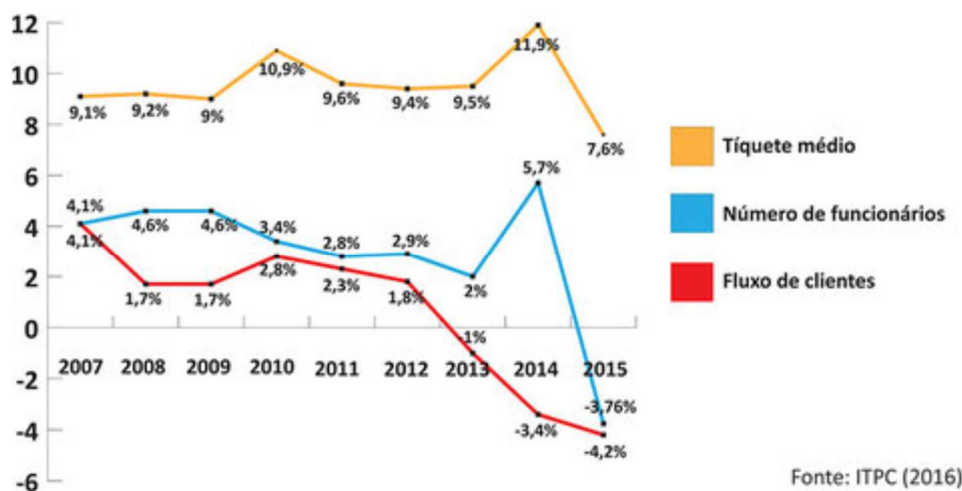
Figura 1 - Evolução do crescimento e faturamento de 2007 até 2015 das padarias brasileiras que oferecem serviço completo



Fonte: ABIP, 2016.

Vale ressaltar que foi detectada uma desaceleração no crescimento pelo qual passa as empresas, com a redução de 4,2% no fluxo de clientes, que mesmo com aumento no tíquete médio de 7,6% que não foi suficiente para aumentar o faturamento, conforme pode ser visto na Figura 2; muito provavelmente correlacionado ao aumento de 6,8% das despesas operacionais e da inflação de 10,67% medida pelo Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) ano passado, aliada ao aumento de 22% do preço da farinha de trigo que representa 40% dos custos dos produtos panificados o que representou impacto de 9% nos reajuste dos preços (BATISTA, 2016).

Figura 2 - Evolução do desempenho das padarias brasileiras que oferecem serviço completo de 2007 até 2015



Fonte: ABIP, 2016.

O número de funcionários também caiu em 2015, num índice de 3,76%. Isso impactou diretamente a oferta de empregos pelo setor onde agora precisa trabalhar de forma enxuta e mais eficiente, por este o motivo de seguir bons procedimentos como o BPF para garantir o bom funcionamento de todas as atividades.

1.2 Panificadoras de micro e pequeno porte

A abrangência das atividades de panificadoras de micro e pequeno porte e sua representatividade no consumo de alimentos no Brasil, recentemente, segundo a Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria - ABIP, finalizou seu plano estratégico para o setor até 2023 e, concluiu que haverá quatro principais tipos de padarias classificadas quanto ao tamanho e produtos oferecidos, sendo que são esperados o aumento da gourmetização e do oferecimento de produtos congelados que levarão a maior durabilidade e diversidade de produtos e menor necessidade de espaço em planta para o estabelecimento (ABIP, 2014).

As tendências de maior diversidade, por conta de demandas da população e para visibilidade perante a concorrência, e durabilidade em espaços reduzidos redobra a necessidade da padronização de um sistema de boas práticas no processo produtivo e de armazenamento, a fim de que qualidade e segurança dos produtos sejam garantidas.

As resoluções RDC 275 de 2002 e RDC 216 de 2004, ao definirem os procedimentos técnicos para as boas práticas, visam assegurar os padrões necessários ao consumo seguro dos produtos e devem ser aplicadas em todos os estabelecimentos do seguimento (BRASIL, 2002; 2004). Para que sejam eficazes e eficientemente aplicados, os procedimentos precisam ser adequadamente compreendidos e aplicados em forma de manuais que possam ser seguidos, otimizando as atividades diárias e baseando sistemas de controle e monitoramento.

Consideramos que a confecção de um manual destinado a atender as demandas de uma padaria específica poderá se tornar um bom modelo futuro para empresas semelhantes, muito comuns em nosso país; além disso, entendemos que as BPF são normas e atitudes indispensáveis em qualquer empresa do segmento uma vez que são determinadas como obrigatórias pela legislação vigente, e por isso justifica-se o presente trabalho que buscou aplicar as BPF à luz da lista de verificação presente na RDC 275/2002 que possibilitou a análise das conformidades e não conformidades com as correspondentes ações de melhoria.

1.3 Definição das Boas Práticas (BP) e Boas Práticas de Fabricação (BPF)

Segundo definição da ANVISA, Boas Práticas (BP) são normas e procedimentos que buscam almejar um padrão de qualidade de um serviço ou produto através de investigações e inspeções que garantam a efetividade e eficiência (BRASIL 1997). O documento que descreve as operações a serem seguidas pelo estabelecimento definido pela ANVISA é o Manual de Boas Práticas (BRASIL, 2004).

As Boas Práticas de Fabricação (BPF) segundo a ANVISA são um conjunto de normas e medidas aplicadas no seguimento de alimentício (BRASIL, 1997), para garantir a segurança dos alimentos e a qualidade higiênico-sanitária dos produtos, serviços, edificações e processos.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Com o objetivo de aplicar as Boas Práticas de Fabricação e futuramente propor a elaboração de um Manual de Boas Práticas para a padaria London Bakery, localizada na Avenida Aparecida Tellau Serafim, 1850, Jardim do Trevo - Vinhedo – SP, foi utilizada como base a lista de verificação definida na RDC 275/2002 da ANVISA para a avaliação dos produtos e processos (BRASIL, 2002).

1.4 Coletas de Informações

Conforme o anexo II da lista de verificação das BPF'S da Resolução RDC número 275/2002 foi realizada a avaliação e verificação dos seguintes itens:

A. Edificações e Instalações:

- I. Área externa livres de focos de insalubridade, objetos em desuso, de vetores e outors animais, focos de poeira, de acumulo de lixo, vias de acesso interno com superfície dura e pavimentada.
- II. Acesso direto.
- III. Área interna livre de objetos em desuso.
- IV. Piso de material que permite fácil e apropriada higienização, conservação e sistema de drenagem dimensionados adequadamente, sem acúmulo de resíduos de forma a facilitar escoamento e proteger contra a entrada de animais.
- V. Tetos com acabamento liso, claro, impermeável, de fácil limpeza.
- VI. Paredes e divisórias com acabamento liso, claro, conservada.
- VII. Portas com superfície lisa, ajustada ao batente, clara, conservada.
- VIII. Janelas e outras aberturas lisa, fácil higienização, ajustada (telas milimétricas).
- IX. Escadas, elevadores de serviço, montacargas e estruturas auxiliares livres de fontes de contaminação e materias apropriados.

B. Higienização de instalações, equipamentos, móveis e utensílios:

- I. Instalações sanitárias e vestiários para manipuladores em locais isolados, independentes para cada sexo, com vasos sanitários ausência de comunicação direta, portas com fechamento automático, pisos e paredes adequadas, produtos de higiene pessoal, lixeira, aviso com procedimentos para lavagem de mãos, armários, duchas, conservados.

C. Instalações sanitárias e vestiário para visitantes e outros independentes:

- I. Lavatórios na área de produção com água corrente, condições de higiene.
- II. Iluminação e instalações elétricas sem ofuscamento, reflexos fortes, adequadas.
- III. Ventilação e climatização garanta o conformo termico.
- IV. Higienização das instalações.

D. Controle Integrado de Vetores e Pragas Urbanas.

E. Abastecimento de Água.

F. Manejo dos Resíduos.

G. Esgotamento Sanitário

H. Leiaute.

I. Equipamentos, móveis e utensílios.

J. Manipuladores:

- I. Vestuário, hábitos higiênicos, estado de saúde, programa de controle de saúde, EPI'S e programa de capacitação dos manipuladores e supervião.

K. Materia prima, ingredientes e embalagens.

L. Fluxo de Produção.

M. Controle de Qualidade do produto final.

N. Transporte do Produto Final.

O. Documentações, Procedimentos Operacionais Padronizados (POP'S).

1.5 Identificar as conformidades e não conformidades em relação aos itens da lista de verificação

A partir dos resultados obtidos durante a conferência da realidade identificada em visitas técnicas em relação à Resolução RDC número 275/2002 da ANVISA são propostas discussões sobre as Boas Práticas de Fabricação. Os itens que não apresentam conformidades são descartados e propostas ações de melhorias.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram verificados todos os itens do anexo II da lista de verificação das Boas Práticas de Fabricação no estabelecimento conforme resolução RDC número 275/2002 da ANVISA e detectados pontos conformes e pontos de não conformidade. As conformidades e não conformidades foram discutidas, bem como as ações de adequação para desenvolvimento do manual ao longo dos itens abaixo descritos:

A) Em relação às edificações e instalações, todos os itens foram analisados e considerados em conforme como pode ser observado nas Figuras 3, 4 e 5 a seguir.

Figura 3 – Fachada do estabelecimento



Fonte: autores.

Figura 4 – Área interna de circulação e atendimento



Fonte: autores.

Figura 5 – Cozinha

Fonte: autores.

B) Foram verificados os procedimentos higienização e condições de instalações, equipamentos, móveis e utensílios. Todos os itens da noma foram atendidos, nas Figuras 6 e 7 estão apresentadas as instalações destinadas aos funcionários.

Figura 6 – Instalações sanitárias para funcionários

Fonte: autores.

Figura 7 – Área de armários/vestiário.

Fonte: autores.

C) Instalações sanitárias e vestiário para visitantes e outros independentes. Foram verificados todos os itens e as condições consideradas em conformidade com os requisitos, vide Figura 8.

Figura 8 – Instalações sanitárias para visitantes.

Fonte: autores.

D) O controle integrado de vetores e pragas urbanas, conforme estabelecido é realizado periodicamente por empresa especializada.

E) O sistema de abastecimento de água é ligado à rede pública. O encanamento, encontra-se em estado satisfatório com ausência de infiltrações e interconexões, evitando conexão cruzada entre

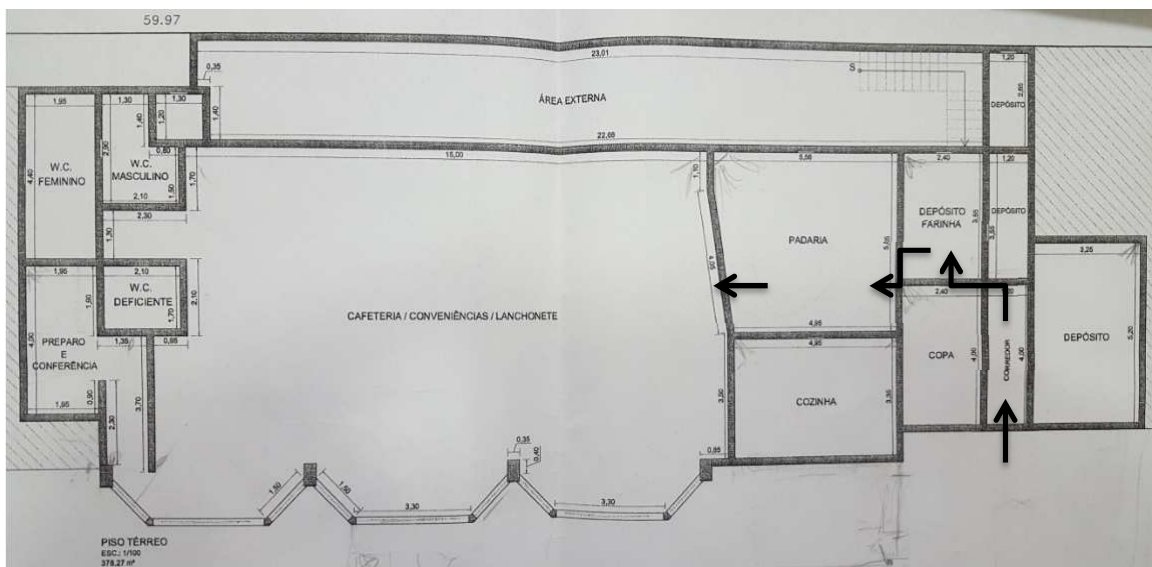
água potável e não potável. O gelo é produzido com água potável, fabricado, manipulado e estocado sob condições sanitárias satisfatórias, quando destinado a entrar em contato com alimento ou superfície que entre em contato com alimento.

F) Há recipientes para coleta de resíduos no interior do estabelecimento de fácil higienização e transporte, devidamente identificados e higienizados constantemente; além do uso de sacos de lixo apropriados. Quando necessário, são utilizados recipientes tampados com acionamento não manual. Há retirada frequente dos resíduos da área de processamento, evitando focos de contaminação. Existe no local área adequada para estocagem dos resíduos.

G) O sistema de esgoto está conectado à rede pública e as caixas de gordura foram constatadas em adequado estado de conservação e funcionamento.

H) Foi verificado, em relação ao leiaute do estabelecimento, que há cruzamento no recebimento e produção, deve ser adequado para um fluxo contínuo. Na figura 9 é apresentada a planta do local e as setas desenhadas indicam a orientação de adequação proposta neste estudo.

Figura 9 – Planta do estabelecimento London Bakery – Novo Layout de Processo



Fonte: autores.

I) Foi constatado que os equipamentos, móveis e utensílios, encontram-se em bom estado de conservação.

J) Quanto aos manipuladores, há uniformes específicos com EPI's, programa de controle de saúde e programa de capacitação e supervisão, atendendo aos requisitos.

K) Os materiais, ingredientes e embalagens são acondicionados e repostos conforme especificações e necessidade.

L) O fluxo de produção foi considerado cruzado no recebimento e produção, por conta do leite da planta, verificou-se que a adequação em planta será suficiente para corrigir o problema. Na Figura 10 é apresentado o fluxo de processo proposto.

Figura 10 – Fluxo de processo de produção



Fonte: autores

M) Há um sistema de controle de qualidade do produto final, em que são separadas amostras aleatórias dos produtos e são realizadas análises laboratoriais periódicas. Ainda para controle de qualidade foi verificado o balanço de massa do produto principal e o sistema de precificação.

Tabela 1. Balanço de Massa da Produção do Pão Francês

Descrição dos ingredientes	Embalagem	Fórmula	Uni.	Fórmula	Uni.	%	Preço em R\$ do kg	Custos em R\$
Farinha	Sacos de 25 kg	1000	g	0,690	kg	69	1,72	1,186
Água gelada	Granel	360	g	0,248	kg	25	0,01	0,003
Água gelada extra (perdida no processo)	Granel	240	g	0,166	kg	17	0,01	0,002
Sal	Sacos de 1 kg	20	g	0,014	kg	1	0,94	0,013
Açúcar	Sacos de 1 kg	10	g	0,007	kg	1	2,39	0,016
Fermento fresco	Embalagem de 500 g	30	g	0,021	kg	2	10,00	0,207
Margarina	Balde de 20 kg	20	g	0,014	kg	1	7,10	0,098
Melhorador	Embalagem de 500 g	10	g	0,007	kg	1	7,90	0,054
Total (subtrair água perdida)		1450	g	1,000	kg	100		1,58

Fonte: autores.

O peso final do pão francês, depois de assado, deverá ser de 50 gramas, porém ocorrer perda de 40% de água durante o processo.

Logo a massa deverá ser dividida em porções de 58 gramas, ou seja, as perdas serão de 40% de água ($600 \times (40/100) = 240$), o total passará de $1690 - 240$ para 1.450g que dará aproximadamente 29 pães. Portanto, para saber quantos pães é possível obter com 1.690 gramas de ingrediente, basta realizar a seguinte divisão:

Quantidade de pães = $1.690 \text{ g} / 58 \text{ g}$

Quantidade de pães = 29,13 pães.

Então, com 1.690 gramas de massa, é possível obter 29 pães que, depois de assados, terão 50 gramas aproximadamente.

N) O produto final é transportado de acordo com a temperatura especificada no rótulo. O veículo é mantido limpo, com cobertura para proteção de carga. Há ausência de vetores e pragas urbanas ou qualquer evidência de sua presença como fezes, ninhos e outros. O veículo não transporta outras cargas que comprometam a segurança do produto.

O) Documentações, POP'S foram s como pontos de melhoria, a ausência de planilhas de registros de controle de limpeza das coifas, dos equipamentos de ar condicionado, ausência de

cartazes informativos orientando a lavagem correta das mãos e a ausência de registros de controle de EPI'S. Todos estes documentos devem ser devidamente providenciados.

5. CONCLUSÃO

O presente estudo, ao verificar a concordância das características e procedimentos do estabelecimento em questão aos requisitos da lista de verificação de Boas Práticas de Fabricação e ressaltar conformidades e não conformidades com suas respectivas adequações possibilitou o embasamento necessário para que seja elaborado o Manual de Boas Práticas para a London Bakery, que atenda todos os requisitos legais, com os melhores procedimentos para garantir a excelência no processo produtivo.

Os procedimentos correntes foram analisados durante o processo produtivo, além das condições de armazenamento e transporte de produtos na padaria London Bakery e foi possível detectar pontos de melhorias em relação ao fluxo produtivo e à parte documental destes processos.

Foram propostas ações de melhoria e adequação aos pontos de não conformidade identificados, como nos Procedimentos Operacionais Padronizados (POP'S) e no layout para que se torne adequado ao processo produtivo minimizando riscos e otimizando o processo.

Conclui-se pela experiência em lidar com a lista de checagem e análise dos diversos atributos que interferem no processo e variáveis de atenção, que a implementação de um Manual de BPF é fundamental na comercialização e produção de produtos alimentícios sem riscos, sem contaminantes e saudáveis aos consumidores.

É fundamental ressaltar que o sucesso na aplicação do manual depende do comprometimento de todos os envolvidos no processo, que devem ter ciência de suas responsabilidades em todas as partes do processo.

Considera-se esta avaliação importante, pois é direcionada a correção e melhoria dos produtos, processos e pessoas gerando um grande diferencial ao estabelecimento. Vale ressaltar, no entanto, que mesmo o manual de BPF sendo uma ferramenta prática e efetiva para melhoria nos produtos e processos, deve haver constante controle dos registros e sua execução além da implementação da melhoria contínua para que seja garantida a manutenção de um processo mais robusto e efetivo.

6. REFERÊNCIAS

ABIP. *Associação Brasileira de Indústrias de Panificação*. Análise de conteúdo. 2004.

ABIP. *Associação Brasileira de Indústrias de Panificação*. Performance do setor de panificação e confeitaria brasileiro em 2011. 2011.

ABIP. *Associação Brasileira de Indústrias de Panificação*. Performance do setor de panificação e confeitaria brasileiro em 2014. 2014.

ABIP, ITPC. *Perfil da panificação*. Disponível em:
<<http://www.propan.com.br/institucional.php?idcat=9>>. Acesso em 20 abr. 2016.
BIP.

ABREU, E. S. de.; SPINELLI, M. G. N.; ZANARDI, A. M. P. *Gestão de unidades de alimentação e nutrição: um modo de fazer*. São Paulo: Metha, 2003.

BATISTA, J. *Pesquisa revela o desempenho do setor de panificação*. Disponível em:
<<http://sna.agr.br/pesquisa-revela-o-desempenho-do-setor-de-panificacao/>>. Acesso em 20 abr. 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Portaria nº. 326, de 30 de julho de 1997*. Diário Oficial da União. Brasília, 01 ago.1997.

BRASIL. *Ministério do Meio Ambiente*. Agência Nacional de Vigilância – ANVISA. Resolução da Diretoria Colegiada nº 275 de 21 de outubro de 2002. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília DF. 2002.

BRASIL. *Ministério do Meio Ambiente*. Agência Nacional de Vigilância – ANVISA. Resolução da Diretoria Colegiada nº 216 de 15 de setembro de 2004. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília DF. 2004.

GOMES, H.V.; RODRIGUES R.K. *Boas práticas de fabricação na indústria de panificação*. In: XXVI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. 2006. Fortaleza, CE, Brasil. Anais ... ENEGEP, 2006. Disponível em:
<http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2006_TR470321_7479.pdf>. Acesso em: 04 jun. 2016.

SILVA, A.K.C.; COMIN, T. *Avaliação de boas práticas de fabricação em Panificadoras da região lindeira*. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica do Paraná, Medianeira, 2013.

SOUZA, M.A. *Boas práticas para padarias e confeitarias*. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande Sul, Porto Alegre, 2012.