

## CONJUNTO FERROVIÁRIOS: UM OLHAR (ACÚSTICO) SOBRE A OCUPAÇÃO (DES)ORDENADA

(1)Cerqueira, Denise de Souza ; (2)Garcia, Danielly Borges

(1) Arquiteta e Urbanista pelo UnilesteMG – Brasil, Mestranda em Construção Metálica pela EMUFOP, cerqueiradenise@hotmail.com

(2) Mestre em Acústica de Edificações e Estrutura Metálica, Professora do Curso de Arquitetura e Urbanismo, UnilesteMG e Univale, Doutoranda em estruturas metálicas pela EEUFMG – Brasil, danielly\_garcia2003@yahoo.com.br

### RESUMO

Na implantação de um conjunto habitacional são necessárias considerações importantes como: local de inserção, implantação, materiais construtivos e acessibilidades, adequação para o ser humano. As normas técnicas existentes são diretrizes eficazes para o conforto ambiental do local: conforto higrotérmico, lumínico e acústico. E é justamente este o objetivo da pesquisa: analisar se o conjunto piloto da região de Ipatinga construído em estrutura metálica atende às necessidades mínimas para o conforto dos usuários, seja ele interno (apartamentos), quanto externo (áreas coletivas e infraestrutura). Esta análise foi feita a partir principalmente do método da APO – a Avaliação Pós-Ocupação que buscou perceber o espaço, analisar as edificações, o sistema construtivo, o entorno e principalmente compreender a satisfação dos usuários (com a aplicação de pré-testes e medições acústicas). A princípio, constata-se que o conjunto foi inserido em uma malha não permitida na norma brasileira, inserido em uma via extremamente movimentada; e mesmo assim nenhuma resolução foi tomada para amenizar os impactos (seja no material ou em barreiras acústicas). Os apartamentos possuem uma divisão mínima aparentemente ruim e o ruído da rua incomoda.

### ABSTRACT

For the construction of a habitational set the comment of important codes as local of insertion is necessary, constructive implantation, materials and accessibilities, adequacy it human being. The codes existing techniques are efficient lines of direction for the ambient comfort of the place: thermal, lighting and acoustic comfort. This is the objective of the research: to analyze if the joint pilot of the Ipatinga's region constructed in metallic structure takes care of to the minimum necessities for the comfort of the users, either internal it (apartments), how much internal (collective areas and infrastructure). This analysis will be made to mainly break of the method of the APO – the Pos-Occupation Evaluation that researched the deep a perception of the space, the analysis of the constructions, the constructive system and around and mainly a average of the degree of satisfaction of the users (with the application of daily pay-tests and measurements acoustics). The principle, perceives that the set was inserted in a mesh not allowed in the Brazilian code because he is next to a way extremely put into motion. The apartments have apparently bad a minimum division and the noise of the street bothers.

### 1 – INTRODUÇÃO

O “Conjunto Ferroviários” está situado em Ipatinga, MG, e é um dos primeiros edifícios estruturados em aço destinados à habitação popular desenvolvido pela Usiminas no Brasil (meados de 1990). Trata-se de um precursor do sistema Usiteto. É composto de nove blocos, agrupados a cada três edifícios através de gradis. (Figura 1 e Foto 1).

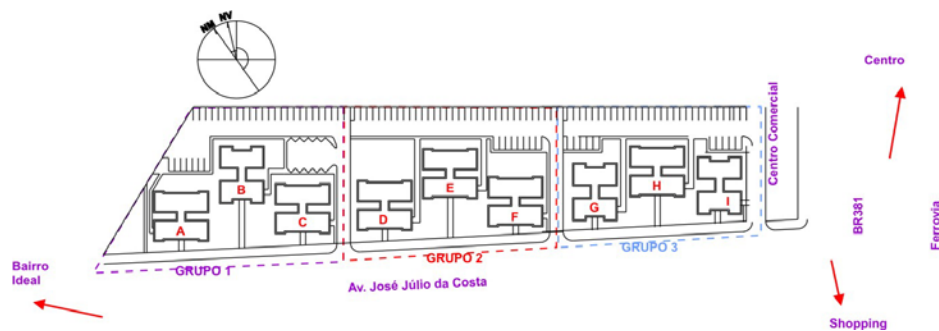


Figura 1 – Implantação do Conjunto Ferroviários



Foto 1 - Conjunto Ferroviários – Frente e parte de trás das edificações

Aparentemente a estrutura metálica encontra-se em bom estado de conservação, apesar de trincas e infiltrações nas paredes dos apartamentos térreos. Acredita-se que estas trincas são decorrentes da vibração proveniente da ferrovia e trânsito externo, além de não possuir uma junta especial entre o concreto e a estrutura metálica.

O conjunto está inserido em uma malha viária tumultuada, próximo a BR381, caracterizada por fluxo de veículos leves e pesados, e a uma estação ferroviária. A princípio a implantação das edificações foi feita de forma aleatória, mas aparentemente os prédios foram inseridos próximos uns aos outros para fazerem sombras e desalinhados para a captação de ventilação. A proximidade dos edifícios atrapalha a privacidade dos moradores (as janelas são de frente umas pra outras). As vedações não possuem isolamento sonoro adequado a este contexto altamente ruidoso e as lajes e estrutura metálica transmitem muita vibração oriunda das locomotivas que passam próximas e ruídos de impacto da própria edificação (segundo os moradores, é possível ouvir passos, eletrodomésticos, animais ou até mesmo conversas dos vizinhos).

Quanto ao projeto, não foi pensado de acordo com o terreno existente: trata-se de um projeto piloto a ser repetido em entorno aleatórios (sistema Usiteto). O layout interno é constituído de espaços mínimos e com problemas de dimensionamento, conforme demonstrado na Figura 2. Apesar de ser um conjunto habitacional destinado a uma população de baixa renda, possui uma dependência para empregada, onde não cabe uma cama, um guarda-roupa e um banheiro mínimo.

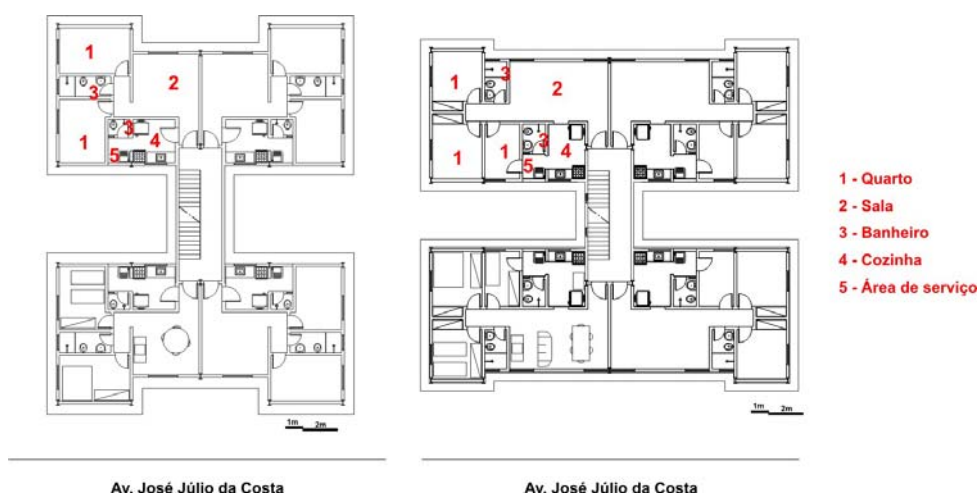


Figura 2 – Layout dos Apartamentos

## 2 – LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE DADOS

Os dados relacionados à análise do conjunto habitacional foram levantados dando ênfase às condições infra-estruturais do conjunto e no conforto acústico. A coleta dos dados foi realizada com base na metodologia da Avaliação Pós Ocupação, realizadas nas seguintes etapas:

### 2.1- Análise externa e interna do Conjunto Habitacional

Nesta análise, foi observada a localidade, o modo de inserção no terreno e as condições estruturais externas, como o estado de conservação, trincas, infiltrações, manutenções e materiais construtivos. (Tabela 01). Além disso, foram observados fatores interiores aos apartamentos como: trincas, conforto ergonômico dos usuários, dimensionamentos e funcionalidade (Tabela 02). Para o preenchimento desta tabela utilizou-se um “Pré-teste”, no qual foram obtidos os seguintes dados:

Tabela 1 – Pré-teste do Conjunto Habitacional

Componentes do Entorno	Situação	Observações
Comércio	Ruim	O centro comercial construído para atender ao conjunto habitacional não possui estabelecimentos abertos, apenas uma padaria.
Escola e farmácia	Ruim	Não existem escolas e farmácia próximas, as pessoas necessitam de transporte coletivo urbano para se locomoverem.
Implantação	Ruim	Os usuários reclamam do excesso de ruído, insolação e temperatura interna. Reclamam da proximidade dos prédios, uma vez em que as janelas estão posicionadas de frente para a janela dos outros prédios.
Segurança	Muito Boa	Os usuários dizem se sentir protegidos pelo portão eletrônico e a porta da entrada dos apartamentos, que só abrem com chave ou por dentro, apesar do portão eletrônico ter sido colocado pelos próprios moradores.
Transporte público	Muito Boa	Há ônibus de 15 em 15 minutos para o centro e a avenida é de fácil acesso e liga a outros bairros e à BR 381.

<b>Componentes do Entorno</b>	<b>Situação</b>	<b>Observações</b>
Estrutura externa dos prédios	Boa	As estruturas estão intactas depois de 14 anos, mas as paredes do térreo apresentam infiltrações e trincas (a união da estrutura em aço e parede em alvenaria não foi tratada).
Espaços coletivos	Bom	As áreas de estar são limpas e confortáveis segundo os usuários, porém os prédios não apresentam um local específico para festas e área destinada ao lazer das crianças.

**Tabela 2 – Pré-teste dos Apartamentos**

<b>Ambiente</b>	<b>Material Construtivo*</b>	<b>Situação</b>
Sala	Paredes em blocos de concreto, emassados e pintados, estrutura em aço, piso de ardósia.	Existem trincas entre a alvenaria e a estrutura de metálica. “Tamanho pequeno” segundo os moradores
Cozinha	Paredes em blocos de concreto, revestido até meia parede em azulejo, estrutura em aço e piso de ardósia.	Ausência de iluminação natural, “sempre que usada há necessidade de acender a luz e tamanho ruim”, segundo os moradores.
Banheiro	Paredes em blocos de concreto, revestido até meia parede em azulejo, estrutura em aço e piso de ardósia.	“Tamanho bom”, segundo os moradores.
Quarto 1 e Quarto 2	Paredes em blocos de concreto, emassados e pintados, estrutura em aço e piso de tacos de madeira.	Trincas entre a parede e a estrutura. Bem iluminado e “possui um tamanho regular” segundo os moradores.
Área de serviço	Paredes em blocos de concreto, revestido até meia parede em azulejo, estrutura em aço e piso de ardósia.	Inexistência de iluminação natural e dimensões insuficientes.
Banheiro área de serviço	Paredes em blocos de concreto, revestido até meia parede em azulejo, estrutura em aço e piso de ardósia.	Inexistência de iluminação natural e dimensões insuficientes.
Quarto reserva	Paredes em blocos de concreto, estrutura em aço e piso de tacos de madeira.	Trincas entre a parede e a estrutura. Bem iluminado e “possui um tamanho péssimo” segundo os moradores.

\* Estes foram os materiais utilizados na construção. Há alterações, mas a maioria dos apartamentos continua original.

## **2.2- Análise de satisfação dos moradores através de questionário.**

O grau de satisfação dos usuários foi medido através de questionários direcionados, onde foram analisados os itens de iluminação natural, níveis sonoros percebidos pelos moradores e conforto ergonômico das edificações. Este pré-teste foi aplicado a quarenta usuários. A Tabela 03 traz o resultado das questões mais significativas.

**Tabela 3 – Pré-teste dos Usuários**

<b>Pergunta</b>	<b>Resultado</b>
O que você acha das divisões (cômodos) do apartamento?	ÓTIMO – 0 usuários BOM – 24 usuários RUIM – 10 usuários PÉSSIMO – 6 usuários
O que você acha do tamanho dos espaços (cômodos)?	ÓTIMO – 0 usuários BOM – 24 usuários RUIM – 8 usuários PÉSSIMO – 8 usuários
Como você avalia a ventilação do apartamento? Quarto, sala, cozinha e banheiro.	ÓTIMO – 0 usuários BOM – 27 banheiro e cozinha RUIM – 13 sala e quarto PÉSSIMO – 0 usuários
Em que cômodo o sol mais te incomoda?	Sala – 3 usuários Quarto – 37 usuários Cozinha – 0 usuários Banheiro – 0 usuários
Como você avalia a iluminação do apartamento? Sala, quarto, cozinha e banheiro.	ÓTIMO – 15 quarto, sala. BOM – 5 banheiro RUIM – 0 usuários PÉSSIMO – 20 cozinha
O barulho da rua incomoda?	BASTANTE – 17 usuários MÉDIO – 5 Usuários POUCO – 18 usuários NÃO – 0 usuários
O barulho dos vizinhos incomoda?	BASTANTE – 0 usuários MÉDIO – 0 usuários POUCO – 22 usuários NÃO – 18 usuários
O prédio balança?	BASTANTE – 1 usuário MÉDIO – 9 Usuários POUCO – 18 usuários NÃO – 12 usuários

Acredita-se que a veracidade das respostas pode estar comprometida, ou por serem proprietários dos apartamentos e não quererem denegrir a imagem do próprio patrimônio, ou porque aparentemente não possuem outra escolha de moradia (vinte e dois moradores dos quarenta entrevistados são proprietários dos apartamentos). Este comportamento não foi percebido nos inquilinos (dezoito dos moradores entrevistados).

### **2.3- Análise do nível de ruído interno e externo dos apartamentos:**

Para executar as medições de ruído, foi definida uma amostra experimental, determinada de acordo com a exposição aos maiores níveis sonoros, conforme esquema da Figura 3:

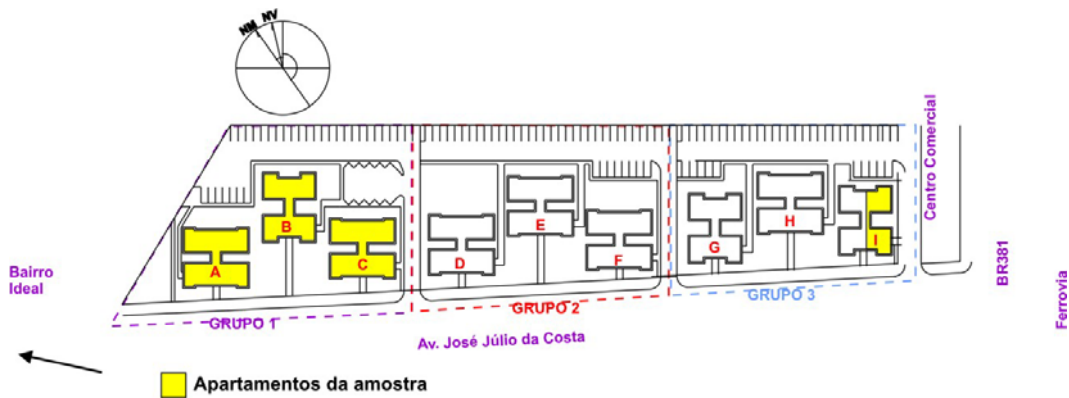


Figura 3 – Amostra das medições

As medições, tanto internas quanto externas, foram feitas através de um medidor de pressão sonora, em dois horários: na parte da manhã de 10:00 hs às 10:30 hs e na parte da tarde de 17:00 às 17:30 (horários de pico no transporte rodoviário). Os critérios de medições seguiram as prescrições da NBR 10151, feitas no centro dos ambientes na altura de 1,50 m do chão e a pelo menos 0,5m de cada superfície, com janelas abertas e fechadas, coletando os níveis de pressão sonora durante um minuto. Já as medições externas foram feitas a 1,00m das edificações escolhidas, na parte frontal e posterior.

O objetivo destas medições era avaliar o desempenho de isolamento acústico dos elementos de vedação. Além das medições, utilizaram-se, também, os índices de redução sonora dos diversos sistemas construtivos disponíveis na literatura (HARRIS, 1988) e a formulação da perda por transmissão composta (PT) descrita a seguir (EGAN, 1971):

$$PTc = 10 \log \sum \frac{S_T}{\tau_i S_i} \quad \text{Eq. 01}$$

Onde;  $S_T$  é a área da superfície total e  $\tau_i$  o coeficiente de transmissão sonora de cada componente e  $S_i$  a área preenchida por este componente.

A análise da adequação do ruído que chega aos ambientes internos foi feita baseada nos valores previstos pela NBR 10152. Foram analisados somente os ambientes atingidos diretamente pelo ruído externo, que são os quartos e as salas dos edifícios. Considerou-se ainda uma margem tolerável de 5dBs acima do valor previsto na NBR10152.

### 3 – DISCUSSÃO E RESULTADOS

**Implantação:** Implantação inadequada por estar inserido em uma avenida extremamente movimentada, próximo à BR381 e a uma ferrovia. Está em desacordo com a NBR 10151, caracterizada por ser uma área mista, com predominância residencial, onde os níveis sonoros externos não devem ultrapassar 55dBs na parte da manhã e 50 dBs à noite. Os valores encontrados nas medições foram de 65 a 69dBs. Um outro fator que influencia consideravelmente na qualidade do conforto acústico neste caso, é que se trata de um projeto utilizado independente do terreno ou da situação do entorno. Ou seja, trata-se da cópia de um projeto já utilizado anteriormente e sem nenhum tratamento específico para a situação do terreno e seu entorno. O Bloco mais prejudicado é I (conforme figura 3), por estar mais próximo da BR381 e a ferrovia, principalmente quando a locomotiva emite um sinal sonoro (uma vez na manhã, tarde e noite).

Os altos valores também estão diretamente ligados ao tráfego intenso de motocicletas e caminhões na avenida e buzinas constantes. Vale ressaltar que no período das medições os blocos I, C e A estavam em reforma.

**Infra-estrutura:** Não existe um comércio próximo, apesar de ter uma área destinada a este fim. Segundo os moradores há uma padaria, “mas que não tem pão”. A escola, o posto médico e comércios mais próximos são os do bairro Ideal, cerca de um quilômetro do conjunto, apesar de precários de



acordo com os moradores. A solução é utilizar os serviços do centro de Ipatinga ou do shopping de carro ou de ônibus (que é seguro, confortável e não demora).

**Espaço Coletivo:** Muito bem conservado e seguro, apesar de não existir espaços para festas e nem para as crianças brincarem.

**Estrutura:** Ótimo estado de conservação. A estrutura metálica foi bem dimensionada e pintada quando construída e até hoje não houve necessidade de reparos. O único problema é que não foi utilizada uma junta específica entre a estrutura e o invólucro, onde hoje apresenta trincas expressivas. Além deste agravante o prédio I esta retirando o travamento do prédio para ampliar os espaços internos do apartamento. Isto poderá gerar trincas e comprometer toda a estrutura.



Foto 2 – Antes e depois da ampliação dos apartamentos Bloco I

**Invólucro:** Apenas os apartamentos do térreo apresentam problemas nas vedações. A falta de um tratamento de impermeabilizante, tanto interno quanto externo, danificou as vedações.

**Qualidade sonora dos ambientes internos:** Além do conjunto estar inserido em um local que possui um ruído sonoro extremamente elevado, o conjunto de materiais utilizados no acabamento não propicia nenhuma melhora no isolamento sonoro externo. Pelo contrário, são materiais muito reflexivos, aço (estrutura aparente em aço e janelas), azulejo (cozinha e banheiro) e ardósia nas salas; somente os tacos do quarto são amenizadores, mas não são suficientes. Quanto aos resultados obtidos pela média de ruído sonoro dos ambientes internos, ao comparar com os números exigidos pela NBR 10152 veremos o quanto está excedendo ao recomendado para uma residência (Tabela 4).

**Tabela 4 – Comparativo entre o ruído atual x NBR 10152**

<b>BLOCO – ORIENTAÇÃO</b>	<b>MÉDIA DOS INTERNOS (dB)</b>	<b>NRB 10152 (dB)</b>	<b>OBSERVAÇÕES</b>
Bloco A – Norte Apto. 002	Sala – 52,0 Quarto – 51,2	Sala – 40 a 50 Dormitórios – 35 – 45	Diferença superior Diferença superior
Bloco B – Norte Apto. 302	Sala – 47,1 Quarto – 47,6	Sala – 40 a 50 Dormitórios – 35 – 45	Diferença <b>inferior</b> Diferença superior
Bloco C – Norte Apto. 102	Sala – 51,4 Quarto – 51,8	Sala – 40 a 50 Dormitórios – 35 – 45	Diferença superior Diferença superior
<b>BLOCO – ORIENTAÇÃO</b>	<b>MÉDIA DOS INTERNOS</b>	<b>NRB 10152</b>	<b>OBSERVAÇÕES</b>

	(dB)	(dB)	
Bloco A – Sul Apto. 204	Sala – 57,0 Quarto – 56,7	Sala – 40 a 50 Dormitórios – 35 – 45	Diferença superior Diferença superior Obs. Apartamento em reforma.
Bloco B – Sul Apto. 104	Sala – 46,1 Quarto – 48,3	Sala – 40 a 50 Dormitórios – 35 – 45	Diferença <b>inferior</b> Diferença superior
Bloco C – Sul Apto. 304	Sala – 54,3 Quarto – 56,2	Sala – 40 a 50 Dormitórios – 35 – 45	Diferença superior Diferença superior Obs. Barulho da reforma do vizinho abaixo.
Bloco I – Sul Apto. 204	Sala – 66,6 Quarto – 66,7	Sala – 40 a 50 Dormitórios – 35 – 45	Diferença superior Diferença superior Obs. Barulho da ampliação + apartamento vazio
Bloco I – Sul Apto. 104	Sala – 63,1 Quarto – 64,0	Sala – 40 a 50 Dormitórios – 35 – 45	Obs. Barulho da reforma no prédio (ampliação).
Bloco A – Leste Apto. 201	Sala – 48,0 Quarto – 47,7	Sala – 40 a 50 Dormitórios – 35 – 45	Diferença <b>inferior</b> Diferença superior
Bloco B – Leste Apto. 001	Sala – 44,7 Quarto – 45,9	Sala – 40 a 50 Dormitórios – 35 – 45	Diferença <b>inferior</b> Diferença superior
Bloco C – Leste Apto. 301	Sala – 45,6 Quarto – 47,6	Sala – 40 a 50 Dormitórios – 35 – 45	Diferença <b>inferior</b> Diferença superior
Bloco I – Leste Apto. 201	Sala – 52,8 Quarto – 53,0	Sala – 40 a 50 Dormitórios – 35 – 45	Diferença superior Diferença superior Obs. Barulho da reforma no prédio (ampliação).
Bloco I – Leste Apto. 101	Sala – 52,9 Quarto – 53,0	Sala – 40 a 50 Dormitórios – 35 – 45	Diferença superior Diferença superior Obs. Barulho da reforma no prédio (ampliação).
Bloco A – Oeste Apto. 303	Sala – 58,1 Quarto – 56,9	Sala – 40 a 50 Dormitórios – 35 - 45	Diferença superior Diferença superior Obs. Vizinho lavando o carro com o som muito alto
Bloco B – Oeste Apto. 203	Sala – 45,0 Quarto – 47,5	Sala – 40 a 50 Dormitórios – 35 - 45	Diferença <b>inferior</b> Diferença superior
Bloco C – Oeste Apto. 103	Sala – 58,7 Quarto – 58,6	Sala – 40 a 50 Dormitórios – 35 - 45	Diferença superior Diferença superior Barulho da reforma do banheiro do vizinho abaixo.



Pela tabela pode-se considerar que os níveis de ruído medidos nos espaços internos, estão em desacordo com a NBR 10152. Como se trata de uma edificação popular o tratamento é inviável e a situação tende a ser permanente.

#### **4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com base na revisão bibliográfica voltada para o tema da Avaliação Pós Ocupação (APO) e Conforto Acústico e observando os problemas causados pela ausência de estudos neste sentido, avalia-se o quanto este estudo é importante para edificações piloto da região. Seus resultados podem ser utilizados para a proposição de melhorias ou correção de erros que podem ser executados a curto, médio e longo prazo. Com a aplicação de testes os moradores, avaliação da patologia dos edifícios e uma medição prática do conforto acústico obtiveram-se alguns resultados:

- Há uma grave falha na junção da estrutura com a vedação em blocos de concreto: não foi utilizado nenhum rejunte especial para a ligação dos dois materiais de comportamento diferentes, resultando em trincas nos apartamentos do térreo.
- A utilização das paredes somente como invólucro, sem nenhuma função estrutural, possibilita a total alteração espacial dos apartamentos. Em alguns apartamentos os moradores já fizeram alterações de portas, vãos e paredes de acordo com a necessidade (seja ela sonora, lumínica, térmica ou estética);
- Cada prédio modificou a entrada de acordo com o “gosto” dos seus moradores; não houve uma padronização, o que demonstra uma busca de identidade de cada bloco.
- No geral os apartamentos apresentam boa iluminação, exceto nas cozinhas (onde muitos moradores já fizeram alteração da porta para uma melhor incidência da iluminação natural). Os apartamentos do térreo apresentam menor eficiência na captação da iluminação natural devido à proximidade das instalações dos prédios.
- A aplicação do pré-teste foi importante porque a partir deles definiu-se qual a influência das deficiências dos apartamentos no conforto dos usuários. O resultado quanto ao conforto acústico não foi satisfatório: os prédios foram inseridos em uma avenida extremamente movimentada e próxima a uma estação ferroviária. Apesar dos valores estarem conflitantes com a NBR 10151 e NBR 10152, os moradores respondem que não estão incomodados com o barulho porque “... sendo da gente já está bom demais. Não me incomodo com o barulho...” ou então “... já me acostumei”.

#### **5- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Níveis de ruído para o conforto acústico. 1987. (NBR – 10152).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Projeto de Norma CB 02: 136.01.004. Desempenho de edifícios habitacionais de até 5 pavimentos – Parte 4: Fachadas e paredes internas. (2004).

EGAN, M. D. *Architectural Acoustics*. New York, Mc Graw-Hill, 1972. 411p

GARCIA, Danielly Borges. *Análise do Isolamento Sonoro dos Sistemas Construtivos Residenciais Estruturados em Aço*. Dissertação de Mestrado. Belo Horizonte, UFMG, 2004

HARRIS, C.M. *Noise control in buildings*. New York, Mc Graw-Hill, 1994.

ORSTEIN, Sheila Walbe. *Avaliação Pós Ocupação: métodos e técnicas aplicados à habitação social*. Porto Alegre: ANTAC, 2003.

\_\_\_\_\_. *Avaliação Pós-Ocupação do Ambiente Construído*. São Paulo, 1992.