

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Escola de Engenharia
Curso de Especialização: Produção e Gestão do
Ambiente Construído

Paulo Henrique Silva Magalhães

REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIO RESIDENCIAL NA
CIDADE DE OURO PRETO BUSCANDO A
ADEQUAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO

Belo Horizonte

2018

PAULO HENRIQUE SILVA MAGALHÃES

**REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIO RESIDENCIAL NA
CIDADE DE OURO PRETO BUSCANDO A
ADEQUAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização: Produção e Gestão do Ambiente Construído do Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista.

Orientador: Silvio Romero Fonseca Motta

**Belo Horizonte
2018**

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha noiva, que me apoiou incondicionalmente, aos meus familiares, que sempre estiveram presentes, e aos meus amigos, que me aconselharam e que torceram por mim. Obrigado.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço à Deus, pela oportunidade, o dom do conhecimento, força e coragem para suportar todos os obstáculos. Aos meus pais que me ensinaram os verdadeiros valores da vida e deram apoio nas decisões da vida. Ao meu grande amigo e tio Dadaco que tornou possível a realização deste sonho, além de todo o apoio de sempre, com suas orientações e direcionamento. Aos meus padrinhos Tiãozinho e Nair, por serem pilares de sabedoria e também por estarem sempre juntos comigo nesta caminhada. À Carla, minha amada que não mediu esforços em colaborar com a concretização deste trabalho e também pela paciência nos momentos de ausência. À Maria José, Camila e Matheus, por todo acolhimento em suas residências e todo apoio prestado. Aos colegas do curso em especial a Camila, Flávia, Gabriel, Gustavo, Luana, Raquel e Symara (estendendo as caronas), por serem grandes amigos e companheiros de trabalhos de classe. Ao Prof. Silvio pela atenção, orientação, confiança, apoio e dedicação demonstrada, pelos conhecimentos transmitidos e pelas críticas construtivas.

“Peça a Deus que abençoe seus planos e eles darão certo.”

Provérbios 16: 3

RESUMO

Com a inovação da tecnologia, a construção civil vem se sofisticando cada vez mais. E juntamente com o pensamento de construir vem a compreensão de se adequar às novas ideias da sustentabilidade, visando a otimização das obras, com novos recursos, sejam elas novas construções ou reformas de edificações. As reabilitações permitem que as edificações sejam requalificadas de acordo com a atual necessidade, além de transformar uma edificação melhorando as condições de conforto aos seus usuários, através de alterações em seu interior ou exterior. Este trabalho busca realizar a análise da reabilitação de um edifício residencial na cidade de Ouro Preto com o intuito da adequação e otimização do conforto térmico dos moradores. Foi realizada análise dos índice de voto médio predito (PMV) dos segundo e terceiro piso de uma edificação da cidade de Ouro Preto, MG, além do estudo da estrutura desta. Com base nos resultados, propõem-se adaptações para melhoria do conforto térmico, como substituição do tipo de piso por outro de menor condutibilidade e vedação das janelas ou substituição das mesmas.

Palavras-chave: *construção civil, sustentabilidade, reabilitação, conforto térmico, edificação.*

ABSTRACT

With the innovation of technology, civil construction has become more and more sophisticated. And along with the thought of building comes the understanding of adapting to new ideas of sustainability, aiming at optimizing works, with new resources, be they new constructions or building reforms. The rehabilitations allow the buildings to be re-qualified according to the current need, besides transforming a building improving the conditions of comfort to its users, through changes in its interior or exterior. This work seeks to perform the analysis of the rehabilitation of a residential building in the city of Ouro Preto with the purpose of adapting and optimizing the thermal comfort of the residents. We analyzed the predicted mean vote index (PMV) of the second and third floors of a building in the city of Ouro Preto, MG, in addition to its structure study. Based on the results, adaptations are proposed to improve thermal comfort, such as replacing the type of floor with one of less conductivity and window sealing or replacement of the same.

Keywords: *civil construction, sustainability, rehabilitation, thermal comfort, edification.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Esquema ilustrativo da termorregulação do corpo humano	16
Figura 2 - Curva PMV x PPD. PPD mínimo de 10%	20
Figura 3 – Diagrama do conforto humano	20
Figura 4 – Revestimento em porcelanato	21
Figura 6 – Revestimento em madeira,	22
Figura 8 – Janela em esquadria de madeira (com abas fechadas)	23
Figura 9 – Janela em esquadria de madeira (com abas abertas)	24
Figura 10 - Temperaturas máximas e mínimas médias da cidade de Ouro Preto, MG	25
Figura 11 - Níveis de conforto em unidade na cidade de Ouro Preto, MG	26
Figura 12 - Velocidade média do vento na cidade de Ouro Preto, MG	26
Figura 13 - Radiação solar incidente média na cidade de Ouro Preto, MG	27
Figura 14 – Planta do terreno.	28
Figura 15 – Planta do apartamento térreo (apartamento 101).	29
Figura 16 – Planta do apartamento duplex localizado no segundo e terceiro pavimento (apartamento 201).	30
Figura 17 – Planta do apartamento duplex localizado no segundo e terceiro pavimento (apartamento 201).	31
Figura 19 – Fachada	33
Figura 20 – Divisórias dos quartos em madeira	36
Figura 21 – Vista da sala do 2º andar do apto 201 (forro de madeira)	36
Figura 22 – Vista do forro de gesso e janela da sala do 2º andar (apto 201)	37
Figura 23 – Janela da sala do 2º andar (apto 201)	37
Figura 24 – Janela da sala do 2º andar e do 1º andar (apto 201) vista do exterior da casa	38
Figura 25 – Janela do quarto do 2º (apto 201)	38
Figura 26 – Escada de acesso do 2º para o 1º andar (apto 201)	39
Figura 27 – Janela da sala do 1º andar (apto 201)	39
Figura 28 – Porta da sala do 1º andar (apto 201)	40

Figura 29 – Janela do quarto do 1º (apto 201)	40
Figura 30 – Janela da cozinha do 1º (apto 201)	41
Figura 31 – Janela da cozinha do 1º (apto 201)	41
Figura 32 – Janela do banheiro	42
Figura 33 – Janela do corredor	42
Figura 34 – Piso de ardósia (quartos, sala e cozinha)	43
Figura 35 – Vista da escada externa	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Escala sétima de ASHRAE	19
Tabela 2 – Janelas de ferro localizadas no apartamento 101	34
Tabela 3 – Janelas de ferro localizadas no apartamento 201 – (primeiro andar)	35
Tabela 4 – Janelas de ferro localizadas no apartamento 201 – (segundo andar)	35
Tabela 5 – Dados ambientais por cômodo da edificação (1º Piso do apto 201)	44
Tabela 6 – Dados ambientais por cômodo da edificação (2º Piso do apto 201)	45
Tabela 7 – Avaliação do conforto térmico (opinião dos moradores)	46

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CEPAGRIL - Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas aplicadas à
Agricultura

CGE – Centro de Gerenciamento de Emergências Climáticas

IPHAN – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional

OMS – Organização Mundial de Saúde

PMV – *Predicted Mean Vote* (Voto médio predito)

PPD – *Predicted Percentage of Dissatisfied* (Porcentagem de pessoas insatisfeitas)

UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

SÚMARIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVOS	12
2.1	Objetivo geral	12
2.2	Objetivos específicos	12
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
3.1	Reabilitação das edificações	13
3.2	Sustentabilidade nas edificações	14
3.3	Conforto térmico	15
3.3.1	<i>Mecanismos de autorregulação da temperatura do corpo humano</i>	15
3.3.2	<i>Variáveis do conforto térmico</i>	17
3.3.3	<i>Índices de conforto térmico</i>	18
3.4	Materiais a se utilizar e tipos de revestimentos	21
4	METODOLOGIA (ESTUDO DE CASO)	24
4.1	Características climáticas da cidade de Ouro Preto - MG	24
4.2	Apresentação da edificação	28
4.3	Avaliação do conforto térmico e propostas de alterações para melhoria	44
4.4	Resumo da análise do estudo de caso	46
5	CONCLUSÕES	47
	REFERÊNCIAS	49

1 INTRODUÇÃO

A cidade de Ouro Preto foi fundada em 1711 pelos bandeirantes e possui como característica a arquitetura colonial. Em 1933 foi apresentada como Monumento Nacional e em 1938 foi tombada pelo IPHAN devido ao seu complexo arquitetônico e urbanístico. Em 5 de setembro de 1980, foi dada como patrimônio mundial pela UNESCO, sendo o primeiro bem cultural brasileiro inscrito na lista do patrimônio mundial.

Por ser um local histórico e considerado patrimônio mundial, é necessária a preservação de suas construções características, principalmente as localizadas no centro, de forma que não se modifique a fachada e determinadas particularidades das edificações. Porém, em bairros que não pertence ao perímetro de tombamento pode-se construir e reformar edificações sem as mesmas restrições impostas à parte antiga da cidade.

Por sua vez, algumas das reformas realizadas na cidade são para otimizar a função e o conforto dos edifícios. Ora por questões de restauro, ora por questões de reabilitação e também por questões de melhoria do conforto e de redução de gastos.

Este estudo de caso, se justifica pela necessidade da sensação do conforto térmico nas edificações residenciais da cidade de Ouro Preto, que, possui um clima com temperaturas baixas e as residências em grande maioria não estão dotadas de um sistema construtivo pensado para este fim.

A residência localizada à rua Hamilton Lázaro da Silva, nº 70, bairro Bauxita, foi analisada com intuito de realizar sua adequação devido à elevada umidade e temperaturas baixas. Pode-se pressupor que o desconforto térmico é piorado pelo tipo de revestimento de piso instalado na construção (ardósia) e pelo vento que passa pelas frestas das janelas.

A análise do conforto térmico foi realizada por meio de questionário aplicado aos usuários da edificação, PMV^1/PPD^2 , índices discutidos e elucidados neste trabalho. Como proposta para solucionar o problema identificado, o presente

¹ PMV – *Predicted Mean Vote* (Voto Médio predito)

² PPD – *Predicted Percentage of Dissatisfied* (Porcentagem de pessoas insatisfeitas)

trabalho apresenta sugestões do que pode ser feito como medida de reabilitação para que haja uma melhor sensação conforto térmico dentro da edificação.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Estudar a reabilitação de uma edificação residencial na cidade de Ouro Preto, com o intuito de otimizar o conforto térmico dos moradores.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar as características do clima de Ouro Preto
- Identificar as características de conforto da casa situada à rua Hamilton Lázaro da Silva, n70, bairro Bauxita, Ouro Preto – MG
- Estudar estratégias de reabilitação e requalificação de edifícios históricos
- Propor intervenções e requalificação da casa estudada buscando a adequação do conforto térmico

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Reabilitação das edificações

Reabilitar as edificações, é dar nova vida para as construções, melhorar as condições da edificação para as suas atribuições, restituindo e reabilitando a edificação para o melhoramento de suas atividades. Vai desde a modificação para um novo uso como também uma simples reforma para aprimorar o conforto dos usuários. É necessário, sustentável e ainda renova uma edificação que não está atendendo o uso diário.

De acordo com Jesus (2008, p 11) o termo reabilitação não é conceitual e por conta disso há vários trabalhos distintos com diferente aplicabilidade. Como é o caso para conservação, restauração, manutenção, alteração, *retrofit*, reparo e reforma.

Segundo Ferreira, (2004) o termo reabilitação é mais utilizado no meio médico, uma vez que se refere a recuperação das funcionalidades posteriormente a uma enfermidade.

Assim, para tornar mais entendível a utilização deste termo, é necessário vincular com o que se deseja identificar.

Conservação e restauro, segundo Rato (2003) é usual para edificações que integram o patrimônio histórico (igrejas, museus e demais construções antigas). Jesus (2008) salienta o cuidado que tem que se ter nas atividades realizadas para que haja a permanências das características originais.

Manutenção conforme a NBR 5674 (1999) são atividades em prol da conservação e recuperação de uma edificação. Podendo ser rotineira (serviços constantes executados de forma simples e padronizada com mão de obra permanente), planejada (serviços realizados de forma organizada e antecipada, com solicitação dos usuários) e não planejada (atividades imprevisíveis e de emergência cuja intervenção deve ser instantaneamente)

Retrofit, de acordo com Asmussen (2004), quaisquer componente do sistema predial que por motivo de desuso ou que esteja ultrapassado precisou-se ser substituído. Visando sempre a redução de desperdícios de recursos energéticos. Energia elétrica, água e gás.

Reparo de acordo com Bonin (1988) são atividades de cunho preventivas e corretivas de materiais, elementos ou equipamentos efetuadas ainda com o edifício em estado de qualidade mínima de funcionamento especificado pela equipe de manutenção.

Diante dos conceitos já referidos, o presente trabalho adota o termo reabilitação como terminologia do presente estudo. De acordo com Jesus (2008) a reabilitação pode ser classificada em três níveis: Nível 1 (remoção, reutilização ou aplicação de novos materiais, elementos ou equipamentos, nível 2 (reconfiguração dos espaços do edifício) e nível 3 (alterações que representam mais de 50% da área total).

3.2 Sustentabilidade nas edificações

A palavra Sustentabilidade possui origem do latim “*sustentare*”, que significa sustentar, apoiar e conservar. Este conceito está associado com princípios, métodos e atitudes, como evitar o desperdício de água, utilizar energias renováveis, preservar a fauna e a flora, priorizar a reciclagem, etc. Como resultado objetiva-se, principalmente, a preservação dos recursos naturais.

De acordo com as NAÇÕES UNIDAS (1987), por meio da Comissão Mundial do Ambiente e do Desenvolvimento o conceito de Desenvolvimento Sustentável considera que deve suprir as atuais carências sem prejudicar a próxima geração de fazer o mesmo. Podemos considerar o desenvolvimento sustentável, então, como uma proposta de se reduzir os impactos negativos do processo de urbanização atual para as gerações futuras.

No aspecto da construção civil, esta é considerada uma área responsável pelo consumo significativo de recursos energéticos, e de materiais com alta emissão de CO₂, produção de lixo e movimentação de terra (FARIA, 2013). Neste contexto, otimizar a utilização de recursos, seja no processo de construção ou na utilização desta, é uma forma de se atuar de modo a aumentar a sustentabilidade da edificação. Considerar o conforto térmico, por exemplo, durante o processo de construção, reforma ou reabilitação de uma estrutura, é atuar com eficiência

energética, já que, o consumo de energia para controlar a temperatura, tende a ser menor. Pode-se ampliar essa ideia para outros tipos de conforto ambiental.

3.3 Conforto térmico

O conceito de conforto térmico integra aquele de conforto ambiental, que, está relacionado à satisfação dos usuários de uma edificação em relação à luminosidade, ao ruído, à qualidade do ar interno, à ergonomia e à temperatura, incluindo o resultado da combinação de fatores internos e externos à estrutura.

O conforto, em si, é uma avaliação subjetiva, pessoal, que inclui a satisfação com a interação entre o corpo e o ambiente, no caso, o ambiente térmico, que envolve a pessoa (FARIA, 2013). Sendo assim, pode-se dizer que este conforto é também uma condição mental, somada a variáveis pessoais e ambientais, como vestimenta, atividade física, temperatura do ar, temperatura média radiante, velocidade do ar e umidade relativa do ar (Borges, 2016). Este conceito, portanto, envolve o controle exercido pelos mecanismos de termorregulação do corpo humano em relação às características do ambiente físico a que este está submetido. É uma resposta comportamental às condições ambientais (HUMPHREYS; NICOL, 1998).

3.3.1 Mecanismos de autorregulação da temperatura do corpo humano

O organismo humano tende à homeostasia, que implica o mecanismos de controle das interações entre o corpo humano (meio interno) e o ambiente (meio externo a este). As constantes alterações e vias bioquímicas do sistema biológico humano levam ao equilíbrio térmico necessário para sua própria manutenção, que é alterado pela constante troca de matéria e de energia entre corpo e meio. Baseando-se nessa ideia, pode-se classificar o corpo humano como um sistema termodinâmico aberto.

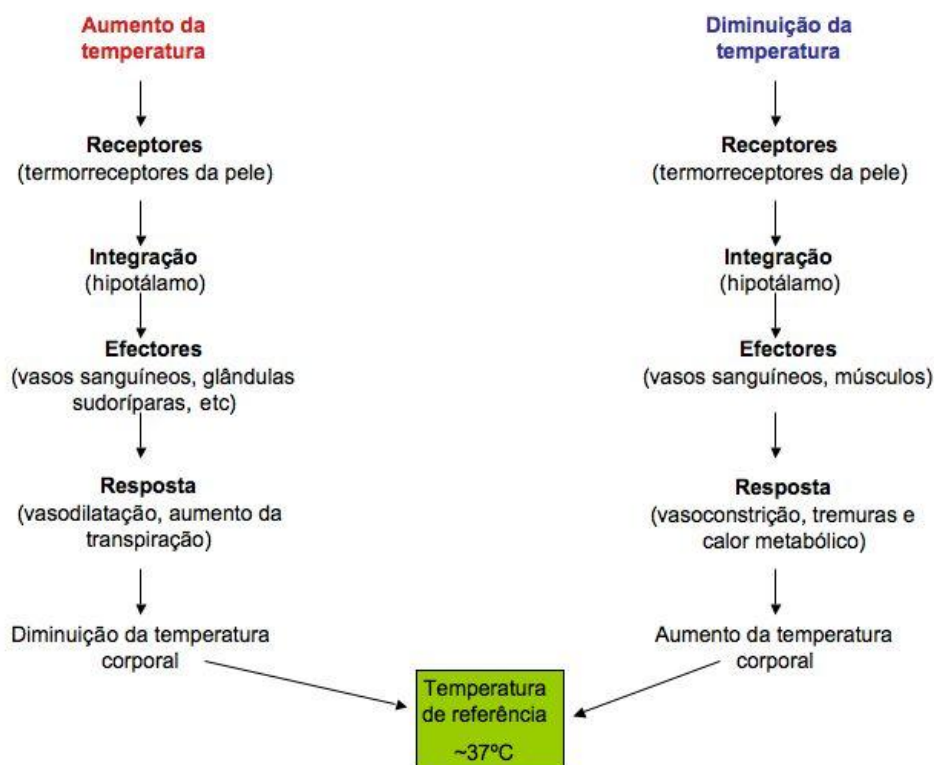
Considerado um “termostato humano”, o hipotálamo, estrutura do sistema nervoso central, é o principal responsável pela integração entre este, o sistema endócrino e os órgãos internos e externos (como a pele), sendo uma das principais estruturas responsáveis pela homeostasia corporal (GUYTON; HALL, 2006). Não é o

objetivo, aqui, descrever os mecanismos fisiológicos humanos para a regulação da temperatura interna e da manutenção da homeostase, mas vale ressaltar algumas alterações que implicam na sensação de conforto térmico.

Constatada uma perda de calor para o ambiente (temperatura externa abaixo daquela do corpo) ou uma variação desta em curto intervalo de tempo, o organismo apresenta uma série de modificações que visa diminuir a perda de calor e manter a temperatura mínima para o adequado funcionamento dos sistemas bioquímicos. Entre essas alterações, tem-se: a vasoconstrição, a ereção de pelos, contrações musculares involuntárias (tremores, com produção de energia térmica temporária).

Quando o corpo apresenta uma tendência a receber calor do ambiente (temperatura externa elevada em relação àquela do organismo humano), as alterações fisiológicas ocorrem no sentido de aumentar a transferência de calor do corpo para o ambiente externo, evitando o aumento da temperatura do sistema humano. Entre as modificações principais, tem-se: vasodilatação, transpiração e o aumento da frequência respiratória. (COSTANZO, 2014).

Figura 1- Esquema ilustrativo da termorregulação do corpo humano



(Fonte: Casa das ciências, 2018)

3.3.2 Variáveis do conforto térmico

Como já descrito, o conforto térmico depende de variáveis individuais e variáveis ambientais, que resultam em uma resposta comportamental do corpo humano às condições a que se submete em dado momento, gerando a interpretação de conforto, de neutralidade ou de desconforto térmico.

As principais variáveis climáticas, segundo Faria, (2013 p. 32) são:

- Temperatura do ar: a camada de ar que se encontra próxima à pele (ao redor do indivíduo) é aquela responsável pelas trocas de calor do corpo com o ambiente e, para que isso ocorra, em termos físicos, é necessário que temperatura do ambiente esteja menor que 37°C, considerando-se a média da temperatura do corpo humano. Se a temperatura estiver muito baixa, há a percepção de frio e, ao contrário, se muito alta, há a percepção de calor. Ambas as percepções são causas de desconforto térmico.

- Umidade relativa: esta interfere na autorregulação da temperatura do corpo humano por meio da evaporação de fluidos corporais. Quanto maior é a quantidade de vapor no ar ao redor do corpo, menor ou mais inibida é a perda de calor por meio do processo de evaporação. Este mecanismo depende, ainda, do movimento do ar ao redor. Quanto mais seco o ar (menor umidade relativa), menor é a sua saturação e mais favorável é ao mecanismo de evaporação de fluidos. Neste tópico, ainda devemos considerar a umidade relativa do ar mínima para que não haja danos orgânicos, capazes também de produzir desconforto. Segundo o Centro de Gerenciamento de Emergências Climáticas (CGE), que segue as recomendações da Organização Mundial de Saúde (OMS), a escala técnica desenvolvida pelo Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas aplicadas à Agricultura (Cepagril), da Universidade de Campinas/SP (Unicamp), classifica os níveis críticos da umidade do ar em: estado de atenção (entre 21 e 30%), estado de alerta (entre 12 e 20%) e estado de emergência (abaixo de 12%), considerando-se as repercussões fisiológicas humanas e ambientais. A OMS estabelece que índices inferiores a 60% não são adequados para a saúde humana, considerando-se, no entanto, não apenas a sensação térmica, mas as consequências físicas desse fato. (Centro de gerenciamento de emergências climáticas, 2018).

- Radiação solar incidente: a radiação solar produz efeito de aquecimento sobre a pele ou sobre a vestimenta atingida por ela, bem como pelas superfícies adjacentes, que podem refletir ou difundir a radiação recebida e interferir também nesse controle corporal. Assim, não só a quantidade de radiação, mas os materiais e as superfícies ao redor do corpo humano, podem transmitir tal radiação de forma indireta e alterar a percepção de frio ou calor em um momento.

Segundo Faria, (2013 p. 32), a vestimenta constitui uma “resistência térmica adicional” e a atividade motora aumenta a produção de energia térmica e provoca a dissipação desta pelo corpo, aumentando a sensação de calor.

3.3.3 Índices de conforto térmico

O conceito de conforto térmico, como aqui discutido, envolve fatores ambientais que podem ser bastante variáveis, em um curto intervalo de tempo, e dependente da própria estrutura da edificação em que se encontra, e envolve também fatores individuais, o que o torna subjetivo e relativo a todas as essas variáveis expostas. Logo, pode-se afirmar que é impossível definir, com exatidão, uma zona termicamente confortável, mas existem índices cujo objetivo é avaliar tal sensação de forma mais objetiva, considerando-se sua própria relatividade.

Os índices de conforto térmico utilizados no trabalho foram *Predicted Mean Vote* (PMV), ou voto médio predito, e o *Predicted Percentage of Dissatisfied* (PPD), ou percentual de pessoas insatisfeitas.

O primeiro, o índice PMV, leva em conta a sensação e a percepção de cada indivíduo que se encontra em um mesmo ambiente, com vestimentas e com atividades diferentes, de forma coletiva, ou seja, trabalha com a média da sensação de um grupo de pessoas. Este índice, desenvolvido em 1970 (FANGER, 1972), avalia um coletivo de indivíduos com base em uma escala simétrica em relação ao ponto zero, chamada de escala sétima de ASHRAE (ASHRAE, 1987). Considera-se um escala de conforto térmico, à partir da interpretação individual, que varia entre os valores numéricos -3 e +3, sendo os valores positivos relacionados às sensações de calor e os valores negativos, relacionados às sensações de frio.

Tabela 1 – Escala sétima de ASHRAE

+3	Muito quente
+2	Quente
+1	Levemente quente
0	Neutro
-1	Levemente frio
-2	Frio
-3	Muito frio

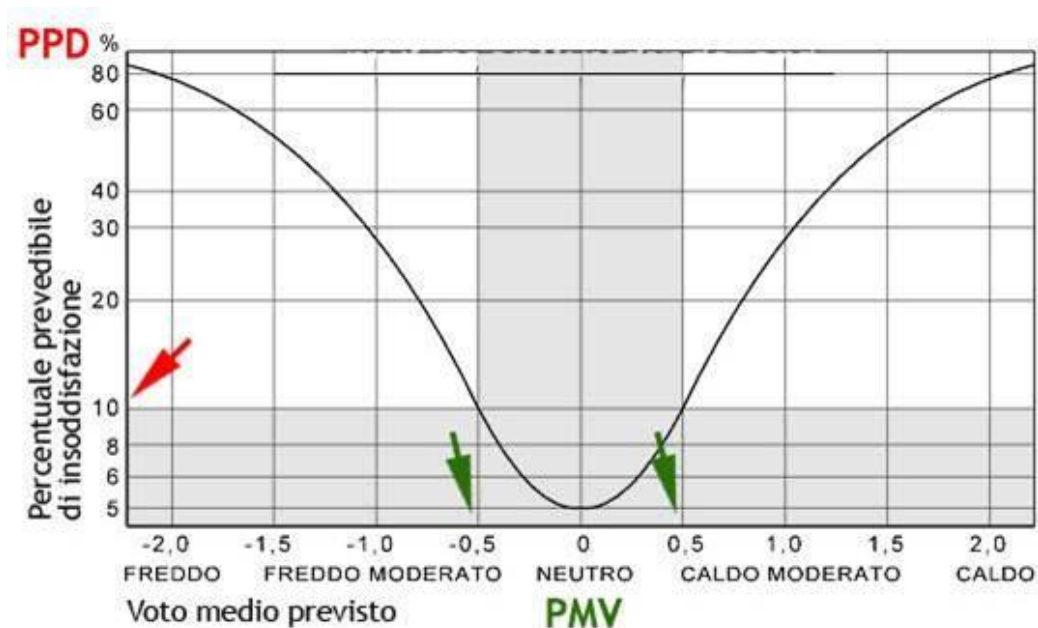
Fonte: (AUTOR, 2018) Adaptado de (ASHRAE, 1987)

Considerando-se as diferenças físicas e de percepção individual, que são constatadas de forma coletiva pelo índice PMV, é esperado que sempre haja uma percentagem de pessoas insatisfeitas, e dissonantes das demais. Com o isso, o objetivo do índice PPD, por sua vez, é prever quantitativamente o número de pessoas insatisfeitas em um dado ambiente térmico (pessoas que gostariam que o ambiente estivesse mais quente ou mais frio, ou aquelas que votam +3, +2 ou -3 e -2 na escala de ASHRAE). Ele pode ser determinado com base no gráfico PPD x PMV.

A norma internacional ISO 7730, de 1984, adotou as pesquisas de Fanger, recomendando-se o seguinte: “para espaços de ocupação humana termicamente moderadas, o PPD deve ser menor que 10%” (ISO, International Organization For Standardization. 1995). Tais valores, de acordo com o gráfico citado, corresponde a uma faixa de PMV de -0,5 a +0,5.

A Figura 2, representa a Curva PMV x PPD. PPD mínimo de 10%, recomendado pela ISSO 7730 (seta vermelha). Faixa de PMV entre -0,5 e +0,5, correspondente à faixa de conforto neutro (setas verdes).

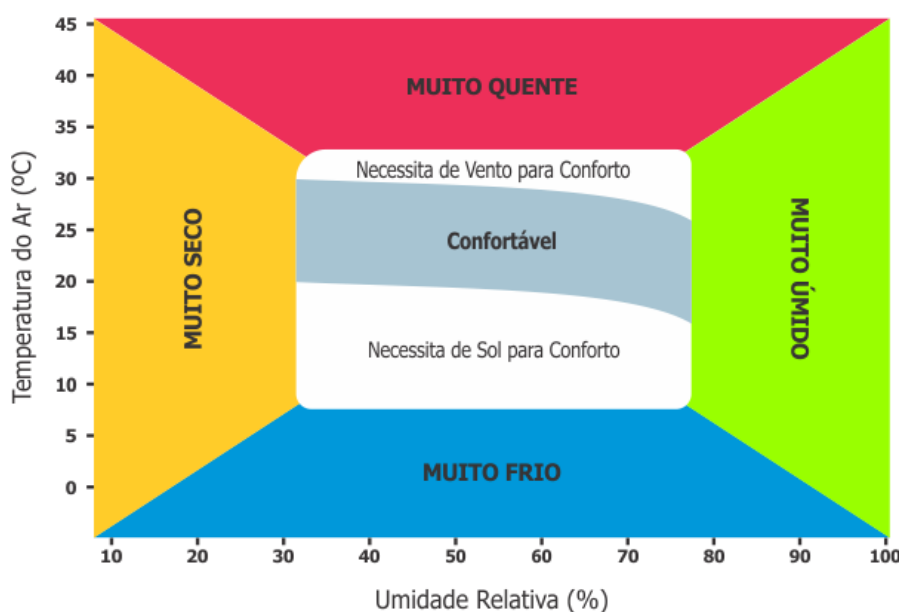
Figura 2 - Curva PMV x PPD. PPD mínimo de 10%



Fonte: (Deltaohn, 2018)

A *World Meteorological Organization (WMO)*, em 1998, publicou um Diagrama do Conforto Humano, que apresenta propostas de intervenção no ambiente de acordo com a temperatura do ar, a umidade relativa do ar e a sensação térmica e de umidade provocadas por ambos no organismo humano.

Figura 3 – Diagrama do conforto humano



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 1998)

3.4 Materiais a se utilizar e tipos de revestimentos

Percebe-se que em casas com pouca insolação, estas, se tornam locais que transmite a sensação de frio. Porém quando é realizado um planejamento de estudo sobre as circunstâncias locais como clima, posição solar, locação do imóvel no lote edirecionamento quanto ao norte, é possível se tornar mais fácil de ter conforto no inverno e também no verão.

Os próprios materiais de acabamento e revestimento auxiliam para o que se deseja na edificação. Em regiões frias e úmidas, como é o caso de Ouro Preto, há a necessidade por questões térmicas de se utilizar revestimentos que possuem em suas características o isolamento térmico, como exemplo a madeira, carpete e materiais vinílicos. Já em locais cuja temperatura é mais elevada, o indicado é usar revestimentos como cerâmicas, granitos, porcelanatos (Figura 4), ambos materiais mais frios, que auxiliam a refrescar o ambiente.

Figura 4 – Revestimento em porcelanato

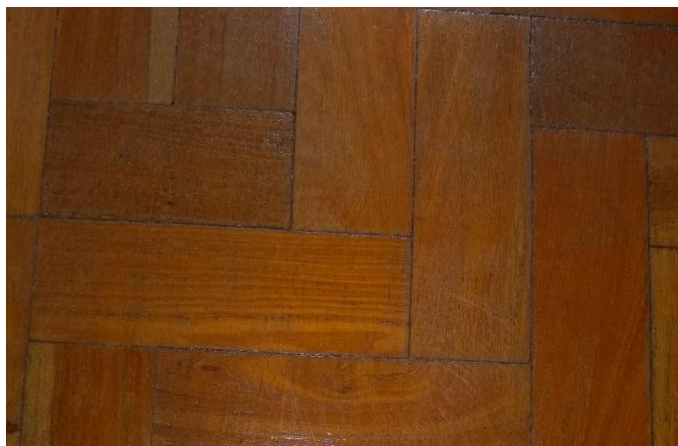


Fonte: (ELIANE revestimentos cerâmicos, 2018)

Em alguns casos, quando não se é possível substituir o atual revestimento do piso, como alternativa há o uso de tapetes de tecidos ou emborrachados. Ambos vão diminuir o contato com o piso que transmite a sensação fria.

Quando o clima está com temperaturas baixas, como exemplo no inverno, o piso revestido em madeira (Figura 5 e 6) por ser considerado um material isolante, se tornando mais agradável ao pisar descalço no chão e também reduzindo a sensação de frio ascendente.

Figura 5 – Revestimento em madeira, Taco



Fonte: (AUTOR, 2018)

Figura 6 – Revestimento em madeira,



Fonte: (AUTOR, 2018)

A Figura 7, ilustra uma janela com esquadria em material de PVC com isolamento térmico que se encontra facilmente em lojas de departamento voltado para a construção civil. Este modelo é sugerido devido a sua excelente capacidade de isolar ambientes externos e internos da interperies, condicionando dessa maneira um melhor conforto térmico para os residentes.

Figura 7 – Janela em esquadria de PVC



Fonte: (LEROY MERLIN, 2018)

A Figura 8 e 9 ilustram respectivamente uma mesma janela em madeira com as abas de ventilação fechadas e abertas. Este modelo é bem interessante devido a opção de escolha do usuário em deixa-la totalmente aberta, somente com a claridade do sol ou totalmente fechada.

Figura 8 – Janela em esquadria de madeira (com abas fechadas)



Fonte: (AUTOR, 2018)

Figura 9 – Janela em esquadria de madeira (com abas abertas)



Fonte: (AUTOR, 2018)

4 METODOLOGIA (ESTUDO DE CASO)

4.1 Características climáticas da cidade de Ouro Preto - MG

Em Ouro Preto, por conta do surgimento de mofo e bolor nas paredes, oriundos da alta umidade e baixas temperaturas, observa-se a necessidade de se ter uma boa ventilação no interior das residências para que haja a circulação do ar. Como solução, ao utilizar janelas com vãos maiores, auxiliará no fluxo de ar no interior da residência.

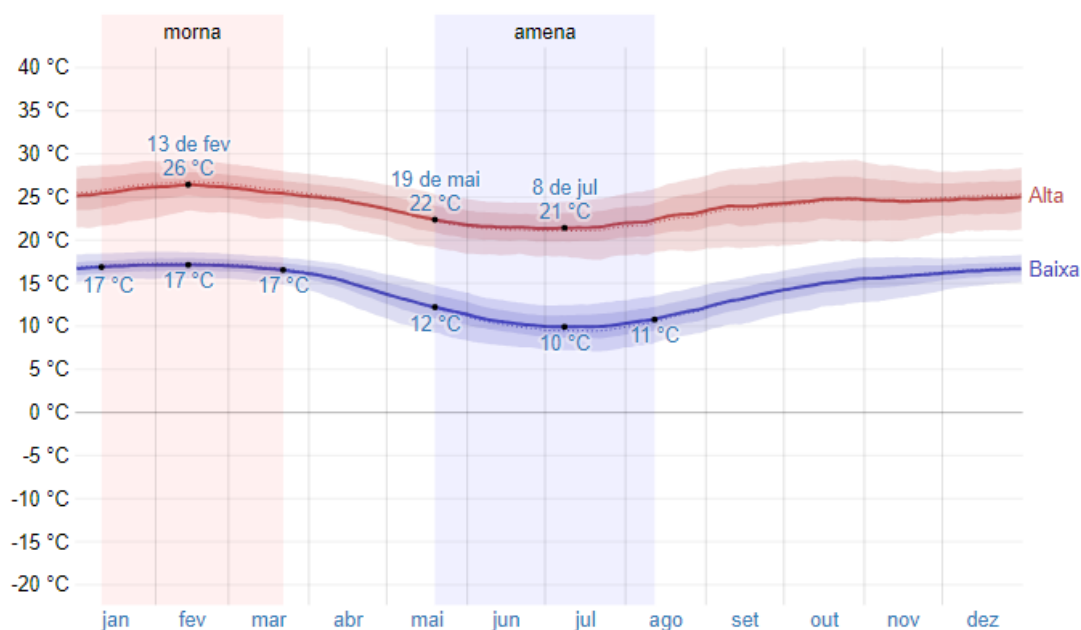
Há situações que as janelas que possuem frestas possibilitam a troca do ar quente interno pelo ar frio externo causando o desconforto térmico por conta da sensação de frio dentro do ambiente. Como solução, pode-se instalar veda frestas em portas e janelas, colocar cortinas ou substituir os vidros simples por duplos para contribuir na redução da troca de ar dos ambientes.

Como descrito previamente, o conceito de conforto térmico envolve variáveis humanas e ambientais. As principais variáveis ambientais são as climáticas:

temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do ar e radiação solar incidente. Já que, aqui, discutiremos o conforto térmico de uma residência localizada na cidade de Ouro Preto, MG, cabe ressaltar as características desta em relação aos aspectos citados. Tais informações foram retiradas do site WeatherSpark.com, ferramenta que fornece relatórios detalhados do clima típico de 150.165 localidades distribuídas por todo o mundo. O relatório analisa estatística de relatórios históricos e reconstruções de modelos de 1 de janeiro de 1980 a 31 de dezembro de 2016, segundo informações da base de dados.

A Figura 10 apresenta a Temperatura máxima (na linha vermelha) e mínima (linha azul) médias, com faixas do 25° ao 75° e do 10° ao 90° percentil. As linhas finas pontilhadas são as temperaturas médias percebidas correspondentes.

Figura 10 - Temperaturas máximas e mínimas médias da cidade de Ouro Preto, MG



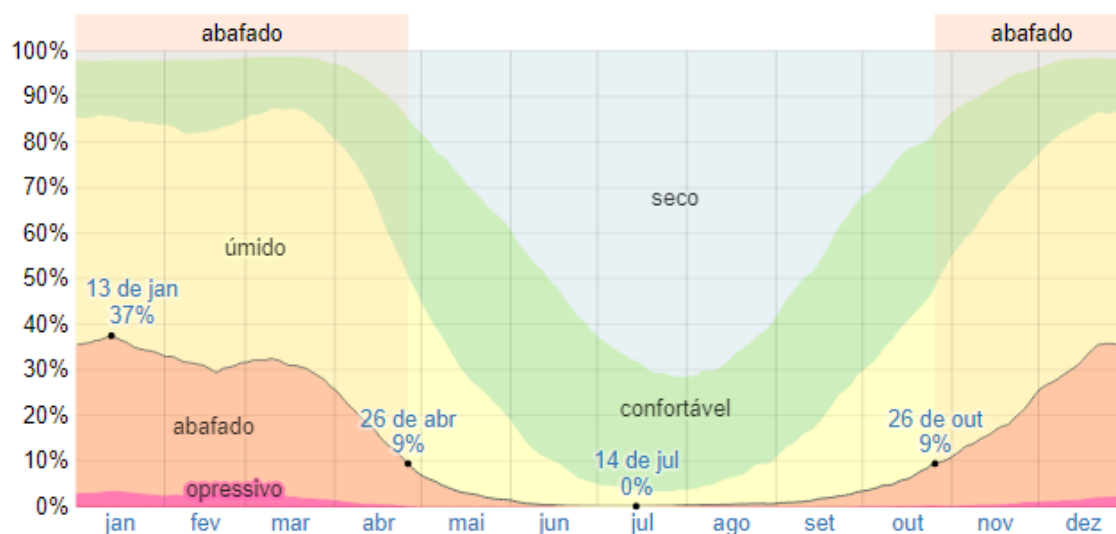
Fonte: (WeatherSpark, 2018)

A Figura 11 mostra que a cidade de Ouro Preto, MG tem uma variação significativa na sensação de umidade. O período mais abafado do ano dura cerca de seis meses (de outubro a abril), no qual o nível de conforto é abafado, opressivo ou extremamente úmido, pelo menos em 9% do tempo.

A porcentagem do tempo passado nos vários níveis de conforto de umidade, caracterizados pelo ponto de orvalho: seco < 13°C < confortável < 16°C < úmido <

18°C < abafado < 21°C < opressivo < 24°C < extremamente úmido.

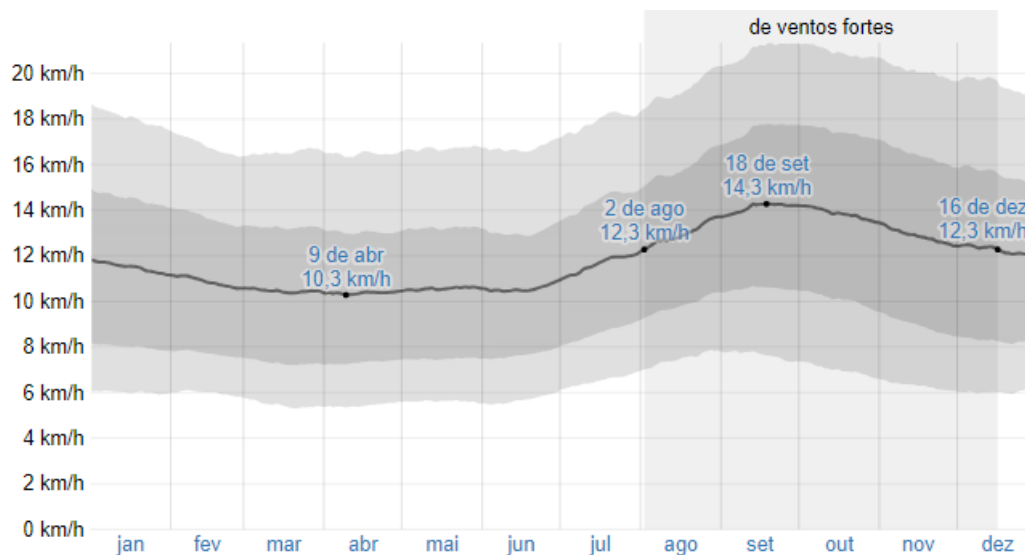
Figura 11 - Níveis de conforto em umidade na cidade de Ouro Preto, MG



Fonte: (WeatherSpark, 2018)

A Figura 12 representa a Velocidade média horária do vento (linha cinza escuro), com faixas do 25° ao 75° e do 10° ao 90° percentil.

Figura 12 - Velocidade média do vento na cidade de Ouro Preto, MG



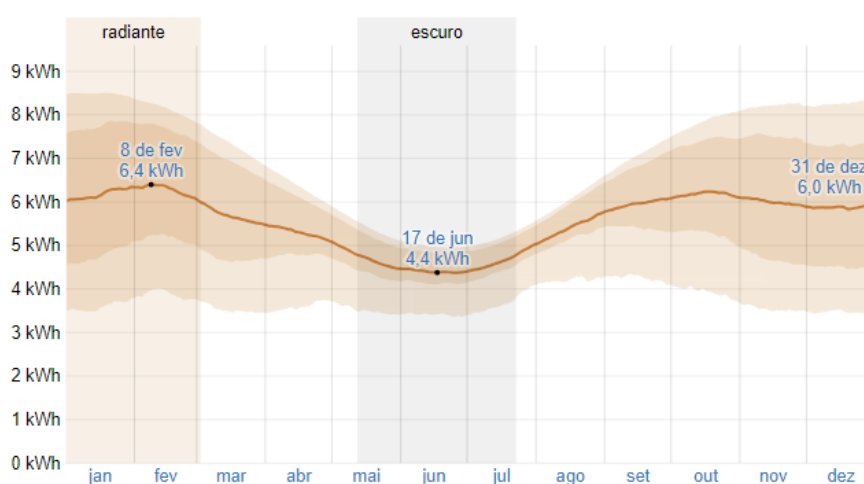
Fonte: (WeatherSpark, 2018)

A velocidade horária média do vento em Ouro Preto passa por variações sazonais pequenas ao longo do ano. Essa medida leva em conta o vetor médio

horário de vento (velocidade e direção do mesmo), em área ampla, a 10 metros acima do solo. Logo, a sensação de vento em um determinado local é fortemente dependente da topografia local e de outros fatores. É importante ressaltar que esta é uma medida média e que a direção e a velocidade e a direção do vento em um instante variam muito mais do que as medias horárias aqui descritas.

Na figura 13, representa-se a energia solar de ondas curtas média que chega ao solo (linha laranja), por metro quadrado, com faixas do 25° ao 75° e do 10° ao 90° percentil.

Figura 13 - Radiação solar incidente média na cidade de Ouro Preto, MG



Fonte: (WeatherSpark, 2018)

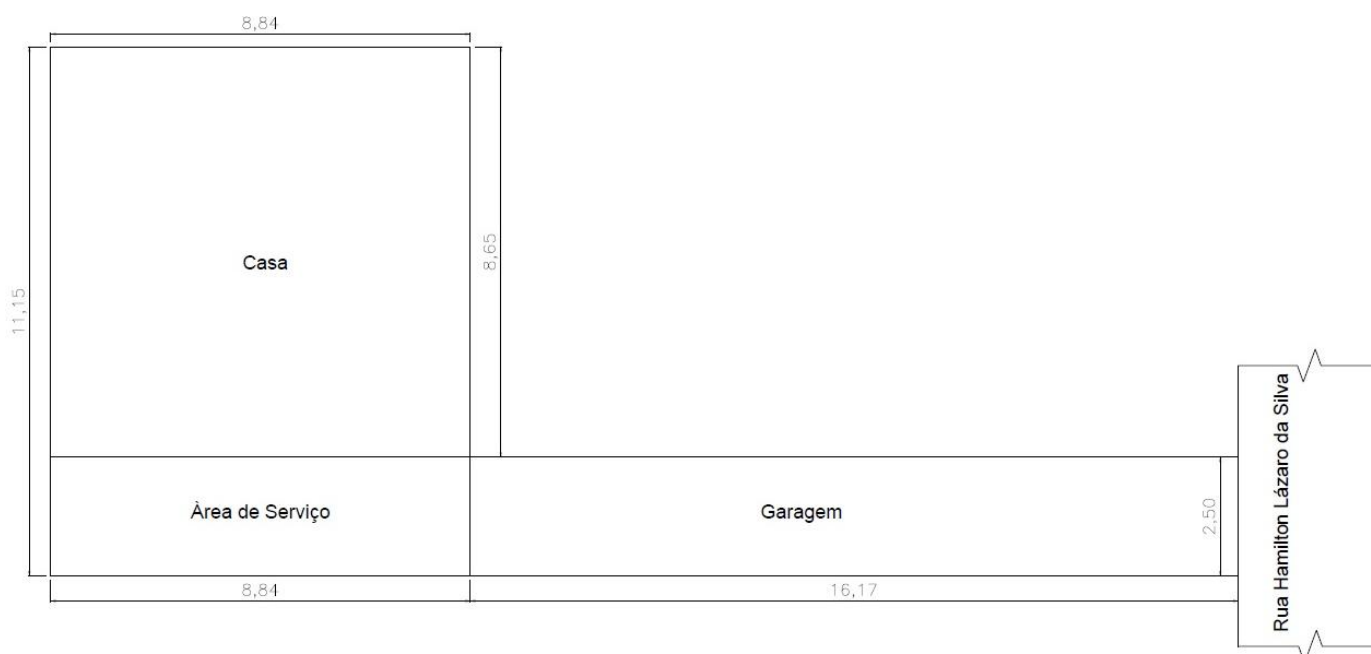
A energia solar de ondas curtas incidente diária média passa por variações sazonais moderadas ao longo do ano, na cidade de Ouro Preto. O período mais radiante do ano dura em média 2,1 meses (dezembro a março) e o período mais escuro do ano dura em média 2,3 meses (maio a julho), com média diária de energia de ondas curtas incidente por metro quadrado abaixo de 4,8 kWh. A radiação de ondas curtas inclui a luz visível e a radiação ultravioleta. O total diário incidente de energia solar de ondas curtas que chega à superfície do solo ao longo de uma área ampla, inclui as variações sazonais na duração do período de dia, na elevação do sol acima do horizonte e na absorção de raios por nuvens e por outros elementos atmosféricos.

4.2 Apresentação da edificação

A edificação do estudo de caso possui 195m² construídos distribuídos em 3 pavimentos e está localizada à Rua Hamilton Lázaro da Silva, nº 70, bairro Bauxita na cidade de Ouro Preto – MG em um terreno de 138,91 m².

Como pode-se observar na Figura 14, a planta do terreno está dividida em três partes: garagem com 40,41m² (2,50m de largura e 16,17m de comprimento); área de serviço comum com 22,08m² (2,50m largura e 8,84m de comprimento) e a casa ocupando no terreno 76,42m² (8,65m de largura e 8,84m de comprimento).

Figura 14 – Planta do terreno.



Fonte: (AUTOR, 2018)

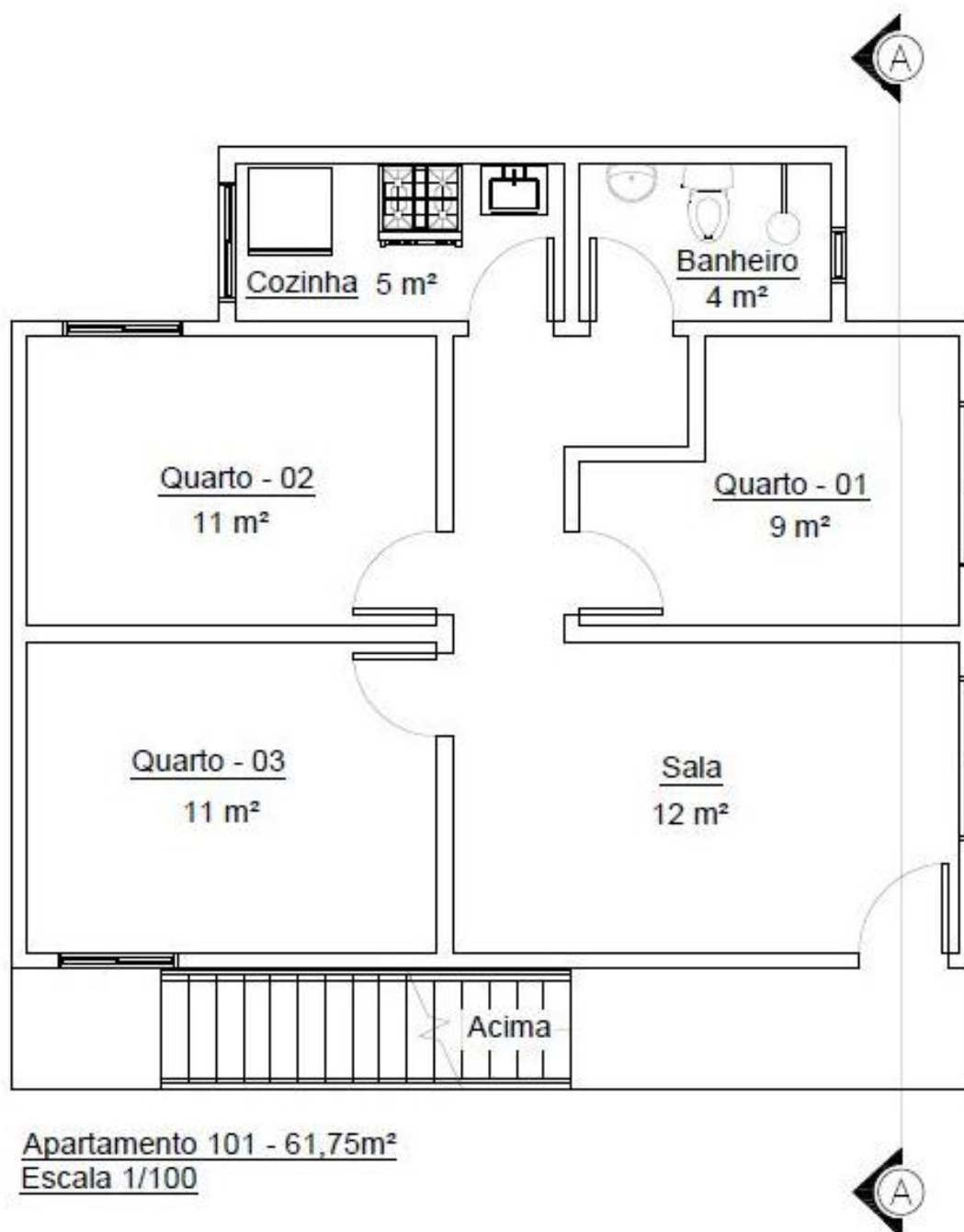
No nível da rua (rua Hamilton Lázaro da Silva), a entrada da edificação se dá pela garagem que possui uma parte de 8m de comprimento com cobertura. O restante da garagem é descoberto. Em seguida, também sem cobertura vem a área de serviço comunitária, que atende as duas moradias.

Conforme planta na Figura 15, o apartamento térreo (apto 101) possui três quartos, sendo dois de 11m² e um com 9m², uma sala com 12m², um banheiro com 4m² e uma cozinha com 5m², totalizando 61,75m² de área.

Conforme planta na Figura 16 e Figura 17, o apartamento duplex que ocupa o segundo e terceiro pavimento (apto 201) possui no segundo pavimento dois quartos,

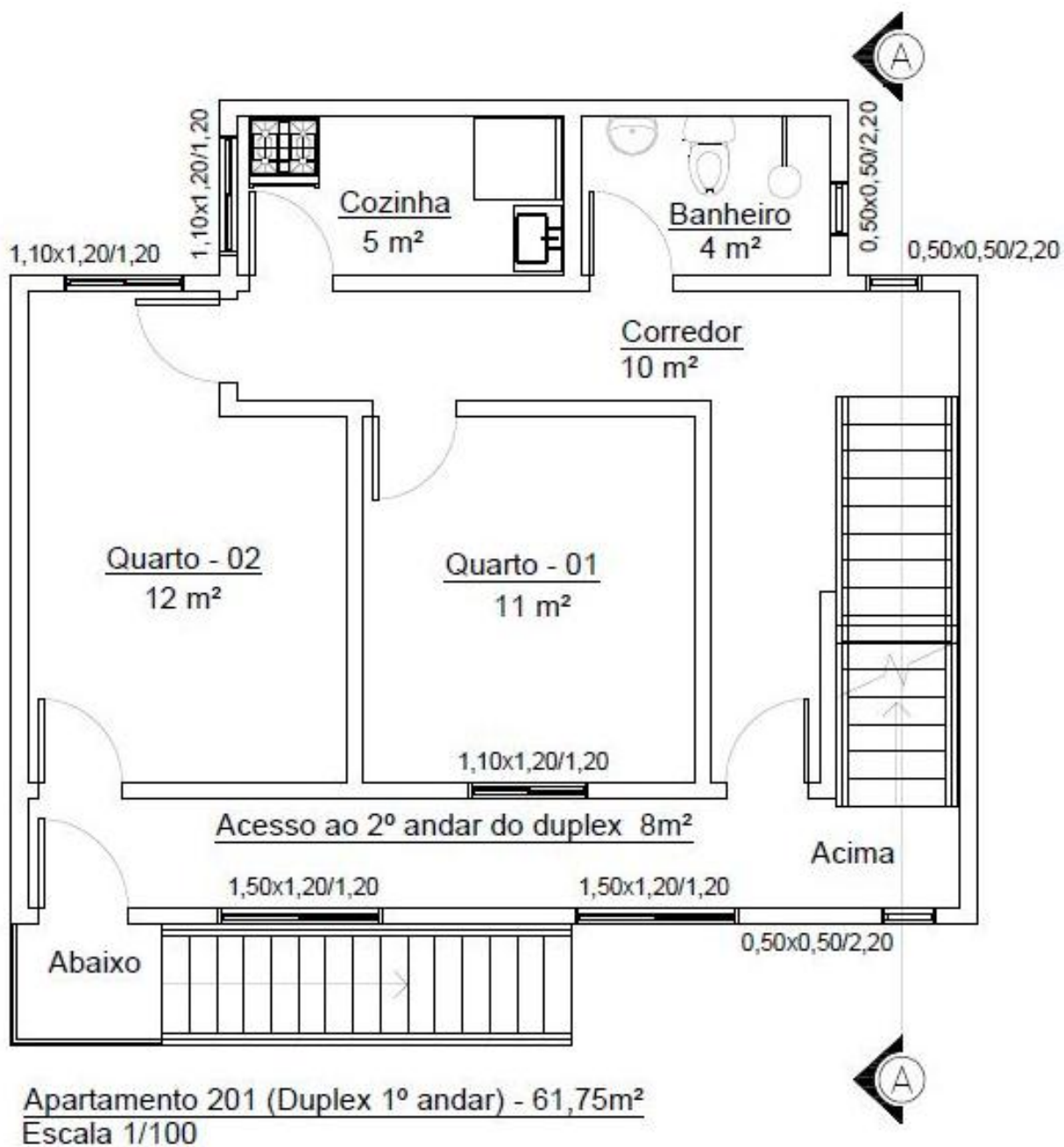
sendo um com 11m² e um com 12m², um banheiro com 4m² e uma cozinha com 5m² e área de acesso para o terceiro pavimento com 8m². Já no terceiro pavimento, segundo andar do duplex, possui dois quartos com 11m² cada, uma sala com 27m², um banheiro com 4m² e uma cozinha com 5m², totalizando 123,50m² de área.

Figura 15 – Planta do apartamento térreo (apartamento 101).



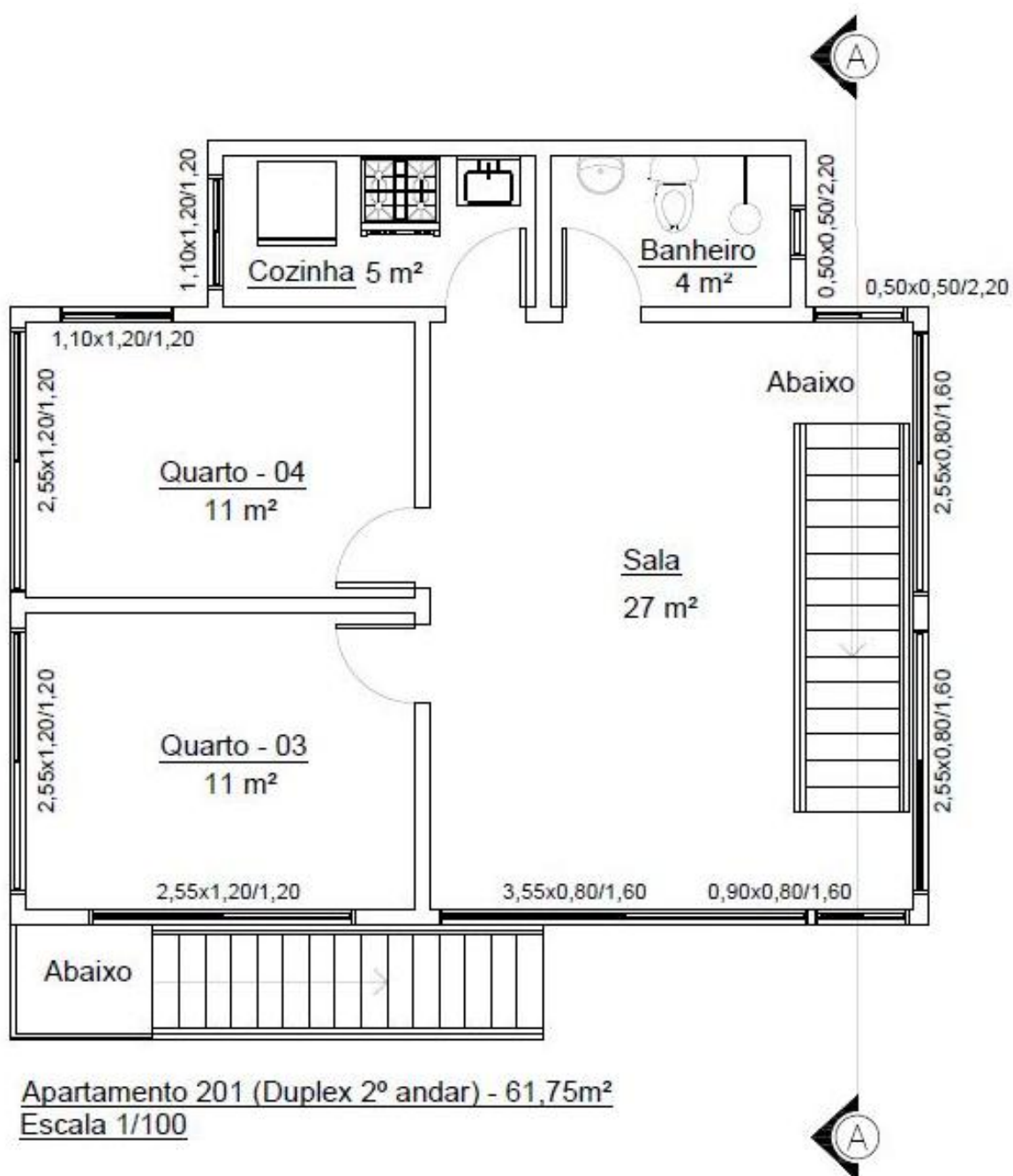
Fonte: (AUTOR, 2018)

Figura 16 – Planta do apartamento duplex localizado no segundo e terceiro pavimento (apartamento 201).



Fonte: (AUTOR, 2018)

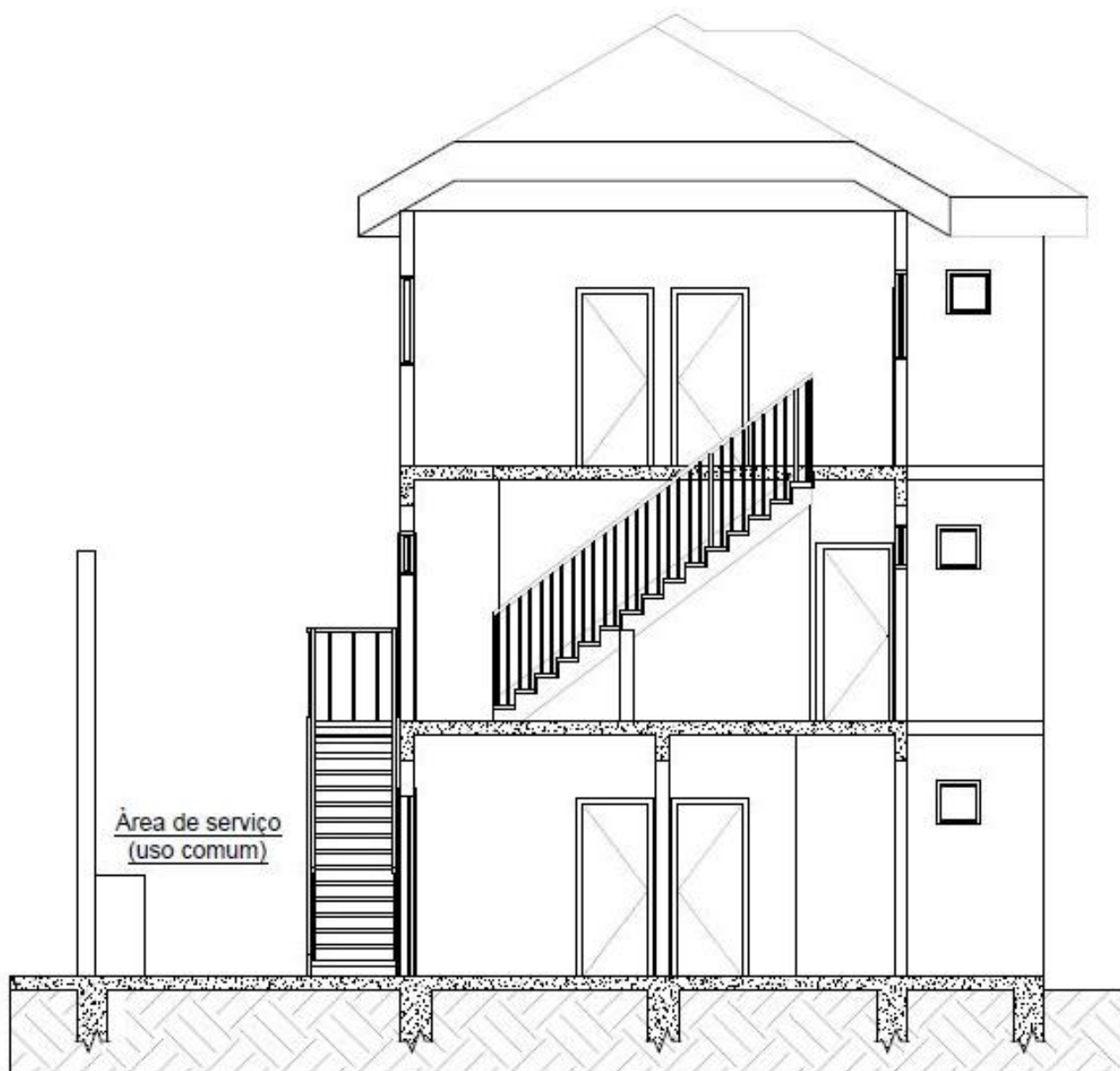
Figura 17 – Planta do apartamento duplex localizado no segundo e terceiro pavimento (apartamento 201).



Fonte: (AUTOR, 2018)

Conforme Figura 18 Figura 19, observa-se os cortes AA e Fachada respectivamente.

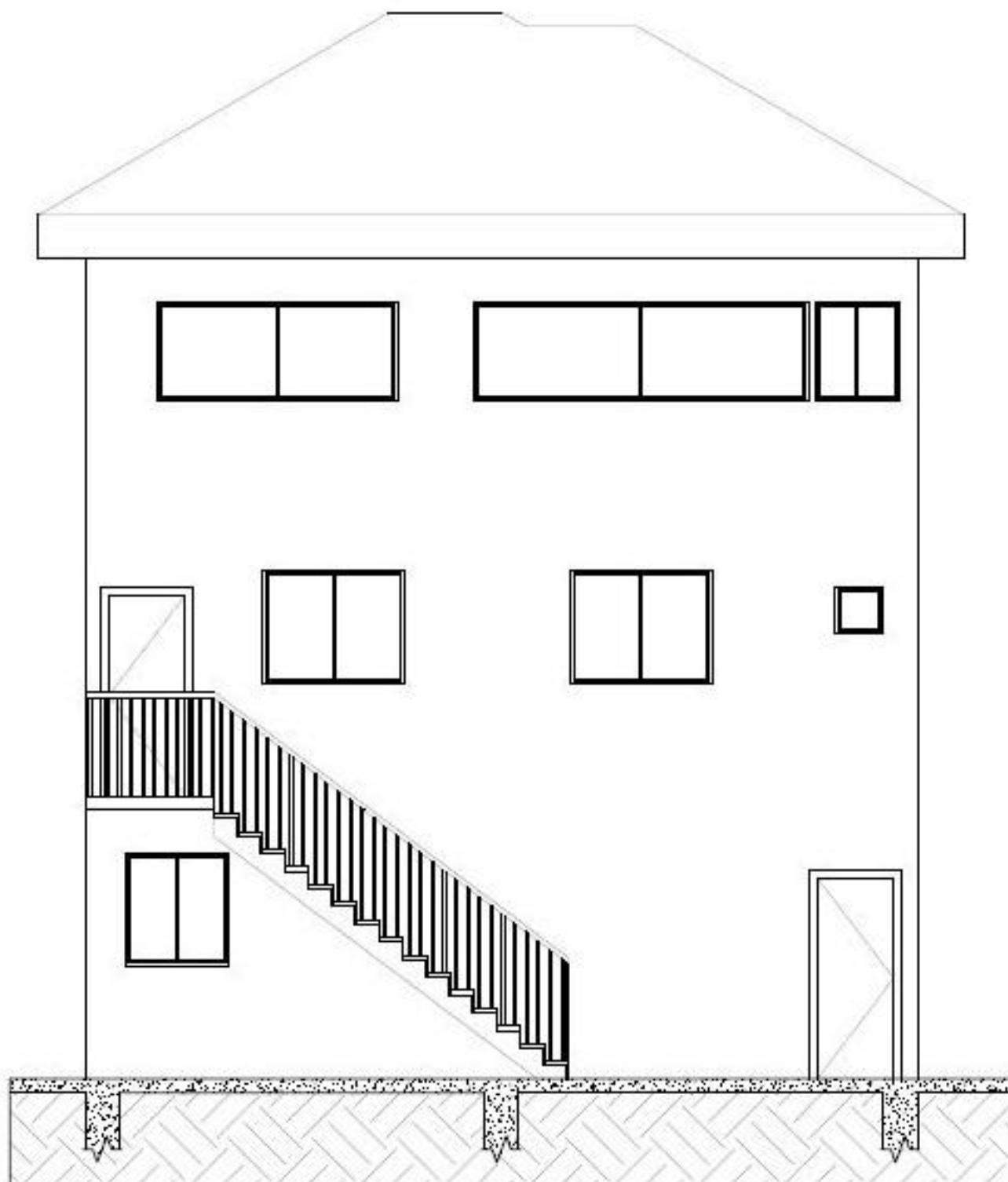
Figura 18 – Corte AA



Corte AA
Escala: 1/100

Fonte: (AUTOR, 2018)

Figura 19 – Fachada



Fachada
Escala: 1/100

Fonte: (AUTOR, 2018)

O edifício foi concebido em estrutura de concreto armado, com pilares vigas e lajes. Porém, o segundo pavimento do duplex, possui forro de madeira e a cobertura é em telhado colonial. Todas as paredes externas são feitas em alvenaria com tijolo de 15cm.

No apartamento 101 as divisões internas foram feitas em alvenaria com espessura final de 10cm. Já no primeiro andar do duplex as divisórias internas foi feita em madeira e gesso acartonado com espessura de 10cm. E no segundo andar do duplex as divisórias internas e o forro são em madeira. No terceiro pavimento, somente o banheiro possui fechamento em alvenaria.

O revestimento exterior de toda a edificação é feito com reboco e pintura na tonalidade de cor amarela escura, já o interior na cor branca. Somente no segundo pavimento do duplex onde as divisórias são em madeira que prevalece a cor original material, marrom.

As janelas de cada cômodo dos apartamentos são feitas de ferro. Dos quartos, cozinha, e acessos são de correr com 4 folhas, duas fixas e duas móveis. As janelas dos banheiros são do tipo basculante e as do segundo andar do duplex acima da escada são maxim-ar.

Como maneira de caracterizar e saber as dimensões de cada tipo de janela, a Tabela 2 informará o tipo, onde está localizada e dimensões (largura e altura) das unidades que se encontram no apartamento 101.

Tabela 2 – Janelas de ferro localizadas no apartamento 101

<i>Cômodo</i>	<i>Tipo</i>	<i>Largura (m)</i>	<i>Altura (m)</i>
Sala	Correr	1,50	1,20
Quarto 01	Correr	1,50	1,20
Quarto 02	Correr	1,10	1,20
Quarto 03	Correr	1,10	1,20
Cozinha	Correr	1,10	1,20
Banheiro	Basculante	0,50	0,50

Fonte: (AUTOR, 2018).

Na Tabela 3 consta as informações características das janelas que se encontram no primeiro andar do apartamento 201 .

Tabela 3 – Janelas de ferro localizadas no apartamento 201 – (primeiro andar)

<i>Cômodo</i>	<i>Tipo</i>	<i>Largura (m)</i>	<i>Altura (m)</i>
Acesso ao 2º andar	Correr	1,50	1,20
	Correr	1,50	1,20
	Basculante	0,50	0,50
Quarto 01	Correr	1,10	1,20
Quarto 02	Correr	1,10	1,20
Cozinha	Correr	1,10	1,20
Banheiro	Basculante	0,50	0,50
Corredor	Basculante	0,50	0,50

Fonte: (AUTOR, 2018).

Na Tabela 4 consta as informações características das janelas que se encontram no segundo andar do apartamento 201 .

Tabela 4 – Janelas de ferro localizadas no apartamento 201 – (segundo andar)

<i>Cômodo</i>	<i>Tipo</i>	<i>Largura (m)</i>	<i>Altura (m)</i>
Sala	Maxim-ar	6,90	0,80
	Correr	3,55	1,20
Quarto 03	Correr	2,55	1,20
	Basculante	2,55	0,60
Quarto 04	Correr	1,10	1,20
	Basculante	2,55	0,60
Cozinha	Correr	1,10	1,20
Banheiro	Basculante	0,50	0,50

Fonte: (AUTOR, 2018).

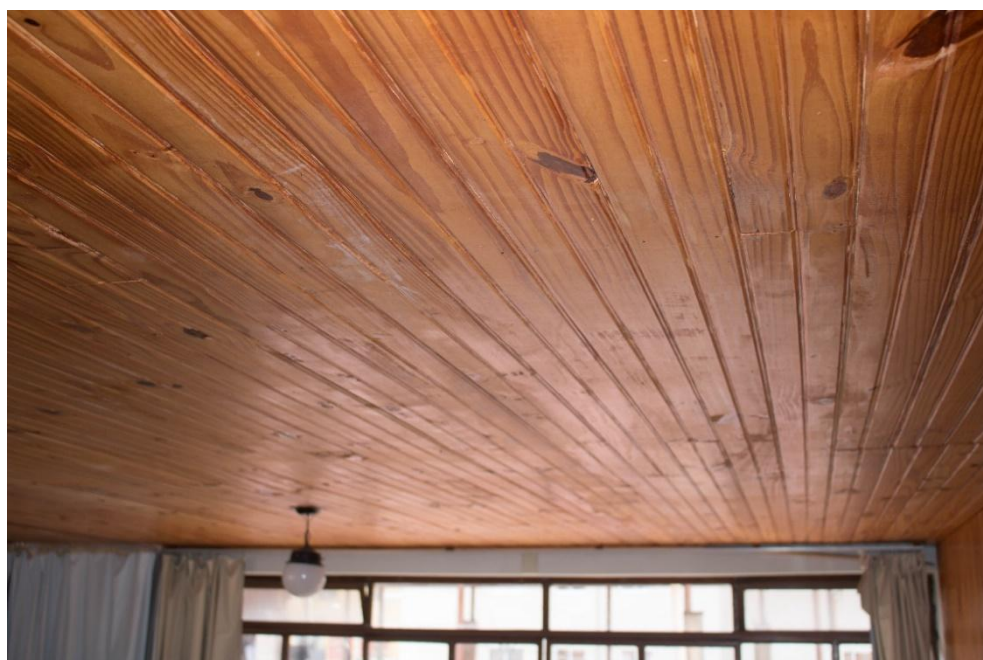
As figuras 20, 21, 22 e 23 representam visadas do 2º andar do apartamento 201. Que são respectivamente: divisória em madeira da sala com quartos, teto da sala, janela de ferro tipo correr e janela de ferro tipo maxim-ar.

Figura 20 – Divisórias dos quartos em madeira



Fonte: (AUTOR, 2018).

Figura 21 – Vista da sala do 2º andar do apto 201 (forro de madeira)



Fonte: (AUTOR, 2018).

Figura 22 – Vista do forro de gesso e janela da sala do 2º andar (apto 201)



Fonte: (AUTOR, 2018).

Figura 23 – Janela da sala do 2º andar (apto 201)



Fonte: (AUTOR, 2018).

As figuras 24, 25, 26 e 27 são do apartamento 201 e representam respectivamente: vista externa da edificação focando nas janelas do corredor do primeiro andar e sala do

segundo andar, janela do quarto 4, escada de acesso do segundo para o primeiro andar com foco na janela basculante, corredor do primeiro andar com janelas de correr à direita.

Figura 24 – Janela da sala do 2º andar e do 1º andar (apto 201) vista do exterior da casa



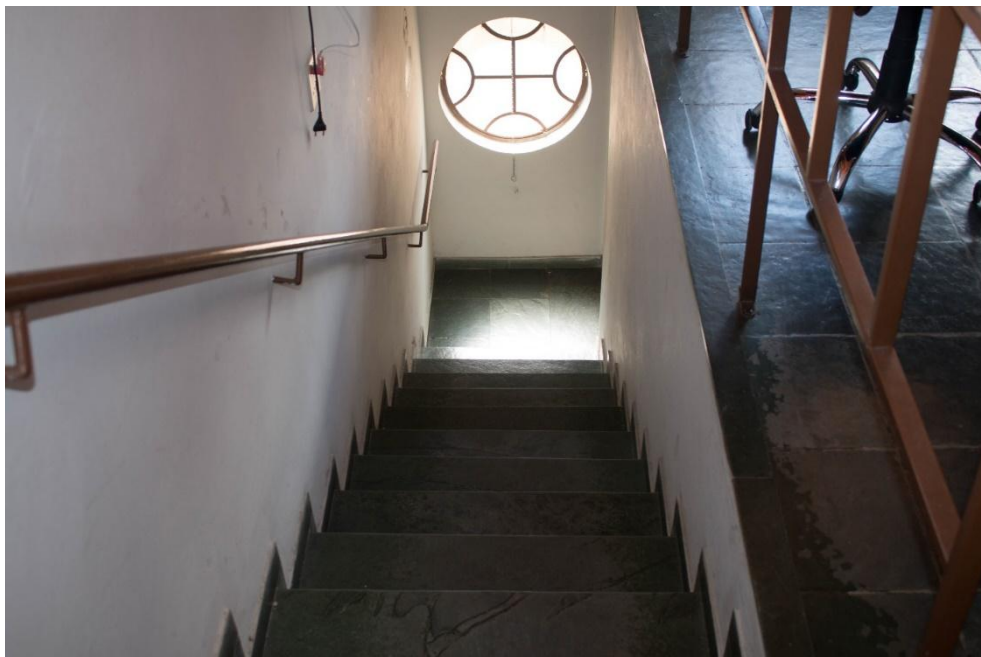
Fonte: (AUTOR, 2018).

Figura 25 – Janela do quarto do 2º (apto 201)



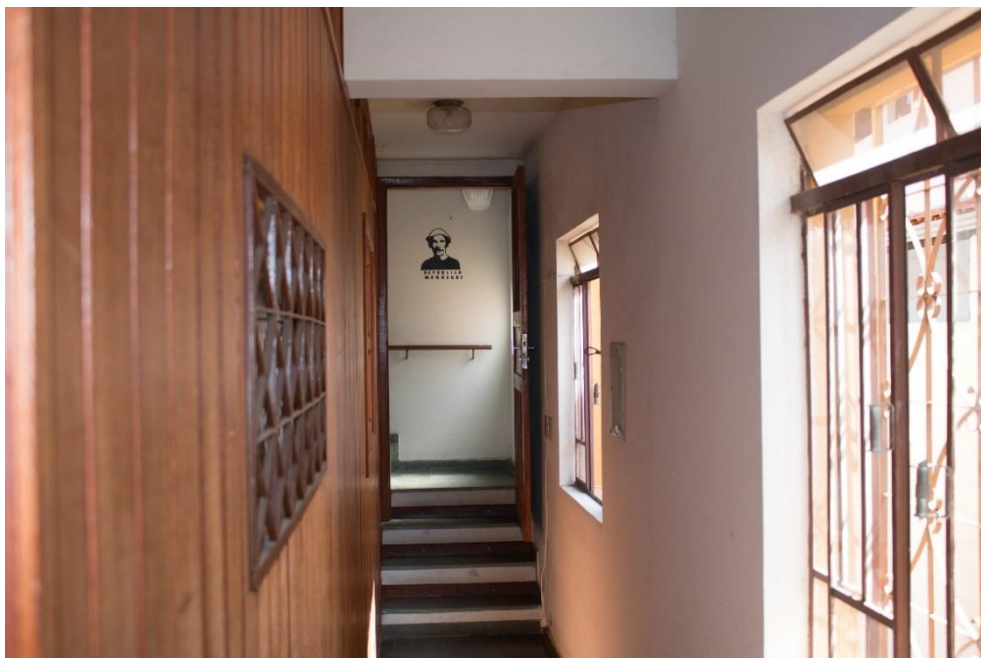
Fonte: (AUTOR, 2018).

Figura 26 – Escada de acesso do 2º para o 1º andar (apto 201)



Fonte: (AUTOR, 2018).

Figura 27 – Janela da sala do 1º andar (apto 201)



Fonte: (AUTOR, 2018).

As figuras 28, 29, 30 e 31 são do apartamento 201 e representam respectivamente: porta e divisória em gesso da sala do primeiro andar, janela do quarto 2, janela da cozinha e janela do corredor com divisória em madeira.

Figura 28 – Porta da sala do 1º andar (apto 201)



Fonte: (AUTOR, 2018).

Figura 29 – Janela do quarto do 1º (apto 201)



Fonte: (AUTOR, 2018).

Figura 30 – Janela da cozinha do 1º (apto 201)



Fonte: (AUTOR, 2018).

Figura 31 – Janela da cozinha do 1º (apto 201)



Fonte: (AUTOR, 2018).

As figuras 32, 33, 34 e 35 são do apartamento 201 e representam respectivamente: janela do banheiro do primeiro andar; janela tipo basculante da sala; piso de ardósia dos quartos, salas, cozinha, corredor e escadas; escada externa que dá acesso do apartamento 101 e 102.

Figura 32 – Janela do banheiro



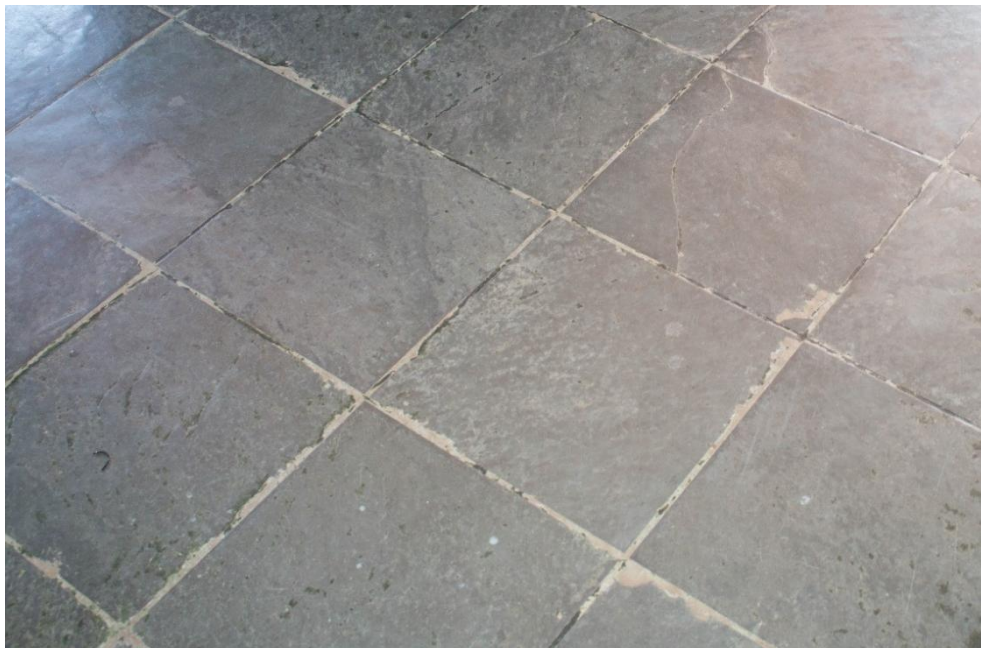
Fonte: (AUTOR, 2018).

Figura 33 – Janela do corredor



Fonte: (AUTOR, 2018).

Figura 34 – Piso de ardósia (quartos, sala e cozinha)



Fonte: (AUTOR, 2018).

Figura 35 – Vista da escada externa



Fonte: (AUTOR, 2018).

4.3 Avaliação do conforto térmico e propostas de alterações para melhoria

A edificação apresenta um total de 8 residentes (4 por pavimento), ou usuários fixos, igualmente distribuídos entre os pisos da edificação, descritos em detalhes neste trabalho.

Devido ao número de usuários desta edificação estudada ser pequeno (amostra de 8 pessoas), torna-se pouco eficaz a avaliação do PVM³ e do PPD⁴, conforme descritos previamente neste trabalho. Entretanto, para uma ilustração e para uma avaliação subjetiva da temperatura para cada um dos residentes, relaciona-se um levantamento dos dados ambientais de temperatura e de umidade relativa do ar em dias consecutivos do mês de outubro de 2017, mensurados em horários semelhantes para fins de comparação (Tabela 5 e Tabela 6). Tais dados foram coletados nos segundo e terceiro pisos da edificação, que correspondem ao apartamento 201. As mediadas da temperatura e da umidade relativa do ar foram obtidas com o aparelho *General Tools WBGT8778*, concedido pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP).

Tabela 5 – Dados ambientais por cômodo da edificação (1º Piso do apto 201)

<i>Cômodo</i>	<i>Data</i>	<i>Horário</i>	<i>Temperatura Ambiente. (°C)</i>	<i>Umidade relativa (%)</i>
Quarto 1	12/10	20h	25,2	45
Quarto 2			25,2	44
Sala 2			25,7	42,3
Cozinha 2			25,2	45
Quarto 1	13/10	20h	24,6	47,3
Quarto 2			24,6	46,6
Sala 2			24,1	46
Cozinha 2			24,6	46,3
Quarto 1	14/10	20h	26,5	43,5
Quarto 2			26,7	43,5
Sala 2			26,8	41,6
Cozinha 2			26,8	43
Quarto 1	15/10	20h	24,8	54,7
Quarto 2			25,0	54,5
Sala 2			24,7	55,1
Cozinha 2			24,9	54,4

Fonte: (AUTOR, 2017).

³ PMV – *Predicted Mean Vote* (Voto Médio predito)

⁴ PPD – *Predicted Percentage of Dissatisfied* (Porcentagem de pessoas insatisfeitas)

Avaliação de dados ambientais em cômodos específicos do 1º andar do apartamento 201.

Tabela 6 – Dados ambientais por cômodo da edificação (2º Piso do apto 201)

DADOS AMBIENTAIS POR CÔMODO DA EDIFICAÇÃO				
Piso 3 (apartamento 201)				
Cômodo	Data	Horário	Temperatura Ambiente. (°C)	Umidade relativa (%)
Quarto 3			25,9	40,6
Quarto 4	12/10	20h	25,9	41,2
Sala 3			25,9	40
Cozinha 3			25,8	41,6
Quarto 3			24,7	47,3
Quarto 4	13/10	20h	24,6	47,5
Sala 3			24,9	45
Cozinha 3			24,9	48
Quarto 3			27,9	37,6
Quarto 4	14/10	20h	29,4	35
Sala 3			28,0	38
Cozinha 3			27,1	39,5
Quarto 3			25	54
Quarto 4	15/10	20h	25,1	55,8
Sala 3			24,4	55,3
Cozinha 3			24,4	56

Fonte: (AUTOR, 2017).

Avaliação de dados ambientais em cômodos específicos do 2º andar do apartamento 201.

Os oitos residentes do apartamento 201 (1º e 2º andar da edificação) avaliaram, de um modo geral, a edificação como fria (conceito que seria numeração -2 na escala sétima de ASHRAE, se avaliado o PMV) ou muito fria (conceito -3), caracterizando a sensação de desconforto térmico para os indivíduos. Os cômodos considerados mais desconfortáveis, no período da noite, em relação à sensação de frio foram: quarto 1, 2 e sala 3. Uma possível explicação para tais constatações, são:

- Quarto 1: parede de madeira, não recebe incidência solar, piso de ardósia, janela não apresenta frestas.
- Quarto 2: parede de alvenaria, recebe incidência solar apenas no período da manhã, piso de ardósia, janela com frestas;
- Sala 3: parede de alvenaria, recebe incidência solar apenas no período da tarde, piso de ardósia, janelas com frestas; possui espaço amplo, e muitas janelas.

O piso é de ardósia, como os demais cômodos da casa (exceto o banheiro).

Nota-se que as janelas possuem dimensões consideráveis para uma excelente iluminação e também ventilação para ambos apartamentos. Inclusive isso se torna um ponto positivo, pois, em Ouro Preto o clima por ser frio em grande parte do ano, necessita-se que haja luz do sol para adentrar nos cômodos e assim evitar a manifestação de mofo e bolor no interior das casas. Observa-se que nenhum dos andares apresentam patologias de mofo e bolor.

As residências são bem ventiladas e arejadas. Porém, mesmo com todas as janelas fechadas, o interior não transmite conforto. Tanto o apartamento 101 quanto o 201 são bastante frios em relação à temperatura corporal média, consequentemente causando o desconforto térmico nos moradores.

Como forma de melhorar o conforto térmico na edificação, foi sugerido uma reabilitação para que a mesma passasse a transmitir um maior nível de qualidade para os seus usuários.

Notou-se que a friagem da edificação é oriunda do piso e também da má vedação entre as folhas das janelas, sendo que estas deixam o vento frio passar por suas frestas.

4.4 Resumo da análise do estudo de caso

O ar que circula no interior da edificação apresenta-se em temperaturas baixas em relação ao corpo humano, o que também resulta na sensação de frio. Além disso, o piso de ardósia, material de condutibilidade mais elevada do que a madeira, por exemplo, pode contribuir ainda mais com essa sensação. Dessa forma, duas possíveis intervenções para melhoria do conforto térmico para os usuários são:

Tabela 7 – Avaliação do conforto térmico (opinião dos moradores)

Cômodo	Manhã	Tarde	Noite
Quarto 1	-3	-2	-3
Quarto 2	-2	-1	-3
Sala 2	-1	0	-1
Cozinha 2	0	1	1
Quarto 3	0	1	-1
Quarto 4	1	2	-1
Sala 3	-1	1	-1/-3
Cozinha 3	0	1	1

Fonte: (AUTOR, 2018).

- aplicação de piso sobre piso, ou substituição do mesmo, instalando laminados, tacos ou tábuas de madeira (material de menor condutibilidade e com boa relação custo x benefício), por exemplo;
- cobertura total ou parcial do piso utilizando material com menor condutibilidade que a ardósia (como, borracha, isopor, tecido, carpete).

As janelas por apresentarem fendas em sua estrutura, mesmo quando fechadas, não impedem completamente a circulação do ar entre o ambiente externo e o interno (frestas). À partir dessa ideia, pode-se considerar como possível intervenção a instalação de veda frestas de janelas para redução da circulação do ar. Outra sugestão, é a substituição das janelas por modelos que tenham melhor vedação. Ou a instalação de sistema de janelas internas no caso de edificações em que não se pode alterar a fachada.

5 CONCLUSÕES

Este trabalho analisou a ação de reabilitar a edificação, classificando-a na remoção, reutilização e aplicação de novos materiais embasado na sustentabilidade, que se associa aos princípios que evitam o desperdício dos recursos e fontes energéticas voltadas para o conforto térmico de uma edificação, localizada à cidade de Ouro Preto, MG.

Sob o aspecto subjetivo de seus usuários (residentes), considerando dados ambientais de temperatura e de umidade relativa do ar, o objetivo de tal análise é a ilustração da sensação de conforto (ou de desconforto) térmico relacionada às características de uma construção e dos materiais envolvidos nesta, de forma a ressaltar a importância e a possível aplicabilidade desse conceito na reabilitação de edifícios.

A melhoria da sensação de conforto, seja ele qual for, neste trabalho, o térmico, pode auxiliar na redução do consumo de outros materiais para alívio da sensação de desconforto, como o frio, e de energia (por exemplo: o uso de aquecedores ou outras fontes térmicas). Aqui se aplica a ideia de sustentabilidade

da edificação, de forma direcionada a este contexto, sendo esse muito mais abrangente.

São necessários mais estudos e trabalhos de desenvolvimento e validação de softwares capazes de possibilitar a análise das variáveis individuais (atividade e vestimenta) e ambientais (temperatura, umidade, radiação solar e velocidade do vento) relacionadas ao conforto térmico, bem como a identificação de alterações ou substituições pontuais que possam aumentá-lo. Seriam interessantes estudos direcionados em edificações históricas da cidade de Ouro Preto cujos usuários percebam uma maior sensação de desconforto térmico, com propostas de intervenções sustentáveis e que preservem os patrimônios históricos e características das construções da cidade, para melhor aproveitamento do espaço e sensação de conforto ambiental neste.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 5674**: manutenção de edificações - procedimento. Rio de Janeiro, 1999. 6 p

AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATION NA AIR CONDITIONING ENGINEERING – **ASHRAE 1987**: Handbook of Fundamentals. Nova York, 1987.

ASMUSSEN, M. W. **Entendendo o jargão Hoteleiro: conceitos e terminologia básicos do ramo hoteleiro**. Real Estate: Economia & Mercados. v. 1, n.1, p. 1-41, jan. 2004.

BONIN, Luis Carlos. **Manutenção de edifícios: uma revisão conceitual**. In: Seminário Sobre Manutenção de Edifícios, 1988, Porto Alegre. Anais. Porto Alegre: UFRGS/PPGEC, 1988. v. 1. p. 1-31.

BORGES, Débora Adiane, PAIVA, Ed Carlo de Rosa, SARMENTO, Antover Panazzolo, RESENDE, André Alves de. **Análise de condições térmicas nos blocos didáticos da Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão**. V 11, n 3 p 1-16, maio 2016. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/reec/article/view/38144>> Acesso em 20 abril 2018

CASA DAS CIÊNCIAS. **Termorregulação**. Disponível em: <<http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php/Termorregula%C3%A7%C3%A3o>>. Acesso em: 22/04/2018.

Centro de gerenciamento de emergências climáticas (CGE); Disponível em: <<https://www.cgesp.org/v3/umidade-relativa-do-ar.jsp>> Acesso em: 22/04/2018.

COSTANZO, Linda S. **Fisiologia**. 5ª. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

DELTAOHM. **Equipamentos para medição**. Disponível em: <<https://www.deltahminternational.com/continuous-measurement/hd323a-thermal-microclimate-to-measure-the-wbgt-index-pmv-index-predicted-mean-vote-and-ppd-predicted-percentage-of-dissatisfied>>. Acesso em: 22 abril de 2018.

FANGER, Povl. Ole., 1972 – **Thermal Comfort: Analysis and applications in environmental engineering**. McGraw-Hill, New York, USA <https://www.uc.pt/fluc/nicif/riscos/Documentacao/Congressos/Apresentacoes_ICI_VENR/28-Helena_Simoes_Indices_PMV_e_PPD,>

FARIA, Marcela Assunção. **Avaliação das condições de conforto térmico nas salas de aula do campus morro do Cruzeiro da UFOP**, 2013. 156 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2013.

FERREIRA, A. B. H. **Novo dicionário Aurélio da língua portuguesa**. 3. ed. Curitiba: Posigraf, 2004. 2120 p.

RATO, V. M. **O projecto em intervenções de conservação do patrimônio histórico edificado**. In: 1º ENCONTRO NACIONAL SOBRE PATOLOGIA E REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS, 1., 2003, Porto. **Anais...** Porto, 2003. p. 522-529.

GUYTON, Arthur C.; HALL, John E.; **Tratado de Fisiologia Médica**. 11ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

HUMPHREYS, M.A; NICOL, J.F. **Understanding the Adaptative Approach to Thermal Comfort**. ASHRAE Transactions, 1998, v.104, pt1, cód, SF –98-7-1.

Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) de: WORLD Meteorological Organization (1998). Report of the eleventh session of the advisory working group of the Commission for Climatology, WCASP-47; www.inmet.gov.br, 2018; disponível em <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/confortotermicoHumano>. Acessado em: 22/04/2018.

International Organization For Standardization. Moderate Thermal Environments Determination of the PMV and PPD Índices and Specification Using Subjective Judgment Scales. ISO 7730, Swizerland, 1995.

JESUS, C. R. M. **Análise de custos para reabilitação de edifícios para habitação**. 2008. 178 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) — Escola Politécnica Universidade de São Paulo, São Paulo.

United Nations, Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future (Chapter 2). World Commission on Environment and Development, Paris, 1987

WEATHER SPARK. **O clima típico de qualquer lugar da terra**. Disponível em <https://pt.weatherspark.com/>. Acesso em 22/04/2018.