



**COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO
ESCOLA SUPERIOR DA CETESB
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO “CONFORMIDADE AMBIENTAL COM
REQUISITOS TÉCNICOS E LEGAIS”**

Marcela Aparecida dos Santos Telles

**LEVANTAMENTO DAS EMISSÕES DE SUBSTÂNCIAS ODORÍFERAS DA
INDÚSTRIA CERVEJEIRA E SEU MONITORAMENTO**

**São Paulo
2018**



Marcela Aparecida dos Santos Telles

**LEVANTAMENTO DAS EMISSÕES DE SUBSTÂNCIAS ODORÍFERAS DA
INDÚSTRIA CERVEJEIRA E SEU MONITORAMENTO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola Superior da CETESB, como requisito parcial para a obtenção do título de Pós-graduação em Conformidade Ambiental com Requisitos Técnicos Legais.

Orientador(a): Engenheira Prof.(a) Lígia Cristina Gonçalves de Siqueira

**São Paulo
2018**

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO

(CETESB – Biblioteca, SP, Brasil)

T276L Telles, Marcela Aparecida dos Santos
Levantamento das emissões de substâncias odoríferas da indústria cervejeira e seu monitoramento. / Marcela Aparecida dos Santos Telles. – São Paulo, 2018.
74 p. : il. color. ; 30 cm.

Orientadora: Eng^a Prof^a Lígia Cristina Gonçalves de Siqueira.
Trabalho de conclusão de curso (Especialização em Conformidade Ambiental) – Pós-Graduação Lato Sensu Conformidade Ambiental com Requisitos Técnicos e Legais, Escola Superior da CETESB, São Paulo, 2019.
Disponível também em: <<http://cetesb.sp.gov.br/escolasuperior/producao-tecnico-cientifica/>>.

1. Ar – poluição 2. Cerveja - produção 3. Odor 4. Processos industriais 5. Resíduos – Minimização I. Siqueira, Lígia Cristina Gonçalves de, Orient. Orient. II. Escola Superior da CETESB (ESC). III. Título.

CDD (21. ed. Esp.) 663.420 286
CDU (2. ed. Port.) 663.4:614.718

Catalogação na fonte: Lígia Espíndola – CRB 8.4154
Margot Terada – CRB 8.4422

Direitos reservados de distribuição e comercialização.
Permitida a reprodução desde que citada a fonte.

© CETESB.
Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345
Pinheiros – SP – Brasil – CEP 05459900
Site: <<http://cetesb.sp.gov.br/escolasuperior/producao-tecnico-cientifica/>>



CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO
CONFORMIDADE AMBIENTAL COM REQUISITOS TÉCNICOS E LEGAIS

AValiação DOS TRABALHOS DE CONCLUSÃO DE CURSO



Autor(a):	Marcela Aparecida dos Santos Telles	
Título do trabalho:	Levantamento das emissões de substâncias odoríferas da indústria de cerveja e seu monitoramento	Turma: 2016

Avaliadores	Nota	Ass. natura
Avaliador 1 Nome: Larissa Ciccotti Freire	9,0	
Avaliador 2 Nome: João Vicente de Assunção	9,0	
Orientador Nome: Lígia Cristina Gonçalves de Siqueira	9,0	
Nota final	9,0	
Aprovado em: São Paulo, 21 de julho de 2018		

Observações:

O trabalho foi aprovado. No entanto, deverão ser verificadas as contribuições solicitadas pela banca.

Ciência do aluno(a): 	Assinatura:
--------------------------	-----------------

A aprovação do Trabalho de Conclusão de Curso não significa aprovação, endosso ou recomendação, por parte da CETESB, de produtos, serviços, processos, metodologias, técnicas, tecnologias, e empresas, profissionais, ideias ou conceitos mencionados no trabalho.

Trabalho dedicado a todas as mulheres
que atuam em universos considerados
masculinos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao TODO por me proporcionar esta experiência única e especial, ao lado de pessoas singulares. A minha família por toda dedicação e paciência, tornando o caminho até aqui mais agradável e prazeroso.

Agradeço imensamente aos professores, em especial a minha orientadora, que sempre estiveram dispostos a ajudar e contribuir para um melhor aprendizado.

Agradeço à instituição Escola Superior da Cetesb por me proporcionar esta oportunidade ímpar, fornecendo todo apoio e ferramentas necessárias que permitiram concluir este ciclo satisfatoriamente.

“A maior recompensa para o trabalho do homem não é o que ele ganha com isso, mas o que ele se torna com isso”.

(Jonh Ruskin).

RESUMO

As atividades de manufatura são importantes geradoras de poluição de diferentes naturezas, inclusive a causada por emissões gasosas odoríficas. Dessa forma, justifica-se este estudo pelo impacto ambiental e à saúde humana advindos da emissão de odores considerados como contaminação atmosférica por poluentes químicos. O objetivo deste trabalho é contribuir como referência para melhor compreensão da emissão de substâncias odoríferas na atmosfera e das medidas aplicáveis para monitoramento da emissão de odores em instalações industriais cervejeiras, com ênfase na indústria cervejeira Socorro Bebidas. O trabalho traz o levantamento das emissões de substâncias odoríferas da indústria cervejeira e aborda uma avaliação do seu incômodo. Ao final do estudo foi possível verificar que a emissão de odores na Socorro Bebidas pode ser identificada nos tanques de fervura, no decantador primário, no tanque de equalização, no tanque de aeração 1 (Lagoa 2), no tanque de aeração 2 (Lagoa 3) e silo. Todavia, os tanques de fervura se mostraram como os principais emissores de odor da indústria. Os resultados demonstraram que a pluma de odor situada a Oeste da indústria ocorre principalmente devido às emissões pontuais e apresentam concentrações variando de 1 a 2 OUE/m³. Nestas concentrações a intensidade é muito fraca e o odor é levemente desagradável, indicando ser o odor levemente ofensivo. Com estas características, não ocorrem reclamações de odor advindas das habitações existentes nesta área. A pluma de odor situada a Norte da indústria ocorre principalmente devido às emissões da ETE e apresentam concentrações variando de 1 a 9,3 OUE/m³, em uma extensão de pouco mais de 100 m entre o máximo e o mínimo. Apesar de serem odores levemente a moderadamente ofensivos, pode-se esperar reclamações nas áreas com concentrações iguais ou superiores a 5 OUE/m³, porém as mesmas não ocorrem. Ressalta-se que a partir da análise realizada foi possível verificar que a empresa está de acordo com as legislações vigentes, pois não há reclamação por incômodo relativo à emissão de substâncias odoríferas para a atmosfera.

Palavras-chave: Ambiente. Cerveja. Minimização. Odor. Resíduos.

ABSTRACT

Manufacturing activities are important generators of pollution of different natures, including that caused by gaseous odor emissions. Therefore, this study is justified by the environmental impact and human health that can result from the emission of odors considered as atmospheric contamination by chemical pollutants, which can cause annoyance to the population even in low concentrations. The objective of this work is to contribute as a reference for a better understanding of the emission of odoriferous substances to the atmosphere and of the applicable measures for monitoring the emission of odors in industrial breweries, with emphasis on the brewing industry Socorro Bebidas. The work brings the survey of emissions of odoriferous substances from the brewing industry and addresses an assessment of its discomfort. At the end of the study it was possible to verify that the odor emission in Socorro Bebidas can be identified in the boiling tanks, in the primary decanter, in the equalization tank, in the aeration tank 1 (Lagoa 2), in the aeration tank 2 (Lagoa 3); and silo, however, the boiling tanks proved to be the main emitters of the industry. The results showed that the odor plume located to the west of the industry occurs mainly due to the point emissions and present concentrations ranging from 1 to 2 OUE / m³. At these concentrations the intensity is very weak and the odor is slightly unpleasant, indicating that the odor is slightly offensive. With these characteristics, there are no complaints of odor coming from existing dwellings in this area. The odor pen located in the North of the industry occurs mainly due to the emissions of TEE and have concentrations ranging from 1 to 9.3 OUE / m³, in an extension of just over 100 m between the maximum and the minimum. Although they are slightly to moderately offensive odors, complaints can be expected in areas with concentrations equal to or greater than 5 OUE / m³, but they do not occur. It should be noted that, based on the analysis carried out, it was possible to verify that the company complies with the legislation in force, as there is no complaint of inconvenience regarding the emission of odoriferous substances into the atmosphere.

Keywords: Beer. Environment. Minimization. Odor. Waste.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ramo de flores de lúpulo.....	9
Figura 2. Processo produtivo da cerveja – fluxo básico.....	10
Figura 3. Primeira etapa da produção do malte.....	12
Figura 4. Etapas do processo de mosturação	13
Figura 5. Fermentação do Mosto.....	14
Figura 6. Visão geral do processo de fabricação de bebidas fermentadas	20
Figura 7. Hierarquia de gerenciamento ambiental de resíduos	23
Figura 8. Passos para o controle de emissão de odores.....	25
Figura 9. Localização Socorro Indústria.	41
Figura 10. Análise meteorológica	50
Figura 11. Configuração das fontes de emissão de odores.....	50
Figura 12. Pluma de odor situada a Oeste da indústria.....	53
Figura 13. Pluma de odor situada a Norte da indústria	54

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Tipos de malte x cerveja	11
Quadro 2. Campanhas de análise	44
Quadro 3. Dados de entrada das fontes de emissão.....	46
Quadro 4. Normas de análise do odor emitido	48
Quadro 5. Resultados olfatométricos.....	49
Quadro 6. Alcance de áreas vizinhas	51

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Proporção de fontes de emissão de odores.....	51
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABRABE	Associação Brasileira de Bebidas
AL	Alagoas
AM	Amazonas
BA	Bahia
CERVBRASIL	Associação Brasileira da Indústria da Cerveja
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COPAM	Conselho Estadual de Política Ambiental
COV	Compostos Orgânicos Voláteis
EUA	Estados Unidos da América
LPO	Limite de Percepção de Odor
NGA	<i>National Geospatial-Intelligence Agency</i> (Agência Nacional de Inteligência Geoespacial)
ONU	Organização das Nações Unidas
OCR	Odour Control Report
OU	Odor Unit (Unidade de Odor)
PIB	Produto Interno Bruto
PVPP	Polivinil Pirrolidona
SRTM	<i>Shuttle Radar Topography Mission (Missão Topográfica Radar Shuttle)</i>
TEO	Taxa De Emissão Odorante
US-EPA	<i>United States Environmental Protection Agency (Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos)</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	4
2.1. OBJETIVO GERAL	4
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
3. JUSTIFICATIVA.....	5
4. REFERENCIAL TEÓRICO.....	7
4.1. PRODUÇÃO DA CERVEJA	7
4.1.1. MATÉRIAS-PRIMAS PARA PRODUÇÃO CERVEJEIRA	8
4.1.1.1. Cevada Maltada Cervejeira	8
4.1.1.2. Adjuntos	8
4.1.1.3. Água	8
4.1.1.4. Lúpulo	9
4.1.1.5. Levedura	9
4.1.2. FABRICAÇÃO DA CERVEJA.....	9
4.1.2.1. Obtenção do Malte	10
4.1.2.2. Moagem do Malte	11
4.1.2.3. Mosturação	12
4.1.2.4. Filtração do Mosto.....	13
4.1.2.5. Fervura do Mosto	13
4.1.2.6. Separação das Proteínas.....	14
4.1.2.7. Resfriamento do Mosto Lupulado.....	15
4.1.2.8. Fermentação	15
4.1.2.9. Maturação	16
4.1.2.10. Filtração	17
4.1.2.11. Engarrafamento	18
4.1.2.12. Enlatamento	19

4.1.2.13. Embarrilamento	19
4.2. PRINCIPAIS IMPACTOS AMBIENTAIS DA FABRICAÇÃO DE CERVEJA.....	20
4.3. DANOS CAUSADOS NA SAÚDE PELA EMISSÃO DE SUBSTÂNCIAS ODORÍFERAS	21
4.4. MINIMIZAÇÕES DE EMISSÃO DE ODORES	22
4.4.1. ETAPAS DE CONTROLE DE EMISSÃO DE ODORES	24
4.4.2. ESTIMATIVAS DA CARGA DE ODOR	25
4.5. APLICAÇÃO DE ESTUDOS DE DISPERSÃO	28
4.6. EMISSÕES ATMOSFÉRICAS	30
4.6.1. EMISSÕES ATMOSFÉRICAS NA INDÚSTRIA CERVEJEIRA.....	31
4.7 LEGISLAÇÃO NO BRASIL E NO MUNDO	32
5. METODOLOGIA	40
5.1. LOCALIZAÇÃO DA FONTE	41
5.2. DESCRITIVO DO PROCESSO E IDENTIFICAÇÃO DAS FONTES DE EMISSÃO.....	41
5.3. MEDIÇÃO DAS FONTES DE ODOR.....	43
5.3.1. COLETA E AMOSTRAGEM	43
5.4. ESTUDO DE DISPERSÃO	45
6. RESULTADOS.....	49
7. DISCUSSÃO	52
8. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES	55
REFERÊNCIAS.....	58

1. INTRODUÇÃO

Desde o início da sua história, o homem vem modificando o seu modo de viver, de se organizar, de utilizar o espaço e se relacionar com a natureza. Este fenômeno se intensificou com o advento da Revolução Industrial, que substituiu boa parte do trabalho humano e animal por máquinas movidas a outras fontes de energia. Um dos grandes elementos transformadores que permitem tais modificações é a tecnologia, que pode ser entendida como a aplicação do conhecimento técnico e científico para se atingir determinado objetivo (SOUZA, 2013).

A industrialização acelerou os processos de geração de resíduos com o aumento da poluição, sob diferentes formas e em diferentes níveis. A busca pela melhoria dos processos de produção visava primeiramente um aumento de eficiência com a visão de lucro. Posteriormente, surgiu a consciência da necessidade de preservação da saúde humana e do meio ambiente, com a busca por procedimentos que consigam minimizar os resíduos industriais de qualquer tipo e em qualquer ramo de negócio. A saúde humana é bastante sensível a odores industriais e a busca pela minimização da liberação desses odores no ambiente tem sido uma preocupação crescente (CARVALHO et al., 2001).

Uma das principais preocupações quando aos odores, é o incômodo olfativo que ele causa, mesmo quando presente no ar em concentrações muito baixas (SCHWAB, 2003). Tais incômodos possuem alta frequência de reclamações da população junto aos órgãos fiscalizadores. O rápido avanço tecnológico e industrial resultou no aumento das emissões odorantes (CARVALHO et al., 2001).

Sobre a problemática da poluição ambiental, por emissões gasosas odoríficas, produzidas pelos diferentes tipos de atividades industriais, Lisboa et al. (2009, p. 9) alertam que “converteu-se num problema preocupante de difícil solução sendo cada vez mais frequentes as queixas e o desconforto ambiental”. De acordo com Capelli (2011, p. 151): “Nos últimos 30 anos os odores se tornaram um grave problema ambiental e a discussão sobre os efeitos negativos

de odores na saúde humana ainda é uma questão amplamente estudada e debatida”.

De acordo com Schwab (2003):

O problema é delicado porque mesmo as empresas operando com equipamentos corretamente projetados e os processos muito bem escolhidos, não estão livres de passar por episódios às vezes dramáticos o que pode expor desfavoravelmente a empresa na mídia, pois problemas de poluição têm sido muito explorados e amplificados pelos meios de comunicação.

A realidade é que a qualquer momento pode surgir uma crise originada por emissão de odores, imputados a uma determinada indústria o que de imediato traz a pressão dos órgãos fiscalizadores, intimações e multas.

Os desconfortos causados pelos odores trazem efeitos negativos para a indústria e para a qualidade de vida da população vizinha. O efeito de um odor é geralmente definido pelos fatores frequência, intensidade, duração e gravidade. A frequência refere-se ao número de vezes que um odor ocorreu, a intensidade refere-se à concentração de um odor, a duração refere-se ao período de tempo em o odor é percebido e a gravidade refere-se ao caráter do odor (quanto agradável ou desagradável ele é, hedonicidade). A intensidade do odor tem recebido a maior atenção por ser considerada a variável principal no controle do odor (RAPPERT e MULLER apud KRUGGER, 2006).

Ações que minimizam ou que mascaram situações e que provocam mal-estar e conflito entre a indústria e a comunidade não são mais aceitáveis. É necessária uma solução baseada no estudo de dados sobre a qualidade do ar, a concentração de poluentes e as previsões meteorológicas, no sentido de prevenir ou evitar que os poluentes venham a se acumular e provocar incômodos ou problemas de saúde (SCHWAB, 2003).

O Brasil é o terceiro no ranking mundial de fabricação de cerveja, mercado que está em constante crescimento. No Brasil, o setor cervejeiro emprega dois milhões e duzentas mil pessoas e contribui com 1,6% do PIB e com uma arrecadação de R\$ 23 bilhões de impostos ao ano (PORTAL BRASIL, 2017).

Segundo a CervBrasil (2017), o País tem cerca de 117 mil hectares plantados com cereais destinados à produção da bebida. Em 2016, o Brasil fabricou 14 bilhões e cem milhões de litros de cerveja, ficando atrás apenas da China e dos EUA e se tornando o terceiro maior produtor mundial.

Atualmente, estão registradas no Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (Mapa) 610 cervejarias, que fabricam 7.540 produtos, divididos entre cervejas e chopes.

Esse número cresceu cerca de seis vezes desde 2007, impulsionado, principalmente, pela abertura de empresas de pequeno porte, microcervejarias e brewpubs (bares que produzem sua própria cerveja).

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho é identificar a emissão de substâncias odoríferas e verificação de medidas de monitoramento ambiental por meio de estudo de caso de uma indústria cervejeira.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar um levantamento das legislações em vigor no Brasil, aplicáveis ao controle de incômodos olfativos;

- Apresentar um levantamento das características do processo e de emissões odoríferas na atmosfera de uma indústria cervejeira;

- Realizar estudo de caso em uma cervejaria apontando possíveis fontes de emissão de substâncias odoríferas, os métodos de monitoramento dessas substâncias (coleta e análise) para sua caracterização e aplicação num modelo de dispersão;

- Verificar o atendimento à legislação ambiental pertinente;

- Propor alternativas para implantar melhorias na indústria cervejeira, caso seja necessário.

3. JUSTIFICATIVA

O crescimento acelerado da periferia das cidades brasileiras no entorno industrial tem provocado aumento das reclamações de odor junto aos órgãos fiscalizadores. Não basta manter-se abaixo dos limites estabelecidos para emissões atmosféricas de contaminantes perigosos, é necessário realizar o controle e monitoramento de substâncias odoríferas que possam ultrapassar os limites da área industrial (SCHWAB, 2003).

O controle da poluição atmosférica constitui-se como um fator de grande importância na busca da conservação do meio ambiente e na implementação de uma política de desenvolvimento sustentável nas indústrias. A poluição ambiental, por emissões gasosas odoríficas, produzidas pelos diferentes tipos de atividades industriais, converteu-se num problema preocupante, de difícil solução sendo cada vez mais frequentes as queixas e o desconforto ambiental (LISBOA et al., 2002).

Em relação ao controle de odor para essas fontes, as informações são superficiais e se encontram muito dispersas. O assunto não recebeu ainda uma abordagem abrangente e sistematizada na literatura ou em normas técnicas. Problemas dessa natureza não podem ficar apenas nas soluções técnicas quando há a delicada questão do relacionamento com a vizinhança afetada, o que pode incluir os empregados e suas famílias. Torna-se útil então, aproveitar a experiência de diversas empresas que estão obtendo êxito na condução deste tipo de problemas, realizando um levantamento dessas informações e disponibilizando-as.

No Brasil, atualmente, não há legislação federal que estabeleça limites máximos de impacto ou de incômodo odorante baseados em medidas olfatométricas. Entretanto, a Política Nacional do Meio Ambiente considera como poluição todas as atividades que, direta ou indiretamente, prejudiquem a saúde e o bem estar da população (VIEIRA, 2013).

Cada estado brasileiro tem desenvolvido sua própria legislação para o controle da poluição ambiental (SCHIRMER, 2007).

No Estado de São Paulo o Decreto nº 8.468, de 08 de setembro de 1976, na seção II do artigo 33, proíbe a emissão de compostos odorantes na atmosfera, em quantidades que possam ser perceptíveis fora dos limites da área de propriedade da fonte emissora.

O Regulamento da Lei nº 997, de 31 de maio de 1976, dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente. Em seu artigo 3, considera poluente toda e qualquer forma de matéria ou energia lançada ou liberada nas águas, no ar ou no solo e em seu inciso V deixa claro que mesmo estando enquadrados nos incisos anteriores, não podem tornar as águas, o ar ou o solo impróprios, nocivos ou ofensivos à saúde; inconvenientes ao bem-estar público; danosos aos materiais à fauna e à flora, prejudiciais à segurança, ao uso e gozo da propriedade, bem como às atividades normais da comunidade.

Vale ressaltar que este decreto inspirou legislação de outros Estados como Santa Catarina (CARMO JÚNIOR, 2005). Além disso, o Decreto no 47.397/02 acrescentou: “A renovação da licença ambiental é obrigatória para todos os estabelecimentos que emitem odores”. Isso não era necessário segundo a Lei 997/76, aprovada pelo Decreto estadual 8468/76, alterando-a. Por fim, deve ser ressaltada a necessidade fundamental de se preservar a saúde das pessoas e prevenir os impactos ambientais que podem advir da emissão de odores considerados como contaminação atmosférica por poluentes químicos, ainda que em baixas concentrações. Como não foram encontrados trabalhos similares sobre essa temática, o presente trabalho poderá contribuir para a solução da problematização real em uma instalação industrial cervejeira.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1. PRODUÇÃO DA CERVEJA

O surgimento da cerveja confunde-se com a história da Humanidade. O homem descobriu o processo de fermentação há mais de dez mil anos quando obteve as primeiras bebidas alcoólicas em pequenas quantidades (ABRABE, 2014).

Cerca de cinco mil anos atrás, os povos da Suméria e Assíria já produziam um tipo de bebida que era fermentada a partir de cereais, fazendo uso do processo chamado malteação de grãos, da mesma maneira como é feito hoje em dia. Hieróglifos de mais de quatro mil anos mostram que o povo egípcio também conhecia a cerveja e a produzia em diferentes versões, tais como a Cerveja de Tebas e a Cerveja dos Notáveis. A cerveja era ao que tudo indica uma bebida altamente consumida em nível nacional (ABRABE, 2014).

No começo, a produção da cerveja era feita pelos padeiros porque a matéria-prima utilizada era basicamente grãos de cereais e levedura. Deixava-se a cevada de molho para germinar, moída de forma grosseira e moldada no formato de bolos que recebiam a adição de levedura. Os bolos eram assados parcialmente, desmanchados e postos em jarras com água para fermentar. Ainda se produz cerveja dessa forma no Egito. Por volta do ano 1.070, o lúpulo começou a ser utilizado na cerveja e essa prática se disseminou de forma muito rápida. O lúpulo fornece à cerveja aroma muito agradável bem como sabor característico, além de contribuir com o aumento da conservação (ABRABE, 2014). No ano de 1859, Louis Pasteur¹ conseguiu identificar agentes que causam a fermentação, demonstrando que era causada pelas leveduras. No ano de 1883, o cientista de nacionalidade dinamarquesa Emil Christian Hansen ² conseguiu isolar as primeiras culturas puras de leveduras. A partir de então, o processo passou a ser controlado (ABRABE, 2014).

¹ **Louis Pasteur** foi um cientista francês que viveu entre 1822 e 1895 e cujas descobertas tiveram enorme importância na história da química e da medicina. É lembrado pelas suas notáveis descobertas das causas e prevenções de doenças.

² **Emil Christian Hansen** foi um micologista dinamarquês que viveu entre 1842 e 1909.

O surgimento das primeiras indústrias de produção cervejeira no Brasil se deu em 1889. Nessa época, essas cervejas de produção nacional apresentavam tão alto grau de fermentação que, mesmo após o engarrafamento, geravam uma quantidade muito grande de gás carbônico, produzindo grande pressão (ABRABE, 2014).

4.1.1. MATÉRIAS-PRIMAS PARA PRODUÇÃO CERVEJEIRA

As matérias-primas necessárias para produção da cerveja estão descritas nos tópicos a seguir:

4.1.1.1. Cevada Maltada Cervejeira

Trata-se de um cereal que passou por um processo chamado malteação e que possui altos teores de amido e enzimas. No Brasil, as fabricantes de cerveja fazem uso de maltes de diversas origens misturados para conseguir melhor padronização de mosto. (ABRABE, 2014).

4.1.1.2. Adjuntos

Os cereais que não passaram pelo processo de malteação são os adjuntos, podendo se apresentar no formato líquido ou sólido. Com os adjuntos obtém-se cervejas com coloração menos acentuada e mais leves. (ABRABE, 2014).

4.1.1.3. Água

A água é fundamental no processo de fabricação da cerveja e influencia sua qualidade de maneira definitiva. Em função dos tipos de sais minerais dissolvidos e do teor, a água deve passar por um tratamento específico. Em linhas gerais, a água do Brasil é tida como ideal para a produção de cerveja. Para atingir uma produção de cerveja de 100 litros é necessária uma quantidade de

água de 1.000 litros (volume que inclui a água para fabricação e industrial, abrangendo assepsia, caldeiras, etc.) (ABRABE, 2014).

4.1.1.4. Lúpulo

O lúpulo é uma planta trepadeira e perene que pertence à família das moráceas. Originou-se no norte da Europa, Ásia e América, sempre em zonas temperadas. Em estado selvagem a reprodução se dá por polinização, entre indivíduos masculinos e femininos que crescem juntos. Somente os indivíduos do sexo feminino são de interesse para a fabricação de cerveja, já que as flores que não sofrem fecundação fornecem os grãos ideais de lupulina. A Figura 1 mostra ao lado da caneca de cerveja, um ramo de flores de lúpulo, que é ingrediente básico para produzir a bebida, sendo responsável pelo sabor amargo característico (ABRABE, 2014).

Figura 1. Ramo de flores de lúpulo



Fonte: ABRABE (2014, p. 72).

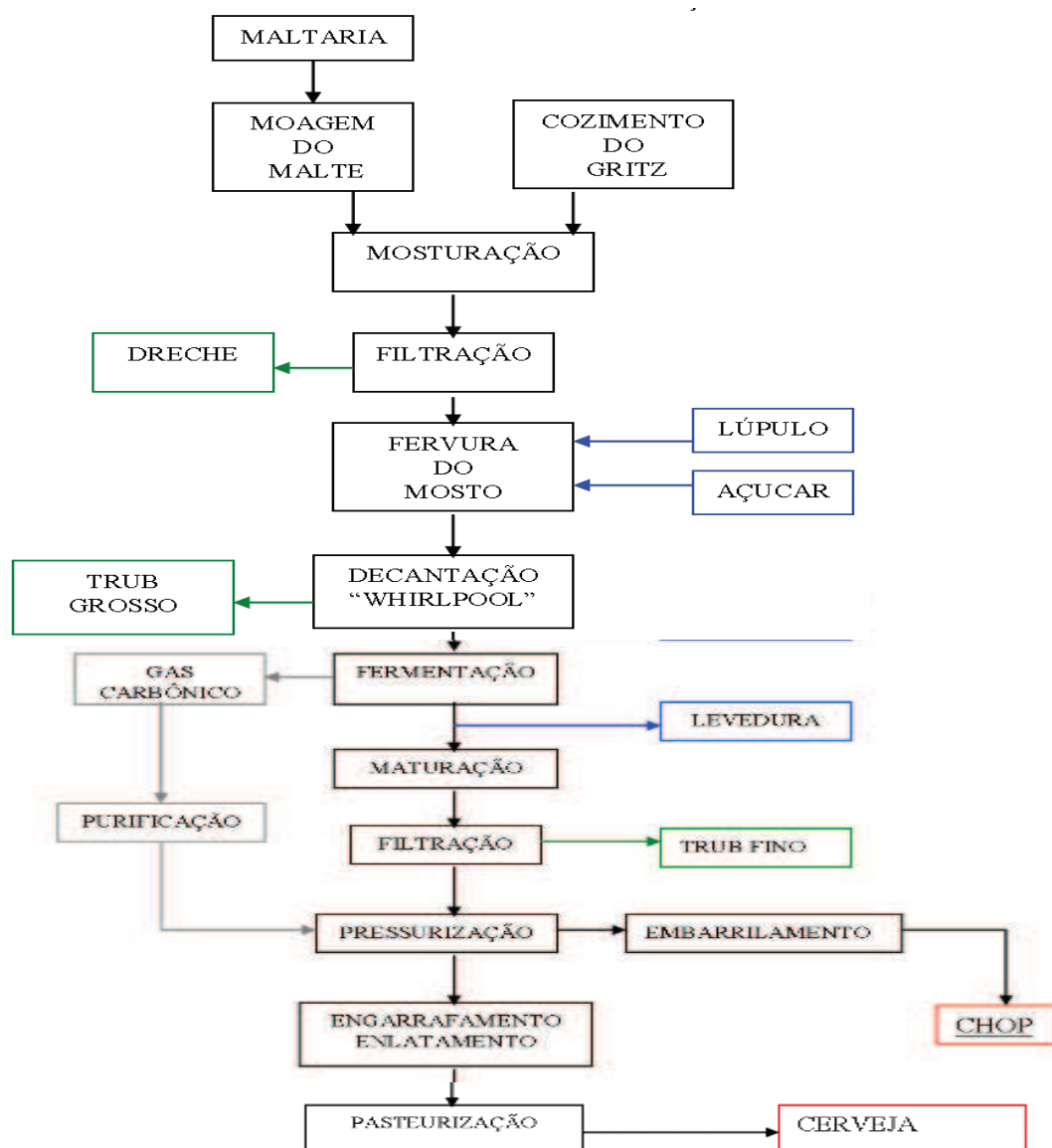
4.1.1.5. Levedura

A levedura é a responsável pela transformação do mosto em álcool e CO₂, sendo por isso, indispensável para o processo de fermentação (ABRABE, 2014).

4.1.2. FABRICAÇÃO DA CERVEJA

Os processos de fabricação da cerveja estão representados na Figura 2 e descritos nos tópicos a seguir.

Figura 2. Processo produtivo da cerveja – fluxo básico



Fonte: Adaptado de Pires e Brányik (2015).

4.1.2.1. Obtenção do Malte

Na fase cujo objetivo é a obtenção do malte, embebe-se grãos de cevada em água fria e depois os grãos são deixados em condições controladas de cinco a oito dias para que ocorra a germinação. Dessa forma, as mudanças físico-químicas esperadas correrão com perda reduzida de energia através da respiração (ABRABE, 2014).

Quando a cevada germina é levada a um forno para secagem no qual se interrompe o processo de germinação e há a ocorrência da caramelização parcial do malte, que dá a cor e o sabor da cerveja (ABRABE, 2014). Em função do tipo de cerveja que se deseja obter, o processo de maltagem pode ser diferente, como os exemplos mostrados no Quadro 1:

Quadro 1. Tipos de malte x cerveja

Malte	Cerveja
Claro	Cervejas claras tipo Pilsen.
Caramelizado	Cervejas tipo Bock, Hércules e Chopp Escuro.
Preto	Cervejas escuras tipo Porter, Caracu, etc.

Fonte: Adaptado de ABRABE (2014).

O malte é, normalmente, comprado pronto.

4.1.2.2. Moagem do Malte

Na fábrica ocorre o recebimento do malte e o seu armazenamento em silos. A moagem é executada em moinhos adequados de cilindros ou de rolos, múltiplos e que fornecem granularidade específica, que tem a capacidade de fazer a trituração do malte sem que seja moído completamente (REINOLD,1997).

A moagem contribui com o contato do malte com a água e faz com que as enzimas que foram ativadas na maltagem entrem em ação, dissolvendo os elementos solúveis que o compõem (SCHWAB, 2003).

A Figura 3 apresenta um processo antigo, no qual funcionários de uma cervejaria espalham grãos de cevada para iniciar o processo de germinação, primeira etapa da produção do malte.

Figura 3. Primeira etapa da produção do malte



Fonte: ABRABE (2014, p. 70).

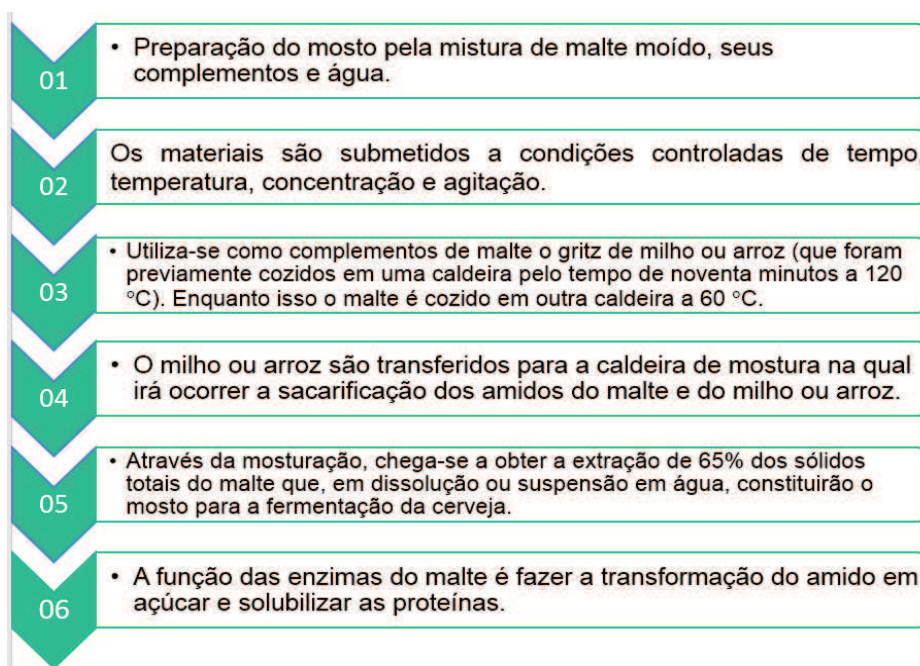
Segundo Schwab (2003), os objetivos do processo de moagem do malte são:

- Rasgar a casca, de preferência no sentido longitudinal, para deixar exposta a porção interior do grão, que é o endospermo.
- Produzir, mediante a ação de trituração, a desintegração total do endospermo, para que todos os seus elementos constituintes estejam acessíveis à atuação da ação enzimática.
- Manter a quantidade de elementos finos (farinha) a um mínimo, para evitar a formação de substâncias que produzam uma quantidade excessiva de pasta dentro do mosto.

4.1.2.3. Mosturação

O processo chamado de mosturação contempla as etapas mostradas na Figura 4.

Figura 4. Etapas do processo de mosturação



Fonte: Adaptado de SCHWAB, 2003.

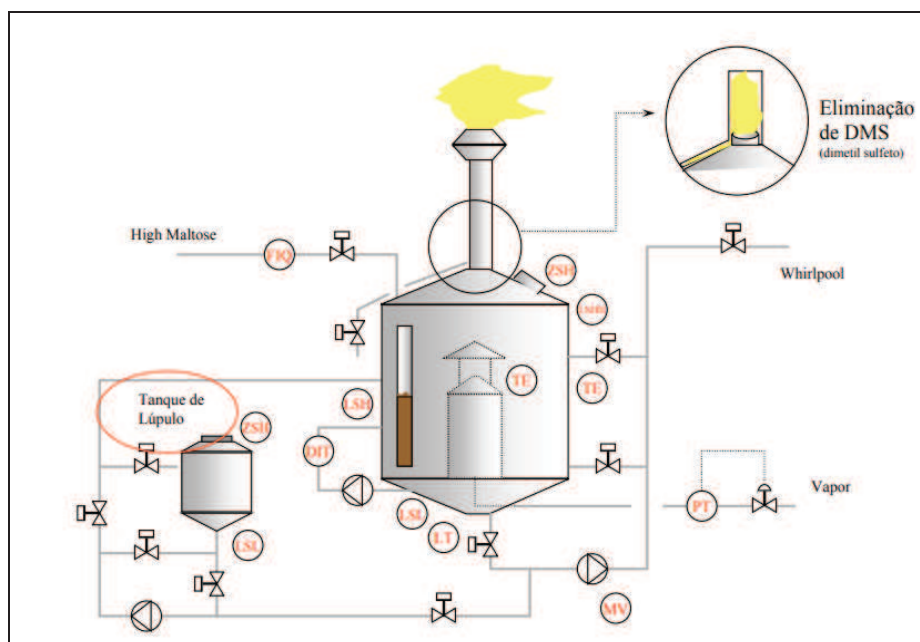
4.1.2.4. Filtração do Mosto

Esse processo consiste da clarificação do mosto pela sedimentação do bagaço ou “DRECHE”, que é uma massa obtida como resultado da aglutinação da casca com resíduos do processo (ABRABE, 2014). A seguir o mosto limpo é removido utilizando filtros-prensa ou cuba-filtro. Pode também ser feita pela sedimentação natural da casca do malte e outros materiais grosseiros que servem como camada filtrante. O “DRECHE” é armazenado em silos para ser comercializado posteriormente como ração animal (ABRABE, 2014).

4.1.2.5. Fervura do Mosto

Essa fase tem a finalidade de inativar as enzimas, concentrar o mosto no grau desejado, extrair as substâncias essenciais do lúpulo, precipitar as proteínas indesejáveis e transformar o aspecto e o paladar do mosto, exemplificado na Figura 5.

Figura 5. Fermentação do Mosto



Fonte: adaptado de Microbiologia Industrial, UFRJ (2003).

Depois é feito o envio do mosto filtrado para a caldeira de fervura, permanecendo ali entre duas a três horas a 100 °C, onde recebe ou não açúcar e lúpulo na forma de pellets e extrato (ABRABE, 2014).

Quando a fervura estiver no meio ou no final o lúpulo pode ser acrescentado. Pode ainda ser adicionado em parcelas durante o processamento, a fim de que os óleos essenciais responsáveis pelo desenvolvimento do aroma não se tornem voláteis (ABRABE, 2014).

A quantidade de lúpulo necessária varia em função da forma em que este se encontra e da cerveja que se deseja produzir. Quando o xarope (High Maltose) é utilizado como complemento do malte, sua adição é feita no final da fervura (ABRABE, 2014).

4.1.2.6. Separação das Proteínas

O mosto cozido é injetado de forma tangencial em alta velocidade em um tanque circular "WHIRLPOOL", onde ocorre precipitação / decantação das

proteínas coaguladas, o que pode prejudicar a qualidade da cerveja (ABRABE, 2014).

O resultado "Trub Grosso" ³ resultante dessa separação é enviado aos silos de armazenamento do "Dreche" para comercialização posterior como alimentação animal. Em alguns casos, o TRUB espesso pode ser armazenado separadamente e descarregado lentamente na linha de despejos líquidos. (ABRABE, 2014).

4.1.2.7. Resfriamento do Mosto Lupulado

Depois de decantado, o mosto é submetido a resfriamento entre 6 e -10 °C, temperatura na qual a fermentação se inicia. O resfriamento é feito em trocadores de calor. Durante o resfriamento, o mosto sofre aeração intensa de ar estéril (ABRABE, 2014).

Utilizando dosadores especiais (que fazem o controle do exato número de células por mililitros), injeta-se a levedura na tubulação de envio de mosto (ABRABE, 2014).

4.1.2.8. Fermentação

A fermentação é responsável por decompor os açúcares fermentáveis do mosto em álcool e gás carbônico através da ação das leveduras. O excesso de gás carbônico é direcionado a um sistema de recuperação e purificação para que possa ser utilizado depois no processo de envasamento (ABRABE, 2014).

As duas etapas do processo de fermentação duram no total entre 6 e 10 dias. A etapa aeróbia é aquela na qual a reprodução da levedura acontece, elevando a quantidade de 1,5 a 6 vezes. A duração desta etapa é de 24 a 36 horas. A etapa anaeróbia é onde a fermentação propriamente dita acontece (ABRABE, 2014).

³ Resíduo tirado do *whirlpool*, na primeira filtração após o cozimento, composto de gordura vegetal e proteínas coaguladas (SANTOS, 2005, p. 58).

A fermentação é feita em tanques fechados providos de camisas de refrigeração utilizadas no controle da temperatura durante todo o processo. O controle da temperatura tem de ser rigoroso, pois a reação é exotérmica. As temperaturas oscilam entre 8°C e 12 °C (ABRABE, 2014).

Com a finalização da fermentação, a levedura deposita-se no fundo do tanque de onde é retirada e estocada para ser utilizada em novo processamento. Porém, o fermento não pode ser utilizado infinitamente. A destinação para o fermento já reaproveitado é a venda para indústria farmacêutica ou como ração animal (ABRABE, 2014).

A baixa temperatura da fermentação leva a um prolongamento do processo, o que permite que os compostos responsáveis pelo sabor e pelo aroma, e auxilia na estabilização da cerveja (ABRABE, 2014).

O tempo de fermentação é inversamente proporcional à temperatura. A vitalidade das leveduras também se reduz, estimulando o desenvolvimento de bactérias. Ao final desta fase a solução passa a denominar-se cerveja. (ABRABE, 2014).

4.1.2.9. Maturação

Uma pequena quantidade de extrato que pode ser fermentado sobra ao término do processo de fermentação principal. A cerveja então sofre resfriamento a temperaturas por volta de 3,5 °C e depois a transferência aos tanques de maturação, nos quais a temperatura permanece entre - 0,5 e 0,0 °C. Esse processo pode ter a duração de até 8 semanas (ABRABE, 2014).

A maturação contempla armazenar a cerveja fermentada por um período de tempo determinado a baixa temperatura. Uma fermentação em ritmo muito lento é realizada na cerveja, o que proporciona a clarificação através da precipitação de leveduras, proteínas e sólidos solúveis. Adicionalmente alterações químicas acontecem, auxiliando a clarificação e melhorando o aroma e sabor (ABRABE, 2014).

Quando se inicia a maturação, a maioria dos açúcares já sofreu metabolização a álcool etílico, gás carbônico, glicerol, ácido acético e alcoóis superiores. Nesta fase os restos de fermento remanescentes são removidos e enviados para a linha de despejos líquidos (ABRABE, 2014).

4.1.2.10. Filtração

Ao final da maturação a aparência da cerveja é levemente leitosa. Então se iniciam dois estágios de filtração. O primeiro estágio é a retenção de partículas de maior volume, principalmente as leveduras, resinas do lúpulo e coloides. Para esse estágio utilizam-se filtros de terra diatomácea (ABRABE, 2014).

O segundo estágio é a retenção das partículas de volume médio, que são geralmente proteínas. Nesse estágio o agente filtrante é o PVPP (polivinil pirrolidona), a fim de obter a estabilidade da cerveja. Por último, as partículas que ainda estão em suspensão sofrem a retenção por filtros de placas, que geralmente são constituídos de celulose, ou ainda filtros chamados de “fiel” (de nylon). Nesta etapa são dados brilho e transparência à cerveja (ABRABE, 2014).

Para realizar a filtração pode ser usada também uma centrifuga e em sequência filtro de areias com terra diatomácea. Recolhe-se então o produto em tanques que possuem camisas de refrigeração com contrapressão de gás carbônico, a fim de que mantenha as condições de conservação ideais (ABRABE, 2014).

O resíduo que fica retido nos filtros chamado de “TRUB fino”⁴ é também comercializado como ração animal e, em alguns casos, pode ser armazenado separadamente e descarregado de forma lenta na linha de despejos líquidos (ABRABE, 2014).

⁴ Resíduo obtido na segunda filtração, composto de gordura vegetal, que sai misturado à terra diatomácea e parcelas de levedo (SANTOS, 2005, p. 58).

4.1.2.11. Engarrafamento

A maioria da cerveja produzida no Brasil é engarrafada. Juntamente com as enlatadas, chega a alcançar até 95% do total de vendas. A fábrica faz uma cuidadosa inspeção nos vasilhames recebidos, retirando os que estejam fora das especificações para utilização. Isso significa dizer que garrafas trincadas, bicadas, lascadas, lixadas, quebradas, sujas ou com material de difícil remoção como tintas ou cimento são descartadas (PIRES et al., 2015).

As garrafas selecionadas são colocadas em uma esteira de entrada para as lavadoras que lavam através de um processo de mergulho e esguichamento com jatos de água quente e fria (PIRES et al., 2015).

Esteiras transportam as garrafas por diferentes tanques que estão cheios de soluções alcalinas esterilizantes em temperaturas que variam entre 40 e 70 °C. Depois, as garrafas são submetidas a um enxaguamento interno e externo com água pura em temperatura ambiente. Após a limpeza e inspeção são encaminhadas às enchedoras que operam sob condições isobarmétricas (PIRES et al., 2015).

Já que a cerveja contém entre 0,50 a 0,60% de dióxido de carbono dissolvido, há uma tendência forte de que o líquido espume na garrafa. A sofisticada tecnologia das fábricas atuais permite que o interior das garrafas seja submetido à mesma contrapressão exercida na cerveja do tanque. Só então o líquido é drenado, enchendo rapidamente a garrafa, com produção mínima de espuma (PIRES et al., 2015).

Quando preenchidas, as garrafas são direcionadas para as encapsuladoras, nas quais são aplicadas as cápsulas metálicas ou tampas com vedante interno. As garrafas fechadas seguem para o pasteurizador, onde são submetidas a um aquecimento progressivo por chuveiros de água na temperatura de até 60 °C, e permanecem por alguns minutos. A seguir ocorre o resfriamento progressivo para evitar quebra e depois é feita uma nova inspeção visual e eletrônica (PIRES et al., 2015).

As garrafas já pasteurizadas são enviadas para a rotuladora para identificação do produto. Na encaixotadora as garrafas são depositadas automática e suave nos alvéolos das caixas de cerveja de modo a não prejudicar a integridade e a aparência dos rótulos. As paletizadoras são máquinas que colocam as caixas de garrafas cheias em plataformas padronizadas ou pallets (PIRES et al., 2015).

4.1.2.12. Enlatamento

O processo de enlatamento é bastante similar ao engarrafamento. O corpo das latas em pallets e as tampas são recebidas separadas do corpo. São retirados automaticamente e levados por transportadores até as lavadoras, os corpos já impressos e tampas são lavados com jatos de água quente (PIRES et al., 2015).

A seguir vão para uma enchedora semelhante às de garrafas. Quando cheios, os corpos das latas são direcionados para a recravadora, na qual é feito o fechamento, que é uma operação muito delicada que demanda controle frequente. A seguir vem a pasteurização, muito parecida com a das garrafas, e o controle automático de nível. O último passo é a embaladora, na qual são formadas caixas de cartão corrugado que seguem diretamente para a expedição (PIRES et al., 2015).

4.1.2.13. Embarrilamento

A cerveja em barris, chamada de chopp, não passa pelo processo de pasteurização e, por esse motivo, deve ser armazenada a baixa temperatura em recipiente de aço inoxidável, alumínio ou madeira, de volume variável e mesmo assim tem limitações com relação à conservação (PIRES et al, 2015).

Todas as atividades de lavagem, esterilização, embarrilamento e controle são feitas de forma totalmente automatizada e com a máxima precisão, desde que os barris vazios retornam à cervejaria até serem novamente remetidos ao

cliente. Equipamentos e sistemas de extração aperfeiçoados tornam possível a extração de chopp sem alterações de teor de gás carbônico e da limpidez (PIRES et al, 2015). Um fluxograma básico do processo produtivo da cerveja é esquematizado na Figura 2 e na Figura 6, uma visão geral dos processos de bebidas fermentadas (vinhos, cervejas, etc.).

Figura 6. Visão geral do processo de fabricação de bebidas.



Fonte: ABRABE (2014, p. 142).

4.2. PRINCIPAIS IMPACTOS AMBIENTAIS DA FABRICAÇÃO DE CERVEJA

O setor cervejeiro se caracteriza como grande consumidor de água e energia elétrica. Aliado a isso, devido à natureza de suas operações centradas na fermentação e várias etapas de limpeza, a produção de cerveja é também produtora de efluentes contaminantes. Entre outros impactos ambientais, se destacam a geração de resíduos sólidos, geração de resíduos perigosos, ruídos e emissões gasosas (SANTOS, 2005). Dentre as emissões gasosas, destacam-se as substâncias odoríferas.

Avaliando a emissão de substâncias odoríferas, é importante dizer que o ar ambiente contém uma mistura de compostos químicos, lançados na atmosfera a partir das atividades cotidianas de instalações industriais e comerciais, que fazem parte da sociedade moderna. Entretanto, eventualmente, os cidadãos podem considerar irritantes e desagradáveis os odores dessas substâncias e em algum

momento declara-los um incômodo (MCGINLEY; MAHIN; POPE, 2000). Diversas são as fontes de odor que podem expor uma população a incômodos olfativos. Fábricas de processamento de subprodutos de origem animal, indústrias de papel e celulose, curtumes, aterros sanitários, estações de tratamento de esgoto, e instalações de criação intensiva de animais, estão comumente envolvidos em reclamações devido a episódios de exposição a altas concentrações de odor. Vale destacar que os odores podem estar relacionados tanto às matérias-primas, aos subprodutos ou produtos intermediários, quanto aos produtos finais (VIEIRA, 2013).

No caso da produção cervejeira, na fervura do mosto entre 6 e 10% do mosto é evaporado, emitindo além de vapor d'água diversos compostos orgânicos que são a principal fonte de odores do processo cervejeiro. Além disso, o tratamento dos efluentes, dependendo da operação, também pode ser uma fonte significativa de emissão de odores (SANTOS, 2005).

4.3. DANOS CAUSADOS NA SAÚDE PELA EMISSÃO DE SUBSTÂNCIAS ODORÍFERAS

Os odores são amplamente reconhecidos como um incômodo de vizinhança. De fato, os odores podem interferir negativamente na realização de atividades cotidianas e causar a desvalorização de propriedades (NICELL, 2009; HORTON et al., 2009). No entanto, diversos estudos também evidenciam a ocorrência de efeitos adversos sobre a saúde humana decorrente de exposições a emissões odoríferas, principalmente na vizinhança de instalações industriais e de criação intensiva de animais (VIEIRA, 2013). Os odores incômodos podem causar somatizações e doenças que podem ter uma origem psicológica, porém representa um problema real que contribui negativamente para a qualidade de vida da maioria das pessoas afetadas (SCHWAB, 2003).

Os efeitos causados pelos odores na saúde humana ainda são de difícil mensuração, todavia, já foram documentados sintomas como: náuseas, vômito, dores de cabeça, falta de fôlego, tosse, intensificação em quadros de asma, distúrbios do sono e apetite, irritação nos olhos, nariz e garganta, inquietação,

tristeza, depressão e redução de sensação de bem-estar (SCHWAB, 2003 e CAPELLI, 2011).

A exposição a substâncias odoríferas específicas, havendo ou não a consciência da percepção do cheiro, também pode acarretar efeitos de natureza psicofisiológica, de acordo com estudos realizados em Aromacologia, um dos mais novos campos da ciência, que é uma área multidisciplinar que faz a análise de espécies químicas odoríferas, com o objetivo de identificar seus efeitos no sentido do olfato humano e seus mecanismos e consequências de cunho neurofisiológico, biológico e médico, buscando o bem-estar, o tratamento de patologias e outras aplicações (SCHWAB, 2003).

Dessa forma, isso comprova que as substâncias odoríferas geram outros efeitos além da sensação olfativa, ainda que não cause desconforto imediato (SCHWAB, 2003). Por todos esses efeitos, associados às frequentes reclamações das comunidades, decorrentes de impactos odorantes, expõe a necessidade de medidas para eliminar ou reduzir esse problema.

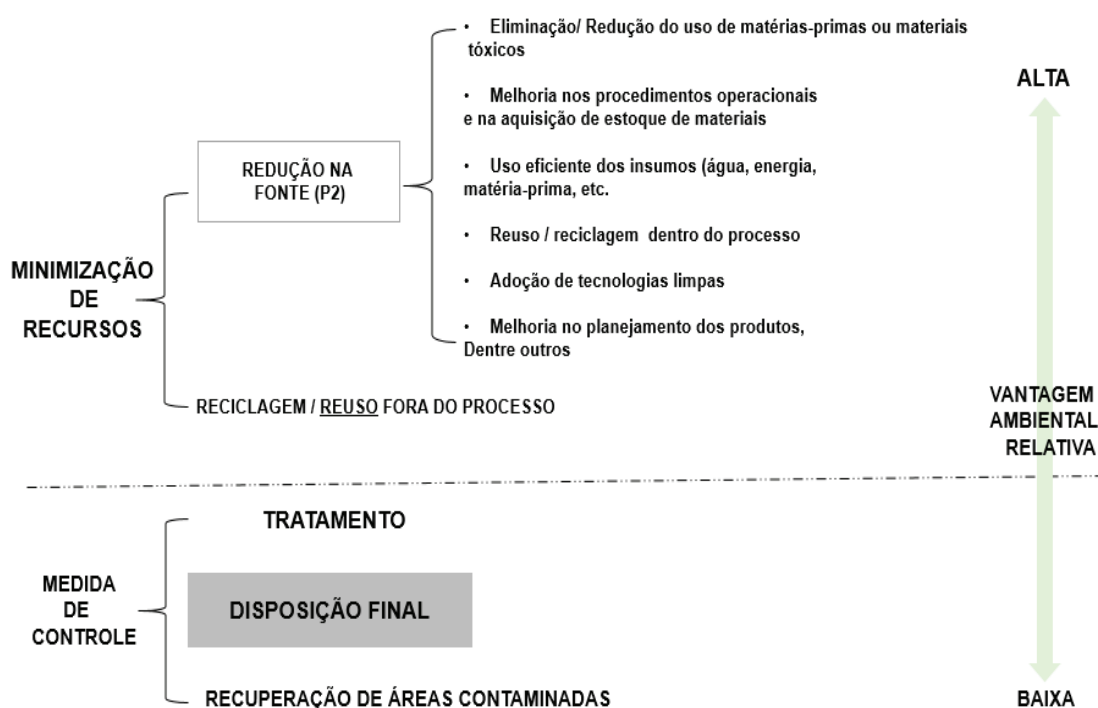
4.4. MINIMIZAÇÕES DE EMISSÃO DE ODORES

Além de incômodos olfativos, os odores também podem causar efeitos adversos sobre a saúde humana e danos ao meio ambiente. Dentre esses, está o comprometimento da qualidade ambiental, o desconforto a um indivíduo ou a uma população e a interferência em atividades comerciais e econômicas (NICELL, 2009). Esses efeitos, associados à frequência de reclamações do público, decorrentes de impactos odorantes, revelam a necessidade de medidas para eliminar ou reduzir esse problema (SHUSTERMAN, 1992).

Aumentar a ecoeficiência dos processos produtivos se tornou imperativo para as indústrias de qualquer setor. Um dos mecanismos que as empresas dispõem para aumentar a ecoeficiência de seus processos produtivos é a Metodologia de Minimização de Resíduos (CRITTENDEN et al., 1995).

Para a prevenção de emissões, pode-se considerar uma série de ações a serem tomadas, como: modificações tecnológicas; mudança ou redução de insumos utilizados, como aumento de eficiência; manutenção preventiva; e reciclagem interna. Muitos dos procedimentos mencionados podem ser incentivados por outras questões, como economias de escala, redução de custos ou aumento da qualidade do produto. Assim, em muitos casos pode-se considerar estas medidas como benéficas não somente no que concerne questões ambientais, mas também econômicas e de qualidade (SOUZA, 2013). A Figura 7 demonstra a hierarquia de gerenciamento ambiental de resíduos segundo esta metodologia.

Figura 2. Hierarquia de gerenciamento ambiental de resíduos



Fonte: adaptado de Crittenden e Kolaczowski (1995)

O potencial de controle de odor existe em vários locais (ROBBINS et al., 2014):

- Bacias de retenção;
- Lagoas;

- Tanques de armazenamento de resíduos;
- Unidades de remoção de ar;
- Sistemas de tratamento de águas residuais e
- Aplicações de terra.

Em muitas aplicações industriais fora das indústrias de fabricação de cerveja e processamento de alimentos, métodos de controle do odor, como incineração, absorção de carbono, esfregação por via úmida, modificações de fontes e mascaramento do odor podem ser encontrados (ROBBINS et al., 2014).

4.4.1. ETAPAS DE CONTROLE DE EMISSÃO DE ODORES

Avaliações de impacto odorante são importantes para investigar queixas, para o licenciamento ambiental (renovação de licença, licenciamento de novas instalações ou ampliação de instalações existentes) e para o monitoramento da conformidade com critérios estabelecidos legalmente (VIEIRA, 2013).

Para Nicell (2009) as metodologias de avaliação de impacto ambiental odorante são classificadas de acordo com duas abordagens distintas, as quais podem ser aplicadas individualmente ou em combinação: caracterização da fonte e subsequente previsão dos impactos nas áreas vizinhas; ou medições diretas de impacto em campo.

A primeira abordagem envolve a caracterização da fonte através de medições de vazão volumétrica e a coleta de amostras para posterior análise em laboratório. Isso permite determinar a taxa de emissão odorante (TEO), geralmente expressa em UO.s-1 ou UO.h-1. A TEO é um dos dados de entrada utilizado por um modelo matemático de dispersão para prever ou avaliar o impacto odorante fora dos limites da propriedade da fonte emissora. Dentre as metodologias inseridas na segunda categoria encontram-se a investigação e análise de queixas, a enquete olfatométrica, a rede de percepção de odor, as inspeções de campo e o olfatômetro de campo (VIEIRA, 2013).

A Figura 8 apresenta exemplo de passos como uma sugestão controle de odores.

Figura 3. Passos para o controle de emissão de odores



Fonte: Adaptado de Crittenden e Kolaczowski (1995).

4.4.2. ESTIMATIVAS DA CARGA DE ODOR

O “método da diluição dinâmica” utiliza um olfatômetro de diluição dinâmica que é o equipamento mais recomendado na atualidade para a determinação da concentração odorante de amostras. Neste equipamento, a amostra é misturada continuamente com um fluxo de ar puro para apresentação dos jurados (ocorre a mistura de vazões, e não de volumes). Isso eleva muito a possibilidade da criação de diferentes fatores de diluições e, assim, maior precisão no resultado numérico. A resposta do olfatômetro é expressa em metro cúbico de ar avaliado, onde, em nível de referência, 1 UO.m⁻³ equivale à concentração em que 50% dos jurados percebe o odor e 50% não o percebe (limite de percepção olfativo – K50)(LACEY et al, 2008).

A estimativa da liberação de odor proveniente de fontes pode ser feita usando fatores de emissão, dados de processos semelhantes em outras instalações ou medições nas fontes. Em muitos casos, os únicos fatores de emissão disponíveis são para COVs, pois poucos dados sobre cargas de odor estão disponíveis publicamente e são difíceis de aplicar de forma generalizada. As emissões de odor e COVs podem não ser diretamente proporcionais; no entanto, esses valores também auxiliam na determinação específica do local da concentração de COVs e taxa de emissão para fontes individuais para permitir comparações, classificação de fontes e discussão da adequação das medidas de controle (LISBOA, 2009).

A medição de odor na fonte pode ser realizada no local para determinar a concentração de odor e a taxa de emissão em OU / m³ e OU / s, respectivamente. A metodologia de amostragem de odor é publicada no Código de Teste de Origem *Ministry of the Environment and Climate Change* (MOECC), e as concentrações de odor são frequentemente medidas usando um olfatómetro (LISBOA, 2009).

Uma unidade de odor (OU) é uma medida da intensidade ou força de um odor. Uma unidade de odor é o nível ao qual a metade da população detectaria ou responderia a um odor, e a concentração de odor, em OU / m³, refere-se ao número de vezes que a amostra deve ser diluída para alcançar 1 OU (LISBOA, 2009).

As fontes individuais identificadas como fontes primárias ou secundárias são apresentadas ou, quando possível, as fontes são agrupadas onde é razoável fazê-lo (LISBOA, 2009).

O agrupamento é útil quando as fontes estão associadas ao mesmo estágio do processo, a mesma área de produção ou possuem características semelhantes de odor e escape. Essas fontes podem ser combinadas e direcionadas a equipamentos de controle de poluição individuais ou tratadas como agregados (LISBOA, 2009).

As amostras coletadas são analisadas de acordo com os parâmetros de concentração, tom hedônico, intensidade e persistência, conforme as normas aplicáveis, descritas a seguir com base em Lisboa (2009):

- a) **Concentração:** É a determinação da concentração de odor por olfatométrica dinâmica. A Norma Europeia (NE 13725:2003) define um método para a determinação objetiva da concentração de odor de uma amostra gasosa usando olfatométrica dinâmica com avaliadores humanos e a taxa de emissão de odores provenientes de fontes pontuais, difusas, fontes de área com fluxo externo e fontes de área sem fluxo para o exterior. Os resultados foram expressos em unidades de odor por metro cúbico [ouE/m³] (LISBOA,

2009). Segundo a norma (NE 13725), as amostras coletadas devem ser analisadas em um prazo máximo de 30 horas após sua coleta.

Além da concentração, análises complementares são realizadas para melhor caracterizar o odor emitido nas fontes o que possibilita melhores conclusões quanto ao impacto destas emissões na atmosfera (LISBOA, 2009).

- b) **Tom Hedônico / Qualidade de odor** – É a determinação sensorial da tonalidade hedônica de um odor usando um olfatômetro de acordo com a norma (NVN 2818:2005). As medições são realizadas em combinação com a medição de concentração de odor (aumentando a série de apresentação). Os membros de um painel são convidados a indicar a tonalidade hedônica percebida como um valor de uma escala de nove pontos da tonalidade hedônica, variando de + 4, muito agradável, a – 4, de odor muito desagradável. Os resultados da análise hedônica são mostrados em um gráfico, que apresenta a relação entre a concentração de odor e agradabilidade de tonalidade hedônica (LISBOA, 2009).
- c) **Intensidade do odor**, de acordo com a norma (VDI 3882:1992 parte 1). A intensidade de um odor refere-se a força percebida de um odor quando descrito pelo destinatário. Baixas concentrações de alguns compostos em uma amostra são percebidas como uma alta intensidade mesmo quando perto de concentrações de limiar. Os membros de um painel olfativo são convidados a avaliar o odor usando valores de escala começando em muito fraco (1) a (6) extremamente forte. Esta relação é normalmente logarítmica com a concentração. No entanto, alterações na concentração não produzem sempre uma mudança proporcional correspondente na força do odor como percebida pelo nariz humano. Isso pode ser importante para fins de controle, desde que um odor mesmo em baixa concentração residual pode apresentar uma intensidade elevada e potencial para causar problemas de odor (LISBOA, 2009).
- d) A **persistência de odor** de uma amostra pode ser quantificada e representada como uma função de "resposta a dose". Persistência é um

termo usado em conjunto com intensidade. A intensidade percebida de um odor vai mudar em relação à sua concentração. No entanto, a taxa de variação da intensidade versus concentração não é a mesma para todos os odores. Esta taxa de variação é denominada, persistência do odor. A função dose-resposta de um odor é determinada a partir de medições de intensidade da amostra de odor com força total e em vários níveis de diluição acima do nível do limiar. Os valores plotados como logaritmos da relação de intensidade e de diluição são a função dose-resposta. A inclinação ilustra a persistência (LISBOA, 2009).

4.5. APLICAÇÃO DE ESTUDOS DE DISPERSÃO

O estudo de dispersão NE um modelo matemático que pode ser entendido como uma estrutura que descreve aproximadamente as características de um fenômeno qualquer. O controle da qualidade do ar requer instrumento interpretativo capaz de extrapolar no espaço e no tempo os valores medidos nas estações de monitoramento, enquanto a melhoria da atmosfera pode ser obtida somente com planos que reduzam as emissões e, então, com instrumentos (como o modelo matemático de dispersão na atmosfera), capazes de ligar a causa (a fonte) de poluição ao efeito (a concentração e deposição do poluente) (AMBIMET,2018).

O estudo de dispersão atmosférica, na maioria das vezes, utiliza os modelos matemáticos gaussianos para descrever a variação das concentrações na pluma de dispersão em fontes contínuas. Esses modelos pressupõem a disponibilidade de dados meteorológicos horários. Os modelos gaussianos empregam classes de estabilidade para qualificar a capacidade de dispersão da atmosfera, ou seja, para estimar os parâmetros de dispersão nas direções transversal e vertical, em relação à direção de propagação da pluma (que é a direção dos ventos) e, conseqüentemente, para efetuar as previsões das concentrações(AMBIMET,2018).

Os resultados encontrados possibilitam a avaliação dos impactos causados em toda área de influência, isso porque a visualização dos resultados se dá em

forma de tabelas com as maiores concentrações e mapas com linhas de isoconcentração, inclusive com uso de fotos aéreas(AMBIMET,2018).

No Brasil, a utilização dessa ferramenta é aceita pela comunidade científica e pelas organizações governamentais. A Resolução CONAMA 316, de 29 de outubro de 2002, orienta a realização do estudo de dispersão atmosférica para viabilizar a instalação do empreendimento. A modelagem matemática da dispersão de poluentes nos estudos de EIA/RIMA é uma das peças principais, pois é através do estudo que as medidas preventivas serão tomadas para minimizar os impactos ambientais causados pelas emissões de poluentes (AMBIMET,2018)

O estudo de dispersão pode ser realizado através de vários modelos, inclusive o modelo matemático AERMOD (AMS/EPA Regulatory Model), versão atualizada, referendado pela US-EPA (United States Environmental Protection Agency). Este é um modelo do tipo STEADY-STATE, cuja equação básica se fundamenta na distribuição gaussiana, isto é, assume-se que a dispersão da pluma segue a equação de Gauss. O AERMOD é a última geração de modelos matemáticos para dispersão atmosférica *Environmental Protection Agency* (EPA) e é aplicável para distâncias menores que 50 km (cinquenta quilômetros), para poluentes não reativos em terrenos simples e complexos. Este modelo apresenta avanços significativos quando comparados com modelos anteriores.

O AERMOD possui três componentes:

- AERMOD, o modelo de dispersão;
- AERMAP, que realiza o processamento do terreno; e
- AERMET, pré-processamento dos dados meteorológicos.

Na caracterização da fonte, na definição das unidades s serem utilizadas pelo modelo, pode ser utilizada a opção “*Odour Units*”. Desta forma, as simulações realizadas pelo modelo matemático de dispersão de poluentes atmosféricos permitem estimar as máximas concentrações de odor ao nível do

solo, nos diversos receptores localizados no entorno das fontes de emissões e do empreendimento.

Com esse estudo é possível entender a dimensão do incomodo gerado pela percepção de odor no entorno do empreendimento. Os resultados do estudo dependem da qualidade das informações disponibilizadas, que são:

- Dados das fontes (taxa emissão, características das fontes);
- Topografia;
- Dados meteorológicos.

4.6. EMISSÕES ATMOSFÉRICAS

Segundo Lyra (2001) e CETESB, (2017), as emissões podem ser classificadas como:

- **Emissões de Fontes Fixas:** qualquer instalação, equipamento ou processo, situado em local fixo, que libere ou emita matéria para a atmosfera, por emissão pontual ou fugitiva;
- **Emissões Fugitivas:** lançamento difuso na atmosfera de qualquer forma de matéria sólida, líquida ou gasosa, efetuado por uma fonte desprovida de dispositivo projetado para dirigir ou controlar seu fluxo;
- **Emissões Evaporativas:** são provenientes de tanques de armazenamento de compostos orgânicos voláteis, como solventes e alcoóis.
- **Emissões de Fontes abertas:** as emissões provenientes das bacias de contenção como BAO, SAO, etc.

A taxa de emissão de compostos orgânicos voláteis – COVs, a partir de superfícies líquidas quiescentes (sem turbulência) com uma camada sobrenadante (geralmente de óleo), difere-se da emissão de superfície

meramente líquida (sem a camada orgânica). Neste caso, a camada sobrenadante funciona como uma barreira, reduzindo a taxa de emissão desses gases para a atmosfera. No caso de superfícies aeradas, a taxa de emissão dos gases é maior, devido ao incremento no coeficiente de transferência de massa (aumento da área superficial do líquido) (EKLUND, 1992).

4.6.1. EMISSÕES ATMOSFÉRICAS NA INDÚSTRIA CERVEJEIRA

As emissões atmosféricas de uma cervejaria são principalmente dos seguintes tipos (SANTOS, 2005):

- Emissões de gases de combustão: oriundas da caldeira de produção de vapor, principal fonte de emissões atmosféricas de uma cervejaria, são compostas de gases de combustão (CO, CO₂, NO_x, SO_x, hidrocarbonetos, etc);
- Material particulado. A composição dos gases varia em função do combustível usado (lenha, óleo, gás natural, etc), da tecnologia empregada e do sistema de controle de emissões acoplado aos equipamentos; a emissão de CO₂: gerado em grande quantidade durante a fermentação e vendido excedente a outras plantas (de 3 a 4 kg/hl mosto [10]), atualmente o CO₂ é totalmente recuperado, com uso na carbonatação da bebida;
- Emissão de poeira: proveniente do recebimento e transporte de malte, griz, e outras matérias-primas, como a terra diatomácea. A emissão de poeira depende do sistema de ensilagem, transporte e captação de ar da instalação;
- Odor: Na fervura do mosto, entre 6 e 10% do mosto é evaporado, emitindo além de vapor d'água diversos compostos orgânicos, fazendo deste processo a principal fonte de odores do processo cervejeiro.

Além disso, o tratamento dos efluentes, dependendo da operação, pode ser uma fonte significativa de emissão de odores (SANTOS 2015).

4.7 LEGISLAÇÃO NO BRASIL E NO MUNDO

No Brasil ainda não há legislação federal específica que regulamenta sobre odores, cada estado brasileiro tem desenvolvido sua própria legislação para o controle da poluição ambiental (SCHIRMER, 2007 apud SALES, 2014). Porém, é crescente a preocupação com essa temática em países como a Holanda, Reino Unido, Áustria, Alemanha, França, Dinamarca e Nova Zelândia, os mesmos já regulamentaram Leis e normas técnicas, definindo metodologias que permitam quantificar a emissão de odores e relacionar estas emissões com o nível de mal estar que causam às populações (MELO LISBOA, 2002 apud LOPES, 2013).

Como exemplo da forma como são abordadas as emissões de substâncias odoríferas na legislação federal, pode ser citado que a Resolução CONAMA nº 382, de 26 de dezembro de 2006, faz apenas uma referência a odores, quando se trata dos limites de emissão para poluentes atmosféricos provenientes de processos de fabricação das indústrias de celulose (LOPES, 2013).

Nos Estados, está exemplificado a seguir por região:

Região Sudeste:

- Estado de São Paulo (SP)

No Estado de São Paulo a Lei 997/76 de 08 de setembro de 1976, institui o Controle da Poluição do Meio Ambiente no Estado de São Paulo. A lei determina que o órgão ambiental competente poderá exigir que os responsáveis por atividades efetivas ou potencialmente poluidoras apresentem, quando solicitado: (SÃO PAULO, 1976 apud VIEIRA, 2013). O plano completo de desenvolvimento de suas atividades ou de seu processamento industrial, bem como dos sistemas de tratamento existentes, do lançamento de resíduos em qualquer estado da matéria ou, ainda, [...] de substâncias odoríferas (SÃO PAULO, 1976 apud VIEIRA, 2013).

Em seu decreto nº 8.468 seção II do artigo 33, proíbe a emissão de compostos odorantes na atmosfera, em quantidades que possam ser perceptíveis

fora dos limites da área de propriedade da fonte emissora (CARMO JÚNIOR, 2005 apud SALES et al., 2014). Destaca-se, também, o inciso V do artigo 3 do referido Decreto, que diz: “Artigo 3.º: Considera-se poluente toda e qualquer forma de matéria ou energia lançada ou liberada nas águas, no ar ou no solo”.

Concomitante o Decreto nº 47.397/02 acrescentou na Lei 997/76: “A renovação da licença ambiental é obrigatória para todos os estabelecimentos que emitem odores”. O que não constava no Decreto nº 8.468/76, que regulamenta a referida Lei, pois isso não constava na mesma (LOPES, 2013).

Decreto nº 8.468/76 – Artigo 33 Parágrafo Único - A critério da CETESB, a constatação da emissão de que trata este parágrafo, será efetuada:

I - Por técnicos credenciados pela CETESB; II - Com referência às substâncias a seguir enumeradas, através de sua concentração no ar, por comparação com o Limite de Percepção do Odor (LPO) [...].

- Município de Vitória (ES)

O Decreto nº 10.023, de 05 de junho de 1997 que regulamenta a Lei Municipal nº 4.438, de 28 de maio de 1997, considera uma infração ambiental emitir odores que possam causar incômodos à comunidade. (VITÓRIA, 1997 apud VIEIRA, 2013).

Art. 15 – Considera-se infração leve: [...] VII - emitir odores, poeira, névoa e gases visíveis, exceto vapor d’água, que possam provocar incômodos à vizinhança, no raio de: a - até 50 metros; [234,90 a 417,59 UFIR4] b - 50 até 150 metros; [417,60 a 548,09 UFIR] c - 150 até 250 metros; [548,10 a 1.331,09 UFIR]

Art. 16 – Considera-se infração grave: [...] XVIII - emitir odores, poeira, névoas e gases visíveis, exceto vapor d’água, que possam provocar incômodo à população, num raio de 250 até 500 metros; [1.331,10 a 2.636,09 UFIR]

Art. 17 - Considera-se infração gravíssima: [...] VIII - emitir odores, poeira, névoa e gases visíveis, exceto vapor d’água, que possam provocar incômodos à vizinhança, num raio acima de 500 metros; [5.246,10 a 13.076,09 UFIR].

- Estado de Minas Gerais (MG)

A Deliberação Normativa do Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) nº 11, de 16 de dezembro de 1986, estabelece normas e padrões para emissões de poluentes na atmosfera, a respeito do controle de emissões odorantes, o Art.6 apresenta disposições muito semelhantes às apresentadas na legislação estadual de São Paulo. A Lei Complementar nº 17/91, 04 de dezembro de 1991, apresenta uma série de definições relativas a odores. A Lei também considera a adoção de padrões recomendados aceitos internacionalmente quando não houver padrões estabelecidos legalmente (UBERLÂNDIA, 1991 apud VIEIRA, 2013). O Art. 117 define odor, substâncias odoríferas e limite de percepção de odor:

[...]

VI - Odor: é definido como uma mistura complexa de moléculas químicas voláteis que dão origem a uma sensação odorante percebida pelo ser humano. Seus produtos, em concentrações muito variáveis, são emitidos, na sua maioria, por atividades humanas, agrícolas, industriais ou domésticas;

VII - Substâncias odoríferas: são substâncias que emitem odor perceptível ao ser humano;

VIII - “Limite de percepção do odor: é definido como a concentração odorífera no início da percepção”.

VIII - § 1º A constatação da percepção de que trata este artigo será efetuada por Técnicos credenciados pela Secretaria Municipal competente ou pessoa física ou jurídica contratada pelo empreendedor para a elaboração do laudo;

§ 2º As fontes efetivas ou potencialmente poluidoras, cuja atividade, processo, operação, maquinário, equipamento e dispositivo fixo que causem ou possam causar a emissão de odor na atmosfera ficam obrigadas a apresentar laudo Técnico comprobatório de emissão de odor, constando as substâncias odoríferas emitidas, assim com a sua quantidade;

§ 3º A emissão de substâncias odoríferas deverá atender a padrões estipulados mediante Decreto do Poder Executivo, que deverá ser editado no prazo máximo de noventa dias a contar da data da publicação desta Lei;

§ 4º O Decreto mencionado no parágrafo terceiro deste artigo estabelecerá também o prazo para as fontes poluidoras adequarem-se aos parâmetros nele definidos e regulamentará esta lei no que for necessário;

§ 5º As substâncias odoríferas para as quais não foram estabelecidos padrões de emissão, deverão observar os padrões recomendados ou aceitos internacionalmente, caso não regulamentados nesta Lei.

O Decreto nº 10.847, de 10 de setembro de 2007, que regulamenta o Art. 126 da Lei Complementar nº 17/91 (alterado pela Lei Complementar nº 447/07) estabelece limites máximos de concentração no ar ambiente para alguns compostos sulfurados. Os valores se baseiam no limite de percepção de odor e são expressos em partes por milhão (ppm) (UBERLÂNDIA, 2007 apud VIEIRA, 2013).

Região Centro-Oeste

- Estado de Goiás (GO)

Em Goiás, a Lei nº 8.544, de 17 de outubro de 1978, dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do Meio Ambiente. O Decreto Estadual nº 1.745, de 06 de dezembro de 1979, que regulamenta a Lei nº 8.544, apresenta praticamente as mesmas disposições encontradas na legislação do Estado de São Paulo, tanto no que diz respeito à emissão de substâncias odoríferas, quanto em relação aos requisitos referentes às tecnologias de tratamento para determinados tipos de processos industriais (GOIÁS, 1979 apud VIEIRA, 2013). O Art. 39 estabelece que:

Fica proibida a emissão de substâncias odoríferas na atmosfera, em quantidade que possam ser perceptíveis fora dos limites da área de propriedade da fonte emissora.

Parágrafo Único - A critério da SEMAGO5, a constatação de emissão de que trata este artigo, será efetuada:

I - Por técnico credenciado pela SEMAGO; II - Com referência às substâncias a seguir enumeradas, através de sua concentração no ar, por comparação com o Limite de Percepção do Odor (LPO) [...].

Região Norte:

- Município de Manaus (AM)

No município de Manaus, a Lei nº 605, de 24 de julho de 2001, que institui o Código Ambiental do Município e dá outras providências, veda “a emissão de odores que possam criar incômodos à população”. De acordo com o Art. 88, na implementação da política municipal de controle da poluição atmosférica, deverão ser observadas as seguintes diretrizes (MANAUS, 2001 apud VIEIRA, 2013).

I – exigência da adoção das melhores tecnologias de processo industrial e de controle de emissão, de forma a assegurar a redução progressiva dos níveis de poluição

V – adoção de sistema de monitoramento periódico ou contínuo das fontes por parte das empresas responsáveis, sem prejuízo das atribuições de fiscalização da SEDEMA6; [...]

VII – seleção de áreas mais propícias à dispersão atmosférica para a implantação de fontes de emissão, quando do processo de licenciamento, e a manutenção de distâncias mínimas em relação a outras instalações urbanas, em particular hospitais, creches, escolas, residências e áreas naturais protegidas. [...]

- Estado de Rondônia (RO)

O Decreto nº 7.903, de 1 de Julho de 1997, que regulamenta a Lei nº 547, apresenta praticamente as mesmas disposições relacionadas a odores encontradas na legislação do estado de São Paulo, posteriormente adotadas pelo estado de Goiás. O Art. 52 estabelece que (RONDÔNIA, 1997 apud VIEIRA, 2013).

Fica proibida a emissão de substâncias odoríficas na atmosfera, em quantidades que possam ser perceptíveis fora dos limites da área de propriedade da fonte emissora.

Região Nordeste

- Município de Vitória da Conquista (BA)

A Lei nº 1.410/2007 institui o Código Municipal do Meio Ambiente. O Art. 180 proíbe “a emissão de substâncias odoríferas na atmosfera, em medidas de concentração perceptíveis” (MACIEL, 2013).

- Município de Recife (PE)

A Lei nº 16.243, de 13 de setembro de 1996, que institui o Código do Meio Ambiente e do Equilíbrio Ecológico do município de Recife, proíbe no Art. 48 a “emissão de substâncias odoríferas na atmosfera, em quantidades que possam ser perceptíveis fora dos limites de propriedade da fonte emissora” (VIEIRA, 2013).

- Município de Maceió (AL)

A Lei nº 4.548, de 21 de novembro de 1996, que institui o Código Municipal de Meio Ambiente, proíbe no Art. 125 “a emissão de substâncias odoríferas na atmosfera em concentrações perceptíveis ao nível da aglomeração urbana” (MACEIÓ, 1996 apud VIEIRA, 2013).

- Município de Patos (PB)

A Lei 3.486/06, que institui o Código Municipal de Meio Ambiente, proíbe “atividades e/ou processos produtivos que emitam odores que possam causar incômodos à população” (PATOS, 2006 apud VIEIRA., 2013).

Região Sul

- Estado do Rio Grande do Sul (RS)

A Lei nº 11.520, de 03 de agosto de 2000, institui o Código Estadual do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul. A disposição relativa a odores é apresentada no Art. 139, que dispõe sobre a utilização das redes de esgoto para lançamento de efluentes industriais só seja permitido se licenciado pelo órgão ambiental e esteja isento de substâncias produtoras de odores (RIO GRANDE DO SUL, 2000 apud VIEIRA, 2013).

- Estado de Santa Catarina (SC)

O Decreto nº 14.250, de 05 de junho de 1981, regulamenta a Lei 1.891, de 15/10/80, que se refere à proteção e a melhoria da qualidade ambiental, proibindo a emissão de substâncias odoríferas na atmosfera em quantidades que possam ser perceptíveis fora dos limites padrões permitidos da área de propriedade da fonte emissora (CARMO JÚNIOR; SCHIRMER, 2007 apud SALES et al., 2014).

§ 31º É proibida a emissão de substâncias odoríferas na atmosfera em quantidades que possam ser perceptíveis fora dos limites da área de propriedade da fonte emissora. Parágrafo 1º - A constatação de emissão de que trata este artigo será efetuada: II - com referência as substâncias, através de sua concentração no ar em comparação com o Limite de Percepção de Odor (LPO).

- Municípios de Blumenau e Joinville (SC)

Em Blumenau, a Lei Complementar nº 747, de 23 de março de 2010, que institui o Código Municipal do Meio Ambiente, proíbe “as atividades ou processos produtivos que emitam odores que possam criar incômodos à população”. Já em Joinville, a Lei complementar nº 29, de 14 de junho de 1996, que institui o Código Municipal do Meio Ambiente, estabelece que constitui infração ambiental “causar incômodo por emissões de odoríferas acima dos limites de percepção e além dos limites da propriedade em que se localiza a fonte emissora” (VIEIRA, 2013).

- Paraná (PR)

No Paraná a emissão atmosférica é regulamentada pela Resolução n. 016/2014 da Secretaria Meio Ambiente e Recursos Hídricos, estabelecendo em seu artigo 12:

Art. 12. As atividades geradoras de substâncias odoríferas, tais como, graxaria, frigoríficos, indústria de processamento de alimentos, estações de tratamento de efluentes, estações elevatórias, cemitérios verticais e curtumes devem seguir as boas práticas de minimização de odores, devendo ser implantadas a uma distância considerada suficiente para evitar o incômodo aos núcleos populacionais. § 1º Quando a adoção das boas práticas citadas no caput desse artigo não forem suficientes para a minimização dos odores, o órgão ambiental exigirá a instalação de sistemas e/ou equipamentos de captação e remoção do odor e, caso a pluma atinja áreas residenciais, o monitoramento da extensão da pluma de odor. § 2º O controle de emissão de odores no sistema de exaustão de cemitérios verticais deve usar filtros de carvão ativado ou tecnologia equivalente. § 3º Este artigo não se aplica às fontes potencialmente poluidoras com padrões de lançamento para TRS, outros gases com cheiros acentuados, tais como NH₃, e/ou Substâncias Orgânicas estabelecidos na forma desta Resolução.

Em relação a normas e técnicas para controle de odores existentes em outros países, podem ser citadas:

- A Austrália é referência no que diz respeito ao controle de poluição por odores, a criação da norma Australiana DR 993006 – Qualidade do ar – determinação da concentração de odor por olfatométrica dinâmica foi o marco inicial para que

fosse possível quantificar a poluição odorante (ODURNET, 2011 apud MEDEIROS, 2011).

- Os Estados Unidos não possuem Legislação específica para controle de odores, porém, apresentam normas técnicas utilizadas para avaliação por olfatométrica, como a norma ASTM E679-04 (Standard Practice for Determination of Odor and Taste Thresholds By a Forced- Choice Ascending Concentration Series Method of Limites) para determinação do limite de percepção olfativo.
- O Japão possui um longo histórico sobre a regulamentação de odores, baseados em métodos específicos de olfatométrica que estabelece padrões compatíveis com as normas Europeias, o plano teve início em 1971 com a criação de uma Lei para controles de odores ofensivos, atualizada em 2003, essa Lei previne e regulamenta as emissões odorantes provenientes de atividades industriais (ODOURNET, 2011 apud MEDEIROS, 2011).
- Na Alemanha a Lei que trata sobre o controle de qualidade do ar é a *Federal Immission Control act* de 1990, institui que todos os odores provenientes de instalações comerciais são considerados incômodos. Existem várias normas técnicas que determinam e recomendam sobre a emissão de odores, a norma VDI 3475 Parte 1- *Emission Reduction for Biological Waste Treatment Units*, diz respeito às unidades de tratamento de efluentes (ODOURNET, 2011 apud MEDEIROS, 2011).
- A União Europeia através da diretiva implementada em 1999, estabelece que as emissões odorantes são prevenidas ou reduzidas no intuito de alcançar altos índices de proteção ambiental. A norma Europeia EM 13725:2003 define um método para a determinação objetiva da concentração de odor de uma amostra gasosa usando Olfatométrica dinâmica com avaliadores humanos e a taxa de emissão de odores provenientes de fontes pontuais, difusas, fontes de área com fluxo externo e fontes de área sem fluxo para o exterior. Os resultados são expressos em unidades Europeias de odor por metro cúbico [OUE/m³]. (EUROFINS, 2017).

- De um modo geral nesses países citados acima, existem manuais com diretrizes para a avaliação de impactos odorantes, licenciamento de novas atividades com potencial de odor, análise de risco odorante, planos de gerenciamento e controle de odores, entre eles, cita-se o Guia de Gerenciamento de Odor do Reino Unido (H4 Odour Management Guidance).

5. METODOLOGIA

O trabalho foi baseado num levantamento sobre a legislação disponível, fontes de emissão desse tipo de planta, substâncias odoríferas, odor e sua dispersão pela atmosfera, medidas e equipamentos de controle, entre outros, reunindo as informações gerais e específicas pertinentes ao tema. O estudo de caso foi apresentado com enfoque prático na caracterização das possíveis fontes de emissão de odor.

As etapas abordaram o diagnóstico e caracterização dos principais aspectos de emissões atmosféricas na situação do empreendimento, estudo de alternativas, implantação de melhorias e seu acompanhamento até garantir a melhoria do sistema, mantendo-o consistentemente sob controle, caso necessário.

As amostras coletadas nas fontes potenciais de odor foram analisadas por olfatomia dinâmica, de forma a determinar a concentração de odor e outros parâmetros para sua melhor caracterização. Uma vez determinadas as concentrações de odor das fontes e suas taxas de emissão, estas informações foram incluídas em um modelo de dispersão que avalie até onde chegam às emissões de odor da planta industrial e os respectivos níveis a que a vizinhança pode estar exposta.

As análises foram realizadas por meio do olfatômetro móvel da Odournet Brasil Ltda, cujos resultados do estudo serão incluídos em um relatório detalhado, definindo a abordagem aplicada, os resultados do programa de medição e modelagem, conclusões e de posse deste estudo haverá a verificação de atendimento à legislação, além de propostas de melhoria quando couber.

5.1. LOCALIZAÇÃO DA FONTE

A Socorro Indústria de Bebidas está localizada na cidade de Socorro, SP, como apresentado na Figura 9. Possui um parque fabril de 50.000 m², com estrutura para fabricação de Cervejas, Chopp e Refrigerantes em embalagens de latas, pets, garrafas de vidro e barris de Aço Inox. As principais marcas produzidas na unidade são: A Outra (cerveja), Ecobier (Cerveja), Krill (Cerveja), Mantovani (Refrigerantes) Fabro (Chopp), Pils (Cerveja), Steak Itapety (Chopp), Flash Beer (Chopp), SoftBeer (Chopp) e Tonica Mantovani (Refrigerante).

Figura 4. Localização Socorro Indústria.



Fonte: adaptado de Google Earth (2018).

5.2. DESCRITIVO DO PROCESSO E IDENTIFICAÇÃO DAS FONTES DE EMISSÃO

Dentre os processos produtivos existentes na Socorro Bebidas, a fabricação de cerveja é o processo com maior potencial de geração de odor, especificamente a etapa de fervura. Analisando o processo de produção da cerveja verifica-se que se realiza basicamente em quatro etapas: maltagem; brassagem; fervura; e resfriamento, já apresentado na Figura 6.

A maltagem se configura como o processo em que os grãos da fonte de amido escolhida (cevada, trigo, milho...) são preparados. Nesta etapa, os grãos

escolhidos são colocados de molho por 40 horas e, em seguida, são espalhados e mantidos em uma superfície por um período de 5 dias, tendo em vista a ocorrência da germinação. Essa etapa é finalizada com a secagem, onde os grãos são submetidos gradualmente a altas temperaturas em um forno. Ao final dela os grãos são denominados malte e serão moídos para expor o cotilédone (P&Q ENGENHARIA, 2016).

Já na brassagem tem-se a conversão dos amidos do malte em açúcares para que sejam fermentados. De acordo com a P&Q Engenharia (2016), nessa etapa, o malte é misturado com água para criar um mosto. Em seguida, tem-se o processo de sacarificação, em que as enzimas então convertem os amidos em açúcares simples. Como resultado desta etapa tem-se o mosto, que se caracteriza como um líquido açucarado que é então drenado. Antes da drenagem, apesar de não ser obrigatório, é indicada a realização de um *mashout*, ou seja, a desativação das enzimas a partir do aumento da temperatura até 75°C.

Por sua vez, o processo de fervura promove a esterilização do mosto e a adição do lúpulo. A partir do calor promovido, tem-se a coagulação das proteínas do mosto e a diminuição de seu pH, com os vapores eliminando sabores indesejados. Esta etapa tem duração bastante variável, podendo durar entre 15 e 120 minutos, dependendo de fatores como intensidade e volume de água. Vale ressaltar que quanto maior o tempo da ebulição, mais amarga a cerveja será (P&Q ENGENHARIA, 2016).

Por fim, tem-se o resfriamento do mosto para a temperatura de fermentação (entre 20° e 26° C). Para isso, utiliza-se trocadores de calor de placas e adiciona-se oxigênio ao mosto resfriado (P&Q ENGENHARIA, 2016).

A partir da análise dos processos citados foi possível verificar que além dos tanques de fervura, também identificou-se como fonte de emissão de odor os tanques de tratamento de efluente: Decantador Primário; Tanque de Equalização; Tanque de Aeração 1 (Lagoa 2); Tanque de Aeração 2 (Lagoa 3); e Silo.

5.3. MEDIÇÃO DAS FONTES DE ODOR

Um número em triplicata de amostras foram coletadas em 6 fontes potenciais de odor, para garantir que o fluxo de gases odoríferos da planta Socorro Bebidas fosse devidamente quantificado. Posteriormente, as amostras foram analisadas por olfatometria dinâmica com o objetivo de determinar a concentração de odor e outros parâmetros para sua melhor caracterização. Uma vez determinadas as concentrações de odor das fontes e suas taxas de emissão, estas informações foram incluídas em um modelo de dispersão para avaliar até onde chegam as emissões de odor da planta e os respectivos níveis que a população pode estar exposta.

5.3.1. COLETA E AMOSTRAGEM

A coleta das amostras de emissões de odor foi realizada nas fontes listadas pela empresa Socorro Bebidas, o número e tipos de fontes foram ajustados durante a amostragem para melhor representar as emissões. Foram coletadas dos:

- Tanques de Fervura: 1 amostra no duto de exaustão em cada um dos dois tanques;
- Silo: uma amostra de superfície diretamente sobre o material armazenado;
- Estação de Tratamento de Efluentes: o Decantador primário: uma amostra de superfície;
- Lagoa de aeração: uma amostra de superfície;
- Tanque de Equalização: uma amostra de superfície.

As amostras foram coletadas utilizando aparelhos específicos para amostragem de odor em chaminés e também em fontes de área com superfície líquida ou sólida. As amostragens foram realizadas em campanhas. Para tanto, a Socorro providenciou que a produção da fábrica estivesse em níveis normais e representativos das condições a serem analisadas.

As campanhas de coleta realizadas para identificação da emissão de odores aconteceram conforme se demonstra no Quadro 2.

Quadro 2. Campanhas de coleta

Dia da Coleta	Dia da Análise	Fonte	Num. de Amostras	Tempo de Amostragem	Análises
07/08/2017	08/08/2017	Tanque de Fervura 1	4	20	C, TH, I
07/08/2017	08/08/2017	Tanque de Fervura 2	4	20	C, TH, I
07/08/2017	08/08/2017	Exaustor Silo	4	20	C, TH, I
07/08/2017	08/08/2017	Decantador Primário	4	20	C, TH, I
07/08/2017	08/08/2017	Tanque de Equalização	4	20	C, TH, I
07/08/2017	08/08/2017	Tanque de Aeração	4	20	C, TH, I

(*) A unidade de medida no tempo de amostragem é minutos.

Fonte: Socorro Bebidas (2017).

Para a coleta das amostras:

- A Socorro Bebidas providenciou a instalação de orifícios na tubulação que permitiram efetuar a coleta das amostras nos tanques;
- Disponibilizou as informações pertinentes para o estudo;
- Providenciou a aquisição dos dados meteorológicos validados por meteorologista.

Segundo a norma (EM 13725), as amostras coletadas devem ser analisadas em um prazo máximo de 30 horas após sua coleta. Desta forma, devido a distância da Socorro Bebidas em relação ao laboratório em São Paulo, foram previstas duas mobilizações para coleta das amostras.

5.4. ESTUDO DE DISPERSÃO

A fim de determinar as concentrações de odor que impactam o entorno da Socorro Bebidas, foram identificadas (e localizadas no espaço) as principais fontes emissoras da unidade e os parâmetros de entrada do modelo de dispersão para essas fontes, obtidos os parâmetros de entrada do modelo para as condições meteorológicas e levantada a topografia da região.

Neste estudo foram consideradas 02 (duas) fonte fixas (Fervedores), as fontes relacionadas à estação de Tratamento e ao silo de carregamento de carreta. Para a realização do estudo de dispersão foi utilizado um arquivo meteorológico de 5 (cinco) anos, do período de 01 de janeiro de 2012 a 31 de dezembro de 2016. O arquivo meteorológico foi elaborado pelo Meteorologista Domingos Nicole.

A estação meteorológica automática A739 do INMET, instalada no município de Itapira, fica aproximadamente distante 33 km da fábrica Socorro Indústria de Bebidas. A esta distância, os dados são representativos e atendem razoavelmente ao critério de proximidade. A estação é operada pelo INMET em conformidade com as normas da WMO. Gera médias horárias das variáveis meteorológicas mais importantes para a modelagem da dispersão atmosférica, tais como, velocidade e direção do vento medido na altura padrão de 10 m acima do solo, temperatura do ar a dois metros de altura, pressão atmosférica, umidade relativa do ar e radiação solar. Foram processados os dados da estação A739 coletados nos últimos cinco anos (2012 a 2016).

A geração dos arquivos de dados necessários ao modelo AERMOD envolve também os perfis verticais de temperatura da atmosfera até cerca de 5 km de altura. No Estado de São Paulo, as sondagens diárias da atmosfera são feitas a partir do Campo de Marte, da estação WMO 83779, distante de Socorro cerca de 100 km.

Os dados desta estação são distribuídos para todos os Centros de Previsão do Tempo do mundo através do Sistema de Telecomunicações Meteorológicas. Segundo a WMO, os dados de sondagens atmosféricas possuem

representatividade dentro de um raio de até 300 km. A NOAA, nos EUA, é a responsável pelo controle de qualidade desses dados e pelo arquivamento e disposição para acesso por todos os países membros da ONU. Foram empregados os últimos cinco anos de dados correspondentes ao período dos dados da estação de Socorro, de 2012 a 2016.

A topografia da região do estudo foi levantada a partir dos dados digitais de elevação obtidos no site na NASA (*National Aeronautics and Space Administration*). Estes dados de elevação digital com espaçamento entre medições de aproximadamente 90 m, denominado SRTM 90 m Digital Elevation Data, foram produzidos originalmente pela NASA e NGA (*National Geospatial-Intelligence Agency*) através da missão de coleta de dados topográficos, SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*). Estes dados estão disponibilizados numa versão também pré-processada para uso público para a região da América do Sul como SRTM3 (90 m).

Os dados de entrada referentes às fontes de poluição do empreendimento estão apresentados no Quadro 3.

Quadro 3. Dados de entrada das fontes de emissão

	Tanque de Fervura 1	Tanque de Fervura 2	Decantador Primário	Tanque de Equalização	Tanque de Aeração 1	Tanque de Aeração 2 ¹
Concentração (UO)	2.597	5.161	37	41	39	39
Taxa emissão UO (g/s)	7.870	29.739	-	-	-	-
Taxa emissão UO (g/m ² *s)	-	-	0,39	0,43	0,41	0,41
Velocidade medida (m/s)	9,42	14,15				
Temperatura gases (C)	77,71	87,50	-	-	-	
Temperatura gases (K)	350,86	360,65	-	-	-	
Diâmetro chaminé (saída)	0,64	0,72				
Área (m ²)	-	-	7,1	48,5	334,6	723,8
Altura chaminé (m)	5,2	4,5	-	-	-	-

¹ A medição foi feita apenas no Tanque de aeração 1. Considerou-se a mesma concentração para o Tanque de Aeração 2.

Os dados na forma digital são utilizados como dados de entrada do modelo para importação das alturas das bases das fontes de emissão, dos prédios, das edificações, dos receptores discretos e das grades “grid” de simulação. Também foram inseridos os dados de concentração de odor medidos na planta,

considerando fatores como concentração, intensidade e tom hedônico, considerando as normas apresentadas no Quadro 4.

Quadro 4. Normas de análise do odor emitido

Parâmetro	Normas de análise
Concentração de odor	EN13725:2003. Determinação da concentração de odor por Olfatometria dinâmica. Esta Norma Europeia (EN) define um método para a determinação objetiva da concentração de odor de uma amostra gasosa usando Olfatometria dinâmica com avaliadores humanos e a taxa de emissão de odores provenientes de fontes pontuais, difusas, fontes de área com fluxo externo e fontes de área sem fluxo para o exterior. Resultados são expressos em unidades Europeias de odor por metro cúbico [OUE /m ³].
Intensidade do odor	VDI 3882:1992 parte 1 Olfatometria; determinação da intensidade do odor. A intensidade de um odor refere-se a força percebida de um odor quando descrito pelo destinatário. Baixas concentrações de alguns compostos em uma amostra são capazes de serem percebidas como tendo uma alta intensidade mesmo quando perto de concentrações de limiar. Os membros de um painel olfativo são convidados a avaliar o odor usando valores de escala começando em muito fraco (1) a (6) extremamente forte. Esta relação é normalmente logarítmica com a concentração.
Tom hedônico	NVN 2818:2005 qualidade de odor – determinação sensorial da tonalidade hedônica de um odor usando um olfatômetro. As medições são realizadas em combinação com a medição de concentração de odor (aumentando a série de apresentação). Os membros de um painel são convidados a indicar a tonalidade hedônica percebida como um valor de uma escala de nove pontos da tonalidade hedônica, variando de + 4, muito agradável, a - 4, de odor muito desagradável. Os resultados da análise hedônica são mostrados em um gráfico, que mostra a relação entre a concentração de odor e agradabilidade de tonalidade hedônica.
Persistência	A persistência de odor de uma amostra pode ser quantificada e representada como uma função de "resposta a dose". Persistência é um termo usado em conjunto com intensidade. A intensidade percebida de um odor vai mudar em relação à sua concentração. No entanto, a taxa de variação da intensidade versus concentração não é a mesma para todos os odores. Esta taxa de variação é denominada a persistência do odor. Os valores plotados como logaritmos da relação de intensidade e de diluição são a função dose-resposta. A inclinação ilustra a persistência.

Fonte: Socorro Bebidas (2017).

6. RESULTADOS

Nesta etapa são apresentados os resultados coletados durante o estudo realizado na Socorro Bebidas. Os resultados olfatométricos verificados a partir das análises realizadas estão expostos no Quadro 5:

Quadro 5. Resultados olfatométricos

Fonte	Concentração ou _E /m ³	Intensidade	Tom Hedônico
Tanque de Fervura 1	2597	2,9	-1,9
Tanque de Fervura 2	5161	2,7	-1,2
Exaustor Silo	302	2,7	0,1
Decantador Primário	37	2	-2
Tanque de Equalização	41	2	-1
Tanque de Aeração	39	3	-2

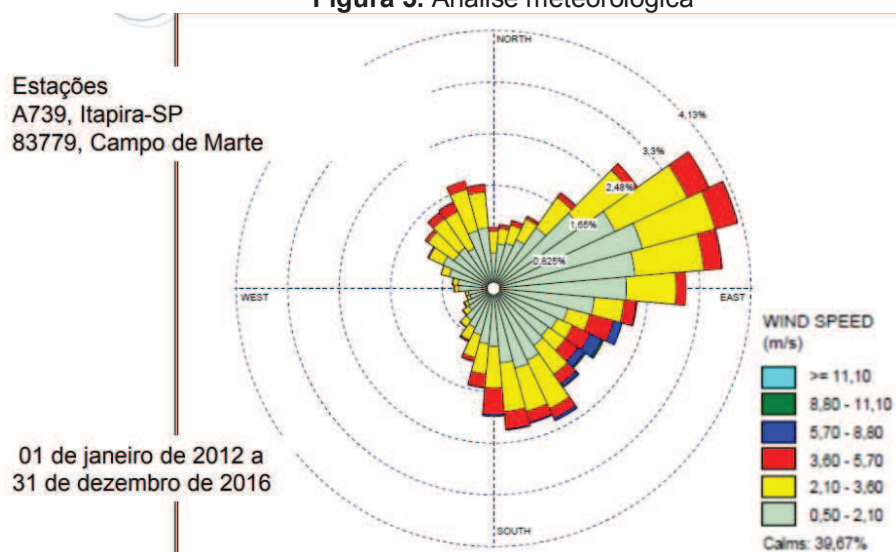
Fonte: Socorro Bebidas (2017).

Como se observa no Quadro 5 os tanques de fervura se apresentam como maiores fontes de emissão de odor, com o tanque de fervura 2 apresentando-se com maior concentração, enquanto o tanque de fervura 1 apresenta maior intensidade e tom hedônico.

Conforme se pode verificar, para cada fonte analisada foram consideradas quatro amostras, com o tempo de amostragem de 20 minutos para cada, verificando-se a concentração, intensidade e tom hedônico dos odores.

A análise meteorológica também foi realizada, estando os resultados apresentados na Figura 10.

Figura 5. Análise meteorológica



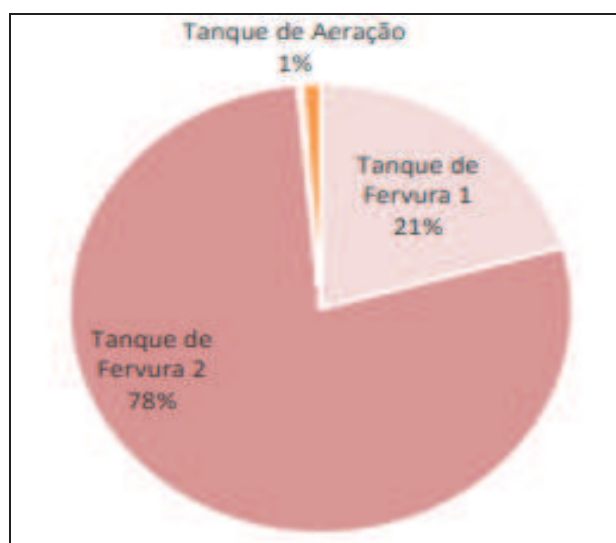
Fonte: Socorro Bebidas (2017).

A configuração das fontes de emissão de odores verificadas está apresentada na Figura 11, e seu porcentual (proporções das fontes) representado no Gráfico 1.

Figura 6. Configuração das fontes de emissão de odores refazer

Fonte	Concentração(ou _v /m ³)	Temperatura (°C)	Vazão m ³ /s	Emissão(ou _v /m ² s)	Área (m ²)	Emissão ou _v /s	Percentual
Tanque de Fervura 1	2597	77,71	3,03	-	-	7870	20,6%
Tanque de Fervura 2	5161	87,5	5,76	-	-	29739	77,9%
Exaustor do Silo	302	49,4	0,33	-	-	101	0,3%
Decantador Primário	37		-	0,39	7	3	0,0%
Tanque de Equalização	41		-	0,43	49	21	0,1%
Tanque de Aeração	39		-	0,41	1064	435	1,1%

Fonte: Socorro Bebidas (2017). (♥) (♥)

Gráfico 1. Proporção de fontes de emissão de odores

Fonte: Socorro Bebidas (2017).

Ratifica-se, portanto, o tanque de fervura 2 como principal emissor de odores. No que diz respeito às áreas vizinhas atingidas, o Quadro 6 apresenta um modelo projetado:

Quadro 6. Alcance de áreas vizinhas

	Cenário 1	Localização
1ª máxima (P098) (ou_E/m^3) - All	9,33	A 10 m limite N da empresa
1ª máxima (P098) (ou_E/m^3) - Fontes Área	9,33	A 10 m limite N da empresa
1ª máxima (P098) (ou_E/m^3) - Fontes pontuais	1,99	A 500 m limite O da empresa

Fonte: Socorro Bebidas (2017).

Diante disso, verifica-se que a empresa precisa se atentar às áreas vizinhas, tendo em vista os malefícios à saúde e incômodo que podem ser trazidos pelos odores emitidos na produção de cerveja.

7. DISCUSSÃO

A amostragem para as condições de processo da fonte foi considerada representativa. Os dados de entrada do modelo de dispersão obtidos em campo são característicos de cada fonte. Apenas para o Tanque de aeração 2 foram utilizados os mesmos dados do Tanque de aeração 1. No entanto, como a contribuição foi muito pequena (~1.1%) infere-se que essa consideração não interferiu no resultado final.

Para estimar a dispersão da pluma no entorno da indústria foi utilizado o método da Modelagem Matemática AERMOD (*AMS/EPA Regulatory Model*).

Conforme os estudos realizados para a emissão, medidas e concentrações dos odores identificou-se a presença de duas plumas:

- a primeira situada a cerca de 500 m a Oeste da fábrica;
- a segunda nas imediações ao Norte da fábrica.

A pluma de odor situada a Oeste da indústria ocorre principalmente às emissões pontuais e apresentam concentrações variando de 1 a 2 OUE/m³. Nestas concentrações a intensidade é muito fraca e o odor é levemente desagradável, indicando ser o odor levemente ofensivo. Com estas características, não ocorrem reclamações de odor advindas das habitações existentes nesta área. A Figura 12 apresenta a pluma de odor situada a Oeste.

Figura 7. Pluma de odor situada a Oeste da indústria

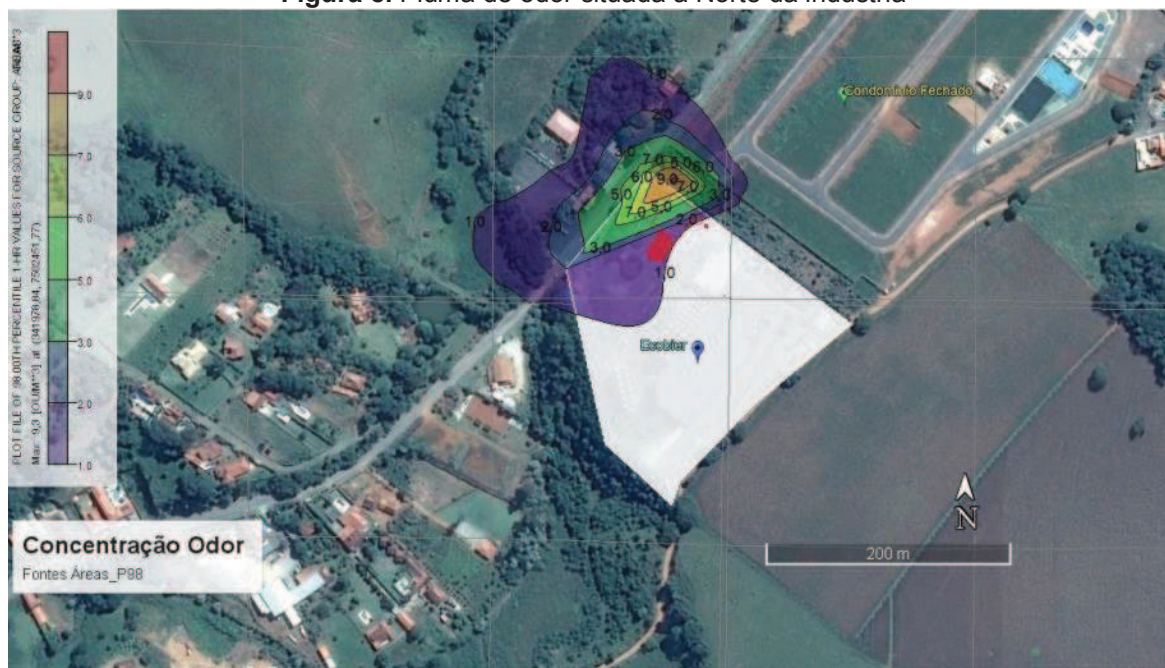


Fonte: Socorro Bebidas (2017).

Ressalta-se que apesar de ainda não haverem registros de reclamação diretamente na empresa, é possível esperar reclamações, dependendo da localização do receptor e da frequência na qual há exposição, além da susceptibilidade individual. As legislações do Reino Unido, Espanha, França, Panamá, Colômbia e outras para fábricas existentes e odores levemente ofensivos estabelecem limites iguais ou superiores a 5 OUE/m³ para estes casos. Não há necessidade de adotar-se medidas de prevenção de acordo com essa legislação.

A pluma de odor situada a Norte da indústria ocorre principalmente às emissões da ETE e apresentam concentrações variando de 1 a 9,3 OUE/m³, em uma extensão de pouco mais de 100 m entre o máximo e o mínimo. Apesar de serem odores levemente a moderadamente ofensivos, pode-se esperar reclamações nas áreas com concentrações iguais ou superiores a 5 OUE/m³ anotadas em tom de verde mais claro e laranja na Figura 13.

Figura 8. Pluma de odor situada a Norte da indústria



Fonte: Socorro Bebidas (2017).

Como a linha de 5 OUE/m³ beira o limite da propriedade mais próxima, situada do outro lado da Estrada Municipal de Pompéia e adentra uma pequena área do condomínio a Norte, é possível que ocorram reclamações nestas áreas, no entanto, até o momento não houveram reclamações.

Desta forma, a prioridade para controle do odor emitido pela SOCORRO BEBIDAS, se houver reclamação, deve ser voltado à ETE principalmente aos tanques de aeração, onde há necessidade de aplicar-se medidas preventivas quanto à emissão dos odores de acordo com o apontado no estudo de odor realizado. Porém, as outras fontes seguem sendo observadas sem serem descartadas.

Como não houve resultado que apontasse percepção de odor e seus incômodos, não foram realizadas melhorias a partir de estudo de alternativas, porém fica mantido o acompanhamento da situação e caso haja necessidade, novos estudos deverão ser realizados.

8. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

Os objetivos do trabalho foram atendidos, pois a identificação e monitoramento de odores de uma indústria cervejeira foram realizados. Através dessa pesquisa também foi possível fazer um levantamento das legislações em vigor no Brasil, apresentando um levantamento das características e condições de lançamento e liberação de emissões odoríferas na atmosfera por uma indústria cervejeira.

Para tanto, realizou-se um estudo de caso em uma cervejaria apontando possíveis fontes de poluição odoríferas e caso houvesse necessidade os métodos de prevenção e controle dessas substâncias para adequação à legislação ambiental pertinente.

Conforme demonstrado ao longo desse trabalho, ainda que a razão primeira da existência da empresa seja a obtenção de lucro, alguns aspectos relacionados à imagem da empresa com relação às preocupações ambientais têm ganhado importância recentemente e passaram a ser itens de avaliação da empresa por parte dos consumidores.

O tratamento dos resíduos gerados no processo produtivo é fator determinante para a consolidação da boa imagem da empresa e as empresas tem se preocupado em desenvolver mecanismos que visam a minimização da emissão de resíduos.

No setor cervejeiro, assim como acontece no ramo de alimentos, a emissão de odores é um tema altamente sensível que causa muitos incômodos à população e, em grande parte dos casos, prejuízos ao meio ambiente.

Conforme abordado, o processo de produção da cerveja possui muitos pontos nos quais se torna passível de emissão de odores nocivos, em função de diferentes naturezas e o seu tratamento deve ser adequado à sua identificação.

O primeiro passo para tratar uma solução de controle de emissão de odores é a identificação das fontes de odor, que, conforme demonstrado, podem

ser classificadas em fontes primárias ou secundárias e, ainda aquelas fontes de odores que não precisam ser consideradas.

Os processos que visam à mitigação precisam necessariamente avaliar cada uma dessas fontes de odor, entender a origem e os procedimentos necessários para o adequado tratamento. Adicionalmente deve ser avaliado o impacto em outras áreas, uma vez que a implementação de uma solução para mitigar uma fonte de odor pode gerar o transporte para outras partes do processo.

Portanto, qualquer solução para implementar um controle de emissão de odores, deve ser entendida de forma integrada, considerando todos os impactos que podem surgir.

Também é importante que seja realizada uma avaliação técnica das soluções que se deseja implementar a fim de que se possa ter uma correta mensuração da viabilidade da implantação.

Ao final do estudo foi possível verificar que a emissão de odores na indústria cervejeira Socorro Bebidas pode ser identificado nos tanques de fervura, no decantador primário, no tanque de equalização, no tanque de aeração 1 (Lagoa 2), no tanque de aeração 2 (lagoa 3); e silo, todavia, os tanques de fervura se mostraram como os principais emissores de odor da indústria. Entretanto, a partir da análise realizada foi possível verificar que a empresa está de acordo com as legislações ambientais no Estado de São Paulo, e não há reclamações causadas pela emissão das substâncias odoríferas para a atmosfera da vizinhança.

Para aprofundar e contribuir para a melhoria deste trabalho, recomenda-se que:

- A cada alteração operacional que ocorre no processo seja realizada avaliações das emissões de substâncias odoríferas;
- Realização de mais estudos para desenvolver métodos de avaliação de substâncias odoríferas cada vez mais eficazes, de modo que se

tornem ferramentas importantes na aplicação de diagnósticos mais realistas.

REFERÊNCIAS

ABRABE – Associação Brasileira de Bebidas. **Um brinde à vida – a história das bebidas**. ISBN 978-85-7234-497-5. 2014. 145 p.

AMBIMET. <http://www.ambimet.com.br/segmento/dispersao-atmosferica/>. Acessado em 21/06/18. 2018

CARMO JÚNIOR, G.R da R. **Otimização e Aplicação de metodologias para análises olfatométricas integradas ao saneamento ambiental**. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental). Pós-graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis 2005.

CARVALHO, C.M.de; WOLFF, D.B.; RIBEIRO, L.G.; CHIARANDA, H.L.COSTA, R.H.R.d; BEL LI FILHO, P. **Biofiltração para desodorização em reatores anaeróbios**. XXI Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2001.

CAPELLI, L.; SIRONI, S.; ROSSO, R.D; CENTOLA, P.; ROSSI, A. **Odour impact assessment in urban areas: case study of the city of Terni**. Procedia Environmental Sciences, n°4, p.151– 157, 2011.

CRITTENDEN, B., KOLACZKOWSKI, S. **Waste Minimization: A Practical Guide**. UK. 1995. 82 p. ISBN 0–85295–342–9

EKLUND, B. Practical guidance for flux chamber measurements of fugitive volatile organic emission rates. **J. Air Waste Management**. v.42, p.1583-1591, 1992

E. M. Sales, J. C. M. dos Santos, A. B. da Costa, V. N. F. Lisboa e A. M de Medeiros. **Odores provenientes de graves problemas ambientais**. XX Congresso de Brasileiro de Engenharia Química, 2014.

EUROFINS (BRASIL). **Medição de Odores**. Publicações, Portugal, 2016.

HORTON, Rachel Avery et al. Malodor as a Trigger of Stress and Negative Mood in Neighbors of Industrial Hog Operations. **American Journal of Public Health**, Washington, v. 99, n. S3, p. S610-S615, 2009.

KRUGER, R. L. **Identificação e degradação de compostos odoríferos originados no processamento de aves**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Programa de Mestrado em Engenharia de Alimentos. Universidade Integrada do Alto Uruguai e das Missões. Erechim, Rio Grande do Sul, Brasil, 2006.

LEHNINGER, A. L. (1978) In: **Biochemistry**, 2nd edition, p.797, The John Hopkins University School of Medicine, Worth Publishers, Inc. New York, NY.

LYRA, D. G. P. **Caracterização e simulação das emissões atmosféricas de uma estação de tratamento de efluentes**. 2001. 239f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal da Bahia, Salvador.

LISBOA, H.de M. PAGE, T. GUY, C. **Gestão de odores: Fundamentos do nariz eletrônico.** Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, v.14,nº1,p.9-18,jan/mar 2009.

LOPES, C, A, B, F. **Avaliação do impacto de substâncias Odoríferas geradas a partir da emissão de gases oriundos de uma indústria química,** Centro Universitário das Faculdades Associadas- UNIFAE, 2013.

MEDEIROS, A, M. **Fundamentos e Metodologias para a Avaliação do Impacto Odorante. Estudo de caso Município de Santa Catarina,** Curso de Engenharia Ambiental da Universidade do extremo Sul Catarinense- UNESC, 2011. Disponível em:

MCGINLEY, Charles M.; MAHIN, Tomas D.; POPE, Richard J. Elements of Successful Odor / Odour Laws. In: **ODORS AND VOC EMISSIONS**, 2000, Cincinnati. **Proceedings...** Alexandria: Water Environment Federation, 2000.

NICELL, JIM A. Assessment and regulation of odour impacts. Atmospheric Environment 43, 2009.

PIRES, E. Brányik, T. **Biochemistry of Beer Fermentation.** 2015. VI 80.

PORTAL BRASIL. **Brasil é o terceiro no ranking mundial de produção de cerveja.** Publicado em 04/08/2017. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2017/08/brasil-e-o-terceiro-no-ranking-de-producao-mundial-de-cerveja>. Acesso 1 fev. 2018.

P&Q ENGENHARIA JR. **Produção de cerveja: etapas, características e a química da cerveja.** Disponível em <https://peqengenhariajr.com.br/processo-de-producao-de-cerveja/>, Acessado em 04/09/2018

REINOLD, MATTHIAS R.. **Manual Prático de Cervejaria.** São Paulo. Aden Editora, 1997.

ROBBINS, L., BRILLAT, B., 2002. **Control of odors in the brewing and food processing industries.** Tech. Quarterly Master Brew. Assoc. Am. 39, 29e31.

SANTOS, M. **Cervejas e refrigerantes.** São Paulo: CETESB. 2005.

SALES, E, M. J.C. M dos Santos, A, B da Costa, Lisboa V, N, F, A, M de Medeiros. Odores Provenientes de Graves Problemas Ambientais, **Congresso Brasileiro de Engenharia Química- COBEQ**, Santa Catarina, out, 2014.

SCHIRMER, W. N. **Avaliação do desempenho de nanotubos de carbono “cup-stacked” (cscnt) na remoção de compostos orgânicos voláteis (cov) decorrentes gasosas.** Trabalho de Qualificação de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, 2007.

SCHWAB, Francisco Carlos Coelho. **Odores incômodos em emissões industriais: aspectos teóricos, práticas atuais e um estudo de caso em indústria agroquímica.**-- 2003.

SOCORRO BEBIDAS. **Apresentação de resultados.** Documento inédito. 2017

VIEIRA, MAGNUN MACIEL. **Abordagem de procedimentos legais para o controle de incômodos olfativos** [dissertação] / Magnun Maciel Vieira ; orientador, Henrique de Melo Lisboa. – Florianópolis, SC, 2013.