

ANÁLISE DO CONFORTO TÉRMICO DO CONJUNTO HABITACIONAL GRANJA DE FREITAS III POR AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO

Yasmin Braga (1); Iraci Stensjö (2)

(1) Especialista, yasminbraga.arqurbanismo@gmail.com, Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais, Rua Abaeté – nº54, General Carneiro – Sabará/MG, (31) 98589-4204

(1) Dra, Professora, iraci.pereira@gmail.com, Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais, Rua Paraíba, 697, Funcionários, Belo Horizonte, MG Tel: (31) 3409-8873

RESUMO

O conjunto habitacional Granja de Freitas III (Conjunto Residencial Jardim das Orquídeas), implantado em Belo Horizonte desde 2001, apresenta características ímpares quando se trata de HIS (habitação de interesse social), compondo-se por 146 casas geminadas de dois pavimentos em alvenaria autoportante. Com o objetivo de verificar a qualidade ambiental relativa ao desempenho térmico dessas edificações, realizou-se uma Avaliação pós-ocupação investigativa composta por observações in loco, análises técnicas, aplicação de questionários, análises técnicas comparativas com a norma de Desempenho térmico de edificações (ABNT NBR 15.220:2003-2 e 3) e com resultados gerados através de simulações computacionais com os softwares Fluxovento e Vectorworks. A partir do tratamento dos dados obtidos com a APO, observou-se que a maioria dos entrevistados considera que as unidades habitacionais são confortáveis, exceto sobre a condição de ventilação natural. A partir da avaliação técnica comparativa desses resultados com a Norma e com resultados das simulações feitas nos softwares, reforçou-se as conclusões obtidas através da percepção dos entrevistados e permitiu identificar soluções críticas adotadas no projeto que geram desconforto térmico aos moradores. Assim, além de levantar a discussão do conforto térmico ambiental associado às HIS em Belo Horizonte, foi possível gerar subsídios técnicos que justificam a incorporação de soluções construtivas ao conjunto habitacional Granja de Freitas III, otimizando as condições de conforto existentes e servindo de recomendação para elaboração de projetos futuros de mesma zona bioclimática.

Palavras-chave: avaliação pós-ocupação, conforto térmico, conforto ambiental, habitação de interesse social.

ABSTRACT

The Granja de Freitas III housing complex, set in Belo Horizonte since 2001, presents unique features when it comes to HIS (Social Housing), consisting of 146 Semi-detached Duplexes built in self-supporting masonry structures. In order to verify the environmental quality related to the thermal performance of these buildings, an Post-Occupancy Evaluation was carried out, consisting of on-site observations, technical analysis, application of questionnaires, comparative technical analysis according to Thermal Performance of Buildings standard (ABNT NBR 15.220:2003-2 and 3) and with data results provided by computational simulations with Fluxovento and Vectorworks softwares. Based on the data analysis obtained with the POE, it was verified that the majority of the interviewees considered that the housing units are comfortable, except on the condition of natural ventilation. Based on the comparative of technical evaluation with the Standard and with the results obtained on the software simulations, the conclusions obtained through the perceptions of the interviewees were reinforced and it enabled the identification of critical solutions adopted in the project that generate thermal discomfort to the residents. In addition to contributing to the subject of the thermal comfort associated with HIS in Belo Horizonte, it was possible to produce technical subsidies that justify the incorporation of constructive solutions to the housing complex Granja de Freitas III, optimizing the existing comfort conditions and serving as a recommendation to future projects in the same bioclimatic zone.

Keywords: Post-Occupancy Evaluation, thermal comfort, environmental comfort, social housing.

1. INTRODUÇÃO

Como resultado de um modelo urbano sanitaria e elitista, Belo Horizonte (BH) enfrenta problemas de segregação sócio-espacial e áreas com deficiência de infraestrutura urbana desde sua inauguração. Nos 30 anos que se seguiram, ocorreram vários movimentos de ocupação e remoção constantes de vilas e favelas, uma vez que à medida que áreas da cidade eram urbanizadas e valorizadas, os aglomerados eram removidos, ressaltando a ideologia sanitaria sobre a qual a cidade foi planejada, mas, também, o caráter repressivo do poder público ao lidar com a questão da habitação popular e seu crescimento na cidade. Mais tarde, sob a justificativa de urbanização e obras que visam à coletividade, intensificou-se o combate aos aglomerados com intuito de extingui-los, gerando conflitos e movimentos de resistência por parte dos moradores que, ora ocupavam novas áreas, ora retornavam para o mesmo lugar onde foram removidos. Apenas após essa mobilização e resistência da população, o poder público passa a tratar e considerar a situação como questão social, tratando a favela como objeto de política (GUIMARÃES, 1992. Pp 3-6).

Um estudo elaborado em 2007 para a Prefeitura de Belo Horizonte (PBH), demonstra que a capital mineira conta com “22% da população total residindo em ocupações irregulares, distribuídas em 209 áreas de ocupação informal” (LEITE *et al*, 2007.p 1), o que correspondem a

[...] uma população estimada de 507.378 habitantes e 125.629 domicílios, distribuídos em uma área aproximada de 15,7km² dos 335km² do Município. Isto indica que os 22% da população de vilas e favelas ocupam apenas 5% do território municipal apontando para uma marcada disparidade no processo de ocupação do solo na cidade. (LEITE *et al*, 2007. p 1).

Em 1993, com a criação da Política Municipal de Habitação, gerida pela Companhia Urbanizadora e de Habitação de Belo Horizonte (URBEL), e dos instrumentos de gestão pública envolvidos no processo como o Orçamento Participativo (OP), a questão das habitações de interesse social (HIS), bem como das ocupações irregulares, passou a ser priorizada como um dos problemas mais sérios a serem enfrentados pela gestão pública da cidade (LEITE, SCALON E FONSECA, 2007). Nesse sentido, considerando a extensão territorial da problemática da habitação na capital mineira, avaliar as questões de conforto ambiental de unidades já instaladas auxilia na manutenção de novos projetos habitacionais, contribuindo para um bem-estar social e elevando os níveis de eficiência dos projetos desenvolvidos para a capital.

Pretende-se ainda, ressaltar a necessidade de reflexão sobre os modelos habitacionais voltados ao interesse social que, de maneira geral, apresentam deficiências nos índices de conforto ambiental, especialmente no âmbito do conforto térmico, como aponta Assis *et al*, 2007, em estudo sobre HIS e eficiência energética apresentado no IICBEE (II Congresso Brasileiro de Eficiência Energética):

A habitação social no Brasil não está, em geral, bem adaptada ao clima local, provocando más condições de conforto térmico e de iluminação que, aliadas a instalações elétricas precárias e ao uso indiscriminado do chuveiro elétrico, acabam aumentando desnecessariamente o uso de energia e o custo de vida dessas populações. (ASSIS *et al*. p 1. 2007).

2. OBJETIVO

O objetivo deste artigo é apresentar a análise de conforto térmico para um conjunto habitacional de interesse social implantado na cidade de BH através de Avaliação pós-ocupação (APO) e análises técnicas, gerando subsídios para recomendações técnico-construtivas capazes de otimizar o conforto térmico dessas habitações e de projetos futuros na mesma zona bioclimática.

3. MÉTODO

A metodologia aplicada foi dividida em três etapas distintas:

1. Identificação e análise de um conjunto habitacional de interesse social na cidade de Belo Horizonte.
2. APO de unidades habitacionais selecionadas conforme características espaciais, construtivas e de implantação.
3. Análises por meio de simulação computacional através do software Vectorworks para sombreamento e insolação e do software Fluxovento para ventilação natural, além de análises técnicas por método prescritivo para os sistemas de vedação, cobertura e aberturas indicados na NBR 15.220 - 2 e 3.

3.1. Identificação e análise de um conjunto habitacional de interesse social na cidade de Belo Horizonte

A fim de selecionar um conjunto habitacional pertinente à pesquisa, analisou-se o zoneamento de BH indicado na Lei de Parcelamento, Ocupação e Uso do Solo de Belo Horizonte (Lei 9.959/10). Identificou-se, portanto, na porção leste da Capital, uma Área de Especial Interesse Social - 1 (AEIS-1) que, apesar de estar sobreposta a uma Zona de Adensamento Restrito - 2 (ZAR-2), garante diretrizes especiais voltadas à demanda por habitação. Instalado no perímetro definido pela Lei como AEIS-1, encontra-se o bairro Granja de Freitas e o conjunto habitacional Granja de Freitas III, indicado na Figura 1.

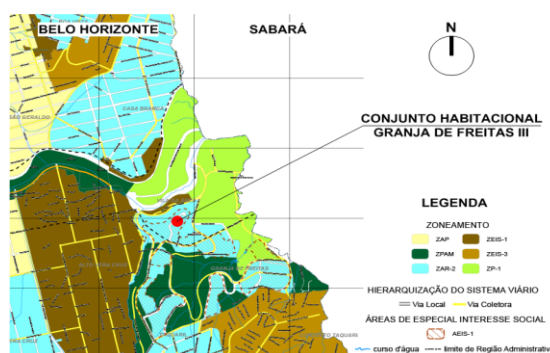


Figura 1 - Localização do bairro Granja de Freitas pelo zoneamento de Belo Horizonte (Lei 7.166/96)

3.1.1. Análise do conjunto habitacional Granja de Freitas III

Instalado em BH, próximo à divisa com o município de Sabará, o conjunto Granja de Freitas III apresenta condição urbanística determinada pela Lei 9.959/10 que acaba por definir o perfil socioeconômico da população residente. Esta condição pode ser observada através do cadastramento do perfil socioeconômico dos futuros moradores, realizado em 2000 pela Secretaria Municipal de Habitação (SMHAB), e do censo domiciliar realizado em 2003 pelo Observatório das Metrópoles - Núcleo Minas Gerais - Proex/PUC Minas (2003). Os dois levantamentos apontam dados que “reafirmam características da população pobre, tais como a monoparentalidade, a baixa incidência de famílias unipessoais e a presença relativamente elevada de parentela (netos e outros parentes)”, além disso, verificou-se também uma prevalência da ordem de 59% do sexo feminino entre os futuros moradores (COLEÇÃO HABITARE, 2007, p 544).

Dentro do mesmo censo (2003), o Observatório das Metrópoles - Núcleo Minas Gerais - Proex/PUC Minas, questionou os moradores do Conjunto sobre a qualidade das novas habitações em comparativo às habitações que residiam antes da mudança. Constatou-se que 100% dos entrevistados consideraram a nova moradia como boa, ilustrado pela Figura 2, porém, quando questionados sobre aspectos relativos à violência, ao tráfico de drogas, ao acesso aos meios de transporte público, equipamentos de lazer, postos de saúde, escolas, serviços diversos e oferta de emprego, entre os anos de 2000 e 2003, os moradores avaliaram a mudança de forma negativa (COLEÇÃO HABITARE, 2007, p 550).

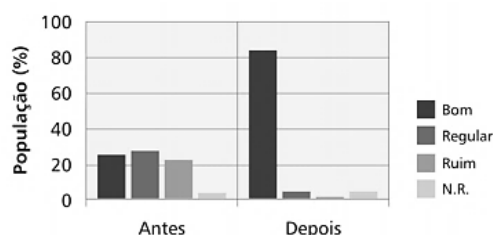


Figura 2 - Avaliação da qualidade das habitações em 2003 (COLEÇÃO HABITARE, 2007)

3.1.1.1 Levantamento técnico-construtivo e funcional

O Conjunto conta com 146 casas geminadas de dois pavimentos, variação de dois ou três dormitórios em função do tamanho das famílias e possibilidade de expansão no pavimento térreo nas unidades de dois dormitórios. Os blocos foram dispostos de acordo com a topografia do terreno, atendendo às diretrizes de menor movimentação de terra e aproveitamento do mesmo, de acordo com o projeto executivo elaborado em 1999 pela empresa Archi 5 – Arquitetos Associados e disponibilizado pela URBEL para consulta.

O sistema estrutural adotado é compreendido por alvenaria autoportante, sistema que trabalha sob compressão e dispensa o uso de vigas e pilares, funcionando como estrutura e vedação concomitantemente. No caso do conjunto Granja de Freitas III, utilizou-se o “Tijolito”, bloco fabricado em solo-cimento prensado, de encaixe macho e fêmea, representado na Figura 3 (HABITARE, 2007, p 539).

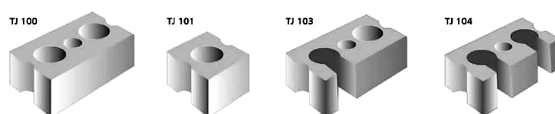


Figura 3 - Tipologias dos blocos de solo-cimento das edificações do conjunto Granja de Freitas III (COLEÇÃO HABITARE, 2007, p 540)

O sistema de cobertura é composto por telhado aparente em telha cerâmica com engradamento em madeira, salvo as coberturas utilizadas em construções feitas a posteriori pela população residente. Não há presença de forro no segundo pavimento das unidades.

Ao todo, são 54 unidades de três dormitórios (unidade tipo I) e 92 unidades de dois dormitórios (unidade tipo II), perfazendo uma área construída de 56m² e 49m² respectivamente. Todas as unidades contam com 01 (uma) sala, 01 (um) banheiro social, 01 (uma) cozinha e área de serviço, como indica a Figura 4.

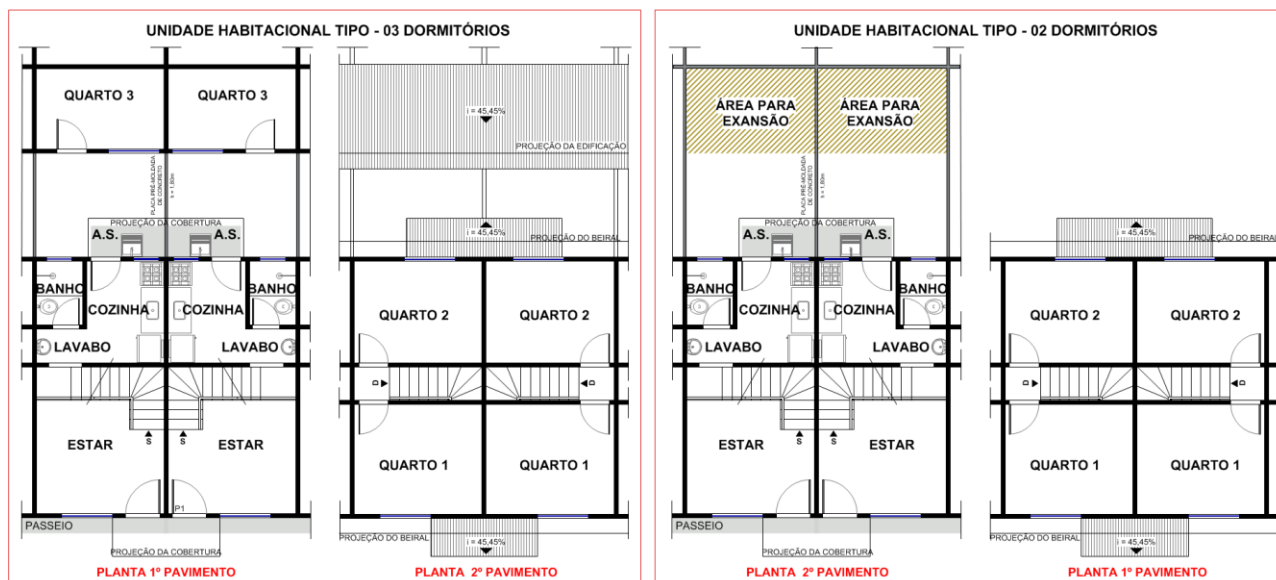


Figura 4 - Conjunto Granja de Freitas III: plantas unidade tipo I e tipo II

A Tabela 1 indica os tipos de esquadrias utilizadas nas edificações. Apesar das intervenções sofridas desde sua inauguração, a maioria das unidades permanece com os elementos originais, complementados com dispositivos de segurança e de proteção solar, como cortinas em alguns casos.

Tabela 1 - Identificação das esquadrias adotadas no conjunto Granja de Freitas III

Esquadrias	Janelas		Portas
Nomenclatura	J4 (1322x1200mm)	J3 (1322x1200mm)	P1 (882x2100mm)
Localização	Estar (1º pavto)	Quartos (2º pavto)	Porta de acesso (1º pavto)
Tipologia	Dois folhas de vidro – 1 fixa, 1 de correr e 1 basculante superior. Caixilharia metálica: marcos em chapa 18, folhas em chapa 22 e vidro comum tipo fantasia, espessura 4mm.	1 basculante superior, 2 folhas veneziana – 1 fixa, 1 de correr externas, 1 folha de vidro de correr interna. Caixilharia metálica: marcos em chapa 18, folhas em chapa 22 e vidro comum tipo fantasia, espessura 4mm.	1 folha de abrir. Caixilharia metálica: marcos em chapa 18 e folha em chapa 22.
Representação gráfica (URBEL, 2000)			

3.2. Avaliação pós-ocupação

A técnica de APO consiste num método avaliativo que permite a inserção do fator ambiente nos estudos que envolvem o indivíduo e seu comportamento, dando condições de avaliar as questões relativas à própria ocupação do edifício e sua manutenção (ORNSTEIN, 1992, p.33). Com foco não só nos aspectos técnico-construtivos da edificação, o principal condicionante de avaliação, portanto, é o ponto de vista dos usuários, que contribui significativamente na detecção de patologias de projeto que podem ser corrigidas e evitadas em elaborações futuras.

Considerando que no Brasil ainda tem-se “poucas pesquisas voltadas para a fase de uso, operação e manutenção” (ORNSTEIN, 1992, p 19) do edifício, avaliar edificações já consolidadas é uma alternativa capaz de gerar subsídios de pesquisa que prolonguem a vida útil das mesmas, adequando-as do ponto de vista técnico-construtivo e, de forma precisa e equivalente, à evolução das necessidades do homem como ator no processo de produção do ambiente construído. Nesse contexto, a APO passa a ser ainda mais relevante no caso de programas de interesse social,

nos quais, no caso brasileiro, nas últimas décadas, têm-se adotado soluções urbanísticas, arquitetônicas e construtivas repetitivas em larga escala, para atender uma população, via de regra, muito heterogênea, cujo repertório cultural, hábitos, atitudes e crenças são bastante distintos já no próprio conjunto, e mais ainda em relação aos projetistas. (Coleção Habitar - Avaliação Pós-Ocupação - Métodos e Técnicas Aplicados à Habitação Social, 2003, p 27).

Para a aplicação da APO no Conjunto analisado, adotou-se cinco etapas de pesquisa e avaliação:

A. Coleta de dados para descrição do estudo de caso: tendo o objeto já definido, nessa etapa é levantado o contexto histórico no qual o mesmo está inserido e suas características técnico-construtivas. Foram feitas pesquisas na web e junto à URBEL.

B. Preparação de dados para desenvolvimento da APO: nessa etapa são analisados os dados obtidos na etapa A, buscando identificar características provenientes da solução de implantação e número de moradores, a fim de gerar uma amostra representativa de entrevistados. Cabe ainda nessa etapa, visitas *in loco* para análise técnica visual, elaboração e aplicação de questionários.

C. Análise e cruzamento de dados coletados: nessa etapa, os dados obtidos junto aos moradores através da aplicação do questionário final são avaliados e interpretados.

D. Produção de gráficos sintético-ilustrativos da situação atual: os dados obtidos nas etapas B e C são estruturados em forma de gráficos para facilitar a leitura e gerar dados quantitativos.

E. Produção de diretrizes capazes de conferir melhorias à habitação referentes ao conforto térmico: após as análises das etapas anteriores é feita uma avaliação global da situação atual das habitações do Conjunto para, então, identificar alternativas que gerem melhoria do conforto térmico das mesmas.

Considerando o número total de famílias residente no Conjunto (146), faz-se necessário a definição de uma amostra representativa de moradores a serem entrevistados. Para um limite de confiança de 95,5%, considerando uma margem de erro de 22%, o tamanho da amostra será de 44 famílias (Tabela de Amostras Casuais Simples para Níveis de Confiança de 95,5%, ORNSTEIN, 1992, p.80). A fim de diluir essa amostra evitando que a investigação fique concentrada, utilizou-se do agrupamento dos blocos habitacionais em função das condições do entorno imediato. Considerou-se, também as tipologias implantadas e o número de vezes que as mesmas se repetem a fim de definir os grupos a serem analisados.

Após a definição dos grupos de análise, estabeleceu-se uma escala de valores, indicada na Figura 5, para incorporação nos questionários teste e final, aplicados na amostra representativa de moradores. A escala se faz necessária durante a elaboração dos gráficos de análise dos resultados obtidos com aplicação dos questionários, uma vez que atribui valor às sensações de conforto de cada entrevistado. Desta forma, é possível quantificar e qualificar a condição de conforto térmico apresentada na unidade habitacional (UH) investigada.

1 = MUITO DESCONFORTÁVEL

2 = DESCONFORTÁVEL

3 = POUCO DESCONFORTÁVEL

4 = CONFORTÁVEL

5 = MUITO CONFORTÁVEL

Figura 5- Escala de valores para avaliação do conforto térmico

O questionário teste foi aplicado em parcela reduzida da amostra representativa e auxiliou na identificação de inconsistências antes da elaboração e aplicação do questionário final. Em ambos os questionários há um cabeçalho de identificação da UH investigada, onde se deve assinalar o Grupo e Tipologia ao qual pertencem e a identificação do morador, através dos dados: sexo; faixa etária (entre 10-20 anos, 20-40 anos, 40-60 anos e 60 anos ou mais); tempo de residência no Conjunto; número de moradores na UH; períodos (manhã: até 12h, tarde: 12h-18h e noite: 18h-06h) e cômodos de maior permanência. A Figura 6 ilustra as questões relativas ao conforto térmico da habitação nos questionários teste e final.

A - quanto às sensações de calor e frio		C - quanto a entrada de raios solares		E - quanto a proteção das janelas	
Verão		Verão		Foi preciso colocar alguma proteção nas janelas e/ou portas por conta da entrada do sol? <input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	
<input type="radio"/> QUENTE	<input type="radio"/> MUITO DESCONFORTÁVEL	<input type="radio"/> EXCESSO DE SOL	<input type="radio"/> MUITO DESCONFORTÁVEL	Que tipo de proteção?	
<input type="radio"/> POUCO QUENTE	<input type="radio"/> DESCONFORTÁVEL	<input type="radio"/> MUITO SOL	<input type="radio"/> DESCONFORTÁVEL		
<input type="radio"/> NEM FRIO, NEM QUENTE	<input type="radio"/> POUCO DESCONFORTÁVEL	<input type="radio"/> ADEQUADO	<input type="radio"/> POUCO DESCONFORTÁVEL		
<input type="radio"/> POUCO FRIO	<input type="radio"/> POUCO CONFORTÁVEL	<input type="radio"/> POUCO SOL	<input type="radio"/> POUCO CONFORTÁVEL		
<input type="radio"/> FRIO	<input type="radio"/> CONFORTÁVEL	<input type="radio"/> SEM SOL	<input type="radio"/> CONFORTÁVEL		
Inverno		Inverno			
<input type="radio"/> QUENTE	<input type="radio"/> MUITO DESCONFORTÁVEL	<input type="radio"/> EXCESSO DE SOL	<input type="radio"/> MUITO DESCONFORTÁVEL		
<input type="radio"/> POUCO QUENTE	<input type="radio"/> DESCONFORTÁVEL	<input type="radio"/> MUITO SOL	<input type="radio"/> DESCONFORTÁVEL		
<input type="radio"/> NEM FRIO, NEM QUENTE	<input type="radio"/> POUCO DESCONFORTÁVEL	<input type="radio"/> ADEQUADO	<input type="radio"/> POUCO DESCONFORTÁVEL		
<input type="radio"/> POUCO FRIO	<input type="radio"/> POUCO CONFORTÁVEL	<input type="radio"/> POUCO SOL	<input type="radio"/> POUCO CONFORTÁVEL		
B - quanto à ventilação natural		D - quanto à iluminação natural			
Tamanho de janelas e portas		Entrada de luz no verão			
<input type="radio"/> MUITO GRANDE	<input type="radio"/> MUITO DESCONFORTÁVEL	<input type="radio"/> EXCESSO DE LUZ	<input type="radio"/> MUITO DESCONFORTÁVEL		
<input type="radio"/> GRANDE	<input type="radio"/> DESCONFORTÁVEL	<input type="radio"/> MUITA LUZ	<input type="radio"/> DESCONFORTÁVEL		
<input type="radio"/> ADEQUADA	<input type="radio"/> POUCO DESCONFORTÁVEL	<input type="radio"/> ADEQUADO	<input type="radio"/> POUCO DESCONFORTÁVEL		
<input type="radio"/> PEQUENA	<input type="radio"/> POUCO CONFORTÁVEL	<input type="radio"/> POCA LUZ	<input type="radio"/> POUCO CONFORTÁVEL		
<input type="radio"/> MUITO PEQUENA	<input type="radio"/> CONFORTÁVEL	<input type="radio"/> SEM LUZ	<input type="radio"/> CONFORTÁVEL		
Entrada de vento		Entrada de luz no inverno			
<input type="radio"/> MUITO FORTE	<input type="radio"/> MUITO DESCONFORTÁVEL	<input type="radio"/> EXCESSO DE LUZ	<input type="radio"/> MUITO DESCONFORTÁVEL		
<input type="radio"/> FORTE	<input type="radio"/> DESCONFORTÁVEL	<input type="radio"/> MUITA LUZ	<input type="radio"/> DESCONFORTÁVEL		
<input type="radio"/> ADEQUADA	<input type="radio"/> POUCO DESCONFORTÁVEL	<input type="radio"/> ADEQUADO	<input type="radio"/> POUCO DESCONFORTÁVEL		
<input type="radio"/> FRACO	<input type="radio"/> POUCO CONFORTÁVEL	<input type="radio"/> POCA LUZ	<input type="radio"/> POUCO CONFORTÁVEL		
<input type="radio"/> MUITO FRACO	<input type="radio"/> CONFORTÁVEL	<input type="radio"/> SEM LUZ	<input type="radio"/> CONFORTÁVEL		

Figura 6 - Questionário final aplicado – questões sobre o conforto térmico da unidade habitacional

3.3. Análises técnicas

Para avaliação técnica das condições de conforto térmico das habitações, analisou-se as condições de sombreamento e insolação das edificações para os solstícios de inverno e verão através de simulações no software Vectorworks, simulações para ventilação natural através do software Fluxovento e análise dos parâmetros estabelecidos na norma ABNT NBR 15220:2003 para as condições de transmitância térmica, capacidade térmica, atraso térmico e fator solar da envoltória, cobertura e para o dimensionamento de aberturas para ventilação natural.

3.3.1. Sombreamento e insolação

Para simulação através do software Vectorworks, elaborou-se um modelo tridimensional do Conjunto, adotando-se as cotas altimétricas e orientação solar do projeto somado ao uso de sombras a partir da simulação do Sol para os Solstícios de inverno (21 de Junho) e verão (21 de dezembro), como indicado na Figura 7. Escolheu-se os horários de 09h e 15:30h, considerando como principal diretriz os horários em que é desejado sombreamento no período da tarde, horário de insolação mais crítica.

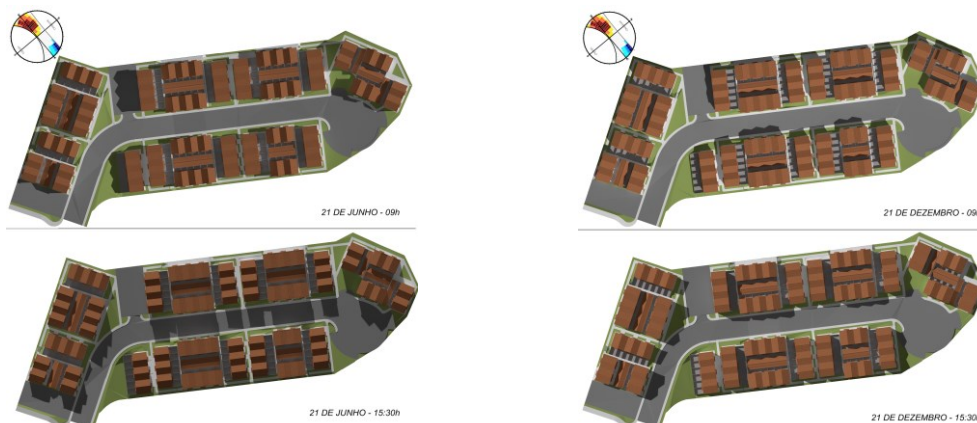


Figura 7 - Sombreamento das edificações – Solstício de Inverno e Solstício de Verão, respectivamente

3.3.2. Simulações para ventilação natural

A partir do software Fluxovento, que trabalha com a inserção de linhas representando as vedações e vãos representando as aberturas, simulou-se as condições de ventilação natural no interior das habitações para verificar a condição de ventilação cruzada estabelecida pela NBR 15220:2003-3 para a zona bioclimática 3, onde está implantado o Conjunto. Na simulação, como o software não permite inserir dados mais complexos como o tipo de esquadria ou mesmo sua área de ventilação, considerou-se metade do vão das aberturas para a sala de estar e dormitórios, referente à parte móvel das esquadrias adotadas.

3.3.3. Transmitância térmica, capacidade térmica, atraso térmico e fator solar da envoltória e cobertura

Adotando os métodos de cálculo descritos na parte 2 da norma de Desempenho térmico de edificações, ilustrou-se, de forma quantitativa, as condições para vedações e coberturas das habitações do Conjunto e comparou-se com os valores mínimos exigidos pela mesma. A Tabela 2, apresentada no item 4.1. Conforto térmico, ilustra a situação das habitações.

3.3.4. Áreas de abertura para ventilação natural

De acordo com as diretrizes construtivas apresentadas pela Norma NBR 15.220 - 2 e 3 e, considerando as características bioclimáticas de BH/MG (Zona Bioclimática 3), as aberturas devem proporcionar ventilação cruzada no verão e apresentar tamanhos médios, ou seja, área maior que 15% e menor que 25% da área do piso do ambiente.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

A seguir serão apresentados os resultados obtidos através da aplicação da APO e análises. Do total de 44 entrevistados, 28 são mulheres e 16 são homens com idades entre 20 e 60 anos, a maioria deles residentes do Conjunto há, no mínimo, 03 anos e com preferência de permanência no ambiente estar da UH.

4.1. Conforto térmico

Para análise do conforto térmico, considerou-se os períodos do dia e os cômodos de maior permanência, bem como os períodos de verão, inverno e as sensações de frio e calor que se sente. Não foi considerada, nesta análise, a presença de dispositivos de proteção solar e/ou atenuadores da propagação de calor na edificação, como isolantes térmicos. De modo geral, os entrevistados consideraram as unidades habitacionais muito desconfortáveis no verão (38,5%) e confortáveis no inverno (54,48%) como demonstra a Figura 8.

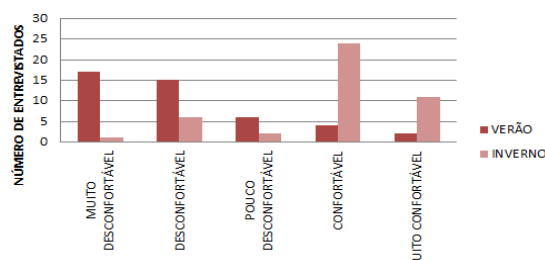


Figura 8 - Síntese para análise do conforto térmico

A maioria dos entrevistados atribuiu o desconforto no verão à falta de árvores e ao posicionamento das aberturas que não permitem a circulação do ar no interior das edificações, além disso, pelo fato de muitas habitações receberem insolação direta nos períodos da tarde, a maioria das UHs permanece com as janelas fechadas, contribuindo para a inadequada manutenção da temperatura interna.

A Tabela 2 Ilustra as condições de conforto das UHs investigadas de acordo com NBR 15220:2003. Nota-se que no caso das vedações, com exceção da transmitância térmica e do fator solar para as cores branco e amarelo, o atraso térmico está cerca de 230% acima do valor de referência, enquanto a solução da cobertura apresenta, para transmitância térmica, valor cerca de 180% acima do valor de referência e para o fator solar, valor cerca de 177% também acima dos valores de referência.

Tabela 2 - Diretrizes de conforto térmico da ABNT NBR 15220:2005 para o zoneamento 3

DIRETRIZES DE CONFORTO TÉRMICO PARA O ZONEAMENTO BIOCLIMÁTICO 3 (CIDADE DE BELO HORIZONTE) SEGUNDO A NORMA ABNT NBR 15220:2003			RESULTADOS PARA AS UNIDADES HABITACIONAIS DO CONJUNTO GRANJA DE FREITAS III, OBTIDOS ATRAVÉS DO MÉTODO PRESCRITIVO DA NORMA ABNT NBR 15220:2003		
VEDAÇÕES EXTERNAS: PAREDES LEVES E REFLETORAS					
Transmitância Térmica (U)	Atraso Térmico (φ)	Fator Solar (FS0)	Transmitância Térmica (U)	Atraso Térmico (φ)	Fator Solar (FS0)
≤ 3,60 W/m².K	≤ 4,3 Horas	≤ 4%	2,642 W/m².K	9,94 Horas	Pintura branca 2,13%
					Pintura amarela 3,17%
COBERTURA: LEVE E ISOLADA					
Transmitância Térmica (U)	Atraso Térmico (φ)	Fator Solar (FS0)	Transmitância Térmica (U)	Atraso Térmico para o verão (φ)	Fator Solar (FS0)
≤ 2,00 W/m².K	≤ 3,3 Horas	≤ 6,5%	3,614 W/m².K	2,135 Horas	11,566%

4.1.1 Proposta para melhoria da condição de conforto térmico

Considerando soluções de impacto econômico reduzido, avaliou-se as colocações dos entrevistados e admitiu-se valores padrão estabelecidos pela norma NBR 15220:2003-2 e 3 para definir a incorporação de soluções construtivas capazes de otimizar o conforto térmico nas UHs. Em curto prazo, sugere-se:

A. Instalação de forro de PVC no segundo pavimento de todas as UHs e incorporação de camada argamassada na parte interna das vedações. A adoção das duas intervenções tem impacto direto nos índices de transmitância térmica, atraso térmico e fator solar para vedações e cobertura, contribuindo para uma redução de 36,92% para o atraso térmico das vedações e redução de 45,87% para a transmitância térmica e 45,85% para o fator solar da cobertura. Através de documentos disponibilizados pela URBEL (2000), SUDECAP (2016) e do Plano local de habitação de interesse social – Belo Horizonte (2010, p 103), constatou-se que o custo das intervenções sobre o custo unitário das UHs é da ordem de 4,18%.

B. Incorporação de dispositivos de proteção solar nas unidades com fachada que recebe incidência solar crítica (oeste-sudeste, norte-noroeste, sudoeste e noroeste) e possuem ambientes de longa permanência (sala de estar no primeiro pavimento e dormitório no segundo), como indicado na Figura 9.

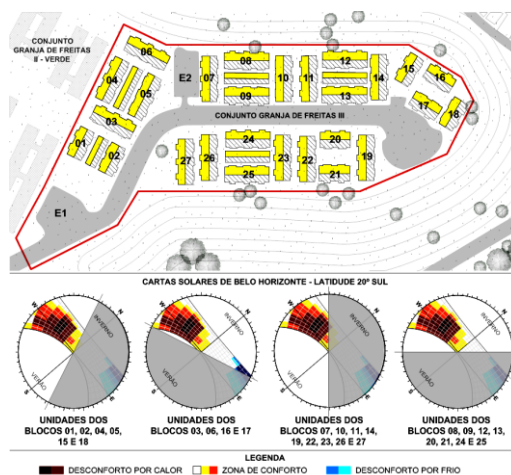


Figura 9 - Blocos habitacionais que deverão receber dispositivos de proteção solar

4.2. Insolação

Considerou-se, para análise da insolação, os períodos do dia, do ano e os cômodos de maior permanência, além da condição da entrada de raios solares na habitação. Do total de entrevistados, 28 (63,68%) alegaram ter tido necessidade de inserir algum tipo de proteção nas janelas do primeiro pavimento, enquanto 16 (36,32%), não. Quando questionados sobre a entrada de raios solares nas habitações no período do verão, a maioria dos moradores considerou desconfortável (49,94%) a insolação incidente, enquanto, no período do inverno, a maioria (75,01%) considerou confortável a entrada dos raios solares, como indica a Figura 10.

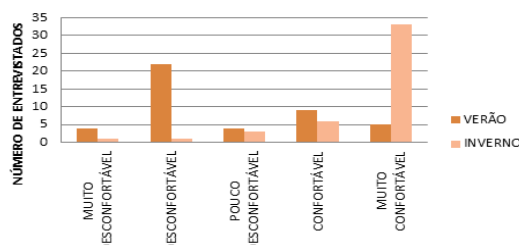


Figura 10 - Síntese para análise das condições de insolação

Devido à solução de planta (Figura 4) e implantação das unidades (Figura 7), durante o dia sempre haverá um quarto sombreado e outro que recebe insolação direta ora na parte da manhã, ora na parte da tarde. As áreas molhadas (cozinha, banheiro e área de serviço) localizadas no primeiro pavimento, em sua maioria, recebem insolação entre o horário de 06h às 12h, enquanto o estar, em 50% das unidades, recebe insolação durante todo o período da tarde e outros 50% apenas na parte da manhã.

Além disso, a falta de vegetação e de interferências do entorno próximo capazes de gerar sombreamento nos blocos habitacionais condiciona uma situação em que a maioria das unidades recebe insolação direta no período da tarde e tendem a permanecer com as janelas fechadas nos dois pavimentos. Os moradores foram questionados sobre o período em que mais permanecem em casa e a maioria deles confirmou ser entre 12h e 18h, período do dia em que a maioria das habitações recebe insolação crítica, justificando o desconforto apontado para o período de verão.

4.2.1 Proposta para melhoria da condição de insolação

Como proposta, em longo prazo, propõe-se o plantio de árvores ao longo da via interna do conjunto a fim de gerar sombreamento nas unidades dos blocos habitacionais.

4.3. Ventilação natural

Para avaliar a condição de ventilação natural das unidades, considerou-se a existência de dispositivos que permitem a entrada de ar (janelas e portas), suas dimensões e a intensidade com que esse fluxo de ventilação natural penetra na edificação. 40,86% dos entrevistados considera o tamanho das esquadrias confortável se comparado ao tamanho das habitações e desconfortável o fluxo de ar que adentra nas mesmas, como indica a Figura 11.

Considerando a topografia local e a solução de implantação dos blocos habitacionais em diferentes cotas altimétricas, a maioria das edificações recebe um intenso fluxo de ar, culminando para a resposta dos moradores quando questionados sobre o conforto atribuído à ventilação natural local, porém essa situação não configura condição ideal de conforto térmico.

Ilustradas na Figura 12, estão as representações gráficas para as simulações de ventilação natural nas tipologias I e II respectivamente, ambas com as portas fechadas e janelas abertas, demonstrando como a disposição desses elementos na planta influenciam na circulação da ventilação natural na edificação. Considerando a NBR 15220:2003-3, as UH devem apresentar condição de ventilação cruzada para garantir conforto, porém, nas unidades tipo I não há efetiva ventilação cruzada nos ambientes do primeiro pavimento. A situação mais crítica ocorre nos quartos que, com uma só abertura para ventilação, não apresentam nenhuma condição para ventilação cruzada. No primeiro pavimento das unidades tipo II há um aumento significativo da circulação de ar em função da ausência do cômodo que configura o terceiro quarto nas unidades tipo I, porém também não há condição satisfatória para ventilação nos quartos localizados no segundo pavimento.

A Tabela 3 ilustra a condição atual das esquadrias das habitações, onde se constatou que nenhuma delas atendem ao requisito da Norma para o tamanho das aberturas. Contudo, se compararmos as condições de ventilação das habitações com as diretrizes colocadas pelo Código de Edificações de Belo Horizonte, todos os ambientes das unidades são considerados ventilados, exceto o Estar (Anexo III da Lei N° 9.725, 2009).

Tabela 3 - Área de aberturas X prescrição da Norma ABNT NBR 15220:2003 - 3

AMBIENTE	ÁREA DE PISO [m ²]	NOMECLATURA DA ESQUADRIA	ÁREA DO VÃO DA ESQUADRIA [m ²]	ÁREA DE ABERTURA PARA VENTILAÇÃO [m ²]	EQUIVALENTE ÁREA PISO X ÁREA ABERTURA [%]	PARÂMETRO NBR15220:2003
ESTAR	12,75	J4	1,58	0,77	6,04	15% < ÁREA DO PISO < 25%
LAVABO	1,17		0,00	0,00	0,00	
BANHO	2,00	J2	0,39	0,21	10,50	
COZINHA	5,25	J1	0,79	0,53	10,10	
QUARTO 1	9,47	J3	1,58	0,77	8,13	
QUARTO 2	8,74	J3	1,58	0,77	8,81	
QUARTO 3 (UH TIPO II)	6,92	J3	1,58	0,77	11,13	

4.3.1 Proposta para melhoria da condição de ventilação natural

Para a questão da ventilação, em curto prazo, propõe-se a substituição das esquadrias existentes por esquadrias que atendam a Norma NBR 15220:2003. Em médio prazo, a adoção de barreiras vegetais como arbustos ou colocação de suportes para trepadeiras em pontos estratégicos (cota altimétrica mais alta e locais onde não há presença de barreira física) contribuiria para melhor direcionamento dos fluxos de ar que adentram nas habitações.

4.4. Iluminação natural

Com base nas sensações do corpo humano através de estímulos visuais externos, considerou-se importante analisar a presença de iluminação natural no interior das edificações, visto que ambientes bem iluminados remetem a sensação de aconchego, calor, conforto. Nesse sentido, questionou-se a intensidade, propagação e controle da luz natural no interior da edificação, a fim de correlacionar á escala de valores adotada (Figura 5). 63,56% dos moradores consideraram confortável a entrada de luz do verão, enquanto 73,22% consideraram confortável a entrada de luz natural no inverno, como indica a Figura 12.

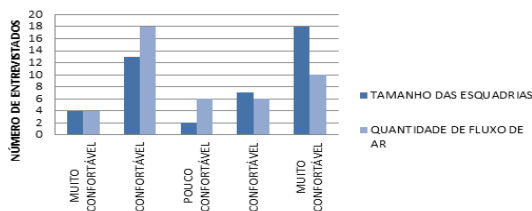


Figura 11 - Síntese para análise da ventilação natural

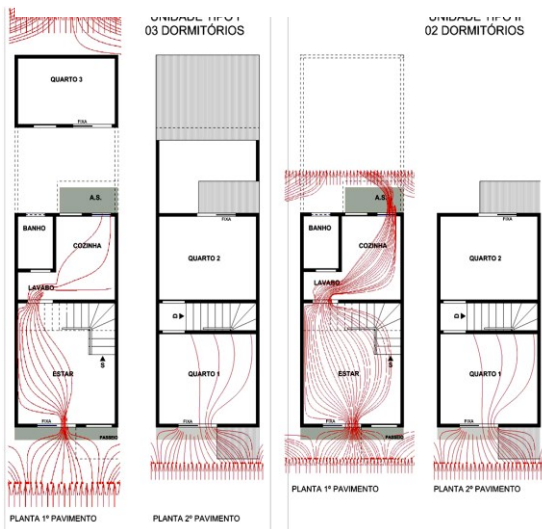


Figura 12 - Esquemas de ventilação natural para unidades habitacionais tipo I e II com portas fechadas

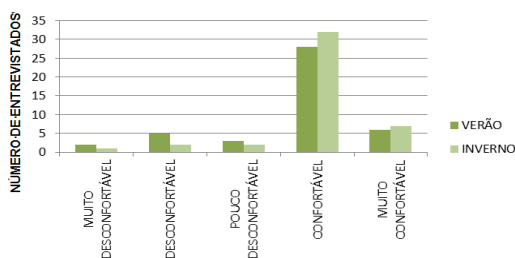


Figura 13 - Síntese da análise da iluminação natural

5. CONCLUSÕES

Através da APO e análises técnicas das condições de conforto do conjunto habitacional Granja de Freitas III, foi possível identificar aspectos específicos do ambiente construído que levam ao conforto ou desconforto térmico do indivíduo. Notou-se, após as avaliações, que as deficiências encontradas vão além do projeto arquitetônico das habitações, se relacionando também com a solução urbanística dada ao Conjunto.

Ao analisar as condições de conforto sobre a ótica da norma de Desempenho térmico de edificações, verificou-se que a solução dada às paredes de vedação externa e interna não atendem em sua totalidade às diretrizes colocadas pela mesma, o que garante que os moradores não tenham de fato conforto nas habitações. O sistema de cobertura utilizado também não atende aos critérios de conforto térmico colocados pela Norma, com exceção do índice de Atraso Térmico para o verão que permanece no limite.

Apesar de, nesse tipo de construção, o critério de economicidade ser fator decisivo na escolha de materiais e soluções construtivas e de implantação, a norma de Desempenho térmico de edificações se estabelece para que se atinja condições mínimas satisfatórias de conforto. Mesmo com índices enxutos, ela é um instrumento importantíssimo para o dimensionamento dos sistemas construtivos empregados, considerando que é o único normativo voltado às HIS no Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-2**: Desempenho térmico de edificações – Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações. Rio de Janeiro, 2005a.
- _____. **NBR 15220-3**: Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e estratégias de condicionamento térmico passivo para habitações de interesse social. Rio de Janeiro, 2005b.
- ASSIS, E. S.; PEREIRA, E. M. D.; SOUZA, R. V. G. de; DINIZ, A. S. A. C. Habitação social e eficiência energética: um protótipo para o clima de Belo Horizonte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA, II, Anais... Vitória: ABEE, 2007. 7 p.
- BELO HORIZONTE. Lei nº 9725, DE 15 DE JULHO DE 2009. INSTITUI O CÓDIGO DE EDIFICAÇÕES DO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS. Disponível em > <https://leismunicipais.com.br/codigo-de-obras-belo-horizonte-mg> < Acessado em 01 de Outubro de 2016.
- BELO HORIZONTE. Lei nº 9.959, DE 20 DE JULHO DE 2010. ALTERA AS LEIS Nº 7.165/96 - QUE INSTITUI O PLANO DIRETOR DO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE - E Nº 7.166/96 – QUE ESTABELECE NORMAS E CONDIÇÕES PARA PARCELAMENTO, OCUPAÇÃO E USO DO SOLO URBANO NO MUNICÍPIO -, ESTABELECE NORMAS E CONDIÇÕES PARA A URBANIZAÇÃO E A REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA DAS ZONAS DE ESPECIAL INTERESSE SOCIAL, DISPÕE SOBRE PARCELAMENTO, OCUPAÇÃO E USO DO SOLO NAS ÁREAS DE ESPECIAL INTERESSE SOCIAL, E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS. Disponível em > <https://leismunicipais.com.br/a/mg/b/belo-horizonte/lei-ordinaria/2010/995/9959/lei-ordinaria-n-9959-2010-altera-as-leis-n-165-96-que-institui-o-plano-diretor-do-municipio-de-belo-horizonte-e-n-7-166-96-que-estabelece-normas-e-condicoes-para-parcelamento-ocupacao-e-uso-do-solo-urbano-no-municipio-estabelece-normas-e-condicoes-para-a-urbanizacao-e-a-regularizacao-fundiaria-das-zonas-de-especial-interesse-social-dispoe-sobre-parcelamento-ocupacao-e-uso-do-solo-nas-areas-de-especial-interesse-social-e-da-outras-providencias>< Acessado em 04 de Março de 2017.
- GUIMARÃES, Berenice Martins. Favelas em Belo Horizonte: tendências e desafios. Análise e conjuntura, Belo Horizonte, v. 7, n. 2;3, pp. 3-6, maio/dez. 1992.
- LEITE, Claudius; SCALON, Andrea; FONSECA, Maria. Programa Vila Viva: Intervenção em assentamentos precários. Belo Horizonte, 2007. Disponível em > portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/contents.do?evento=conteudo&idConteudo=22546&chPlc=22546&pIdPlc=&app=salanoticias< Acessado em 06 de Abril de 2016.
- PLHIS - Plano Local de Habitação de Interesse Social. Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, 2010.
- OLIVEIRA, Patrícia; CASTRO, José; GODINHO, Maria Helena. Coleção HABITARE ANTAC. Cap 16 - Orçamento Participativo da Habitação em Belo Horizonte – o caso do Conjunto Granja de Freitas III. Porto Alegre, 2007 pp 538-550.
- ROMERO, Marcelo; ORNSTEIN, Sheila. Coleção HABITARE ANTAC. Cap 1 - Avaliação Pós-ocupação: Métodos e Técnicas Aplicados à Habitação Social. Porto Alegre, 2007 p. 27.
- ORNSTEIN, Sheila. Avaliação Pós-Ocupação do Ambiente Construído / Sheila Ornstein, Marcelo Romero (colaborador). São Paulo: Studio Nobel: Editora da Universidade de São Paulo, 1992.
- SUDECAP - Tabela mensal de preço serviços de construção maio/2016 (com desoneração). Disponível em > <http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?evento=portlet&app=pbh&tax=53761&pg=5120&taxp=0> <. Acessado em 16 de Outubro de 2016.
- URBEL – Companhia Urbanizadora de Belo Horizonte. Projeto Executivo, Unidade Habitacional Tipo 1 e 2 – Detalhe das Esquadrias e Detalhe Sanitário/Cozinha. Folha 06, 2000.