

Dispersão de poluentes atmosféricos numa indústria dos Campos Gerais -Paraná

Cheily de Fátima Martins de Souza (UNOPAR) cheilysouza@hotmail.com

Lilian da Silva Santos (UNOPAR) lilian.silvasantos@yahoo.com.br

Sérgio Ditzkun (UTFPR – Ponta Grossa) sditzkun@yahoo.com.br

Resumo:

O presente trabalho aborda a emissão de poluentes atmosféricos e sua dispersão, sendo a poluição atmosférica um dos impactos ambientais mais significativos das indústrias na atualidade. Devido à razões sociais, legais ou mercadológicas, as indústrias se vêem forçadas a melhorar seu desempenho no que tange à esfera ambiental, permanecendo assim competitivas. Este estudo desenvolvido por meio de pesquisa aplicada relata a questão dos poluentes atmosféricos e a importância do monitoramento da dispersão desses poluentes aos arredores industriais.

Palavras chave: Impacto ambiental, Poluentes atmosféricos, Dispersão

Dispersion of air pollutants in Campos Gerais - Paraná industry

Abstract

This paper addresses the issue of air pollutants and their dispersion, and air pollution one of the most significant environmental impacts of industries today. Due to social, legal or marketing reasons, industries are forced to improve their performance in relation to environmental sphere, thus remaining competitive. This study developed through applied research relates the issue of air pollution and the importance of monitoring the dispersion of pollutants at industrial surroundings.

Key-words: Environmental impact, air pollutants, dispersion.

Sendo o equilíbrio ambiental parte fundamental para o sucesso das organizações, visto à sua importância atual no mercado competitivo, torna-se imprescindível o controle adequado dos impactos ambientais gerados por suas atividades. A indústria de papel que ocupa posição importante na economia brasileira traz consigo alguns impactos significativos que devem ser controlados para que não causem danos ao ambiente no qual está inserida. O presente trabalho relata os poluentes emitidos nesta instituição, suas respectivas fontes de emissão e os controles utilizados para mitigação. O estudo foi desenvolvido por meio de uma pesquisa aplicada tendo como resultado principal a evidência dos controles realizados e outras questões relevantes.

1. Introdução

Inconscientemente, desde a descoberta do fogo, a espécie humana contribui para a poluição do ar, fenômeno este que vem crescendo desde então, proporcionalmente ao aumento populacional e ao desenvolvimento tecnológico e inovador. Diferente ao que ocorria no século XVIII, quando a fumaça das locomotivas e chaminés era preta e espessa, hoje a poluição do ar é universal e praticamente despercebida. (AMARAL; PILBEBI, 2003).

O aumento crescente da emissão de poluentes atmosféricos tem sido originado pelo desenvolvimento industrial e urbano. O acréscimo da concentração destas substâncias, que acabam por serem depositados nos vegetais, no solo, nos materiais, é responsável por danos nas florestas, pela redução da produção agrícola, degradação de construções e de uma forma geral origina desequilíbrios nos ecossistemas. Até a década de 1980, a poluição do ar urbano era atribuída praticamente às emissões industriais, despertando a atenção dos órgãos ambientais com ações que objetivavam ao controle das emissões dessas fontes. (LEAL *et al.*, 2011).

A indústria por sua vez, foi forçada a buscar meios de minimização da poluição atmosférica para continuar a operar atendendo aos padrões da legislação e ao mesmo tempo produzir de forma lucrativa.

O monitoramento da dispersão desses poluentes no ar, tornou-se muito significativa à medida que o ar em muitas regiões tornou-se saturado e incapaz de receber grande volume de poluição sem afetar a saúde humana.

2 Referencial Teórico

2.1 Estudo de Impactos Ambientais

Tendo conhecimento de que todo o desenvolvimento de projeto interfere com o meio ambiente, e certo de que o crescimento é algo imprescindível, resta discutir os instrumentos e mecanismos que os harmonizem, diminuindo ao máximo os impactos ambientais negativos e, conseqüentemente, os custos econômico-sociais. (MILARÉ; BENJAMIN, 1993).

Em 1981 houve o estabelecimento das diretrizes da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) e de seus instrumentos complementares: o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), os quais têm como princípios fundamentais compor os procedimentos de avaliação do impacto ambiental na esfera das políticas públicas, além da disponibilização de recursos para um planejamento e gestão ambiental focados na prevenção. (BASSO; VERDUM, 2006)

O principal objetivo do EIA é analisar os impactos ambientais de uma ação proposta (programa, projeto, plano ou política), bem como a apresentação de alternativas dessa ação. Já o seu respectivo RIMA deve pressupor os resultados de maneira compreensível ao público em geral e aos responsáveis pela tomada de decisão. (BASSO; VERDUM, 2006; MILARÉ; BENJAMIN, 1993). Souza e Cardoso (2009) vislumbram que o EIA não é importante apenas para a obtenção da licença de instalação da organização, mas para dar à sociedade, conhecimento acerca da possível degradação do meio ambiente.

2.2 Poluição do ar

A quantia de poluentes existentes na atmosfera é muito dinâmica. Segundo Batistade (2004, p. 8) “existe a geração constante de partículas por fontes naturais e por atividades humanas, e a formação de partículas no ar através da condensação de vapores e por reação química de gases”. A retirada das partículas do ar acontece por fenômenos naturais como a neblina, chuva, granizo e cerração atuando como uma lavagem da atmosfera.

Leal *et al.* (2011) acrescenta que no Brasil, a exemplo do que acontece com a maior parte dos países em desenvolvimento, a maioria das grandes indústrias, responsável pelas emissões de poluentes para a atmosfera, está agrupada em áreas urbanas. Ao passar do tempo, em razão à obrigatoriedade do licenciamento ambiental, nota-se uma tendência ao avanço tecnológico das instalações industriais, com o intuito de controlar e minimizar as emissões atmosféricas.

No panorama atual, mais de 75% de toda a matriz energética utilizada pelo setor de celulose e papel é renovável. A geração de energia térmica que utiliza o óleo combustível diminuiu de 50% para menos de 6%, substituído pela lixívia (licor preto) e lenha, o que ocasionou uma redução de emissão de 127 milhões de toneladas de CO₂ entre as décadas de 1980 e 2010. Associa-se a isto o estoque de mais de 1 bilhão de toneladas de CO₂, capturado da atmosfera pelas plantações de florestas mantidas pelo setor. Logo, o saldo comparativo entre emissão e remoção de CO₂ do setor é claramente positivo ao meio ambiente e com potencial real de crescimento. (BRACELPA, 2013).

2.3 Dispersão de poluentes

A qualidade do ar é prejudicada pelas emissões de fontes fixas e móveis, assim como pelas propriedades do ar atmosférico da área considerada, principalmente a capacidade de dispersão do local. (QUINTANILHA, 2009).

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

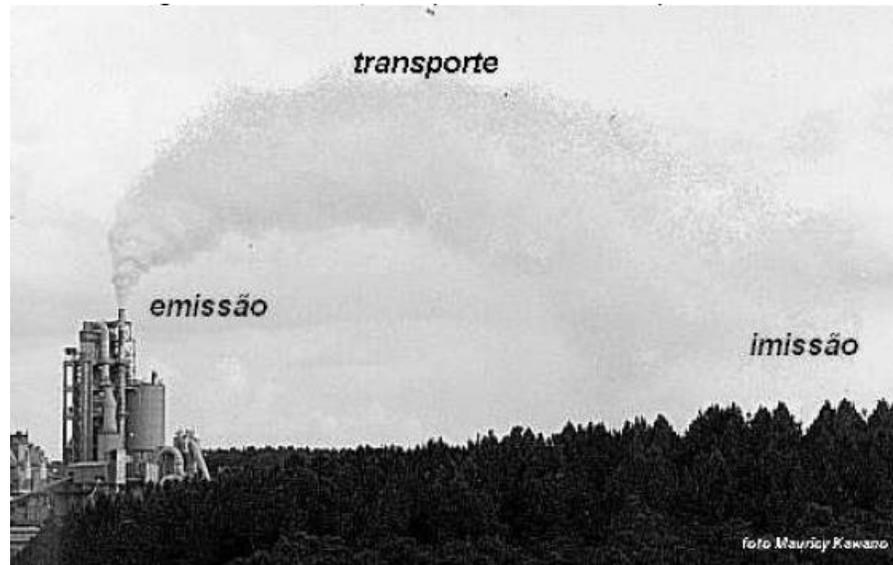
Chan (2009 apud QUINTANILHA, 2009) comenta que na medida do possível, antes da instalação de qualquer indústria, deve ser avaliado o grau de dispersão atmosférica da região. Tendo como foco a prevenção da poluição e não o seu controle. Esta abordagem preventiva está diretamente ligada ao aproveitamento energético, o qual deve ser explorado ainda na fase do projeto.

Caputo, Gimenez e Schlamp (2003 apud BARBON; GOMES, 2010) relevam a importância atribuída aos prováveis perigos aos quais a população está sujeita durante a dispersão atmosférica de poluentes gerados por várias fontes, como, a exemplo das indústrias, siderúrgicas, petroquímicas, de papel e celulose e que estão em desenvolvimento modelos para a análise dos impactos oriundos das emissões, modelos estes que constituem ferramentas úteis para assessorar estudos de minimização de riscos e gerenciamento dos recursos disponíveis em caso de acidentes.

O processo de poluição pode ser dividido em três etapas resumidamente:

emissão de poluentes para a atmosfera; (b) os poluentes são transportados, diluídos e modificados química ou fisicamente na atmosfera; (c) e imissão ou os poluentes chegam a um receptor, onde podem ocorrer danos à saúde, materiais ou de maneira geral ao meio ambiente. A figura 2 demonstra o processo de poluição do ar. (DE NEVERS, 1995; SEINFELD, 1986 apud KAWANO, 2003 p. 33).

Figura 1 - Emissão, transporte e imissão de poluentes



Fonte – KAWANO (2003)

Ao avaliar a concentração de um poluente no ar atmosférico, mede-se o nível a que os receptores estão expostos como resultante do processo de emissão deste poluente no ar atmosférico por suas fontes de geração e suas interações na atmosfera, do prisma físico por meio de diluição e do químico por reações químicas. (CETESB, 2000 apud BATISTADE, 2004).

A concentração de um poluente atmosférico sobre um determinado receptor depende de uma série de fatores associados à tipificação das fontes de emissão, regime de vento e condições de estabilidade atmosférica e topografia da região estudada. (BARBON; GOMES, 2010)

A utilização de um instrumento que simule a dispersão de poluentes no meio atmosférico é muito útil à medida que é possível realizar várias simulações e previsões das concentrações de um poluente específico, tendo como vantagem para a população o conhecimento ao nível de poluição a qual está exposta, às organizações podem prever investimentos necessários em equipamentos de controle para a redução de emissão de poluentes, e ao poder público, a possibilidade de realizar indagações sobre novos empreendimentos, cujos poluentes atmosféricos possam degradar a qualidade do ar. (BARBON; GOMES, 2010).

Batistade (2004) afirma que a atmosfera é influenciada por diversos fatores, tais como: ocupação irregular do espaço, e topografia irregular, fatores que resultam em um complexo regime de distribuição e dispersão dos poluentes.

Uma maneira de avaliar o nível de concentração de poluentes atmosféricos é por meio do Índice da Qualidade do Ar (IQA). De acordo com a CETESB (2013)

o índice de qualidade do ar 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 EUA.

Em conformidade com o exposto pela CETESB (2013), é calculado um índice para cada poluente medido. Por meio do índice obtido o ar é qualificado, ou seja, recebe uma nota, elaborada conforme demonstrado no quadro abaixo:

Quadro 1 - Classificação de acordo com Índice de Qualidade do Ar

Qualidade	Índice	MP ₁₀ (µg/m ³)	O ₃ (µg/m ³)	CO (ppm)	NO ₂ (µg/m ³)	SO ₂ (µg/m ³)
Boa	0 - 50	0 - 50	0 - 80	0 - 4,5	0 - 100	0 - 80
Regular	51 - 100	50 - 150	80 - 160	4,5 - 9	100 - 320	80 - 365
Inadequada	101 - 199	150 - 250	160 - 200	set/15	320 - 1130	365 - 800
Má	200 - 299	250 - 420	200 - 800	15 - 30	1130 - 2260	800 - 1600
Péssima	>299	>420	>800	>30	>2260	>1600

Fonte – CETESB (2013)

Todavia a CETESB (2013) estabelece que como medida de prevenção o ideal é utilizar o índice mais elevado, ou seja, a qualidade do ar de uma determinada região é estipulada pela pior situação. Esta qualificação do ar está relacionada com efeitos sobre a saúde.

O Banco Mundial (1998 apud KAWANO, 2003) retrata que o produto final da modelagem de dispersão são mapas que demonstram a concentração dos poluentes (ex. particulados, dióxido de enxofre e óxidos de nitrogênio e) da região ao redor da fonte emissora. Estes mapas compreendem as concentrações calculadas em locais distintos, expostas como linhas de isoconcentrações.

3. Metodologia

O presente trabalho foi desenvolvido tendo como objeto de estudo, a dispersão de poluentes atmosféricos em uma indústria de papel na região dos Campos Gerais, estado do Paraná. A referida empresa denominada nesta pesquisa como Papel S.A. é pioneira na produção de papéis revestidos e produz cerca de 160.000 toneladas de papel ao ano, sendo sua capacidade instalada de 205.000 t/ano. O produto final, é o papel revestido de qualidade para impressão, utilizado em catálogos de cosméticos, folhetos informativos e em revistas.

Dentre as formas de classificação da pesquisa este estudo adotou os seguintes requisitos:

Trata-se de estudo qualitativo e descritivo onde não utiliza métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para a coleta de dados e o processo e seu significado são os focos principais de abordagem. (KAUARK, 2010).

Pesquisa aplicada e exploratória, pois de acordo com Prodanov e Freitas (2013) pretende gerar conhecimentos para a adoção prática direcionados à resolução de dificuldades específicas e expor a maneira ou a causa através das quais um fato é produzido, propiciando assim o estudo de suas causas e seus efeitos.

Pesquisa Bibliográfica pois segundo Kauark (2010) é elaborada a partir de material já publicado, constituído principalmente de livros, artigos de periódicos e, atualmente, material disponibilizado na Internet.

4. Resultado e discussão

4.1 Estudo de Impactos Ambientais

De acordo com o exigido pela legislação, o estudo dos impactos ambientais da referida organização foi realizado em outubro de 1988, antes de sua instalação. Prevendo os impactos nas áreas de influência para os seguintes componentes (PAPEL S.A., 1988):

- a) Físicos: o ar, solo e subsolo, recursos hídricos.
- b) Biológicos: a flora e a fauna.
- c) Sócioeconômico: Estado do Paraná, Microrregião Homogênea de Campos de Jaguariaíva, e município da indústria..

De acordo com o EIA /RIMA (Estudo de Impacto Ambiental/ Relatório de Impacto Ambiental) a implantação da indústria sob vários aspectos, iria interferir no equilíbrio atual do meio, provocando efeitos adversos. Os impactos negativos de maior importância provocados pelo empreendimento, conforme levantamento realizado, relacionam-se aos efluentes líquidos descartados no Rio Barra Mansa e as cargas poluidoras a serem lançadas no ar.

Referente às emissões atmosféricas, o EIA/RIMA explica que a atmosfera é o elo entre a fonte geradora dos poluentes e as fontes receptoras. Seu estudo e entendimento são feitos por meio da meteorologia, cujos parâmetros de pressão barométrica, temperatura, direção de ventos, velocidade, umidade, irão aventurar ou ampliar as concentrações, e, por conseguinte, reflexos no meio ambiente local. (PAPEL S. A.,1988).

No estudo foi verificado que as condições da qualidade do ar local na época era afetada por uma única fonte poluidora significativa do ponto de vista ambiental que era a unidade de celulose e papel instalada (antiga unidade fabril, hoje inexistente), a qual não possuía dispositivos controladores de emissões gasosas, podendo-se concluir que as cargas de gases emitidos à atmosfera têm variações significativas, comprometendo a qualidade do ar.

4.2 Legislação Aplicável

Como exposto neste trabalho, a organização estudada apresenta várias fontes fixas de emissão, sendo as duas caldeiras as mais significativas. Estas (1 e 2) foram instaladas simultaneamente, tendo o mesmo porte e características, são operadas alternadamente, ou seja, nunca operam no mesmo período. Localizadas na mesma área fabril, com chaminés próximas, fazendo com que possa se considerar como uma única fonte de emissão.

Instaladas em 1991 e projetadas para fornecer energia para a indústria utilizando como combustível a biomassa, o equipamento atendia os padrões estipulados na época.

Com o passar dos anos e o avanço das legislações ambientais, a emissão que era comum para a época de instalação do equipamento passou a estar fora dos padrões que ficaram mais restritos. O limite estipulado pela Resolução SEMA nº54 de 2006 para as caldeiras referente à emissão de material particulado é de 200 mg/Nm³, sendo que no projeto original do equipamento a quantidade de emissão de material particulado nos gases prevista era de 670 mg/Nm³. Segue características das caldeiras abaixo:

Quadro 2 – Características da caldeira

Características Gerais	Projeto	Atual (2012)
Produção nominal de vapor	27,78 Kg/s	11,75 Kg/s
Produção capacidade máxima de vapor	30,55 Kg/s	15,83 Kg/s
Combustível principal	Casca de Pinus + Cavacos de eucalipto e pinus	Biomassa composta de Cavacos de pinus e eucalipto
Combustível auxiliar	Óleo tipo 2A	Óleo tipo 2A
Consumo de biomassa	10,99 Kg/s	4,24 Kg/s
Quantidade de Particulado nos gases de saída	670 mg/Nm ³	750 mg/Nm ³

Fonte – Arquivo da empresa

Verifica-se no quadro acima o valor emitido de material particulado atual acima do estabelecido pela legislação. De acordo com o artigo 6º da Resolução Sema 54, as caldeiras instaladas antes de dezembro de 2002 podem excepcionalmente operar fora do padrão estabelecido se cumprido algumas exigências. Muitas ações estão em andamento para o atendimento desta flexibilização legal. Sendo elas:

- a) Contratação de consultoria operacional e técnica para o levantamento de melhorias a serem realizadas. Algumas melhorias operacionais foram realizadas e verificou-se uma redução na emissão de material particulado.
- b) Estudo da qualidade do ar no entorno do empreendimento;
- c) Estudo da dispersão de poluentes

4.3 Controle de poluentes

O EIA/RIMA da organização descreve que a poluição atmosférica, controlada de forma adequada e devidamente mitigada, terá um efeito extremamente localizado e atuará de forma branda, apenas nas épocas críticas em termos de capacidade de dispersão da atmosfera, sobre o entorno da fonte de emissão, num raio de 0,5 km. (PAPEL S.A., 1988).

As fontes de emissão da organização são monitoradas conforme periodicidade exigida na legislação estadual. No caso mais crítico, que é o das caldeiras, as mesmas possuem despoeirador, denominado de sistema de multiciclones, que agem como separadores das partículas mais pesadas, ou seja, sujas, fazendo com que somente o ar limpo seja emitido para a atmosfera. São equipamentos simples, sem partes móveis, com baixa manutenção e custo, porém o sistema não é totalmente eficaz, tendo baixa eficiência, principalmente devido às restrições ambientais hoje existentes.

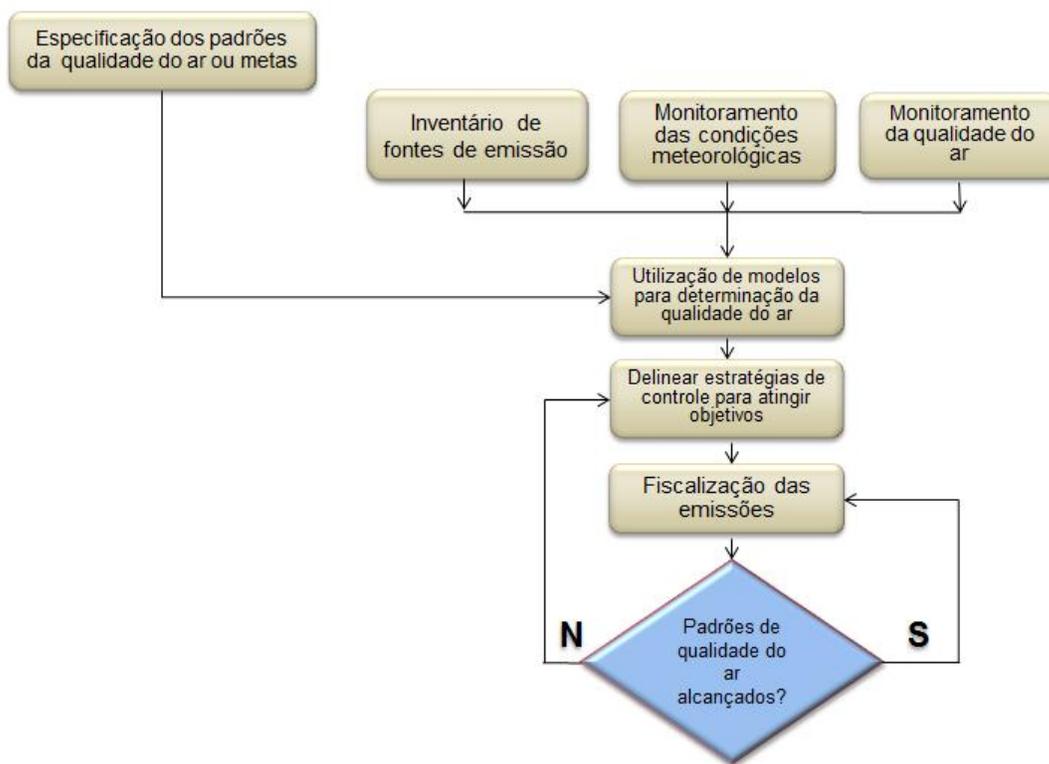
Existem equipamentos mais modernos e com 98% de eficiência, mas o custo é realmente muito elevado. Por isso as ações de melhoria na operação das caldeiras são tão importantes, alcançando bons resultados tanto na parte operacional quanto ambiental, sem altos investimentos.

Para um melhor controle e monitoramento de poluentes recomenda-se estabelecer uma meta ou seguir os parâmetros estipulados na legislação e, a partir disto analisar quais são os modelos adequados para acompanhamento da qualidade do ar, que será realizado conforme inventário de emissões atmosféricas, meteorologia e a qualidade do ar em si.

Tendo esta fase de planejamento determinada, é possível delinear estratégias de controle para atingir os objetivos. Seja através do uso de tecnologias ou adequações no processo. Após realizadas as melhorias é necessário o monitoramento para a verificação do atendimento às metas definidas. Se atendido, as medições devem continuar a serem monitoradas conforme estipula a legislação (anual, semestral ou conforme vigência da licença de operação).

Caso as metas não sejam atingidas deve-se planejar outras formas de controle retomando o ciclo novamente, a verificação da eficácia das ações devem ser realizadas quantas vezes for necessário, sempre visando a melhoria contínua e o atingimento das metas.

Figura 2 – Controle de poluentes



Fonte – Adaptado de REIS JUNIOR ([20--])

4.4 Dispersão de poluentes

Considerando a dispersão de poluentes essencial para a qualidade do ar, e que esta depende de alguns fatores, observa-se no EIA/RIMA da instituição que as condições meteorológicas foram pesquisadas, através do estudo dos dados dos últimos trinta anos, até 1980 (ano em que a estação meteorológica mais próxima parou de funcionar), os quais foram: temperatura, vento, umidade relativa, precipitação e pressão atmosférica. Dados estes, fundamentais para a configuração das condições meteorológicas para a dispersão de poluentes. (PAPEL S. A.,1988).

No ano de 2013 foi realizado o Estudo de Impactos Atmosféricos com Modelagem de Dispersão de Poluentes para a chaminé da caldeira da fábrica, com o intuito de estimar o impacto ambiental das emissões atmosféricas na sua área de influência e avaliar o atendimento aos padrões de qualidade do ar estabelecidos na legislação, buscando delinear as áreas expostas aos maiores impactos, além de verificar as concentrações de acordo com as condições meteorológicas e topográficas locais.

Neste sentido, no estudo recente dos impactos de poluentes atmosféricos da organização, bem como o realizado no EIA/RIMA em 1988, os dados topográficos da região são considerados, pois, também interferem na dispersão dos poluentes.

Confrontando os dados obtidos em campanhas de monitoramento realizado em 2010 e 2011 com a classificação do IQA verifica-se que em somente dois momentos a qualidade do ar foi considerada como regular, sendo o restante como boa.

Para o estudo matemático realizado foi criado um cenário definido a partir das emissões de MPT do histórico do monitoramento das concentrações deste poluente nas chaminés, em função da média anual, que foi de 552 mg/Nm^3 , representando uma taxa de emissão de $16,260 \text{ g/s}$. Os valores e o respectivo padrão da qualidade do ar podem ser evidenciados na tabela 1.

Tabela 1 – Maiores Concentrações anuais de MPT.

Concentração ($\mu\text{g/m}^3$)	Coordenadas (m)		Padrão ($\mu\text{g/m}^3$)
6,97	623750	7337250	
3,91	623250	7337250	
3,8	623250	7337250	
3,19	622750	7337250	
3,16	624250	7337250	80
2,46	622750	7337250	
2,3	623750	7337250	
2,16	622250	7337250	
2,15	623750	7337250	
2,11	623750	7337250	

Fonte - ENVEX (2013)

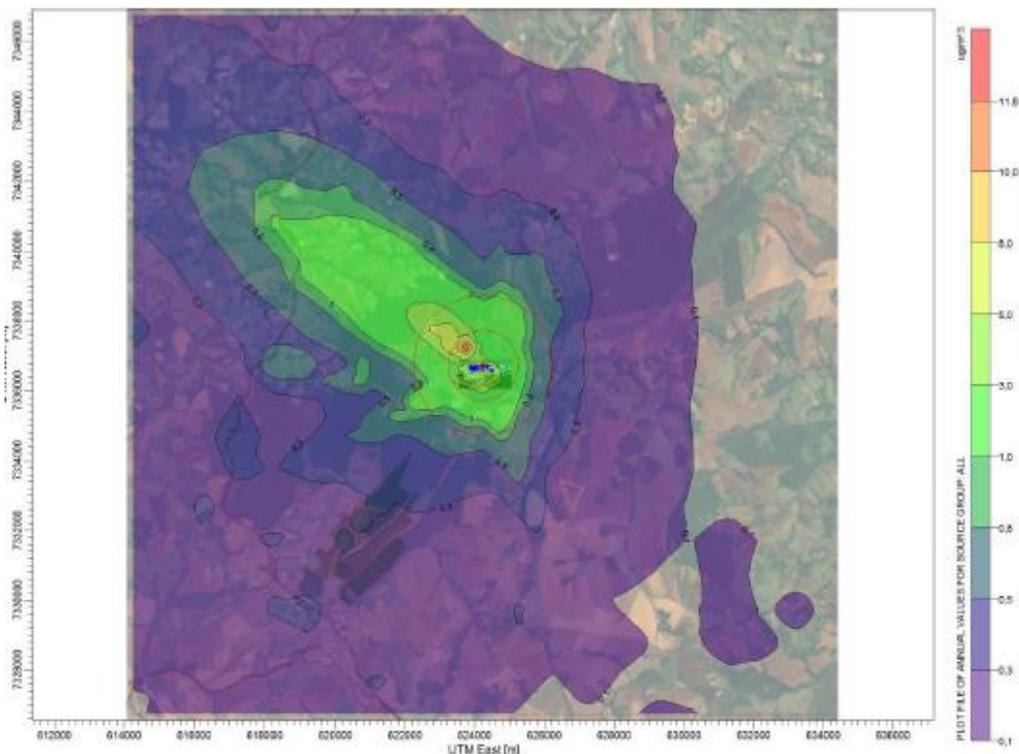
Para a caracterização do pior cenário possível, à partir do resultado mais elevado dentre as medições realizadas na chaminé do empreendimento, foram simulados os seguintes resultados de concentrações anuais:

Tabela 2 – Maiores concentrações anuais, pior situação

Concentração ($\mu\text{g/m}^3$)	Coordenadas (m)		Padrão ($\mu\text{g/m}^3$)
11,76	623750	7337250	
6,59	623750	7337250	
6,41	623750	7337250	
5,37	623750	7337250	
5,32	623750	7337250	80
4,15	623750	7337250	
3,87	623750	7337250	
3,65	623750	7337250	
3,63	623750	7337250	
3,55	623750	7337250	

Fonte – ENVEX (2013)

Figura 3- Máximas concentrações anuais MPT



Fonte – ENVEX (2013)

É possível evidenciar através dos valores monitorados no entorno da organização que não houve a superação dos valores com os estipulados pelo padrão. Portanto pode-se afirmar que mesmo com a pior situação simulada, não ocorre a alteração da qualidade do ar.

5. Conclusão

Devido à dificuldade de grandes investimentos na área ambiental, visto às prioridades de outros projetos de adequações emergenciais, recomenda-se continuar os estudos de melhoria de operação, conseqüentemente a melhoria da queima do combustível, e projeto nas caldeiras, visando atender o artigo 6º da resolução SEMA nº 54, com o estudo das possíveis e viáveis ações a serem realizadas.

Caso não se consiga atingir o limite estabelecido pela legislação, focar esforços na comprovação de que as emissões geradas não alteram a qualidade do ar na região da indústria, como comprovado em estudo através da dispersão de poluentes, podendo assim, a indústria operar fora dos padrões estipulados, mas com o devido acompanhamento das fontes de emissão, podendo utilizar como ferramenta o fluxograma de tomada de decisão demonstrado na figura 2.

No entanto as indústrias podem fazer uso de outros recursos, como flexibilização existente na própria legislação, melhorias operacionais, pequenos investimentos de projeto, acompanhamento da qualidade do ar no entorno, comprovando seu comprometimento com o meio ambiente.

Referências

AMARAL, Djanira; Maria PILBELI, Francine Amaral. *A poluição atmosférica interferindo na qualidade de vida da sociedade.* In: X SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2003, Bauru. Anais... Bauru: UNESP, 2003

BARBON, Amarildo; GOMES, Julio. *Simulação das emissões atmosféricas sobre o município de Araucária com uso do modelo AERMOD.* Rev. Engenharia Sanitária Ambiental, ABES, 15 (2), p. 129-140, abr/jun, 2010.

BASSO, Luiz Alberto; VERDUM, Roberto. *Avaliação de Impacto Ambiental: Eia e Rima como instrumentos técnicos e de gestão ambiental.* In: Relatório de impacto ambiental: legislação, elaboração e resultados. Porto Alegre: Editora da Universidade UFRGS, 2006.

BATISTADE, Wanda Amorim. *Monitoramento da Concentração e Caracterização do Material Particulado Suspenso na Atmosfera.* Campinas, SP. 2004. 180 f. Tese (Doutorado) Faculdade Engenharia Química da UNICAMP, Campinas, 2004.

BRACELPA. Associação Brasileira de Celulose e Papel. *Evolução da Produção Brasileira de Papel.* Disponível em <http://www.bracelpa.org.br/bra2/?q=node/140>. Acesso em 12 ago. 2013.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. *Padrões de Qualidade do Ar.* Disponível em http://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/Ar/ar_indice_padroes.asp
Acesso em: 14 out. 2013.

ENVEX. Engenharia e Consultoria. *Estudos de impactos atmosféricos com modelagem de dispersão de poluentes para a chaminé da Papel S.A.* MALHEIROS, André Luciano. (MSc) (Coodenador). Curitiba, 2013.

KAUARK, F B. da; MANHÃES, F. C.; MEDEIROS, C. H., *Metodologia da Pesquisa: um guia prático.* Itabuna: Via Litterarum, 2010

KAWANO, Mauricy. *Desenvolvimento, validação e aplicação de um modelo matemático para dispersão de poluentes atmosféricos.* Florianópolis, SC. 2003. 109 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Faculdade de Engenharia Ambiental, SC. 2003

LEAL, Georla Cristina Souza de Gois. FARIAS, Maria Sallydelandia Sobral de. ARAÚJO, Aline de Farias. *O processo de industrialização e seus impactos no meio ambiente.* Rev. Qualitas, Paraíba, vol.7 (1), 2008.

LISBOA, Henrique de Melo, KAWANO, Mauricy. *Controle da Poluição Atmosférica. Cap. IV: Monitoramento de Poluentes Atmosféricos.* Montreal. 2007. Disponível em: http://www.lcgar.ufsc.br/adm/aula/Cap%204%20Monitoramento%20da%20QUA_LIDADE%20DO%20AR.pdf
Acesso em: 10 de ago. 2013.

MILARÉ, Édís; BENJAMIN, Antonio Herman V. *Estudo Prévio de Impacto Ambiental: teoria, prática e legislação.* Vol. 1. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 1993.

PAPEL S. A. *Estudo de Impactos Ambientais e Relatório de Impactos Ambientais. EIA/RIMA.* Curitiba. Out. 1988.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. *Metodologia e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico.* 2ª ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

QUINTANILHA, Lilian. *O universo das emissões atmosféricas e a atuação do setor industrial.* Rev. Meio Ambiente Industrial. p. 27-40, 2009.

REIS JUNIOR. Neyval Costa. *Monitoramento da qualidade do ar.* Departamento de Engenharia Ambiental, Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, ES. [20--]. Disponível em [http://www.inf.ufes.br/~neyval/Monitoramento_Quali_dade_Ar/Aula_I\(Monit_Quali_Ar\).pdf](http://www.inf.ufes.br/~neyval/Monitoramento_Quali_dade_Ar/Aula_I(Monit_Quali_Ar).pdf). Acesso em 29 set. 2013.
