



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR  
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL  
CAMPUS DE POMBAL-PB**

**GABRIEL CARLOS MOURA PESSÔA**

**PRODUÇÃO DE CIMENTO E QUEIMA DA BIOMASSA: IMPACTOS NA  
SAÚDE E AO MEIO AMBIENTE**

**POMBAL-PB**

**2018**

**GABRIEL CARLOS MOURA PESSÔA**

**PRODUÇÃO DE CIMENTO E QUEIMA DA BIOMASSA: IMPACTOS NA  
SAÚDE E AO MEIO AMBIENTE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador(a): Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Virgínia de Fátima Bezerra Nogueira

**POMBAL-PB**

**2018**

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA SETORIAL  
CAMPUS POMBAL/CCTA/UFCG**

MON  
P475p

Pessôa, Gabriel Carlos Moura.

Produção de cimento e queima da biomassa: impactos na saúde e ao meio ambiente / Gabriel Carlos Moura Pessôa. – Pombal, 2018.

46f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2018.

"Orientação: Profa. Dra. Virgínia de Fátima Bezerra Nogueira".

1. Poluição atmosférica. 2. Morbidade. 3. Mortalidade. I. Nogueira, Virgínia de Fátima Bezerra. II. Título.

UFCG/CCTA

CDU 502.3:504.5(043)

**GABRIEL CARLOS MOURA PESSÔA**

**PRODUÇÃO DE CIMENTO E QUEIMA DA BIOMASSA: IMPACTOS NA  
SAÚDE E AO MEIO AMBIENTE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador(a): Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Virgínia de Fátima Bezerra Nogueira

Aprovado em \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Virgínia de Fátima Bezerra Nogueira  
(Orientadora– CCTA/UFCG/*Campus* de Pombal-PB)

---

Prof. Dr. Manoel Móises Ferreira de Queiroz  
(Examinador Interno – CCTA/UFCG/*Campus* de Pombal-PB)

---

Dr. Valner da Silva Nogueira  
(Examinador Externo – conforme Resolução 01/2012)

*Dedico este trabalho aos meus queridos pais, Severino Porfírio Pessoa Junior e Maria Cristina de Moura Pessoa, por todo amor, dedicação e investimento que possibilitaram minha formação.*

## AGRADECIMENTOS

Inicialmente gostaria de agradecer a Deus, por me guiar durante todos os anos de minha vida, me livrando de todo o mal, me dando força para superar todas as dificuldades dessa árdua caminhada bem como por em todos os momentos ouvir meu apelo e cuidar de mim.

A Nossa Senhora, intercessora de todos as orações e súplicas, que te tal maneira trouxe luz nos momentos de escuridão e fé nos momentos de ceticismo.

Aos meus pais Severino Porfirio Pessôa Junior e Maria Cristina de Moura Pessôa, berço de toda minha educação, por todo amor, carinho, zelo, incentivo, confiança e sacrifício para oferecer sempre as melhores escolas e instrumentos necessários para minha formação acadêmica.

Agradeço a meu irmão por me acompanhar durante os 5 anos da graduação. Também deixo minha gratidão a minha avó Maria José por toda ajuda, a minha avó Zézé Morais por todas as orações e conselhos para que pudesse terminar essa graduação. Agradeço a todos os demais membros da família, em especial a :Tia Sônia e família por toda ajuda e torcida para que hoje me encontrasse nesse fastígio; Tia Inês e tio Stênio por todo apoio, incentivo e conselhos; Tio Paulo por estar sempre torcendo pelo êxito de todos; Tia Ana Lúcia por toda ajuda na graduação e pré-vestibular; Tio Marco e tia Ilka por toda ajuda durante o SESI; Tia Cristina; Tia Marta; Tio Cláudio e minha prima Micheline Camarotti.

Deixo aqui meus sinceros agradecimentos, a todos os professores que até aqui foram meus mestres, em especial a Joseli Ferreira por ter me ensinado e despertado todo o meu interesse pela estatística, a Isabel Veiga pelos ensinamentos de literatura e redação, a Marilurdes Menezes e demais professores do SESI.

A Divisão de Meio Ambiente do Departamento de Estradas e Rodagem da Paraíba, pelo estágio e ensinamentos, sendo fundamental para o meu aperfeiçoamento profissional.

As secretarias de saúde das respectivas cidades onde foi realizado este trabalho, pela ajuda no fornecimento dos dados e disponibilidade.

A minha orientadora, Virgínia de Fátima, por toda disponibilidade, paciência, ensinamentos e apoio para o êxito desse trabalho, também deixo minha gratidão pelos períodos de monitoria.

A todos os professores da Unidade Acadêmica de Ciências e Tecnologia Ambiental, em especial a: Aline Costa por todo apoio no Probex e produção científica;

Andréa Brandão por toda ajuda e incentivo na produção de artigos; Erica Machado pelo Probex; Luís Gustavo; José Cledimário e Manoel Móises.

Aos técnicos e demais funcionários do CCTA, em especial a Luiz Fernando. Por toda coadjuvação no desenvolvimento de trabalhos, pelos ensinamentos e respeito desenvolvido ao longo dos anos.

Aos meus queridos amigos José Joaquim e Matheus Patrick, fundamentais para todo meu êxito na graduação, pois juntos formamos um tripé e atravessamos todos os cálculos dessa graduação, vivendo juntos momentos de aflição e comemorando cada aprovação.

Aos amigos e colegas de graduação que me ajudaram direta ou indiretamente, dentre eles destaco: Taila Ribeiro; Amanda Rezende; Cleisson Paulo; Ingrid Lélis e Filipe Alves.

Dona Odaci e família, deixo aqui meus sinceros agradecimentos por todo apoio prestado e atenção nesses anos todos em que estivemos em Pombal, bem como seu Artur e família.

Aos demais amigos que sempre se mostraram presentes e de prontidão para me ajudar, em especial a: Cida Francelino; Leônido Silva; Ramon Nunes e Vanderlex Gomes.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Inversão térmica .....	21
FIGURA 2 – Localização da área de estudo .....	23
FIGURA 3 – Medidor de dióxido de carbono, umidade e temperatura .....	24
FIGURA 4 – Localização das fábricas e ponto de medição .....	25
FIGURA 5 – Resultado da correlação de Pearson, mortalidade x tempo de atividade ...	33
FIGURA 6 – Histograma da morbidade asmática de Alhandra .....	33
FIGURA 7 – Resultado do Teste de Kolmogorov – Smirnov para Alhandra .....	37
FIGURA 8 – Histograma da morbidade asmática de Caaporã .....	38
FIGURA 9 - Resultado do Teste de Kolmogorov – Smirnov para Caaporã .....	39
FIGURA 10 – Histograma da morbidade asmática de Pitimbu .....	40
FIGURA 11 - Resultado do Teste de Kolmogorov – Smirnov para Pitimbu .....	41



## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Composição da atmosfera (altitude de 0 a 25 km) .....	15
TABELA 2 – Efeito na saúde de determinados poluentes .....	21
TABELA 3 – Associação dos dados .....	26
TABELA 4 – Resultado do questionário “doença crônica” .....	30
TABELA 5 - Estatística do teste de qui-quadrado para verificar a relação entre as variáveis doença crônica e tempo de atividade. ....	28

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – Perfil dos entrevistados .....	28
GRÁFICO 2 – Níveis de dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ) .....	31
GRÁFICO 3 – Níveis de mortalidade nos municípios .....	32
GRÁFICO 4 – Morbidade hospitalar por local de residência .....	35
GRÁFICO 5 – Morbidade asmática por local de residência .....	35
GRÁFICO 6 – Morbidade asmática ao longo do ano .....	42

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	15
<b>2.1 Atmosfera terrestre</b> .....	15
<b>2.2 O processo da combustão</b> .....	15
<b>2.2.1 Legislação ambiental para a queima da cana-de-açúcar</b> .....	17
<b>2.3 A Produção de cimento e a emissão de CO<sub>2</sub></b> .....	17
<b>2.4 Qualidade do ar e efeitos na saúde do homem</b> .....	18
<b>2.4.1 Principais efeitos na saúde</b> .....	21
<b>2.5 Influência da brisa terra-mar na poluição</b> .....	22
<b>2.6 Clima</b> .....	22
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	23
<b>3.1 Localização e área de estudo</b> .....	23
<b>3.2 Medição do dióxido de carbono</b> .....	23
<b>3.3 Coleta dos dados de morbidade e mortalidade</b> .....	25
<b>3.4 Aplicação de questionário</b> .....	26
<b>3.5 Análise estatística</b> .....	26
<b>3.5.1 Correlação de Pearson</b> .....	26
<b>3.5.2 Teste de qui-quadrado de independência</b> .....	27
<b>3.5.3 Teste de kolmogorov-smirnov</b> .....	27
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	28
<b>4.1 Perfil dos entrevistados e sua relação com a poluição</b> .....	28
<b>4.2 Relação da presença de doenças crônicas com sintomas</b> .....	29
<b>4.3 Medição de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)</b> .....	31
<b>4.4 Níveis de mortalidade e o tempo de exposição aos poluentes</b> .....	32
<b>4.5 Taxa de morbidade e a poluição do ar</b> .....	34
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	43

PESSOA, G. C. M. **PRODUÇÃO DE CIMENTO E QUEIMA DA BIOMASSA: IMPACTOS NA SAÚDE E AO MEIO AMBIENTE.** 2018. 46 fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB. (Ano da defesa).

### **RESUMO**

O presente estudo avalia os agravos na saúde da população das cidades de Alhandra, Caaporã e Pitimbu. Pois todas apresentam produção de cimento e queima da cana-de-açúcar, buscando então mostrar uma relação entre as taxas de morbidade e mortalidade com os níveis de poluentes, queixa da população e tempo de atividade das fábricas. Os dados de morbidade foram coletados no *site* do Datasus, já os dados de mortalidade foram coletados nas secretarias municipais de saúde e por meio de questionários obteve-se um perfil dos entrevistados, suas principais queixas e sintomas de doenças, como também foram realizadas medições de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) nas proximidades das fábricas. Uma análise descritiva foi realizada para obter a relação de pessoas com doenças crônicas. A relação entre pessoas com doenças crônicas e surgimento e/ou agravos nos sintomas de saúde foi verificada por meio do teste de qui-quadrado de independência, mostrando que houve forte dependência entre essas variáveis, sugerindo que as pessoas que apresentam doenças crônicas são as mais prejudicadas com a atividade de produção de cimento e queima da biomassa. Para verificar se as taxas de mortalidade sofrem influência com o tempo de atividade das fábricas, foi utilizado a correlação de Pearson, que mostrou que há uma associação linear positiva entre as variáveis, ou seja, quanto maior o tempo de exposição aos poluentes maior a taxa de mortalidade do município.

**Palavras-chave:** Poluição atmosférica, morbidade, mortalidade.

PESSÔA, G. C. M. **CEMENT PRODUCTION AND BIOMASS BURNING: IMPACTS ON HEALTH AND THE ENVIRONMENT**. 2018. 46 pgs. Work of Course Conclusion (Graduation in Environmental Engineering) - Federal University of *Campina Grande, Pombal-PB*. 2018.

### **ABSTRACT**

The present study evaluates the aggravations in the health of the population of the city of Alhandra, Caaporã and Pitimbu. Both present cement production and sugarcane burning, thus seeking to show a relationship between morbidity and mortality rates with levels of pollutants, population complaints and plant uptime. The morbidity data were collected on the Datasus website, and the mortality data were collected in the municipal health secretariats and through questionnaires obtained a profile of the respondents, their main complaints and symptoms of disease, as well as measurements of dioxide carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) in the vicinity of factories. A descriptive analysis was carried out to obtain a list of people with chronic diseases, as well as the profile of the interviewees. The relationship between people with chronic diseases and onset and / or aggravation of health symptoms was verified by means of the chi-square test of independence, showing that there was a strong dependence between these variables, suggesting that people with chronic diseases are the most impaired by the activity of cement production and biomass burning. In order to verify if the mortality rates are influenced by the time of activity of the factories, the Pearson correlation was used, which showed that there is a positive linear association between the variables, ie, the longer the exposure time to the pollutants the higher the rate mortality rate

**Keywords:** Atmospheric pollution, morbidity, mortality

## 1. INTRODUÇÃO

A crescente expansão da produção de cimento no litoral sul da Paraíba tem mudado a qualidade do ar, principalmente nas cidades de Alhandra, Caaporã e Pitimbu intensificados também pela cultura da cana-de-açúcar que lança nos períodos da safra uma grande carga poluidora para a atmosfera, podendo desencadear diversas doenças na saúde do homem.

A poluição atmosférica é caracterizada como um impacto ambiental negativo, proveniente, em sua grande maioria, pela queima de combustíveis fósseis, através de indústrias siderúrgica e a queima de biomassa entre outras. Os contaminantes atmosféricos encontram-se no meio em diversas formas, sendo elas: partículas sólidas, líquidas, gás ou vapor. Esses contaminantes são normatizados pelos padrões de qualidade do ar que são regulamentados pela Resolução CONAMA 003/90 (CUNHA; GUERRA, 2010).

Diversos impactos ambientais estão associados a fabricação do cimento, havendo alteração na composição e estrutura do solo que desencadeiam alterações nos ecossistemas, tudo isso devido a atividade de mineração. Há também impactos no meio atmosférico, com a produção de material particulado atrelado a atividades de manuseio, armazenamento e processamento de materiais sólidos, sendo conotada como o pior impacto de tal atividade. Além disso, há contrariedades relacionados a altos índices de emissão de gases provenientes de combustão (SANTI; FILHO, 2003).

Cerca de 3% das emissões mundiais de gases do efeito estufa e cerca de 5% das emissões de CO<sub>2</sub> estão associadas a indústria de cimento. Com isso, uma grande contribuição para o efeito estufa e para o comprometimento da qualidade do ar, que posteriormente poderá ocasionar danos à saúde do homem, dos animais e das plantas (MAURY; BLUMENSCHNEIN, 2012). Já nessas cidades, é encontrada uma grande quantidade de material particulado tanto nos períodos da safra da cana-de-açúcar como uma névoa cinza em detrimento da produção do cimento.

Uma outra grande fonte propagadora de doenças veiculadas a poluição atmosférica é a emissão de material particulado, através da queima da biomassa, podendo a mesma ser a queima da palha da cana-de-açúcar.

O cultivo da cana-de-açúcar no Brasil teve início no século XVI, quando os portugueses trouxeram para cá as primeiras mudas e teve início seu cultivo, onde foi percebida sua adaptação as condições de clima e solo do Brasil, espalhando-se então por

todo o litoral do nordeste. Neste momento o produto principal era o açúcar, todavia segundo Silva (2006), atualmente existe uma maior demanda pelo álcool, devido ao desenvolvimento de motores flexíveis, que funcionam com álcool e/ou gasolina.

Segundo Arbex (2004), os grandes centros urbanos apresentaram uma melhoria na qualidade do ar após a utilização do álcool em alguns veículos automotores, todavia existe um contraponto no cultivo da cana-de-açúcar, o seu tipo de cultura agrícola é singular e em decorrência desse fato sua colheita é realizada após a queima dos canaviais em sua maior parte, havendo a emissão de uma grande quantidade de material particulado denominado de “fuligem da cana”. A emissão do mesmo modifica as características do ambiente nas regiões onde a cana-de-açúcar é cultivada, onde a população fica exposta cerca de 6 meses por ano, aos poluentes provenientes da queima da biomassa.

Há uma série de doenças desencadeadas pela emissão de material particulado proveniente da queima da biomassa e dos mais diversos gases lançados na atmosferas, pelas variadas fontes no decorrer dos processos de fabricação do álcool e do cimento.

Neste contexto, o presente estudo busca verificar a influência da atividade das fábricas de cimento e a queima da palha da cana-de-açúcar no desencadeamento de doenças e da mortalidade da população das principais cidades do litoral sul da Paraíba. Acompanhar também os níveis de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) no entorno das fabricas e possíveis correlações nos níveis de morbidade e mortalidade.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Atmosfera terrestre

A atmosfera terrestre pode ser compreendida como uma camada composta por radiações, gases e material particulado, envolvendo a terra e tendo uma extensão de centenas de quilômetros. A superfície dos oceanos compreende seus limites inferiores, quanto que os limites superiores não bem definidos em função do aumento da altitude a mesma se torna cada vez menos espessa. Tendo sua massa instalada numa camada de aproximadamente 32 km. (DIAS; ANDRADE-NETO; MILTÃO, 2007).

O ar atmosférico segundo Cruz (2002), é uma mistura formada por vários elementos e componentes, apresentando uma composição de gases e em alguns casos por partículas sólidas e líquidas, estando o mesmo disponível na natureza de forma livre. A tabela 1 traz os principais gases que compõem a atmosfera.

**Tabela 1 – Composição da atmosfera (altitude de 0 a 25 km)**

Constituinte	Fórmula	% em	
		volume	ppm
Nitrogênio	$N_2$	78,08	780.800
Oxigênio	$O_2$	20,95	209.500
Argônio	$Ar$	0,93	9.300
Dióxido de carbono	$CO_2$	0,0358	358
Neônio	$Ne$	0,0018	18
Hélio	$He$	0,00052	5,20
Metano	$CH_4$	0,00017	1,70
Criptônio	$Kr$	0,00011	1,10
Hidrogênio	$H_2$	0,00005	0,50
Óxido nitroso	$N_2O$	0,00003	0,3
Ozônio	$O_3$	0,000004	0,04

Fonte: Masters (1997, p.22)

### 2.2 O processo da combustão

A combustão pode ser definida como uma reação química de oxidação da matéria, onde os reagentes que são em sua grande maioria o oxigênio do ar e um hidrocarboneto colidem produzindo luz e calor intenso (RENDEIRO et al. 2008).

Existem dois tipos de combustão: a completa e a incompleta. Uma combustão pode ser classificada como completa quando o carbono e o hidrogênio do material é totalmente oxidado, transformando-se em dióxido de carbono e água. Entretanto, esse



tipo de combustão só ocorre em condições ideais. A combustão incompleta é proveniente do déficit do suprimento de oxigênio. Neste tipo de combustão haverá a geração de outros produtos, como compostos não oxidados e compostos reduzidos (ARBEX, 2001).

Tais produtos podem ser encontrados na fumaça, formada frequentemente por partículas respiráveis e gases. A fumaça e sua composição dependem da combustão, do conteúdo da mistura, da quantidade de biomassa queimada e da eficiência da combustão.

Na queima da biomassa pode ser classificada em três estágios diferentes, sendo eles: ignição (*ignition*), combustão com chama (*flaming*) e combustão com ausência de chama (*smoldering*). A ignição é o processo inicial no qual se tem pequena chama; a *flaming* é a combustão que apresenta maior eficiência, havendo a emissão de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono), H<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub> (Nitrogênio), NO<sub>x</sub> (óxidos) e SO<sub>2</sub> (dióxido de enxofre). Quanto ao *smoldering*, trata-se de um processo de baixa temperatura e ausência de chama, havendo uma grande emissão de compostos oxidados incompletamente (WARD; SUSSOT; KAUFFMAN, 1992).

No processo de queima existe a emissão direta dos poluentes primários, como também na atmosfera há reações químicas que desencadeiam diversos compostos químicos no ar, tendo como exemplo reações fotoquímicas que influencia na radiação ultravioleta, conseqüentemente em compostos mais tóxicos (RIBEIRO; ASSUNÇÃO, 2002).

O cultivo da cana-de-açúcar teve início após a colonização brasileira, sendo um marco na história econômica do Brasil. Entretanto, só no final do século XX que o cultivo da cana-de-açúcar ganhou um maior destaque. Isso devido a incentivos vindo do Proálcool, programa criado na crise do petróleo afim de desenvolver uma nova fonte de combustível renovável e não poluente.

A utilização do fogo no cultivo da queima da cana tem por objetivo a queima das palhas e então limpeza do canavial, tornando o serviço de corte do trabalhador rural mais fácil e também mais seguro. De acordo com Roseiro e Takayanagui (2004), a queima da palha da cana-de-açúcar ocorre em horários que apresentam baixa temperatura e umidade, bem como ventos mais fracos e de com uma única direção. O fogo é intenso e de curta duração, com tempo variando entre 20 e 30 minutos, sendo o mesmo em função das condições climáticas.

No processo de combustão da palha da cana, há a produção de um material particulado (fuligem), bem como a emissão de grandes quantidades de gases como o

monóxido de carbono e o ozônio, comprometendo a qualidade do ar e trazendo prejuízos para a saúde da população bem como danos ao solo e as plantas (MAZZILLI HN, 1998).

Segundo Arbex (2001), o material particulado pode ser definido como uma complexa mistura de partículas sólidas e líquidas em suspensão no ar, podendo ter sua origem antrópica ou natural. O tamanho e a composição química dependem da sua origem e das transformações atmosféricas sofridas ao longo do tempo.

### ***2.2.1 Legislação ambiental para a queima da cana-de-açúcar***

A preocupação com as queimadas se dá desde 1960 onde o governo federal tem criado diretrizes que estabelecem o controle das queimadas em atividades agropastoris e florestais. (GUILHEN, 2016)

A queima controlada da cana-de-açúcar está contemplada na resolução do CONAMA 408/2009, sendo uma atividade poluidora sujeita a prévio Estudo de Impacto Ambiental.

As leis que proíbem as queimadas a longo prazo são as leis municipais e leis estaduais, existindo acordos para a diminuição gradativa de tal atividade, com o Protocolo Agroambiental que põem fim as queimadas em áreas mecanizáveis até 2021 e solos com declividade até 2031.

### **2.3 A Produção de cimento e a emissão de CO<sub>2</sub>**

Segundo Santi e Filho (2004), a mineração do calcário e a fabricação de cimento são as atividades predominantes nas áreas de fabricação do cimento, contendo uma planta toda interligada fisicamente desde as jazidas até a indústria.

A matéria prima do cimento é o calcário junto com a argila, sendo fundidos e transformados ao longo de todo o processo nos fornos que tem temperaturas médias de 1450°C. Em detrimento da modernização das fabricas, a fabricação do cimento é realizada em fornos rotativos com comprimento de 40 a 50 metros e diâmetro de 2,5 a 6 metros. No seu interior fica a mistura denominada de clínquer a uma temperatura de cerca de 1450° C. (COUTINHO, 2006).

O Clínquer é um produto intermediário, com coloração cinza, granular e sintetizado, sendo a base do cimento. De acordo com Santi (2004), o processo de fabricação do cimento no Brasil tem predominância do chamado de *via seca*, sendo este constituído de 4 etapas: moagem e homogeneização das matérias-primas; cliquerização

da farinha crua nos fornos e seu resfriamento; moagem do clínquer para a adição de gesso e então obtenção do cimento; ensacamento e destinação final.

No funcionamento dos fornos para que os mesmos atinjam uma dada temperatura, se faz necessário o uso de algum tipo de energia térmica. Santi (2003), afirma que, essa energia é fornecida através da queima de óleo combustível ou carvões pulverizados que acontece nos queimadores dos fornos rotativos, já o uso da energia elétrica é abundante no processo, sendo sua maior parte consumida nos motores dos moinhos de farinha, rotação do forno, esteiras e demais máquinas industriais.

O processo de fabricação do cimento é marcado por diversos impactos ambientais e conseqüentemente a saúde do homem. Segundo Maury E Blumenschein (2012), o setor tem desenvolvido cada vez mais suas linhas de produção, entretanto isso não evita a geração de impactos, sendo os mesmos presentes desde a extração da matéria-prima, com a degradação do solo e demais áreas da fábrica até a emissão de material particulado e dióxido de carbono gerado na fase de clínquerização. Sendo o material particulado, responsável por grandes adversidades para a saúde humana, bem como o dióxido de carbono que além de ser nocivo para o homem é um dos gases responsáveis pelo efeito estufa.

De acordo com Santi e Filho (2004), o despertar da problemática ambiental que envolve o setor de cimento está relacionado ao seu grande porte, a alta taxa de combustíveis fósseis que são queimados durante o ano inteiro e o uso incorreto dos seus fornos industriais, sendo os mesmos utilizados como incineradores industriais, fugindo da sua função principal a qual foram licenciados e produzidos. Desencadeando com isso, uma poluição drástica do meio atmosférico das cidades vizinhas às fábricas, recebendo altos volumes de material particulado e diversos gases da combustão.

#### **2.4 Qualidade do ar e efeitos na saúde do homem**

A atmosfera, trata-se de um sistema onde sempre ocorre reações químicas, devido a sua capacidade de absorver sólidos, gases e líquidos que são emitidos tanto de fontes naturais como de fontes industriais.

De acordo com Azuaga (2000), a poluição atmosférica pode ser entendida como a presença de substâncias químicas no ar e em quantidade que possam trazer prejuízos tanto para a saúde pública como podendo afetar o equilíbrio dos ecossistemas. Dentre os danos ambientais destacam-se a acidificação de rios e florestas como também a saúde

humana com problemas no trato respiratório e circulatório, além de perda do bem estar da população.

Os poluentes são classificados em 2 principais grupos: os poluentes primários e os poluentes secundários. Os poluentes primários são originados diretamente da fonte emissora de poluição, tendo como exemplo: o monóxido de carbono e o dióxido de enxofre. Já os poluentes secundários são provenientes da reação dos poluentes primários na baixa atmosfera, sofrendo transformações fotoquímicas. Dentre os poluentes secundários tem-se como exemplo o ozônio. Esse poluente tende a ir para áreas mais afastadas das fontes de poluição bem como se origina a partir do deslocamento das massas de ar (LOUREIRO, 2005).

De acordo com Lisboa (2014), as fontes antrópicas de poluição lançam resíduos à atmosfera de forma incontrolada, cerca de 65 mil produtos químicos encontram-se na atmosfera, desencadeados das mais diversas atividades antrópicas. Esses poluentes são gerados em sua maioria a partir da combustão incompleta de combustíveis fósseis.

Entretanto, a preocupação com a qualidade do ar e as mudanças climáticas desencadeou-se a partir da crise ambiental. Essa crise surgiu devido a utilização não medida dos recursos e posteriormente com os acidentes ambientais que trouxeram uma preocupação por parte da população mundial. Posteriormente, no final da década de 1960 surge a publicação de trabalhos bem como de conferências que proporcionam um despertar na percepção ambiental das pessoas, sendo alguns deles: determinação de limites para o crescimento; Relatório do Clube de Roma; Conferência sobre o Meio Ambiente Humano – Estocolmo, Suécia 1972; Primeira Conferência Mundial das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento – Rio de Janeiro, Brasil – ECO 92, que desenvolveu a Agenda 21 (FOGLIATTI et al. 2004).

Quanto ao lançamento de Dióxido de Carbono CO<sub>2</sub>, a grande preocupação mundial foi estampada na assinatura do Protocolo de Kyoto, com o objetivo principal de evitar a interferência antrópica no sistema climático. Vidal (2003), afirma que o Protocolo de Kyoto surge como uma nova ferramenta a conduzir os países na busca pelo desenvolvimento sustentável, atrelado ao uso de novas fontes de energias renováveis bem como o controle da emissão de gases do efeito estufa.

Na queima da biomassa, principalmente na da palha da cana-de-açúcar um dos grandes problemas enfrentados é a geração do material matriculado dentre outros gases específicos. Ribeiro e Assunção (2002), afirma que o efeito desses poluentes na saúde pública vai de uma simples intoxicação até a morte por asfixia, provocada pela redução

da concentração de oxigênio em níveis críticos. O efeito direto desses poluentes fica mais restrito as comunidades diretamente atingidas pela fumaça como também as pessoas.

O efeito do material particulado na saúde humana depende em geral da sua origem, da composição química e do tamanho da partícula. Who (1979), afirma que as partículas maiores com tamanho entre (5 e 30  $\mu\text{m}$  de diâmetro) depositam-se no nariz, na boca, na faringe e na traqueia. Já as partículas de 1 a 5  $\mu\text{m}$  tende a se depositar na traqueia, nos brônquios e nos bronquíolos. As partículas com menos de 1  $\mu\text{m}$  de diâmetro tende a depositar-se nos pequenos bronquíolos e alvéolos.

Quanto ao material particulado proveniente de queimadas, em detrimento de uma combustão incompleta e de demais produtos de uma combustão incompleta, pode tanto ter efeitos igual a um material particulado de uma fonte qualquer ou até mesmo um efeito mais significativo na saúde, justamente devido a composição química (RIBEIRO; ASSUNÇÃO, 2002).

Um dos efeitos mais comuns do material particulado na saúde do homem é o aumento na mortalidade e morbidade hospitalar. Segundo Who (2000), os MP proporciona um maior uso de broncodilatadores, tosse, dificuldades para respirar como também aumento nos casos de crises de asma.

No contexto das emissões de poluente atmosféricos, pesquisas apontam que existe uma forte relação o aumento no número de câncer e a exposição direta a ambientais com o ar contaminado, podendo além o homem desencadear problemas reprodutivos, deficiência imunológica e disrupção do sistema endócrino (SWEETMAN, 2004).

As queimadas apresentam tanto um efeito imediato na saúde das comunidades que rodeiam próximo a elas, mas também apresentam efeitos em longo prazo, como é o caso da incidência de neoplasias em detrimento da presença de substâncias cancerígenas na atmosfera. Dentre essas substâncias tem-se as dioxinas, furanos e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs). Tais compostos podem ser encontrados no material particulado mas também na fase gasosa. Por isso o material particulado é também muito nocivo para a saúde e é também responsável pelas neoplasias (RIBEIRO; ASSUNÇÃO, 2002).

A agravação com os poluentes atmosféricos é também função da inversão de temperatura, pois acarreta na acumulação dos contaminantes na atmosfera inferior conforme ilustra a figura 1. Segundo Lisboa (2007), as condições meteorológicas podem causar uma inversão na temperatura da troposfera. Ocorrendo assim uma “capa de inversão”. Seu efeito principal é a fixação de uma massa de ar frio por baixo de uma mais

quente, impedindo com isso a circulação atmosférica vertical, sendo os componentes lançados no ar confinados na capa inferior da inversão.

**Figura 1 – Inversão térmica**



Fonte: Lisboa 2014

#### 2.4.1 Principais efeitos na saúde

De acordo com Scorecard (2003), muitos poluentes são teratogênicos e suspeitos de provocarem danos ao sistema cardiovascular, respiratório, endócrino, gastrointestinal, renal, reprodutor, imunológico e neurológico.

Os principais poluentes atmosféricos tem efeitos diversos em cada grupo específico de pessoas, mas de uma forma geral, as propriedades nocivas dos principais contaminantes causam doenças oftalmológicas, dermatológicas, cardiovasculares, respiratórias e câncer de pulmão. (SOBRAL, 1998)

A tabela 2 apresenta algum dos efeitos adversos de determinados poluentes na saúde do homem.

**Tabela 2 – Efeito na saúde de determinados poluentes**

Poluentes	Efeitos
Óxidos de Enxofre Sox (*)	Irritação do aparelho respiratório; conjuntivite oculares; tosse e rinite
Material Particulado	Asma; bronquite
Monóxido de Carbono	dor de cabeça e asfixia
Dióxido de Carbono	asfixia e morte
Dióxido de enxofre	desconforto na respiração, agravamento de problemas respiratórios e cardíacos

Fonte: Melo Lisboa

## 2.5 Influência da brisa terra-mar na poluição

O transporte e a difusão são os principais fenômenos da atmosfera sobre os poluentes emitidos para a atmosfera.

Segundo Moreira, Tirabassi e Moraes (2008), a brisa terra-mar é definida como o aquecimento diferencial do mar em relação à terra (capacidade calorífica), sendo no período do dia a temperatura menor do mar que a da terra, induzindo um fluxo nas proximidades do solo, do mar para a terra, com o ar mais quente e menos denso que sobe criando uma depressão que atrai ar frio do mar. Já em níveis mais altos, o ciclo se fecha com um fluxo inverso da terra para o mar, sendo esse característico do período da noite, onde a terra se apresenta mais fria que o mar, tendo o mesmo ciclo com o fluxo invertido, agora do solo da terra para o mar e em níveis mais altos do mar para a terra.

Quando analisadas, as massas de ar da brisa apresentam características diferentes das massa de ar associadas aos Alísios. A temperatura da brisa fica entre 21°C e 23°C, com uma umidade relativa de 65% e 75%, diferentemente da proveniente dos Alísios que estão entre 24°C e 26°C e uma umidade variando entre 80% e 90%. As chuvas sobre o oceanos bem como nas orlas marítimas se dão pela subida dos Alísios pela brisa de terra aderida a superfície. (MOLION; BERNARDO, 2002)

Segundo Souza, Renoó e Silva Dias (2000), as brisas são uma resposta da atmosfera a um gradiente de entropia que se estabelece à superfície, surgindo então pela diferença dos fluxos de calor sensível e latente.

## 2.6 Clima

As três cidades apresentam características climáticas semelhantes, de acordo com o *site* da prefeitura de Alhandra, o clima segundo Koppen-Geiger é caracterizado como As, clima tropical com chuva no inverno, apresentando na maioria dos meses do ano uma pluviosidade significativa, o mesmo se mantém para as cidades de Caaporã e Pitimbu.

As chuvas da Região Nordeste são provenientes de mecanismos dinâmicos, se dividindo em mecanismos de grande escala e de meso e micro escalas. Os de grande escala são responsáveis por cerca de 30 a 80% da precipitação observada na Região Nordeste, destacando-se então sistemas frontais e a zona de convergência intertropical. Já para os mecanismos de meso e micro escalas, esses complementam a precipitação na região, tendo destaque as perturbações ondulatórias no campo dos ventos alísios, as brisas terrestres e pequenas células convectivas. (MOLION; BERNARDO, 2002)

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1 Localização e área de estudo

O Presente estudo foi desenvolvido nos municípios polos do litoral sul da Paraíba, sendo eles: Alhandra, Caaporã e Pitimbu.

De acordo com o IBGE 2017, o município de Alhandra possui uma área de 182,7 Km<sup>2</sup> com uma população estimada de 19.579 habitantes. O município de Caaporã compreende uma área de 150,2 Km<sup>2</sup> com uma população estimada em 21.872 habitantes. Já a cidade de Pitimbu conta com uma área total de 136 Km<sup>2</sup> e uma população estimada de 19.182 habitantes.

**Figura 2 – Localização da área de estudo**



Fonte: Autoria própria

#### 3.2 Medição do dióxido de carbono

Foi utilizado um instrumento portátil, medidor de dióxido de carbono, temperatura e umidade o Mod. C-02 – INSTRUTHERM, como mostra a figura 3. A faixa de leitura e exatidão do modelo é estabelecida pela resolução RE n° 9 da ANVISA.

Os valores de CO<sub>2</sub> medidos pelo equipamento variam de 0 a 6000 ppm, com uma precisão de ±3% de leitura ou ± 50 ppm.



**Figura 3 – Medidor de dióxido de carbono – CO<sub>2</sub>, umidade e temperatura**

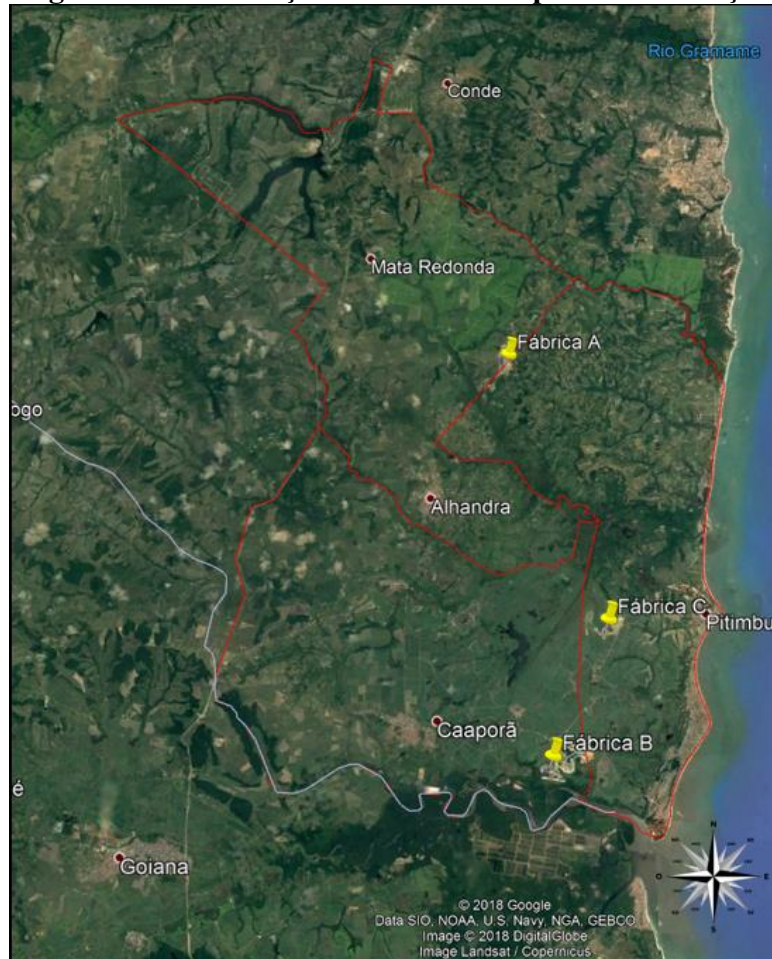


Fonte: Autoria própria

As medições foram realizadas no estacionamento para visitantes de cada fábrica, pois foi o ponto mais próximo possível para realizar a medição. Existe a relação da influência dos veículos, entretanto o outro local seria a rodovia que liga a fábrica, apresentando um fluxo contínuo de veículos influenciando ainda mais nos dados. A figura 4 mostra a localização das medições e das fábricas e a extensão das cidades. Foram realizadas duas medições em cada fábrica e sempre observando as condições atmosféricas e direção do vento, sendo ventos sudeste e nordeste.

Para a fábrica situada no município de Alhandra à mesma foi intitulada de Fábrica A, já a instalada no município de Caaporã foi chamada de Fábrica B, quanto a da cidade de Pitimbu de Fábrica C.

**Figura 4 – Localização das fábricas e ponto de medição**



Fonte: Autoria própria

### **3.3 Coleta dos dados de morbidade e mortalidade**

Os dados de morbidade hospitalar foram coletados no *site* do DATASUS (Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde), selecionando o dado geral, por local de residência a partir de 2008.

No CID-10 foram selecionadas as principais doenças do trato respiratório como: Asma; Bronquite aguda; Bronquite enfisema; Bronquiectasia e Pneumonia. Já as doenças cardíacas foram: Doença reumática crônica do coração; Infarto agudo do miocárdio e outras doenças isquêmicas do coração; transtornos de condução e arritmias cardíacas; Insuficiência. Por fim coletou-se todos os casos de neoplasias nos respectivos municípios.

Os dados de mortalidade de cada município foram solicitados nas respectivas secretarias municipais de saúde, filtrando os óbitos de causas respiratórias, doenças cardíacas bem como neoplasias.

### 3.4 Aplicação de questionário

Foi aplicado questionário com perguntas categorizadas e abertas aos pacientes presentes nos PSF's de cada cidade, totalizando 90 pessoas, com o objetivo conhecer as principais queixas e sintomas sentidos pela população com a poluição do ar. Buscando também conhecer o perfil dos entrevistados, nível de escolaridade, local de nascimento bem como presença de doença crônica.

Para a presença ou ausência de doenças crônicas foi elaborada uma tabela de contingência conforme ilustra a tabela 3.

**Tabela 3 – associação dos dados**

Doença Crônica	Sintomas de doença		Total
	Presente	Ausente	
Presença	<i>a</i>	<i>B</i>	<i>a + b</i>
Ausência	<i>c</i>	<i>D</i>	<i>c + d</i>
Total	<i>a + c</i>	<i>b + d</i>	<i>n</i>

Fonte: arquivo próprio

Quanto as fábricas, indagou se notavam algum impacto negativo na qualidade do ar, com a produção do cimento e queima da cana-de-açúcar. Caso a resposta fosse afirmativa, foi solicitado para afirmar o impacto.

### 3.5 Análise estatística

#### 3.5.1 Correlação de Pearson

O coeficiente de correlação de Pearson é uma medida do grau de relação linear entre duas variáveis quantitativas. Tal coeficiente varia entre -1 e 1. O valor 0 indica que não existe nenhuma relação linear entre tais variáveis, o valor 1 implica em uma relação linear perfeita positiva, o valor -1 também indica uma relação linear perfeita, entretanto inversa, ou seja, quando uma das variáveis cresce a outra diminui.

O coeficiente de correlação de Pearson é definido como:

$$r = \frac{\sum i(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum (X_i - \bar{X})^2 \sum (Y_i - \bar{Y})^2}}$$

Onde:

$X_i$ : Valor da variável aleatória da coluna X;

$Y_i$ : Valor da variável aleatória da coluna Y;

$\bar{X}$ : Média das variáveis aleatórias da coluna X;

$\bar{Y}$ : Média das variáveis aleatórias da coluna Y.

### 3.5.2 *Teste de qui-quadrado de independência*

O teste de Qui-quadrado de independência é utilizado para verificar se existe independência entre duas variáveis medidas nas mesmas unidades experimentais, ou seja, testar a hipótese de que duas variáveis estão relacionadas.

Hipóteses:

$H_0$ : As variáveis são independentes

$H_1$ : As variáveis não são independentes.

$$\chi^2 = \sum \sum \left[ \frac{(\text{freq. observada } n - \text{freq. esperada } n)}{\text{freq. esperada } n} \right]^2$$

Rejeitando  $H_0$  se  $\chi^2_{\text{cal}} \geq \chi^2_{(r-1)(s-1); \alpha}$

$$\text{Freq. Esperada } n = \frac{\sum \text{Linha } n \times \sum \text{Coluna } n}{\sum \text{total}}$$

### 3.5.3 *Teste de kolmogorov-smirnov*

O teste observa a máxima diferença absoluta entre a função de distribuição acumulada assumida para os dados, no caso a Normal, e a função de distribuição empírica dos dados. Com o critério, compara-se a diferença com um valor crítico, para um dado nível de significância. Avaliando-se então as seguintes hipóteses:

Hipóteses:

$H_0$ : Os dados seguem uma distribuição normal,  $F_x = F$

$H_1$ : Os dados não seguem uma distribuição normal,  $F_x \neq F$

Para o teste, considera-se uma amostra aleatória simples  $X_1, X_2, \dots, X_n$  de uma população com função de distribuição acumulada contínua  $F_x$  desconhecida. A estatística utilizada para o teste é:

$$D_n = \sup[F(x) - F_n(x)]$$

Sendo:

$F(x)$ : representa a função de distribuição acumulada assumida para os dados;

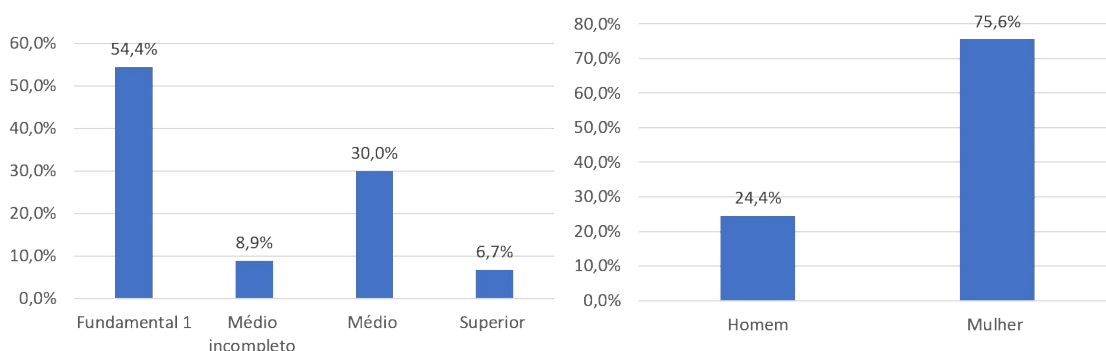
$F_n(x)$ : representa a função de distribuição acumulada empírica dos dados

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Perfil dos entrevistados e sua relação com a poluição

De acordo com a pesquisa, foi possível observar o perfil dos entrevistados das cidades de Alhandra, Caaporã e Pitimbu, apresentando uma predominância de mulheres com um percentual 76% da amostra estimada. Quanto ao nível de escolaridade, o mesmo apresenta-se baixo, com um percentual de pessoas que não concluíram o ensino fundamental de 54,5%, já o ensino médio incompleto foi de 8,8%, o ensino médio completo foi de 30%, o percentual de pessoas que tem ensino superior foi de 6,7%. O valor modal de moradores por local de residência foi de 3, representando 27,8% da amostra. O nível de escolaridade dos entrevistados pode influenciar na percepção ambiental dos mesmos, em notar se há impactos com a produção de cimento e queima da palha da cana, bem como se em dias nublados os sintomas de determinadas doenças são intensificados.

**Gráfico 1 – Perfil dos entrevistados**



Fonte: Dados da pesquisa

Quando indagados se já residiam na cidade antes da instalação das fabricas de cimento, 86,67% dos entrevistados da cidade de Alhandra afirmaram que sim, entretanto poucos tiveram conhecimento dos possíveis impactos que a mesma traria para o município, do total de entrevistados nenhum, ou seja, 0% participou da Audiência Pública da Fábrica. A cidade de Pitimbu, que também conta com atividade de produção de cimento mais recente, o público entrevistado também não foi informado dos possíveis impactos da instalação da fábrica, cerca de 83,4% dos indagados.

De acordo com Cunha (2010), o processo de Audiência Pública é o instrumento formal de participação pública no processo de Avaliação de Impacto Ambiental, estando de acordo com as Resoluções CONAMA 001/86 e 009/87. A realização da mesma tem como principal objetivo administrar os conflitos oriundos das divergências de interesse

entre os agentes sociais envolvidos no processo, entretanto quando consultada uma amostra da população das cidades de Alhandra e Pitimbu apenas 10% e 20% da população participou da mesma. Distanciando um pouco a informação técnica da população, quanto a poluição e demais impactos no meio ambiente. Para a cidade de Caaporã com a fábrica intitulada Fábrica B, não foi questionado o estudo de avaliação de impacto e audiência pública, pois o início de suas atividades se deu no ano de 1988.

É necessário salientar que, toda cidade tem os representantes do povo, sendo: vereadores, líderes de comunidade bem como os agentes de saúde. Onde esses respectivos representantes podem ter participado da audiência, entretanto em alguns casos não repassam para o público o que foi discutido, principalmente o que apresentou o Relatório de Impacto ao Meio Ambiente (RIMA).

Quando questionados sobre a existência de impacto ambiental na região em função das fabricas de cimento, apenas 20% dos entrevistados afirmaram que existe impacto, sendo descrito por eles a presença de um pó branco, dificuldade para respirar, fumaça branca em alguns horários e dias da semana bem como uma névoa branca em torno da região, que pode ser intensificado, dependendo das condições de tempo. Ressalta-se, na cidade de Caaporã um entrevistado relatou que, com a intensificação da produção de cimento na região houve uma alteração no ciclo produtivo das árvores frutíferas de sua propriedade rural.

Tal efeito é descrito por Cunha (2010), onde o pó das industrias de cimento reagem com as altas taxas de umidade da atmosfera, formando então silicatos de cálcio que cobrem as folhas com películas contínuas, impedindo as trocas gasosas, tornando sua respiração reduzida bem como a fotossíntese.

Já o impacto gerado pela queima da biomassa, neste caso a queima da cana-de-açúcar é mais percebido pela população, um percentual de 88,89% afirmou que existe a presença de impacto com essa atividade, sendo seu principal impacto a fumaça e a geração de fuligem (material particulado). Como consequência da queima, um percentual de 12,3% dos entrevistados relatou que após tal evento apresentaram alguns sintomas como: falta de ar, dores de cabeça e crises de renite alérgica.

#### **4.2 Relação da presença de doenças crônicas com sintomas**

A tabela de 4 apresenta o resultado dos questionários da presença ou ausência de doenças crônicas e sintomas de doenças.

**Tabela 4 – Resultado do questionários “doença crônica”**

Doença Crônica	Sintomas de doença		Total
	Presente	Ausente	
Presença	26	7	33
Ausência	12	45	57
Total	38	52	90

Fonte: Dados da pesquisa

Para efeito de verificação da relação entre doença crônica com a intensificação dos sintomas de dores de cabeça, falta de ar, rinite alérgica e olhos vermelhos, foi aplicado o teste de qui-quadrado ao nível de 5% de significância. Após a realização do teste foi possível identificar que tais variáveis são dependentes (Tabela 5). Desta forma percebe-se que as pessoas que apresentam doenças crônicas são mais prejudicadas com a instalação dos empreendimentos e atividades da queima da palha, pois tiveram seus efeitos mais intensificados após a instalação das fábricas e nos períodos da safra da cana-de-açúcar.

**Tabela 5 - Estatística do teste de qui-quadrado para verificar relação entre as variáveis Doença Crônica e Intensificação de Sintomas**

Teste Qui-Quadrado	Valor
Estatística $X^2$	28,55791023*
Graus de Liberdade	1
P-Valor	9,09376E-08

**\*Rejeita  $H_0$  (Hipótese nula) se  $X^2 > 3,841$**

Fonte: Elaborado pelo autor

De acordo com Danni-Oliveira (2008), as pessoas que apresentem problemas no trato respiratório, alergias bem como grupos específicos como crianças e idosos são em sua maioria as mais afetadas pela ação da poluição atmosférica.

Durante incêndios florestais na cidade de Cingapura em 1994, as pessoas que apresentavam doenças respiratórias crônicas se mostraram mais susceptíveis aos efeitos da poluição gerada pela queima. Ocasionalmente um aumento de 20% na busca por atendimento nos hospitais por crianças asmáticas quando comparado com às médias anuais. (CHEW apud ARBEX, 2004, p.169).

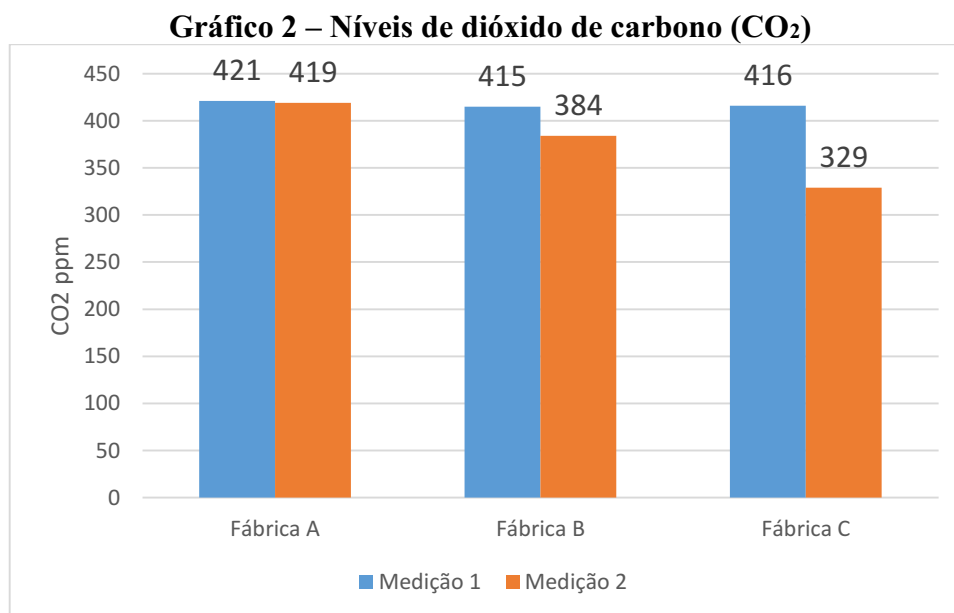
As cidades de Alhandra, Caaporã e Pitimbu apresentaram na amostra um total de 32,3% de pessoas com doenças crônicas. Dentre essas pessoas, quando indagadas se seus sintomas eram intensificados em dias nublados e de pouca circulação de ventos, apenas 11,2% afirmaram que sim, dando destaque para o sintoma de olhos vermelhos. Isso se dá

devido a não dispersão dos poluentes, ficando na atmosfera em uma concentração alta e prejudicial à saúde.

Para a população local, se faz necessário que a mesma cobre das autoridades públicas o monitoramento e controle da poluição atmosférica, sendo instalação de novos sistemas de filtros nas fábricas de cimento afim de diminuir o material particulado, bem como determinação de horários e direção do vento para a queima da cana, pois quando questionados se já haviam questionados a poluição proveniente dessas fontes apenas 2 afirmaram já ter reivindicado as fábricas e a secretária de saúde do município.

### 4.3 Medição de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)

Analisando o gráfico 2 é possível notar os elevados valores de CO<sub>2</sub> nas proximidades das fábricas, salientando que no momento das medições a direção do vento estava sudeste, conotando-se assim a atuação do anticiclone subtropical do atlântico sul, valores esses considerados altos em detrimento da ação do vento na dispersão dos poluentes e prejudiciais para o meio ambiente. Já os valores baixos na medição 2 da Fábrica B e C se deram em detrimento da direção do vento, nesta observação com ventos nordestes.



Fonte: Dados da pesquisa

Cerca de 3% das emissões mundiais de gases do efeito estufa e cerca de 5% das emissões de CO<sub>2</sub> estão associadas a indústria de cimento. Com isso, uma grande contribuição para o efeito estufa e para o comprometimento da qualidade do ar, que



posteriormente poderá ocasionar danos à saúde do homem, dos animais e das plantas. (MAURY & BLUMENSCHHEIN 2012).

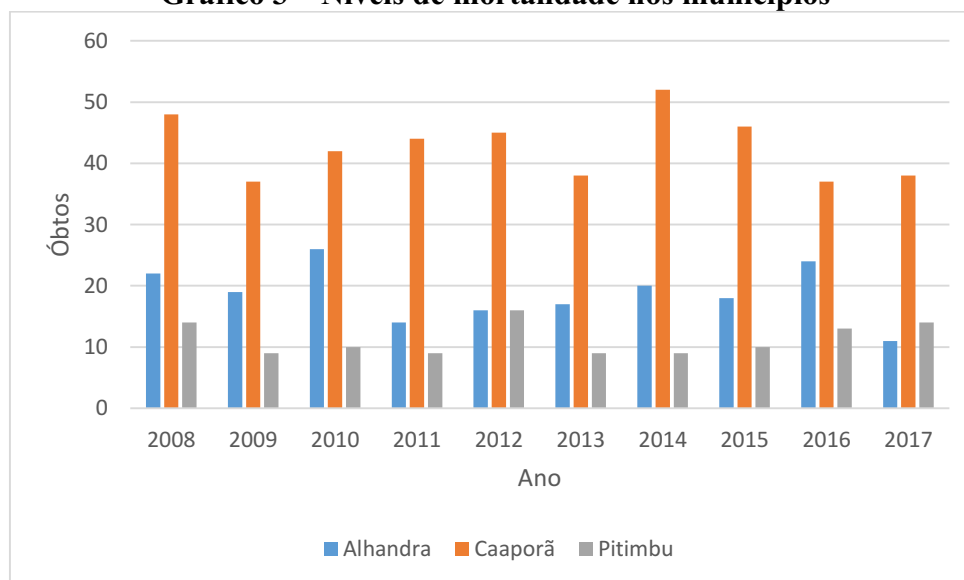
Em boletim anual publicado pela Organização Meteorológica Mundial (OMM), a concentração de dióxido de carbono na atmosfera atingiu níveis recordes no ano de 2016, alcançando 403,3 ppm, ultrapassando os 400 ppm registrados no ano de 2015. Logo observa-se a região em torno das fábricas apresentam valores acima da média anual, sendo uma das atividades que contribuem para o efeito estufa.

Segundo Maury (2012), as questões de saúde em decorrência das fábricas de cimento e seu processo produtivo são relevantes e causam impactos sociais negativos para as regiões diretamente atingidas. Onde na fase de preparação do cimento há uma liberação alta de material particulado, resultando em problemas de saúde para as comunidades próximas bem como os trabalhadores envolvidos no processo produtivo.

#### 4.4 Níveis de mortalidade e o tempo de exposição aos poluentes

Dentre as cidades estudadas, a que apresentou a maior taxa de mortalidade foi a de Caaporã, como pode ser observado no gráfico 3. A partir daí buscou-se associar qual agente seria um dos responsáveis por esse fator, visto que as cidades apresentam características bem semelhantes.

**Gráfico 3 – Níveis de mortalidade nos municípios**



Fonte: Dados da pesquisa

O tempo de exposição aos poluentes foi então o fator a ser analisado, neste caso para a cidade de Caaporã com a Fábrica B em atividade desde o ano de 1988, sua população sofre com uma exposição de 30 anos a poluição oriunda da mesma. Diferentemente das cidades de Alhandra e Pitimbu, onde a fábrica A está em atividade a

4 anos e a fábrica C a 3 anos. Para comprovar essa relação foi feito um teste de Correlação de Pearson.

De acordo com a figura 5, nota-se que a correlação positiva (0,9140) entre a taxa de mortalidade e o tempo de exposição é significativa comprovada pelo p-valor de 1,73143E-12, bem menor que o nível de significância adotado de 5%.

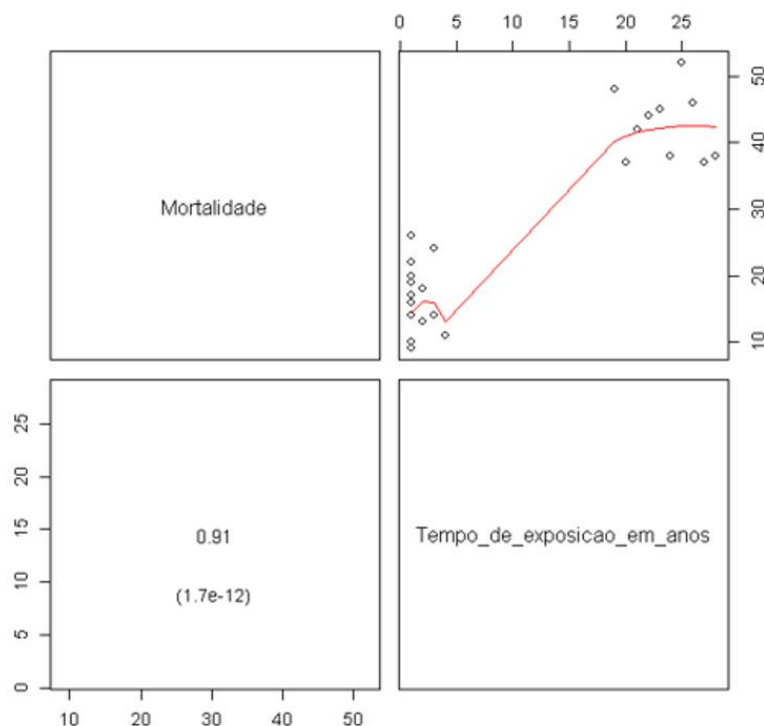
O p-valor ser menor ou igual ao nível de significância  $\alpha$  pré-determinado, significa que há correlação significativa entre as variáveis. Caso contrário, não haveria associação entre elas.

Através da matriz é possível ver que as duas variáveis em estudo possuem associação linear entre si, sendo esta ainda, positiva. Desta forma, explicando que a tendência, conforme o tempo de exposição ao poluente de uma determinada cidade, o número de óbitos tende a aumentar.

**Figura 5 – Resultado correlação de Pearson, mortalidade x tempo de atividade**

Matriz de Correlação		
	Mortalidade	Tempo_de_exposicao_em_anos
Mortalidade	1	0,914036596
Tempo_de_exposicao_em_anos	0,914036596	1

Matriz de P-Valores		
	Mortalidade	Tempo_de_exposicao_em_anos
Mortalidade	1	1,73143E-12
Tempo_de_exposicao_em_anos	1,73143E-12	1



Fonte: Dados da pesquisa

A correlação de Pearson é muito utilizada para determinar a associação entre as taxas de poluição do ar e o número de internações. Onde Bakonyi (2003), encontrou uma correlação acentuada entre o PM<sub>10</sub> e o NO<sub>2</sub>, indicando uma associação linear entre os poluentes. Quanto as doenças respiratórias verificou-se uma correlação positiva e estatisticamente significativa entre PM<sub>10</sub>, fumaça e NO<sub>2</sub>.

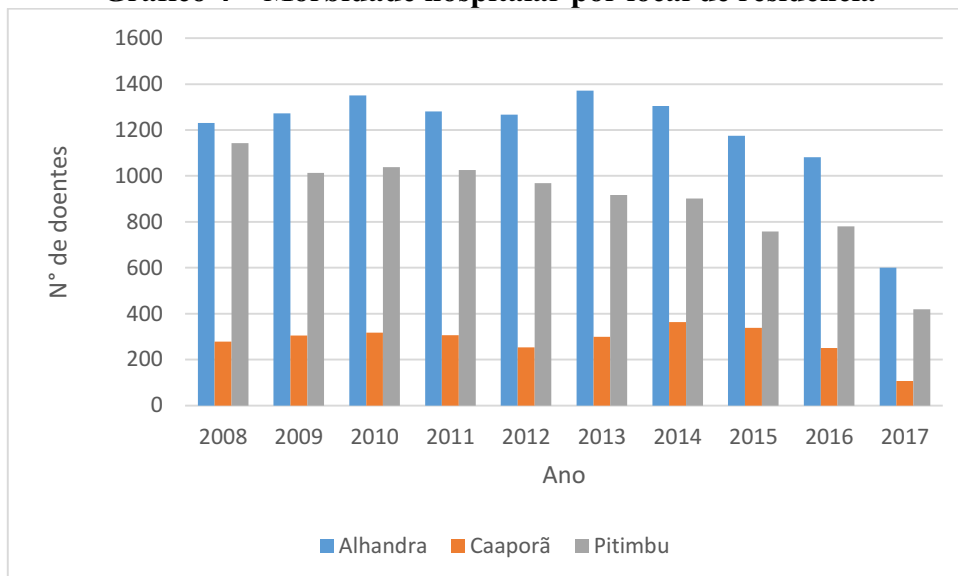
Para a cidade de Caaporã, os problemas cardíacos representam 77,15 % das causas de morte, restando 16,87 % para câncer e 5,96% para o trato respiratório. A que apresenta o valor mais próximo é a de Pitimbu com mortes por problemas cardíacos a um percentual de 52,36 %, já a cidade de Alhandra esse percentual é de apenas 1,69 %. A proximidade entre os percentuais de Caaporã e Pitimbu podem estar relacionados a Fábrica B, pois a mesma se encontra na direção dos ventos e está em atividade desde 1988, podendo na inversão da brisa terra-mar receber determinadas quantidades de poluentes, sendo necessário um estudo mais detalhado desse público para que possa ser comprovada tão associação.

#### **4.5 Taxa de morbidade e a poluição do ar**

No gráfico 4 observa-se os valores de morbidade hospitalar por local de residência das três cidades, abordando as doenças do sistema respiratório, neoplasias e cardíacas.

As doenças do sistema respiratório para as cidades de Alhandra e Pitimbu representaram cerca de 95% do número total da morbidade do gráfico 4. Dentre todas as cidades, a cidade de Caaporã foi a que apresentou a maior taxa de mortalidade, a mesma foi explicada através da Correlação de Pearson. Entretanto, quando se analisa os dados de morbidade existe uma grande discrepância entre a cidade de Caaporã com as demais. Essa diferença se dá em função da ausência do registro de casos de asma no sistema do Datasus. No gráfico 5 observa-se os casos de asma nos municípios ao longo dos anos.

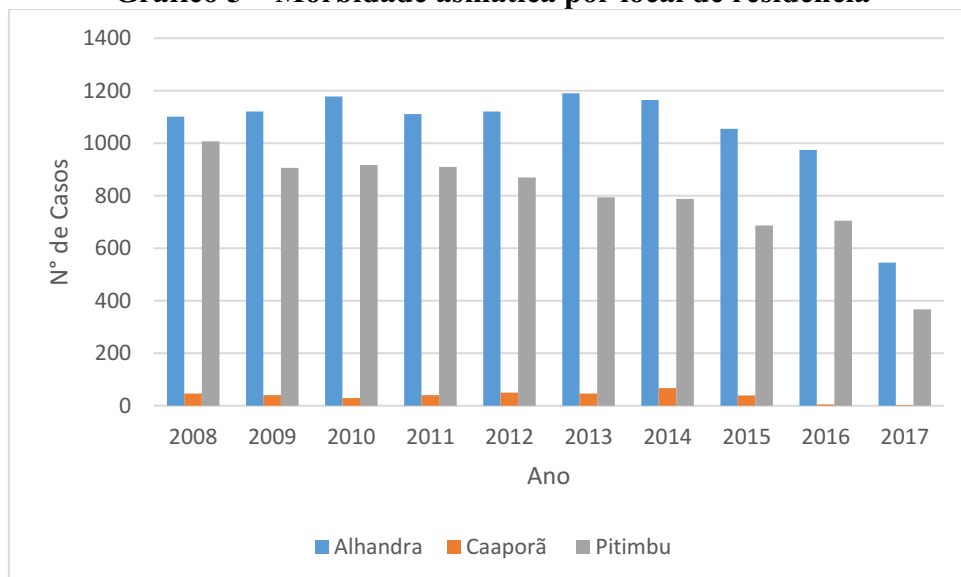
**Gráfico 4 – Morbidade hospitalar por local de residência**



Fonte: Dados da pesquisa

Após consulta com a Secretaria de Saúde do Município de Caaporã, funcionários responsáveis pela digitação de tais dados relataram que em outras gestões não havia o controle desses dados pelo CID da doença, da mesma forma que os médicos nem sempre passavam o CID correto de determinada patologia, colocando no prontuário do paciente um outro código, sendo na maioria das vezes o diagnóstico de “virose”.

**Gráfico 5 – Morbidade asmática por local de residência**



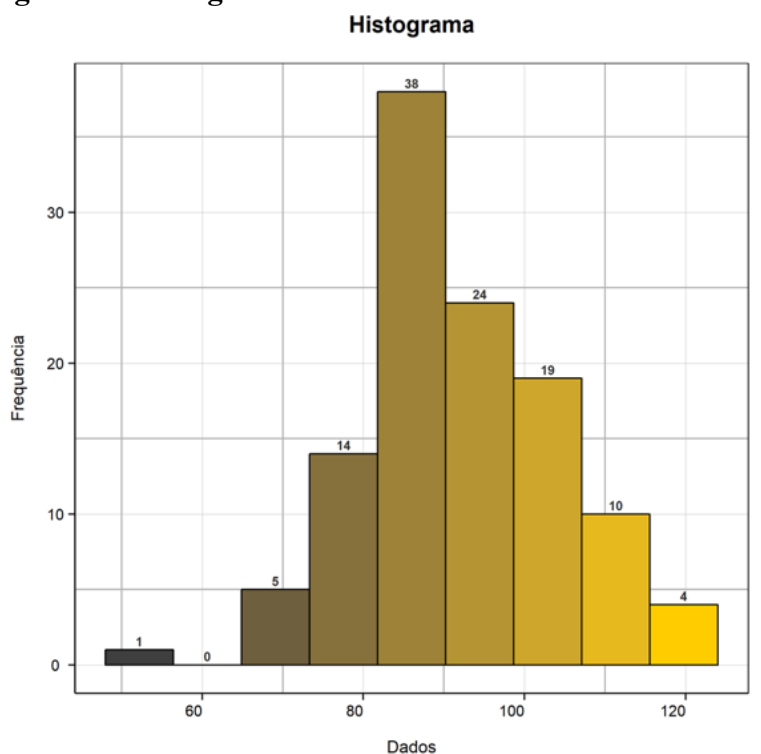
Fonte: Dados da pesquisa

Em detrimento dos dados de asma corresponderem a mais de 85% do total da morbidade respiratória, foi então analisado de forma mais detalhada e específica,

observando o comportamento da distribuição dos dados e constatando a falha nos dados de Caaporã, conforme a figura 6.

De acordo com a figura 6, podemos observar o comportamento da morbidade asmática no município de Alhandra, com picos médios de 87 casos por mês. Apresentando valor mínimo de 48 casos, uma mediana de 90, um valor médio de 91,84 e máximo de 124 casos de asma no mês. Os dados apresentam uma assimetria para à esquerda, podendo ser explicada pelo fato de haver o número não tão grande de dados, ou seja, dados extraídos apenas a partir de 2008.

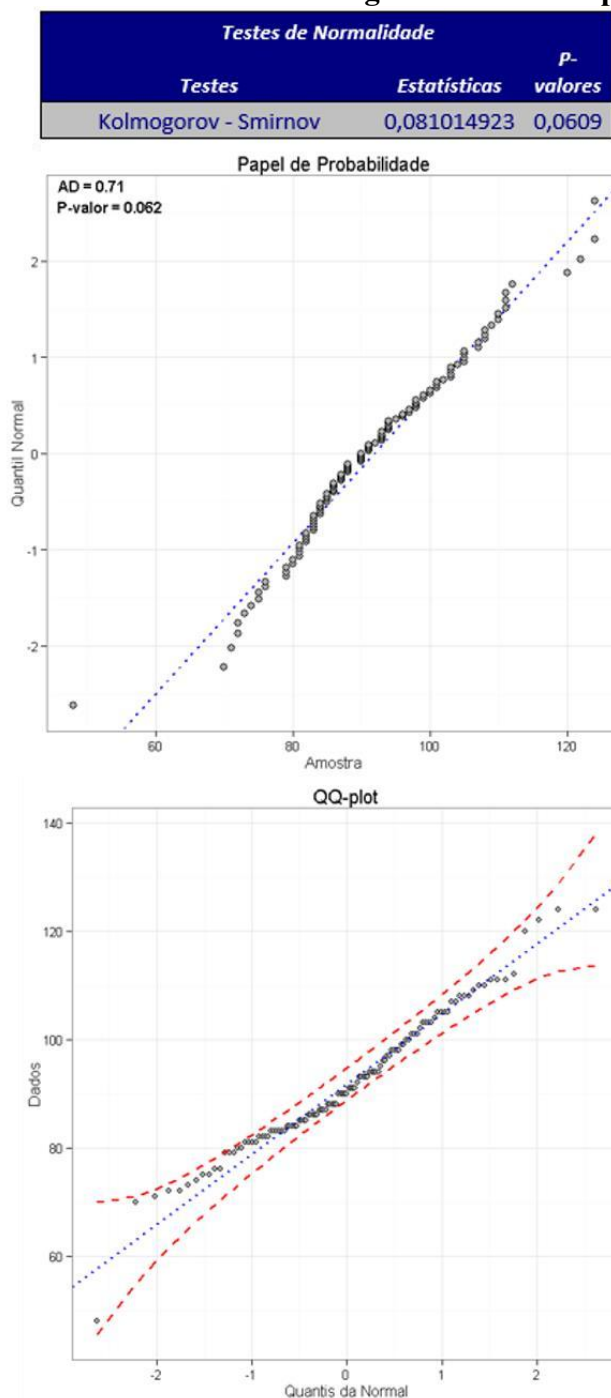
**Figura 6 – Histograma da morbidade asmática de Alhandra**



Fonte: Dados da pesquisa

Para testar se a distribuição apresentava dados normalmente distribuídos, foi realizado o teste de Kolmogorov-Smirnov. A figura 7 traz os resultado, considerando  $\alpha = 0,05$  e  $n = 115$ , encontramos pela tabela de valores críticos o valor 0,062. Como  $D_n = 0,08101492 > 0,062$ , há evidências para rejeitar a hipótese de normalidade dos dados.

**Figura 7 – Resultado do teste de Kolmogorov – Smirnov para Alhandra**



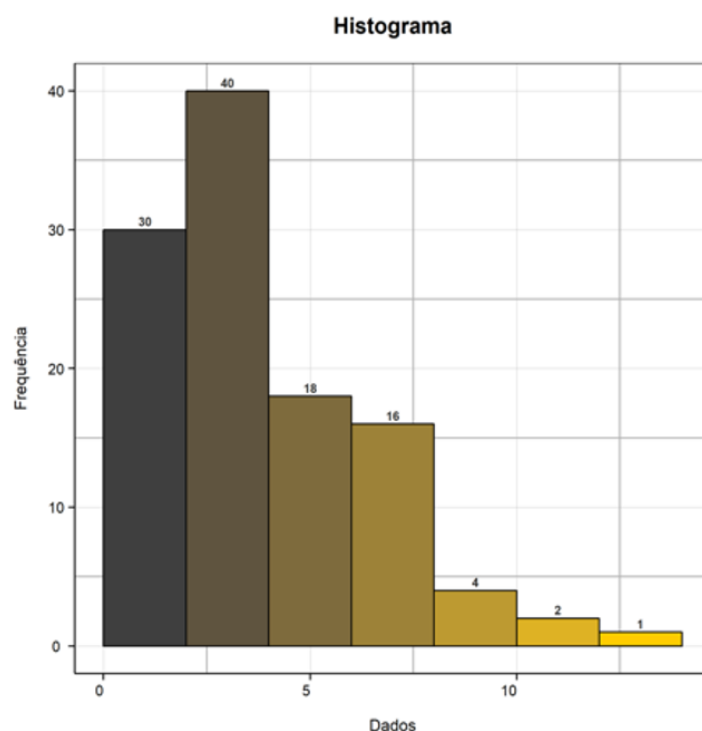
Fonte: Dados da pesquisa

Na figura 8 nota-se a discrepância dos valores de casos de asma no município de Caaporã. Tais dados apresentam uma assimetria à direita e sua distribuição resulta em um péssimo ajuste. Tendo picos de 3 casos ao mês, com valor médio de 3,2 casos, mediana 3 e valor máximo de 14 casos ao mês.

O sistema de saúde do município encontra-se numa situação de reestruturação, para que dessa forma possa voltar a oferecer atendimento de saúde de boa qualidade para a população. Muitos moradores precisam buscar atendimento médico em cidades vizinhas

que apresentam uma qualidade melhor no serviço público de saúde, como é o caso de Goiana-PE e João Pessoa-PB.

**Figura 8 – Histograma da morbidade asmática de Caaporã**

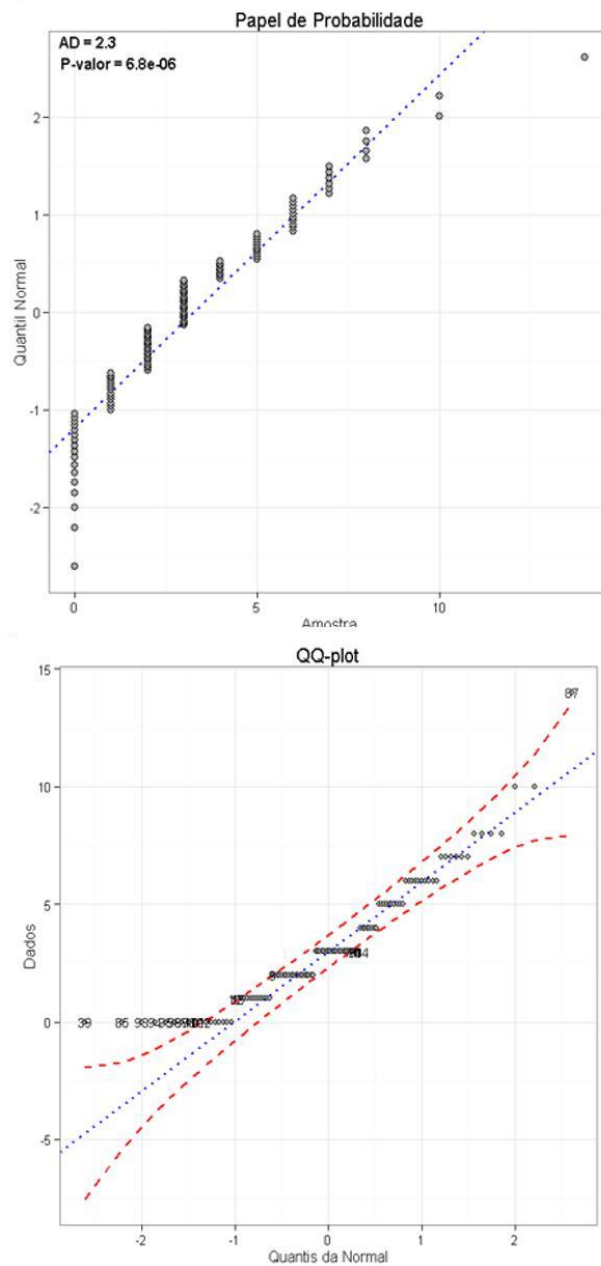


Fonte: dados da pesquisa

Para testar se a distribuição apresentava dados normalmente distribuídos, foi realizado o teste de Kolmogorov-Smirnov. A figura 9 traz os resultado, considerando  $\alpha = 0,05$  e  $n = 111$ , encontramos pela tabela de valores críticos o valor 6,8. Como  $D_n = 0,1727 > 6,8$ , há evidências para rejeitar a hipótese de normalidade dos dados. Ressalta-se que os dados de Caaporã apresentam muitas falhas, incluindo células sem valores.

**Figura 9 – Resultado do teste de Kolmogorov – Smirnov para Caaporã**

Testes de Normalidade		
Testes	Estatísticas	P-valores
Kolmogorov - Smirnov	0,172709115	0

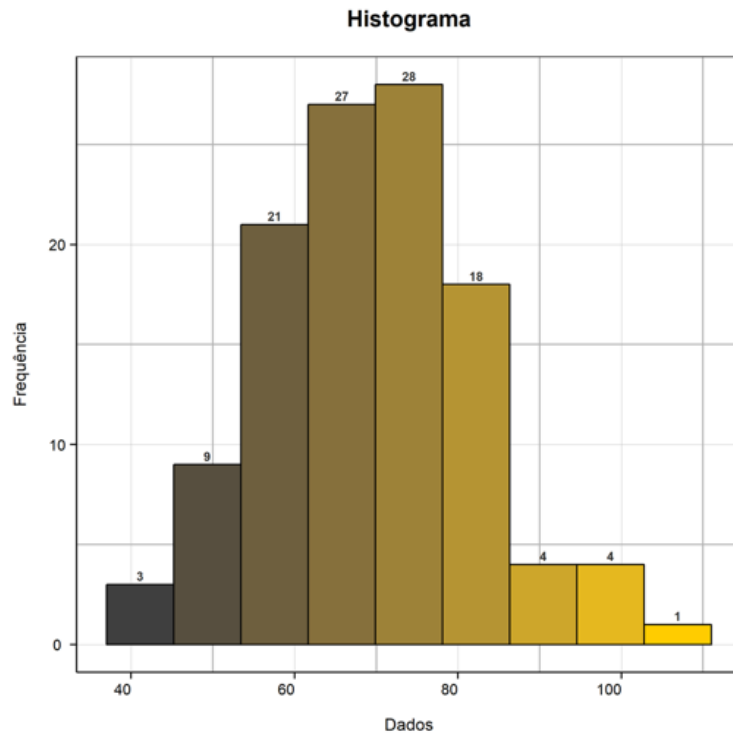


Fonte: Dados da pesquisa

De acordo com a figura 10, é possível observar o comportamento dos casos de asma do município de Pitimbu, esse tem uma leve assimetria para à direita, entretanto seu modelo é o que mais se ajusta a uma distribuição normal. O pico de casos no mês foi na casa de 75. O menor número de casos de asma foi de 37 ao mês, com mediana de 69, uma média de 69,15 e valores máximos de 111.



**Figura 10 – Histograma de morbidade asmática de Pitimbu**

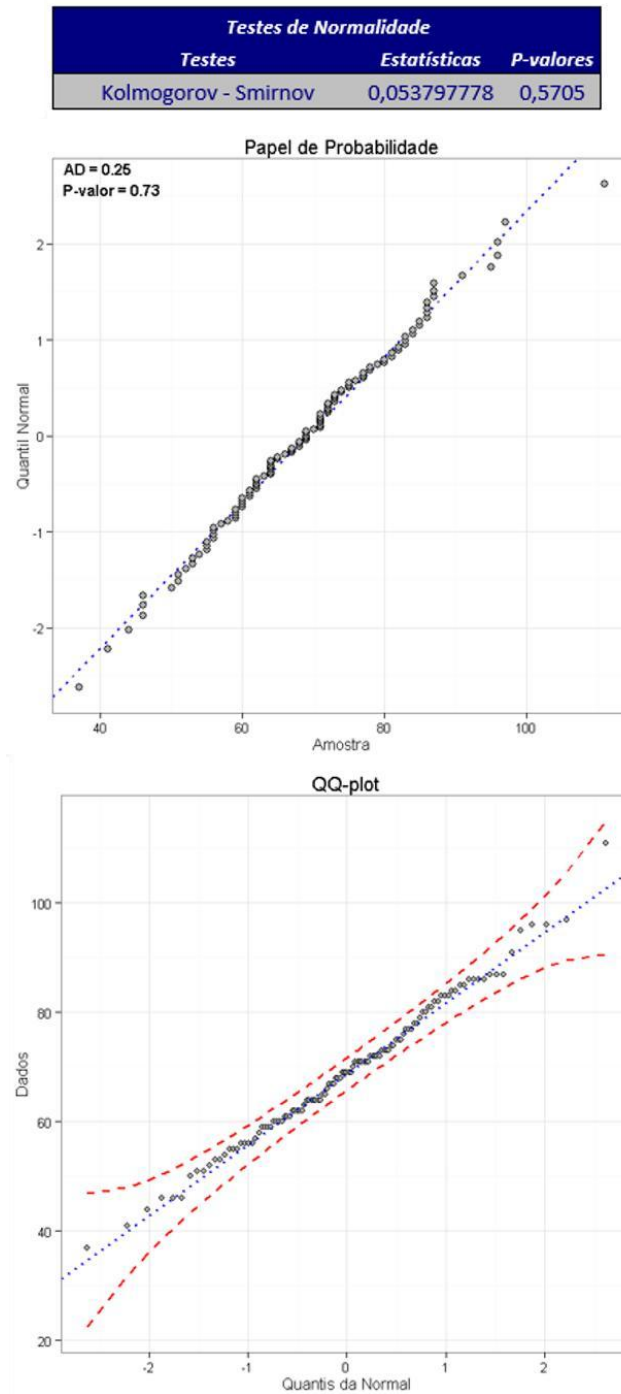


Fone: Dados da pesquisa

Bakonyi (2003), encontrou uma associação entre a incidência de doenças respiratórias com o período do frio do ano. Havendo temperaturas mais baixas bem como uma maior concentração de poluentes primários.

Para testar se a distribuição apresentava dados normalmente distribuídos, foi realizado o teste de Kolmogorov-Smirnov. A figura 11 traz os resultado, considerando  $\alpha = 0,05$  e  $n = 115$ , encontramos pela tabela de valores críticos o valor 0,73. Como  $D_n = 0,05379 < 0,73$ , há evidências para aceitar a hipótese de normalidade dos dados, podendo desta forma pode-se calcular a probabilidade de uma certa quantidade de casos ocorrer no município.

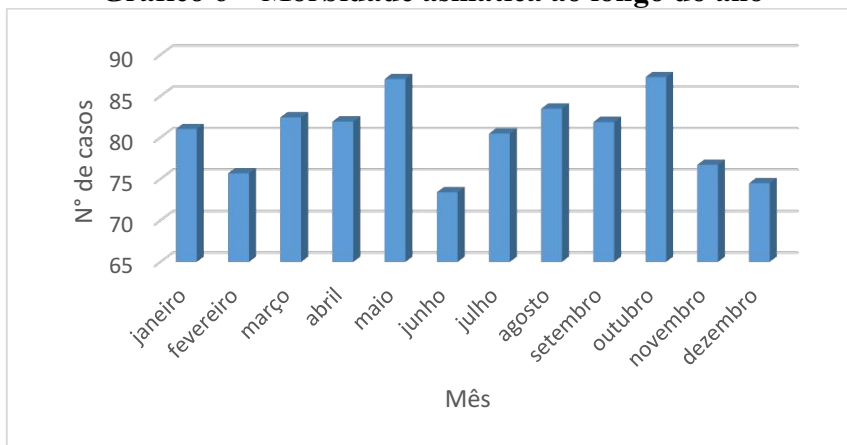
**Figura 11 - Resultado do teste de Kolmogorov – Smirnov para Pitimbu**



Fonte: Dados da pesquisa

No caso das cidades analisadas o gráfico 6, não se pôde observar isso. O período chuvoso e mais frio se dá nos meses de Abril a Agosto, entretanto houve picos de doenças respiratórias em alguns meses do verão como é o caso de Outubro, esse pico pode estar associado ao período de safra da cana-de-açúcar, sendo dessa forma quando o inverno finaliza inicia um o período da safra, sendo outro fator que também contribui para a incidências de tal patologia.

**Gráfico 6 – Morbidade asmática ao longo do ano**



Fonte: Dados da pesquisa

## 5. CONCLUSÃO

Mediante os fatos mencionados e dados apresentados, é possível observar os danos à saúde que um determinado empreendimento pode trazer para uma população bem como ao meio ambiente.

A taxa de mortalidade da cidade de Caaporã é superior as demais, pois conta com atividade de produção de cimento desde de 1988, mostrando que os efeitos mais nocivos dos poluentes são agravados com o tempo de exposição dos receptores, parecendo essa uma explicação.

O público que mais sofre com a queima da biomassa bem como com a produção do cimento são as pessoas que já apresentam alguma doença crônica, seja essa do sistema respiratório ou não, tendo algum desses sintomas intensificados em dias nublados, pois se concentram mais próximos da superfície. Para a cidade litorânea de Pitimbu, a população acredita não sofrer de forma significativa com a poluição, entretanto com a circulação do vento pela atuação da brisa terra – mar a cidade recebe poluentes pelo ar da fábrica A, bem como da fábrica B.

As demais cidades, também dependem das condições atmosféricas para ter uma intensificação na poluição do ar através da atuação dos ventos, interferindo na dispersão dos poluentes, por estarem muito próximas do litoral.

É necessário a realização de mais estudos que possam quantificar o volume de material particulado que as cidades vizinhas recebem, bem como a possível relação das mortes por doenças cardíacas entre o município de Caaporã e Pitimbu.

## REFERÊNCIAS

- ARBEX, M. A et al. Queima de biomassa e efeitos sobre a saúde. **J bras pneumol**, v. 30, n. 2, p. 158-75, 2004.
- ARBEX, M. A. **Avaliação dos efeitos do material particulado proveniente da queima da plantação de cana-de-açúcar sobre a morbidade respiratória na população de Araraquara–SP**. 2001. 205 f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
- AZUAGA, D. Danos ambientais causados por veículos leves no Brasil. **Rio de Janeiro: UFRJ, COPPE**, 2000.
- BAKONYI, S. M. C et al. Poluição atmosférica e doenças respiratórias em crianças na cidade de Curitiba, PR. **Revista de Saúde Pública**, v. 38, p. 695-700, 2004.
- BARRETO, E. J. F.; RENDEIROS, G.; NOGUEIRA, M. Combustão e gasificação de biomassa sólida: soluções energéticas para a Amazônia. **LPT, MME**, 2008.
- COUTINHO, J. P. **Materiais de Construção 2** – Ligantes e Caldas. FEUP. Faculdade de Engenharia. Universidade do Porto, Porto – Portugal, 2006.
- CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. **Avaliação e Perícia Ambiental**: 11. ed. São Cristóvão – RJ, 2010
- DANNI-OLIVEIRA, I. M. Poluição do ar como causa de morbidade e mortalidade da população urbana. **Raega-O Espaço Geográfico em Análise**, v. 15, 2008
- FOGLIATTI, M. C.; FILIPPO, S.; GOUDARD, B. **Avaliação de impactos ambientais: aplicação aos sistemas de transporte**. Interciência, 2004.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. População no último censo: **IBGE, Censo Demográfico, 2010**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/alhandra/panorama>>. Acessado em: 10 out. 2017
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. População no último censo: **IBGE, Censo Demográfico, 2010**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/caapora/panorama>>. Acessado em: 10 out. 2017
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. População no último censo: **IBGE, Censo Demográfico, 2010**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/pitimbu/panorama>>. Acessado em: 10 out. 2017
- LISBOA, H. M. Controle da poluição atmosférica – Cap. 2 – ENS/UFSC. 2014.
- LISBOA, H. M. Controle da poluição atmosférica. 2014.

LOUREIRO L. N.; **Panorâmica Sobre Emissões Atmosféricas Estudo De Caso: Avaliação Do Inventário Emissões Atmosféricas da Região Metropolitana Do Rio De Janeiro Para Fontes Móveis**. Tese Universidade federal do Rio de Janeiro, 2005.

MARANDOLA JR, E.; HOGAN, D. J. Natural hazards: o estudo geográfico dos riscos e perigos. **Ambiente & Sociedade**, v. 7, n. 2, 2004.

MAURY, M. B.; BLUMENSCHNEIN, R. N. Produção de cimento: Impactos à saúde e ao meio ambiente. **Sustentabilidade em Debate**, v. 3, n. 1, p. 75-95, 2012.

Mazzilli, H.N. Poluição por decreto. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, p.A2, 15 ago. 1998.

MOLION, L. C. B.; BERNARDO, S. de O. Uma revisão da dinâmica das chuvas no nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 17, n. 1, p. 1-10, 2002.

MOREIRA, D. M.; TIRABASSI, T.; MORAES, M. R. Meteorologia e poluição atmosférica. **Ambiente & Sociedade**, v. 11, n. 1, p. 1-13, 2008.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ALHANDRA. A cidade: **Geografia**. Disponível em: <<http://www.alhandra.pb.gov.br/index.php/a-cidade/geografia>>. Acessado em. 02 fev. 2018

RENDEIRO, G et al. **Combustão e Gasificação de Biomassa Sólida: Soluções Energéticas para a Amazônia**. 1. ed. Brasília – DF, 2008

RIBEIRO, H.; ASSUNÇÃO, J. V. Efeitos das queimadas na saúde humana. **Estudos avançados**, v. 16, n. 44, p. 125-148, 2002.

ROSEIRO, M. N. V.; TAKAYANAGUI, A. M. M. Meio ambiente e poluição atmosférica: o caso da cana-de-açúcar. **Saúde (Santa Maria)**, v. 30, n. 1-2, p. 76-83, 2004.

SANTI, A. M. M et al. **Co-incineração e co-processamento de resíduos industriais perigosos em fornos de clínquer**: investigação no maior polo produtor de cimento do país, região metropolitana de Belo Horizonte, MG, sobre os riscos ambientais, e propostas para segurança química. 2003

SANTI, A. M. M.; FILHO, A. O. S. **Combustíveis e riscos ambientais na fabricação de cimento; casos na região do Calcário ao Norte de Belo Horizonte e possíveis generalizações**. In: II Encontro Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade – ANPPAS. Campinas – SP, 2004.

SANTI, A. M. M.; SEVÁ FILHO, A. O. **Combustíveis e riscos ambientais na fabricação de cimento: casos na Região do Calcário ao Norte de Belo Horizonte e possíveis generalizações**. 2004.

SILVA, C. Para as montadoras, vantagens do flex permanece. **O Estado de S.Paulo**, São Paulo, 5 jan. 2006. Economia, p.B3

SOUZA, E. P.; RENNÓ, N. O.; SILVA DIAS, M. A. F. **Convective circulations induced by surface heterogeneities**. J. Atmos. Sci., v.57, p.295-2922, 2000.

SWEETMAN, A. et al. Occupational exposure to dioxins at UK worksites. **Annals of Occupational Hgiene**, v.48, n.5, p. 425-437. 2004.

VIDAL, J. W. B. A posição do Brasil frente ao novo ambiente mundial. **Revista Eco 21**, ano XIII, n. 75, fev. 2003. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br>>. Acesso em: 27 abr. 2005

WARD, D.E.; SUSSOT, R.A.; KAUFFMAN, J.B. Smoke and fire characteristics for cerrado and deforestation burns in Brazil: BASE-B **Experiment**. **J. Geophy, Res.**, v. 97, p. 14601-19, 1992.

WHO. World Health Organisation. Sulfur oxides and suspended particulate matter. Environmental Health Criteria, 8, Genève, 1979.

WHO. World Health Organisation. Guidelines for Air Quality. Who, Geneve, 2000.

DIAS, A. A. C.; ANDRADE-NETO, A. V.; MILTAO, M. S. R. **A ATMOSFERA TERRESTRE: COMPOSIC AO E ESTRUTURA**.

CRUZ, A. P. F. N. **A Tutela Ambiental do Ar Atmosférico**. 1a . ed. Rio de Janeiro: Esplanada (ADCOAS), 2002, p. 42.

MASTERS, G. M. **Introduction to enviromental engineering and science**. 2nd. ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1997.

GUILHEN, A. J. A QUEIMADA DA PALHA DE CANA-DE-AÇÚCAR E A LEGISLAÇÃO AMBIENTAL. **Revista Eletrônica Engenharia Estudos e Debates**, v. 1, n. 1, 2016.