

## XI-049 - ANÁLISE DA CONFORMIDADE DO DESEMPENHO TÉRMICO E DO CONFORTO TÉRMICO EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL

**Andrezza Kelly Alves de Lima<sup>(1)</sup>**

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental pela UEPB.

**Celeide Maria Belmont Sabino Meira**

Engenheira Civil pela UFPB. Arquiteta e Urbanista pela UFPB. Mestre em Recursos Hídricos pela UFPB. Doutorado em Recursos Naturais.

**Rui de Oliveira**

Engenheiro Civil pela UEMA. Mestre em Engenharia Civil pela UFPB. PhD em Engenharia Civil pela Leeds University.

**Cícero Felipe Diniz de Santana**

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela UEPB. Mestre em Engenharia Civil e Ambiental pela UFCG. Especializado em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Faculdade Anglo-Americano.

**Adriano Oliveira da Silva**

Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental pela UEPB.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua José Soares de Oliveira, 382 - Bodocongó – Campina Grande - PB - CEP: 58433-800 - Brasil - Tel: (83) 8707-2318 – e-mail: [andrezzakalima@gmail.com](mailto:andrezzakalima@gmail.com)

### RESUMO

No Brasil milhões de famílias estão excluídas do acesso à moradia digna. No município de Campina Grande-PB essa realidade social não é diferente, a análise das carências habitacionais revela que as mais expressivas em termos quantitativos são de provisão de novas unidades habitacionais com uma demanda de 16.593 unidades. De acordo com Cohen (2004) a habitação seria o espaço essencial e o veículo da construção e desenvolvimento da saúde da família. A avaliação da conformidade de desempenho térmico em empreendimentos habitacionais possibilita perceber as condições de conforto térmico do espaço no qual os usuários das Habitações de Interesse Social estão inseridos, de forma a observar os índices de salubridade. Em comunidades de baixa renda, que naturalmente são populações de risco, os problemas de conforto térmico no espaço construído têm seus efeitos potencializados. Com isso esse trabalho tem o objetivo de avaliar o desempenho de conforto térmico em edificações multifamiliares de interesse social (HIS) na Cidade de Campina Grande-PB como contribuição de estabelecer as condições necessárias para a avaliação e concepção de um ambiente térmico adequado as atividades e ocupações humanas, bem como estabelecer métodos e princípios para uma análise térmica mais detalhada de um ambiente. Para avaliação foi considerado a variável atmosfera interior em uma expressão que permite chegar a um modelo de medição do nível de salubridade. A coleta de dados se fez mediante a realização de visitas domiciliares com enfoque técnico, tomando como base o quantitativo referente a cada variável do modelo proposto. A partir de uma sequência de ações, foi composto o *Check list* da edificação de modo que para cada variável, qualitativa ou quantitativa, foram caracterizados e prognosticados *in loco*. A variável atmosfera interior apresentou condições péssimas para o nível de salubridade da Habitação de Interesse social. O NSE serviu como método prático para avaliar a pós-ocupação no que tange os aspectos de qualidade habitacional necessária para promoção à saúde das populações de baixa renda do conjunto habitacional do Araxá. Para solução dos problemas de qualquer edificação habitacional é necessário um estudo de todas as vertentes que podem ocasionar insalubridade ao utente, sendo um estudo multidisciplinar, o melhor caminho a ser seguido é a indexação dessas informações, que servirá como uma ferramenta para que os agentes públicos tomem ciência da situação, para desenvolverem ações de saúde pública para adequação dessas habitações.

**PALAVRAS-CHAVE:** Conforto térmico, Habitação, Pós-ocupação, Ambiente construído.

## INTRODUÇÃO

A qualidade da habitação reflete nos aspectos socioeconômicos dos seus moradores alinhados a falta de interesse público em propor ações que priorizem o bem estar da população. Para que o domicílio exerça as suas funções é necessário que, além de conter um espaço seguro, confortável e saneado, esteja interligado de forma adaptada ao meio ambiente que o cerca. Daltro Filho (2004) afirma que a moradia deve permitir a recuperação física, mental e espiritual de seus ocupantes, sendo pertinente concluir que eventuais carências em algum (uns) destes tipos de recuperação poderá resultar na perda da saúde.

Freitas (2001) define habitação de interesse social (HIS) aquela relacionada com uma intervenção para fins habitacionais voltadas para a população de baixa renda, que vive em habitações desordenadas e em condições de habitabilidade precárias sendo essas zonas denominadas de aglomerados subnormais.

O aumento das necessidades habitacionais da população, principalmente no segmento de baixa renda estimulou o governo federal a impulsionar os programas de habitações populares. Os projetos de Habitações de Interesse Social (HIS) no Brasil têm sido elaborados, via de regra, sem preocupação com aspectos de conforto térmico o que pode originar a ocorrência de várias doenças veiculadas pelo meio ambiente.

A Norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT NBR 15575: Edificações habitacionais de até cinco pavimentos aborda critérios que passaram a ser cada vez mais valorizados pelos consumidores, entre eles está o desempenho térmico das edificações.

O desempenho térmico é um dos requisitos qualitativos de desempenho, sendo os critérios de avaliação os valores máximos de temperatura interna no verão e os valores mínimos de temperatura interna no inverno. Na NBR 15575, o desempenho térmico pode ser classificado e é um dos requisitos que deve ser contemplado adequadamente pelos sistemas de vedações verticais internas e externas, assim como pelos sistemas de cobertura.

O conforto térmico pode ser definido como sendo a condição da mente que expressa satisfação com o ambiente térmico. A ventilação natural é um fenômeno de circulação de ar que contribui para a otimização do conforto ambiental e da qualidade do ar interior das habitações.

A partir dos estudos de Givoni (1992), foi adaptada uma carta bioclimática para a Norma Brasileira de desempenho térmico em edificações (NBR-15220), zoneamento bioclimático brasileiro e estratégias de condicionamento térmico passivo para habitações de interesse social. Para a construção da carta, foi utilizado um diagrama psicrométrico, referenciando as relações de umidade e da temperatura do ar. Os dados de temperatura de bulbo úmido (TBU) e temperatura de bulbo seco (TBS) são plotados diretamente sobre a carta, onde são identificadas 12 zonas de estratégias, sendo uma delas, a zona 1, considerada como zona de conforto e nas demais, consideradas como de desconforto, são sugeridas estratégias de minimização dos efeitos do clima.

A Portaria n.º 449, de 25 de novembro de 2010 do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior instituiu o Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética Edificações Residenciais (RTQ-R) detalha os requisitos de ventilação natural e estabelece percentual de áreas mínimas de abertura em relação à área de piso dos ambientes de acordo com o zoneamento bioclimático brasileiro. As unidades devem possuir ventilação cruzada, proporcionada pelas aberturas externas e internas. Assim, o projeto de ventilação natural deve promover condições de escoamento de ar entre as aberturas localizadas em pelo menos duas diferentes fachadas (opostas ou adjacentes) e orientações da edificação, permitindo fluxo necessário para atender as condições de conforto e higiene. Como pré-requisito para obtenção do nível A, os ambientes de permanência prolongada devem garantir condições de ventilação controlável, com proteção à chuva e segurança.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa em questão contemplou o estudo de 40 habitações multifamiliares de Interesse social localizadas no bairro do Araxá na cidade de Campina Grande - PB, situada a 552 m acima do nível do mar, tendo como coordenadas 7°13'50" Sul e 35°52'52" Oeste. A coleta de dados se fez mediante a realização de visitas domiciliares com enfoque técnico. A partir de uma sequência de ações, foi composto o *Check list* da edificação, de modo que para cada variável, qualitativa ou quantitativa, foi caracterizada e prognosticada *in loco*, de acordo com os parâmetros definidos no estudo. Os procedimentos utilizados no presente trabalho tiveram como base norteadora o estudo realizado por Sales (2001) e o trabalho de Daltro Filho e Sales (2003) em edificações do povoado denominado Escurial no Município de Nossa Senhora de Lourdes interior de Sergipe, sendo adaptados os procedimentos, quando necessário, às condições particulares de habitações de interesse social, e à legislação do município de Campina Grande.

## DEFINIÇÃO DO QUANTITATIVO DE EDIFICAÇÕES A SEREM AVALIADAS

O conjunto habitacional do Araxá possui construídas 93 edificações multifamiliares com dois pavimentos, sendo prevista a construção de mais habitações as quais estão em processo de fundação. Para determinação do número de habitações a serem avaliadas utilizou-se estudos estatísticos para garantir uma amostra representativa do universo em questão, e, portanto, que fornecesse inferências dignas de confiança. Para a determinação da amplitude amostral considerou-se a população finita e a expressão utilizada foi a equação:

$$N = Z^2 \cdot p \cdot q \cdot n / d^2 (N-1) + Z^2 \cdot p \cdot q \quad \text{equação (1)}$$

Onde:

N = tamanho da população

Z = abscissa da normal padrão

p = estimativa da proporção

q = 1 - p

d = erro amostral

n = tamanho da amostra aleatória simples a ser selecionada da população

O dimensionamento da amostra desta pesquisa teve um caráter quantitativo e qualitativo, utilizando um intervalo de confiança de 90% e com uma margem de erro de 10%. Utilizou-se dos seguintes parâmetros para o cálculo da amostra para uma população finita (MARTINS, 2002):

p = 50%

q = 50%

Z = 1,64%

d = 10%

Após definição dos parâmetros e utilizando-se o tamanho da população de 93 edificações chegou-se ao número de 40 avaliações a serem feitas de modo a alcançar dados representativos da população. As 40 edificações foram divididas em 4 Blocos. Após estratificação da amostra foram sorteadas aleatoriamente as 40 edificações onde seriam avaliadas as condições de desempenho térmico.

## CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS DO EMPREENDIMENTO ESTUDADO

O conjunto habitacional é dotado de edifícios multifamiliares de dois pavimentos, sendo que cada pavimento ocupado com duas unidades de habitacionais (UH). Os apartamentos obedecem à mesma organização para todos os edifícios do conjunto habitacional do Araxá, diferenciando-se apenas em relação ao tempo de ocupação das unidades habitacionais, influenciado pelo plano de construção adotado pela Prefeitura Municipal de Campina Grande. O apartamento tem uma área útil de 32,15 m<sup>2</sup> e contempla 2 dormitórios (6,0 e 6,6 m<sup>2</sup>), sala (11,15 m<sup>2</sup>) e cozinha (4,0 m<sup>2</sup>) (separadas originariamente por uma parede meia altura), área de serviço (2,20 m<sup>2</sup>) e banheiro (2,20 m<sup>2</sup>). A Figura 1 mostra os aspectos construtivos das edificações.

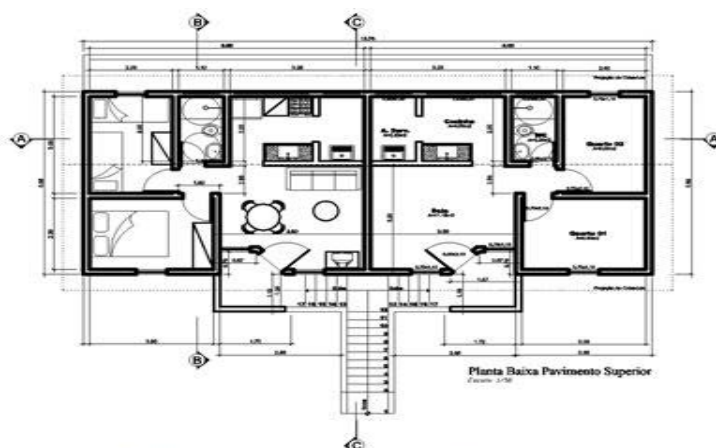


Figura 1: Aspectos construtivos da edificação.

## METODOLOGIA

O nível de salubridade para a variável atmosfera interior é explicitado da seguinte forma, de acordo com a Equação 2:

$$NSV = [(V_a \times N_a) + (V_b \times N_b)] \quad \text{equação (2)}$$

Onde:

$V_a, V_b$  = Variável atmosfera interior e subitens (a,b);

$N_a, N_b$  = Nota atribuída para os subitens (a,b) da variável.

Os valores dos pesos e notas para a variável atmosfera interior são definidos no Quadro 1.

Quadro 1: Valores dos pesos e notas para a variável espaço interno.

Variável e respectivos subitens	Situação encontrada	Nota atribuída	Peso
<b>Atmosfera interior</b>			
a) Adequação de área de abertura eterna dos cômodos (Corresponde a percentagem de cômodos da casa com aberturas em conformidade com as exigências);	Ambientes de permanência prolongada e cozinhas devem possuir percentual de áreas mínimas de aberturas para ventilação $A \geq 10\%$ da área do piso.	10	0,5
b) Conforto térmico (Corresponde a percentagem de cômodos dos apartamentos incluídos na zona de conforto)	Cômodos com temperatura de bulbo úmido e seco que determine sua inclusão na zona 1 (de conforto) da carta bioclimática de GIVONI	10	0,5

## UMIDADE, ÍNDICE DE BULBO ÚMIDO E TERMÔMETRO GLOBO (IBUTG), TEMPERATURA DE BULBO ÚMIDO, SECO E GLOBO

Para a avaliação quantitativa referente à umidade, IBUTG, temperatura de bulbo úmido, seco e globo o equipamento utilizado foi o medidor de stress térmico digital portátil marca INSTRUTEMP de referência Termômetro de Globo Portátil ITWTG-2000 (Figura 2) devidamente calibrado.

Os sensores do equipamento são os seguintes:

- Termômetro de Bulbo Úmido Natural (TBN): O Termômetro de Bulbo Úmido Natural dá uma indicação dos efeitos da umidade sobre um indivíduo.

Termômetro de Globo (TG): O Termômetro de Globo dá uma indicação da exposição térmica radiante sobre um indivíduo, devido a uma luz direta e objetos quentes em um ambiente.

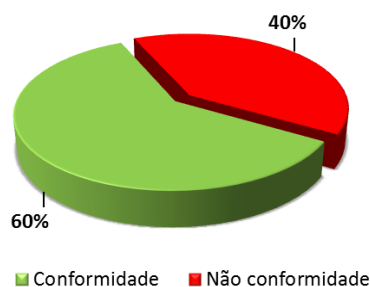
- Termômetro de Bulbo Seco (TBS): Este termômetro mede a temperatura ambiente.



**Figura 2: Medidor de Stress Térmico.**

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 3 mostra a porcentagem de conformidade nas edificações quanto à área de abertura disponível para a circulação de ar. Partindo-se das recomendações técnicas em relação à área do piso e área de aberturas externas, foi observado que 40% dos cômodos das 40 UHs avaliadas componentes da amostra não atendia plenamente à necessidade de aberturas externas mínimas (10% da área do piso), considerando os 5 cômodos das habitações.



**Figura 3: Conformidade da atmosfera interna das edificações.**

As aberturas externas com área suficiente para circulação de ar nos cômodos de uma habitação são de importância fundamental para manter um nível de salubridade do ambiente interno. No entanto, é comum adotar-se nas aberturas de habitações de interesse social as dimensões mínimas estabelecidas em normas e que dimensões maiores em orientações favoráveis (norte e sul) poderiam ser mais eficazes para o conforto térmico dos usuários, sem provocar aumentos significativos nos custos.

Para avaliação da amostra foi determinado para cada UH, o percentual de cômodos habitáveis que apresentavam aberturas externas satisfatórias. A nota atribuída a cada unidade neste item correspondeu ao percentual de cômodos, que obedeciam aos padrões de aberturas externas, variando de 0 a 100%, que foi convertido a uma nota equivalente que variou entre 0 e 10. A nota do conjunto seguiu um padrão (4) e essa uniformidade se dá devido a que todas as UHs pertencem a um só padrão construtivo. Algumas UHs sofreram modificação em suas aberturas pelos moradores, principalmente no que se refere aos cobogós, onde os mutuários preferem alterar essa solução de circulação de ar em privilégio da instalação de mobiliário. A Figura 4 (a, b, c, d, e, f) mostra as principais modificações feitas nos cobogós.

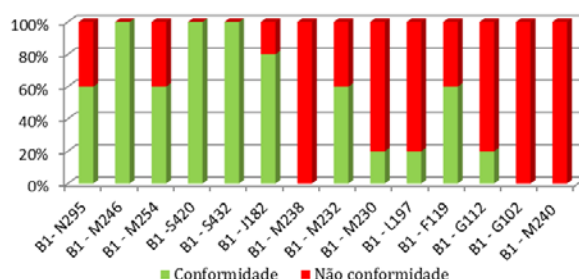




**Figura 4: Alterações feitas nos cobogós**

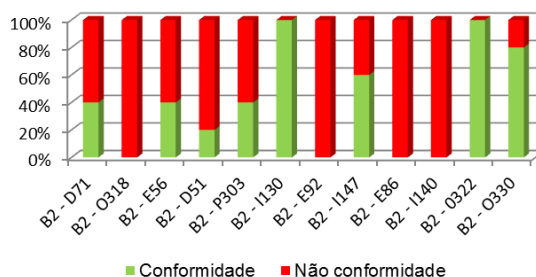
Para a avaliação sobre conforto térmico, foram determinadas as zonas de atuação de cada cômodo das UHs, de acordo com a divisão estabelecida na carta bioclimática do método de GIVONI (LAMBERTS et al., 2006), plotando-se as temperaturas de bulbo úmido e seco, medidas entre 13 e 15h, na carta psicrométrica. O percentual de conformidades foi transformado em notas que também variaram entre 0 e 10 para avaliação de cada UH. As distribuições das não conformidades nos apartamentos da amostra, quanto às zonas da carta bioclimática, demonstram que a maior parte de seus cômodos se enquadraram na zona 2, que é a zona de ventilação.

O conforto térmico avaliado nos cinco cômodos das 14 edificações do Bloco 1 (Figura 5) apresentou-se da seguinte forma; três UHs (B1 - M246; B1 - S432; B1 - S420) apresentaram a situação ideal de conforto, com os resultados obtidos dentro da zona bioclimática 1 da Carta de Givoni para o espaço total das residências. No mesmo Bloco, outras três UHs (B1 - M240; B1 - G102; B1 - M238), não obtiveram nenhum resultado dentro da zona bioclimática 1 de conforto. Houve a predominância dos resultados na zona bioclimática 2 que é a zona de ventilação.



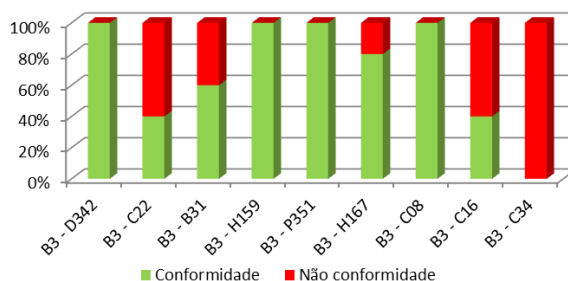
**Figura 5: Percentual do conforto térmico nas UHs do Bloco 1 em relação aos cômodos.**

O conforto térmico, também foi avaliado nos cinco cômodos das 12 edificações do Bloco 2 (Figura 6). Neste bloco, duas UHs (B2 - I130; B2 - O322) mostraram resultados satisfatórios, atendendo à zona bioclimática 1 de conforto para todos os cômodos. Já as UHs B2 - O318, B2 - E92, B2 - E86, B2 - I140 não apresentaram temperaturas dentro da zona 1 em nenhum cômodo. Também foi confirmada no Bloco 2 a predominância de resultados na zona bioclimática 2 de ventilação.



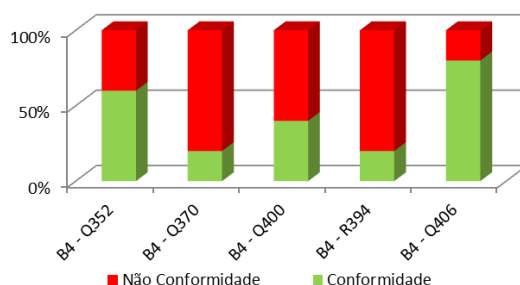
**Figura 6: Percentual do conforto térmico nas UHs do Bloco 2 em relação aos cômodos.**

Nas avaliações do conforto térmico no Bloco 3 (Figura 7), foram verificados os melhores resultados em 44,4% das UHs. As demais edificações desse bloco, apresentaram variação entre a zona bioclimática 1 de conforto e a zona bioclimática 2 de ventilação, sendo possível identificar o pior resultado na UH B3 - C34.



**Figura 7: Percentual do conforto térmico nas UHs do Bloco 3 em relação aos cômodos.**

No Bloco 4, (Figura 8) nenhuma UH obteve resultados que atendessem à zona bioclimática 1 de conforto para todos os cômodos da edificação. Em todas as edificações avaliadas neste bloco, os resultados foram de no mínimo 20% de conformidades para o conforto térmico, e um máximo de 80%.



**Figura 8: Percentual do conforto térmico nas UHs do Bloco 4 em relação aos cômodos.**

Uma necessidade premente é projetar bem conjuntos habitacionais populares com a finalidade de reduzir o consumo de energia para prover o menor custo de vida para os moradores. Deve-se também, levar em conta as condições climáticas do meio e aplicar os conhecimentos da arquitetura bioclimática; essas são estratégias essenciais que buscam a satisfação das exigências de conforto do homem e da concepção arquitetônica mais condizente com a realidade de moradores de baixa renda. Alguns erros de projeto não permitem a circulação de vento cruzada.

## CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

Pode-se considerar que o objetivo de analisar as condições de conforto térmico do Conjunto Habitacional do Araxá foi alcançada através de aferições realizadas e fundamentadas em normas técnicas. As informações a respeito do conforto térmico serviu como recurso para avaliação, pós-funcionamento, das potenciais condições de conforto que comprometam a saúde do indivíduo.

As edificações revelaram-se pouco adequadas do ponto de vista do conforto térmico. Essa variável é um fator fundamental que pode diminuir a qualidade ambiental dos espaços construídos. Os custos altos de manutenção das UHs trazem como consequência uma sobrecarga de custo na etapa de uso das habitações. Esses aspectos conduziram a habitação dita de “interesse social” para uma habitação de “desinteresse social”, já que é comum na comunidade a venda de UHs, mesmo essa prática sendo proibida.

Para solução dos problemas de qualquer edificação habitacional é necessário um estudo de todas as vertentes que podem ocasionar desconforto térmico ao mutuário, sendo um estudo multidisciplinar, o melhor caminho a

ser seguido é a indexação dessas informações, que servirá como uma ferramenta para que os agentes públicos tomem ciência da situação, para desenvolverem ações de saúde pública para adequação dessas habitações.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15575: edificações habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho. Rio de Janeiro, 2008.
2. ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15220: desempenho térmico de edificações – Parte 1: definições, símbolos e unidades. Rio de Janeiro, 2005.
3. BRASIL. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e qualidade Industrial. Portaria n.º 449. Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais, RTQ-R. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2010.
4. DALTRO FILHO, J. ; SALES, A. T. C.; Proposta de um modelo para avaliação do nível de salubridade de habitações. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23, Campo Grande/MG, Anais... Campo Grande: ABES, 2005. Disponível em: <<http://www.abesdn.org.br>>. Acesso em: 16 mar. 2012
5. FREITAS, C. G.L. Habitação e Meio Ambiente: abordagem integrada em empreendimentos de interesse social. São Paulo: IPT, 2001.
6. GIVONI, B. Comfort climate analysis and building design guidelines. Energy and Buildings, v.18, n.1, 1992. p. 11-23.
7. LAMBERTS, R. et al. Desempenho Térmico de edificações: Apostila do curso de Engenharia Civil, ECV 5161. 4 edição. Florianópolis: UFSC, 2006. 110 f. Disponível em: <<http://www.labee.ufsc.br>>. Acesso em 8 nov. 2012.
8. MARTINS, G. A. Estatística Geral e Aplicada. São Paulo: Atlas, 2002.
9. SALES, A. T. C. Salubridade das habitações e sua relação com os aspectos construtivos em uma comunidade do Semiárido de Sergipe. 2001. Dissertação.