



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ESTATÍSTICA**

**RODRIGO ROCHA PEREIRA FELICIANO**

**ESTATÍSTICA DESCRITIVA APLICADA ÀS OCORRÊNCIAS DE POLUIÇÃO  
SONORA NA CIDADE DE CAMPINA GRANDE**

Campina Grande – PB

Julho 2014

RODRIGO ROCHA PEREIRA FELICIANO

ESTATÍSTICA DESCRITIVA APLICADA ÀS OCORRÊNCIAS DE POLUIÇÃO  
SONORA NA CIDADE DE CAMPINA GRANDE

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Bacharelado em  
Estatística, do Departamento de  
Estatística do Centro de Ciências e  
Tecnologia da Universidade Estadual da  
Paraíba, em cumprimento às exigências  
legais para obtenção do título de  
Bacharel em Estatística.

Orientador

Prof. Dr. Edwirde Luiz Silva

Campina Grande – PB

Julho 2014

F314e Feliciano, Rodrigo Rocha Pereira.

Estatística descritiva aplicada às ocorrências de poluição sonora na cidade de Campina Grande [manuscrito] / Rodrigo Rocha Pereira Feliciano. - 2014.

33 p. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Estatística) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2014.

"Orientação: Prof. Dr. Edwirde Luiz Silva, Departamento de Estatística".

1. Poluição sonora. 2. Análise descritiva. 3. Qui-quadrado.

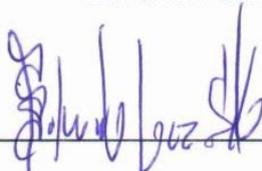
I. Título.

21. ed. CDD 519.5

ESTATÍSTICA DESCRITIVA APLICADA AS OCORRÊNCIA DE POLUIÇÃO  
SONORA NA CIDADE DE CAMPINA GRANDE

Aprovada em: 29 / Julho /2014

**BANCA EXAMINADORA**



---

Prof. Dr. Edwirde Luiz Silva – DE/CCT/UEPB

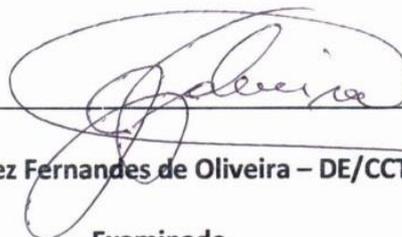
Orientador



---

Prof. Dr. Márcio Augusto de Albuquerque – DE/CCT/UEPB

Examinador



---

Prof. Dr. Juez Fernandez de Oliveira – DE/CCT/UEPB

Examinado

Campina Grande

Julho 2014

“ Feliz o homem que suporta a provação, porque provado, receberá a coroa da vida que **DEUS** prometeu a quem o ama. ” (Tiago 1:12-14)

**DEUS** permite os obstáculos: mais ajuda a atravessá-los!

## AGRADECIMENTOS

*A DEUS por ter concedido a mim a oportunidade de estar concluindo o Curso de Bacharelado em Estatística - UEPB, um sonho muito almejado.*

*Aos meus pais, INÊZ e SEVERINO, pelos ensinamentos e princípios que repassaram para mim.*

A minha madrinha NAUZIRA, que me viu crescer e Que sempre me incentivou aos estudos, acompanhou toda minha carreira escolar pacientemente. Mostrando que o estudo é a chave das conquistas.

Ao meu irmão RAFAEL, pelo apoio e incentivo em todas as horas.

A minha namorada MICHELE, pelo companheirismo, amor, amizade, e por nunca me deixar abater e desistir desse sonho.

Ao meu orientador e amigo professor Prof. Dr. Edwirde Luiz Silva. Obrigado pela oportunidade de ser seu orientando. Obrigada pelo convívio, orientação, compreensão, conversas e carinho. Sua tranquilidade, serenidade e sensibilidade foram fundamentais para eu concluir mais esta etapa. Com você aprendi um dos muitos ensinamentos dentre eles a viver um instante por vez e que para tudo, há seu tempo e que a família é a base de tudo.

Aos professores membro da banca de defesa desta dissertação, **Prof. Dr. Juarez, Prof. Dr. Mácio**, pelo aceite ao convite e pelas valiosas contribuições no exame de qualificação.

A todos os professores do curso de Bacharelado em Estatística - UEPB, por contribuírem na minha formação.

Aos companheiros de curso, João Paulo, Fabio, Rivelino, Elizangela, ao Carlos que nesse momento está ao lado de DEUS, agradecer também aos companheiros que terminaram comigo a graduação, Genilson, Marcio, Sonia entre outros. Obrigado pelo convívio, troca de ideias, pelos ensinamentos, conversas, amizade. Por tudo o que me ensinaram, muito obrigado!

Agradecer ao companheiro de serviço, o soldado Anacleto, que me ajudou na obtenção dos dados.

A Universidade Estadual da Paraíba pelos anos de qualificação profissional.

## RESUMO

O presente trabalho pretende fazer uma análise descritiva sobre a poluição sonora na cidade de Campina Grande, através de dados coletados pela SUDEMA, no período de Maio a Dezembro de 2013. Para tal usa-se o Qui – quadrado para verificar se existe associação entre as variáveis estudadas. O qui- quadrado quantifica a associação entre variáveis qualitativas, comparando as diferenças entre os valores observados e esperados. Quanto maior for o valor estatístico do qui- quadrado maior será o grau de associação entre as duas variáveis. As técnicas aplicadas nesse trabalho buscam dar uma contribuição para expor os resultados sobre a pesquisa da poluição sonora na cidade de Campina Grande.

Palavra-chave: Descritiva, poluição, análise

## A NOISE IN THE CITY OF BIG CAMPINA

### **ABSTRACT**

The present work is to present an analysis of the Sonora pollution through data collected on noise pollution in the city of Campina Grande. For this we use the Chi - Square for Proof of Chi - square ( $\chi^2$ ) was used to confirm whether there are statistically significant differences between two or more variables studied in this research. Measures the discrepancy between a set of observed frequencies and a set of expected frequencies; its value will be zero when there is no difference between the observed and expected numbers. The Chi - square quantifies the association between qualitative variables, comparing the differences between observed and expected. The larger the value of statistic, the greater the degree of association between the two variables. The techniques applied in this work will make a significant contribution to expose the results of research on noise pollution in the city of Campina Grande.

Keyword: Descriptive, pollution, analysis

## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 FREQUÊNCIA RELATIVA .....	p.4
Equação 2 FREQUÊNCIA RELATIVA EM PERCENTUAL.....	p.4
Equação 3 FREQUÊNCIA ACUMULADA RELATIVA.....	p.4
Equação 4 AMPLITUDE DE CLASSE.....	p.6
Equação 5 MÉDIA DOS LIMITES DA CLASSE .....	p.6
Equação 6 DISTRIBUIÇÃO DO TESTE QUI-QUADRADO.....	p.8
Equação 7 DO TESTE QUI-QUADRADO DE HOMOGENIEDADE.....	p.9
Equação 8 DO TESTE QUI QUADRADO DE HOMOGENIEDADE.....	p.9
Equação 9 DISTRIBUIÇÃO DO TESTE QUI-QUADRADO.....	p.9

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1. SETOR DE OCORRÊNCIA E DIA DA SEMANA.....p.19

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. FREQUÊNCIA E PROBABILIDADE.....p. 7

Tabela 2 – TESTE QUI-QUADRADO APLICADO AO BAIRRO E SETOR.....p.14

Tabela 3 – TESTE QUI-QUADRADO APLICADO AO BAIRRO E MÊS..... p.14

Tabela 4 – TESTE QUI-QUADRADO APLICADO AO BAIRRO E DIA.....p.14

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1. FREQUENCIA DOS ESTABELECIMENTOS .....	p.10
Quadro 2. SETOR DAS OCORRENCIA DE POLIÇÃO SONORA.....	p.10
Quadro 3. MÊS DAS OCORRENCIAS DE POLUIÇÃO SONORA.....	p.11
Quadro 4. DIA EM QUE OCORRE AS INFRAÇÕES.....	p.12
Quadro 5. BAIRRO QUE OCORRE A POLUIÇÃO SONORA.....	p.12
Quadro 6. CONFRONTANDO DIA x TURNO.....	p.15
Quadro.7 TESTE QUI-QUADRDO DO DIA x TURNO.....	p.15
Quadro 8. CONFRONTANDO DIA x SETOR.....	p.16
Quadro 9. TESTE QUI-QUADRADO DO DIA x SETOR.....	p.16

## LISTA DE SIGLAS

AT - AMPLITUDE TOTAL.....	p.2
Fi - FREQUÊNCIA ABSOLUTA.....	p.3
fi - FREQUÊNCIA RELATIVA.....	p.3
n - ELEMENTOS DA AMOSTRA .....	p.3
Fai - FREQUÊNCIA ABSOLUTA.....	p.3
fai% - FREQUENCIA ACUMULADA RALATIVA.....	p.3
K - NUMERO DE CLASSES .....	p.4
li – LIMITE INFERIOR.....	p.4.
Li – LIMITE SUPERIOR.....	p.4
h - AMPLITUDE DE CLASSE .....	p.4
X <sup>2</sup> - QUI-QUADRADO .....	p.5
C <sub>1</sub> - CLASSES .....	p.5
θ <sub>1</sub> - FREQUÊNCIA OBSERVADA .....	p.5
p <sub>1</sub> - PROBABILIDADE .....	p.5
e <sub>1</sub> - FREQUÊNCIA ESPERADA .....	p.5
H <sub>0</sub> - HIPÓTESE NULA .....	p.11
H <sub>a</sub> – HIPÓTESE ALTERNATIVA .....	p. 11
SUDEMA - SUPERINTENDENCIA DE ADMINISTRAÇÃO DO MEIO AMBIENTE	
CONAMA - COMISSÃO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE	

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1- PROBLEMATIZAÇÃO .....	2
1.2.- JUSTIFICATIVA .....	2
2. MATERIAS E MÉTODOS .....	3
2.1 DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIA.....	3
2.2 DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIA EM CLASSES COM PERDA DE INFORMAÇÃO.....	4
3. TESTE QUI-QUADRADO .....	6
3.1 TESTE DE HOMOGENEIDADE .....	8
4. RESULTADO E DISCUSSÕES .....	9
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	17

# 1. INTRODUÇÃO

A poluição, de uma forma geral, é produzida pelo homem direta ou indiretamente, estando relacionada principalmente ao progresso como reflexo dos processos de modernização. Seus agentes são os mais variados possíveis e age sobre a água, solo, ar, provocando alterações nocivas ao ser humano.

Uma crescente preocupação diz respeito a um tipo de poluição que não vemos, digamos, que não “suja” o ambiente, mas é tão perigosa quanto às outras, que é o caso da poluição sonora.

A poluição sonora é um problema bastante sério nas cidades, por causa dos veículos e outras espécies de barulhos feito pelo homem, é um mal que atinge os habitantes das cidades, constituída em ruído capaz de produzir incômodo ao bem-estar ou malefícios à saúde.

Em outros termos, é simplesmente aquela provocada pelo elevado nível de ruídos em determinado local que causam a alteração das propriedades físicas no meio ambiente.

As consequências da poluição sonora são muito sérias e preocupantes contribuindo para situações de stress, com aumento da incidência de náuseas, cefaléias, irritabilidade, instabilidade emocional, redução da libido, ansiedade, nervosismo, hipertensão, perda de apetite, sonolência, insônia, e muitos outros sintomas que demonstram um indivíduo já debilitado. Os ruídos aumentam a pressão sanguínea, o ritmo cardíaco e as contrações musculares. Muitas vezes nem pensamos em poluição sonora e atribuímos esses sintomas a outras doenças. Tratamos as consequências e esquecemos de causa, conseqüentemente, após algum tempo, o problema retorna. É importante se tratar da distinção entre som e ruído. Para as pessoas que apreciam o silêncio e a tranquilidade, o ruído possui natureza jurídica de agente poluente. Difere, evidentemente, em alguns pontos de outros agentes poluentes, como os da água, do ar, do solo, especialmente no que diz respeito ao objeto da contaminação e afeta principalmente o ser humano.

## **1.1. Problematização**

A poluição sonora tem afetado a saúde das pessoas, prejudicando suas atividades profissionais e pessoais, acarretando debilitações físicas e mentais. A grande maioria das pessoas afetadas por esse tipo de poluição desconhece o amparo legal para resolver o problema, inclusive desconhecendo os níveis aceitáveis de decibéis.

O objetivo é alertar para os perigos da poluição sonora despertando uma consciência crítica e reflexiva no que diz respeito a existência, importância e aplicabilidade das leis que regem os índices de decibéis, controlam e punem poluição sonora garantindo a manutenção da ordem, do bem estar físico e mental e preservando a integridade de direitos das pessoas. É importante esclarecer que a poluição sonora não é, ao contrário do que pode parecer numa primeira análise, um mero problema de desconforto acústico. O ruído passou a constituir atualmente um dos principais problemas ambientais dos grandes centros urbanos e, eminentemente, uma preocupação com a saúde pública.

## **1.2. Justificativa**

Este tema foi escolhido, por que atualmente a sociedade sofre com esse mal que é a poluição sonora, pois existem leis que protegem o direito das pessoas, mas elas não tem conhecimento dessas leis, pois não é tão divulgado pela mídia.

## 2. Matérias e métodos

O material usado foi fornecido pela SUDEMA (superintendência de administração do meio ambiente), os dados se referem ao período de Maio a Dezembro de 2013.

AS VARIÁVEIS ESTUDADAS FORAM:

- a) Estabelecimentos causadores de poluição sonora na cidade de campina grande (bares, residências, restaurantes, lojas, boates, indústria, padaria, carros, oficina, igreja, Lanchonete)
- b) Setores causadores de poluição sonora na cidade de campina grande são (Norte, Sul, Leste, Oeste)
- c) Meses causadores de poluição sonora na cidade de campina grande ( Maio, Junho, Julho, Agosto, Setembro, Outubro, Novembro, Dezembro)
- d) Dias de incidência de poluição sonora na cidade de campina grande ( Segunda, Terça, Quarta, Quinta, Sexta, Sábado, Domingo)

### 2.1 Distribuição de frequência

Como já mencionado no início deste capítulo, dependendo do volume de dados, torna-se difícil ou impraticável tirar conclusões a respeito do comportamento das variáveis e, em particular, de variáveis quantitativas.

Pode-se, no entanto, colocar os dados brutos de cada uma das variáveis quantitativas em uma ordem crescente ou decrescente, denominado rol. A visualização de algum padrão ou comportamento continua sendo de difícil observação ou até mesmo cansativa, mas torna-se rápido identificar maiores e menores valores ou concentrações de valores no caso de variáveis quantitativas. Estes números (menor e maior valor observado) servem de ponto de partida para a construção de tabelas para estas variáveis. Vale destacar que para as variáveis qualitativas, pudesse também construir um rol em ordem temporal ou alfabética.

É a diferença entre o menor e maior valor observado da variável X, denominada amplitude total ( $AT = x_{Max} - x_{Min}$ ), que definirá a construção de uma distribuição de frequência pontual ou em classes.

O ideal é que uma distribuição de frequência resuma os dados em um número de linhas que varie de 5 a 10.

A construção de uma distribuição de frequência pontual é equivalente à construção de uma tabela simples, onde se listam os diferentes valores observados da variável, com suas frequências absolutas, denotadas por  $F_i$ , onde o índice  $i$  corresponde ao número de linhas da tabela.

**a)** Frequência relativa, denotada por  $f_i$ , e já definida anteriormente como

$$f_i = \frac{F_i}{n} \quad (1)$$

em que  $n$  é o tamanho da amostra, devendo ser substituída por  $N$  se os dados forem populacionais. A soma das frequências relativas de todas as categorias é igual a 1.

**b)** Frequência relativa em percentual, denotada por  $f_i\%$ , e definida como:

$$f_i\% = \frac{F_i}{n} \times 100 \quad (2)$$

Representando o percentual de observações que pertencem àquela categoria. A soma das frequências deve, agora, ser igual a 100%;

**c)** Frequência absoluta acumulada, denotada por  $F_{ai}$ . Estas frequências são obtidas somando-se a frequência absoluta do valor considerado, às frequências absolutas anteriores a este mesmo valor.

**d)** Frequência acumulada relativa, denotada por  $f_{ai}\%$  e definida como:

$$f_{ai}\% = \frac{F_{ai}}{n} \times 100 \quad (3)$$

Uma tabela contendo todas estas frequências é dita uma distribuição de frequências completa.

Em se tratando das frequências relativas em percentuais, arredondamentos se fazem necessários e devem ser feitos de maneira convencional. Neste tipo de aproximação opta-se sempre pelo menor erro.

## 2.2 Distribuição de frequência em classes – com perda de informação

“ A distribuição de frequências em classes é apropriada para apresentar dados quantitativos contínuos ou discretos com um número elevado de possíveis valores” . É necessário dividir os dados em intervalos ou faixas de valores que são denominadas classes. Uma classe é uma linha da distribuição de frequências. O menor valor da classe é denominado limite inferior (li) e o maior valor da classe é denominado limite superior (Li). O intervalo ou classe pode ser representado das seguintes maneiras:

- a)** li | \_\_\_\_ Li, onde o limite inferior da classe é incluído na contagem da frequência absoluta, mas o superior não;
- b)** li \_\_\_\_ | Li, onde o limite superior da classe é incluído na contagem, mas o inferior não;
- c)** li | \_\_\_\_ | Li, onde tanto o limite inferior quanto o superior são incluídos na contagem;
- d)** li \_\_\_\_ Li, onde os limites não fazem parte da contagem.

Pode-se escolher qualquer uma destas opções sendo o importante tornar claro no texto ou na tabela qual está sendo usada.

“ Se houver muitos intervalos, o resumo não constituirá grande melhoria com relação aos dados brutos. Se houver muito poucos, um grande volume de informação se perderá. Embora não seja necessário, os intervalos são frequentemente construídos de modo que todos tenham larguras iguais, o que facilita as comparações entre as classes”.

O pesquisador pode definir o número de classes baseando-se em sua experiência.

Determinado o número de classes da distribuição de frequências, o próximo passo é determinar a amplitude de cada classe,  $h$ , que por uma questão de bom senso deveria ser um número com a mesma precisão dos dados.

A amplitude de classe,  $h$ , é definida por:

$$h = \frac{AT}{K} \quad (4)$$

E assim todas as classes terão a mesma amplitude, o que permitirá a construção de gráficos e cálculo de medidas descritivas.

No caso de uma distribuição de frequência contínua, ou em classes, uma outra coluna pode ser acrescentada à tabela. É a coluna dos pontos médios, denotada por  $x_i$  e definida como a média dos limites da classe:

$$X_i = \frac{l_i + L_i}{n}, i = 1, \dots, K \quad (5)$$

Estes valores são utilizados na construção de gráfico e na obtenção de medidas descritivas com o auxílio de calculadoras.

### 3. Teste Qui - quadrado

O teste Qui - quadrado é usado na análise de dados categóricos. A estatística do qui - quadrado (*Chi - square*) é adequada para variáveis qualitativas, com duas ou mais categorias, quando há dois acontecimentos alternativos, é fácil demonstrar que o  $\chi^2$  nada mais é do que o quadrado do desvio entre os valores observado e esperado de um dos acontecimentos dividido pela variância da distribuição. Ou seja, dados nominais (aqueles distribuídos em categorias nominais sem qualquer ordem, como sexo, raça, via de parto, cor dos cabelos).

A prova do qui - quadrado é utilizada para comprovar se existem diferenças estatisticamente significativas entre duas distribuições: mede o grau de discrepância entre um conjunto de frequências observadas e um conjunto de frequências esperadas; o seu valor será zero quando não houver diferença entre os números observados e os esperados. O qui - quadrado quantifica a associação entre variáveis qualitativas, comparando as diferenças entre os valores observados e os esperados. Quanto maior for o valor da estatística qui - quadrada, maior será o grau de associação existente entre as duas variáveis.

Entretanto o teste  $\chi^2$  também é aplicável a casos em que não dispomos de uma teoria para nos informar a respeito da probabilidade de ocorrência dos elementos nas diferentes classes esperadas. Assim como também queremos saber se uma característica se distribui igualmente em amostras. Apesar do teste  $\chi^2$  ter sido delineado para ser aplicado no estudo de distribuição de características qualitativas, existem situações em

que ele também pode ser utilizado para análise da distribuição de caracteres quantitativos. Isso ocorre quando existe alguma convenção que permite o agrupamento das medidas desses caracteres em classes.

O teste  $\chi^2$  de Pearson é o teste mais popular não paramétrico. Utilizado quando se quer estudar associação (dependência) entre duas variáveis. A representação das frequências observadas é dada por uma tabela de dupla entrada, conhecida também como tabela de contingência.

Considera-se uma variável  $X$  qualitativa ou quantitativa que se trata de comprovar se esta se ajusta a um modelo teórico determinado. Dispomos de frequências observadas em uma amostra aleatória de tamanho (ou extensão)  $n$  correspondente aos valores concretos da variável (ou atributos, se são qualitativos) ou, em geral, as diferentes classes de valores ou atributos que cobrem todas as possibilidades da variável. Por outra parte, temos as frequências esperadas seguem o modelo de probabilidade do que ajustamos os dados. Observa-se:

Tabela 1: Frequências e Probabilidades

Classes	Frequências observadas	Probabilidade	Frequências esperadas
$C_1$	$\theta_1$	$p_1$	$e_1$
$C_2$	$\theta_2$	$p_2$	$e_2$
...	...	...	...
$C_r$	$\theta_r$	$p_r$	$e_r$
	$N$		$N$

Em que a união das classes disjuntas  $C_i$  cobre a totalidade de valores da variável,  $o_i$  é a frequência observada na classe  $C_i$ ,  $P_i$  é a probabilidade indicada pelo modelo da correspondente classe e  $e = np_i$  é o número esperado dos dados na classe  $C_i$  para a amostra de extensão  $n$ . A hipótese nula pode ser anunciada como:

$H_0$ : O modelo indica a probabilidade  $P_i$  na classe  $C_i$  é correto.

O contraste da hipótese nula compara as frequências observadas com as esperadas. A variável amostral vem dada pelas frequências  $\theta_i$ , observadas em cada classe, podendo-se comprovar que a variável:

$$\sum_{i=1}^r \frac{(\theta_i - e_i)^2}{e_i} \quad (6)$$

Que utilizar-se como estatística de contraste, se distribui aproximadamente como uma  $\chi^2$  cujo grau de liberdade são  $r - 1$  se o modelo especifica as probabilidades  $P_i$ , e decidir se as probabilidades estão estabelecidas pelo próprio modelo sem que seja necessário sua estimação a partir dos valores observados na amostra. Se para determinar  $p_i$  é necessário estimar  $k$  parâmetros usando os dados amostrais, então os graus de liberdade serão  $r - 1 - k$ .

A similaridade entre as frequências observadas e esperadas conduz a valores pequenos de  $\chi^2$ , de modo que leva a um contraste unilateral com a região crítica a direita que corresponde a valores altos da variável  $\chi^2$ , pois a hipótese nula é tão menos razoável quanto maior será seu valor observado. De modo que:

Se  $\chi^2 < \chi^2_{\alpha}$  não rejeita-se  $H_0$

Se  $\chi^2 > \chi^2_{\alpha}$  rejeita-se  $H_0$

### 3.1. Teste de Homogeneidade

Suponha que são recolhidas amostras aleatórias de  $c$  populações ( subpopulações ou Estratos )  $B_1, B_2, \dots, B_c$ , nas quais se observa um atributo  $A$  com  $r$  categorias  $A_1, A_2, \dots, A_r$ . Neste contexto, surge também uma tabela de contingência  $r \times c$ . Assim, cada  $O_{ij}$  ( $i=1, \dots, r$  e  $j=1, \dots, c$ ) é uma variável aleatória que representa o número de elementos classificados na categoria  $A_i$  de  $A$ , na amostra da população  $B_j$ .

$$O_i = \sum_{j=1}^c O_{ij} \quad (i = 1, \dots, r) \quad (7)$$

é uma variável aleatória que representa o número de elementos na categoria  $A_i$  de  $A$  em todas as amostras.

$$O_j = \sum_{i=1}^r O_{ij} \quad (j = 1, \dots, c) \quad (8)$$

é uma constante prefixada (e não uma variável aleatória como acontece no teste de independência), pois é o tamanho da amostra recolhida na população  $B_j$ . Neste caso, cada  $B_j$  ( $j=1, \dots, c$ ) rotula uma subpopulação cujos elementos se distribuem pelas  $r$  modalidades do atributo  $A$ , e o que se pretende saber é se existe homogeneidade, isto é, se não há diferença entre as populações no modo como os seus elementos se distribuem pelas modalidades do atributo  $A$ .

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \frac{(O_{ij} - \hat{e}_{ij})^2}{\hat{e}_{ij}} \quad (9)$$

que, sob o pressuposto de  $H_0$  ser verdadeira, tem distribuição assintótica do Qui - Quadrado com  $(r-1)(c-1)$  graus de liberdade.

As frequências observadas  $O_{ij}$  e as estimativas das frequências esperadas  $\hat{e}_{ij}$  calculadas sob o pressuposto de  $H_0$  ser verdadeira, devem diferir pouco se  $H_0$  for de facto verdadeira. Assim, valores muito grandes da estatística teste traduzem um grande afastamento dos dados em relação à hipótese nula, conduzindo à rejeição desta. Mais uma vez, a estatística de teste mede o afastamento dos dados em relação à hipótese de homogeneidade.

#### 4. Resultados e discussões

Quadro 1. Distribuição de frequência dos estabelecimentos de campina grande causadores de poluição sonora

	Frequência	Percentual	Percentual acumulado
Restaurante	2	,6	,6
Boate	3	,9	1,5
Igreja	20	6,1	7,6
Padaria	2	,6	8,2
Indústria	1	,3	8,5
Loja	11	3,3	11,8
Oficina	3	,9	12,7
Bar	50	15,2	27,9
Lanchonete	4	1,2	29,1
<b>Residência</b>	<b>133</b>	<b>40,3</b>	<b>69,4</b>
<b>Carro</b>	<b>101</b>	<b>30,6</b>	<b>100,0</b>
Total	330	100,0	

A frequência de somido nas residências teve a maior frequência, 133/330 =40,3%, a segunda maior frequência foi carro com um percentual 101/330 = 30,6%. O menor barulho de som e a indústria com 1 (0,3%) do total. Isso nos revela que os dois maiores causadores de ocorrências na cidade de campina grande que envolve poluição

sonora, são as residências e os sons de carro. Por outro lado a pesquisa mostra que a indústria é a que menos causa ocorrências de poluição sonora com apenas um registro.

Quadro 2. Setor de ocorrência de poluição sonora

	Frequência	Percentual	Percentual acumulado
Norte	72	21,8	21,8
Sul	120	36,4	58,2
Leste	44	13,3	71,5
Oeste	94	28,5	100,0
Total	330	100,0	

Nessa tabela observamos que a frequência do som por setor mostra que o setor sul com  $120/330 = 36,4\%$  vem em primeiro lugar, em segundo o setor oeste com  $94/330 = 28,5\%$ , em terceiro lugar vem o setor norte com  $72/330 = 21,8\%$  e em quarto o setor leste com  $44/330 = 13,3\%$  das ocorrências de poluição sonora.

Quadro 3. Mês que ocorreu mais poluição sonora

	Frequência	Percentual	Percentual acumulado
Mai	15	4,5	4,5
Jun	71	21,5	26,1
Jul	30	9,1	35,2
Ago	42	12,7	47,9
Set	8	2,4	50,3
Out	63	19,1	69,4
Nov	47	14,2	83,6
Dez	54	16,4	100,0
Total	330	100,0	

Na tabela onde mostra o mês em que ocorre o maior índice de ocorrências o mês de junho lidera com  $71/330 = 21,5\%$  das ocorrências, outubro vem em seguida com  $63/330 = 19,1\%$ , e o mês de menor incidência de ocorrência foi setembro com  $8/330 = 2,4\%$ . Esse resultado colocando junho em primeiro lugar como mês em que ocorre mais

ocorrência de somido. Esse resultado tem a ver com os festejos juninos que nessa época, faz com que a população ligue os sons de suas residências, sons de carros em altos volumes em até um certo horário, ocasionando o não sossego da população.

Quadro 4. Dia da semana que ocorre mais poluição sonora

	Frequência	Percentual	Percentual acumulado
Seg	27	8,2	8,2
Ter	14	4,2	12,4
Qua	21	6,4	18,8
Qui	50	15,2	33,9
Sex	62	18,8	52,7
Sab	96	29,1	81,8
Dom	59	17,9	99,7
9	1	,3	100,0
Total	330	100,0	

Aqui observamos que o sábado estar em primeiro lugar com  $96/330 = 29,1\%$  como dia em que acontece mais ocorrência de somido, em segundo vem a sexta-feira com  $62/330 = 18,8\%$ , e o domingo vem em terceiro com  $59/330 = 17,9\%$ . Esses resultados mostram que. É nos finais de semana, onde a grande parte da poluição se encontra já de folga, que acontece a maioria das ocorrências de poluição sonora. E o sábado lidera como dia de maior incidência das ocorrências.

Quadro 5. Bairro com maior frequência de ocorrência

		Frequência	Percentual	Percentual acumulado
Valido	Alto branco	12	3,6	3,6
	Araxá	2	,3	4,2
	Bairro das cidades	3	,9	5,2
	Bodocongo 2	12	3,6	8,8
	Bodocongó	10	3,0	11,8
	Catolé	30	9,1	20,9
	Catolé de zé ferreira	1	,3	21,2
	Centenário	10	3,0	24,2
	Centro	28	8,5	32,7

Cinza	6	1,8	34,5
Conceição	2	,6	35,2
Conj. Chico Mendes	1	,3	35,5
Conjunto Mariz	1	,3	35,8
Cruzeiro	13	3,9	39,7
Cuités	1	,3	40,0
Dinamerica	2	,6	40,6
Estação velha	4	1,2	41,8
Gloria	1	,3	42,1
Itararé	1	,3	42,4
Jardin continental	3	,9	43,3
Jardin paulistano	3	,9	44,2
Jardin Tavares	1	,3	44,5
Jeremias	2	,6	45,2
Jose pinheiro	23	7,0	52,1
Liberdade	20	6,1	58,2
Ligeiro	3	,9	59,1
Malvinas	21	6,4	65,5
Mirante	1	,3	65,8
Monte castelo	6	1,8	67,6
Monte santo	17	5,2	72,7
Multirão	1	,3	73,0
Nova Brasília	1	,3	73,3
Palmeira	3	,9	74,2
Pedregal	4	1,2	75,5
Prata	5	1,5	77,0
Presidente medice	4	1,2	78,2
Quarenta	7	1,5	80,3
Ramadinha	1	,3	80,6
Rocha Cavalcante	1	,3	80,9
Rosa cruz	8	2,4	83,3
Rosa mística	2	,6	83,9
Santa cruz	1	,3	84,2
Santa rosa	15	4,5	88,8
Santa Teresina	6	1,8	90,6
Santo Antonio	5	1,5	92,1
São Jose	1	,3	92,4
São Jose da mata	1	,3	93,3
Severino Cabral	3	,9	94,2
Tambor	4	1,2	95,5

Tres irmãs	9	2,7	98,2
Velame	3	,9	99,1
Vila Cabral st. Teresinha	3	,9	100,0
Total	330	100,0	

O bairro do Catolé com  $30/330 = 9,0\%$  como bairro onde se tem mais ocorrências de somido, o centro da cidade vem em seguida com  $28/330 = 8,4\%$  das ocorrências.

Dessa forma, podemos tirar a conclusão de que o tamanho do bairro não influencia nas ocorrências de somido, pois o bairro das Malvinas que é o maior bairro da cidade aparece somente em terceiro lugar como causador de somido com  $21/330 = 6,4\%$  das ocorrências da cidade.

Percebe-se que existe associação entre os Bairros com (setor, mês e dia), pois o p-valor é  $< 0,05$  para todos. Os resultados nas tabelas acima já mostrava que existia uma certa relação dos resultados, quando se queria cruzar com outros resultados de variáveis pesquisada, existia uma associação dos bairros com o setor, bairros com o mês de maior incidência de somido e bairros com os dias em que acontecem mais ocorrências de somido. O teste aplicado foi comprovou essa associação entre as variáveis estudadas.

Tabela 2.  $\chi^2$  : Bairro e Setor onde ocorre a poluição sonora

	Valor	Graus de liberdade	p-valor (bicaudal)
$\chi^2$ de Pearson	957,223	153	0,000

Tabela 3.  $\chi^2$  : Bairro e Mês onde ocorre a poluição sonora

	Valor	Graus de liberdade	p-valor (bicaudal)
$\chi^2$ de Pearson	435,659	357	0,003

Tabela 4.  $\chi^2$  : Bairro e Dia onde ocorre a poluição sonora

	Valor	Graus de liberdade	p-valor (bicaudal)
$\chi^2$ de Pearson	358,368	306	0,021

Considera-se agora uma variável qualitativa que pode assumir valores em diferentes turnos.

Assumem-se ( r ) dias da semana amostras diferentes e se deseja testar:

$H_0$ : os 7 dias da semana são homogêneos com relação aos três turnos, ou seja a variável Dia distribui-se igualmente nos três turnos

$H_a$ : algum dia da semana é diferentes relação aos três turnos.

A maneira de proceder consiste em representar os dias amostrais em uma tabela X

Quadro 6. Frequências dos DIAS da semana e os TURNOS

	Dia							Total
	1	2	3	4	5	6	7	
1	10	7	9	10	6	14	4	60
Turno 2	10	4	6	16	14	33	20	103
3	7	3	6	24	42	49	36	167
Total	27	14	21	50	62	96	60	330

Quadro 7.  $\chi^2$  Teste Qui – quadrado do dia da semana e os turnos

	Valor	Grau de liberdade (linhas -1) (colunas -1)	p-valor (bi caudal)
Qui - quadrado de Pearson	42,31	(7-1)(3-1)=12	,000

Os valores críticos estão na cauda à direita do percentil 95 da distribuição  $\chi^2_{(7-1)(3-1)} = 21,02$ . Portanto, de tais amostras, não se obtém evidência estatística suficientemente contrária a de que exista uma distribuição homogênea do dia da semana em todos os turnos. Aqui quando se aplicou o teste, percebeu-se que nos dias da semana não havia evidências que mostrasse uma homogeneidade com os turnos, os resultados das ocorrências de somido não seguem uma tendência de acontecer.

Quadro 8. Frequência de barulhos nos dias da semana. Setor 1 = Norte, 2 = Sul, 3 = Leste e 4 = Oeste.

		Dia							Total
		Segunda	2	3	4	5	6	7	
Setor	Norte	7	2	9	13	20	10	11	72
	Sul	9	6	5	18	20	40	22	120
	Leste	3	3	3	4	10	12	9	44
	Oeste	8	3	4	15	12	34	18	94
Total		27	14	21	50	62	96	60	330

Quadro 9.  $\chi^2$  Teste Qui- quadrado do dia da semana com o setor.

	Valor	Grau de liberdade	p-valor (bicaudal)
Qui- quadrada	23,402	18	1,76

Os valores críticos estão na cauda à direita do percentil 95% da distribuição  $\chi^2_{(7-1),(4-1)} = 28,86$ . Portanto não existe associação dos dias da semana e os setores. não existem setores que se destacam de barulho durante os dias semanais.

Na aplicação do teste de homogeneidade, percebeu que os dias semanais tem uma variabilidade de ocorrências de somido, em relação quando se confronta com os setores, mostrando que durante os dias semanais as ocorrências se distribuem normal sem ter um setor que se destaque como maior causador de somido.

Esse trabalho pretendeu expor uma análise sobre a poluição sonora através de dados coletados sobre poluição sonora na cidade de Campina Grande. Para isso usamos o teste Qui – quadrado como ferramenta. O teste Qui - quadrado ( $\chi^2$ ) foi utilizado para comprovar se existem diferenças estatisticamente significativas entre duas ou mais

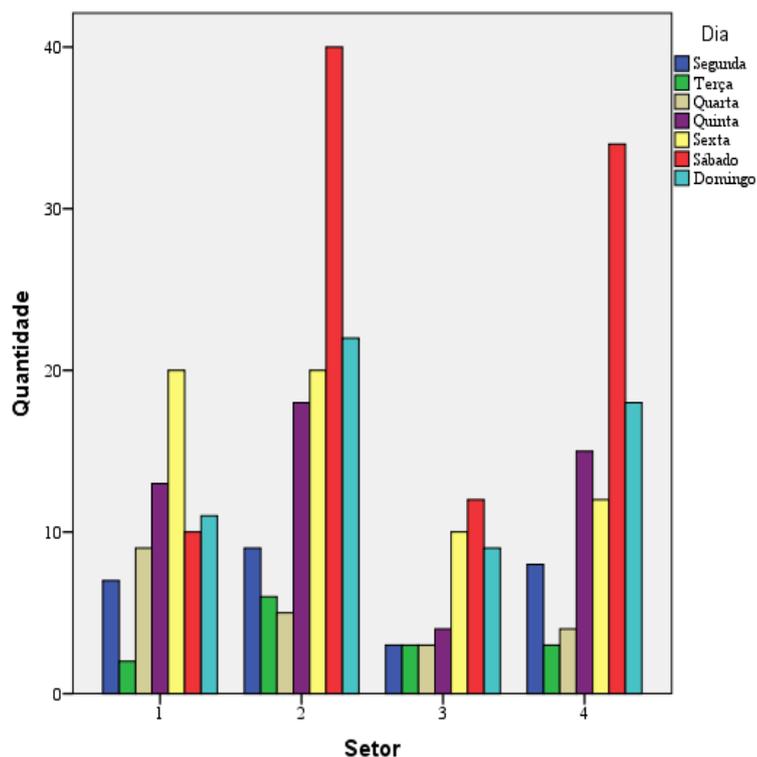
variáveis, se o grau de discrepância entre um conjunto de frequências observadas e um conjunto de frequências esperadas; se o seu valor será zero quando não houver diferença entre os números observados e os esperados.

As ferramentas estatísticas usada nessa pesquisa foram bastante satisfatórias, pois mostrou através de alguns resultados encontrados que, quando confrontado algumas variáveis percebia-se algumas associações entre elas, e que os dados e as variáveis seguiam uma homogeneidade quando se aplicava o teste.

O grande legado do trabalho que era saber se os resultados encontrados, quando começamos a tabulá-los ia ser os mesmos quando se aplicasse os testes do qui-quadrado. Os resultados quando foram colocados em tabelas mostrou alguns resultados que já dava para perceber algumas características dessa amostra, mais quando foi aplicado os testes, ficou claro como essa amostra se comportava e veio a confirmar o que no inicio já se mostrava como era o comportamento dessa amostra.

Essa pesquisa foi feita em cima de uma amostra coleta na SUDEMA, os dados são referentes ao período de Maio a Dezembro de 2013.

Figura 1. DIA da semana e SETOR da ocorrência



## 5. REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei Complementar nº 42 de 24 de Setembro de 2009. Institui Código de defesa do meio Ambiente, Município de Campina Grande-PB, 2009.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Comissão Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA n. 001, de 08 de março de 1990. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/index.html>>. Acesso em: 20 janeiro 2014.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Comissão Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA n. 002, de 8 de março de 1990. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/index.html>>. Acesso em 20 janeiro 2014.

REIS, Elizabeth. Estatística descritiva. Lisboa: Silabo ed. 4, 1998.

SOARES, José F.; Alfredo A. FARIAS e CESAR, Cibele C. Introdução à Estatística. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1991.

SIEGEL, Sidney. Estatística Não paramétrica Para as Ciências do Comportamento. São Paulo: McGraw-Hill, 1975.

BARBETTA, P. A. Estatística Aplicada às Ciências Sociais. Florianópolis: Editora da UFSC, 1998.

BUSSAB, W. O. e MORETTIN, P. A. Estatística Básica. São Paulo: Editora Saraiva, 2003.

REIS, Elizabeth. Estatística descritiva. Lisboa: Silabo, ed. 4, 1998.

SOARES, José F.; Alfredo A. FARIAS e CESAR, Cibele C. Introdução à Estatística. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1991.

COCHRAN, William G. Técnicas de amostragem. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1996.

[www.sudema.pb.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id](http://www.sudema.pb.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id).  
SUDEMA - Superintendência de Administração do Meio Ambiente. Governo da Paraíba. ... Av. Rio Branco, 89 - Centro - Campina Grande-PB - CEP 58.400-058.