

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS LONDRINA
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

LARISSA DANIELLE MELO COSTA

**POTENCIAL POLUIDOR DE INDÚSTRIAS GERADORAS DE
MATERIAIS PARTICULADOS NO MUNICÍPIO DE LONDRINA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

LONDRINA
2014

LARISSA DANIELLE MELO COSTA

**POTENCIAL POLUIDOR DE INDÚSTRIAS GERADORAS DE
MATERIAIS PARTICULADOS NO MUNICÍPIO DE LONDRINA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso Superior de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Londrina, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Ambiental.

Orientadora: Prof. Dra. Joseane Debora Peruço Theodoro.

LONDRINA

2014



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Londrina
Coordenação de Engenharia Ambiental



TERMO DE APROVAÇÃO

Potencial poluidor de indústrias geradoras de materiais particulados no
município de Londrina

por

Larissa Danielle Melo Costa

Monografia apresentada no dia 05 de agosto de 2014 ao Curso Superior de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Londrina. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho _____ (aprovado, aprovado com restrições ou reprovado).

Prof. Dr. Aulus Roberto Romão Bineli
(UTFPR)

Prof. Dr. Orlando de Carvalho Junior
(UTFPR)

Profa. Dra. Joseane Debora Peruço Theodoro
(UTFPR)
Orientadora

Profa. Dra. Joseane Debora Peruço Theodoro
Responsável pelo TCC do Curso de Eng. Ambiental

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu pai, Celso da Silva Costa, por ser o melhor pai que eu poderia ter. Por me apoiar em todas estas etapas, por facilitar a minha vida da maneira que pôde, por me surpreender com palavras carinhosas em momentos que eu realmente precisava, por acreditar em mim, e por me proporcionar todas as maravilhas que eu tive e ainda tenho na minha vida.

À minha mãe, Emiliana Cristina Melo, por ser muito mais que mãe, por estar presente a hora que fosse, incluindo longas madrugadas de dúvidas, incertezas e alegrias, pelo amor incondicional, pela presença sempre necessária, pelo exemplo de força, superação e dedicação que só ela soube ensinar, pelo não julgamento das minhas decisões e acima de tudo, pelos conselhos me orientando a ser sempre uma pessoa melhor.

Às minhas irmãs, Pamyly Carolina Melo Costa e Natasha Mirella Melo Costa, que independente das diferenças, sempre prevalecerá o amor, o companheirismo e o laço de que sempre estaremos aqui, para tudo, uma pela outra. E também a Lara, minha sobrinha que está por vir, acrescentando amor e união à família.

À minha avó Conceição Maria Ferreira Melo, por simplesmente ser a melhor avó do mundo.

Ao Carlos Eduardo Fernandes, por sempre demonstrar carinho, saber os meus gostos e ser presente no meu dia-a-dia.

À Fabiane Verderesi, pela convivência dos últimos anos, pela ajuda nos períodos em que estive em casa e pelo carinho.

À minha professora e orientadora Joseane Debora Theodoro Peruço, pelos ensinamentos, paciência, e carinho demonstrado durante toda esta etapa de conclusão de curso.

Aos meus mais que queridos amigos, Fernanda Nascimento Ribeiro – amiga presente de longa data, Marcella Garcia Baldin – amiga e parceira de todas as horas, Liliana Cristina Malmegrin Puzzi – amiga que supera fronteiras, Carolyne Bueno Machado – amiga que me inspira, Ana Paula Araujo Cosso – amiga sempre disponível,

Rafaela Squizzato – amiga de cumplicidade, Jessica Lara Nunes de Souza – amiga para qualquer assunto, Cinthia Kazumi Nish (Kaua) – amiga que espero sempre ter por perto, Adriano Vinícius Scalco – amigo de conversas, Larissa Pivetta Fernandes – amiga desde o começo, Monielen Monara Bettio – amiga de convivência, Leonardo Moraes Parellada – amigo de crescimento pessoal, Fernanda Cesar Fumes – amiga de amadurecimento, Ricardo Bispo Razaboni Júnior – querido cunhadinho, Mailton Leite Patta – querido mala. A estes tantos amigos, muito obrigado por terem sido mais que amigos, por terem sido como uma família, estando presentes nas mais diversas situações, sendo excepcionais na tarefa que é dada à um amigo, a tarefa de cuidar, amar, prezar, acolher e compartilhar momentos inesquecíveis.

E por fim, mas não por último, agradeço a Deus por sempre me orientar, seja na dificuldade ou na alegria, por cuidar de mim e de toda minha família, e por ter colocado todas estas pessoas incríveis em minha vida, pessoas estas que influenciam em cada característica que me faz ser quem sou, e me aceitam como sou.

“Para ver muita coisa é preciso antes despregar os olhos de si mesmo.”
(Friedrich Nietzsche)

RESUMO

COSTA, Larissa Danielle Melo. **Potencial poluidor de indústrias geradoras de materiais particulados no município de Londrina**. 2014. 78 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental). – Curso de Engenharia Ambiental – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2014.

O desenvolvimento tecnológico somado ao elevado consumo de matérias-primas e energia apontam para a necessidade do estudo dos poluentes atmosféricos emitidos pelos processos industriais. Com o objetivo de determinar as potenciais atividades industriais geradoras de poluentes atmosféricos no município de Londrina e os efeitos do MPA (material particulado atmosférico) emitidos sobre o meio ambiente, o presente trabalho utilizou dados fornecidos pelo Ministério do Trabalho e Emprego para identificar e quantificar as indústrias potencialmente poluidoras do município, e assim caracterizar os processos de produção e as etapas de gerações de poluentes atmosféricos da indústria de alimentos, bebidas e álcool etílico, relacionando os efeitos do MPA emitido sobre o meio ambiente característico do município com os dados climatológicos fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia. Constatou-se que o setor de produção de alimentos e bebidas possui 506 estabelecimentos localizados e concentrados nas regiões periféricas do município, sendo que os processos que envolvem maiores emissões de MPA na atmosfera são o de beneficiamento e o de elaboração do produto. Os principais fatores de dispersão e intensificação do MPA pela região são: pelo vento, pela quantidade de precipitação, pela umidade relativa do ar e pela intensidade solar, sendo que a partir destes quatro fatores, a estação sazonal que poderia acarretar maior prejuízo ao meio ambiente é a primavera, e que poderia acarretar menor prejuízo é o inverno. Os potenciais efeitos inferidos sobre o meio ambiente são: infertilidade do solo, inibição do desenvolvimento da vegetação, descaracterização da qualidade das bacias hidrográficas, e desenvolvimento de doenças respiratórias, cardiovasculares e neurológicas sobre a população.

Palavras-chave: Potencial Poluidor Industrial. Geração de Materiais Particulados Atmosféricos. Efeitos Materiais Particulados Atmosféricos.

ABSTRACT

COSTA, Larissa Danielle Melo. **Pollution potential industries that generate particulate matter in Londrina**. 2014. p. 78. Completion of course thesis (Bachelor of Environmental Engineering). - Environmental Engineering - Federal Technological University of Paraná, Londrina, 2014.

The technological development added up with the high consumption of raw materials and energy shows us the importance of studying atmospheric pollutants emitted by industrial processes. In order to determine the potential sources of air pollutants among the industries of Londrina and the effects of APM (atmospheric particulate matter) on the environment, the following study used data provided by the Ministry of Labor to identify and quantify the potentially polluting industries in the municipality, and thus characterize the production and generating processes of air pollutants in the food , beverages and ethyl alcohol industries, relating the effects of APM emitted on the peculiar environment of the municipality with the climatological data supplied by the National Institute of Meteorology. It was found that the production sector of food and drink has 506 establishments located and concentrated in the suburbs of the city, and the processes involving higher emissions of APM in the atmosphere are the ones of processing and preparing the product. The main factors of dispersal and intensification of MPA by region are: the wind, the amount of rainfall, the relative humidity and the solar intensity, and from these four factors to the season which could lead to greater damage to the environment is spring, and could entail minor injury is winter. The inferred potential effects on the environment are: soil infertility, inhibiting vegetation growth, characterization of the quality of the watershed, and development of respiratory, blood circulation and neurological diseases on the population.

Keywords: Pollution Potential Industries. Generate Atmospheric Particulate Matter. Effect of Atmospheric Particulate Matter.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Condição desfavorável de dispersão de poluente: Inversão Térmica.	23
Figura 2 – Localização do município de Londrina.	37
Figura 3 – Gráfico de distribuição percentual das atividades industriais em Londrina-PR.	42
Figura 4 – Localização das indústrias no município de Londrina – PR.	43
Figura 5 – Fluxograma de processo de produção.	44
Figura 6 – Fluxograma de processo de produção de alimentos.....	46
Figura 7 – Fluxograma de processo de produção de bebidas.....	47
Figura 8 – Fluxograma de processo de produção de álcool etílico.	48
Figura 9 – Fluxograma de processo de produção: etapa beneficiamento.	49
Figura 10 – Fluxograma de processo de produção: etapa conservação.....	50
Figura 11 – Fluxograma de processo de produção: etapa armazenamento.	53
Figura 12 – Fluxograma de processo de produção alimentícia: etapa elaboração.	56
Figura 13 – Fluxograma de processo de produção de bebidas: etapa elaboração.	57
Figura 14 – Fluxograma de processo de produção de álcool etílico: etapa elaboração.	58
Figura 15 – Gráfico de distribuição sazonal da velocidade do vento em Londrina-PR... ..	60
Figura 16 – Gráfico de distribuição sazonal da insolação média em Londrina-PR.....	61
Figura 17 – Gráfico de distribuição sazonal da precipitação em Londrina-PR.	62
Figura 18 – Gráfico de distribuição sazonal da umidade relativa em Londrina-PR.	63
Figura 19 – Característica do solo em Londrina – PR.....	64
Figura 20 – Característica da vegetação em Londrina – PR.....	66
Figura 21 – Característica da hidrografia em Londrina – PR.	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Padrões Nacionais da Qualidade do Ar.....	32
Tabela 2 – Qualidade do Ar.....	34
Tabela 3 – Indústrias em Londrina – PR.....	41

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	14
2.1 OBJETIVO GERAL	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
3.1 INDUSTRIALIZAÇÃO.....	15
3.2 A ATMOSFERA.....	16
3.3 POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA.....	17
3.3.1 Fontes de Emissão de Material Particulado	18
3.3.2 Aspectos e Impactos Ambientais	20
3.3.2.1 <i>Efeitos sobre a Cobertura Vegetal</i>	20
3.3.2.2 <i>Efeitos sobre a Atmosfera</i>	21
3.3.2.3 <i>Efeitos sobre a Água e o Solo</i>	24
3.3.2.4 <i>Efeitos sobre a Saúde</i>	24
3.3.2.5 <i>Efeitos sobre a Economia</i>	26
3.4 MATERIAL PARTICULADO	27
3.5 LEGISLAÇÕES VIGENTES	28
3.7 ÍNDICE DE QUALIDADE DO AR (IQA _r).....	30
4 MATERIAISEMÉTODOS	36
4.1 TIPO DE ESTUDO	36
4.2 POPULAÇÃO E Local de Estudo	36
4.3 VARIÁVEIS DE ESTUDO.....	38
4.4 COLETA E ANÁLISE DOS DADOS	39
5 RESULTADOSE DISCUSSÕES	41
5.1 CARACTERIZAÇÃO INDUSTRIAL DO MUNICÍPIO	41
5.1.1 Quantificação Industrial	41
5.1.2 Mapeamento das Indústrias	43
5.2 PROCESSOS DE PRODUÇÃO	44
5.2.1 Processo de beneficiamento	49

5.2.2 Processo de conservação	50
5.2.2.1 Método físico	51
5.2.2.2 Método químico.....	52
5.2.2.3 Irradiação	53
5.2.3 Processo de armazenamento.....	53
5.2.3.1 Temperatura Ambiente.....	54
5.2.3.1 Refrigeração.....	54
5.2.3.3 Atmosfera modificada.....	55
5.2.4 Processo de elaboração.....	55
5.2.4.1 Processo de elaboração: indústria alimentícia	55
5.2.4.2 Processo de elaboração: indústria de bebidas.....	57
5.2.4.3 Processo de elaboração: indústria de álcool etílico.....	58
5.3 DANOS AMBIENTAIS: MPA	59
5.3.1 Dispersão do MPA sobre o meio ambiente	59
5.3.2 Interação do MPA sobre o solo	64
5.3.3 Interação do MPA sobre a vegetação	65
5.3.4 Interação do MPA sobre a hidrografia	67
6 CONCLUSÃO	69
REFERÊNCIAS.....	71

1 INTRODUÇÃO

Com o crescimento populacional e o desenvolvimento tecnológico a partir da Revolução Industrial nos séculos XVIII e XIX, a economia mundial passou a elevar o consumo das matérias-primas e de energia, intensificando o impacto do homem sobre a natureza, uma vez que os recursos naturais passaram a ser caracterizados como recursos finitos (CHIOCHETTA; HATAKEYAMA; LEITE, 2004).

As intensificações desse desenvolvimento econômico e de produção agregaram uma preocupação que transcende à problemática ambiental, englobando os riscos à saúde pública. A poluição do ar está relacionada à poluição do solo e dos recursos hídricos, pois os materiais particulados podem ser carregados até eles através das precipitações pluviais. Estudos epidemiológicos indicam que os materiais particulados estão diretamente relacionados às doenças respiratórias, cardiovasculares e o câncer (MIRANDA; BAPTISTA, 2008; CANÇADO et al. 2006).

Assim, a problemática ambiental decorrente da poluição atmosférica torna-se uma preocupação global, a qual, associada à conscientização ambiental e social impulsiona a ideia atual de desenvolvimento sustentável. “A sustentabilidade no tempo das civilizações humanas vai depender da sua capacidade de se submeter aos preceitos de prudência ecológica e de fazer um bom uso da natureza” (VEIGA, 1948 p. 10).

Tendo em vista a importância do monitoramento da qualidade do ar para alcançar padrões satisfatórios da emissão de material particulado e minimizar os efeitos da industrialização na poluição atmosférica, uma vez que seus resultados permitem não apenas o monitoramento sistemático da qualidade do ar, mas também a elaboração de diagnósticos (JACOMINO et al., 2009), no Brasil, a Resolução 03/90 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) estabelece os níveis máximos de cada material particulado emitido na atmosfera.

No estado do Paraná, a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA) é o órgão oficial de proteção ambiental, que segue os padrões estabelecidos pelo CONAMA, como a determinação da concentração de partículas

totais em suspensão (PTS), partículas inaláveis (PM_{10}), dióxido de enxofre (SO_2), monóxido de carbono (CO), ozônio (O_3) e nitrogênio (NO_x) (BRASIL, 1990).

A busca da relação existente entre os fatores de origem antrópica e a quantidade de material particulado gerado pelas indústrias (MILANO; DALCIN, 2000) no município de Londrina, podem auxiliar no diagnóstico ambiental na qual vivem os habitantes do município, uma vez que o município possui grande pólo industrial, sendo que suas atividades variam desde cooperativas de grãos, fabricantes de embalagens, fábricas de biscoitos, chocolates e café até produção de elevadores.

Visto que o número de indústrias no município tende a crescer (LONDRINA, 2012), agravando assim a influência das atividades industriais sobre o meio ambiente e à população, como também intensificando os impactos sobre estes, é de extrema importância compreender as variáveis e os aspectos que influenciam significativamente nos processos industriais, bem como os possíveis impactos advindos destes. Portanto, este trabalho é precursor no estudo da qualidade do ar em Londrina, visando fornecer embasamento teórico atualizado para as futuras análises realizadas no município.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Determinar as potenciais atividades industriais geradoras de poluentes atmosféricos do município de Londrina - PR e os efeitos sobre o meio ambiente a partir da análise dos principais processos industriais com foco na geração de material particulado.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- i) Identificar as principais indústrias poluidoras de Londrina-PR e quantificá-las;
- ii) Identificar através do levantamento das atividades de produção destas indústrias as etapas de geração de poluentes atmosféricos;
- iii) Descrever o efeito do material particulado sobre o meio ambiente, a partir de referencial teórico atualizado a cerca da temática.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 INDUSTRIALIZAÇÃO

A industrialização no Brasil teve início em 1827 a partir da fundação da SAIN (Sociedade Auxiliadora da Indústria Nacional) com o objetivo de desenvolver a indústria brasileira. O crescimento de fato das indústrias no país só se concretizou em meio à Primeira Guerra Mundial, devido à crise europeia, e posteriormente possibilitou o desenvolvimento de outros setores com a exportação do café como geradora de recursos para o incentivo destas (CHIOCHETTA; HATAKEYAMA; LEITE, 2004).

No decorrer dos anos até a atualidade, a indústria brasileira passou por altos e baixos, sendo influenciada pelas crises do mercado exterior. Entretanto, o seu crescimento prevalece, caracterizando constante desenvolvimento na produção, tecnologia e processos industriais, visando o desenvolvimento sustentável (IBGE, 2012).

Devido ao desenvolvimento sustentável e a preocupação com os recursos naturais, as indústrias necessitam se adaptar às legislações vigentes do país, a fim de manter a qualidade ambiental e se manter no mercado capitalista, a onde os clientes exigem uma conscientização ambiental em toda a cadeia produtiva (GUARIDO; MACHADO-DA-SILVA, 2001).

De acordo com Arantes (2003), os impactos ambientais nas áreas urbanas estão relacionados e potencializados pela falta de infraestrutura básica durante a formação e o crescimento das cidades.

Segundo a Associação Comercial e Industrial de Londrina, (LONDRINA, 2014a), haviam 1774 indústrias estabelecidas no município de Londrina até o ano de 2010, dentre estas, destacando-se as 240 indústrias relacionadas à fabricação de produtos alimentícios, que tem como característica emitir ao meio ambiente grande concentração de material particulado (EVANGELISTA, 2008).

3.2 A ATMOSFERA

A atmosfera é denominada como a camada de gases que envolvem a Terra e que se estende até a altitude de 9.600 Km, sendo constituída principalmente de nitrogênio (aproximadamente 78%) e oxigênio (aproximadamente 21%). Sua composição depende basicamente da altitude acima da superfície, sendo que metade da massa atmosférica está contida dentro da altitude de 5 Km e 99% da outra metade está contida dentro da altitude de 30 Km (LIMA, 2007).

Constituída por quatro camadas: troposfera, estratosfera, mesosfera e termosfera, a atmosfera é provavelmente o mais importante caminho para o transporte a longa distância e diluição de poluentes e material particulado, apontando para uma melhor compreensão da relação entre os organismos vivos e o meio ambiente, os chamados ciclos biogeoquímicos (PRESTON, 1992; GÉLINAS; LUCOTTE; SCHMIT, 2000).

A troposfera é a camada de ar mais afetada pelas atividades de desenvolvimento humano, as atividades antrópicas. Esta camada está situada cerca de 12 Km acima da crosta terrestre e é composta basicamente por: oxigênio com 20,95%, nitrogênio, 78,0%, argônio, 0,93%, dióxido de carbono, 0,0345% (NEVES, 2005).

Além dos componentes materiais anteriores, existem outros de origem antrópica, como os CFCs (clorofluorcarbonos) cuja concentração pode apresentar modificações na composição da troposfera e alterar as características químicas da atmosfera, resultando em alterações climáticas e ambientais como chuva ácida, aumento no buraco da camada de ozônio, inversão térmica, entre outros fatores ambientais (NEVES, 2005).

As alterações na atmosfera influenciam toda a forma de vida na Terra, seja no homem, nos animais e na vegetação, pois os seres vivos necessitam do ar para desenvolverem suas funções vitais, comunicação, transporte, combustão e processos industriais (LIMA, 2007).

A atmosfera recebe agentes contaminantes de processos naturais, como vulcanismo e incêndio de grandes proporções, entretanto, processos naturais na

atmosfera e na biosfera reduzem e removem os poluentes através da diluição, precipitação, filtração e reações químicas (MILANO; DALCIN, 2000).

O uso indiscriminado do recurso ar para as atividades produtivas, principalmente em áreas geográficas limitadas resulta na poluição atmosférica(LIMA, 2007).

3.3 POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

A situação do meio ambiente global está inserida no cotidiano dos cidadãos. O aquecimento global, a escassez dos recursos naturais, está diretamente relacionado com a poluição atmosférica, que afeta, cada vez mais a vida e a saúde dos seres humanos (ALMANÇA et al., 2010).

A poluição atmosférica pode ser definida como a presença de substâncias na atmosfera em concentrações suficientes para interferir direta ou indiretamente na saúde, segurança e bem estar dos seres vivos, que são resultantes da atividade de fábricas, veículos ou de processos naturais, como, por exemplo, vulcões (CANÇADO et al., 2006).

Considera-se poluente atmosférico qualquer forma de matéria sólida, líquida ou gasosa, podendo tornar a atmosfera poluída. A variedade de substâncias que podem estar presentes na atmosfera é muito grande, dificultando a tarefa de estabelecer uma classificação, uma vez que é desencadeado um processo de dispersão destes poluentes, que pode ser agravado dependendo das condições meteorológicas, dos seus respectivos níveis de concentração e das fontes de poluição(LIMA, 2007; LYRA, 2008).

As fontes de poluição do ar são: a queima de biomassa e erupções vulcânicas, sendo a primeira uma das importantes fontes antropogênicas de poluição atmosférica, englobando a queima de combustíveis fósseis nos motores à combustão nas indústrias siderúrgicas, nos veículos automotivos e nos processos de produtos químicos (CANÇADO et al., 2006). Os mesmos autores relatam que os estudos e análises do

impacto dos poluentes atmosféricos sobre o meio ambiente e os danos à saúde só ocorrem diante de eventos que interferiram no bem social, adotando a partir de então limites máximos tolerados, a partir dos quais, a população exposta não sofreria danos à saúde.

A emissão de poluentes na atmosfera por fontes naturais e atividades humanas ocorre de forma contínua através da condensação de vapores e reação química de gases. Já a remoção dos poluentes ocorre por fenômenos naturais como a chuva, granizo, neblina e cerração. A chuva e o granizo agem como uma forma de lavagem do ar atmosférico quando partículas dispersas no ar podem ser coletadas por impactação nas gotas de chuva ou pedras de granizo. A neblina e a cerração podem também levar à limpeza do ar, quando promovem a aglomeração de partículas dispersas favorecendo a sedimentação das partículas poluentes (LIMA, 2007).

Os processos de dispersão dos poluentes na atmosfera desempenham papel fundamental, pois permitem a “renovação” do ar no ambiente, tornando a concentração dos poluentes provenientes das fontes naturais ou antropogênicas a nível aceitável para a vida humana (BARBON; GOMES, 2010).

Quando as atividades humanas superam a capacidade dos processos naturais de remover ou reduzir os contaminantes, a poluição do ar se torna uma problemática (MILANO; DALCIN, 2000), já que altas quantidades de material particulado e quaisquer outros poluentes interferem em todo o ciclo biogeoquímico.

3.3.1 Fontes de Emissão de Material Particulado

O conhecimento quantitativo dos níveis dos poluentes presentes na atmosfera é fator fundamental para a compreensão de seus efeitos sobre o meio ambiente. Para tanto, o controle das emissões de poluentes, o gerenciamento urbano e as autorizações para a implantação de novas fontes poluidoras são baseados, muitas vezes, em informações sobre a qualidade do ar (TRESMONDI et al., 2008).

A emissão de poluentes atmosféricos é gerada a partir de fontes naturais: provenientes dos vulcões, solo, vegetação, e fontes antrópicas: queima de combustíveis fósseis para geração de energia, uso de veículos, queima de biomassa (TRESMONDI et al., 2008).

As principais fontes naturais de emissão de partículas são: o solo; *spray* proveniente do mar e vulcões; partículas de origem vegetal como, por exemplo, o *pólen* das plantas, em concentração muito menor que as emitidas pelas demais fontes (SEINFELD; PADIS, 1998).

As principais fontes antropogênicas emitem partículas a partir de carros, aviões, indústrias, entre outros. Reagem física e quimicamente na atmosfera, convertendo-se a substâncias danosas ao meio ambiente (LYRA, 2008).

As regiões metropolitanas, geralmente apresentam forte atividade industrial e uma grande frota de veículos. Segundo LEVINE et al. (1995), a queima de biomassa tem aumentado significativamente nos últimos 100 anos, devido às atividades industriais. A prática de queima de biomassa é intensamente difundida e o efeito imediato é a produção e a liberação na atmosfera de gases e partículas resultantes da combustão, como:

- Dióxido de carbono e metano – gases de efeito estufa;
- Monóxido de carbono, metano e hidrocarbonetos – gases quimicamente ativos que afetam a capacidade de oxidação da atmosfera e levam à produção fotoquímica do ozônio troposférico;
- Cloreto de metila – fonte de cloro na atmosfera e que pode levar à destruição do ozônio estratosférico, e brometo de metila;
- Partículas que afetam a radiação solar e o clima.

3.3.2 Aspectos e Impactos Ambientais

Dentre os maiores problemas causados pelo modelo de desenvolvimento industrial brasileiro está a poluição do ar, da água e do solo, principalmente nos centros urbanos, agravando a qualidade de vida e da saúde da população (LIMA, 2007).

3.3.2.1 Efeitos sobre a Cobertura Vegetal

Com o passar do tempo, os efeitos dos poluentes sobre a cobertura vegetal, denominados fitotóxicos e suas interações podem resultar em eliminação de espécies sensíveis, redução na diversidade, remoção seletiva das espécies dominantes, diminuição do crescimento e da biomassa e aumento da suscetibilidade ao ataque de pragas e doenças. Os efeitos podem ser agudos, danosos e causados pela ação de uma grande concentração de poluente em curto espaço de tempo, ou crônicos, quando a planta tem contato com uma pequena quantidade do elemento em um longo período (CETESB, 2013a).

As plantas podem ser afetadas pelos poluentes atmosféricos através dos seguintes mecanismos (CETESB, 2013a; LIMA, 2007):

- A deposição de particulados sobre as folhas interceptando a luz que atinge a superfície foliar, diminuindo a penetração da luz por sedimentação de partículas nas folhas ou por interferência de partículas em suspensão, reduzindo assim a fotossíntese;
- Deposição de resíduos nas folhas podendo dar origem a um filme impermeável sobre a superfície, prejudicando todos os processos que envolvam trocas gasosas;
- Penetração dos poluentes pelos estômatos das plantas (pequenos poros na superfície das plantas, geralmente na face inferior das folhas);

- A sedimentação de partículas no solo inibindo o desenvolvimento da vegetação, a depleção de nutrientes no solo, a deterioração de florestas e a alteração do ecossistema.

Os mesmos autores destacam ainda que qualquer que seja a forma pela qual uma planta tenha sido afetada, o efeito poderá ser visível ou não. Os sintomas de danos visíveis sobre as folhas das plantas, atribuídas à poluição do ar, podem ser consideradas em três categorias gerais:

- Colapso do tecido foliar;
- Clorose ou outras alterações da cor normal das folhas;
- Alterações no crescimento e produção das plantas importantes não só para a agricultura como também para a floricultura.

3.3.2.2 *Efeitos sobre a Atmosfera*

A concentração de poluentes está relacionada às condições meteorológicas, em que a alta porcentagem de calmaria, ventos fracos e inversões térmicas à baixa altitude favorecem altos índices de poluição (CETESB, 2013b).

A variedade dos efeitos causados por estes poluentes na atmosfera é bastante elevada, podendo modificar as características físicas e químicas da atmosfera e gerar impactos locais, regionais e globais sobre o meio ambiente, interferindo na qualidade do ecossistema e da população (RESENDE, 2007).

- Aquecimento Global:

O clima é afetado pela poluição do ar. O aumento da temperatura do planeta é consequência das ações humanas provenientes da industrialização. Com a combustão incompleta de combustíveis fósseis, devido normalmente à escassez de oxigênio, são liberados no ar grandes volumes de monóxido de carbono (CO) e dióxido de carbono (CO₂), os quais, em condições naturais, fazem com que a temperatura do planeta seja adequada para a manutenção da vida, porém, quando em excesso, o CO₂ tem como

característica reter calor, aumentando assim a temperatura do planeta, contribuindo para a elevação do nível do mar e alteração dos ecossistemas terrestres (GREENPEACE, 2008; SILVA; MENDES, 2006).

- Efeito SMOG:

O efeito SMOG tem origem quando há a condensação de vapor d'água, no entanto, em associação com a poeira, fumaça e outros poluentes (como o MPA), tornam o ar atmosférico com aspecto acinzentado. É muito comum a ocorrência desse fenômeno nas grandes cidades e metrópoles, sobretudo nos dias frios de inverno, quando ocorrem associados à presença de uma inversão térmica (MIRANDA; BAPTISTA, 2008).

- Buraco na Camada de Ozônio:

O ozônio é um oxidante fotoquímico formado na atmosfera devido a reações químicas envolvendo poluentes orgânicos, óxidos de nitrogênio, oxigênio e luz solar. É uma substância gasosa, simples e incolor, presente no ar que respiramos. A ocorrência do ozônio pode ser considerada “boa” ou “ruim”. O ozônio bom encontra-se e forma-se na estratosfera, a uma altitude entre os 15 a 50 Km acima da superfície da Terra, e constitui a Camada de Ozônio, a onde o ozônio é um constituinte natural, desempenhando um papel fundamental para a existência de vida na Terra, pois constitui um filtro aos raios ultravioletas provenientes do Sol. Quando encontrado próximo à crosta terrestre, este é caracterizado como ruim, pois o ozônio troposférico (O_3), formado na atmosfera em resultado da atividade fotoquímica, presente ao nível do solo é considerado poluente (MIRANDA; BAPTISTA, 2008; SILVA; MENDES, 2006).

- Inversão Térmica:

São fenômenos meteorológicos que ocorrem durante todo o ano, sendo que, no inverno elas são menos intensas, principalmente no período noturno. Em um ambiente com um grande número de indústrias e de circulação de veículos, como o das cidades, a inversão térmica pode levar a altas concentrações de poluentes, podendo ocasionar problemas de saúde (CETESB, 2006).

As inversões térmicas podem ser diferenciadas em dois: são as de irradiação e as de subsidiência. A por irradiação acontece quando o solo esfria por irradiação durante a noite. A presença destas inversões noturnas por irradiação impede a dispersão de poluentes nas cidades. A de subsidiência ocorre quando há a existência do processo de afundamento e compressão da massa de ar. Quanto maior for a convergência de massa e altitude, maior o movimento de afundamento, havendo consequentemente maior grau de compressão da atmosfera e maior aumento de temperatura (DERISIO, 1992).

Nos primeiros 10 Km da atmosfera, como mostra a Figura 1, normalmente, o ar vai se resfriando a medida que se distancia da superfície da terra. Assim o ar mais próximo à superfície, que é mais quente, portanto mais leve, pode ascender, favorecendo a dispersão dos poluentes emitidos pelas fontes (CETESB, 2006).

Desta forma, a inversão térmica é uma condição meteorológica que ocorre quando uma camada de ar quente se sobrepõe a uma camada de ar frio, impedindo o movimento ascendente do ar, uma vez que, o ar abaixo dessa camada fica mais frio, portanto, mais pesado, fazendo com que os poluentes se mantenham próximos da superfície (CETESB, 2006).

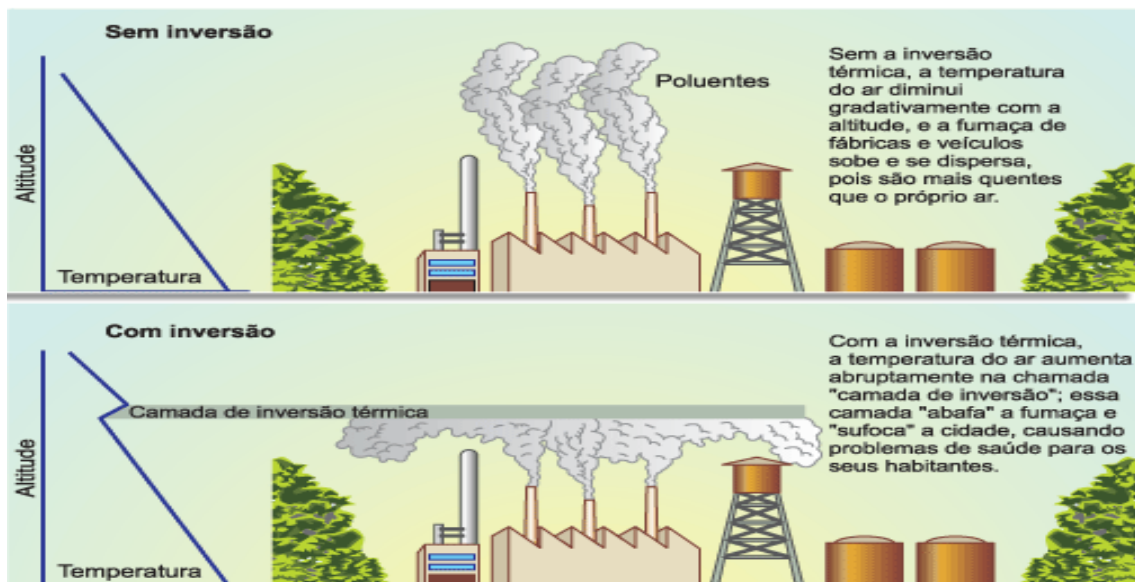


Figura 1 – Condição desfavorável de dispersão de poluente: Inversão Térmica.
 Fonte: FELTRE, 1996.

3.3.2.3 Efeitos sobre a Água e o Solo

A chuva ácida é a principal consequência da poluição atmosférica sobre a água e o solo. Este fenômeno refere-se à precipitação mais ácida que a chuva natural, aquela não poluída, devido à presença de dióxido de carbono atmosférico dissolvido emitidos pela poluição atmosférica, formando o ácido carbônico (H_2CO_3), que em seguida ioniza-se parcialmente liberando íon hidrogênio, reduzindo o pH do sistema. Devido a essa fonte de acidez, o pH da chuva natural é cerca de 5,6, ou seja, quando a chuva apresenta pH inferior a este é caracterizada como chuva ácida (BAIRD, 2002).

Os dois ácidos predominantes na chuva ácida são o ácido sulfúrico (H_2SO_4) e o ácido nítrico (NHO_3), os quais são gerados durante o transporte de massa de ar que contem poluentes, e são transportados pelo vento em locais distantes da fonte dos poluentes primários (BAIRD, 2002). Este processo acarreta na acidificação do solo e das águas superficiais, alterando a disponibilidade de nutrientes nas águas costeiras e bacias, bem como no próprio solo (SILVA; MENDES, 2006).

A chuva ácida ao precipitar em forma de chuva, névoa, neve ou deposição seca de partículas sobre o solo e a água, acidifica estes ao baixar o pH, deixando-os contaminados, inibindo o desenvolvimento da vegetação no solo e a fonte de nutrientes para o fitoplâncton e zooplâncton aquático, levando a mortandade de espécies aquáticas, a não potabilidade da água e a desestruturação química e não fertilidades dos solos (BAIRD, 2002; SILVA; MENDES, 2006).

3.3.2.4 Efeitos sobre a Saúde

As concentrações de poluentes atmosféricos encontradas em grandes cidades acarretam afecções agudas e crônicas no trato respiratório. A maior incidência de patologias, como asma e bronquite, está associada com as variações das concentrações de vários poluentes atmosféricos (BRAGA; PEREIRA; SALDIVA, 2002).

Entretanto, mesmo em condições de exposição em baixas concentrações, porém em períodos prolongados, elevam o risco à saúde podendo levar à morte (SILVA; MENDES, 2006).

A mortalidade por patologias do sistema respiratório apresenta uma forte associação com a poluição atmosférica. As populações mais vulneráveis são as crianças, idosos e aquelas que apresentam doenças respiratórias. O material particulado inalável, com dimensão inferior a 10 μm e mais recentemente 2,5 μm , é apontado como o poluente mais frequentemente relacionado com danos respiratórios (BRAGA; PEREIRA; SALDIVA, 2002).

Há sinais, cada vez mais evidentes, de que os padrões de qualidade do ar são inadequados para a proteção da população mais susceptível à poluição atmosférica, uma vez que as concentrações de poluentes abaixo dos padrões de qualidade do ar também afetam a saúde da população (BRAGA; PEREIRA; SALDIVA, 2002).

A problemática do Monóxido de Carbono está relacionada à afinidade do CO com a hemoglobina, pois o CO forma um complexo mais estável, a carboxihemoglobina, em vez da oxihemoglobina, reduzindo a quantidade de O_2 aos vários órgãos do corpo, provocando então a morte das células por asfixia (SILVA; MENDES, 2006).

Já o O_3 e os MPAs, podem irritar os pulmões e causar inflamação permanente. Outros sintomas incluem tosse, respiração dolorosa e dificuldades da prática de exercício ao ar livre (SILVA; MENDES, 2006).

Segundo SALDIVA (2002), através de análise de estudos realizados em diversos centros urbanos, pode-se concluir que:

- As concentrações de poluentes atmosféricos encontradas em grandes cidades acarretam afecções agudas e crônicas no trato respiratório, mesmo em concentrações abaixo do padrão de qualidade do ar. A maior incidência de patologias, tais como asma e bronquite, está associada com as variações das concentrações de vários poluentes atmosféricos;
- A mortalidade por patologias do sistema respiratório apresenta uma forte associação com a poluição atmosférica;

- O material particulado inalável, com dimensão inferior a 10 μm e mais recentemente 2,5 μm , é apontado como o poluente mais frequentemente relacionado com danos à saúde;
- A mortalidade por doenças cardiovasculares também tem sido relacionada à poluição atmosférica urbana, sendo novamente o material particulado inalável, o poluente frequentemente associado.

3.3.2.5 Efeitos sobre a Economia

É complexo estabelecer o custo dos efeitos provocados pela poluição do ar, principalmente porque os bens e serviços ambientais, como o ar, não estão sujeitos às leis de Mercado. Duas razões explicam esta complexidade, a primeira é que os bens e serviços ambientais eram considerados bens livres, ou seja, inexauríveis. A outra é que não é possível, em muitos casos, estabelecer direitos de propriedade sobre os bens ambientais (DERISIO, 1992). Por isto, atualmente, existem ramos da economia que estudam especificamente a relação meio ambiente e capital, como por exemplo, a Economia Ecológica. Essa área trata os recursos ambientais como bens complementares, pois, segundo ela, só haverá capital e mão de obra se houver o respeito à capacidade de carga do meio ambiente (GOMES; KUAWAHARA, 2008).

Desta forma, o valor econômico de um recurso ambiental é determinado pela soma dos seus atributos, atributos estes relacionados com o uso do recurso ambiental, o seu não-uso ou à sua existência (SEROA DA MOTTA, 1998).

Os métodos de valoração dos recursos ambientais mais usuais são: o método da função de produção e da função de demanda. O método da função de produção inclui o método da produtividade marginal e do mercado de bens substitutos, relacionando com os custos de reposição, de gastos evitados e de custos de controle. O método da função de demanda corresponde ao método dos bens complementares, representado pelo método dos preços hedônicos e do custo de viagem e pelo método

da valoração contingente (GOMES; KUAWAHARA, 2008).

3.4 MATERIAL PARTICULADO

A atmosfera é composta de nitrogênio e oxigênio majoritariamente que, juntos, correspondem a aproximadamente 99% da sua composição. Os componentes presentes em menor escala são gases, como o monóxido de carbono (CO), o dióxido de enxofre (SO₂), o óxido de nitrogênio (NO_x) e o material particulado atmosférico (MPA). Mesmo como componentes minoritários, possuem um papel importante na modificação das propriedades químicas e físicas da atmosfera. O MPA, por exemplo, pode afetar a visibilidade, a saúde humana, mobilizar macro nutriente em larga escala e é capaz de atuar como núcleo de condensação de nuvens na presença de supersaturação de vapor d'água (OLIVEIRA; CARDOSO; ANGÉLICA, 2013; SALLES; PIUZANA, 2006).

O material particulado é uma mistura de partículas líquidas e sólidas com diferentes propriedades físicas e químicas em suspensão no ar. Os diferentes tamanhos de MPA geralmente estão relacionados com fontes distintas e apresentam uma composição química diversificada. Os processos químicos que ocorrem na atmosfera e processos de combustão favorecem a formação de particulados mais finos do MPA. As partículas podem ser divididas em dois grupos: 1 - PTS (Partículas Totais em Suspensão), que possuem diâmetro entre 10mm e 100mm, oriundas da combustão descontrolada, movimentação do solo ou outros minerais da crosta terrestre, podendo conter silício, esporos e materiais orgânicos; 2 - Partículas Inaláveis (PI), que possuem menos de 10mm de diâmetro, derivadas da queima dos combustíveis usados nas indústrias e veículos automotores, podendo ser formadas por carbono, chumbo, vanádio, bromo e outros óxidos (SALLES; PIUZANA, 2006).

Algumas Partículas são consideradas de origem primária, pois são emitidas diretamente para a atmosfera, sendo as principais fontes: o tráfego rodoviário, estaleiro de obras, queima de material lenhoso, etc. Outras Partículas são consideradas de

origem secundária, pois são formadas indiretamente na atmosfera, através das reações químicas dos MPAs em contato com o vapor d'água, ou com o sol, ou ainda em contato com outros poluentes (SILVA; MENDES, 2006).

Processos físicos, como a ressuspensão de poeiras de solos, transferem principalmente partículas grossas para a atmosfera. Desta forma, a determinação da composição de MPA em diferentes faixas de tamanho é importante para se conhecer o tipo e a intensidade das fontes de emissão que atuam em uma determinada região (OLIVEIRA; CARDOSO; ANGÉLICA, 2013).

3.5 LEGISLAÇÕES VIGENTES

As legislações aplicadas no estado do Paraná dispõem sobre o controle da poluição atmosférica sobre o meio ambiente, provocadas por ações antropogênicas, sendo elas:

- RESOLUÇÃO CONAMA nº 05/89 (BRASIL, 1989), que dispõe sobre o Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar – PRONAR. Instituído o PRONAR como um dos instrumentos básicos da gestão ambiental para proteção da saúde e bem-estar das populações e melhoria da qualidade de vida com o objetivo de permitir o desenvolvimento econômico e social do País de forma ambientalmente segura, pela limitação dos níveis de emissão de poluentes por fontes de poluição atmosférica, com vistas a:
 - a) Melhoria na qualidade do ar;
 - b) Atendimento aos padrões estabelecidos;
 - c) Não comprometimento da qualidade do ar em áreas consideradas não degradadas.
- RESOLUÇÃO CONAMA nº 03/90 (BRASIL, 1990), que dispõe sobre os padrões da qualidade do ar, previsto no PRONAR. Em que, são padrões de qualidade do ar as concentrações de poluentes atmosféricos que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde, a segurança e o bem-estar da

população, bem como ocasionar danos à flora e à fauna, aos materiais e ao meio ambiente em geral. Entende-se como poluente atmosférico qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, e que tornem ou possam tornar o ar:

- a) Impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde;
 - b) Inconveniente ao bem-estar público;
 - c) Danoso aos materiais, à fauna e à flora;
 - d) Prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade.
- RESOLUÇÃO CONAMA nº 382, de 26 de dezembro de 2006, que estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas levando em consideração a tipologia do processo industrial analisado, unidade de produção e quais os poluentes atmosféricos que são gerados pelo processo.
 - RESOLUÇÃO CONAMA nº 436, de 22 de dezembro de 2011, complementando as RESOLUÇÕES 05 e 382 do CONAMA, a fim de determinar padrões e limites máximos de emissão atmosférica para as indústrias instaladas antes de 2 de janeiro de 2007 ou que solicitaram Licença de Instalação (LI) anteriormente a essa data.
 - RESOLUÇÃO nº 054/06 – SEMA (PARANÁ, 2006), que dispõe sobre os critérios para o Controle da Qualidade do Ar como um dos instrumentos básicos da gestão ambiental para proteção da saúde e bem estar da população e melhoria da qualidade de vida, com o objetivo de permitir o desenvolvimento econômico e social do Estado de forma ambientalmente segura, pelo estabelecimento de:
 - a) Padrões de emissão e critérios de atendimento para fontes industriais, comerciais e de serviços;
 - b) Padrões de condicionamento;
 - c) Metodologias a serem utilizadas para determinação de emissões com vistas melhoria na qualidade do ar e o não

comprometimento da qualidade do ar em áreas consideradas não degradadas.

- Lei nº 13.806 de 30 de setembro de 2002 (LONDRINA, 2002), que dispõe sobre as atividades pertinentes ao controle da poluição atmosférica, determinando que as atividades potencialmente poluidoras do ar devam adotar técnicas e tecnologias, bem como o uso de insumos e fontes de energia evitando e minimizando a poluição atmosférica, e assim, visando o uso sustentável dos recursos naturais e priorizando a qualidade do ar. A gestão da qualidade do ar é realizada através dos seguintes instrumentos:
 - a) Inventário de fontes;
 - b) Monitoramento da qualidade do ar;
 - c) Relatório de qualidade do ar;
 - d) Licenciamento ambiental;
 - e) Prevenção de deterioração significativa da qualidade do ar; programa de emergência para episódios críticos de poluição do ar.

3.7 ÍNDICE DE QUALIDADE DO AR (IQAr)

A qualidade do ar pode ser avaliada, em nível local, regional, nacional e internacional, através de estimativas das emissões, do uso de modelos matemáticos e de medidas das concentrações ambientais dos principais poluentes (KLUMPP et al., 2001).

O índice de qualidade do ar é uma ferramenta que permite a classificação simples e compreensível do estado da qualidade do ar. Este índice traduz a qualidade do ar, especialmente das aglomerações existentes no país, nas cidades, e também de outras áreas industriais (CETESB, 2013c).

Os padrões de qualidade do ar definem legalmente o limite máximo para a concentração de um poluente na atmosfera, garantindo desta forma a proteção da

saúde e do meio ambiente. Estes padrões de qualidade são baseados em estudos científicos sobre os efeitos produzidos por poluentes específicos e são fixados em níveis que possam propiciar uma margem de segurança adequada (CETESB, 2013c).

São estabelecidos dois tipos de padrões de qualidade do ar, os primários (poderão afetar a saúde da população) e os secundários (efeito adverso sobre o bem estar da população, assim como o mínimo dano à fauna e à flora, aos bens materiais e ao meio ambiente em geral) (CETESB, 2013c).

Os parâmetros regulamentados pelo CONAMA são: partículas totais em suspensão, fumaças, partículas inaláveis, dióxido de enxofre, monóxido de carbono, ozônio e dióxido de nitrogênio, Tabela 1 (CETESB, 2013c).

Tabela 1 – Padrões Nacionais da Qualidade do Ar.

Poluentes	Tempo de Amostragem	Padrão Primário ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Padrão Secundário ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Método de Medição
Partículas Totais em Suspensão	24 horas ¹	240	150	Amostrador de grandes volumes
	MGA ²	80	60	
Partículas Inaláveis	24 horas ¹	150	150	Separação Inercial/Filtração
	MAA ³	50	50	
Fumaça	24 horas ¹	150	100	Refletância
	MAA ³	60	40	
Dióxido de Enxofre	24 horas ¹	365	100	Pararosanilina
	MAA ³	80	40	
Dióxido de Nitrogênio	1 hora ¹	320	190	Quimiluminescência
	MAA ³	100	100	
Monóxido de Carbono	1 hora ¹	40.000 35ppm	40.000 35ppm	Infravermelho não dispersivo
	8 horas ¹	10.000 9ppm	10.000 9ppm	
Ozônio	1 hora ¹	160	160	Quimiluminescência

Fonte: BRASIL, 1990.

O índice de qualidade do ar (Equação 1) é uma ferramenta matemática desenvolvida para simplificar o processo de divulgação da qualidade do ar. Esse índice é utilizado desde 1981, e foi criado usando como base uma longa experiência desenvolvida no Canadá e Estados Unidos (KLUMPP et al., 2001):

$$IQAr = \frac{CP}{PP} * 100 \quad (1)$$

Onde: PP é o valor correspondente ao padrão primário, e CP é a média aritmética no tempo dado da concentração dos poluentes, exceto para o PTS que consiste na média geométrica para todas as amostras obtidas (BRASIL, 1990).

Através do índice obtido, o ar recebe uma qualificação, conforme apresentado na Tabela 2 (BRASIL, 1990):

Tabela 2 – Qualidade do Ar.

(continua)

Qualidade	Índice	MP ₁₀ (µg/m ³) 24h	O ₃ (µg/m ³) 1h	CO (µg/m ³) 8h	NO ₂ (µg/m ³) 1h	SO ₂ (µg/m ³) 24h	Fumaça (µg/m ³) 24h	PTS (µg/m ³) 24h	Significado
Boa	0-50	0-50	0-80	0-4,5	0-100	0-80	0-60	0-80	Não há risco a saúde.
Regular	>50-100	50-150	80-160	4,5-9	100-320	80-365	60-150	80-240	Sintomas como tosse seca, e cansaço podem afetar ao grupo sensível.
Inadequada	>100-200	150-250	160-200	9-15	320-1130	365-800	150-250	240-375	Toda a população pode apresentar sintomas como tosse seca e cansaço.

Tabela 2 – Qualidade do Ar.

									(conclusão)
Má	>200-300	250-420	200-800	15-30	1130-2260	800-1600	250-420	375-625	Toda a população pode apresentar agravamento de sintomas como tosse seca e cansaço.
Péssima	>300-400	420-500	800-1000	30-40	2260-3000	1600-2100	420-500	>625-875	Toda a população pode apresentar manifestações de doenças respiratórias e cardiovasculares. Aumento de mortes prematuras de grupos sensíveis.
Crítica	>400	>500	>1000	>40	>3000	>2100	>500	>875	Toda a população pode apresentar manifestações de doenças respiratórias e cardiovasculares. Aumento de mortes prematuras de grupos sensíveis

Fonte: BRASIL, 1990..

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 TIPO DE ESTUDO

Este foi um estudo exploratório descritivo para determinar as potenciais fontes industriais poluidoras do município de Londrina-PR e seus processos produtivos, relacionando a emissão de material particulado com o efeito sobre o meio ambiente, a partir de referencial teórico atualizado acerca da temática.

Os estudos exploratórios são aqueles que têm por objetivo explicitar e proporcionar maior entendimento referente a um determinado problema, buscando um maior conhecimento sobre o tema de estudo, com o intuito de torná-lo mais explícito (GIL, 2002).

4.2 POPULAÇÃO E LOCAL DE ESTUDO

A população estudada foram as indústrias do setor alimentício e bebidas por ser o setor de atividade industrial mais representativo no pólo industrial do município de Londrina – PR e por emitirem grande concentração de material particulado ao longo dos seus processos de produção.

O município de Londrina está localizado na latitude entre 23°08'47" e 23°55'46" Sul e Longitude entre 50°52'23" e 51°19'11" Oeste. De acordo com os dados do censo de 2010 do IBGE, o município possui população de 506.701 sendo que deste total de população, 493.520 pessoas residem na área urbana. O município compreende uma área territorial de 1.653,075 Km² (Figura 2).

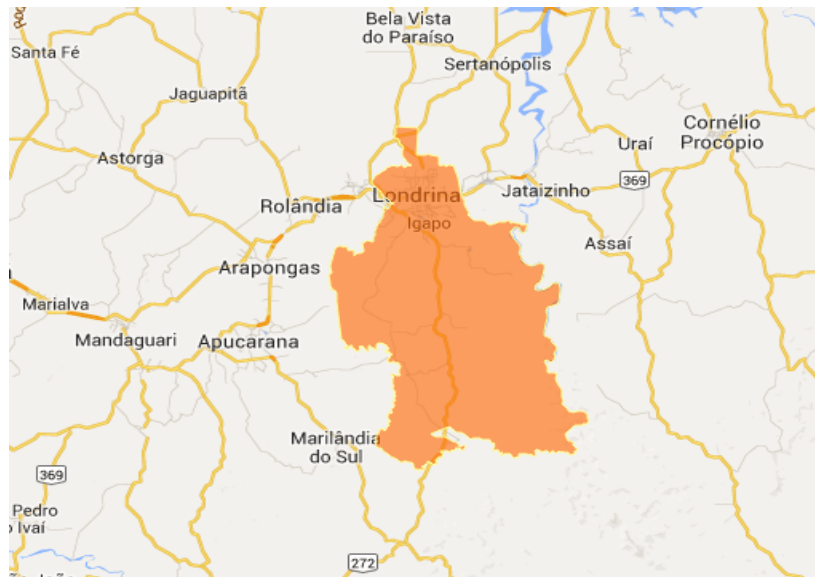


Figura 2 – Localização do município de Londrina.
Fonte: IBGE, 2010.

O solo da região é de origem basáltica, entretanto, apresenta tipos de solos diferentes, como: Latossolo Roxo Eutrófico e, em menor quantidade, o Brunizen Vermelho e o Litólico Eutrófico, sendo assim de fertilidade variável (LONDRINA, 2012).

O polo da região é essencialmente agrícola, devido ao regime pluviométrico ser bem distribuído, durante todo o ano, sendo raríssimos os períodos de grandes estiagens ou chuvas prolongadas (LONDRINA, 2012).

No município, são poucas as áreas remanescentes da formação vegetal natural (mata pluvial tropical e subtropical). A mata dos Godoy (Reserva Florestal Estadual) e a Reserva Indígena do Apucarantina são formações florestais que demonstram a variedade de gêneros e espécies de vegetação que se encontravam na região, entretanto, em razão do desmatamento intenso que houve no passado, existem outras poucas áreas com vegetação natural, em propriedades particulares (LONDRINA, 2012).

4.3 VARIÁVEIS DE ESTUDO

- Número total de indústrias: O número de indústrias em um município é importante para a compreensão do desenvolvimento socioeconômico da população, uma vez que a indústria é apontada como uma importante geradora do bem-estar humano. Entretanto, o setor industrial também é responsável pelos problemas sociais e ambientais, quando estes não possuem uma política sustentável (PINTO, 2006).
- Número total de indústrias por setor de produção: Identificar quais os setores industriais predominantes em um município ou região é de suma importância, uma vez que a partir deste levantamento se torna possível o reconhecimento de quais as áreas de produção que estão em déficit no país, alterando a economia, o desenvolvimento de novas tecnologias com fins de aperfeiçoamento produtivo e de impactos ambientais e na saúde direta e indireta da população (SKAF; HENRIQUE; SILVA, 2011).
- Número total de indústrias do setor: A determinação do número de indústrias de um setor é essencial para estabelecer a relação entre as problemáticas ambientais e na saúde humana da região, correlacionando-as com as concentrações de poluentes emitidos pela atividade (PINTO, 2006).
- Características do processo de produção: A partir da caracterização dos processos de produção de um setor, é possível determinar quais são as etapas que os processos interagem com o meio ambiente e a população, e assim investir em técnicas e tecnologias que visem a redução de impacto (VASCONCELLOS; GARCIA, 2008).
- Poluentes do processo de produção: A produção de uma indústria emite poluentes que alteram os compostos químicos, físicos e biológicos da atmosfera, água e solo, interferindo diretamente no meio ambiente e na população (LYRA, 2008).

- Efeitos dos MPAs sobre o meio ambiente: O estudo da relação entre as atividades antrópicas e o meio ambiente é necessário para determinar a qualidade ambiental, a fim de estabelecer critérios e limites para que este seja utilizado de forma sustentável e portanto, haja o crescimento e desenvolvimento econômico (LYRA, 2008).

4.4 COLETA E ANÁLISE DOS DADOS

Os dados coletados foram obtidos com o Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) por meio eletrônico, consultando o perfil do município de Londrina no *site* http://bi.mte.gov.br/bgcaged/caged_perfil_municipio/index.php.

Estes dados foram utilizados para quantificar as indústrias em Londrina, realizando o levantamento do número total de indústrias, os quais posteriormente foram subdivididas segundo o setor de atividade de produção, possibilitando a identificação e seleção do setor de atividade predominante no município.

Para o mapeamento do setor industrial selecionado, a Federação das Indústrias do Estado do Paraná (FIEP), forneceu a partir do *site* http://www.cadastrindustriais.com.br/pr/pr_pesq_ind.aspx?uf=pr o local a onde estavam situados os estabelecimentos industriais.

Após o mapeamento, foram caracterizadas as etapas de processo de produção do setor selecionado, sendo que os processos de produção de alimentos foram embasados no livro Tecnologia de alimentos (EVANGELISTA, 2008), e os processos de produção de bebidas e álcool etílico foram embasados no estudo de Técnico em alimentos (LIMA; MELO FILHO, 2011).

A partir da caracterização do processo de produção, foram analisados quais eram os potenciais poluentes emitidos em cada etapa e como eles eram emitidos na atmosfera, sendo que o MPA foi o poluente selecionado para análise do presente trabalho.

Definidas as etapas em que havia a emissão de MPA, foram analisados os dados climatológicos entre os anos de 2005 e 2013, fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), a fim de caracterizar os fatores de dispersão do MPA, segundo as estações sazonais de cada ano, e desta forma relacionar os fatores de dispersão com os efeitos que o MPA pode gerar sobre o meio ambiente, a partir de revisão bibliográfica.

5 RESULTADO E DISCUSSÕES

5.1 CARACTERIZAÇÃO INDUSTRIAL DO MUNICÍPIO

5.1.1 Quantificação Industrial

Os resultados obtidos pelo MTE, quantificando as indústrias a partir dos setores de atividades exercidas por elas estão expressados na Tabela 3:

Tabela 3 – Indústrias em Londrina – PR.	
Setor de Atividade	Estabelecimentos
Indústria de extração de minerais	7
Indústria de produtos minerais não metálicos	23
Indústria metalúrgica	368
Indústria mecânica	252
Indústria de materiais elétricos e de comunicação	93
Indústria de materiais de transporte	52
Indústria de madeira e do mobiliário	320
Indústria do papel, papelão, editorial e gráfica	319
Indústria da borracha, fumo, couros, peles, entre outros	260
Indústria da borracha, fumo, couros, peles, entre outro	266
Indústria têxtil, do vestuário e artefatos de tecidos	502
Indústria de calçados	7
Indústria de produtos alimentícios, de bebida e álcool etílico	506

Fonte: Ministério do Trabalho e Emprego. Perfil do Município, 2014.

O setor industrial do município contemplava 2.975 estabelecimentos até o mês de junho de 2014, tendo como atividades predominantes: “indústria de produtos alimentícios, de bebidas e álcool etílico” e “indústria têxtil do vestuário e artefatos de tecidos”, com 506 e 502 estabelecimentos, respectivamente.

Conforme o Figura 3, é possível verificar que 17,01% das indústrias instaladas no município estão relacionadas à produção alimentícia, de bebidas e álcool etílico, sendo desta forma o setor de atividade mais representativo do município.

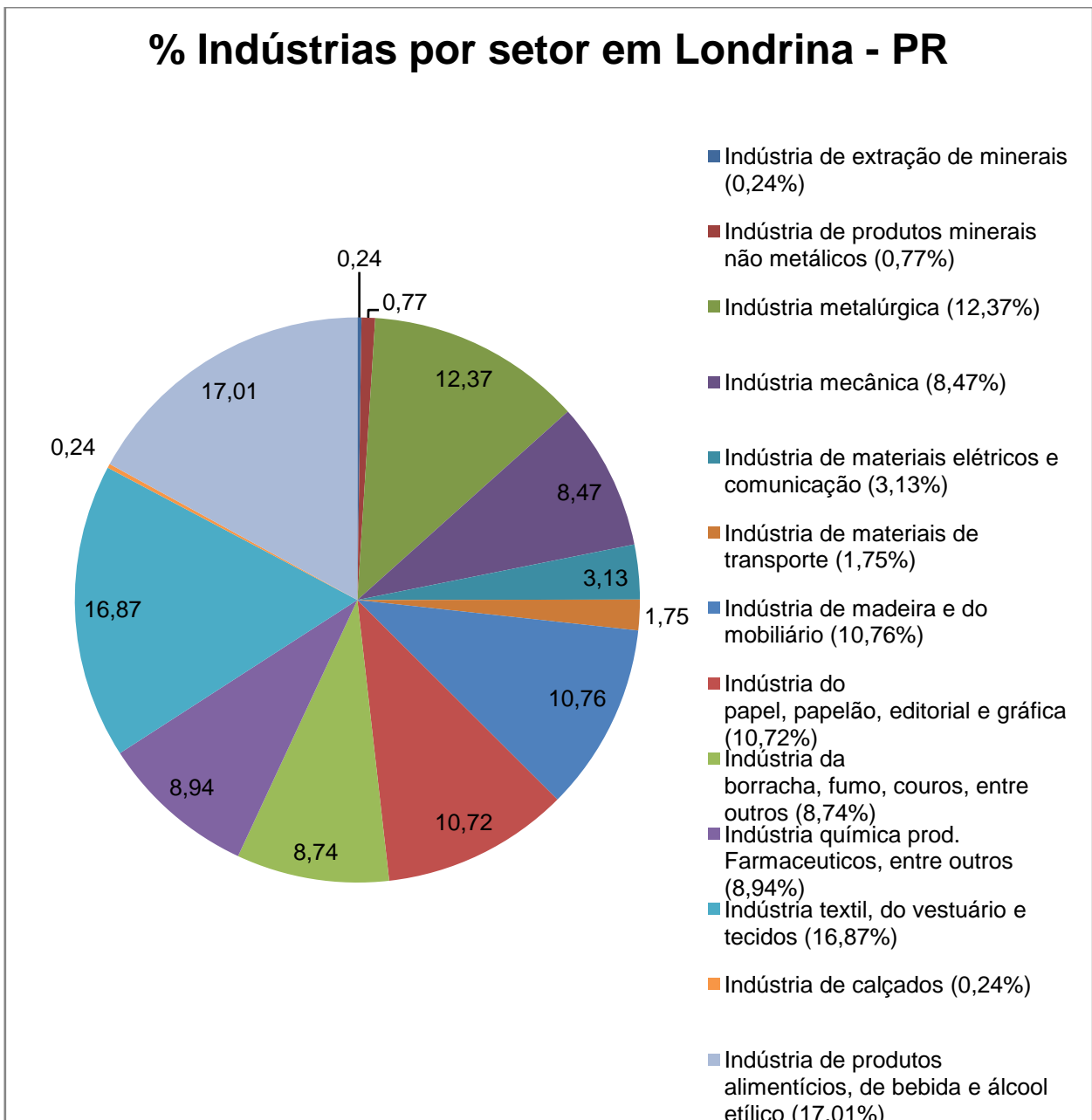


Figura 3 – Gráfico de distribuição percentual das atividades industriais em Londrina-PR.
 Fonte: Ministério do Trabalho e Emprego. Perfil do Município, 2014.

Estas características produtivas têm como fator de base o histórico de desenvolvimento do município de Londrina-PR, uma vez que a sua povoação teve início com a chegada dos primeiros compradores de terra e os colonos nacionais, alemães e japoneses, procedentes do Estado de São Paulo, orientados por agenciadores da Companhia de Terras Norte do Paraná, e assim, desenvolvendo principalmente atividades agrícolas (IBGE, 2013).

Na indústria de produtos alimentícios, de bebidas e álcool etílico, a poluição atmosférica está relacionada com os poluentes emitidos pelas chaminés das fábricas, descargas dos automóveis no sistema de logística, manipulação e preparo do produto, queima de óleo combustível e lenhas nas casas de caldeiras, emitindo gases de combustão, como fuligem, dióxido de enxofre e dióxido de carbono (EVANGELISTA, 2008; LIMA; MELO FILHO, 2011).

5.1.2 Mapeamento das Indústrias

A distribuição espacial das indústrias de produtos alimentícios, de bebidas e álcool etílico estabelecidas no município está representada na Figura 4.

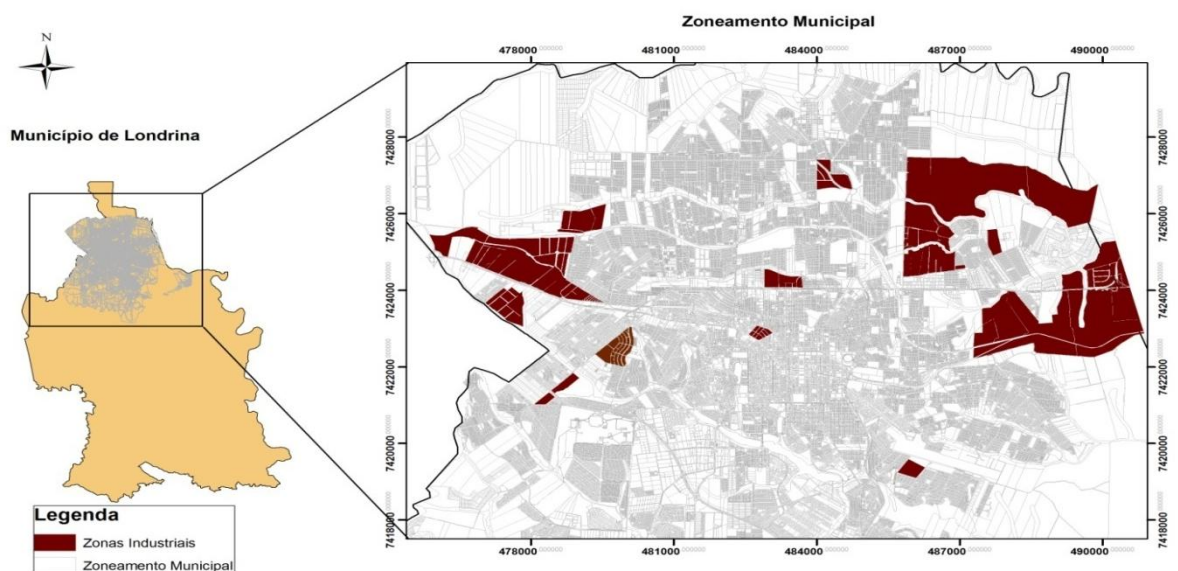


Figura 4 – Localização das indústrias no município de Londrina – PR.
Fonte – Autoria própria.

Estas indústrias se concentram em sua maioria nas regiões oeste e leste, em locais próximos aos acessos e saídas do município. Entretanto, há estabelecimentos na Cidade Industrial Prefeito Milton Menezes e nos parques industriais, sendo que nestes locais há a concentração em menor quantidade devido à falta de infraestrutura e gerenciamento administrativo destes parques (LONDRINA, 2014b).

Os locais onde estão concentradas estas indústrias é de extrema importância, uma vez que a poluição atmosférica não se configura como poluição com efeitos locais, e sim regionais e até mesmo globais (RESENDE, 2007, KLUMPP et al., 2001). Ao se concentrar as indústrias em regiões específicas, o monitoramento e controle das partículas poluentes se tornam mais eficientes, possibilitando o manejo adequado do ambiente, tanto em relação aos recursos hídricos, solo e vegetação características da região, como minimizando os efeitos diretos à saúde da população que residem ao redor destas regiões (SILVA; MENDES, 2006).

5.2 PROCESSOS DE PRODUÇÃO

As etapas de produção das indústrias de alimentos, bebidas e bebidas etílicas são divididas basicamente em quatro processos, como mostra a Figura 5:

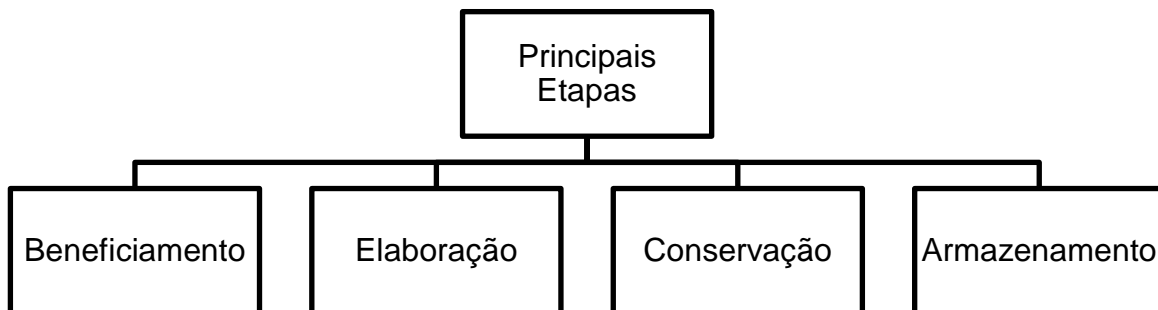


Figura 5 – Fluxograma de processo de produção.
Fonte: Baseado em EVANGELISTA, 2008.

O processo de beneficiamento é um conjunto operacional que visa melhorar ou aprimorar as características de um lote de matéria-prima após a colheita. Muitas vezes estes lotes estão acompanhados por diversos materiais como: palha, ervas daninhas,

poeira, torrões. Este conjunto de operações tem como objetivo eliminar as impurezas, tornando o lote uniforme, reduzir as cargas microbianas normais existentes, diminuir a ação de enzimas “exo” e “endocelulares”, bem como eliminar ovos de parasitas (EVANGELISTA, 2008).

O processo de elaboração é a etapa de maior importância na fabricação do produto, que é caracterizado como um conjunto de todas as operações e processos pelos quais a matéria-prima passa para se obter o produto final, modificando ou não a sua composição original, ou seja, determinam as transformações que caracterizam os produtos, aproveitando integralmente a matéria-prima ou separando destas, seus resíduos (EVANGELISTA, 2008).

O processo de conservação é um conjunto de métodos necessários para eliminar a flora normal inconveniente e patogênica, assim como as enzimas produtoras de alterações nas características do produto, a fim de garantir a qualidade do produto final em um determinado período de tempo (SILVA JUNIOR, 2002).

O processo de armazenamento é um conjunto de ações para preservar o produto com as suas características estáveis, de forma que não se deteriore. Estas alterações podem ser referentes à temperatura, umidade, imperfeição da embalagem, ação de predadores, dentre outros (EVANGELISTA, 2008, MACHADO, 2000).

As figuras 6, 7 e 8 caracterizam as etapas de produção de produtos alimentícios, de bebidas e álcool etílico, respectivamente.

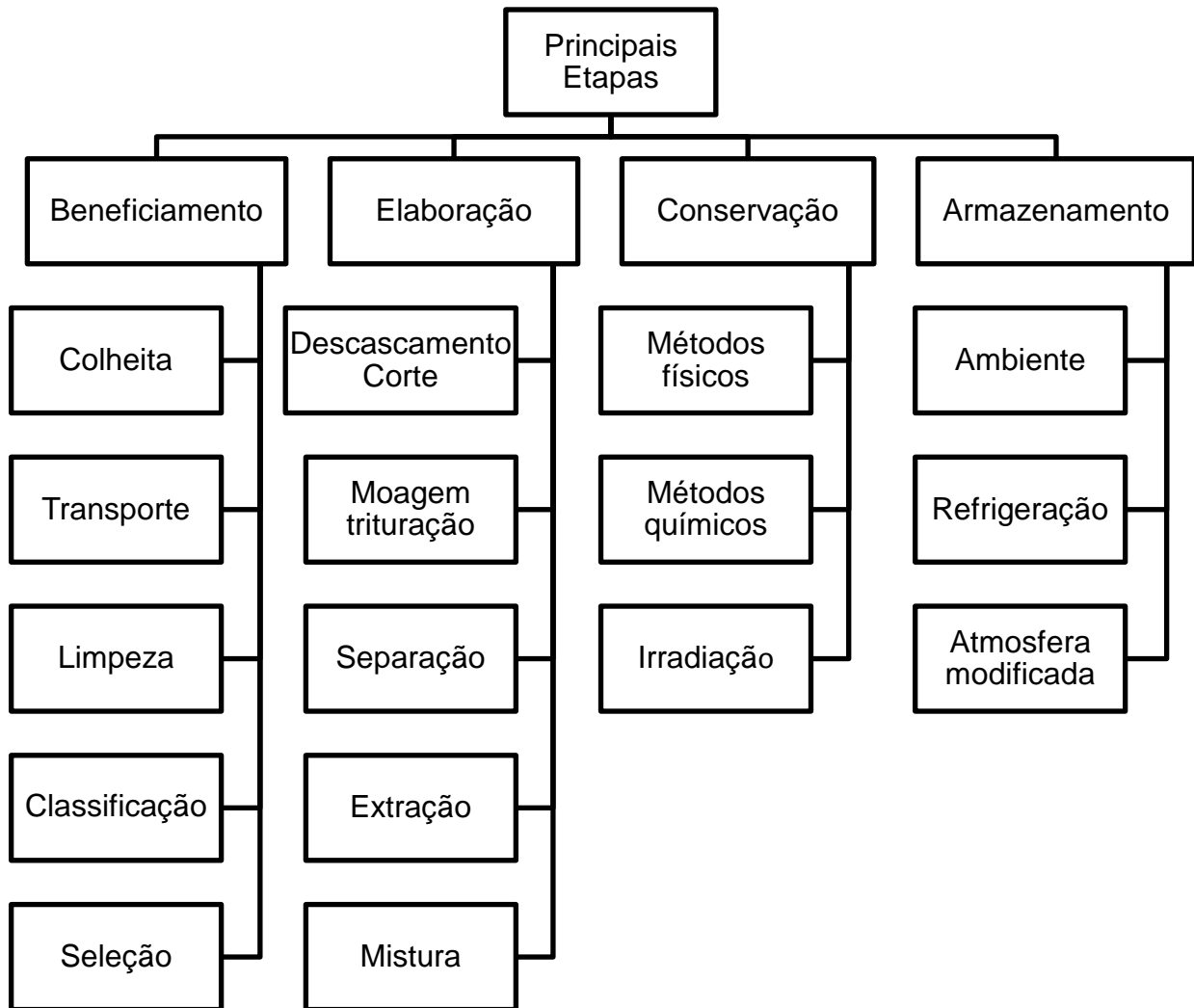


Figura 6 – Fluxograma de processo de produção de alimentos.
Fonte: Baseado em EVANGELISTA, 2008.

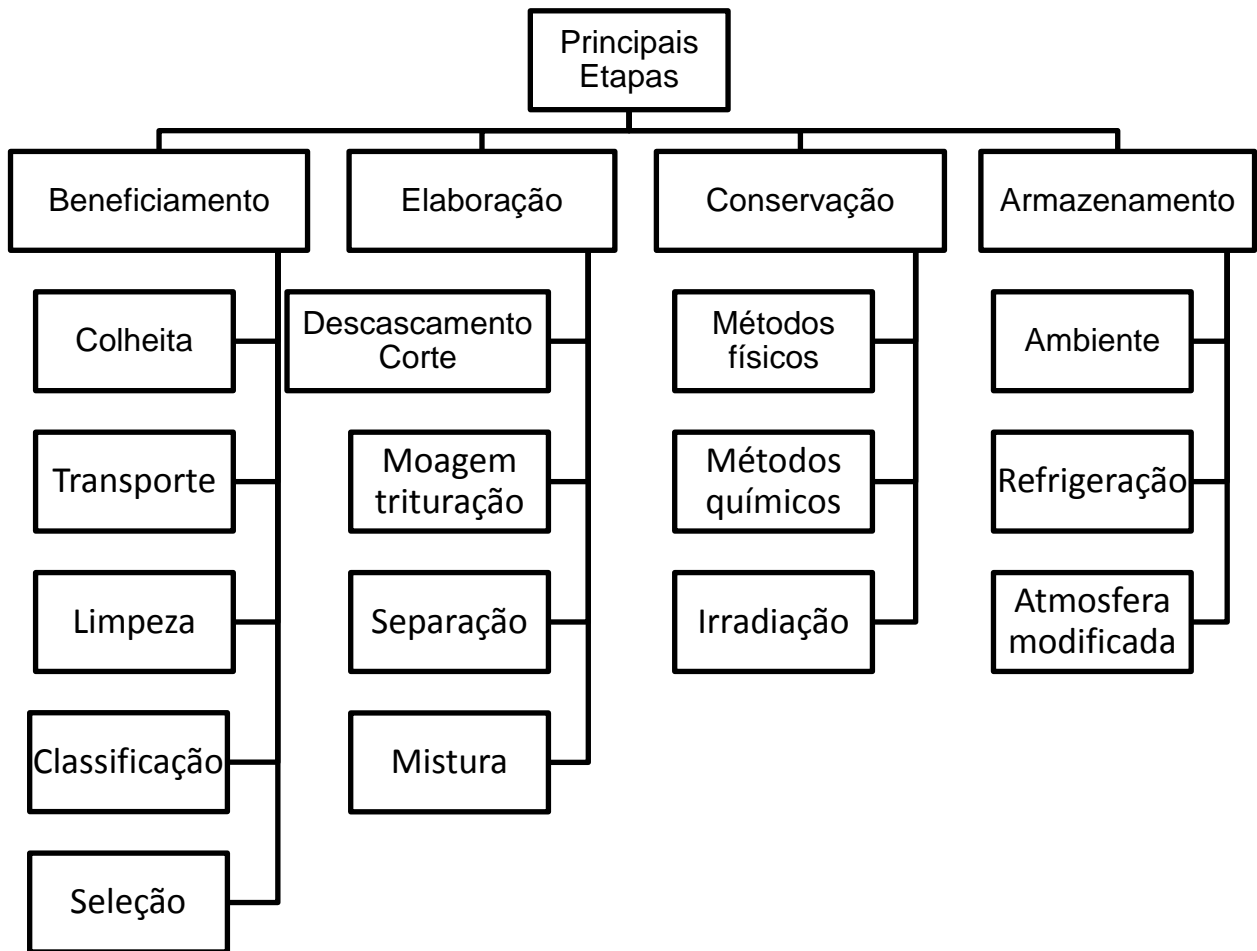


Figura 7 – Fluxograma de processo de produção de bebidas.
Fonte: Baseado em LIMA; MELO FILHO, 2011.

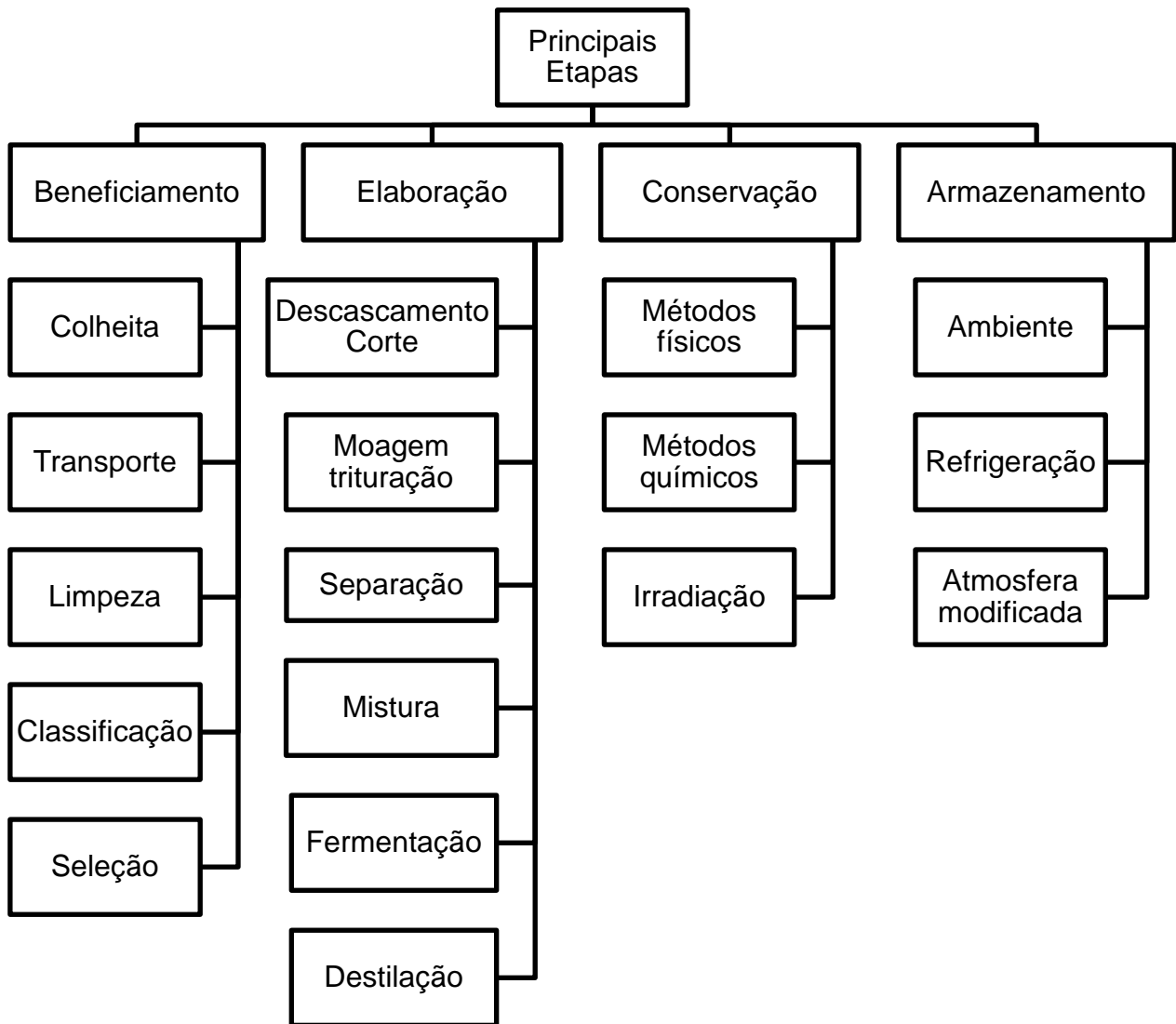


Figura 8 – Fluxograma de processo de produção de álcool etílico.
 Fonte: Baseado em LIMA; MELO FILHO, 2011.

Estas etapas são essenciais para que haja uma produção de qualidade dos produtos (EVANGELISTA, 2008, LIMA; MELO FILHO, 2011), entretanto, os processos destas etapas interferem na qualidade do meio ambiente ao utilizarem mecanismos potencialmente poluidores, poluindo diretamente a atmosfera.

Nos três ramos de produção do setor de atividade de indústria de produtos alimentícios, de bebidas e álcool etílico, os processos de beneficiamento, de conservação e de armazenamento são similares em relação a poluição atmosférica. A diferenciação se dá no processo de elaboração de cada ramo deste setor, que serão descritos separadamente.

5.2.1 Processo de beneficiamento

O processo de beneficiamento, descrito na Figura 9, evidencia que nesta etapa há a emissão de gases provenientes da reação de combustão dos maquinários utilizados, bem como a emissão de MPA em todas as etapas.

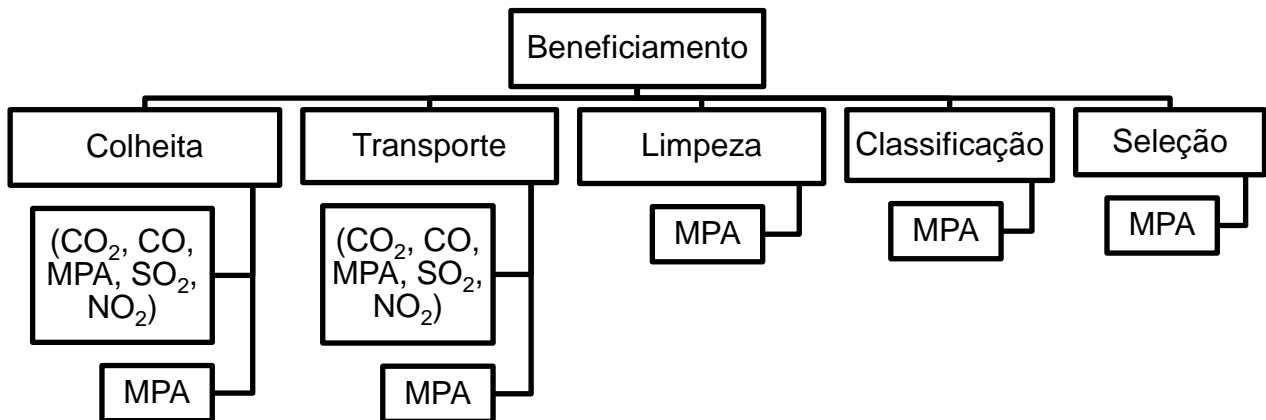


Figura 9 – Fluxograma de processo de produção: etapa beneficiamento.
 Fonte: Baseado em EVANGELISTA, 2008.

Segundo Fonseca e Silva (2006), o corte na fase da colheita pode ser realizado de forma manual – utilizando ferramentas manuais, ou mecanizado – utilizando máquinas colheitadeiras. O corte realizado de forma manual é bem menos nocivo ao meio ambiente, uma vez que não há a emissão de gases de combustão e o revolvimento do solo e da matéria-prima não é intenso, emitindo concentrações de MPA inferiores se comparados ao corte mecanizado. Contrário ao corte manual, no corte mecanizado há intensa emissão de MPA, visto que o revolvimento do solo e da matéria-prima é intenso, devido ao peso e velocidade dos maquinários. Além disso, há emissão de grandes concentrações de gases de combustão completa e de combustão incompleta – quando não há a manutenção adequada dos maquinários.

A matéria-prima, após a colheita, será transportada até uma unidade de beneficiamento em caminhões. Neste transporte é necessário embalar a matéria-prima adequadamente a fim de evitar perdas do material e emitir a menor quantidade possível

de MPA na atmosfera. Entretanto, ao se utilizar automóveis para o transporte, há a emissão constante de gases de combustão (FONSECA; SILVA, 2006).

A operação de limpeza é realizada pela máquina de ar e peneira para separar as impurezas contidas no lote. Esta operação conta com controle de ventilação que aspira ou sopra as impurezas mais leves que a matéria-prima. Este processo gera grande quantidade de MPA, entretanto por se tratar de maquinários que utilizam energia elétrica, não geram gases de combustão (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Após a limpeza, quando necessário, a matéria-prima deve ser conduzida às máquinas de classificação, que fazem o acabamento final e o aprimoramento do produto, eliminando, com base em certas características diferenciais, as impurezas não removidas nas máquinas de limpeza e assim selecionando a matéria-prima que será utilizada na produção. Nestas duas últimas etapas, há a geração de MPA, porém em menor quantidade, pois se trata de um material relativamente mais limpo (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

5.2.2 Processo de conservação

O processo de conservação, descrito na Figura 10, é a etapa em que há emissão de poluentes atmosféricos apenas no tratamento físico:

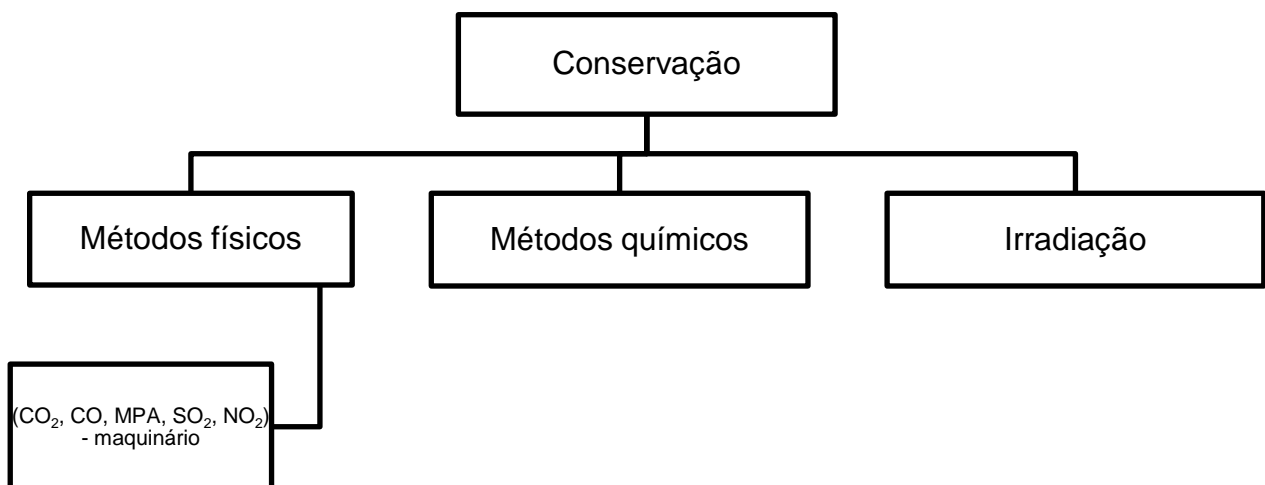


Figura 10 – Fluxograma de processo de produção: etapa conservação.
 Fonte: Baseado em EVANGELISTA, 2008.

Os microrganismos que estão presentes no produto final, seja em sua superfície ou em seu interior, fazem parte da microbiota natural do ambiente onde foram produzidos ou incorporados ao produto durante o processo de elaboração. Entretanto, estes microrganismos são nocivos aos seres humanos, sendo necessário portanto, que o produto passe por um processo de conservação a fim de reduzir o grau de contaminação (EVANGELISTA, 2008, SILVA JUNIOR, 2002, CREXI, 2013).

Para estes autores, a conservação do produto pode ser alcançada criando condições ambientais desfavoráveis ao desenvolvimento dos microrganismos, como o controle de umidade, temperatura e pH, elevando a vida útil do produto. Para tanto, há necessidade de utilizar maquinários durante este processo, os quais acabam por poluir a atmosfera.

A remoção de microrganismos pode ser obtida a partir da lavagem, filtração ou sedimentação do produto (CREXI, 2013), porém estas técnicas não envolvem a emissão de gases poluentes na atmosfera, como pode ser observado a seguir:

- Lavagem: utilização de água potável para a limpeza;
- Filtração: utilização de filtros – vidro, porcelana, terra diatomácea, areia, etc.;
- Sedimentação: floculação dos colóides por substâncias químicas.

5.2.2.1 Método físico

O tratamento físico está diretamente relacionado com o controle de temperatura e umidade, podendo ser realizado por inserção de calor ou resfriamento do produto.

A aplicação de processos de conservação pelo calor está relacionada com a intensidade e o tempo de exposição do produto ao calor, os quais dependem das características físicas e químicas de cada produto para não alterar sua qualidade, e também à resistência térmica dos microrganismos presentes. Alguns exemplos de tratamento por calor são: pasteurização, branqueamento, esterilização, secagem e desidratação. Desta forma, a utilização de calor necessita de um rigoroso controle, a fim

de não destruir o produto, mas sim, contribuir para a sua conservação (ALEGRE, 2006). Neste processo há emissão de gases de combustão provenientes do maquinário necessário para a produção de calor.

A aplicação de processos de conservação pelo frio está relacionada ao resfriamento ou congelamento do produto. A refrigeração é útil para a preservação do produto para posterior processamento, podendo ser utilizada como meio de conservação básica ou temporária, pois não inibe o desenvolvimento de microrganismos, apenas retarda as atividades microbianas e enzimáticas. Já o congelamento, permite que o produto seja conservado por um longo período de tempo, uma vez que inibe e retarda o desenvolvimento dos microrganismos (EVANGELISTA, 2008, ALEGRE, 2006). Neste processo há a emissão de gases de combustão provenientes do maquinário necessário para a produção de frio.

5.2.2.2 Método químico

O tratamento químico está relacionado com a utilização de aditivos ao produto, a fim de conservar o alimento até o momento de consumo, proporcionar maior vida útil e intensificar ou modificar as propriedades do produto de forma que não prejudique o seu valor nutricional. Os aditivos mais utilizados para esta finalidade são (EVANGELISTA, 2008):

- Acidulantes: agem como conservantes – ex. ácido cítrico, ácido láctico, entre outros;
- Conservantes: proporcionam maior durabilidade e interferem na membrana celular, na atividade enzimática e no mecanismo genético do microrganismo – ex. dióxido de enxofre, ácido benzóico, entre outros;

Este processo não emite poluentes atmosféricos por caracterizar a utilização de compostos químicos na mistura do produto.

5.2.2.3 Irradiação

A radiação é um método que vem sendo utilizado cada vez mais na indústria de alimentos, bebidas e álcool etílico. Esta radiação pode ser por raios ultravioletas – reduzindo a contaminação superficial do produto, ou radiações ionizantes – impedindo a multiplicação de microrganismos (WALDER, 2011).

A irradiação no produto utiliza as formas de radiação para provocar ionização, resultando em efeitos químicos e biológicos que impedem a divisão celular de bactérias. Esta radiação não afeta o produto, apenas os microrganismos, e a energia necessária para a inibição destes é inferior se comparada a energia utilizada em métodos que envolvem frio ou calor (WALDER, 2011). Este processo não emite gases poluidores visto que a radiação é obtida por lâmpadas específicas e não por meios onde há queima de combustível ou geração de MPA.

5.2.3 Processo de armazenamento

No processo de armazenamento, descrito na Figura 11, há emissão de poluentes atmosféricos nas etapas de refrigeração e de atmosfera modificada.

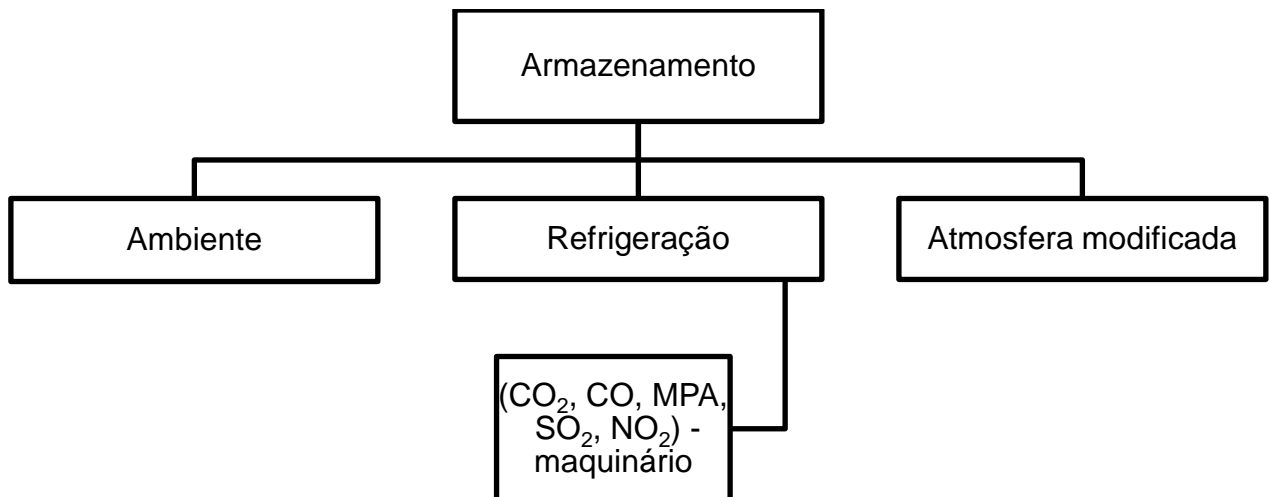


Figura 11 – Fluxograma de processo de produção: etapa armazenamento.
Fonte: Baseado em EVANGELISTA, 2008.

O armazenamento do produto deve garantir que não haja alterações na qualidade do produto até o final de sua vida útil. Para tanto, é essencial que haja controle de temperatura do ambiente no qual este estará armazenado, pois cada produto possui uma característica específica e situações de ótimo desenvolvimento de microrganismos (EVANGELISTA, 2008, SILVA JUNIOR, 2002).

5.2.3.1 Temperatura Ambiente

Os produtos que passaram por processo de conservação rigoroso e que não possuem características físico-químicas que exijam controle de temperatura são armazenados em ambientes com temperaturas entre 25° C e 30° C, em estoque seco e bem ventilado, reduzindo as chances de perda do produto (SEBRAE, 2004).

Este processo não emite poluentes atmosféricos, pois não há a necessidade de controle do ambiente.

5.2.3.1 Refrigeração

Os produtos que mesmo após o processo de conservação, que por suas características físico-químicas necessitem de controle de temperatura para que não haja a deterioração do produto, devem ser armazenados em ambientes refrigerados – temperatura entre 0° C e 5° C, de acordo com o grau de pericibilidade; ou em ambientes congelados – temperatura inferior a 0° C, de acordo com o grau de pericibilidade (SEBRAE, 2004).

Este processo, por exigir o controle de temperatura ambiente e sistema para mantê-la estável, acarreta emissão de gases de combustão na atmosfera.

5.2.3.3 Atmosfera modificada

A utilização de embalagens adequadas e específicas para cada produto é de suma importância, pois protege o produto contra possíveis contaminações após a sua fabricação e proporciona maior garantia de que o produto não será comprometido durante o seu manuseio e transporte (MANTILLA et al., 2010).

Para a determinação da embalagem é preciso levar em consideração as características físico-química do produto e o seu potencial de desenvolver microrganismos. O enchimento adequado, a redução de espaços vazios ou a substituição do ar por gás carbônico ou outro gás inerte, pode proporcionar condições anaeróbicas no interior da embalagem, impossibilitando o desenvolvimento de bactérias aeróbicas, e assim sendo eficiente à inibição de microrganismos aeróbios que foram tolerantes ao tratamento de conservação do produto (MANTILLA et al., 2010).

O processo de fabricação das embalagens e o próprio ato de embalar dificilmente geram emissões de poluentes atmosféricos, pois é um processo mecanizado, utilizando na maioria das vezes energia elétrica para o processamento.

5.2.4 Processo de elaboração

5.2.4.1 Processo de elaboração: indústria alimentícia

No processo de elaboração de produtos alimentícios, Figura 12, há a emissão de gases provenientes da reação de combustão dos maquinários utilizados, bem como a emissão de material particulado em todas as etapas.

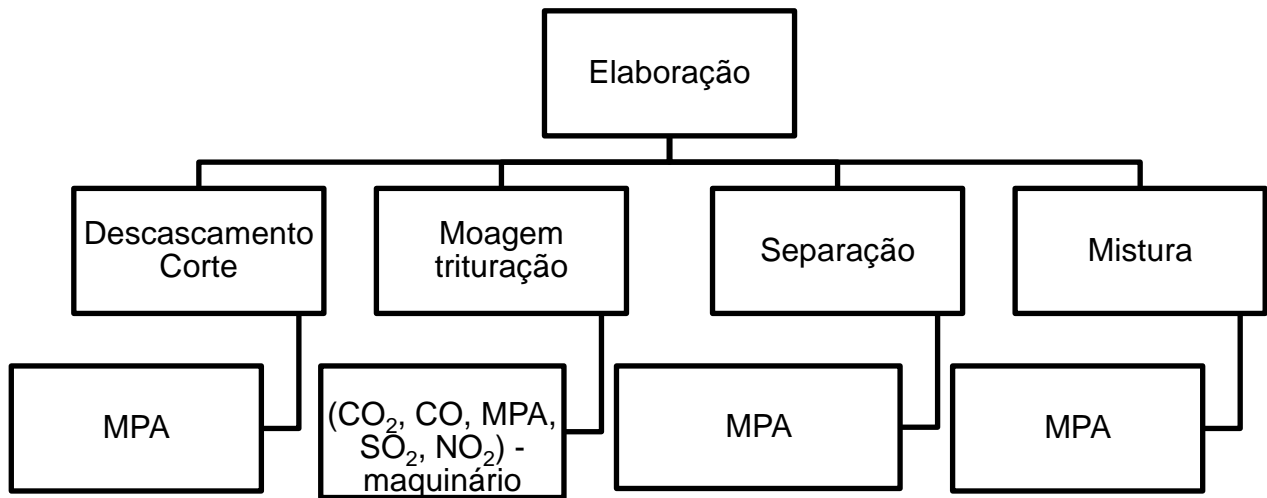


Figura 12 – Fluxograma de processo de produção alimentícia: etapa elaboração.
 Fonte: Baseado em EVANGELISTA, 2008.

A etapa inicial para a elaboração de produtos alimentícios é a limpeza e corte da matéria-prima que será utilizada. Esta etapa pode ser realizada manualmente ou mecanicamente. Seja ela realizada mecanicamente ou manualmente, haverá a emissão de MPA (FONSECA; SILVA, 2003).

A etapa seguinte consiste na moagem e trituração desta matéria-prima pré-selecionada, a fim de se extrair o suco que caracterizará o alimento ou então as partes que serão importantes para a produção deste (EVANGELISTA, 2008).

A etapa de mistura é caracterizada pela mistura entre o suco extraído e ou as partes separadas da matéria-prima, o qual caracterizará o produto a ser elaborado, como: inserindo açúcares; água potável; aditivos conservantes e ácidos para o controle de pH, microrganismos, proporcionar sabor ao alimento, levar ao forno, remover o sal e impurezas, entre outros (EVANGELISTA, 2008).

A etapa de mistura é a fase mais crítica em relação a emissão de poluentes atmosféricos, pois é nesta fase que há a utilização de mecanismos distintos como: máquinas de bateladas, peneiras, fornos, substâncias introduzidas, entre outros, que são essenciais para a elaboração do produto.

5.2.4.2 Processo de elaboração: indústria de bebidas

O processo de elaboração de bebidas é descrito Figura 13.

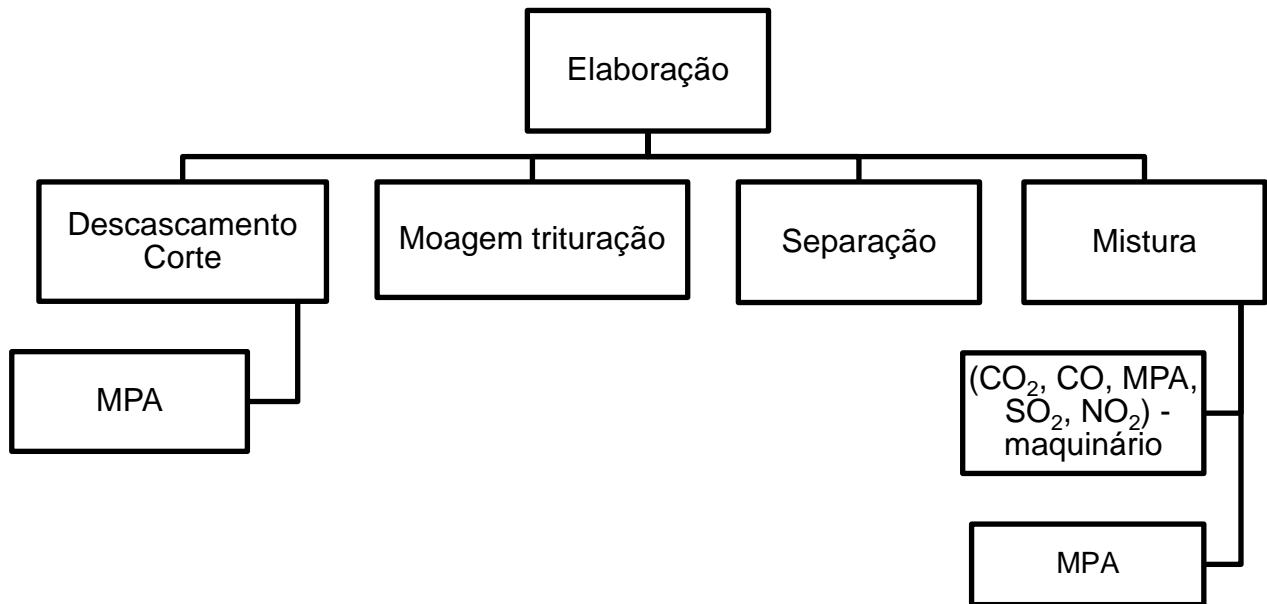


Figura 13 – Fluxograma de processo de produção de bebidas: etapa elaboração.
 Fonte: Baseado em LIMA; MELO FILHO, 2011.

A elaboração de bebidas pode ser dividida em: bebidas naturais – água, leite e suco de frutas; infusões e decocções – chá e café; e bebidas refrescantes – coquetéis, xaropes de refrigerantes, entre outros. A produção destas bebidas segue o mesmo padrão, diferenciando-se apenas na fase de mistura aplicadas para a obtenção final do produto.

A etapa preliminar para a elaboração é a limpeza e corte da matéria-prima a ser utilizada. Esta etapa pode ser realizada manualmente ou mecanicamente, dependendo da demanda de matéria-prima. Seja ela realizada mecanicamente ou manualmente, haverá a emissão de MPA (EVANGELISTA, 2008).

A etapa seguinte consiste na moagem e trituração desta matéria-prima pré-selecionada, a fim de se extrair o suco que caracterizará a bebida. Sequencialmente há a separação entre o suco e as partes da matéria-prima que não será utilizada, como por exemplo, as sementes (LIMA; MELO FILHO, 2011).

A etapa de mistura é caracterizada pela mistura entre o suco extraído e a característica da bebida a ser produzida, como: inserindo açúcares – isento de umidade, fungos e outros sabores; gás carbônico – processo de carbonatação da bebida; água – potável; aditivos – conservantes e ácidos para o controle de pH, microorganismos e proporcionar sabor à bebida, entre outros (LIMA; MELO FILHO, 2011, SANTOS, 2005).

A etapa de mistura é a fase mais crítica em relação a emissão de poluentes atmosféricos, pois assim como ocorre no item 5.2.4.1, é nesta fase que há a utilização de mecanismos distintos como: maquinas de bateladas, peneiras, fornos, substancias introduzidas, entre outros, que são essenciais para a elaboração do produto.

5.2.4.3 Processo de elaboração: indústria de álcool etílico

O processo de elaboração de álcool etílico é descrito pela Figura 14.

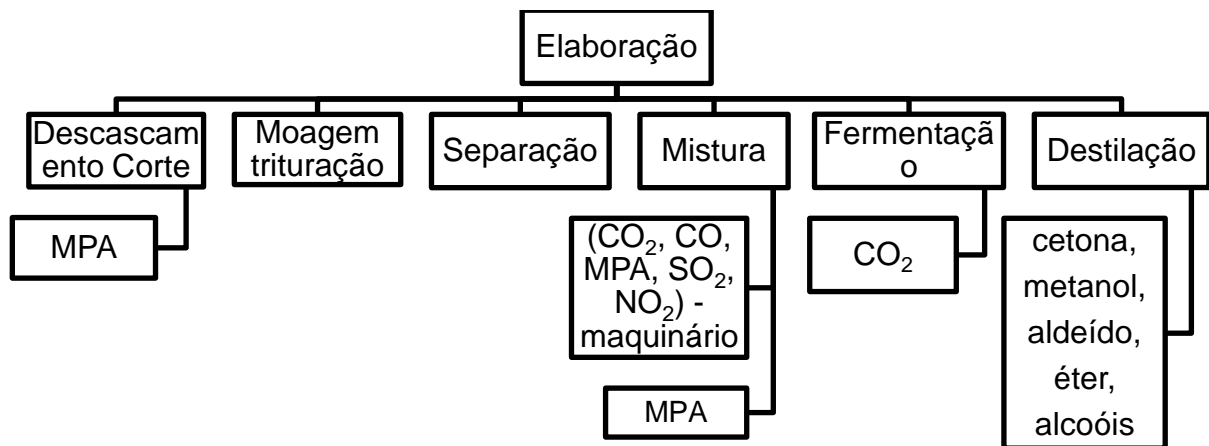


Figura 14 – Fluxograma de processo de produção de álcool etílico: etapa elaboração.
Fonte: Baseado em LIMA; MELO FILHO, 2011.

A elaboração de bebidas de álcool etílico pode ser dividida em: bebidas fermentadas – cerveja, vinho; e destiladas – aguardente, licores. Entretanto, a produção destas bebidas segue o mesmo padrão de produção das bebidas no item 5.2.4.1, diferenciando-se apenas na fase que precede a mistura, ou seja, a fermentação e destilação do produto.

O processo de fermentação ocorre em tanques de fermentação, podendo ser de aço inox ou de madeira e possuem uma válvula de escape na parte superior, emitindo gás carbônico. Este processo é consequência de uma sequência de reações na quais microrganismos atuam sobre os açúcares, produzindo o álcool etílico e o gás carbônico (SANTOS, 2005).

O processo de destilação é o produto da destilação do malte com aditivos, como o açúcar, que servirão de alimento às bactérias durante a fermentação alcoólica. O líquido fermentado entra em uma coluna de destilação de aço inox e sofre aquecimento gradativo, volatilizando os diferentes compostos conforme a temperatura é aumentada, e assim aumentado o teor alcoólico. Durante este processo, é emitido na atmosfera vapores contendo metanol, aldeídos, cetonas, éteres e alcoóis (LIMA; MELO FILHO, 2011, SANTOS, 2005).

5.3 DANOS AMBIENTAIS: MPA

5.3.1 Dispersão do MPA sobre o meio ambiente

Segundo Moraes (2004), o transporte dos poluentes através da atmosfera está relacionado com a direção do vento, insolação, precipitação e umidade relativa do ar. Estes fatores influenciam na concentração dos poluentes presentes no ar e na dispersão destes.

A Figura 15 caracteriza a velocidade média do vento em função das estações sazonais.

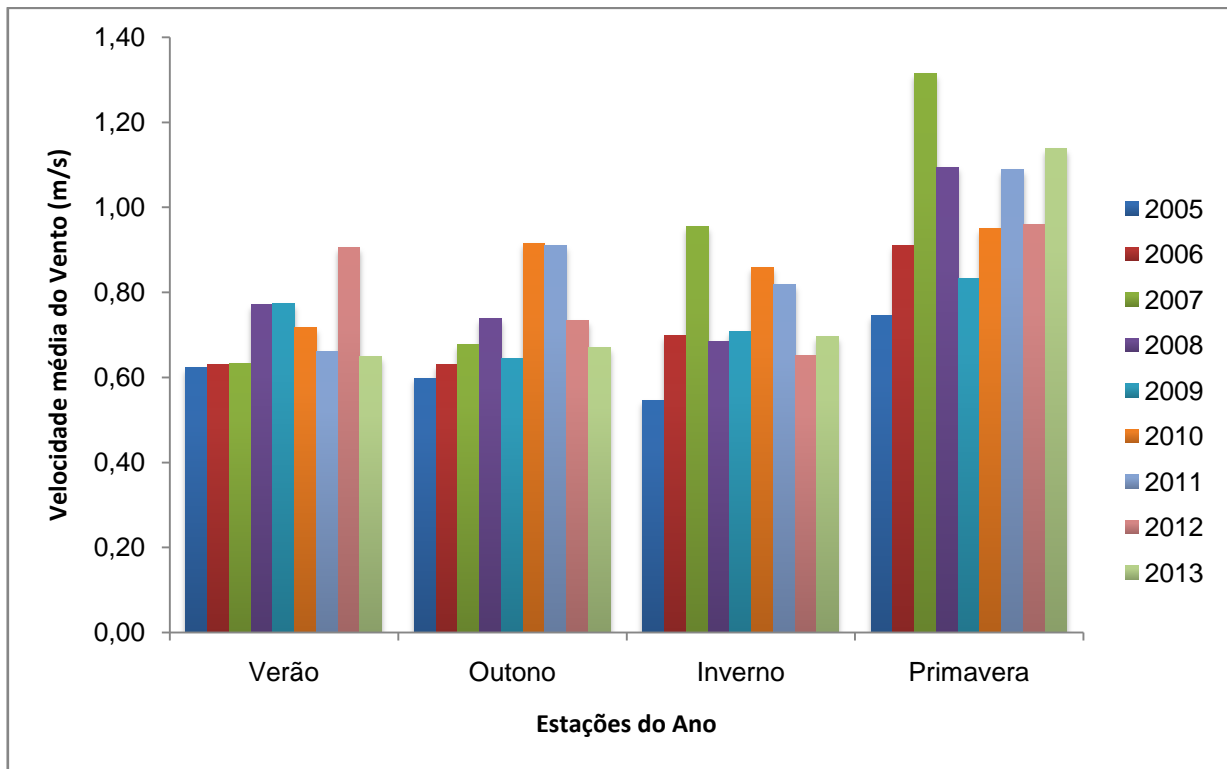


Figura 15 – Gráfico de distribuição sazonal da velocidade do vento em Londrina-PR.
Fonte: INMET, 2014.

É possível verificar que a primavera é a estação sazonal em que a velocidade do vento foi maior ao longo dos 9 últimos anos, tendo o seu pico de 1,32 m/s no ano de 2007, e sequencialmente 1,14 m/s em 2013.

A estação sazonal em que a velocidade do vento segue um padrão é o verão, em que também apresenta menores velocidades, tendo média de 0,71 m/s ao longo dos anos.

A direção inicial do transporte dos poluentes originados de uma fonte fixa é determinada pela direção do vento (MORAES, 2004). Em Londrina o tipo de vento é calmo, não predominando uma direção específica (INMET, 2014), que por sua vez é afetada pela velocidade deste vento. Como é de conhecimento prático que o vento está constantemente alternando a direção, o MPA é disperso em várias direções possíveis, principalmente quanto maior for a velocidade do vento.

A Figura 16 caracteriza a quantidade média de horas que ocorreu insolação durante as quatro estações sazonais.

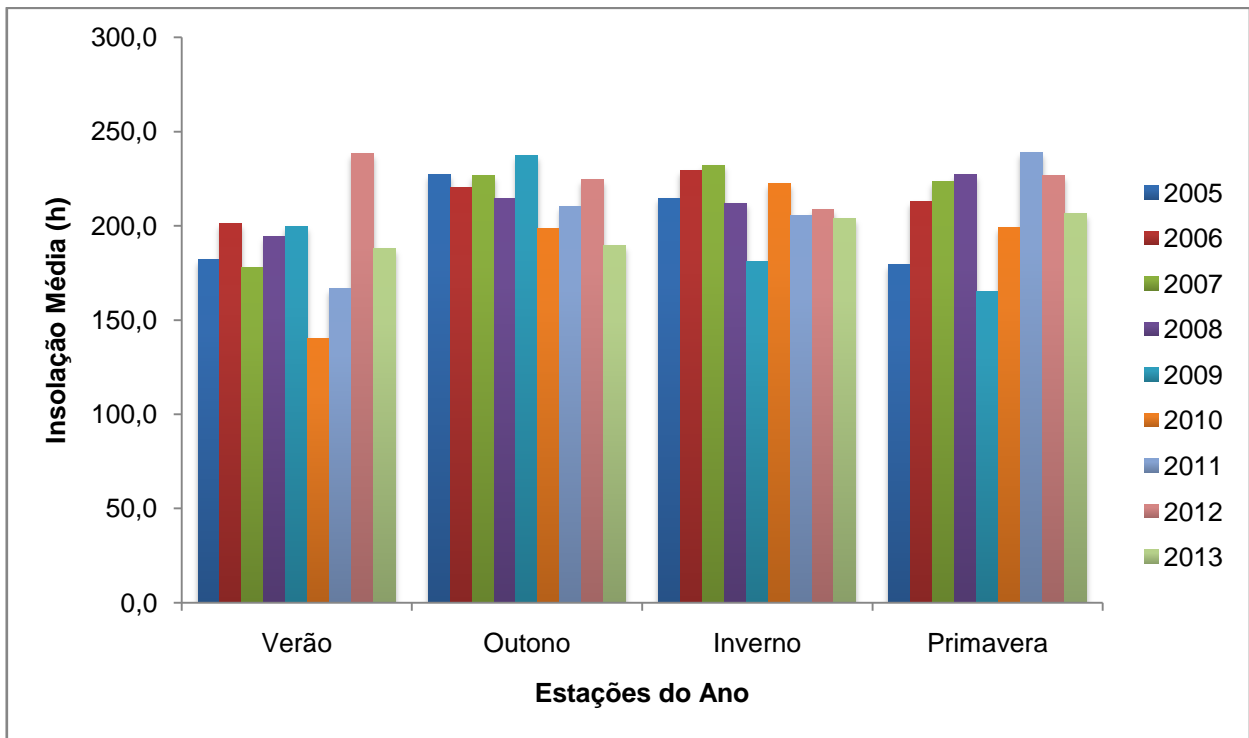


Figura 16 – Gráfico de distribuição sazonal da insolação média em Londrina-PR.
Fonte: INMET, 2014.

Entre os anos de 2005 e 2010, o outono foi a estação do ano que apresentou o maior número de horas que a luz solar chegou até a superfície terrestre sem a interferência de nuvens e atingiu um máximo de 198,3 horas e um mínimo de 189,6 horas de insolação nos anos de 2009 e 2013, respectivamente. Entretanto, nos últimos 3 anos (2011, 2012 e 2013) a primavera foi a estação em que mais houve insolação, chegando a máxima de 239 horas no ano de 2011 e mínima de 165,1 horas no ano de 2009.

A radiação solar é toda energia emitida pelo sol. A transferência de calor entre a superfície terrestre e os oceanos é o principal fator que influencia nas mudanças climáticas (LYRA, 2008), além da radiação influenciar também na formação dos poluentes secundários, como o ozônio, através das reações fotoquímicas entre a radiação solar e os poluentes primários e pode induzir a um maior aquecimento da superfície, resultando na cooperação da dispersão de poluentes (MORAES, 2004), ou seja, quanto maior for a intensidade e duração de insolação, maior será a influência da radiação para a formação de poluentes e dispersão.

A Figura 17 caracteriza a quantidade média de precipitações que ocorreu durante as quatro estações sazonais.

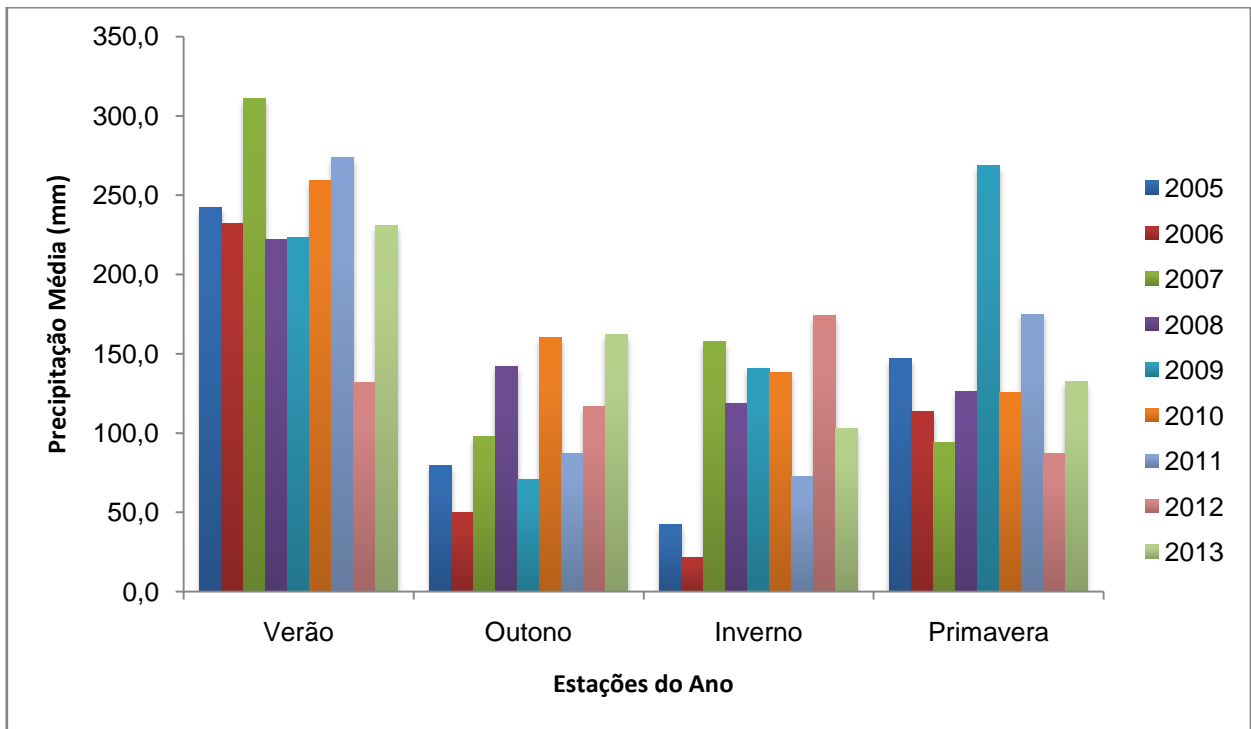


Figura 17 – Gráfico de distribuição sazonal da precipitação em Londrina-PR.
Fonte: INMET, 2014.

Ao longo dos últimos 9 anos, a estação mais chuvosa foi a do verão, apresentando precipitação média de 236,1 mm, com máxima no ano de 2007 (310,7 mm) e mínimo em 2012 (132 mm).

Opostamente, o outono foi a estação que apresentou menor período chuvoso, com precipitação média de 107,4 mm, máxima de 162 mm em 2013 e 50,2 mm em 2006.

Segundo Moraes (2004), as partículas poluentes podem se combinar com a água da chuva, reagindo quimicamente com a água precipitada e transformando-se em ácidos, que por sua vez reagem com os outros compostos da atmosfera e formam os poluentes secundários. A precipitação, entretanto, tem como característica limpar os poluentes da atmosfera e depositar estes nos solos, vegetações e rios, precipitando os poluentes atmosféricos diretamente sobre o meio ambiente.

A Figura 18 caracteriza a percentagem da umidade relativa médias durante as quatro estações sazonais.

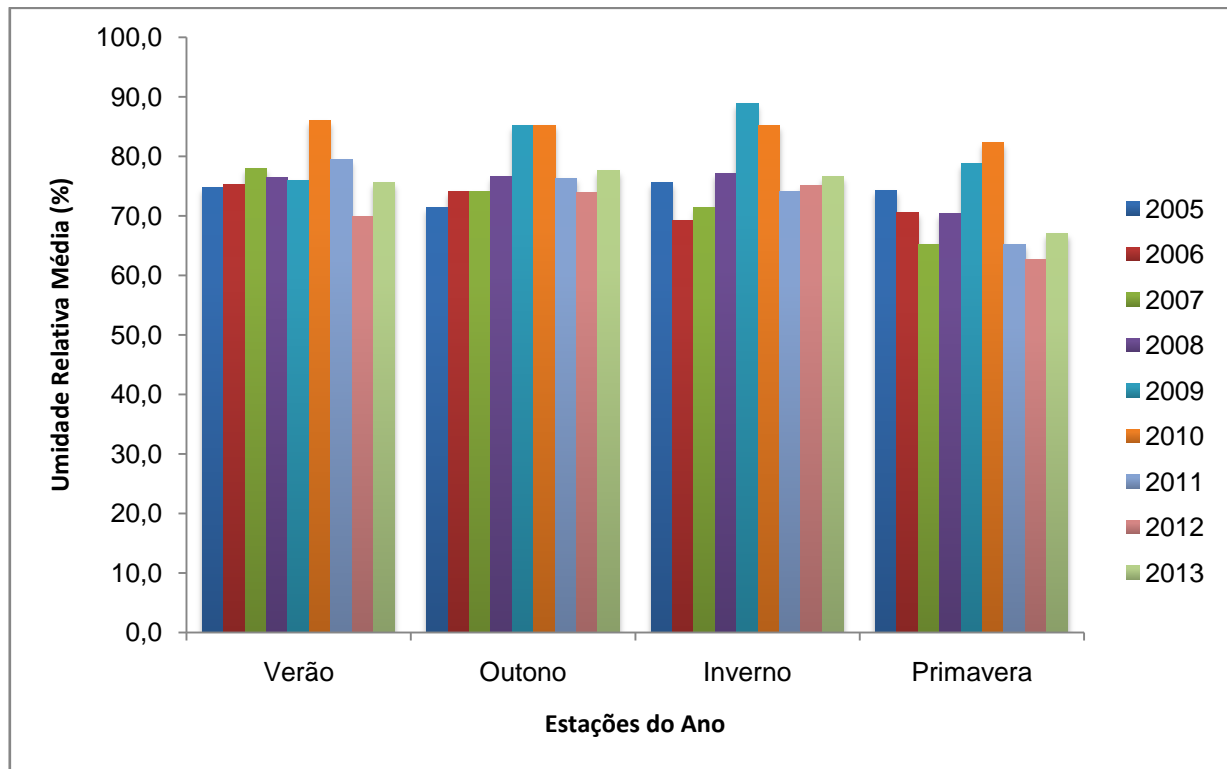


Figura 18 – Gráfico de distribuição sazonal da umidade relativa em Londrina-PR.
Fonte: INMET, 2014.

Os anos de 2009 e 2010 foram os mais representativos durante todas as estações sazonais, tendo umidade relativa máxima de 88,8% no inverno e mínima de 75,9% no verão.

A primavera foi a estação que apresentou os menores índices de umidade relativa durante todo o período amostrado, com média de 70,7%, máxima de 82,3% em 2010 e mínima de 62,6% em 2012.

A umidade é a presença de vapor d'água na atmosfera, medindo o quanto o ar está próximo do ponto de saturação do vapor d'água. Conforme a umidade aumenta a massa e densidade das partículas, a velocidade da queda dessas partículas também aumenta (LYRA, 2008).

Estes quatro fatores – vento, insolação, precipitação e umidade relativa do ar são essenciais para a determinação da intensidade do MPA e seus efeitos sobre o meio ambiente e sobre a saúde humana (MORAES, 2004), pois é a partir deles que é determinado quais são as características físico-químicas das partículas que serão agregadas ao solo, à vegetação, aos rios e principalmente, que serão inaladas pela

população, em especial aquela que reside próxima aos locais de emissão, responsáveis por desencadear doenças respiratórias, cardiovasculares e outras afecções agudas e crônicas (SALVIDA, 2002).

5.3.2 Interação do MPA sobre o solo

Segundo Barros et al. (2008), o solo do município de Londrina é predominante do tipo latossolo – vermelho eutroférico e distroférico, entretanto, também apresenta solos do tipo: nitossolo – vermelho eutroférico e distroférico; echernossolos e litossolos (Figura 19):

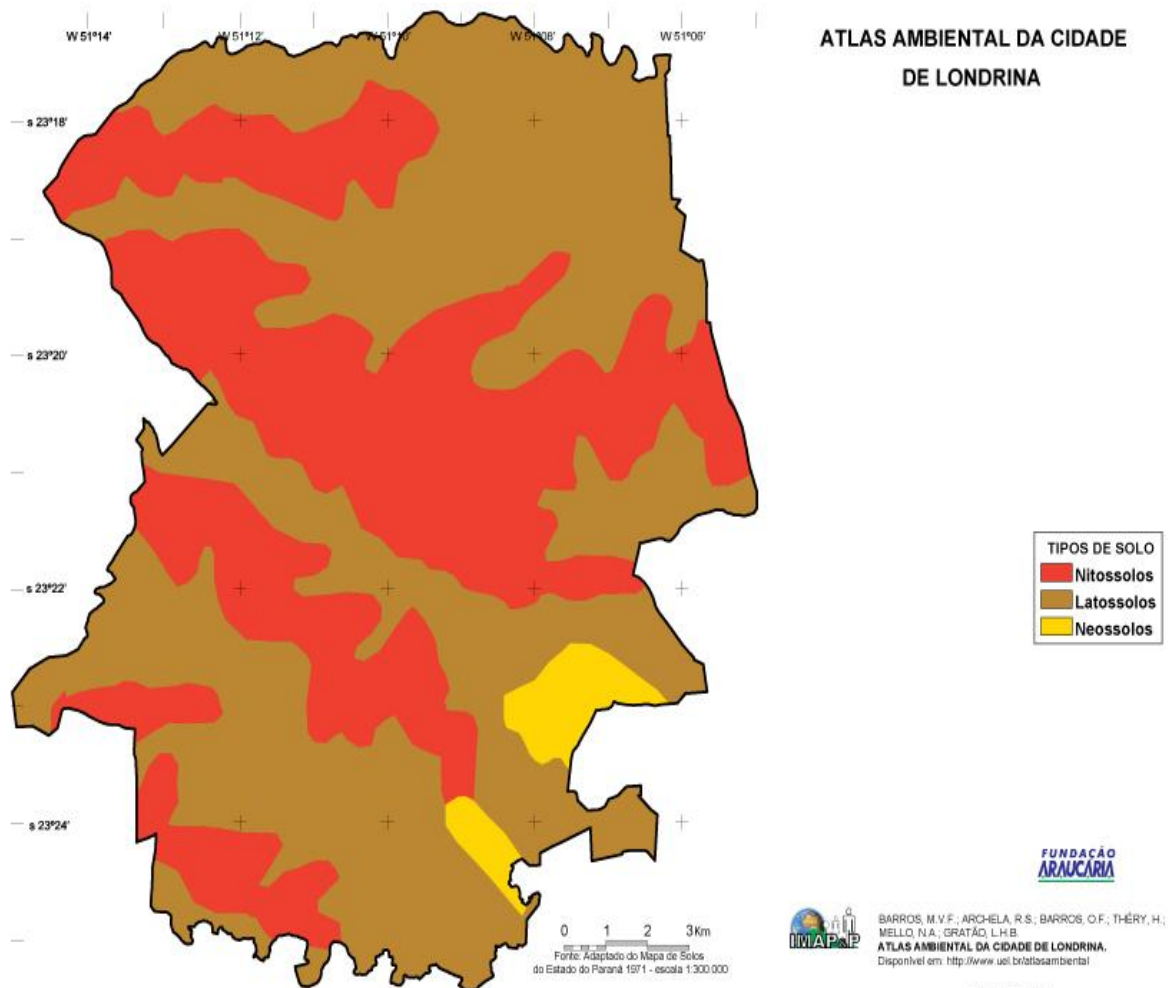


Figura 19 – Característica do solo em Londrina – PR.
Fonte: BARROS et al., 2008.

Se comparadas a Figura 4 com a Figura 19, é visível que os solos que mais serão afetados são os solos do tipo latossolo e nitossolo.

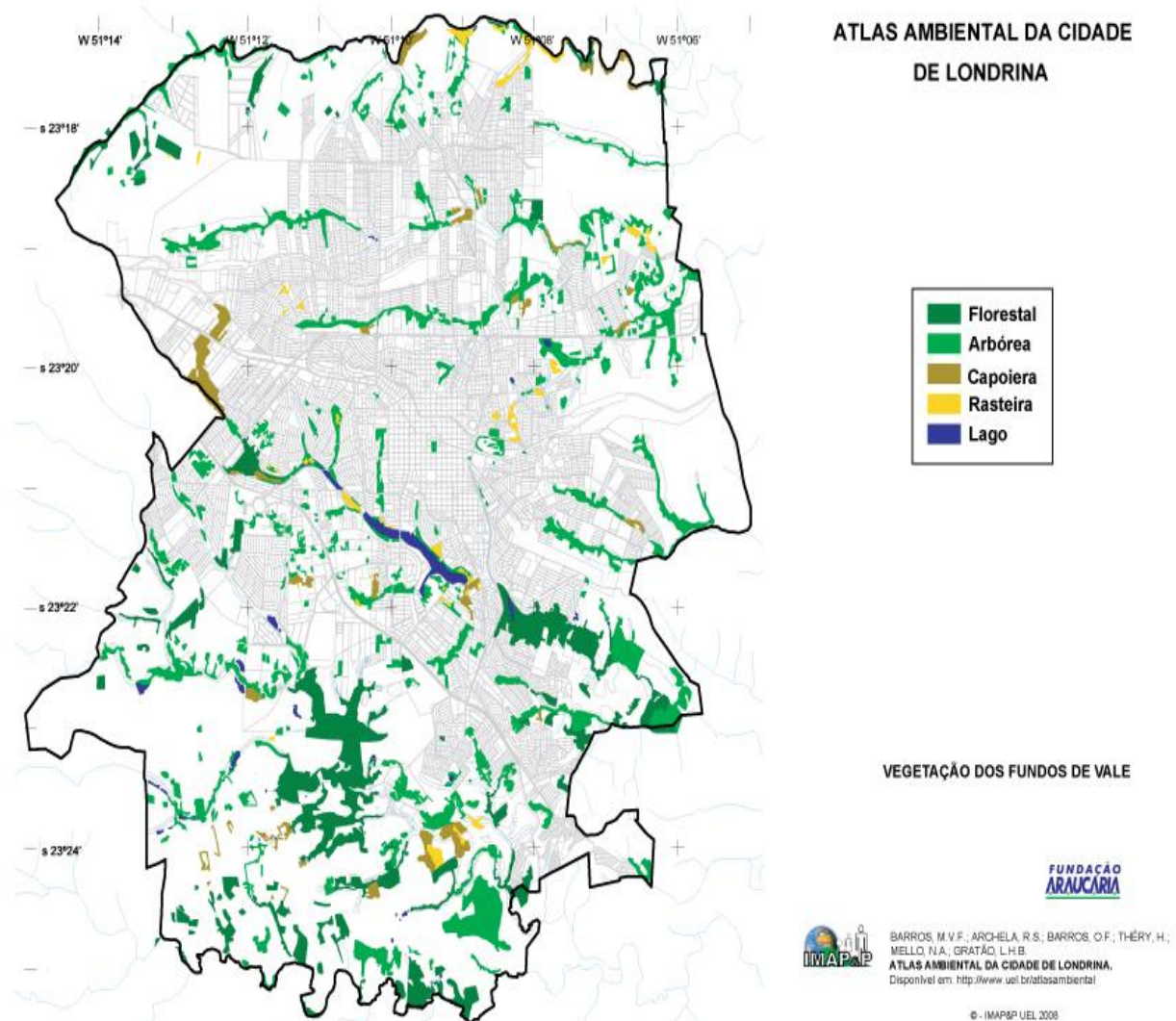
O solo do tipo latossolo é um solo altamente intemperizado, com baixas atividades das argilas, capacidade de troca de cátions, com relações moleculares entre sílica e alumínio e sílica e óxidos de ferro e alumínio, além de serem solos profundos, com estabilidade de agregados e baixo conteúdo de silte em relação à argila (MUGGLER et al., 2005).

O solo do tipo nitossolo é um solo profundo, bem drenado, constituído por minerais como: caulinita, goethita e gibbsita. É um solo muito argiloso, com alto teor de óxido de ferro e densa porosidade (COSTA, 2012).

Devido a estas características, estes tipos de solos ao entrar em contato com poluentes atmosféricos precipitados, advindos dos processos de dispersão e intensificação do MPA, principalmente se este poluente for um poluente secundário, causando efeitos negativos à fertilidade. Quanto maior for a característica de porosidade e permeabilidade da água, maior facilidade o poluente terá em descaracterizar a estrutura química por todo o perfil do solo, e assim comprometer o desenvolvimento da vegetação nativa e da produção agrícola (MUGGLER et al., 2005), o que pode estar ocorrendo na região de Londrina.

5.3.3 Interação do MPA sobre a vegetação

Segundo Londrina (2012), a vegetação no município de Londrina é escassa em razão do intenso desmatamento ocasionado pelo desenvolvimento urbano. Como mostra a Figura 20, há a predominância de vegetação arbórea distribuída espaçadamente pelo município.



**Figura 20 – Característica da vegetação em Londrina – PR.
Fonte: BARROS et al., 2008.**

Atualmente, o parque Arthur Thomas, que está situado na área urbana do município, matas ciliares (às margens dos rios) e poucas reservas florestais (como a Mata dos Godoy e a reserva indígena do Apucarantina) são os poucos resquícios de vegetação que ainda estão presentes no município (LONDRINA, 2012).

Esta vegetação remanescente pode ser afetada pela precipitação de poluentes atmosféricos advindos dos fatores de dispersão e intensificação do MPA, diminuindo o potencial de desenvolvimento da vegetação, reduzindo ainda mais a área de vegetação do município, assim como depositando substâncias químicas na plantação agrícola, gerando danos à saúde da população (LIMA, 2007).

5.3.4 Interação do MPA sobre a hidrografia

Segundo Barros et al., (2008), a hidrografia no município de Londrina é formada pelas seguintes bacias hidrográficas: Jacutinga, Cambé, Limoeiro, Lindóia, Três Bocas e Cafezal, como mostra a Figura 21.

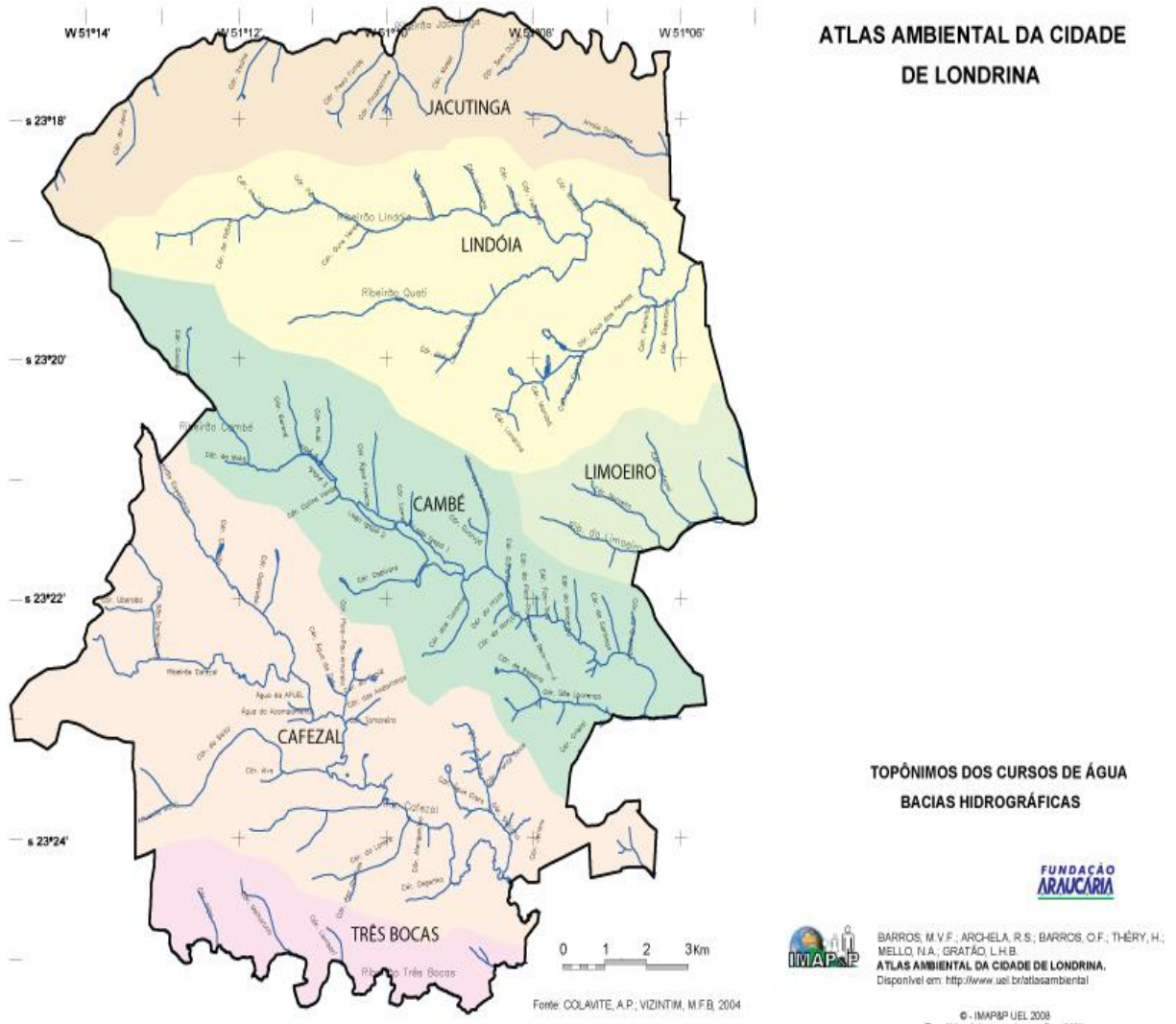


Figura 21 – Característica da hidrografia em Londrina – PR.
Fonte: BARROS et al., 2008.

Estas bacias hidrográficas ocupam uma área total de 245,52 Km², e a extensão total dos cursos de água é de 240 Km. A bacia do Cafezal é a maior bacia localizada dentro do perímetro urbano, totalizando 67 Km² de área e 72 Km de extensão. A

segunda maior bacia hidrográfica é a do Ribeirão Lindóia, que totaliza 43 Km de extensão (BARROS et al., 2008).

Estes corpos de água podem ser afetados pela precipitação direta do MPA ou pela precipitação de chuva ácida formada a partir das concentrações de poluentes na atmosfera, resultando na mortandade da vida aquática e alteração dos padrões de qualidade da bacia (BAIRD, 2002; SILVA; MENDES, 2006).

6 CONCLUSÃO

O município de Londrina – PR está em constante crescimento industrial, contemplando 2.975 indústrias potencialmente poluidoras distribuídas pelas regiões periféricas do município. Os setores de atividades industriais que são predominantes no município, e assim recebem destaque são: a indústria de produtos alimentícios, de bebidas e álcool etílico com 506 estabelecimentos e a indústria têxtil, do vestuário e artefatos de tecidos, com 502 estabelecimentos.

A indústria de produtos alimentícios, de bebidas e álcool etílico representou 17,01% de toda a atividade industrial do município, e tem por característica do seu processo de produção emitir grandes concentrações de MPA na atmosfera. Desta forma, a etapa que mais emite MPA é a etapa de beneficiamento por se tratar justamente da etapa de tratamento da matéria-prima, sendo esta matéria-prima de origem agrícola, e assim, possuir inúmeras partículas agregadas a ela.

O MPA emitido pela atividade industrial tem efeitos diretos e indiretos sobre o meio ambiente. Os principais fatores de dispersão e intensificação do MPA pela região são: pelo vento, pela quantidade de precipitação, pela umidade relativa do ar e pela intensidade solar, portanto é trivial conhecer as fontes de poluição atmosférica, as suas localizações e a quantidade de poluentes que são emitidos.

A análise destes fatores (vento, precipitação, umidade relativa e insolação solar) determinou que a estação sazonal mais crítica em relação à dispersão e intensificação do MPA, portanto, a que poderia acarretar em maior prejuízo ao meio ambiente e a saúde da população foi a primavera, apresentando maior dispersão do MPA pelo vento, maior duração de insolação durante os dias e umidade relativamente parecida com as demais estações.

A estação menos crítica, ou seja, aquela que foi menos favorável à dispersão do MPA foi o inverno, pois apresenta menor intensidade de precipitação – favorecendo a não aglomeração das partículas de MPA com outras substâncias; ventos com velocidades menores, dificultando a dispersão do MPA e intensidade de insolação semelhante às demais estações.

Diante deste contexto, é de extrema importância a atuação do engenheiro ambiental no acompanhamento e interferência nos processos industriais a fim de minimizar o efeito negativo que estes processos exercem sobre o meio ambiente e a saúde da população. Ressalta-se ainda a necessidade de maior fiscalização por parte dos órgãos públicos, verificando se as indústrias estão atendendo aos padrões de lançamento de partículas na atmosfera estabelecidos pelas legislações.

Não obstante, incrementos em pesquisa, investimentos orçamentários e incentivos para o desenvolvimento de tecnologias que atuem no tratamento e minimização dos poluentes atmosféricos gerados pelos processos industriais, são necessários, já que o desejável desenvolvimento e crescimento industrial pode acarretar indesejáveis consequências sobre a vida humana e o meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ALEGRE. **Conservação pelo calor**. Faculdade de Ciências Médicas. Porto Alegre, 2006. Disponível em: <<http://bioquimica.ufcspa.edu.br/pg2/pgs/tecnologia/conservacaocalor.pdf>>. Acesso em: 12 de jul. 2014

ALMANÇA. N. C. V. et al. Poluição atmosférica – Análise sobre as medidas de controle da poluição atmosférica e o sistema de informação do Parque Ibirapuera. **GEPROS: Gestão da Produção, Operações e Sistemas**. São Paulo, ano 6, n. 2, p. 87-100, jun. 2010.

AMORIM, W. B., **Monitoramento da Concentração e caracterização de Material Particulado Suspenso na Atmosfera**. Campinas, SP. 2004 (Tese de Doutorado) 165 p.

ARANTES, M. R. L. **Relações entre o Processo de Urbanização e a Qualidade da Água de uma Bacia de abastecimento urbano: Ribeirão Cafezal/PR**. Dissertação (em Geografia, Meio Ambiente e Desenvolvimento). Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2003. 164p.

BAIRD, C. **Química Ambiental**. Porto Alegre: Bookman, 2002.

BARBON, A; GOMES, J. Simulação das emissões atmosféricas sobre o município de Araucária com uso do modelo AERMOD. **EngSanitAmbient**. 2010. v. 15, n. 2, p. 129-140. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/esa/v15n2/a05v15n2.pdf>. Acesso em 16 de jul. 2013.

BARROS, M. V. F. et al. Atlas ambiental da cidade de Londrina. **Atlas Ambiental**. Londrina, 2008. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/atlasambiental/>. Acesso em: 10 de jul 2014.

BRAGA, A.; PEREIRA, L. A. A.; SALDIVA, P. H. N. Poluição atmosférica e seus efeitos na saúde humana. **Sustentabilidade na geração e uso de energia no Brasil: os próximos vinte anos**. Campinas: UNICAMP, 2002.

BRASIL. CONAMA (1990). Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução 03, 1990. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=100>. Acesso em: 15 de ago. 2013.

BRASIL. CONAMA (1989). Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução 05, 1989. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=81>. Acesso em 15 de ago. 2013.

BRASIL. CONAMA (2006). Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução 382, 2006. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=520>. Acesso em 12 de nov. 2013.

BRASIL. CONAMA (2011). Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução 436, 2011. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=660>. Acesso em 15 de ago. 2013.

BRASIL. MTE (2014). Ministério do Trabalho e Emprego. **Perfil do município**. Disponível em: http://bi.mte.gov.br/bgcaged/caged_perfil_municipio/index.php. Acesso em: 15 jun. 2014.

CANÇADO, J. E. D. et al. Repercussões clínicas da exposição à poluição atmosférica. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**. Ribeirão Preto, v. 32, supl.1, p. S5-S11, mai. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/jbpneu/v32s1/a02v32s1.pdf>. Acesso em 16 de jul. 2013.

CETESB - Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental. **Relatório da Qualidade do ar no Estado de São Paulo, 2005**. São Paulo. Disponível na internet: <http://www.cetesb.sp.gov.br>. Acesso em: 15 de jan. 2014.

CETESB - Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental. **Relatório da Qualidade do ar no Estado de São Paulo, 2006**. São Paulo. Disponível na internet: <http://www.cetesb.sp.gov.br>. Acesso em: 15 de jan. 2014.

CETESB - Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental. **Qualidade do solo**. São Paulo, 2013a. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/solo/Informa%C3%A7%C3%B5es-B%C3%A1sicas/Vegeta%C3%A7%C3%A3o/9-Efeitos-da-Polui%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 09 de set. 2013.

CETESB - Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental. **Qualidade do ar**. São Paulo, 2013b. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/ar/Informa??es-B?sicas/21-Poluentes>. Acesso em: 09 de set. 2013.

CETESB - Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental. **Padrões, índices**. São Paulo, 2013c. Disponível em: http://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/ar/ar_indice_padroes.asp. Acesso em: 09 de set. 2013.

CHIOCHETTA, J. C; HATAKEYAMA, K; LEITE, M. L. G. Evolução histórica da indústria brasileira: desafios, oportunidades e formas de gestão. In: Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, 2004, Brasília. **Dando forma a uma nova realidade**. Disponível em: http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2004/artigos/08_190.pdf. Acesso em: 18 de jul. 2013.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras, UFLA. 2005. 783p

COSTA, E. U. C. da. **Caracterização e gênese de Argissolos e Nitossolos na Bacia Cabo, Pernambuco**. 2012. Tese de Conclusão de Curso (Dissertação de Pós-Graduação em Ciências do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco.

CREXI, V. T. **Métodos inovadores na conservação de alimentos**. Bagé, 2013. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAqKUwAF/metodos-inovadores-na-conservacao-alimentos>. Acesso em: 15 de jul. 2014.

DERISIO, J. C. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. CETESB/IMESP. São Paulo, 201p. 1992.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**. Atheneu, 2008. 2. ed. São Paulo, SP. 652 p.

FELTRE, R. **Fundamentos da química**. 2 ed. São Paulo: Moderna, 1996. P. 111.

FONSECA, J. R.; SILVA, J. G. **Cultivo do arroz de terras altas no estado de Mato Grosso**. 2006. Disponível em: http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozTerrasAltasMatoGrosso/pos_colheita.htm. Acesso em: 05 jul 2014.

GÉLINAS, Y; LUCOTTE, M; SCHMIT, J. P. History of the atmospheric deposition of major and trace elements in the industrialized. **Atmospheric Environment**. St. Lawrence Valley, Quebec, Canada, 1797-1810 p. 2000.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas S/A, 2002.

GOMES, A. B. O; KUAWAHARA, M. Y. Custos de saúde associados à poluição do ar em ambientes internos: possibilidade da valoração econômica ambiental. **Revista Jovens Pesquisadores**. Ano 5, n. 8, jan. 2008.

GREENPEACE (2008). **Energias renováveis contra o aquecimento global**. Disponível em: <http://www.greenpeace.org/brasil/pt/O-que-fazemos/Clima-e-energia/?qclid=CKndiZ2GxrkCFevm7AodT3IAqA> . Acesso em: 15 ago. 2013.

GUARIDO, E. R. F; MACHADO-DA-SILVA, C. L. A influência de valores ambientais e organizacionais sobre a aprendizagem organizacional na indústria alimentícia paranaense. **Rev. adm. contemp.** Curitiba. v. 5, n. 2, mai. 2001. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-65552001000200003&script=sci_arttext. Acesso em: 12 de Nov. 2013.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br/apps/mapa/>. Acesso em: 09 set. 2013.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Brasil em números**. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20-%20RJ/brasilnumeros/Brasil_numeros_v20_2012.pdf. Acesso em: 20 de jul. 2013.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Histórico**. Londrina, 2013. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/painel/historico.php?lang=&codmun=411370&search=parana|londrina|infograficos:-historico>. Acesso em: 15 de jan. 2014.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Dados históricos**. 2014. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/>. Acesso em: 10 de jul. 2014.

JACOMINO, V. M. F. et al. (2009). Avaliação da qualidade do ar em um polo produtor de ferro-gusa. **EngSanitAmbient**, v. 14, n. 4. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/esa/v14n4/11.pdf>. Acesso em 16 de jul. 2013.

KLUMPP, A. et al. Um novo conceito de monitoramento e comunicação ambiental: a rede europeia para a avaliação da qualidade do ar usando plantas bioindicadoras (EuroBionet). **Revista Brasil**. São Paulo, v.24, n. 4, p. 511-518, dez. 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbb/v24n4s0/9472.pdf>. Acesso em: 12 de nov. 2013.

LEVINE, J. S. et al. Biomass burning: a driver for global change. **Environmental Science and Technology**, v. 24, n. 3, 120A-125^a p. 1995.

LIMA, E. A. P. **Um estudo sobre a qualidade do ar de Uberlândia**: Material particulado em suspensão. 2007. 148 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007.

LIMA, L. L. A.; MELO FILHO, A. B. **Técnico em alimentos**: tecnologia de bebidas. Recife, 2011. Disponível em: http://200.17.98.44/pronatec/wp-content/uploads/2013/06/Tecnologia_de_Bebidas.pdf. Acesso em: 05 de jul 2014.

LONDRINA. Lei 13806, de 30 de setembro de 2002. Publicada no diário oficial em 01 de outubro de 2002.

LONDRINA. **Perfil de Londrina 2012**. Londrina, PR. 2012. Disponível em: http://www1.londrina.pr.gov.br/dados/images/stories/Storage/sec_planejamento/perfil/perfil_2012f.pdf. Acesso em: 15 de ago. 2013.

LONDRINA (2014a). **Londrina em dados**. Londrina, PR. 2014. Disponível em: <http://www.acil.com.br/londrina-em-dados>. Acesso em: 15 de jun. 2014.

LONDRINA (2014b). **Os núcleos industriais**. Londrina, PR. 2014. Disponível em: <http://www.acil.com.br/jornal-detalhe/85/5/202>. Acesso em: 05 de jul. 2014

LYRA, D. G. P. **Modelo Integrado de Gestão da Qualidade do Ar da Região Metropolitana de Salvador**. 2008. Campinas – São Paulo.

MACHADO, R. L. P. Boas práticas de armazenagem na indústria de alimentos. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2000. 28p.

MANTILLA, S. P. S. et al. Atmosfera modificada na conservação de alimentos. **Revista Acadêmica, Ciências Agrária Ambiental**. Curitiba, v.8, n.4, p. out. 2010.

MILANO, M.; DALCIN, E. **Arborização de vias públicas**. Rio de Janeiro, 226 p. 2000.

MIRANDA, M. J; BAPTISTA, T. J. R. A prática de exercícios físicos e a poluição do ar na cidade de Goiânia-GO. **Educação Física em Revista**. Taguatinga, v. 2, n. 3, dez. 2008.

MORAES, M. R. **Ferramenta para a previsão de vento e dispersão de poluentes na micro-escala atmosférica**. Tese de Doutorado (em Engenharia Mecânica). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2004. 166 f.

MUGGLER, C. C. et al. **Conteúdos básicos de geologia e pedologia**. Minas Gerais. 2005. Disponível em:
http://www.cefetbambui.edu.br/grupos_de_estudo/gesa/download/livros/geologia_e_%20pedologia_do_solo.pdf. Acesso em: 19 de jul. 2014.

NEVES, A. F. **Vanádio no material particulado atmosférico na região de ressurgência de Cabo Frio-RJ**. 2005. 72 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Química) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2005.

OLIVEIRA, P. L; CARDOSO, A. A; ANGÉLICA, R. S. Elementos traço em material particulado atmosférico de uma região agroindustrial do sudeste do Brasil. **Quím. Nova**. São Paulo, v. 36, n. 4, p. 533-539, fev. 2013.

PARANÁ. SEMA (2006). Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Resolução 054. Disponível em:
<http://www.abic.com.br/publique/media/res05423191.pdf>. Acesso em: 15 de ago. 2013.

PINTO, G. R. **A indústria e seus impactos e perspectivas no desenvolvimento do município de Cruz Alta - RS**. 2006. 73 f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Ciências Políticas e Econômicas) - Universidade de Cruz Alta.

PRESTON, M. R., The Interchange of pollutants between the atmosphere and oceans, **Marine Pollution Bulletin**. 477-483 p. 1992.

RESENDE, F. **Poluição atmosférica por emissão de material particulado: avaliação e controle nos canteiros de obras de edifícios**. 2007. 232 f. Tese de Conclusão de Curso (Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade de São Paulo.

SALDIVA, P. H. **Poluição atmosférica e saúde: uma abordagem experimental**. Greenpeace. São Paulo, 2002, 19p.

SALLES, L; PIUZANA, D. Monitoramento e interpretação da qualidade do ar para material particulado na área de influência do aterro sanitário de Belo Horizonte. **Geonomos**. Belo Horizonte, v. 14, n.2, p. 17-24, 2006.

SANTOS, M. S. dos. **Cervejas e refrigerantes**. São Paulo: CETESB, 2005. 58 p. Disponível em: http://www.crq4.org.br/downloads/cervejas_refrigerantes.pdf. Acesso em: 15 de jul. 2014.

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Processos de Produção e Manipulação de Alimentos: por onde começar e que cuidados devem ser tomados**. 1 ed. Novembro, 2004. Disponível em: [http://201.2.114.147/bds/bds.nsf/23BB0D5564C6DDD8832574330057F569/\\$File/Processos%20de%20produ%C3%A7%C3%A3o%20e%20manipula%C3%A7%C3%A3o%20de%20alimentos.pdf](http://201.2.114.147/bds/bds.nsf/23BB0D5564C6DDD8832574330057F569/$File/Processos%20de%20produ%C3%A7%C3%A3o%20e%20manipula%C3%A7%C3%A3o%20de%20alimentos.pdf). Acesso em: 05 jul 2014.

SEINFELD, J. H; PANDIS, S. N. **Atmospheric chemistry and physics: from air Pollution to climate changes**. Nova York. 1998.

SEROA DA MOTTA, R., ORTIZ, R. A., FERREIRA, S. F. **Avaliação Econômica dos Impactos Causados pela Poluição Atmosférica na Saúde Humana: Um Estudo de Caso para São Paulo**. Rio de Janeiro: s/e, 1998. Disponível em: www.race.nuca.ie.ufrj.br/eco/trabalhos/mesa3/5.doc. Acesso em 10 de agosto de 2007

SILVA, L. T; MENDES, J. F. G. Determinação do índice de qualidade do ar numa cidade de média dimensão. In: **CONGRESSO LUSO BRASILEIRO PARA O PLANEJAMENTO URBANO REGIONAL INTEGRADO E SUSTENTÁVEL**, 2., 2006,

SILVA JUNIOR, E. O. **Manual de controle higiênico-sanitário em alimentos**. Livraria Varela, 5.ed. São Paulo. 2002.

SKAF, P; HENRIQUE A; SILVA, P. P. **Um acordo pela indústria brasileira**. 2011. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/fsp/opiniao/fz26052011107.htm>. Acesso em: 14 de abr. 2014.

TRESMONDI, A. C. C. L. et al. Concentração de material particulado inalável MP10 em Espírito Santo do Pinhal – SP. **Engenharia Ambiental**. Espírito Santo do Pinhal, v. 5, p. 133-144, jan/abr 2008.

VASCONCELLOS, M. A. S.; GARCIA, M. E. **Fundamentos de Economia**. 3.ed. São Paulo: Saraiva, 2008.

VEIGA, J. E. **Desenvolvimento sustentável: o desafio do século XXI**. 3. ed. Rio de Janeiro: Garamond, 1948. 220 p.

WALDER, J. F. A. **Análise físico-química e microbiológica por método molecular, de pratos prontos radapertizados para suprimenção alimentar de imunodeprimidos**. Piracicaba, 2011. 119 p.