

UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
ESCOLA DE MINAS
DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO

**A IMPORTÂNCIA DA ILUMINAÇÃO NO PROJETO DE INTERIORES
RESIDENCIAL: ESTUDO DE CASO EM HABITAÇÕES SOCIAIS EM
CACHOEIRA DO CAMPO/MG**

MANUELA ROCHA CANGUSSU

Ouro Preto, MG
2019

MANUELA ROCHA CANGUSSU

**A IMPORTÂNCIA DA ILUMINAÇÃO NO PROJETO DE INTERIORES
RESIDENCIAL: ESTUDO DE CASO EM HABITAÇÕES SOCIAIS EM
CACHOEIRA DO CAMPO/MG**

Trabalho Final de Graduação apresentado
ao Curso de Arquitetura e Urbanismo da
Universidade Federal de Ouro Preto, como
requisito para a obtenção do grau de
Bacharel(a) em Arquitetura e Urbanismo.

Orientador(a): Renata Oliveira Almeida
Carnielle

Ouro Preto, MG

2019



ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Em 10 de julho de 2019, reuniu-se a banca examinadora do trabalho apresentado como Trabalho de Conclusão de Curso Arquitetura e Urbanismo da Escola de Minas da UFOP, intitulado: **A IMPORTÂNCIA DA ILUMINAÇÃO NO PROJETO DE INTERIORES RESIDENCIAL: estudo de caso em habitações sociais em Cachoeira do Campo/MG**, do aluno(a) **MANUELA ROCHA CANGUSSU**.

Compuseram a banca os professores(as) **RENATA OLIVEIRA ALMEIDA CARNIELLE, MIKAEL JOSÉ GUEDES ALVES, MAURICIO LEONARD DE SOUZA**. Após a exposição oral, o(a) candidato(a) foi argüido(a) pelos componentes da banca que reuniram-se reservadamente, e decidiram, APROVADA, com a nota 8,5.


Orientador(a)


Avaliador 1


Avaliador 2

RESUMO

O presente trabalho é uma pesquisa sobre a importância da iluminação na arquitetura de interiores residenciais e o papel que esse aspecto do projeto exerce na concepção dos espaços pelos usuários com a finalidade de embasar o desenvolvimento de projeto luminotécnico de tipologia de habitação social em Cachoeira do Campo, distrito de Ouro Preto – MG. Desenvolve-se através de uma breve revisão bibliográfica sobre a luz natural e artificial e o seu histórico em residências, seguido por estudo sobre as maneiras de iluminar, o emprego correto dessas formas e seus efeitos biológicos e sobretudo psicológicos no usuário e, por fim, de um estudo de caso com a proposta de aplicação dos conhecimentos reunidos em projeto. Acredita-se que a pesquisa em questão é de valor fundamental para os estudos na área da Arquitetura, uma vez que busca demonstrar, através de estudo de caso, a influência que a iluminação tem sobre seus usuários, além de tratar de um assunto pouco ou raramente discutido no meio acadêmico e produção arquitetônica, que é o projeto luminotécnico para habitações sociais. Os resultados virão a contribuir para a comunidade acadêmica no sentido de esclarecer pontos essenciais ao entendimento da influência da iluminação enquanto conforto ambiental e conforto individual.

Palavras-chave: iluminação natural, iluminação artificial, iluminação residencial, arquitetura de interiores, habitação social, projeto luminotécnico.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Foto de satélite da Terra a noite	11
Figura 2: Basílica de Saint-Denis / Abbot Suger	17
Figura 3: Cortiço. Rua das Flores, década de 1930. Foto: B. J. Duarte	18
Figura 4: As várias componentes da luz natural – luz solar direta, luz do céu difusa, luz refletida	21
Figura 5: Exemplo de sistemas de iluminação direta e indireta atuando em conjunto.....	26
Figura 6: Espectro eletromagnético	28
Figura 7: Corte lateral do olho e esquema da retina com cones e bastonetes.....	29
Figura 8: Composição das cores - modelo RGB	29
Figura 9: Fluxo Luminoso	29
Figura 10: Intensidade Luminosa	30
Figura 11: Diferença entre luminância e Iluminância	30
Figura 12: Eficiência luminosa.....	31
Figura 13: Temperatura de cor correlata.....	31
Figura 14: Índice de reprodução de cor	32
Figura 15: Tipos de ofuscamento.....	33
Figura 16: Ambiente aconchegante do quarto de casal com iluminação indireta	36
Figura 17: Armários bem iluminados da residência	36
Figura 18: Dimerização em iluminação de quarto de casal.....	38
Figura 19: Iluminação auxiliando na setorização de sala de estar e de jantar num mesmo ambiente	39
Figura 20: Iluminação de bancada de cozinha.....	39
Figura 21: Localização da Vila Alegre em Cachoeira do Campo em relação à sede do município de Ouro Preto.....	48
Figura 22: Localização da Vila Alegre em relação ao terminal rodoviário de Cachoeira do Campo.....	49
Figura 23: Implantação e localização dos objetos de estudo no conjunto; sem escala	49
Figura 24: Planta básica das unidades habitacionais; Escala 1/50	50
Figura 25: cômodos da casa 1 (da esquerda para direita, de cima para baixo): sala, cozinha, quarto 1, quarto 2, banheiro, área dos fundos e área lateral	51
Figura 26: Tipo de luminária das edificações.....	51

Figura 27: Cômodos da casa 2 (da esquerda para direita, de cima para baixo): sala, cozinha, quarto 1 e banheiro.	52
Figura 28: Cômodos da casa 3 (da esquerda para direita): sala, cozinha, quarto 1, quarto 2 e banheiro.	53
Figura 29: Planta com layout atual da casa 1	55
Figura 30: Representação da proposta de iluminação da casa 1.....	57
Figura 31: Planta com layout atual da casa 2	58
Figura 32: Representação da proposta de iluminação da casa 2.....	60
Figura 33: Planta com layout atual da casa 3	61
Figura 34: Representação da proposta de iluminação da casa 3.....	62
Figura 35: Fachada da casa 1.....	64
Figura 36: Estudo em carta solar da fachada frontal da casa 1.....	64
Figura 37: Estudo em carta solar da fachada lateral esquerda da casa 1	65
Figura 38: Estudo em carta solar da fachada posterior da casa 1	65
Figura 39: Estudo em carta solar da fachada lateral direita da casa 1	66
Figura 40: Esquema de prateleira de luz	66
Figura 41: Fachada da casa 2.....	67
Figura 42: Estudo em carta solar da fachada frontal da casa 2.....	67
Figura 43: Estudo em carta solar da fachada lateral esquerda da casa 2	68
Figura 44: Estudo em carta solar da fachada posterior da casa 2	68
Figura 45: Estudo em carta solar da fachada lateral direita da casa 2	69
Figura 46: fachada da casa 3.....	69
Figura 47: Estudo em carta solar da fachada frontal da casa 3.....	70
Figura 48: Estudo em carta solar da fachada lateral esquerda da casa 3	70
Figura 49: Estudo em carta solar da fachada posterior da casa 3	71
Figura 50: Estudo em carta solar da fachada lateral direita da casa 3	71
Figura 51: Exemplo de cálculo luminotécnico da sala de estar utilizando a calculadora do blog Cidade Led.....	72
Figura 52: Alterações do layout e iluminação propostos.....	73
Figura 53: Perspectiva 1 da sala com iluminação de preenchimento e luz local.....	76
Figura 54: Perspectiva 1 da sala apenas com iluminação complementar.....	76
Figura 55: Perspectiva 2 da sala com iluminação de preenchimento e luz local.....	77
Figura 56: Perspectiva 2 da sala apenas com iluminação complementar.....	77
Figura 57: Perspectiva 3 da sala com iluminação de preenchimento e luz local.....	78

Figura 58: Perspectiva 3 da sala apenas com iluminação complementar.....	78
Figura 59: Perspectiva 1 da cozinha apenas com iluminação geral	79
Figura 60: Perspectiva 1 da cozinha com iluminação geral e local.....	79
Figura 61: Perspectiva 2 da cozinha apenas com iluminação geral	79
Figura 62: Perspectiva 1 do banheiro com iluminação geral e complementar.....	80
Figura 63: Perspectiva 1 do banheiro apenas com iluminação complementar.....	80
Figura 64: Perspectiva 2 do banheiro com iluminação geral e complementar.....	81
Figura 65: Perspectiva 2 do banheiro apenas com iluminação complementar.....	81
Figura 66: Perspectiva 1 do quarto 1 com luz geral e iluminação complementar.....	82
Figura 67: Perspectiva 1 do quarto 1 apenas com iluminação complementar	82
Figura 68: Perspectiva 2 do quarto 1 com luz geral e iluminação complementar.....	83
Figura 69: Perspectiva 2 do quarto 1 apenas com iluminação complementar	83
Figura 70: Perspectiva do quarto 2 com luz geral e iluminação complementar.....	84
Figura 71: Perspectiva do quarto 2 apenas com iluminação complementar.....	84

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Resultado das iluminâncias.....	54
Tabela 2: Relação de luminárias utilizadas e orçamento básico.....	74

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	Objetivos	13
1.1.1	Objetivos específicos	13
1.2	Justificativa	13
1.3	Metodologia	15
2	LUZ, ILUMINAÇÃO E ARQUITETURA DE INTERIORES RESIDENCIAL	16
2.1	Histórico da utilização da luz nas edificações residenciais	16
2.2	Iluminação Natural	19
2.3	Iluminação Artificial	24
2.3.1	Conceitos básicos de luminotécnica	28
2.4	Iluminação no espaço residencial	33
3	O USUÁRIO.....	41
4	ESTUDO DE CASO: A ILUMINAÇÃO NAS HABITAÇÕES SOCIAIS	46
4.1	Abordagem da iluminação na Habitação Social no Brasil	46
4.2	Descrição dos objetos	48
4.3	Análise da iluminação artificial	53
4.3.1	Casa 1	55
4.3.2	Casa 2	58
4.3.3	Casa 3	61
4.4	Análise da insolação	63
4.5	Proposta de projeto	72
4.5.1	Perspectivas da Proposta de Projeto	76
5	CONCLUSÃO.....	85
	REFERÊNCIAS	87

1 INTRODUÇÃO

A iluminação permite ao ser humano a primeira percepção do ambiente. A partir da luz é que se pode perceber formas, tamanhos, cores, texturas, além da sensação de movimento e temperatura. Sendo assim, a utilização da luz é um aspecto fundamental de qualquer projeto arquitetônico, parte essencial a ser levada em conta durante o processo de projetar, seja relacionada ao conforto ambiental ou utilizada como material construtivo (MENEZES, 2013, p. 65).

A luz sempre desempenhou um papel primordial na vida do ser humano: é sabido que a luz controla inúmeros processos bioquímicos corporais (LOSS, 2013), além impactar visivelmente todos os outros aspectos da existência humana, dentro destes, a Arquitetura. De acordo com Costa (2013), ao longo da história, percebe-se que a arquitetura sempre se orientou conforme o Sol, “desde o período Neolítico da pedra de Stonehenge, aos grandes conjuntos pré colombianos de Teotihuacán, desde o templo de Carnaque destinado ao Deus Amón-Rá [...]”, tomando o corpo celeste não apenas como fonte de luz e calor, mas atribuindo significados de poder e divindade, além de outras associações culturais. Na Arquitetura Romântica, Gótica e Barroca, a luz natural era manipulada segundo os partidos arquitetônicos dos edifícios e utilizada como elemento expressivo (COSTA, 2013).

Antes da luz elétrica, o homem vivia e exercia suas atividades quase exclusivamente durante o dia, dependente da luz natural, mesmo com a domesticação e uso do fogo para aquecer e iluminar. A criação desta modificou as dinâmicas do ser humano e permitiu que o homem conquistasse a noite e a escuridão e também controlasse a luz (LOSS, 2013). A iluminação artificial assumiu tremenda importância para a sociedade moderna e contemporânea e continua a transformar a rotina das pessoas. Além disso, a utilização da energia elétrica e iluminação artificial está intimamente ligada à ideia de progresso e qualidade de vida, como podemos perceber na Figura 1: os locais mais iluminados no globo terrestre estão nos países ditos desenvolvidos e, a partir dessa observação, pode-se inferir quais os sítios com maior adensamento.

A importância da iluminação na Arquitetura se dá a partir da relação mútua entre luz e espaço (MENEZES, 2013, p. 67). Nascimento (2014) traz a iluminação como “ferramenta fundamental de apresentação do produto arquitetônico”; acrescenta que a aplicação correta dessa ferramenta estimula os sentidos dos usuários e defende que haja um cuidado especial com

esse aspecto no ato de projetar para que não se perca ou se distorça a identidade do projeto em si e que esta não se afaste do cliente. Não obstante, a iluminação é um elemento que pode exaltar ou não a estética de um edifício e trazer diversas sensações aos seus usuários.

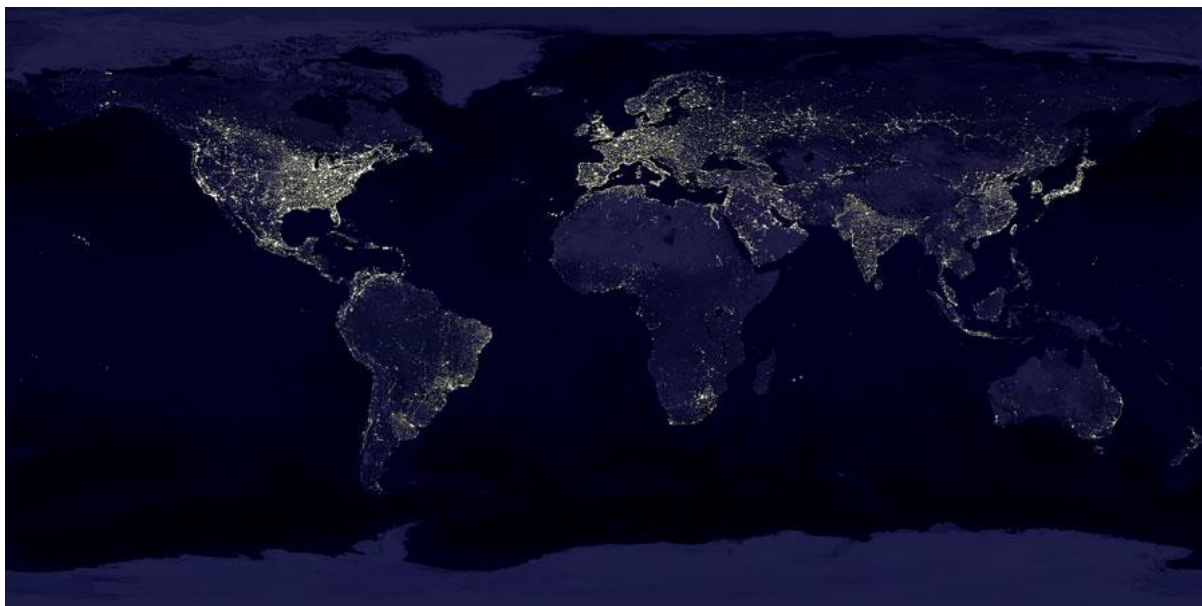


Figura 1: Foto de satélite da Terra a noite

Fonte: <http://www.apod.nl/ap081005_nl.html> Acesso em 18 de outubro de 2018.

A Arquitetura de Interiores é o aspecto da Arquitetura que mais se aproxima do ser humano em virtude do contato direto, da maior possibilidade de manipulação e maior vivência do espaço, pois, como afirma Loss (2013), o indivíduo passa a maioria do seu tempo de vida dentro de edifícios. Portanto, estes seriam responsáveis por proporcionar mais bem-estar e, para tal, devem ser funcionais, eficientes e saudáveis (HALLIDAY, 1997, apud LOSS, 2013).

De todos, o edifício onde mais passa-se tempo de vida são as residências, logo, é onde o uso da iluminação, tanto natural quanto artificial, vai exercer mais influência sob o usuário, nesse caso o morador. Franco (2005, apud BRAGATTO, 2013) afirma que, um projeto de iluminação eficiente completa e valoriza a arquitetura, além de oferecer conforto. Existem ambientes nas residências que possuem mais de uma função e isso exige formas diferentes de iluminar. Um projeto apropriado pode criar a ambientação, a luz e a atmosfera correta para cada uma dessas funções.

Porém, tratando-se de habitações de interesse social no Brasil, segundo Feliciano (2018), as situações encontradas são de pouca qualidade espacial interna, mal dimensionamento dos espaços, sobreposição de funções e inadequações climáticas severas nas diretrizes do projeto e implantação das habitações, acarretando em baixos índices de conforto térmico, acústico e luminoso e também em usuários insatisfeitos. Desde 1960, constrói-se no país moradias de

interesse social em série, replicando padrões de plantas em lugares diferentes com condições ambientais diversas, resultando em edifícios e espaços urbanos de baixa qualidade, não satisfazendo as necessidades dos usuários em relação ao meio onde habitam (FELICIANO, 2018). Para contornar as dificuldades encontradas, a respeito da habitação de interesse social, e obter uma boa qualidade em iluminação, faz-se necessária a intersecção entre as necessidades dos usuários, os aspectos ambientais do projeto e as características arquitetônicas e, portanto, seria dever do projetista atrelar as necessidades humanas ao uso do espaço de maneira econômica, compreendendo tudo em um projeto luminotécnico viável e funcional (IESNA, 2000 apud FELICIANO, 2018).

Assim, de acordo com Bragatto (2013), é de extrema importância que a iluminação natural e artificial, a arquitetura e o design de interior do ambiente estejam integrados e compondo o projeto. A autora acrescenta ainda que a forma como um espaço é iluminado influencia diretamente na interpretação do ambiente, no comportamento dos usuários e varia segundo o propósito almejado, podendo despertar sensações ligadas ao bem-estar ou desconforto.

Além disso, a presença ou não da iluminação natural e artificial interfere na saúde das pessoas (LOSS, 2013) e influencia na percepção do usuário que, por sua vez, é influenciada pela cognição, ou seja, a percepção está ligada à memória de experiências vividas (MERINO, 2008 apud BRAGATTO, 2013). “[...] Este aspecto subjetivo da percepção da luz provoca alterações comportamentais e de humor que determinarão avaliações sobre o espaço físico e a qualidade dos ambientes construídos” (VARGAS, 2009, apud NASCIMENTO, 2014).

Com isso, pode-se inferir que a influência sobre os humanos é psicológica, comportamental e fisiológica, induzindo tanto respostas visuais como não visuais (TOLEDO; CÁRDENAS, 2015) e, assim, os projetos têm de levar em conta os vários aspectos dos quais o ser humano é constituído. Para isso, o arquiteto e sua equipe precisam ter uma gama de conhecimentos interdisciplinar para que possam ser contempladas as necessidades do usuário como um todo e que o ser humano seja levado em conta em todas as suas dimensões: biológica, psicológica e social.

1.1 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é analisar e discutir sobre a importância da iluminação no projeto de interiores residencial e seu impacto no usuário. Além disto, realizar estudos de caso em habitações de interesse social em Cachoeira do Campo, distrito de Ouro Preto – MG verificando suas deficiências e apresentando como contribuição um projeto luminotécnico para uma dessas habitações estudadas, cujas condições de iluminação encontram-se mais críticas e, portanto, acarretam em maior desconforto aos usuários.

1.1.1 Objetivos específicos

Os objetivos específicos são: realizar um panorama histórico da iluminação na arquitetura; discorrer sobre aspectos da iluminação natural e artificial; definir o que é o processo de iluminar no projeto de interiores; analisar as formas de iluminar; dissertar sobre a importância da iluminação natural e artificial no projeto de interiores; estudar o uso e aproveitamento da iluminação natural na concepção arquitetônica de interiores; relacionar a iluminação e seu emprego correto com o bem-estar dos usuários a partir de estudos da neurociência; contribuir para a compreensão da relevância e consequências de um bom projeto luminotécnico; analisar criticamente a iluminação em habitações de interesse sociais em Cachoeira do Campo (MG); realizar projeto luminotécnico como estudo de caso para testar as hipóteses levantadas ao longo da pesquisa.

1.2 Justificativa

A iluminação é um componente primordial e essencial para a qualidade de qualquer projeto arquitetônico, pois, conforme citado por vários autores, é um dos seus principais elementos (Szabo, 1995, apud Menezes, 2013). Porém, essa importância é mais evidente ao analisar-se a arquitetura de interiores, visto que hoje em dia, de acordo com Loss (2013) os indivíduos passam a maior parte do seu tempo dentro de edificações. Ainda de acordo com a

autora, é sabido que a presença da iluminação natural ou artificial num ambiente interfere na saúde das pessoas. Segundo Bragatto (2013), também afeta de modo direto a interpretação do espaço e o comportamento dos usuários, oferecendo sentimentos de bem-estar ou de desconforto, variando conforme o propósito que se pretende alcançar.

Apesar de toda essa relevância, o projeto luminotécnico é tratado com certo “distanciamento” pelos projetistas que, em grande parte, não levam em conta a capacidade dessa ferramenta de acentuar os pontos fortes do projeto, realçar os detalhes, as texturas, as cores, formas, proporções, materiais e também estabelecer relações entre espaços. Uma das causas que podem ser atribuídas a esse fato é a falta de direcionamento da academia e de seus currículos em lidar com tal questão no tocante às matérias que são oferecidas aos alunos durante a graduação. São poucas as escolas que disponibilizam disciplinas voltadas exclusivamente ao entendimento e ao processo de projeto de iluminação.

Aquelas que oferecem disciplinas sobre iluminação abordam o tema de um ponto exclusivamente estético e prático, com ênfase em normas e parâmetros. Entretanto, o ser humano possui vários aspectos que o compõem em sua totalidade: aspecto físico, psicológico e cognitivo (STILLER, 2000 apud BRAGATTO, 2013). Portanto, é necessário também levar em conta todos esses aspectos no momento do projeto, tornando fundamentais conteúdos que abordem o tema de forma interdisciplinar (TOLEDO; CÁRDENAS, 2015).

A escolha dos objetos para estudo de caso se deu quando a autora se deu conta da defasagem e escassez de materiais sobre iluminação em habitações de cunho social, através de breve vivência profissional concedida pelo Estágio Obrigatório e do levantamento bibliográfico para realizar a presente pesquisa, como comprova Feliciano (2018). Ao buscar as palavras-chave “iluminação em habitações de interesse social (HIS)” no diretório do CNPq e não encontrar registros de tal atividade ou grupos de pesquisa com tal abordagem, levando à conclusão que “o estudo exclusivo da iluminação natural e elétrica nas habitações de interesse social ainda não acontece em dedicação exclusiva por algum grupo no Brasil. No entanto, pode ser que a temática venha a ser discutida como subtema de algum grupo que estuda iluminação ou mesmo as HIS” (FELICIANO, 2018).

Além disso, um projeto luminotécnico pensado e executado de forma lógica, coerente e congruente com as necessidades e preferências dos usuários, reduz o consumo de energia elétrica guiando para um uso mais racional e econômico desse recurso. Logo, o estudo em questão surge como uma contribuição de forma a colaborar para a compreensão do processo de iluminar aplicado à Arquitetura de Interiores Residencial e com a finalidade de conscientizar os

projetistas a respeito desse aspecto e de suas vertentes interdisciplinares, contribuindo para o estudo da iluminação artificial e natural em habitações de interesse social.

1.3 Metodologia

Segundo Gil (1995, apud BRAGATTO, 2013, p. 9), a metodologia tem o intuito de fornecer os meios técnicos ao pesquisador a fim de garantir a objetividade, clareza e rigor diante do estudo. Além disso, oferecem as diretrizes essenciais para a produção acadêmica, principalmente no tocante à coleta, processamento e validação dos fatos investigados. De acordo com Andrade (2003, apud BRAGATTO, 2013, p. 9), a pesquisa exploratória tem o objetivo de fornecer maior quantidade de referências, auxiliar na definição e formulação de temas, hipóteses e objetivos de um estudo.

Para a realização desse trabalho, será utilizada a forma exploratória de pesquisa, incluindo levantamento e revisão bibliográfica por meio de monografias, livros, revistas científicas e artigos, seguido por estudos de caso e realização de projeto luminotécnico, com o objetivo de aplicar as hipóteses levantadas ao longo da análise bibliográfica.

2 LUZ, ILUMINAÇÃO E ARQUITETURA DE INTERIORES RESIDENCIAL

Este capítulo procura tratar da luz em seus variados fatores relevantes para o estudo presente. Apresenta um breve panorama histórico sobre a iluminação nas residências. Em seguida, aborda as características da luz natural e artificial, para finalizar com a aplicação nos projetos de arquitetura de interiores residencial, levando em conta seus aspectos técnicos e a interação da luz com a arquitetura.

2.1 Histórico da utilização da luz nas edificações residenciais

Desde os primórdios, a luz solar sempre foi a fonte de iluminação dominante (BRAGATTO, 2013), além do fogo. Para Corrodi e Spechtenhauser (2008 apud LOSS, 2013), o culto a esses dois elementos foram as primeiras experiências de luz pois, ambos eram dádivas da natureza. Além disto, os templos eram sempre orientados de acordo com o trânsito solar.

Assim que o homem percebeu que poderia controlar o fogo e usá-lo para trazer conforto, este deixou de ter apenas sentido simbólico para assumir um sentido funcional, começando a ser utilizado apenas para aquecer, cozinhar e iluminar. Nesta época a quantidade de iluminação dependia da forma de combustão e das propriedades da madeira. (FELIPPE, 2010 apud LOSS, 2013)

Segundo Mascaró (2005), a forma de emprego da luz no espaço representa o princípio de um período histórico. De acordo com Menezes (2013), na Idade Média a luz era utilizada como elemento expressivo e relacionada à origem do divino. Suas catedrais utilizavam de recursos como a luz natural e verticalidade para despertar sentimentos de religiosidade e de pequenez nos fiéis, feito alcançado através da criação da traçaria para as janelas, inovação técnica e estética que possibilitou a abertura de janelas grandes, criando ambientes de solenidade suprema (MASCARÓ, 2005) (Figura 2). Em contraposição, ainda segundo a autora, as residências medievais eram escuras, frias, desprovidas de qualquer conforto. A iluminação não tinha como fim satisfazer às necessidades humanas, nem na execução de práticas domésticas. Os espaços próximos às janelas eram atribuídos aos encargos visuais mais meticulosos, além de ser onde se dava a relação com o exterior.

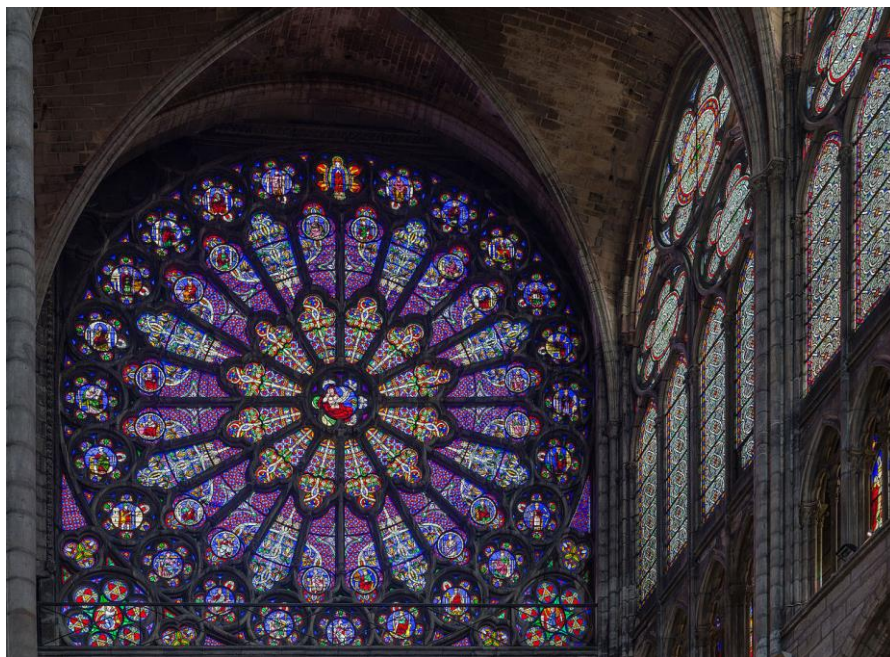


Figura 2: Basílica de Saint-Denis / Abbot Suger

Fonte: <<https://www.archdaily.com.br/br/802578/classicos-da-arquitetura-basilica-de-saint-denis-abbot-suger>> Acesso em 22 de novembro de 2018.

De acordo com Mascaró (2005), a Renascença é afetada pelas limitações energéticas do século XVI, o que faz emergir novos conceitos de conforto, apresentando soluções solares passivas e bioclimáticas como, por exemplo, a orientação dos principais cômodos de acordo com o sol e a instalação de janelas amplas envidraçadas nas edificações, o que permitia a entrada de luz e calor de forma controlada, tornando os ambientes mais iluminados e com fortes contrastes.

Para Bragatto (2013), foi durante a Revolução Industrial no século XIX que a demanda pela iluminação natural cresceu, fomentada pelas novas tecnologias, como novas técnicas de produção de vidro e materiais como o ferro. Nessa época, houve um êxodo rural, consequência da grande necessidade de mão de obra nas amplas zonas industriais na cidade, levando ao inchaço dos núcleos urbanos (MASCARÓ, 2005). A população que migrou para as cidades se alojou em locais conhecidos como cortiços (Figura 3), que eram insalubres e precários em infraestrutura, o que fomentava a proliferação de doenças e agravavam as epidemias, gerando uma crise de saúde pública. Assim, ainda segundo a autora, tiveram de ser difundidas ideias de higiene, eficiência e economia para controle do ambiente, ratificadas pelo desgosto estético, má iluminação proveniente do gás e ventilação precária. Assim, a eletricidade deixou de ser um luxo e se tornou popular a partir do início do século XIX. “Luz, ar e sol se tornaram premissas para uma edificação mais salubre” (CORRODI e SPECHTENHAUSER, 2008 apud LOSS, 2013).



Figura 3: Cortiço. Rua das Flores, década de 1930. Foto: B. J. Duarte

Fonte: <<https://caosplanejado.com/os-corticicos-eram-melhores-que-as-favelas/>> Acesso em 22 de novembro de 2018.

Loss (2013) diz que no século XIX a luz já estava bastante presente nas residências e que no século seguinte emergiram novas tecnologias e posteriormente houve o desenvolvimento de estudos pertinentes à redução do consumo de energia elétrica a fim de otimizar a iluminação. Mascaró (2005) afirma que a difusão da luz elétrica aperfeiçoou as condições pertinentes para a cidade moderna do século XX. Em termos de inovações tecnológicas importantes para a iluminação de espaços de interiores, no fim da década de 1940 é incorporada ao mercado a lâmpada de tubo fluorescente.

Ainda segundo a autora, nesse momento, houve uma homogeneização da forma dos edifícios, que se transformaram em grandes caixas envidraçadas, deixando de levar em conta os parâmetros naturais do local de implantação e o conforto termoacústico das edificações. Assim, pode-se dizer que a iluminação artificial e o ar condicionado foram considerados inovações tecnológicas marcantes na história da arquitetura, porque permitiram o domínio de quase todos os fatores climáticos, denotando um consumo muito alto de energia elétrica. Embora as novas tecnologias oferecessem vantagens no caráter econômico e funcional, essas inovações mudaram os princípios do projeto arquitetônico e fizeram com que este se afastasse do meio natural e também do ser humano. A tecnologia era aplicada desprovida de unidade

conceitual, não incorporando os aspectos humanos ou estéticos, e era exclusivamente consequência de soluções engenhosas, próprias de pós-guerra.

“O desencontro entre a arquitetura e a iluminação era gritante” (MASCARÓ, 2005). Devido às fachadas de vidro, especificamente às perdas e ganhos térmicos próprios da capacidade térmica do material, e também à perda de iluminação artificial durante a noite, os gastos e desperdícios de energia eram substanciais, conforme autora. Ainda de acordo com Mascaró (2005), os problemas e especificidades da iluminação artificial nem sempre eram objeto de entendimento dos projetistas e, nesse momento, se proliferavam nos exteriores com o uso da iluminação de fachadas publicitárias, além da iluminação pública.

Era um período dominado pela produção, sem encontrar ritmo e conceito próprio (GIEDION, 1978 apud MASCARÓ, 2005). Entretanto, na década de 1970, com a crise do petróleo, a economia de energia se tornou uma prioridade. Houve um avanço tecnológico no sentido de melhorar a eficácia das lâmpadas e seu rendimento energético, controlar o ofuscamento e melhorar o sistema ótico como um todo das luminárias, devido à maior luminância das fontes, além do aperfeiçoamento dos materiais (MASCARÓ, 2005).

De acordo com a autora, a década de 1980 foi marcada pelo aprofundamento das pesquisas sobre o tema, principalmente sobre as lâmpadas, o seu rendimento e qualidade de cor. Houve também grandes progressos no âmbito da visão e da percepção, que foram a premissa para os projetos vindouros de iluminação, que repercutiram de forma categórica em temas específicos como a cor, o que levou a iluminação para um pleno desenvolvimento (MASCARÓ, 2005).

2.2 Iluminação Natural

“A iluminação natural é um dos principais critérios a influir na qualidade de um ambiente” (GABRIEL, 2017). Barnabé (2007 apud MENEZES, 2013) anuncia que a luz natural é um dos aspectos primordiais para o processo de concepção do projeto arquitetônico e que,

para se obter como resultado um ambiente de alta qualidade, é necessário utilizá-la como diretriz no momento de concepção, visando os elementos construídos.

Costa (2013) afirma que luz e arquitetura estão intimamente associadas ao longo da história. A maneira como os arquitetos utilizavam a luz do dia representava as características dos períodos históricos e das respectivas culturas, adquirindo inúmeros significados, desde divino, poder, democracia, transparência, a honra e a verdade, o avanço tecnológico, à proximidade e o respeito pela natureza. Assim, a luz e o calor do sol induziram o ser humano a desenvolver maneiras específicas de conceber as edificações a fim de gerar condições de conforto durante todo o ano (COSTA, 2013).

De acordo com a autora, a luz natural constitui-se na luz solar direta, que está continuamente se alterando durante o dia, apresentando claridade elevada; e luz solar difusa, é a luz direta difundida pelas nuvens, vegetação, edificações vindouras, entre outros, e de baixa claridade (Figura 4). Portanto,

A luz natural proveniente de uma janela pode vir de diversas fontes: luz solar direta, céu claro, céu parcialmente encoberto, céu encoberto, luz refletida do solo, vegetação e edifícios. Assim, dependendo da fonte, a luz varia não só em quantidade e carga térmica, mas também, em qualidade, como cor, difusão e eficácia. (COSTA, 2013)

Ainda segundo a autora, a disponibilidade da luz solar é passível de sofrer grandes variações por influência de várias circunstâncias naturais determinantes e muito dinâmicas, como as estações do ano, a orientação do edifício, o dia e as horas. A latitude é um fator importante para saber como a luz se comporta no local de implantação do edifício, pois esta determina os ângulos de incidência dos raios solares e o tempo que o sol permanece acima do respectivo horizonte, isto é, quanto maior a latitude, menores os níveis de luz natural disponível (COSTA, 2013).

Outro aspecto que exerce grande influência é a continentalidade, definida como a distância de um local em relação a grandes massas de água, como mares, oceanos e grandes lagoas urbanas. A proximidade da água é positiva, pois estas agem como extensos espelhos d'água, refletindo a luz do sol e maximizando a oferta de luz natural (COSTA, 2013).

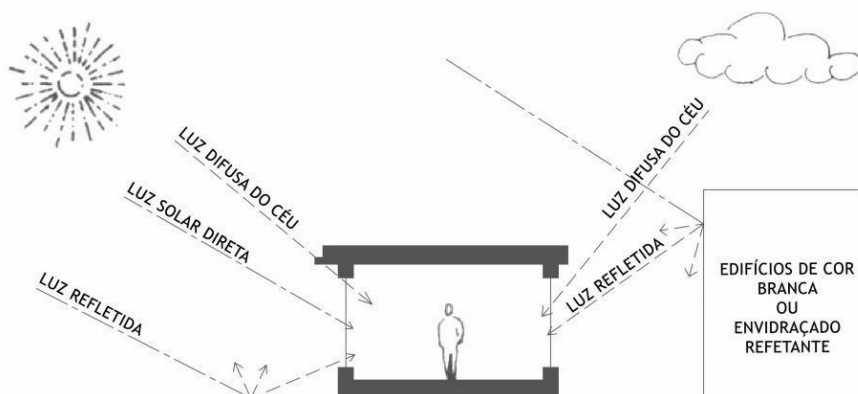


Figura 4: As várias componentes da luz natural – luz solar direta, luz do céu difusa, luz refletida
Fonte: COSTA, 2013.

Ainda de acordo com a autora, o clima também é um agente influenciador das propriedades da luz natural, principalmente em locais de grande variação dessas condições climática e ambientais. Costa (2013) afirma que “a interação entre luz e clima é multidimensional”, pois este afeta também o modo como as pessoas vivenciam um ambiente, os seus hábitos e estados de espírito, determinando o aspecto emocional do lugar.

As condições atmosféricas locais e a qualidade do ar também interferem na disponibilidade de luz natural. Nas zonas urbanas, as camadas de ar mais próximas ao solo se encontram repletas de partículas e gases poluentes que formam barreiras aos raios solares, o que pode significar uma redução da quantidade de luz de cerca de 60% no interior das cidades, segundo Costa (2013).

As condições morfológicas influenciam do mesmo modo, como algum eventual sombreamento gerado pela vegetação, relevo ou outras construções vindouras. Por isso, de acordo com Knowles (1981 apud COSTA, 2013), é fundamental a concepção da forma arquitetônica correta e a implantação urbana mais apropriada para que seja assegurado o acesso à luz natural e a possibilidade de controle dessa luz, contribuindo para que se possa alcançar níveis excelentes de iluminação natural no interior da edificação, levando em conta as formas urbanas e arquitetônicas, a começar da definição da malha urbana, ruas, praças, vegetação e suas relações com o projeto arquitetônico, o que tem como consequência um possível impacto positivo no conforto térmico e consumo de energia.

A forma de um edifício deve levar em conta o percurso solar (COSTA, 2013). Segundo Sharp et al. (2014 apud TOLEDO; CÁRDENAS, 2015), a orientação e localização do prédio e

suas aberturas são imprescindíveis para o êxito e maximização da eficácia de um sistema de iluminação natural.

Costa (2013) afirma que a arquitetura pertence ao local e cada lugar tem a sua luz peculiar, sendo esta a regra para a compreensão do problema arquitetônico. Essa luz torna o ambiente único e memorável quanto ao lugar em si e suas particularidades, mas também caracteriza as mudanças que ocorrem no seu próprio sistema ao longo do tempo, criando padrões distintos e mudanças sazonais.

Por conseguinte, ainda segundo Costa (2013), a intensidade com a qual a luz natural chega num ambiente interno e a sua distribuição neste estão a mercê de alguns fatores como a disponibilidade da luz natural, existência ou não de obstáculos externos e da dimensão e forma do espaço em questão. Além disso, o tamanho, orientação, posição e forma das aberturas, incluindo as características ópticas dos vidros é igualmente de extrema importância. O que vai determinar o tamanho, tipo e o número de aberturas são os materiais construtivos disponíveis, métodos construtivos, condições climáticas e cultura local. Essas aberturas são fatores que influenciam na forma arquitetônica e têm a capacidade de criar diferentes relações com o exterior, visto que “se as aberturas ultrapassarem certas dimensões, o volume transformar-se-á num esqueleto, se forem relativamente pequenas, reforçam a impressão de robustez” (COSTA, 2013). Ademais, a função das janelas e aberturas de possibilitar as vistas do exterior afetam positivamente a saúde dos usuários, além de serem agradáveis e melhorarem a ventilação e qualidade do ar interior (TOLEDO; CÁRDENAS, 2015).

A capacidade de reflexão das superfícies internas é outro aspecto influenciador (COSTA, 2013). As características dos materiais utilizados no projeto do interior, as cores e refletâncias das superfícies das paredes e mobiliário influenciam significativamente nos níveis de iluminação dos ambientes (ALZOUBI et al., 2013 apud TOLEDO; CÁRDENAS, 2015).

Um projeto de iluminação natural considerado eficiente é aquele que aproveita a luz e tem a capacidade de controlá-la, possível através de soluções arquitetônicas adequadas e maior compreensão do comportamento da luz, a fim de potencializar os benefícios e vantagens e reduzir as desvantagens da iluminação solar no ambiente (COSTA, 2013). Além de ser uma

fonte de energia renovável, segundo Majoros (1998 apud AMORIM, 2002), a luz natural apresenta maior qualidade, em virtude do desenvolvimento da visão humana dependente da luz natural (o que vai guiar os parâmetros da luz artificial); é suscetível a variações, o que propicia a experiência de diferentes sensações no ambiente; e oferece iluminação suficiente durante grande parte do período de luz diário. Porém, a baixa luminosidade dificulta a visão por níveis de iluminância insuficientes e a alta luminosidade é responsável por ofuscamentos no campo de visão, ambas situações inadequadas (BOGO, 2010 apud GABRIEL, 2017).

A iluminação natural não só permite perceber materiais e cores, mas também define a volumetria através dos jogos de sombras e de claros-escuros. Portanto, para uma boa iluminação é necessário levar em conta no projeto de iluminação natural a sombra e a escuridão com a mesma importância que a luz, pois estas aumentam a sensibilidade do usuário à claridade, além de transformar radicalmente os ambientes conforme as sombras vão se modificando ao longo do dia (COSTA, 2013).

A luz natural traz incontáveis benefícios, seja no âmbito econômico, no tocante a redução do consumo de energia elétrica, seja oferecendo bem-estar e melhorando a saúde e/ou desempenho daqueles que ocupam os ambientes. Além de permitir uma visão adequada, a luz natural desencadeia vários efeitos biológicos, circadianos, neuroendócrinos e neurocomportamentais, que devem ser levados em conta no projeto arquitetônico. Portanto, se faz necessário estudar variadas estratégias para maximizar a entrada de luz, mas, ao mesmo tempo, procurar atenuar ou eliminar os efeitos negativos que podem vir a existir. Enfatiza-se também a importância da integração correta com sistemas de iluminação artificial para que haja economia de energia elétrica (BELLIA et al, 2013; LESLIE, 2011; ANDERSEN et al., 2013 apud TOLEDO; CÁRDENAS, 2015).

Segundo Costa (2013), todos os espaços demandam de luz natural ou artificial por razões funcionais ou decorativas. “A luz dá coloração às coisas e influencia o homem, determina a atmosfera e o ambiente do lugar” (COSTA, 2013). Portanto, pode-se concluir que a luz solar é um elemento imprescindível de design que aperfeiçoa os aspectos estéticos do espaço arquitetônico, porém, a sua qualidade e desempenho luminoso estão submetidos a inúmeras variantes e por isso cada projeto demanda soluções específicas (TOLEDO; CÁRDENAS, 2015).

2.3 Iluminação Artificial

Segundo Barbosa (2010 apud GABRIEL, 2017), a luz artificial no período diurno é um complemento fundamental que possibilita a execução de determinadas atividades com estabilidade, eficiência e produtividade, levando em conta as inconstâncias da luz natural, além de prover luz no período noturno.

Diferentemente da luz in natura, a luz artificial pode ser controlada. O advento da iluminação artificial foi viabilizado pela descoberta da eletricidade, que permitiu o desenvolvimento de tarefas e atividades diversas em locais internos com pouca ou nenhuma iluminação natural e, principalmente, no período noturno, modificando as práticas humanas dessas atividades (BRAGATTO, 2013). Consequentemente, de acordo com Fostervold et al. (2010 apud LOSS, 2013) os aperfeiçoamentos no campo da iluminação vêm aumentando o uso e dependência da luz artificial.

A iluminação adequada tem a capacidade de proporcionar maiores níveis de conforto, modificar a forma que a arquitetura se apresenta e valorizar os ambientes. Além disso, dá identidade e ajuda a definir a atmosfera dos espaços, variando desde o relaxante ao estimulante, o que é tão importante quanto a arquitetura em si e também os outros aspectos dela, como sons, cheiros e o tato (GODOY, 2000 apud BRAGATTO, 2013). Nascimento (2014) defende o

(...) desenvolvimento de técnicas e ferramentas para gerar, no ambiente interno, atmosferas propícias ao convívio particular e social, estimulando o prazer ou a excitação, motivando a descontração ou facilitando a concentração, a depender da atividade destinada e do desejo do cliente. Ter bastante luz passou a não ser necessariamente sinônimo de uma iluminação adequada. (NASCIMENTO, 2014)

Pode-se classificar os sistemas de iluminação das luminárias de acordo com a forma pela qual o fluxo luminoso é irradiado (para cima ou para baixo do plano horizontal), mas vários autores classificam os sistemas como direto, indireto e direto-indireto (OSRAM, 2012 apud LOSS, 2013). A iluminação difusa e geral ilumina uniformemente e não gera sombras, o que minimiza as formas e volumes e desmaterializa o ambiente, porém é tranquilizador e relaxante (Kaufman e Christensen, 1972 apud BRAGATTO, 2013).

Segundo Bragatto (2013), a iluminação difusa não é capaz de criar muitos contrastes, que são responsáveis por trazer movimento ao ambiente e causar diversas emoções e reações

nos usuários, por isso, ambientes com poucos contrastes tendem a ser monótonos. Diferentes proporções e tons de luz provocam sensação de profundidade, definindo melhor as formas dos objetos, e podem criar a impressão de hierarquia ou destacar pontos específicos, discriminar diferentes ambientes num mesmo espaço ou conectá-los, e também direcionar tanto o olhar quanto o movimento. Portanto, de acordo com Bragatto (2013), o projeto luminotécnico deve levar em conta os aspectos endêmicos do local de implantação para que as diferentes técnicas de iluminação sejam combinadas eficientemente, com o objetivo de criar os contrastes pretendidos e evitar o ofuscamento e áreas muito escuras, equilibrando os extremos (Figura 5).

Atualmente, soluções mais elaboradas estão disponíveis através de novas técnicas visuais, com focos de luz, ângulos, materiais, texturas, cores e efeitos muito diferentes das técnicas de iluminação tradicionais. Entre essas técnicas está a iluminação cênica aplicada à arquitetura, também chamada de “iluminação de efeitos”, pois tem a intenção de provocar respostas visuais e sensoriais dos usuários, não somente buscando iluminar algo. A utilização das diversas técnicas cênicas contribui para evidenciar as novas e diferenciadas soluções arquitetônicas, tornando a função de iluminar em uma expressão criativa e artística (GODOY, 2000 apud BRAGATTO, 2013). Bragatto (2013) afirma que a iluminação com focos de luz é capaz de direcionar o movimento, o olhar (ou fixá-lo), criar uma hierarquia, despertar o interesse e a atenção, organizar, destacar elementos importantes, criar ambientações e sistematizar a profundidade do ambiente através de uma sequência de centros focados.

Ainda de acordo com a autora, sabe-se que a cor, além das iluminâncias e seus contrastes, é um aspecto que desempenha grande influência no comportamento humano, por isso luzes coloridas estão sendo empregadas em vários projetos. Torres (2008 apud BRAGATTO, 2013) afirma que as cores quentes (vermelho, laranja e amarelo) trazem sensações de aconchego e proximidade, avançando em direção ao usuário, suavizando e “diminuindo” o espaço. Em contrapartida, as cores frias (azul, verde e violeta) trazem sensações de distanciamento, ampliando o espaço. A utilização harmonizada de cores quentes e frias em um mesmo ambiente faz com que este ganhe diferentes profundidades e, conseqüentemente, ritmo próprio. Além disso, de acordo com Senzi (2003 apud BRAGATTO, 2013), a cor da luz também afeta a

produtividade, sendo que a luz fria aumenta a produtividade e luzes amareladas fazem o rendimento cair entre 40% e 60%.



Figura 5: Exemplo de sistemas de iluminação direta e indireta atuando em conjunto

Fonte: <<https://revistacasaejardim.globo.com/Casa-e-Jardim/Decoracao/noticia/2016/11/iluminacao-guia-completo-para-sua-casa.html>> Acesso em 22 de novembro de 2018.

Porém, Nascimento (2014) adverte que não se deve atentar apenas à descrição técnica da lâmpada e da luz, como pacote de luz, índice de reprodução de cor, abertura do fecho, temperatura de cor, aparência da cor, etc, uma vez que há outras variáveis que influenciam. Essas variáveis vão desde as condições físicas, como facilidade de instalação, de manutenção, de ajuste, passando pelas condições técnicas, como tensão, potência, tempo de ignição, de apagamento, intensidade, até as condições ambientais, como temperatura, umidade, salinidade, etc. Além disso, também devem ser levadas em conta as metas financeiras do cliente, abrangendo custo inicial, custo operacional, vida útil, e, não obstante, os aspectos estéticos, que abrangem a aparência da luminária e da lâmpada ligada e desligada, efeito, harmonia, o entorno, posicionamento, levando em conta não somente a luz em si mas também a fonte da luz. O autor também defende a tentativa de aproximar a linguagem técnica do vocabulário do público-alvo (NASCIMENTO, 2014).

Além de evidenciar as funções objetivas da iluminação – iluminar e permitir a visão – o autor também chama atenção para o lado subjetivo e as sensações a serem estimuladas, para que o observador se emocione de diversas formas e se sinta atraído positivamente pelo ambiente,

incentivando-o a ocupar o espaço. Nascimento (2014) também chama atenção para o fato de que a distribuição das fontes luminosas aguça a percepção visual, auxiliada dos níveis de iluminância, contraste, ofuscamento, sombras, variados ângulos de visão, etc. Porém, as sensações incitadas pela iluminação são parte de uma experiência pessoal e está sujeita às e experiências vividas por cada usuário, por isso, pode-se inferir que as pessoas têm um certo nível de conhecimento intrínseco sobre iluminação (NASCIMENTO, 2014).

Planejar um projeto de iluminação eficiente exige mais que a seleção de luminárias e demais equipamentos adequados. Um sistema de iluminação bem planejado oferece uma quantidade adequada de luz, no momento e local onde é necessária, exigindo uma quantidade mínima de energia para pleno funcionamento (BECKER, 1985 apud BRAGATTO, 2013). Além disso, de acordo com Gabriel (2017), é necessário ter conhecimento sobre a aplicação das estratégias de iluminação consciente de quando, como utilizá-las e conciliá-las de forma a obter um resultado que valorize o ambiente, ofereça conforto visual e incentive a apropriação do espaço, além de economizar energia elétrica.

Bragatto (2013) completa afirmando que a economia de energia pode ser alcançada através de um projeto luminotécnico condizente e mudanças de hábitos de uso. Além dos hábitos inadequados, iluminação em excesso, falta de aproveitamento da iluminação natural, uso de aparatos com baixa eficiência luminosa, falta de interruptores e pouca manutenção são os problemas mais recorrentes relacionados à eficiência da iluminação encontrados nas edificações (RODRIGUES, 2002 apud BRAGATTO, 2013). Shuboni e Yan (2010 apud LOSS, 2013) destacam também a mudança de outra circunstância, afirmando que a luz elétrica alterou as condições e, por conseguinte, as dinâmicas ambientais com noites visivelmente mais claras. É possível observar esse fenômeno principalmente nos grandes centros urbanos, onde a densidade de edifícios é maior e onde a luz artificial é utilizada sem critérios e os níveis de iluminância são cada vez maiores (LOSS, 2013).

Logo, é imprescindível que a iluminação artificial e natural, a arquitetura e o design de interior do ambiente estejam intimamente integrados, compondo com sucesso o projeto (BRAGATTO, 2013). Além disso, o conhecimento relacionado à iluminação artificial,

ratificado pelo uso das novas tecnologias que a indústria tem colocado à disposição dos projetistas, pode oferecer aos usuários uma nova forma de utilização e usufruir da iluminação (LOSS, 2013).

2.3.1 Conceitos básicos de luminotécnica

a. **A Luz** é uma radiação eletromagnética capaz de sensibilizar os olhos humanos e causar sensação visual (SCHMID, 2005 apud LOSS, 2013). O conjunto de fenômenos eletromagnéticos é chamado espectro eletromagnético e é dividido em ondas (de alta e baixa frequência) e radiações. A faixa das ondas antecede a faixa da radiação, que se inicia com as infravermelhas, invisíveis, percebidas como calor, continuando com a faixa visível (380 nm a 780 nm), capaz de sensibilizar o olho humano, e seguindo com as radiações ultravioletas, raios X, gama e raios cósmicos (COSTA, 2000 apud PEREIRA, 2010).

Porém, o ser humano possui visão tricrômica, ou seja, o olho é sensível a apenas três cores do espectro visível: vermelho (red), verde (green) e azul (blue), modelo cromático RGB. Todas as demais cores são baseadas em diferentes combinações entre essas três cores primárias quando tratando de cor luz. Isso se dá porque na retina existem células fotossensíveis: os bastonetes, sensíveis à luminosidade, responsáveis pela percepção dos contrastes claro-escuro, silhuetas e dos tons de cinza; e os cones, sensíveis às cores, existindo três tipos, cada um sensibilizado por uma cor primária (ROCHA, 2011).

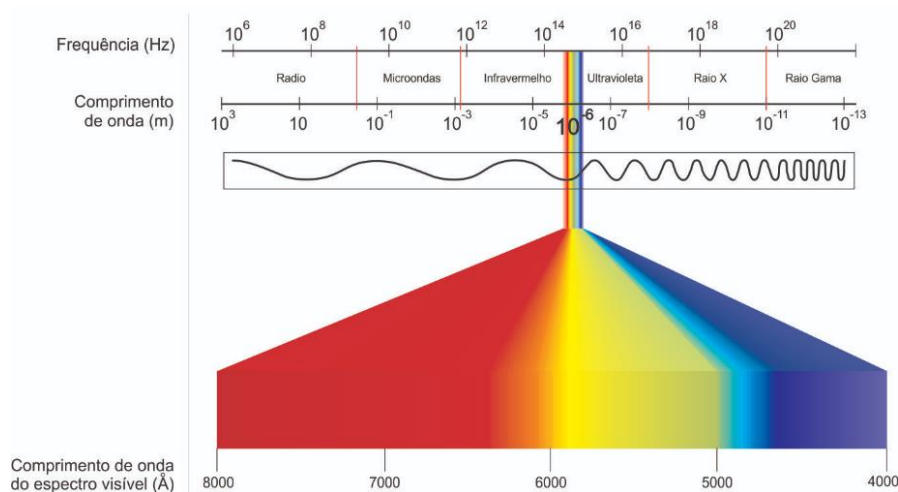


Figura 6: Espectro eletromagnético

Fonte: <<http://www.if.ufrgs.br/fis02001/aulas/aularad.htm>> Acesso em: 14 de abril de 2019.

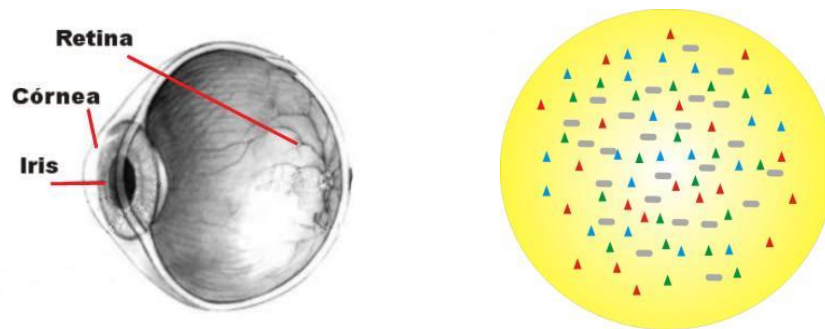


Figura 7: Corte lateral do olho e esquema da retina com cones e bastonetes
Fonte: ROCHA, 2011

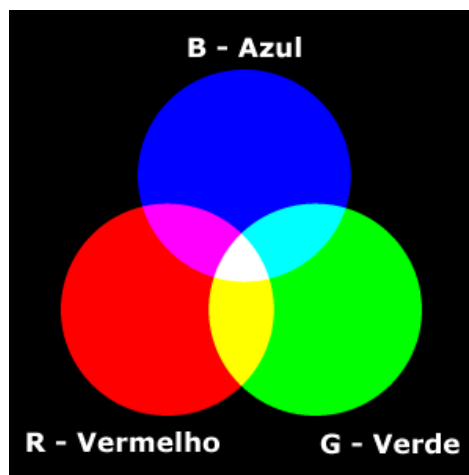


Figura 8: Composição das cores - modelo RGB
Fonte: <<http://coresnconceicao.blogspot.com/2011/01/espacos-de-cor.html>>

b. **Fluxo Luminoso (Φ)** é a potência de radiação total emitida por uma fonte luminosa em todas as direções, capaz de produzir sensação de luminosidade por meio do estímulo da retina, ou seja, é a potência de energia luminosa de uma fonte percebida pelo olho humano (DE FREITAS, 2009). Sua unidade é o lúmen (lm).



Figura 9: Fluxo Luminoso
Fonte: OSRAM, 2014 apud FERREIRA, 2014

c. **Intensidade luminosa (I)** é a potência da radiação luminosa em uma dada direção (DE FREITAS, 2009). Sua unidade é a candela (cd).

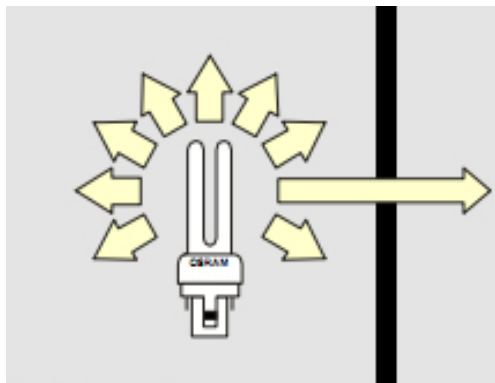


Figura 10: Intensidade Luminosa
Fonte: OSRAM apud PEREIRA, 2010.

d. **Iluminância (E)** “é a razão entre o fluxo luminoso emitido por uma fonte e a superfície iluminada a certa distância da fonte” (LOSS, 2013). Em outras palavras, é o fluxo luminoso (lm) que incide perpendicularmente numa superfície por unidade de área (m^2) (Figura 11). Pereira (2010) afirma que o melhor conceito a ser empregado ao termo é “uma densidade de luz necessária para realização de uma determinada tarefa visual”. Sua unidade é o lux ($1 \text{ lux} = 1 \text{ lm} / m^2$).

e. **Luminância (L)** “é a luz refletida pelas superfícies em direção aos olhos do observador. Depende tanto da iluminância quanto das propriedades reflexivas das superfícies” (ELEKTRO, 2014 apud FERREIRA, 2014). É devido a iluminância que uma pessoa consegue enxergar (PEREIRA, 2010). Sua unidade é cd/m^2 .

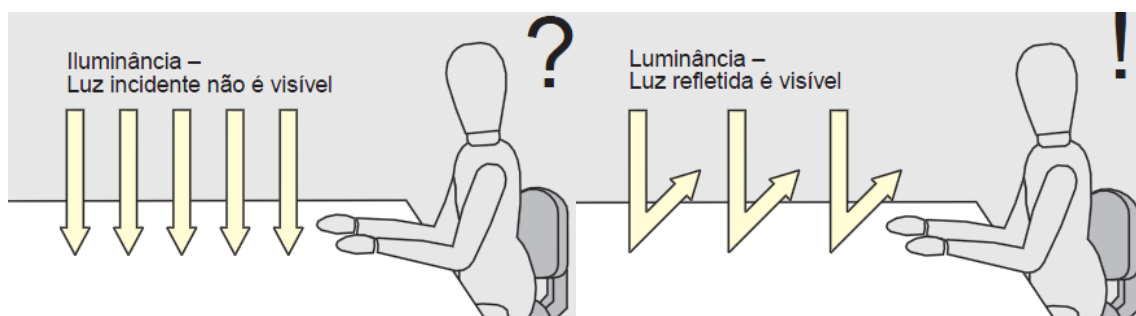


Figura 11: Diferença entre luminância e Iluminância
Fonte: OSRAM, 2014a apud FERREIRA, 2014.

f. **Eficiência luminosa (η)** é a relação entre o fluxo total emitido por uma fonte luminosa e a potência em watts consumida por ela, ou seja, a quantidade de luz que uma fonte pode gerar a partir da potência elétrica de 1 watt (W) (PROCEL, 2002 apud PEREIRA, 2010). Sua unidade é lm/w.

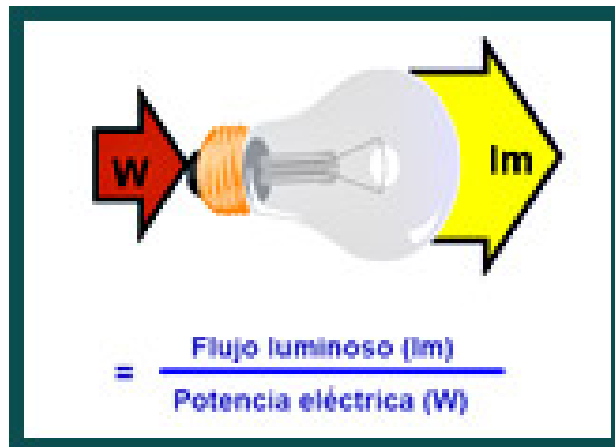


Figura 12: Eficiência luminosa

Fonte: <<http://www.grupoecos.com.mx/lighting/definiciones.html>> Acesso em: 17 de abr. 2019

g. **Temperatura de cor correlata (TCC)** diz respeito a aparência de cor da luz emitida por uma fonte luminosa em comparação a cor emitida pelo corpo negro radiador, ou seja, não se refere ao calor específico da lâmpada, mas a tonalidade dada ao ambiente (NOVICKI; MARTINEZ, 2008). É expressa em graus Kelvin (K). Quanto mais alta a temperatura de cor, mais branca é a cor da luz, ou seja, luzes quentes, de aparência avermelhadas, alaranjadas e amarelas, possuem temperatura de cor baixa (abaixo de 3000 K), e as luzes frias, com aparência branco-azuladas, “branco natural”, têm temperatura de cor alta (por volta dos 5000 K até 6500 K). As lâmpadas de aparência neutra possuem temperatura de cor em torno dos 4000 K (LOSS, 2013).

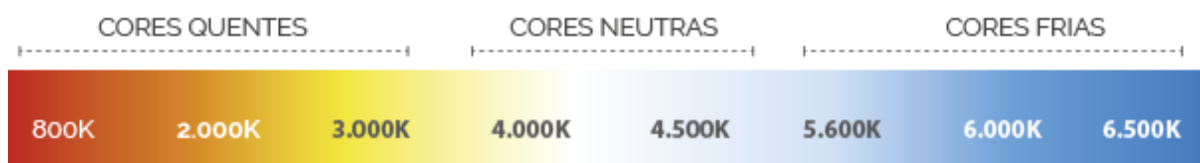


Figura 13: Temperatura de cor correlata

Fonte: <<http://www.startecimport.com.br/blog/post/temperaturadecor>> Acesso em: 17 de abr. 2019

h. Índice de reprodução de cores (IRC) representa a qualidade em que as cores serão reproduzidas por uma fonte de luz, comparando com a cor real que é reproduzida sob a luz branca solar natural, independente da temperatura de cor da fonte” (NOVICKI; MARTINEZ, 2008), ou seja, “a temperatura de cor mede o quão próximo do branco é a cor de uma fonte de luz, e o IRC sua capacidade de mostrar o maior número de cores possíveis do espectro visível”, segundo Pereira (2010). Varia de 0 a 100, é adimensional, e quanto mais próximo de 100, maior é a fidelidade de reprodução de cor e menor a distorção cromática (ALUMBRA, 2014 apud FERREIRA, 2014) e quanto mais próximo de 0, mais deficiente. De acordo com a OSRAM, “um IRC entre 90 e 100 é considerado excelente, entre 80 e 89 – muito bom, entre 70 e 79 – bom, entre 60 e 69 – regular, entre 59 e 40 – pobre, abaixo de 40 – muito pobre” (PEREIRA, 2010).



Figura 14: Índice de reprodução de cor

Fonte: <<https://www.ilunato.com.br/blog?single=Indice-de-reproducao-de-cor1>> Acesso em: 17 de abr. 2019

i. **Ofuscamento**, de acordo com a OSRAM¹ (apud FERREIRA, 2014) é definido como incômodo visual provocado por uma disposição inapropriada de luz, brilhos e demasiados contrastes, diminuindo a capacidade de identificar objetos no campo de visão, gerando sensação de desconforto em detrimento das atividades realizadas no espaço. Pode ser direto, através de uma fonte de luz direcionada ao campo visual, ou reflexivo, através da reflexão no plano de trabalho ou demais superfícies. “A partir de 200cd/m², a luminância é considerada incômoda.” (OSRAM, 2014a apud FERREIRA, 2014)

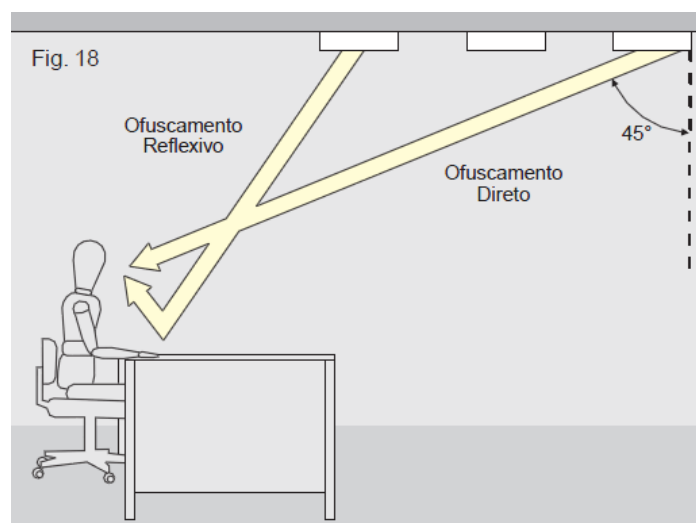


Figura 15: Tipos de ofuscamento
Fonte: OSRAM, 2014a FERREIRA, 2014.

2.4 Iluminação no espaço residencial

As pessoas passam a maioria do seu tempo no interior de edificações iluminadas natural ou artificialmente e, portanto, de acordo com Halliday (1997 apud LOSS), estas deveriam ser funcionais, eficientes e saudáveis, capazes de oferecer bem-estar aos usuários. Porém é nas residências onde os seres humanos passam os maiores períodos de tempo. Dentre outras justificativas, devido à possibilidade de exercer atividades remuneradas no próprio domicílio (utilizando as redes de comunicação - *homeoffice*), a busca por maior conforto através da

¹ uma das maiores empresas fabricantes de lâmpadas do mundo

obtenção de eletrodomésticos e outros equipamentos eletrônicos, e a sensação de insegurança dos centros urbanos (PROCEL, ELETROBRAS, 2007 apud LOSS, 2013).

Bragatto (2013) afirma que, para que o projeto de iluminação seja considerado eficiente, ele deve considerar e aproveitar durante o maior período possível a iluminação natural, gerar um conceito de iluminação artificial baseado em cálculos concretos, criar diferentes circuitos de iluminação que permitam o uso de diferentes sistemas em momentos específicos, prevendo os pontos de luz e cargas e evitando gastos desnecessários. “Assim, com as informações definidas, inicia-se o desenvolvimento das soluções, elegendo os objetivos visuais, compondo os ambientes, criando efeitos” (GODOY, 2000, p. 4 apud BRAGATTO, 2013).

Pereira (2010) afirma que a iluminação residencial é de extrema importância para que haja uma melhoria na qualidade de vida e no bem-estar dos moradores e outros eventuais usuários. Assim, ao se projetar considerando os conceitos de iluminação, conhecendo as possibilidades de aplicação e os elementos a serem utilizados, são criados ambientes mais atraentes, confortáveis, seguros e, sobretudo, saudáveis. Ainda de acordo com o autor, a iluminação residencial tem como principais funções iluminar, obter boas condições de visão em cada ambiente de acordo com as diferentes tarefas visuais a serem realizadas (como, por exemplo, ler, escrever, cozinhar, assistir TV, trabalhar, etc), além de criar um tipo de atmosfera e ambientação específica, deixando os espaços agradáveis e destacando objetos, detalhes, superfícies e, não obstante, oferecendo segurança, orientação e visibilidade.

De acordo com Silva (2013), o projeto de arquitetura deve ter condições favoráveis para o desenvolvimento do projeto de iluminação e este, por sua vez, deve valorizar aquele. O projeto luminotécnico deve se iniciar a partir de questionamentos em relação ao usuário, às funções do espaço e as atividades às quais ele está destinado, além dos elementos que se intenciona destacar. Com base nas respostas obtidas, define-se o tipo de luz pretendida para o local e, em seguida, determina-se os equipamentos que oferecem os efeitos desejados. “Dificilmente um só sistema consegue suprir as necessidades luminosas de um espaço. Normalmente, utiliza-se um sistema principal, focado na funcionalidade, e um ou mais sistemas secundários [...]”, responsáveis pelos efeitos emocionais mais específicos (SILVA, 2013) (Figuras 16 e 17). Pereira (2010)

completa afirmando que, para oferecer flexibilidade, é sempre pertinente a instalação de vários focos de luz no ambiente, a fim de se obter uma iluminação específica para cada atividade que se realize no local.

O progresso material e o conforto ofertado pela industrialização e uso da energia elétrica são anseios das populações contemporâneas (MENEZES, 2013). De acordo com Silva (2013), entre os novos desejos em relação às residências está uma iluminação adequada, fruto do recente reconhecimento do valor funcional e estético que um projeto de iluminação adequado pode agregar, em detrimento do simples e convencional ponto de luz central. A autora completa dizendo que essas novas exigências de inovação e qualidade conduzem os projetistas a investigar diferentes formas de reformular soluções antiquadas, refinando-as. Além disso, os novos materiais e tecnologias que têm se desenvolvido, as aplicações criativas e maiores possibilidades de adaptação de usos permitem mais de possibilidades projetuais e pluralidade de efeitos (SILVA 2013).

O progresso material e o conforto ofertado pela industrialização e uso da energia elétrica são anseios das populações contemporâneas (MENEZES, 2013). De acordo com Silva (2013), entre os novos desejos em relação às residências está uma iluminação adequada, fruto do recente reconhecimento do valor funcional e estético que um projeto de iluminação adequado pode agregar, em detrimento do simples e convencional ponto de luz central. A autora completa dizendo que essas novas exigências de inovação e qualidade conduzem os projetistas a investigar diferentes formas de reformular soluções antiquadas, refinando-as. Além disso, os novos materiais e tecnologias que têm se desenvolvido, as aplicações criativas e maiores possibilidades de adaptação de usos permitem mais de possibilidades projetuais e pluralidade de efeitos (SILVA 2013).

O mercado consumidor impulsionou o desenvolvimento do setor industrial, que passou a contar com uma ampla gama de lâmpadas e luminárias, sistemas de automação, emprego de forros rebaixados, o que oferece uma infinidade de efeitos, decorrentes das combinações desses itens (SILVA, 2013). Além da recente evolução na tecnologia e no design das lâmpadas e luminárias, o que fez com que esses elementos se tornassem fatores importantes na decoração, a luz

começou a ser usada como recurso e elemento ativo no projeto de interiores residencial (LOSS, 2013). Silva (2013) defende que para a seleção dos equipamentos, principalmente as lâmpadas, é necessário definir muito bem o efeito luminotécnico desejado. A especificação dos produtos será em função dos modelos que atendem aos efeitos pretendidos, a disponibilidade no mercado, dimensões, custo-benefício, entre outros fatores (SILVA, 2013). Além disso, Pereira (2010) lembra que as soluções são, sobretudo, pessoais, dependendo do projetista e dos moradores.

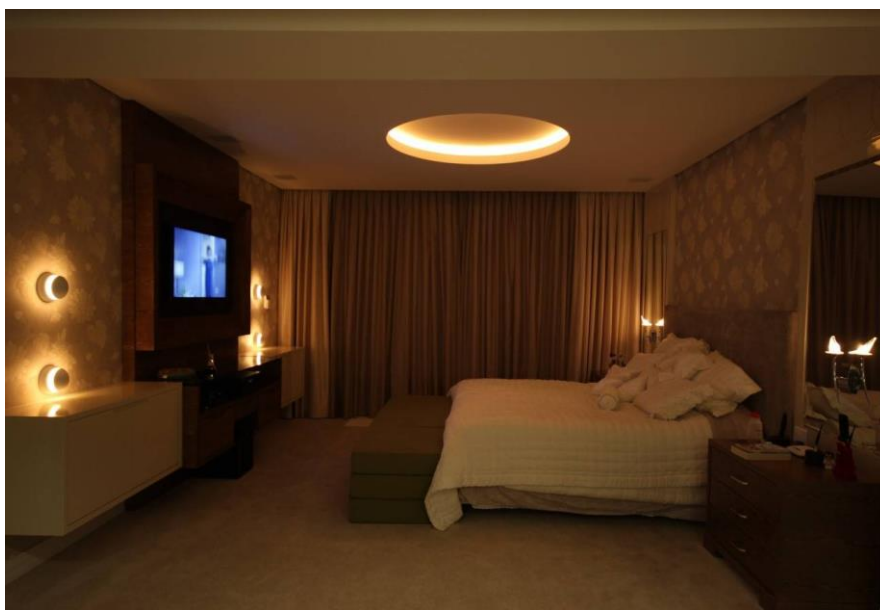


Figura 16: Ambiente aconchegante do quarto de casal com iluminação indireta

Fonte:<<https://www.vivadecora.com.br/revista/iluminacao-para-quarto-de-casal/>> Acesso em 24 de novembro de 2018.

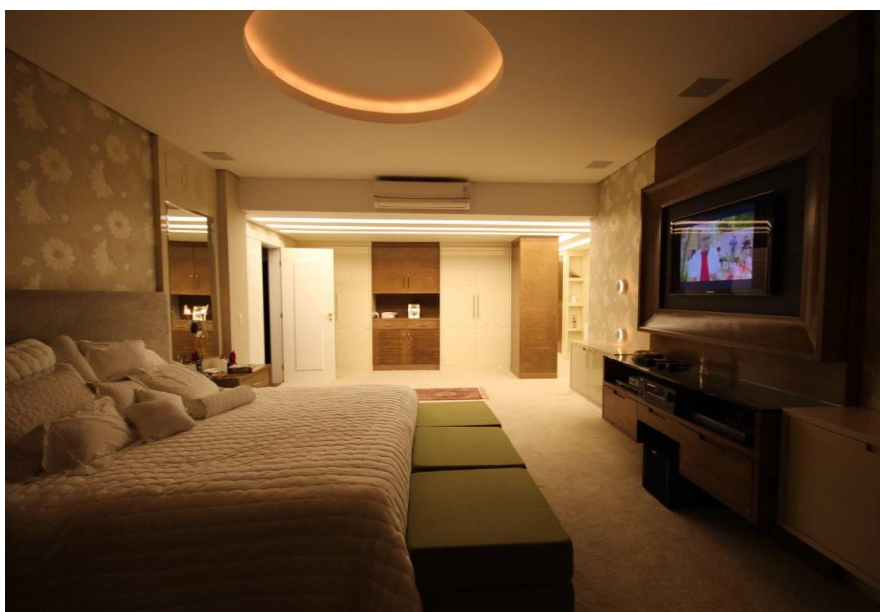


Figura 17: Armários bem iluminados da residência

Fonte:<<https://www.vivadecora.com.br/revista/iluminacao-para-quarto-de-casal/>> Acesso em 24 de novembro de 2018.

Assim, de acordo com Niskier e Macintyre (2000 apud PEREIRA), para definir o valor de iluminância adequada, deve-se atentar para a idade dos moradores da residência, a velocidade e precisão que as tarefas visuais que serão exercidas nos espaços exigem para serem realizadas e a refletância das superfícies que servirão de fundo ao se desenvolverem as tarefas. Ainda de acordo com os autores, a refletância (ou fator de reflexão) se define pela “relação, expressa em porcentagem, entre o fluxo luminoso refletido por uma superfície e o fluxo luminoso incidente sobre ela. [...] varia sempre em função das cores ou acabamentos das superfícies e suas características de refletância.” (NISKIER; MACINTYRE, 2000 apud PEREIRA, 2010). De acordo com Silva (2013), “o elemento refletor da luz deve ser o mais claro e polido possível, o que sem dúvida amplia o rebatimento e a percepção de luminosidade.”, mas se o nível de luminância pretendido for menor do que a capacidade das lâmpadas e do sistema e não houver possibilidade de dimerização, o teto, parede ou outra superfície refletora podem ser coloridas de forma a diminuir a luminosidade (SILVA, 2013).

Além disso, o uso da dimerização é muito importante, pois apenas diminuindo o nível de iluminância, transforma-se completamente a ambiência (Figura 18). Em residências mais compactas, principalmente, onde os cômodos possuem várias funções, esse investimento pode ser compensador, além de interferir positivamente no conforto diário (SILVA, 2013). Loss (2013) também defende que, para ser considerado bem elaborado e eficiente, um projeto de iluminação deve permitir aumentar ou diminuir o nível de iluminamento dos espaços em função da atividade a ser executada, além de ser concebido de maneira a suprir as demais necessidades dos usuários. A dimerização permite criar uma iluminação mais suave e relaxante nos momentos de descanso, que não interrompa funções fisiológicas importantes do organismo (LOSS, 2013).

Se tratando da iluminação geral de residências, os níveis de iluminância não precisam ser necessariamente elevados, assim o projetista deve levar em conta outros fatores que influenciam na qualidade do projeto, como a harmonização da iluminação com a arquitetura e a decoração (PEREIRA, 2010). De acordo com Silva (2013), a luz geral é distribuída de forma homogênea

o ambiente e é imprescindível onde a atividade envolve altos níveis de concentração, rendimento e precisão. A autora ressalta que mesmo se tratando da iluminação geral, não significa que esta deve ser obrigatoriamente convencional.



Figura 18: Dimerização em iluminação de quarto de casal

Fonte: <<https://www.vivadecora.com.br/revista/iluminacao-para-quarto-de-casal/>> Acesso em 24 de novembro de 2018.

As atividades que necessitam de menor quantidade de luz são as relacionadas ao descanso, acompanhadas das atividades relativas a estar e comer, depois as relacionadas à limpeza e, por último, atividades relacionadas à cozinha, que são mais complexas e exigem maior quantidade de luz (SOUSA, 2014). Segundo Silva (2013), num ambiente de estar, prioriza-se o descanso e o relaxamento, favorecido por uma luz suave, de cor âmbar ou branco morno, além de serem áreas onde comumente procura-se valorizar revestimentos, objetos, setores ou formas arquitetônicas que oferecem personalidade aos espaços (Figura 19). Já os escritórios residenciais são ambientes que abrigam diferentes atividades, sendo necessária uma iluminação que estimule a produtividade e a concentração, mas também que possibilite um cenário relaxante. Nos dormitórios, é sabido que é uma questão de saúde manter baixos os níveis de luminância próximo ao horário de dormir. “A cabeceira, com lâmpadas embutidas numa cava superior, é uma proposta viável para incentivar este hábito, já que proporciona luz suave [...]” (SILVA, 2013). Nas lavanderias e cozinhas, onde é interessante aumentar as condições visuais nas bancadas de preparos, “uma solução é embutir lâmpadas fluorescentes tubulares ou fitas LED abaixo dos armários superiores, fazendo uso da parede de fundo como refletor para ampliar a luminosidade no espaço de trabalho.” (SILVA, 2013) (Figura 20).

De acordo com Schmid (2005 apud LOSS, 2013), o período noturno usualmente é utilizado para atividades que induzem ao relaxamento e descanso, demandando uma iluminação mais suave. Porém atividades comuns desse período, como a leitura, necessitam de condições específicas de iluminação para serem realizadas, o que enfatiza a importância da flexibilidade

do projeto. O autor também defende que a iluminação seja concebida e executada de maneira a preservar o caráter da noite, sem necessidade de grandes contrastes, sendo a luz difusa ideal para essas situações.



Figura 19: Iluminação auxiliando na setorização de sala de estar e de jantar num mesmo ambiente
Fonte: <<https://www.institutobramante.com.br/iluminacao-residencial-transformando-ambientes-3/>>
Acesso em 24 de novembro de 2018.



Figura 20: Iluminação de bancada de cozinha
Fonte:<<http://krisbristot.com.br/wp-content/uploads/2017/03/103.jpg>> Acesso em 24 de novembro de 2018.

A norma NBR 15575-2008 (apud LOSS, 2013) recomenda assegurar a iluminação natural em todos os cômodos da habitação durante o dia e especifica que, para o período noturno, o sistema de iluminação artificial deve proporcionar circunstâncias adequadas para ocupação e circulação com segurança e conforto. Porém, o nível geral de iluminamento recomendado na norma para o período da noite é maior do que no período diurno, sendo que o ideal seria o inverso, já que o período noturno é mais conveniente para o relaxamento e descanso e, portanto, não necessitando de mais luz do que o período do dia, quando são realizadas a grande maioria das tarefas e atividades (LOSS, 2013); além de auxiliar na economia de energia elétrica.

A fim de conseguir resultados satisfatórios é imprescindível adquirir conhecimento sobre o comportamento da luz e dos equipamentos disponíveis, para que os princípios projetuais sejam congruentes com o desempenho luminotécnico procurado. Portanto, na concepção do projeto, deve-se utilizar diferentes critérios, técnicas, além de ter conhecimento do que se está propondo, considerando a pluralidade de efeitos a serem explorados, as dimensões do ambiente a ser iluminado, assim como a forma de manutenção dos equipamentos, para que seja um projeto rico, que faça sentido, priorizando soluções de melhor custo-benefício (SILVA, 2013).

3 O USUÁRIO

Costa (2013) afirma que a luz controla diversos processos bioquímicos, fisiológicos e psicológicos do ser humano, como relógio biológico ou ritmo circadiano, influenciando no rendimento das atividades, no sono, estado de ânimo e cura de doenças.

Segundo Grandjean (1998 apud BRAGATTO, 2013), o olho humano é sensível a uma grande variedade de intensidades luminosas. Presumia-se que a retina possuía apenas dois tipos de células fotorreceptoras, os cones e bastonetes, responsáveis pela conversão de ondas luminosas em estímulos eletroquímicos enviados ao cérebro através do nervo óptico. Porém, Berson et al. (2002 apud LOSS, 2013) identificaram a presença de um terceiro fotorreceptor na retina dos mamíferos, responsável por regular diversos efeitos não visuais, como o ciclo circadiano, a temperatura corporal, a frequência cardíaca, secreção de hormônios e o estado de alerta e atenção. Como completa de Oliveira (2012),

Tais células não estão envolvidas diretamente com a visão, mas, antes, com a captação de mudanças, ainda que mínimas, nos padrões de luminosidade do ambiente. A função primordial destes receptores é sinalizar tais mudanças às células nervosas localizadas no núcleo supraquiasmático. O núcleo supraquiasmático é o responsável pela sincronização das respostas cerebrais e corpóreas aos ritmos circadianos. Como diz Eve Edelstein, tal sistema fornece pistas que afetam as respostas biológicas (endócrinas, do sistema imunológico, cardíaco, metabólico, emocional, cognitivo) bem como as comportamentais. (DE OLIVEIRA, 2012)

O ciclo circadiano, de acordo com Gaetano (2002, apud COSTA, 2013), é um ciclo com duração de 24 horas, ao qual todos os organismos vivos obedecem e no qual as funções vitais se alternam durante os períodos de luz e escuridão. Segundo Anthes (apud DE OLIVEIRA, 2012), o sistema circadiano dos humanos é regulado pela luz azul de ondas curtas, presente na luz solar, que permite ao cérebro e o corpo assimilarem o período do dia. Ou seja, a luz atua como um “marcador temporal” do relógio biológico, controlando padrões como ciclo do sono, hormônios e temperatura corporal, e regulando funções fisiológicas, cognitivas e comportamentais (LOSS, 2013), caracterizando uma forte ligação do ciclo circadiano com a saúde dos indivíduos (TOLEDO; CÁRDENAS, 2015). De Oliveira (2012) afirma que se deve atentar para a frequência da luz, isto é, o comprimento de onda da luz, bem como para a intensidade da luz e tempo de exposição.

A exposição contínua à luz tem a capacidade de alterar as propriedades endógenas do relógio biológico (SHUBONI; YAN, 2010 apud LOSS, 2013). De acordo com Brainard et al. (2001 apud LOSS, 2013), naturalmente, em quase todas as espécies, a secreção do hormônio

melatonina é elevada durante a noite e baixa durante o dia. Assim, a presença constante de luz suprime a secreção da melatonina, responsável por regular o sono e que

também tem função antioxidante, agindo na recuperação de células epiteliais expostas a radiação ultravioleta, também ajudando na recuperação de neurônios afetados pela doença de Alzheimer e por episódios de isquemia. Em estudo sobre a relação da luz noturna e o câncer de mama, Stevens (2009) aponta que a luz noturna pode aumentar o risco de câncer de mama por diminuir a produção de melatonina pela glândula pineal. (LOSS, 2013)

De acordo com Loss (2013), alguns estudos relacionaram a temperatura de cor correlata (TCC) com a supressão desse hormônio, afirmando que luzes com maiores temperaturas de cor suprimem mais a secreção da substância, o que diminui a indução ao sono e causa alterações e distúrbios. De forma inversa, a luz natural aplicada em horários e intensidade apropriados auxilia no tratamento de distúrbios do sono (COSTA, 2013) que podem vir a acontecer devido à incompatibilidade entre a rotina dos indivíduos e os ciclos naturais de dia-noite (KANATHUR, 2010 apud LOSS 2013).

Além disso, de acordo com De Oliveira (2012), estudos empíricos têm proporcionado evidências de que a ausência, por pouco tempo, de luz diurna pode estar associada a níveis alterados de fadiga, sono e desorientação, enquanto a falta prolongada pode estar associada a desordens afetivas temporárias, depressão e desordens psiquiátricas. Assim, a luz impacta o ser humano em outros aspectos da sua fisiologia além do sistema circadiano, ou seja, a iluminação exerce influência também nas funções cognitivas e psicológicas.

A luz natural tende a aumentar a capacidade cognitiva dos indivíduos (DE OLIVEIRA, 2012), por isso, de acordo com Toledo e Cárdenas (2015), a preferência humana por essa fonte de luz, comprovada em diversas pesquisas, está relacionada tanto a razões ideacionais quanto instrumentais. Além disso, segundo Bragatto (2013), a cognição e a percepção visual também são influenciadas pela luz artificial. Se esta for inapropriada, tanto escassa quanto excessiva, pode interferir no desenvolvimento das atividades, provocar perturbações no globo ocular, como fadiga visual e ofuscamento, variações no sistema nervoso e alterações no rendimento e produtividade.

Segundo Gabriel (2017), “a percepção é a interpretação e análise imediatas de cada indivíduo ao ter contato com um elemento ou local, que remete em uma reação à essa análise, uma resposta ao estímulo ao qual ele é exposto”. De acordo com Costa (2013), ela deriva do conjunto de sensações que a luz provoca em cada indivíduo, baseadas no contexto e experiências passadas.

Além de influir no desempenho cognitivo e na percepção, a iluminação adequada influencia no conforto, desempenho cognitivo, no comportamento, humor e saúde (BELLIA et

al., 2014 apud TOLEDO; CÁRDENAS, 2015). Isso se dá porque a qualidade e característica da luz, tanto natural quanto artificial, afeta diretamente a eficiência do cérebro de processar informações, portanto, a luz é tida como um aspecto importante responsável por modular o grau de atenção, segundo De Oliveira (2012).

A autora ressalta também a importância das vistas exteriores e afirma que é interessante permitir a visão para o exterior, em especial para a natureza, sempre que possível, pois estas auxiliam na criatividade, concentração e memória. “Apesar de sugerir distração, contemplar através de uma janela, na verdade melhora a concentração, em especial se forem observadas vistas naturais como um jardim, campo ou floresta” (DE OLIVEIRA, 2012). Além disso, é comprovada a necessidade psicológica de ambientes com janelas e luz natural, assim como a importância das aberturas, pois, além de ventilar e melhorar a qualidade do ar interior, estas podem propiciar inúmeros benefícios, como uma recuperação mais rápida dos pacientes, dependendo do tipo de doença e algumas outras variantes, principalmente problemas relacionados à saúde mental (CHOI et al., 2012 apud TOLEDO; CÁRDENAS, 2015).

Boyce (2009 apud LOSS, 2013) afirma que a exposição à luz afeta a saúde humana de três maneiras: radiação sobre os olhos e a pele, através do ciclo circadiano e através do sistema visual (fadiga ocular). De acordo com Costa (2013), a fadiga visual é um sintoma consequente de más condições de iluminação. Quando o ambiente oferece condições para que as atividades sejam realizadas com o máximo de precisão e acuidade visual, com o menor esforço, riscos de acidente e prejuízos oculares e sem fadiga, é alcançado o conforto visual (LAMBERTS, 1997 apud COSTA, 2013). Costa (2013) completa afirmando que para a ocorrência do processo de visão sem dificuldades são necessários alguns requisitos como a uniformidade de iluminação e ausência de ofuscamento, que é um dos principais efeitos indesejados e desagradáveis, que também acontece com a aplicação equivocada da iluminação artificial. Assim,

O desempenho visual do Homem será mais apurado quanto maior for o campo visual, ou seja, quanto maior for o contraste de luminâncias, maior diferenciação de cores, produzindo uma melhor imagem na retina e, consequentemente, quanto maior for a iluminação na retina, mais rápido e refinado será o desempenho do sistema visual (COSTA, 2013)

No tocante à radiação incidente sobre os olhos e sobre a pele, os raios infravermelhos, de natureza calorífica (que produz calor), geram aquecimento superficial da pele, com 95% dessa radiação absorvida a 2mm e 99% aos 3mm de profundidade da epiderme, o que dilata os vasos sanguíneos e aumenta o fluxo de sangue. “O aquecimento aumenta a fagocitose e a atividade metabólica local, o que pode resultar em reação favorável dos tecidos com processos infecciosos” (CICARDO, 1974 apud BITTENCOURT, 1996).

Já a radiação ultravioleta estimula reações físico-químicas, não excedendo mais que 2 mm de penetração através da pele e mucosas, ativando os antígenos e anticorpos. “O efeito curativo dos raios ultravioletas sobre as feridas é atribuído à ação germicida e a uma ação direta sobre os tecidos” (BITTENCOURT, 1996). Cicardo (1974 apud BITTENCOURT, 1996) complementa afirmando que os raios ultravioletas são muito mais eficazes para eliminar bactérias e seus esporos, justificando a classificação antibacteriana. Porém, segundo Bittencourt (1996), a radiação solar, principalmente os raios ultravioletas, também oferece pontos negativos aos usuários, causando eczemas, urticárias, acne e até os diversos tipos de câncer de pele, relacionados com a intensidade da radiação em contato com este órgão e seus tecidos.

Além dos problemas de pele, ainda segundo o autor, o excesso de luz solar pode também ocasionar distúrbios na visão como a fotooftalmia, uma inflamação da córnea causada por determinada quantidade de radiação, fazendo com que seja necessário o controle da luz solar nos ambientes para que a quantidade seja ideal, diminuindo os aspectos negativos e usufruindo ao máximo dos aspectos positivos. Contudo, de acordo com Costa (2013), no que se refere à iluminação natural, é difícil obter os benefícios da luz solar sem se expor simultaneamente aos prejuízos que esta pode causar, portanto a edificação e suas aberturas e respectivas orientações devem ser projetadas de maneira a receber a luz natural de forma mais controlável possível (DE OLIVEIRA, 2012).

De Oliveira (2012), afirma que a luz precisa ser personalizada, ou seja, deve-se atentar para dispositivos de controle da iluminação para que sejam garantidos diferentes níveis de iluminância de acordo com a atividade a ser realizada, além de suprir as necessidades de cada usuários devido a diferenças de idade, variações de humor, estado psicológico e fisiológico do indivíduo e também por razões de preferências individuais. Ou seja, ao projetar os espaços afim de alcançar boa iluminação interior e favorecer a saúde, deve-se ajustar as iluminâncias, analisando quem irá utilizá-lo, suas necessidades e limitações, levar em conta tanto necessidade de luz quanto a ausência, visando o bem-estar final do usuário.

Além disso, deve-se atentar para as características dos materiais do mobiliário, superfícies e paredes, como cores e refletâncias, que afetam de forma significativa os níveis de iluminação nos ambientes, levando em conta os aspectos estéticos e emocionais dos elementos.

A luz provoca tanto respostas visuais como não visuais. Portanto, para medir e interpretar a influência dos ambientes construídos sobre os seres humanos, as respostas não visuais de caráter subjetivo, a neurociência tem desenvolvido métodos, experimentos e instrumentos que comprovam de maneira objetiva a influência da arquitetura sobre a saúde e

comportamento das pessoas, oferecendo alguns subsídios práticos fornecidos para o desenvolvimento mais humanizado da arquitetura (DE OLIVEIRA, 2012).

4 ESTUDO DE CASO: A ILUMINAÇÃO NAS HABITAÇÕES SOCIAIS

Neste capítulo, encontram-se as análises das edificações escolhidas como estudo de caso. Primeiramente, faz-se um breve panorama sobre a abordagem da iluminação nas habitações de interesse social no Brasil para, em seguida, caracterizar os objetos de estudo, analisar a iluminação natural e artificial em seus interiores e oferecer sugestões para melhoria em cada uma dessas edificações. Por último, desenvolve-se uma proposta de projeto luminotécnico que objetiva otimizar a iluminação no interior da edificação considerada mais crítica.

4.1 Abordagem da iluminação na Habitação Social no Brasil

Segundo Rossatto Rubin e Bolfe (2014), a questão da moradia no Brasil sempre dependeu de políticas públicas, sendo que as mesmas não abordam de maneira adequada os problemas que envolvem o déficit habitacional e de infraestrutura impossibilitando a modificação de aspectos sociais e econômicos da sociedade carente.

Desde 1960, têm-se construído no país habitações de interesse social, o que ocasionou mudanças na malha urbana das cidades (BONDUKI e KOURY, 2014 apud FELICIANO, 2018). De acordo com Feliciano (2018), a construção de residências em série, replicando padrões de plantas em lugares diferentes com condições ambientais diversas, teve como consequência edifícios e espaços urbanos de baixa qualidade, não satisfazendo as necessidades dos usuários em relação ao meio onde habitam (FELICIANO, 2018). As críticas mais recorrentes aos programas de moradia social que vêm sendo desenvolvidos no país são relativos a “conjuntos habitacionais construídos sem qualidade urbanística e/ou arquitetônica apenas para resolver o problema habitacional em números e não em eficiência e qualidade”, sem o foco nas necessidades dos ocupantes (ROSSATTO RUBIN; BOLFE, 2014).

Feliciano (2018) afirma que estudos realizados em moradias de interesse social no Brasil defrontaram-se com situações de pouca qualidade espacial interna, mal dimensionamento dos espaços e a sobreposição de funções e inadequações climáticas severas nas diretrizes do projeto e implantação das habitações, acarretando em baixos índices de conforto térmico, acústico e

luminoso e também em usuários insatisfeitos. Ainda segundo a autora, a repetição de projetos padrões, ausência de estudo prévio e atenção ao programa de necessidades, desenvolvimento do projeto sob o ponto de vista do profissional, pragmático, e não do usuário e a falta de adequação ao modo de vida atual dos moradores são as principais razões que permitem com que essas situações de precariedade ocorram.

Segundo De Assis et al. (2007), a habitação social no Brasil não está bem integrada ao clima local, gerando condições inadequadas de conforto térmico e luminoso, apresentando falhas em todos esses quesitos e problemas de habitabilidade, aumentando o consumo de energia. Especificamente em Minas Gerais, Ferreira (2000 apud DE ASSIS et al., 2007) estudou casos semelhantes aos que serão abordados no presente trabalho em edificações com blocos de concreto e telha cerâmica sem forro ou telha de fibrocimento sobre laje de concreto armado.

Ferreira (2000) estudou 4 casos de habitações unifamiliares e unidades de apartamentos construídas pela Companhia de Habitação do Estado de Minas Gerais nos 4 domínios climáticos principais do estado. Essas habitações têm áreas variando entre 27,3 a 59,5 m² e foram construídas com blocos de concreto e telha cerâmica sem forro ou telha de fibrocimento sobre laje de concreto armado. Os ambientes de permanência prolongada foram simulados em várias orientações de implantação, durante o verão e o inverno, através de um programa computacional [...]. Constatou-se em todos os casos que as habitações não atingiam condições de conforto térmico em nenhum período do ano, sendo identificadas como principais causas: a implantação inadequada quanto à orientação solar, componentes construtivas inadequadas ao clima – principalmente no caso das coberturas, que foram os elementos de pior desempenho no estudo – e barreiras à ventilação cruzada no interior das habitações (FERREIRA, 2000 apud DE ASSIS et al., 2007).

Para contornar as dificuldades encontradas a respeito da habitação de interesse social e obter uma boa qualidade em iluminação, faz-se necessária a intersecção entre as necessidades dos usuários, os aspectos ambientais do projeto e as características arquitetônicas e, portanto, seria dever do projetista atrelar as necessidades humanas ao uso do espaço de maneira econômica, levando em conta a ambiência e finalidade da arquitetura, compreendendo tudo em um projeto de luminotécnico viável e funcional (IESNA, 2000 apud FELICIANO, 2018). Além disso, Mendrano e Nagle (2016 apud FELICIANO, 2018) enfatizam a necessidade de considerar o habitar em sua totalidade e não somente em sua dimensão casa-abrigo, levando em conta a interação com as dimensões da cultura, da história, da política e dos sistemas fundiários e econômicos.

4.2 Descrição dos objetos

Os objetos de estudo de caso para o presente trabalho são edificações residenciais localizadas no distrito de Cachoeira do Campo, em Ouro Preto (MG), no bairro Vila Alegre. Constituído apenas por moradias de interesse social, o modelo de habitação é utilizado, do mesmo modo, no Residencial Dom Luciano, em Antônio Pereira, também distrito de Ouro Preto. Foram selecionadas três dessas habitações unifamiliares e, com autorização dos proprietários, realizadas visitas para reconhecimento do local, registros e documentações fotográficas, assim como registros técnicos necessários para a análise a que se propõe este trabalho. As plantas das edificações são iguais (Figura 24) e foram construídas sem nenhuma modificação arquitetônica significativa, apenas com implantações diferentes no terreno, como observamos no mapa chave (Figura 23). Nas três habitações há apenas um sistema de iluminação geral básico, com um único ponto de luz no centro dos cômodos, com luminária básica de lâmpada exposta (como ilustra a figura 26), sem sistemas complementares.

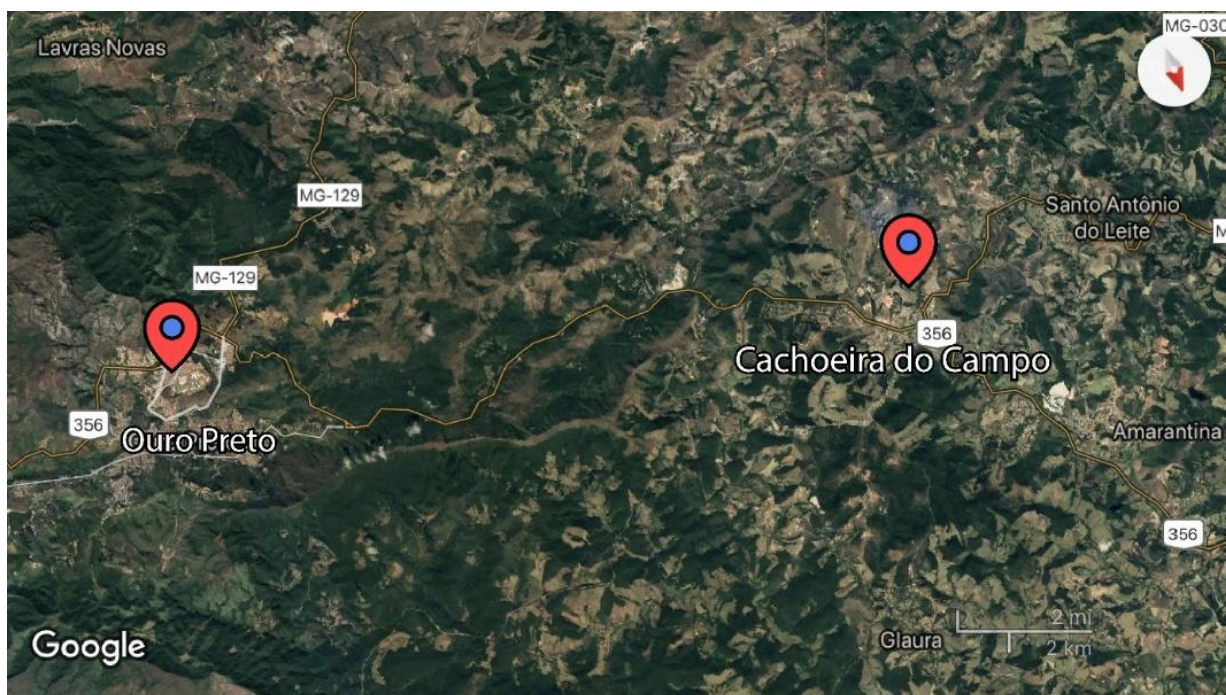


Figura 21: Localização da Vila Alegre em Cachoeira do Campo em relação à sede do município de Ouro Preto

Fonte: Google Maps para iOS

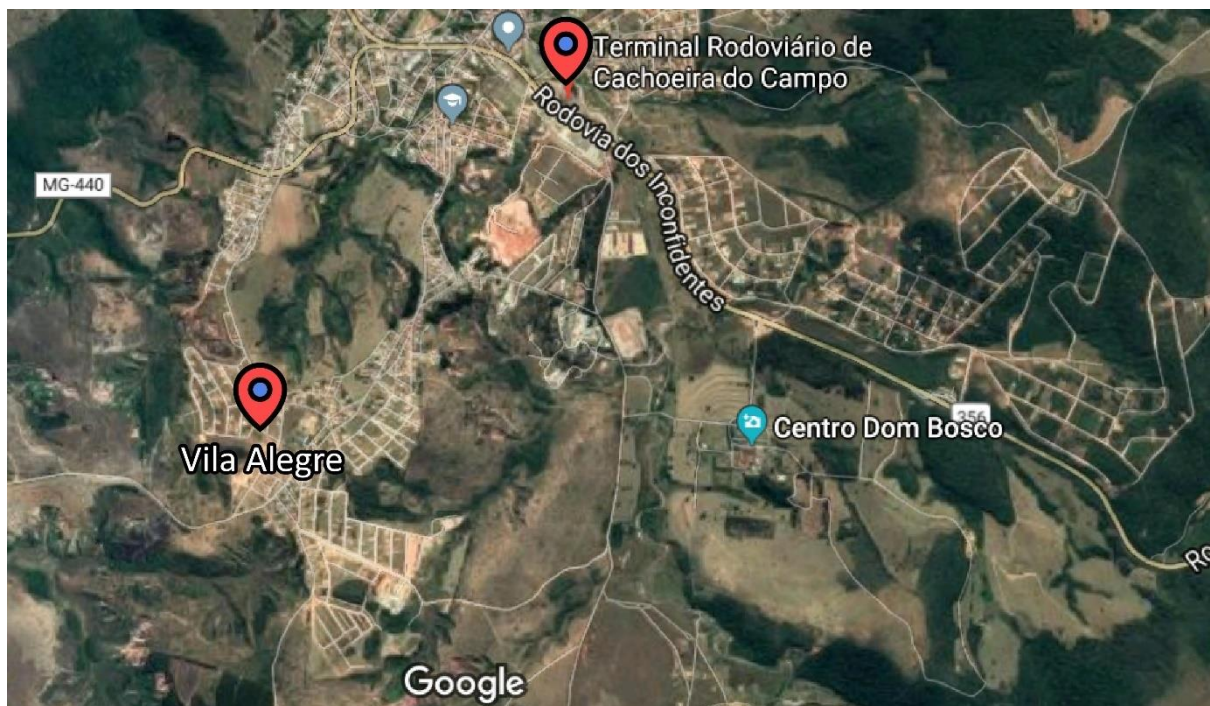


Figura 22: Localização da Vila Alegre em relação ao terminal rodoviário de Cachoeira do Campo
Fonte: Google Maps

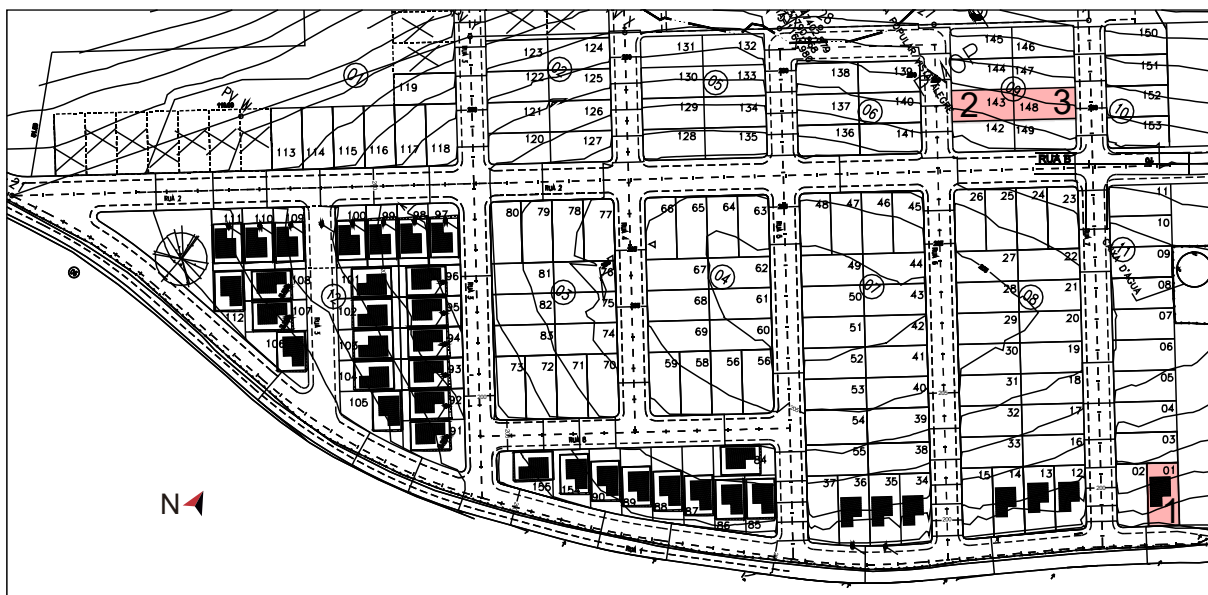


Figura 23: Implantação e localização dos objetos de estudo no conjunto; sem escala
Fonte: Secretaria do Desenvolvimento Social – Departamento de Habitação; Prefeitura de Ouro Preto (MG).

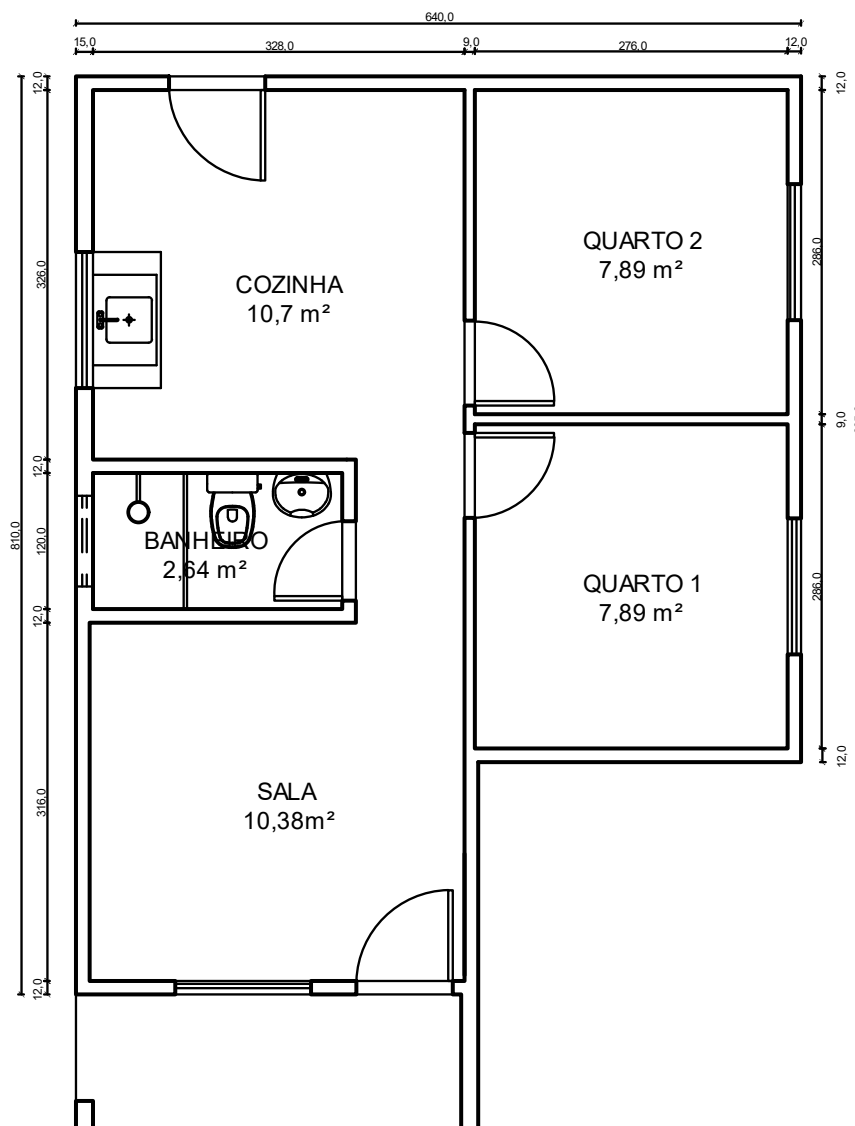


Figura 24: Planta básica das unidades habitacionais; Escala 1/50

Fonte: Secretaria do Desenvolvimento Social – Departamento de Habitação; Prefeitura de Ouro Preto (MG).

A casa 1, possui piso escuro de cerâmica imitando madeira na sala e nos quartos, piso médio (não tão claro nem escuro) cerâmico ornamentado na cozinha e piso branco cerâmico no banheiro; forro de PVC branco em todos os cômodos menos no banheiro, que é de laje com acabamento e pintura verde clara. Na sala, as paredes são todas brancas com textura, com exceção de uma que é pintada com tinta mais escura, o que se repete nos quartos, porém com o agravante de que existe em ambos armários de roupa tomando uma parede, sendo que em um deles a disposição coincide com a parede colorida e no outro o móvel está na parede oposta. Na cozinha, as paredes são revestidas de azulejo claro, sendo ausentes armários aéreos. O banheiro possui meia parede com revestimento cerâmico branco e o resto pintada como o teto, de acordo com a figura X. Também é importante ressaltar que os moradores instalaram coberturas nos

corredores e área dos fundos da casa. Nessa unidade, os moradores optaram pela lâmpada de LED com temperatura de cor de 6500K em todos os cômodos.



Figura 25: cômodos da casa 1 (da esquerda para direita, de cima para baixo): sala, cozinha, quarto 1, quarto 2, banheiro, área dos fundos e área lateral



Figura 26: Tipo de luminária das edificações

A casa 2 possui piso escuro de contrapiso pintado em todos os cômodos, exceto no banheiro, de piso branco cerâmico. Apresenta forro de PVC branco somente nos quartos e laje com acabamento e pintura branca no banheiro, com o telhado aparente na sala e na cozinha, deixando o pé direito alto. Na cozinha, sala e quartos, as paredes são de bloco de concreto autoportante pintados de branco, sendo que na cozinha são ausentes armários aéreos. Há nos quartos também armários de roupa em uma parede, sendo que em um deles há um beliche na parede oposta. O banheiro possui meia parede com revestimento cerâmico branco. Nessa unidade, os moradores optaram pela lâmpada fluorescente convencional com temperatura de cor de 6500K em todos os cômodos, mesma temperatura da lâmpada de LED da casa anterior.



Figura 27: Cômodos da casa 2 (da esquerda para direita, de cima para baixo): sala, cozinha, quarto 1 e banheiro.

A casa 3, possui piso escuro de cerâmica em toda casa menos no banheiro, que tem piso branco cerâmico; forro de PVC branco em todos os cômodos exceto no banheiro, que é de laje com acabamento e pintura branca. Com exceção do banheiro, que possui meia parede com

revestimento cerâmico branco, todos os demais cômodos possuem parede de bloco de concreto autoportante pintados de branco e, em um dos quartos, uma parede pintada de cor média, além de móveis roupeiros grandes e de cor escura nos quartos. Não há emprego de armários aéreos na cozinha. Nessa unidade, os moradores optaram pela lâmpada fluorescente convencional com temperatura de cor de 6500K em todos os cômodos.



Figura 28: Cômodos da casa 3 (da esquerda para direita): sala, cozinha, quarto 1, quarto 2 e banheiro.

4.3 Análise da iluminação artificial

Para avaliar a qualidade da iluminação artificial, foi utilizado o instrumento luxímetro. Foram medidas as iluminâncias de todos os cômodos das casas visitadas, procurando diminuir, quando possível, todas as interferências. Os resultados obtidos podem ser analisados na Tabela 1.

A norma da ABNT NBR 5413 (Anexo 2) traz valores médios de iluminância que devem ser adotados como parâmetros para se obter mínimo conforto e segurança ao executar tarefas de acordo com a função de cada cômodo. De acordo com a norma, a iluminação geral deve entregar de 100 a 200 lux em todos os cômodos e a iluminação local varia, sendo de 300 a 750 lux nas salas, para exercício de atividades como leitura, escrita e artesanato, de 200 a 500 lux na cozinha, banheiro e quartos, em bancadas de preparo de alimentos, fogões e pias, espelhos, penteadeiras, áreas de vestir e atividades como leitura, respectivamente. Deve-se atentar para o fato de que a norma data de 1992, 27 anos antes data de publicação da presente pesquisa, mostrando a necessidade de revisão para que a diretriz se adeque às necessidades atuais das pessoas.

A partir da análise desses resultados e da comparação com as exigências da norma, podemos concluir que, em aspectos técnicos, todos os quartos e banheiros, e as salas e cozinhas das residências 1 e 3 entregam resultados dentro do valor mínimo exigido, mas é insuficiente nos mesmos ambientes da casa 2. Porém, em nenhuma dessas residências há algum tipo de sistema complementar com iluminação local, o que compromete a execução de algumas tarefas específicas, principalmente na cozinha, que é onde acontecem atividades que utilizam instrumentos de corte e necessitam de mais precisão e atenção para serem executadas. Além disso, o único ponto central pode gerar cantos sombreados.

Cômodo	Casa 1	Casa 2	Casa 3
Sala	145 lx	58 lx	145 lx
Cozinha	145 lx	93 lx	182 lx
Banheiro	232 lx	726 lx*	365 lx
Quarto 1	116 lx	145 lux	182 lx
Quarto 2	182 lux	143 lx	290 lx

Tabela 1: Resultado das iluminâncias

* Houve interferência da luz natural

4.3.1 Casa 1

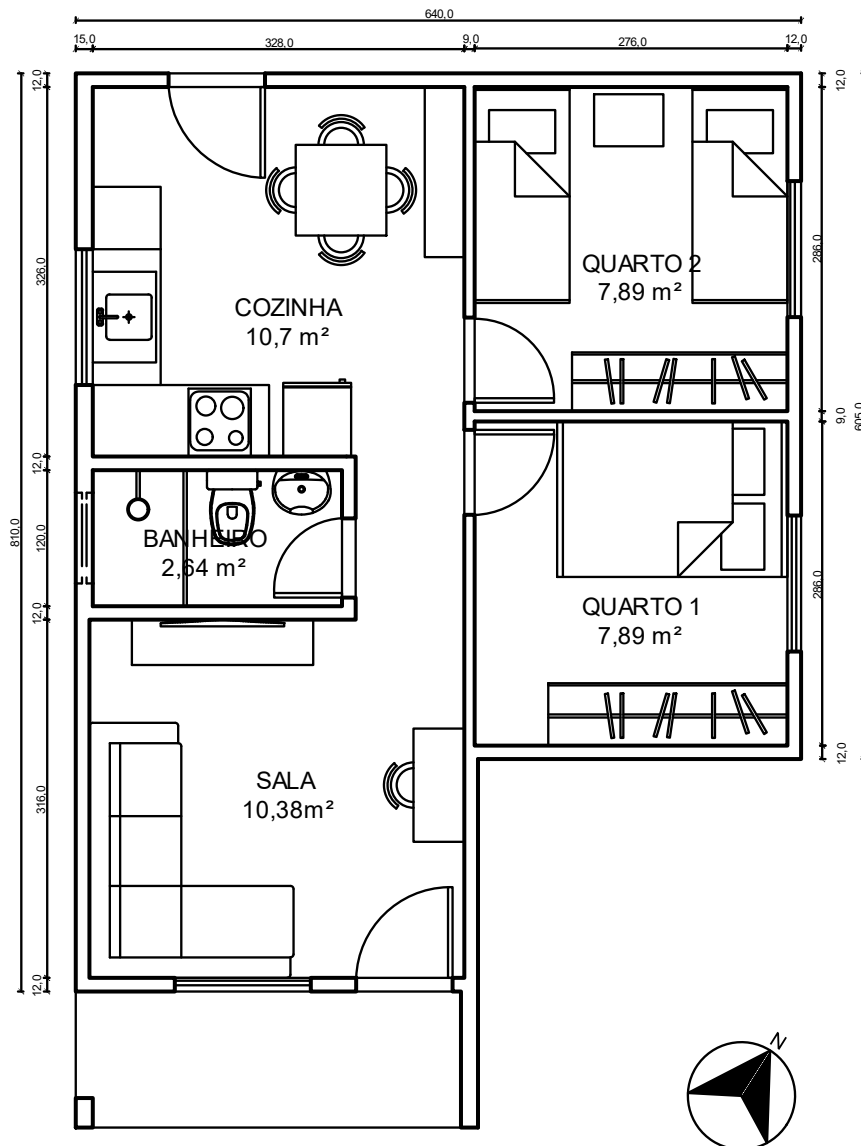


Figura 29: Planta com layout atual da casa 1
Escala 1/50

Nesta residência, a sala é utilizada como ambiente de estar, para receber pessoas, assistir televisão, descansar e também para utilizar o computador. Em termos técnicos, a iluminância entregue pela lâmpada é suficiente, porém a temperatura de cor de 6500K desta não favorece atividades de relaxamento e não traz a sensação de aconchego que uma lâmpada de temperatura de cor mais baixa traria. Além disso, o ponto central faz com que quem estiver utilizando o computador gere sombra no teclado, deixando a pessoa suscetível a ginástica ocular e consequente fadiga, que pode acarretar em problemas mais sérios de visão a médio e longo prazo. Assim, sugere-se a utilização de uma lâmpada de temperatura de cor neutra, de 4000K, para harmonizar com a iluminação natural (em torno dos 5000K) que esse cômodo recebe. Para

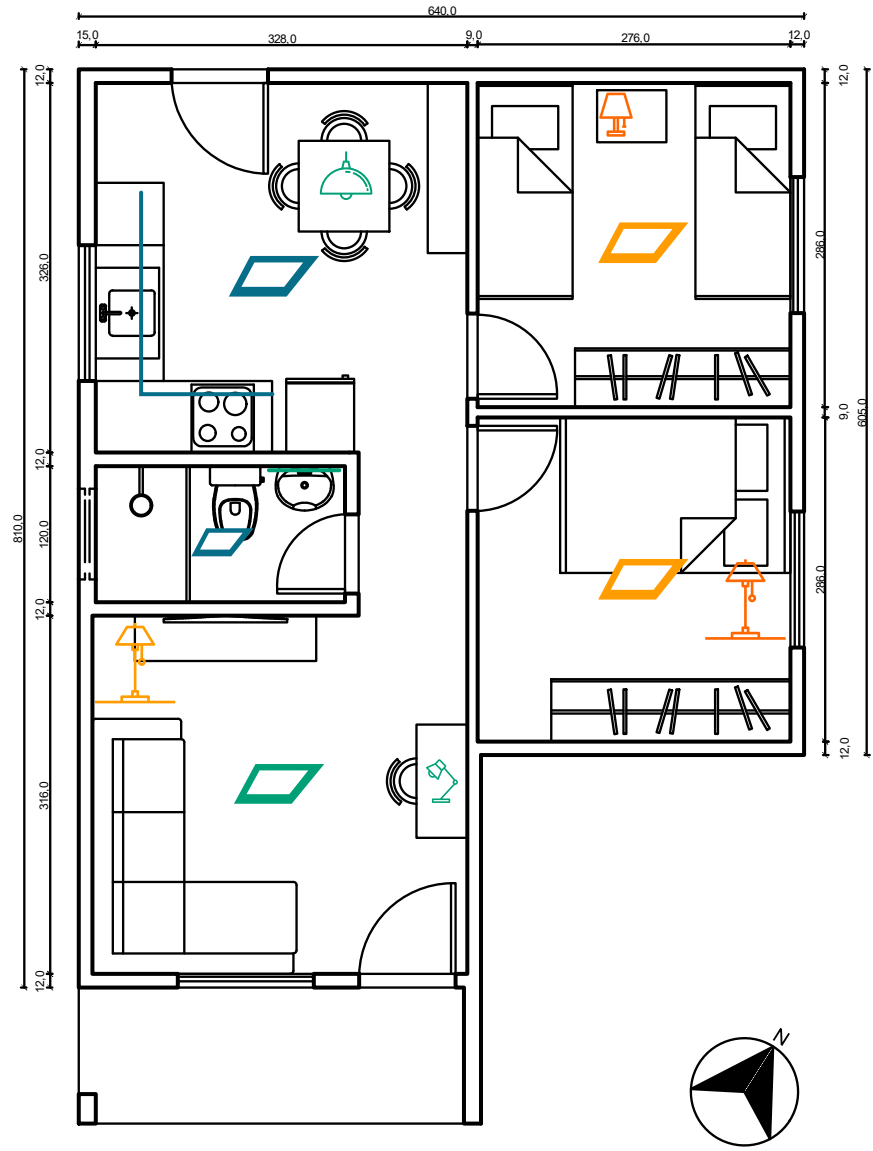
complementar a iluminação geral neutra, é interessante a utilização de abajures ou luminárias com lâmpadas de cores quentes próximas ao sofá, a fim de criar uma atmosfera mais tranquilizadora para momentos específicos e também para serem utilizados no período noturno, quando se prioriza o relaxamento. Recomenda-se também o emprego de um ponto de luz para o computador de modo que o teclado esteja bem iluminado, tomando o cuidado para que o fecho de luz fique abaixo do campo de visão do usuário, iluminando somente o necessário.

Nos quartos, a sugestão para melhorar a iluminação é utilizar cores, móveis e revestimentos mais claros, que refletem a luz com mais eficiência. Além disso, como é um ambiente utilizado para descanso, vestir e atividades relacionadas a relaxamento, recomenda-se o emprego de lâmpadas de temperatura de cor baixa, entre 2700K e 3000K, com índice de rendimento cromático elevado, entre 90 e 100, e luminárias que difundem a luz emitida, evitando a formação de sombras a altos contrastes, que pode ser estimulante. Além disso, recomenda-se a utilização de luminária de mesa ou pendentes próximo às camas com lâmpadas também de cores quentes para propiciar a execução de atividades como a leitura, sempre tendo a precaução com a altura do fecho de luz abaixo da linha do campo de visão, de forma que se ilumine somente o plano de leitura.

No banheiro, as recomendações são a utilização de lâmpadas de temperatura de cor de neutra (4000K) a alta (6500K) para iluminação geral e arandela(s) próxima(s) ao espelho de iluminação indireta ou semi-indireta, que têm a finalidade de refletir a luz para a parede e causar um efeito difusor, reduzindo possíveis sombras. Fita de LED atrás do espelho também é um método satisfatório para esse tipo de efeito que se procura ao iluminar espelhos.

Na cozinha, a sugestão é o emprego de mais lâmpadas ou de uma lâmpada de potência maior, de temperatura de cor neutra a alta (4000K a 6500K) e de rendimento cromático muito bom a excelente, associadas a luminária com difusor, iluminando o ambiente de forma mais uniforme e evitando a formação de sombras. É importante também a iluminação focada da bancada de preparo de alimentos e da mesa de refeições (que muitas vezes também é utilizada como local de preparo). Na bancada, é fundamental o uso de sistema de iluminação de forma que este não projete sombras no plano de trabalho, utilizando as paredes como superfície de reflexão para o plano. Na mesa de refeições, pode-se utilizar pendentes de forma que o fecho de luz se abra abaixo da linha do campo visual do indivíduo. Se foi utilizada lâmpada de temperatura de cor neutra (em torno dos 4000K) na iluminação geral, então é recomendada lâmpadas de cores mais quentes para a iluminação da mesa de refeições, mas se foi utilizada temperatura de cor alta (5000 a 6500K), a temperatura de cor ideal para a iluminação

complementar da mesa seria neutra. Além disso, a utilização de revestimentos, móveis e eletrodomésticos mais claros otimizariam iluminação, refletindo a luz de forma mais eficiente.



Legenda:

- | | | | |
|---|----------------------|---|---|
|  | Luminária de embutir |  | Temperatura de Cor Fria (5500K - 6500K) |
|  | Luminária de chão |  | Temperatura de Cor Neutra (4000K) |
|  | Luminária de mesa |  | Temperatura de Cor Quente (3000K) |
|  | Abajur |  | Temperatura de Cor Quente (2700K) |
|  | Pendente | | |
|  | Fita de LED | | |

Figura 30: Representação da proposta de iluminação da casa 1

4.3.2 Casa 2

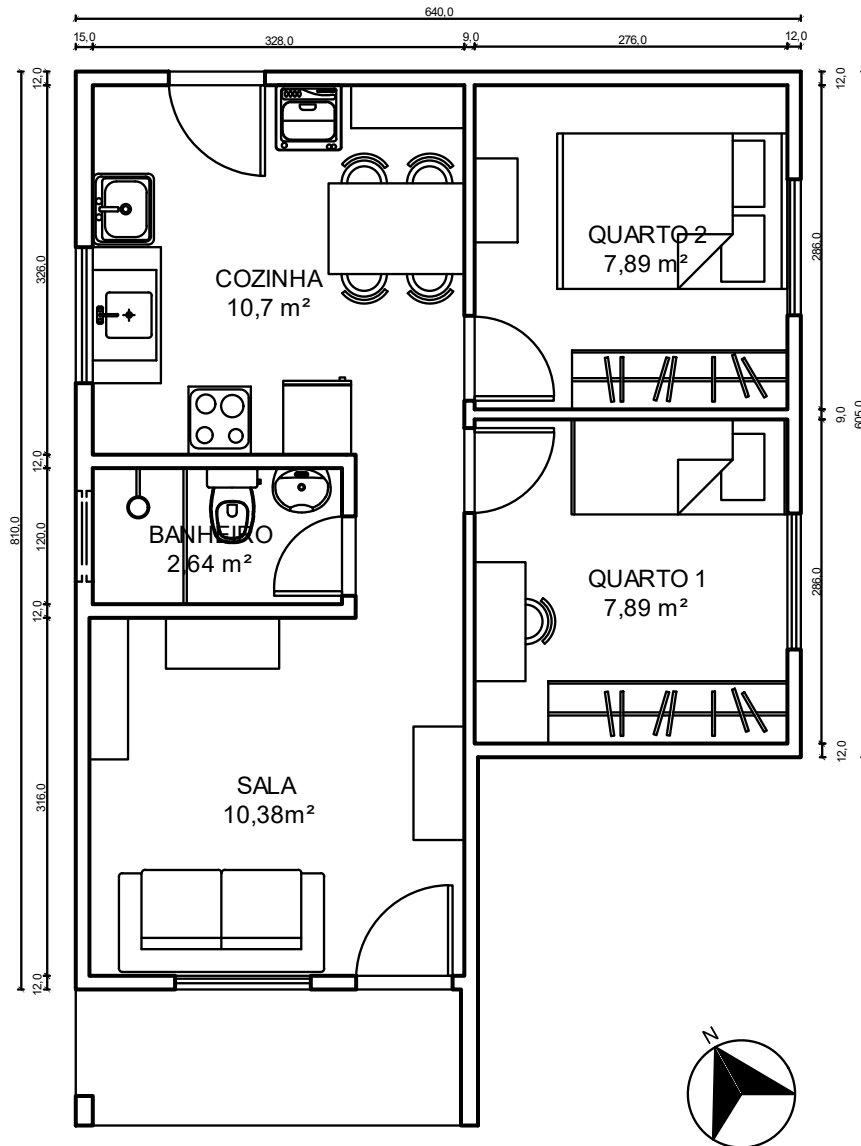


Figura 31: Planta com layout atual da casa 2
Escala 1/50

Nessa residência, os valores de iluminância encontrados na sala e cozinha da casa 2 foram insuficientes. Um dos motivos que contribuiu para tal foi a ausência de forro claro, que diminuiria o pé direito e refletiria a luz com mais eficiência, aumentando o iluminamento nas superfícies de trabalho, além de melhorar o desempenho térmico da edificação.

Especificamente para a sala, as sugestões que se dá para melhorar a qualidade da iluminação, além de instalar forro, é a colocação de luminária com difusor, com o intuito de iluminar mais uniformemente o espaço, evitando sombras, com lâmpada de temperatura de cor neutra. Para a estante, seria interessante instalar iluminação no próprio móvel, a fim de iluminar

as prateleiras e destacar os objetos nela colocados. Recomenda-se também a instalação de ponto de luz específico para a mesa de trabalho no canto, com lâmpada de temperatura de cor alta para incentivar a atenção, iluminando somente o plano de trabalho, evitando ofuscamentos. Para a cozinha, além da instalação do forro, as recomendações são as mesmas que foram oferecidas para a casa 1, assim como o banheiro e quarto 2, complementando com a sugestão para iluminação local da cômoda, auxiliando na visualização das roupas e objetos que possam ficar em cima, com as mesmas características da luminária de mesa ou pendente. Já no quarto 1, que é onde está o beliche, além das recomendações de luz geral, sugere-se o uso de luminárias de parede nos níveis dos beliches, para que a parte de baixo, por exemplo, não fique na penumbra, permitindo a execução de atividades como a leitura de forma mais eficiente. Também se recomenda o uso de iluminação local para a cômoda, semelhante ao quarto 2.

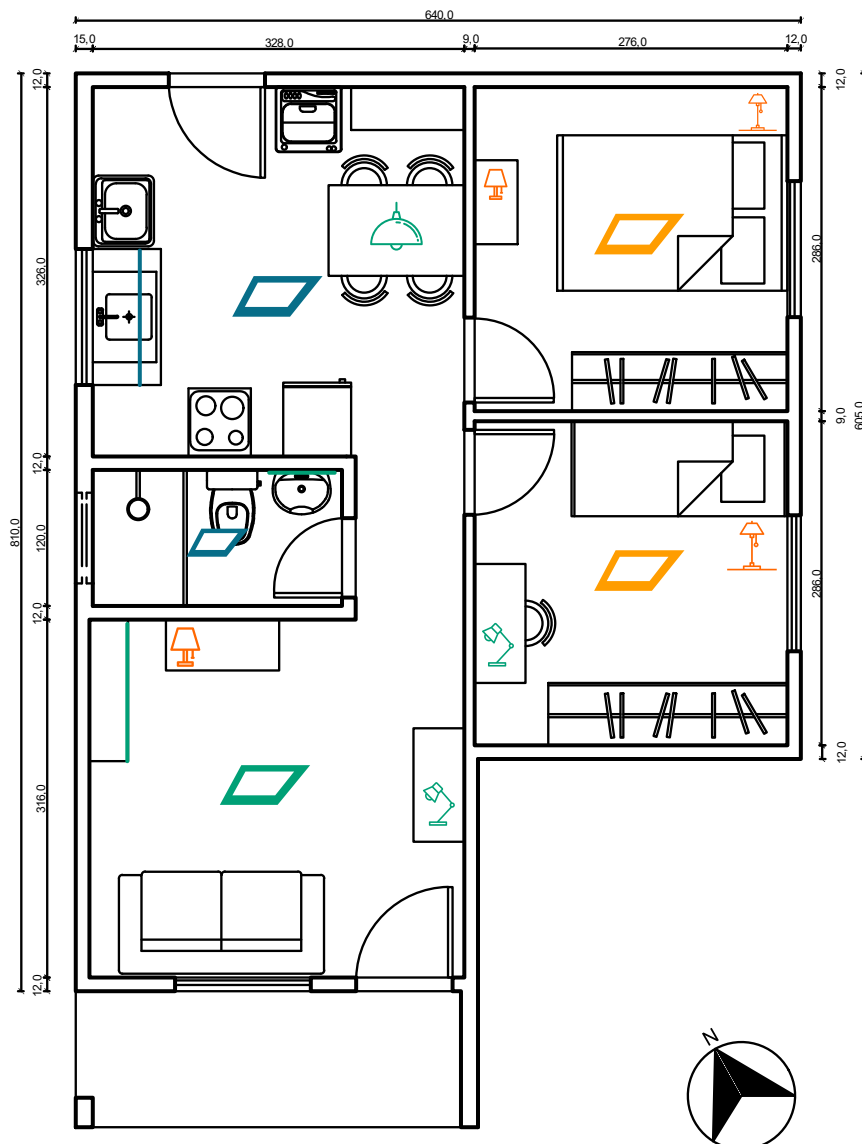


Figura 32: Representação da proposta de iluminação da casa 2

4.3.3 Casa 3

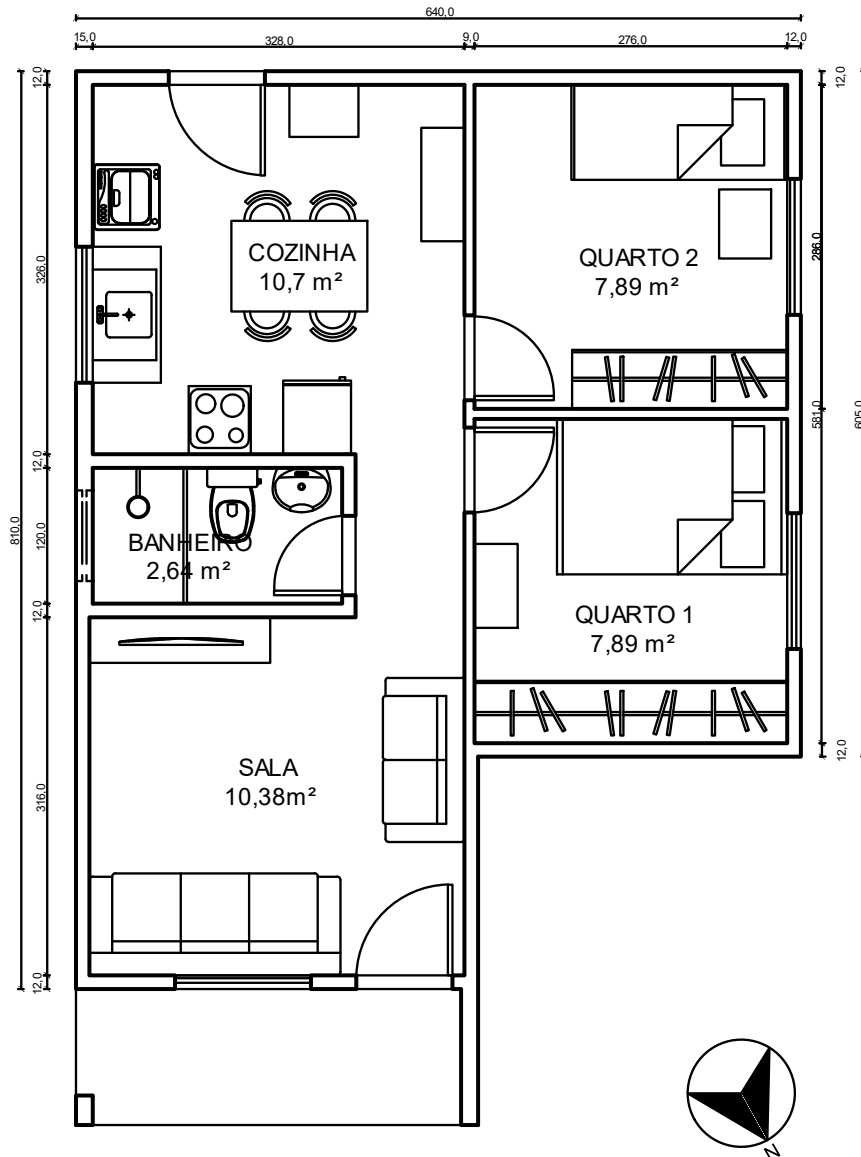


Figura 33: Planta com layout atual da casa 3
Escala 1/50

Nesta moradia, apesar de ter piso e móveis escuros, estes se encontram em menor quantidade, então há mais superfícies de parede branca para que a luz seja refletida. As recomendações para iluminação dos cômodos são as mesmas das casas anteriores: na sala, iluminação geral de temperatura de cor neutra e iluminação local mais quente, perto do sofá e móvel da TV. Na cozinha, mais lâmpadas ou uma lâmpada de maior potência de temperatura de cor de neutra a alta, associada a luminária com difusor, e iluminação local de bancada de preparo de alimentos e da mesa de refeições de temperatura de cor neutra. Nos quartos,

iluminação difusa de cor quente, com iluminação local próximo às camas e, no quarto 2, iluminando a cômoda.

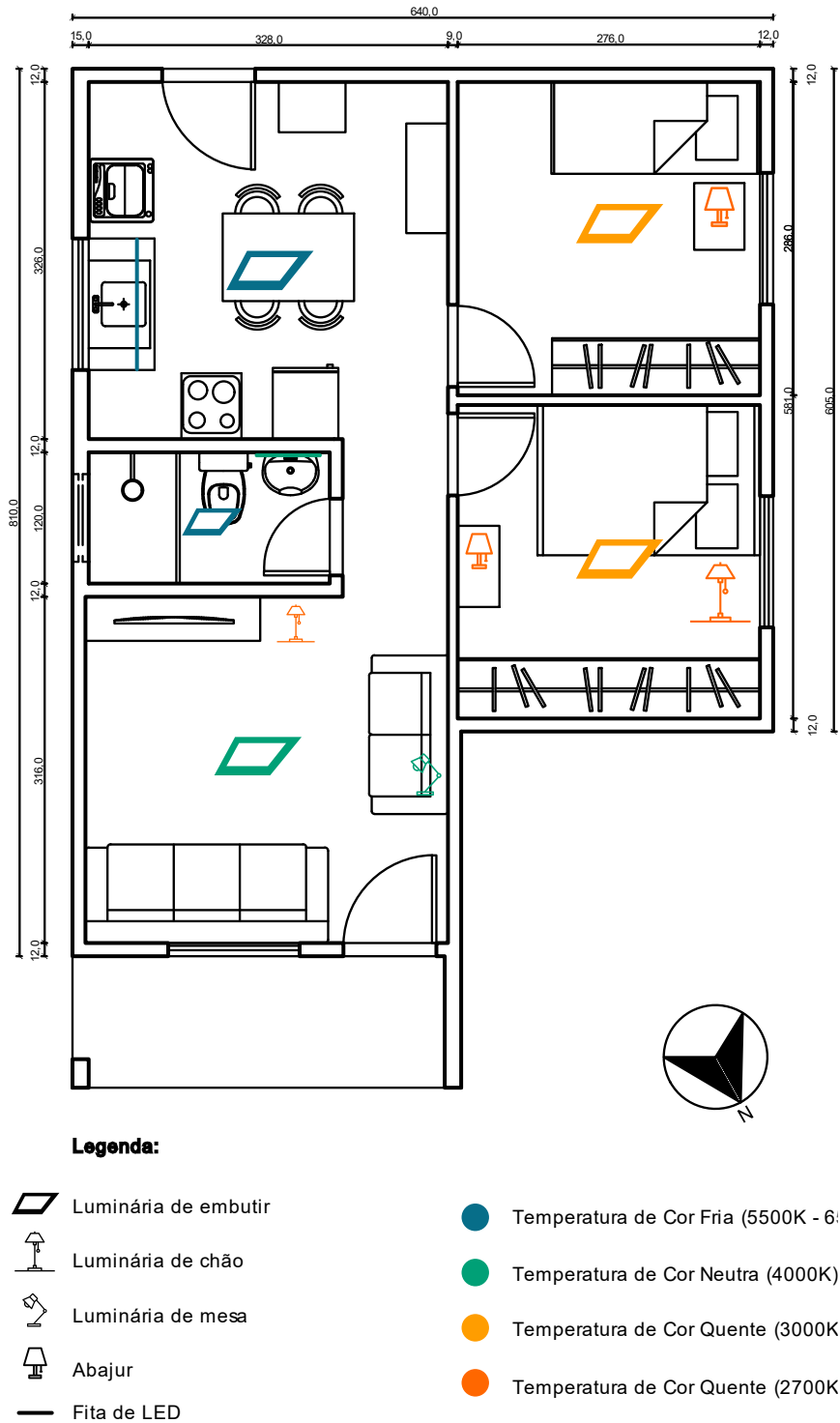


Figura 34: Representação da proposta de iluminação da casa 3

4.4 Análise da insolação

A análise da insolação foi feita a partir da observação e do estudo de implantação associado às cartas solares que, segundo Frota (2004), “são instrumentos para resolução de problemas de geometria da insolação a partir de plantas e cortes e coordenadas horizontais da posição do sol acima da linha do horizonte” e que, aplicada sobre a planta da edificação e orientada corretamente conforme a direção do norte verdadeiro mostra as posições ocupadas pelo sol em datas variadas. Ainda de acordo com a autora, para selecionar a carta solar é necessário saber a latitude do local, que, no caso de Ouro Preto é 20° Sul. Na carta são desenhadas as projeções das trajetórias solares nos solstícios, equinócios e algumas datas intermediárias, bem como os horários do dia com luz solar. Assim, conhecendo a orientação do edifício, esse instrumento permite que se torne conhecida a insolação das fachadas ao longo do ano (FROTA, 2004).

Então, de posse desse instrumento, da planta e da correta orientação das edificações, obtidas com auxílio de bússola, pode-se determinar o norte real, parear com o norte da carta solar e em seguida sobrepor o plano da carta com a planta, posicionando a fachada de estudo no centro e, desse modo, conseguir determinar o período em horas diárias e dias de insolação daquela fachada.

Os resultados dos estudos para a casa 1, conforme indicam as figuras 36, 37, 38 e 39, informam que as fachadas frontal e lateral direita recebem o sol da manhã, e as fachadas posterior e lateral esquerda recebem o sol da tarde. Porém, a implantação no terreno em aclave e o recuo insuficiente entre uma edificação e outra, além dos muros, faz com que as casas vizinhas façam sombra onde deveria chegar iluminação natural, mas foram acrescentadas coberturas nas laterais e fundos da casa, impedindo a luz natural de iluminar o interior. A sugestão para esse caso seria remover as coberturas ou refazê-las em material translúcido a fim de maximizar a entrada de luz natural.



Figura 35: Fachada da casa 1

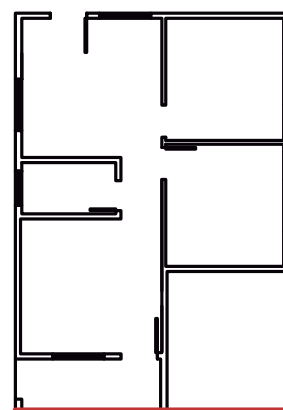
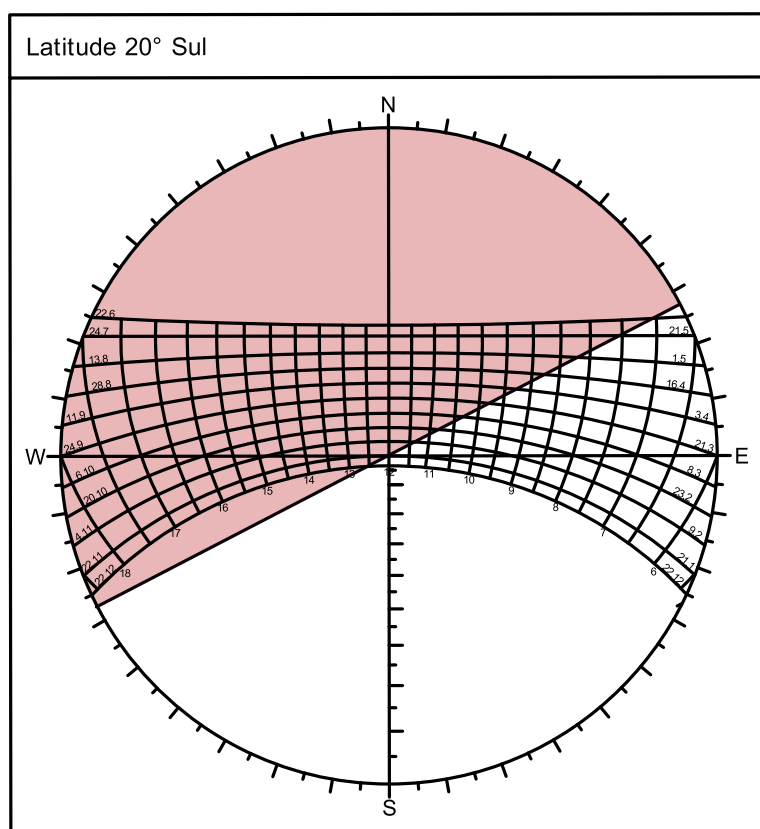


Figura 36: Estudo em carta solar da fachada frontal da casa 1

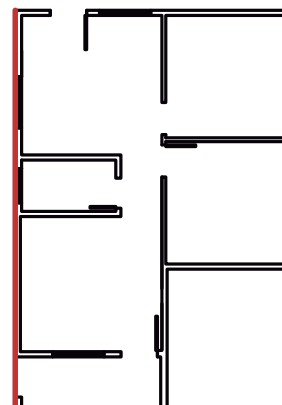
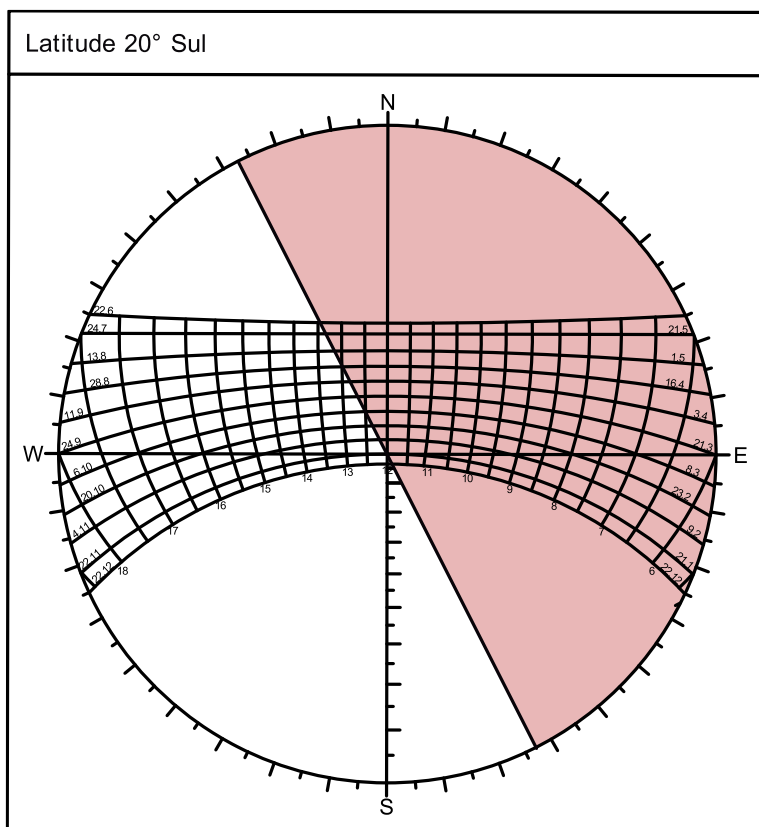


Figura 37: Estudo em carta solar da fachada lateral esquerda da casa 1

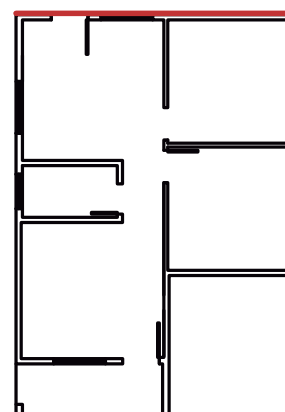
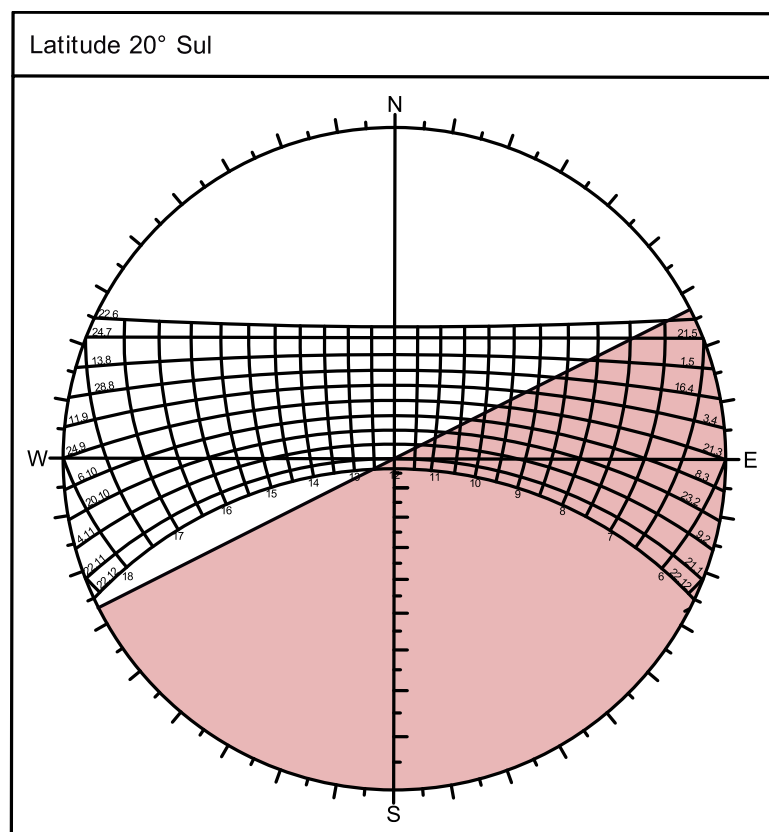


Figura 38: Estudo em carta solar da fachada posterior da casa 1

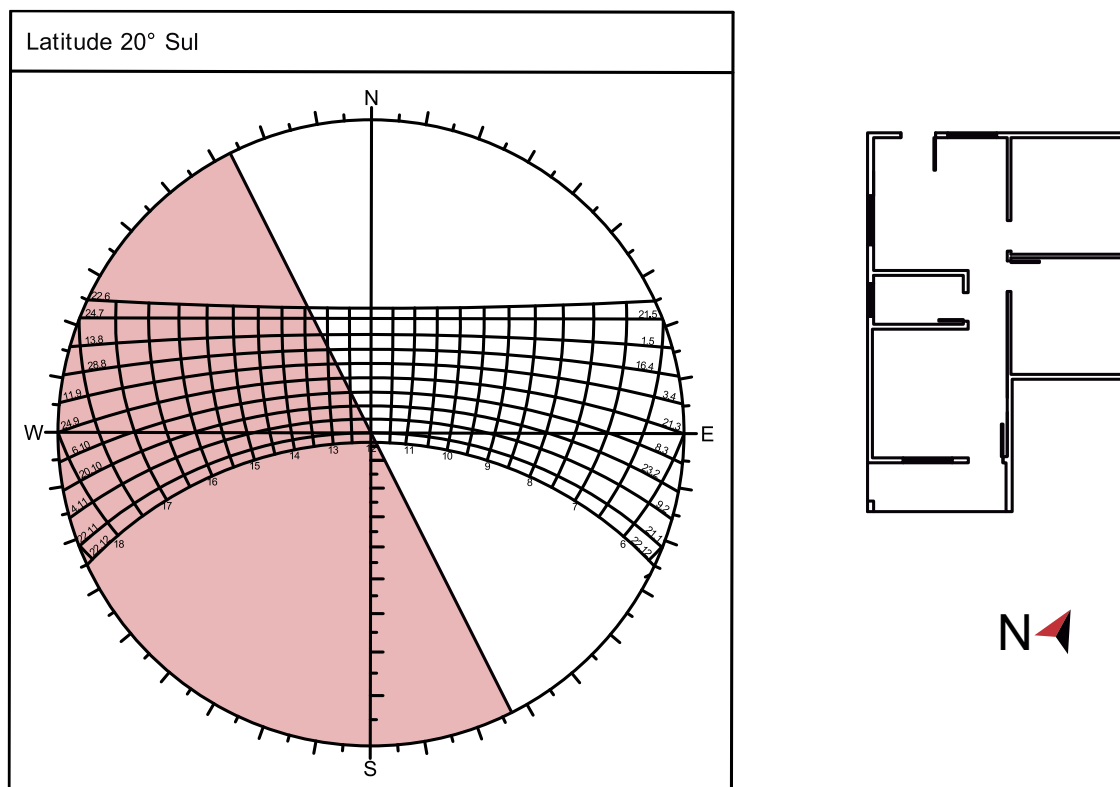


Figura 39: Estudo em carta solar da fachada lateral direita da casa 1

Os resultados da casa 2 indicam que as fachadas frontal (Figura 42) e lateral esquerda (Figura 43), onde estão a sala, banheiro e cozinha, recebem o sol da tarde e as fachadas posterior (Figura 44) e lateral direita (Figura 45), onde se encontram os quartos, recebem o sol da manhã, o que ideal. A ausência de muros diminui as sombras na edificação. Recomenda-se apenas instrumentos para diminuir os incômodos que a iluminação solar direta pode trazer, como cortinas e também aparatos como a prateleira de luz para que a luz natural possa refletir e se difundir pelo ambiente de forma mais uniforme e agradável.

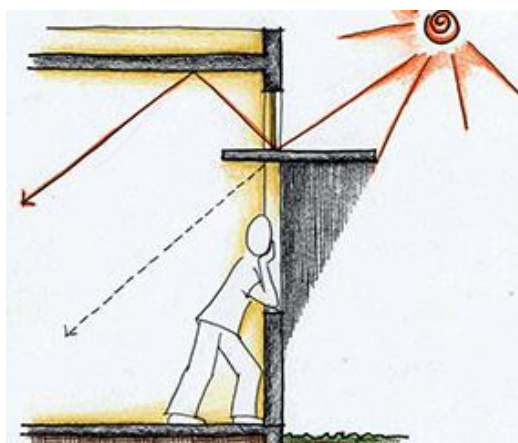


Figura 40: Esquema de prateleira de luz

Fonte: < <http://projeteec.mma.gov.br/implementacao/tipos-de-protecao-solar/> > Acesso: 20 de jun. 2019



Figura 41: Fachada da casa 2

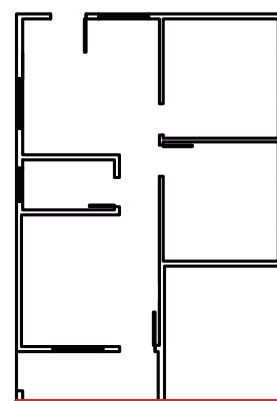
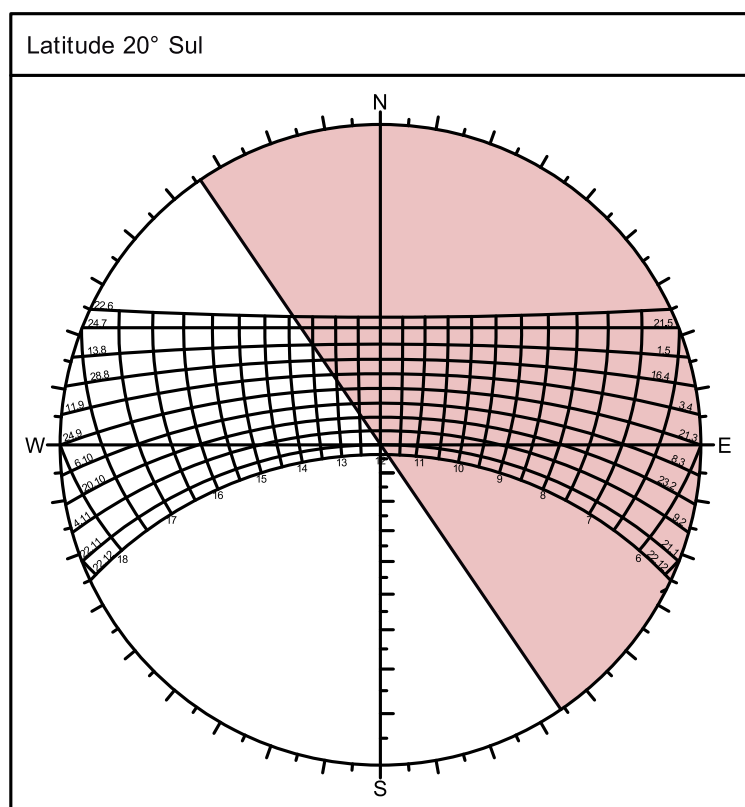


Figura 42: Estudo em carta solar da fachada frontal da casa 2

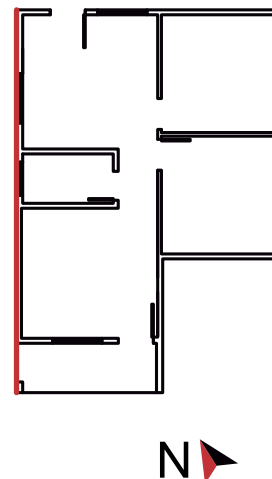
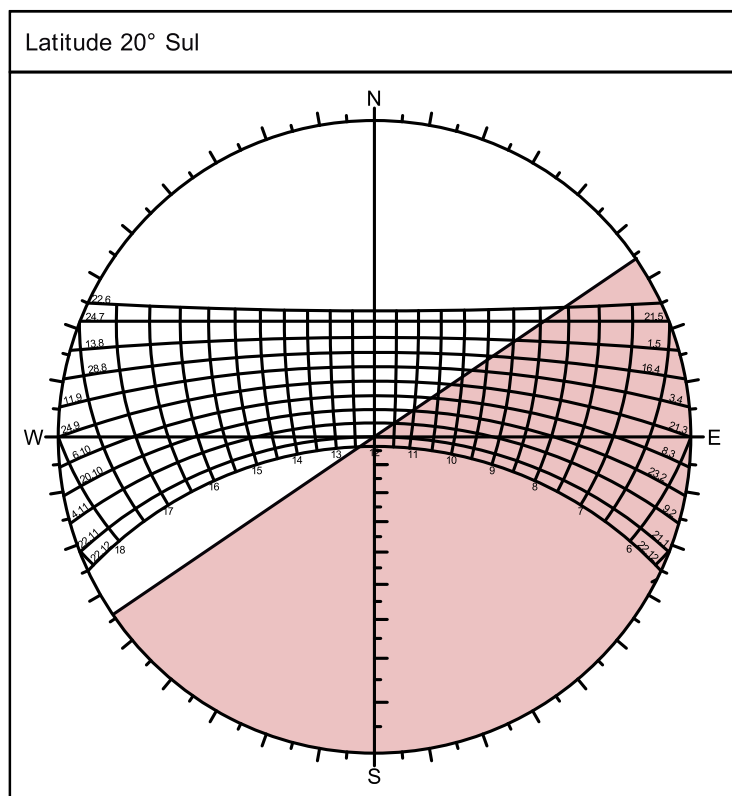


Figura 43: Estudo em carta solar da fachada lateral esquerda da casa 2

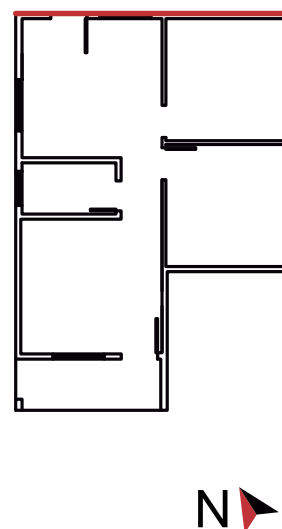
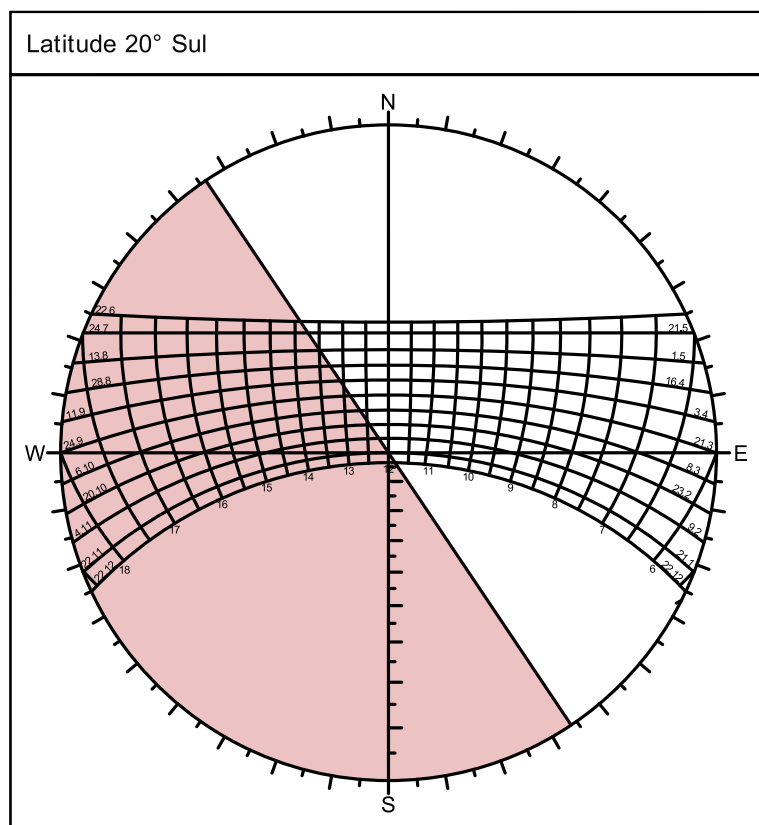


Figura 44: Estudo em carta solar da fachada posterior da casa 2

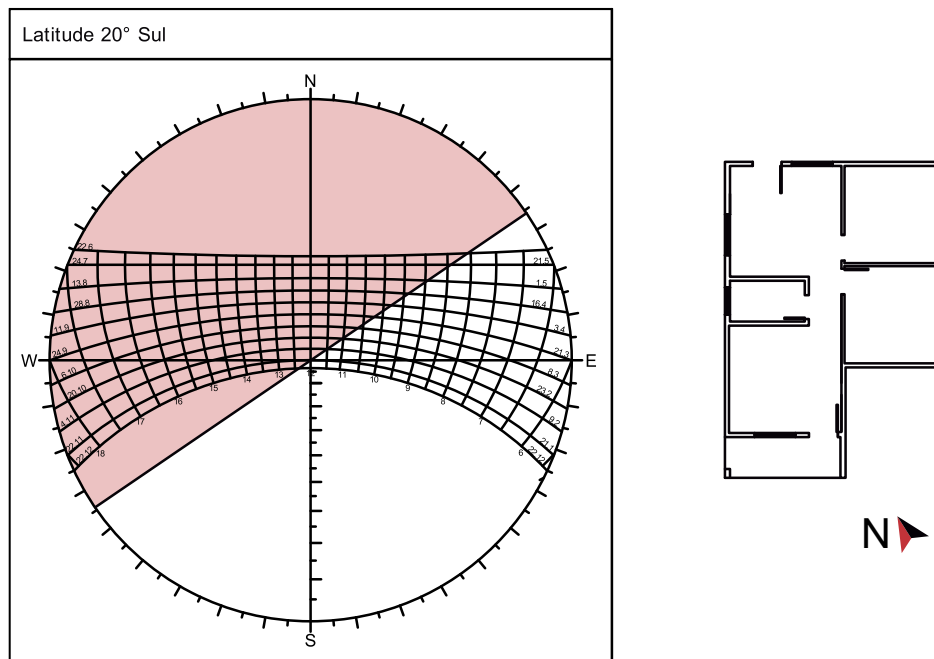


Figura 45: Estudo em carta solar da fachada lateral direita da casa 2

Já os resultados da casa 3 indicam que as fachadas frontal (Figura 47) e lateral esquerda (Figura 48) recebem o sol da manhã e as fachadas posterior (Figura 49) e lateral direita (Figura 50) recebem o sol da tarde, de forma inversa à casa 2, o que pode ser indesejável. Recomenda-se também aparatos como cortinas e prateleiras de luz para diminuir os efeitos indesejáveis da iluminação solar direta, e até mesmo vegetação como forma de gerar sombreamento. Como a edificação é feita em alvenaria estrutural, fica impossibilitada a abertura para novas esquadrias.



Figura 46: fachada da casa 3

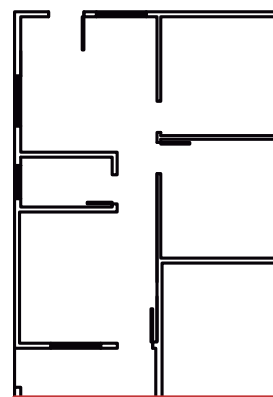
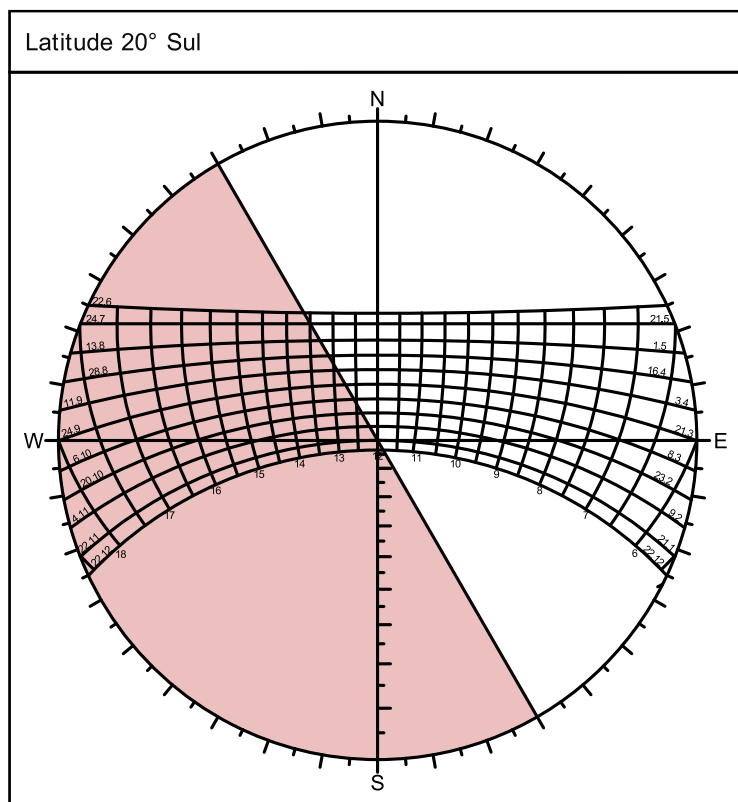


Figura 47: Estudo em carta solar da fachada frontal da casa 3

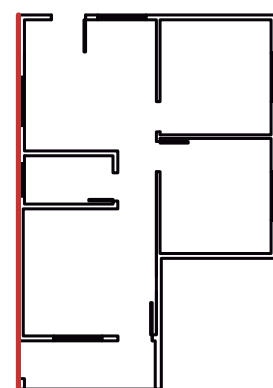
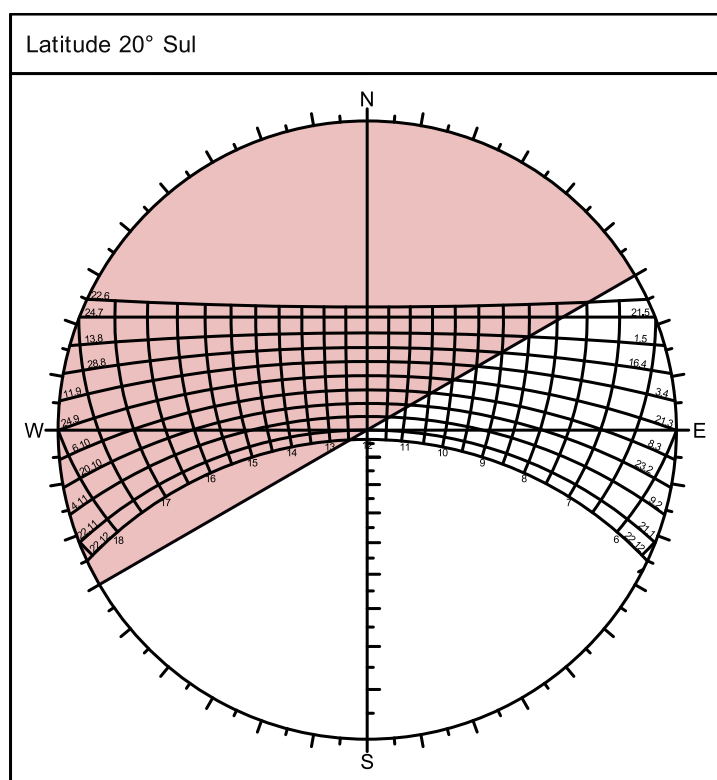


Figura 48: Estudo em carta solar da fachada lateral esquerda da casa 3

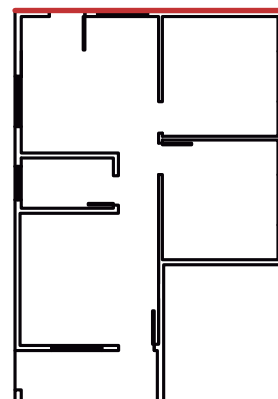
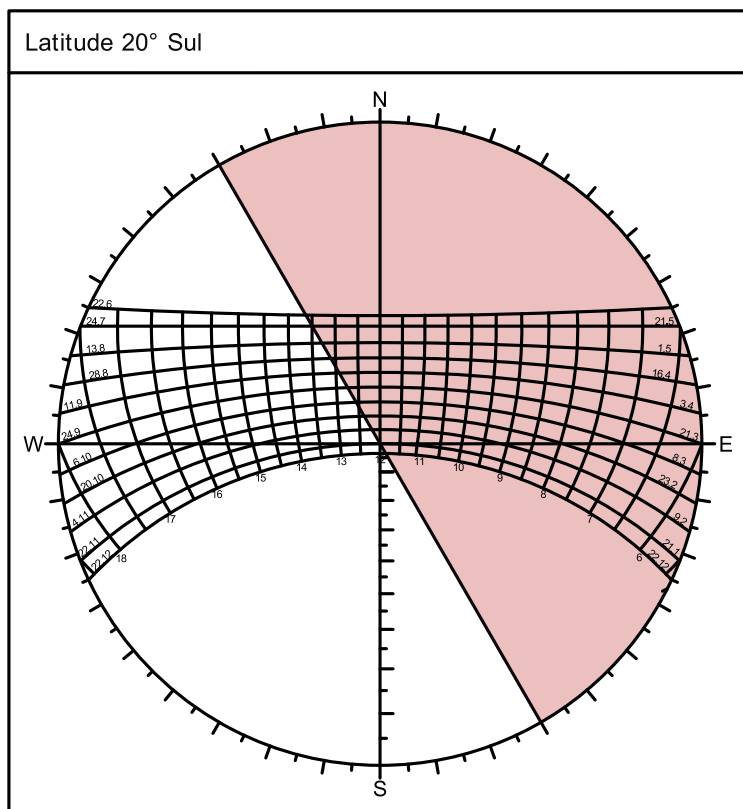


Figura 49: Estudo em carta solar da fachada posterior da casa 3

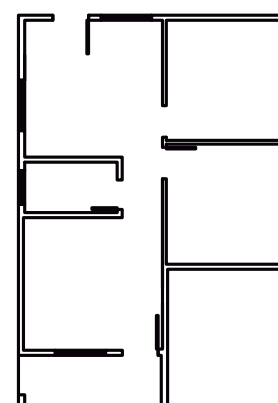
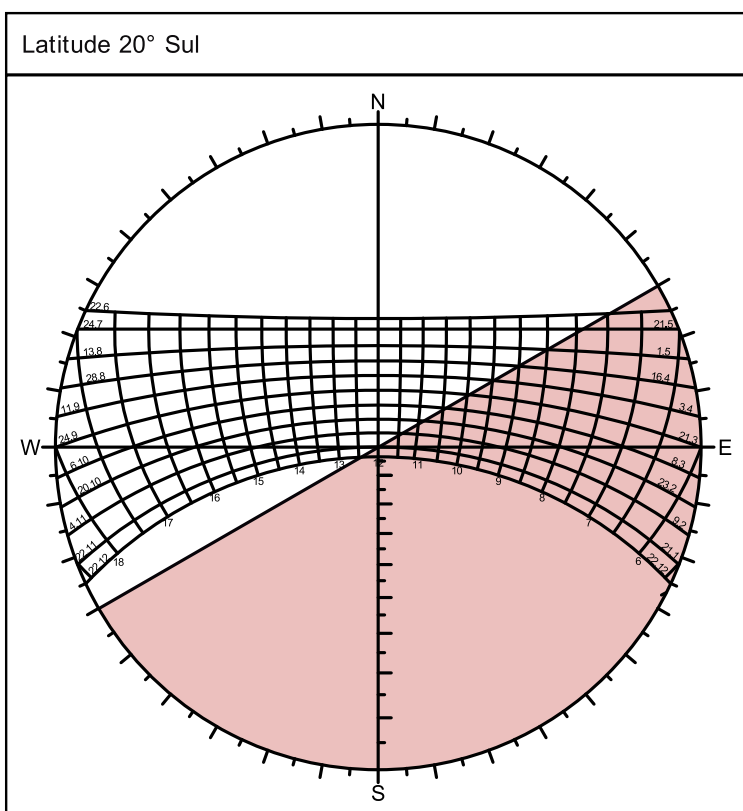


Figura 50: Estudo em carta solar da fachada lateral direita da casa 3

4.5 Proposta de projeto

De acordo com as diretrizes de projeto traçadas nas análises das residências e os resultados encontrados a partir dos levantamentos, foi escolhida para elaboração de um projeto luminotécnico básico a casa 2, pois, embora a mesma possua uma boa implantação, seus resultados de medição dos iluminamentos demonstraram que precisar de atenção especial no quesito iluminação, além de ser a unidade na qual é possível maior número de intervenções dentre as três visitadas devido aos poucos revestimentos acrescidos, o que acarretaria em menos obras, menos resíduos, mão de obra e maior economia. Para os cálculos foi utilizada uma ferramenta de cálculo luminotécnico disponibilizada no blog da empresa Cidade Led², elaborada pelo sócio proprietário com formação em Ciências da Computação e Elétrica (Figura 51). Assim, a partir de nova proposta de uso de revestimentos e móveis, foram sugeridas algumas mudanças no layout, que favorecessem uma melhor distribuição da luz, e foi concebido o projeto luminotécnico a seguir (Figura 52).

Cálculo Luminotécnico Online

Cálculo luminotécnico online e gratuito para iluminação residencial e comercial. Aqui você poderá determinar a iluminação ideal para o seu ambiente, seja ele de lazer ou trabalho.

É muito fácil! Basta preencher os campos, seguindo as instruções abaixo.

Passo 1: Seu ambiente

Informe as características de seu ambiente. Preencha todos os campos em azul com as informações solicitadas.

Ambiente	Sala estar	Selecione aqui se o cálculo é para uma sala, cozinha, dormitório, banheiro, loja, etc.
Área	10,38	Área do ambiente, em metros quadrados
Teto	Branco Predominante	Selecione a cor do teto
Paredes	Branco Predominante	Selecione a cor das paredes
Intensidade	Média	Selecione a intensidade. A opção mais comum é a média, mas você pode atenuar ou reforçar conforme sua preferência. Se você tem mais que 50 anos, considere a possibilidade de reforçar

Resultado 1: Necessidade Luminosa: 2853 Lúmens

Esse é o resultado do cálculo da demanda ou necessidade, em lúmens, para o seu ambiente.

Passo 2: Fontes de Luz

Informe os tipos de lâmpada que você pretende utilizar. Preencha cada linha com o tipo, a quantidade de lâmpadas e a potência individual de cada lâmpada.

Caso não necessite das cinco linhas, deixe os campos Potência e Qtd com o valor 0. As cinco fontes de luz sugeridas podem ser alteradas. Clique na seta e selecione outras fontes. Preencha todos os campos em azul com as informações solicitadas.

Fonte 1:	Led	Qtd	1	Potência	32	(Watts)
Fonte 2:	Led	Qtd	0	Potência	0	(Watts)
Fonte 3:	Fluoresc. Compacta	Qtd	0	Potência	0	(Watts)
Fonte 4:	Incandescente	Qtd	0	Potência	0	(Watts)
Fonte 5:	Dicrónica	Qtd	0	Potência	0	(Watts)

Resultado 2: Oferta Estimada: 2880 Lúmens

Esse é o resultado do cálculo da oferta de luz, em lúmens. O valor resultante deve ser maior ou igual ao encontrado na necessidade, durante o primeiro cálculo. Para valores inferiores, reforce a oferta de luz adicionando mais lâmpadas. Caso o valor seja muito superior, você poderá reduzir a oferta de luz, diminuindo a quantidade de lâmpadas.

O ideal é um valor de oferta igual ou superior em até 25% ao valor da demanda.

Demanda 2853 Lúmens X Oferta 2880 Lúmens

Resultado Final: Aprovado

Figura 51: Exemplo de cálculo luminotécnico da sala de estar utilizando a calculadora do blog Cidade Led

² Disponível em: <<https://cidadeled.wordpress.com/2014/02/08/calculo-luminotecnico-online/>>
Acesso em 12 de junho de 2019.



Figura 52: Alterações do layout e iluminação propostos
Escala 1/50

Imagem	Símbolo	Descrição	Valor	UND
		Luminária de embutir LED 32W 4000K 40x40 cm	R\$ 91,79	2
		Luminária de embutir LED 24W 3000K 30x30 cm	R\$ 82,11	2
		Luminária de embutir LED 30W 6000K 10x120 cm	R\$ 129,90	2
		Pendente Branco para 1 lâmpada E27	R\$ 44,91	1
		Spot de embutir com lâmpada dicroica Ar16 LED - fecho direcionável	R\$ 50,00	2
		Luminária de Mesa LED 4W 5000K	R\$ 19,90	1
		Abajur para 1 lâmpada E27	R\$ 18,40	2
		Arandela 2 Fachos Slim Branca Externa/ Interna + LED G9 5w 3000K	R\$ 18,40	2
Total:			R\$ 846,01	

Tabela 2: Relação de luminárias utilizadas e orçamento básico

A ideia do projeto foi propor a iluminação juntamente com o layout, cores e texturas de revestimentos e móveis. As escolhas das luminárias se deram levando em consideração o pé-direito limitado e também os custos de manutenção, instalação e valor de compra, além de visar otimizar os custos com energia elétrica. Com a implementação deste projeto os moradores deverão investir aproximadamente R\$ 846,00 envolvendo apenas luminárias, à parte da instalação e materiais complementares, conforme a Tabela 2.

Os resultados, porém, surtirão efeito na melhoria da saúde e qualidade de vida da família ali residente, assim como em todos os outros âmbitos da vida dessas pessoas, incentivando desde a produtividade ao descanso, e tornando a permanência na casa mais prazerosa, trazendo sentimentos de bem-estar e contentamento. Foram implementados diferentes sistemas de iluminação, compostos pela iluminação geral e local. A iluminação geral tem como objetivo preencher e garantir um bom iluminamento para que a visão seja confortável. Já a iluminação local tem como objetivo trazer iluminamento suficiente para que a atividade a ser realizada em

determinado plano seja executada com segurança e eficiência, sem ofuscamento e fadiga visual. Como exemplo, na cozinha tem-se o sistema de iluminação geral, que garante a visão para se executar atividades como comer, que não exigem tanta precisão, e a iluminação local de bancada traz iluminamento suficiente para atividades mais complexas que serão realizadas naquele plano de trabalho, como preparo de refeições e alimentos. Em todos os cômodos, o projeto oferece alternativas de diferentes ambientações, possibilitando que os moradores se sintam motivados a realizar suas atividades de trabalho, estudo ou lazer com mais eficiência e rendimento, de forma mais segura, estimulando a criatividade e capacidade cognitiva dos ocupantes, e também a realização de atividades relacionadas ao ócio e descanso.

Um sistema adequado de iluminação em moradia social pode ser um fator importante para impulsionar os estudos sobre esse tópico no país e aplicá-los, em benefício das populações mais fragilizadas, tornando acessível esse aspecto tão importante da arquitetura para que todos possam usufruir dele.

4.5.1 Perspectivas da Proposta de Projeto

A seguir, simulações desenvolvidas com base no projeto proposto afim de se ter uma ideia de como ficaria a implementação da proposta. As imagens foram desenvolvidas pela autora, com ajuda dos softwares SketchUp e V-Ray.



Figura 53: Perspectiva 1 da sala com iluminação de preenchimento e luz local
Fonte: Autor (2019)

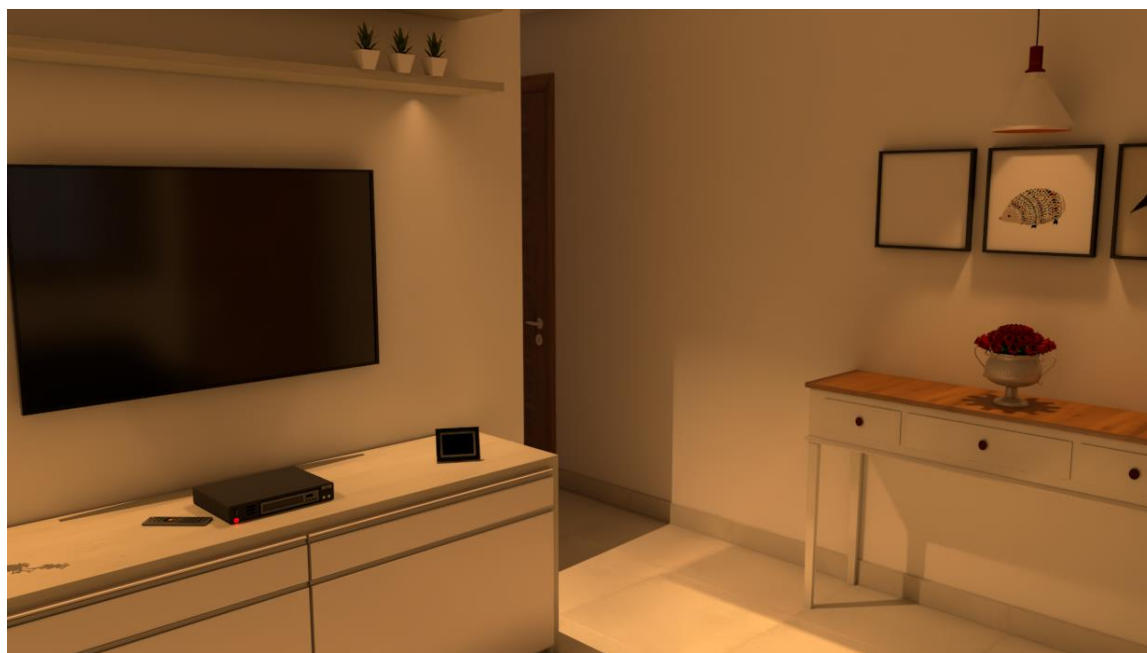


Figura 54: Perspectiva 1 da sala apenas com iluminação complementar
Fonte: Autor (2019)



Figura 55: Perspectiva 2 da sala com iluminação de preenchimento e luz local
Fonte: Autor (2019)



Figura 56: Perspectiva 2 da sala apenas com iluminação complementar
Fonte: Autor (2019)



Figura 57: Perspectiva 3 da sala com iluminação de preenchimento e luz local
Fonte: Autor (2019)

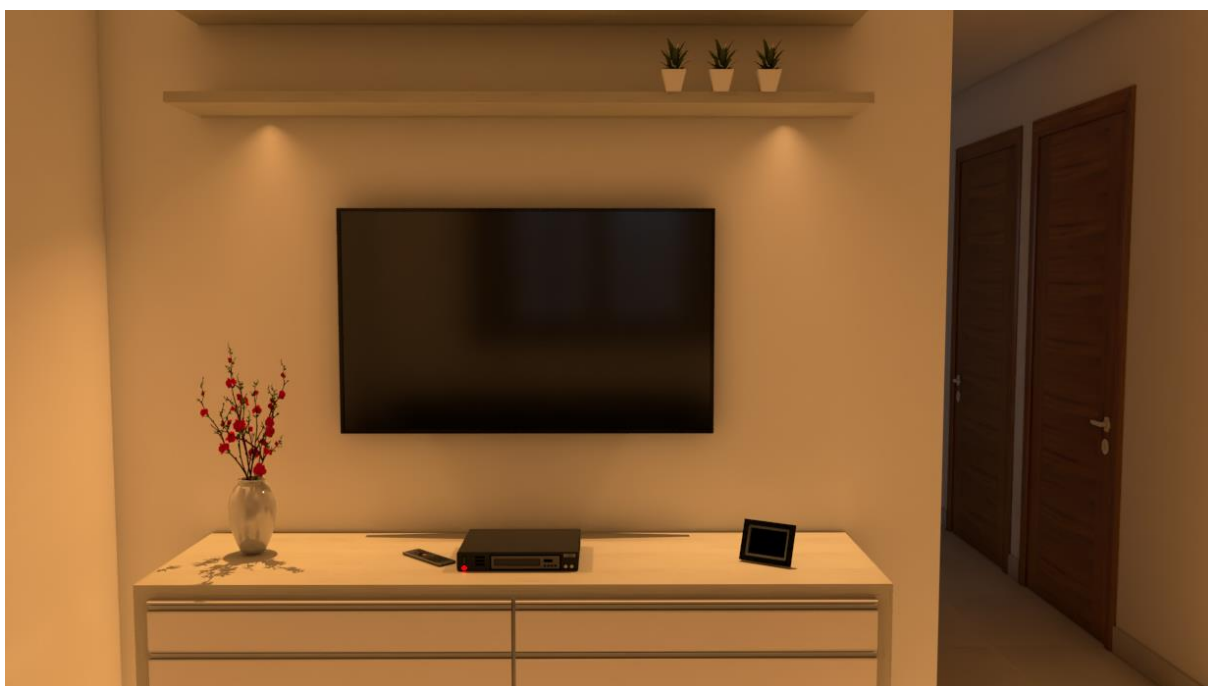


Figura 58: Perspectiva 3 da sala apenas com iluminação complementar
Fonte: Autor (2019)



Figura 59: Perspectiva 1 da cozinha apenas com iluminação geral
Fonte: Autor (2019)



Figura 60: Perspectiva 1 da cozinha com iluminação geral e local
Fonte: Autor (2019)

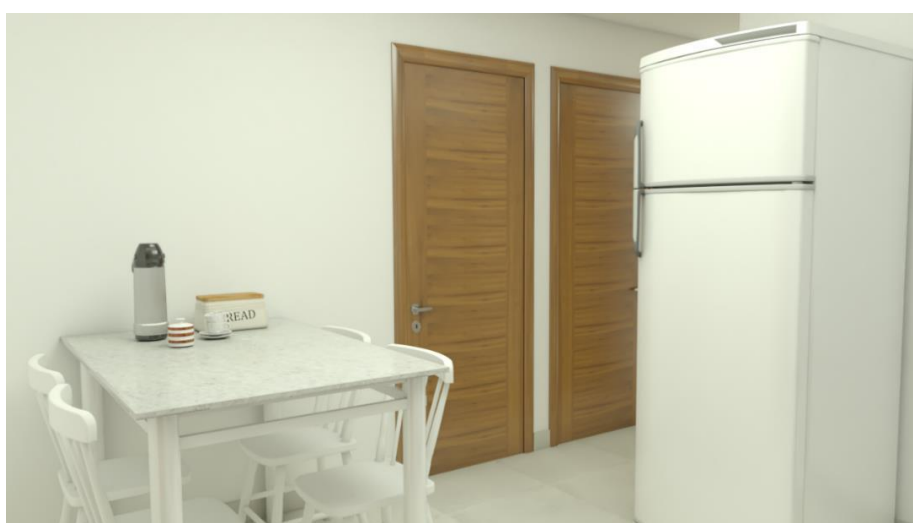


Figura 61: Perspectiva 2 da cozinha apenas com iluminação geral
Fonte: Autor (2019)



Figura 62: Perspectiva 1 do banheiro com iluminação geral e complementar
Fonte: Autor (2019)



Figura 63: Perspectiva 1 do banheiro apenas com iluminação complementar
Fonte: Autor (2019)



Figura 64: Perspectiva 2 do banheiro com iluminação geral e complementar
Fonte: Autor (2019)



Figura 65: Perspectiva 2 do banheiro apenas com iluminação complementar
Fonte: Autor (2019)



Figura 66: Perspectiva 1 do quarto 1 com luz geral e iluminação complementar
Fonte: Autor (2019)



Figura 67: Perspectiva 1 do quarto 1 apenas com iluminação complementar
Fonte: Autor (2019)



Figura 68: Perspectiva 2 do quarto 1 com luz geral e iluminação complementar
Fonte: Autor (2019)



Figura 69: Perspectiva 2 do quarto 1 apenas com iluminação complementar
Fonte: Autor (2019)



Figura 70: Perspectiva do quarto 2 com luz geral e iluminação complementar
Fonte: Autor (2019)



Figura 71: Perspectiva do quarto 2 apenas com iluminação complementar
Fonte: Autor (2019)

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho buscou caracterizar a luz em seus aspectos peculiares, a sua interação com a arquitetura ao longo da história e a aplicação da iluminação natural e artificial nas residências, assim como a sua influência sobre o usuário, como forma de embasamento teórico para estudo de caso e projeto luminotécnico em habitação social de Cachoeira do Campo, Ouro Preto (MG).

Observou-se que a arquitetura e a luz estão intimamente interligadas, desde os primórdios. A luz primitiva, além de iluminar e trazer calor, era dotada de significados divinos e sobrenaturais. O sol, quando este não era o próprio objeto de culto, era manipulado pelos deuses. Deste modo, os templos primitivos estavam sempre orientados de acordo com o trânsito solar, assim como as residências. A invenção da lâmpada e a popularização da luz elétrica revolucionou todos os aspectos da vida humana, que passou a depender da iluminação artificial, assim como a arquitetura residencial.

A luz natural deve ser a principal fonte de luz no período diurno, presente em todos os cômodos, e a luz artificial deve atuar somente como complemento, devido a inconstância e dos vários fatores que podem interferir na luminosidade solar, como clima, qualidade do ar e demais condições atmosféricas, bem como das condições morfológicas. Assim, a luz artificial tem como principal função oferecer níveis de luminosidade satisfatórios, tanto no período do dia quanto no período noturno, para que se possa exercer determinada atividade com segurança e facilidade, mesmo as mais corriqueiras e simples. Sendo assim, a luz artificial é a grande responsável por criar diferentes ambientações, dando a cada espaço o seu “clima” próprio de acordo com o desejo do usuário. Ambas as formas de iluminar são capazes de valorizar materiais, texturas, revestimentos, cores e formas, se utilizadas e aplicadas de forma adequada. Por isso, enfatiza-se a necessidade de se conhecer o material que está sendo manipulado, os equipamentos e anteparos disponíveis para ajudar a se obter os efeitos desejados.

Além disso, a luz controla vários processos bioquímicos, fisiológicos, psicológicos e cognitivos no corpo humano e a presença ou ausência prolongadas desta pode acarretar desde leves desconfortos até sérios distúrbios, afetando diversos aspectos do indivíduo.

A fim de aplicar os conhecimentos reunidos no presente trabalho, foram realizados estudos de caso em habitações de interesse social localizadas em Cachoeira do Campo, distrito do município de Ouro Preto (MG). A escolha dos objetos se deu pois ainda não há no Brasil

pesquisas concretas relacionadas ao tema da iluminação aplicada ao projeto residencial de interesse social. Isso porque no Brasil a questão da habitação social só é abordada em questão de quantidade em detrimento da qualidade, com plantas padrão sendo replicadas em vários lugares diferentes sem adaptações para o clima local ou preocupação com as necessidades dos usuários, com a implantação das casas e materiais utilizados.

A situação nas edificações visitadas reflete a perspectiva nacional, apresentando projetos generalistas que não comportam todas as necessidades das famílias, nem apresentam projeto luminotécnico básico, possuindo apenas um ponto de iluminação central em cada ambiente, sem considerar recomendações de lâmpadas ou equipamentos adequados que garantam um bom iluminamento. Assim, o trabalho cumpriu seu objetivo de propor recomendações para melhorar a iluminação tanto natural quanto artificial no interior das residências e desenvolveu a proposta de projeto luminotécnico básico, considerando as necessidades dos usuários e embasando-se em cálculos realizados com ajuda de calculadora luminotécnica do site da loja Cidade Led e simulações para visualização através dos softwares SketchUp e V-Ray.

Conclui-se portanto que, no Brasil, ainda são raras ou inexistentes as pesquisas voltadas ao projeto luminotécnico em habitações de interesse social. Procura-se com este trabalho instigar a classe dos projetistas e contribuir para esses estudos tão escassos no ramo da Arquitetura, trazendo à luz os problemas encontrados em campo e apresentando soluções concretas de nível executivo, além de procurar proporcionar maior qualidade de vida para as populações que residem nesses conjuntos habitacionais.

REFERÊNCIAS

AMORIM, Cláudia Naves David. **Iluminação Natural e Eficiência Energética – Parte I: Estratégias de Projeto para uma Arquitetura Sustentável**. Paranoá (UnB) , 2002. Disponível em: <<http://www.ceap.br/material/MAT08112012184757.pdf>>. Acesso em 11 de nov. 2018.

ASSIS, Eleonora Sad *et al.* Habitação social e eficiência energética: um protótipo para o clima de Belo Horizonte. In: II CONGRESSO BRASILEIRO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA, 2007, Vitória - ES. **Anais do II Congresso Brasileiro de Eficiência Energética [...]**. [S. l.: s. n.], 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Roberta_Souza3/publication/290436485_HABITACAO_SOCIAL_E_EFICIENCIA_ENERGETICA_UM_PROTOTIPO_PARA_O_CLIMA_DE_BELO_HORIZONTE/links/5698106708aec79ee32b6d5b.pdf>. Acesso em: 20 maio 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5413: Iluminância de interiores**. Rio de Janeiro. 1992.

BITTENCOURT, Leonardo. **Uso das cartas solares: diretrizes para arquitetos**. 4. ed. Maceió: EDUFAL, 2004. 109 p. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-PT&lr=&id=5e5BNEIIHkIC&oi=fnd&pg=PA3&dq=cartas+solares&ots=HCiVeR3eZ1&sig=Mf2M77Khh9oeILCAj3pG8l34g3M#v=onepage&q=cartas%20solares&f=false>. Acesso em: 11 jun. 2019.

BRAGATTO, Nathália Ceccato. A importância da iluminação nos bares e restaurantes e sua influência no comportamento dos usuários. **Revista Especialize On-line IPOG**, Goiânia, p. 1-17, jan. 2013. Disponível em: <<http://www.ipoggo.com.br/uploads/arquivos/1faca85c38519b7d33536e8e74735459.pdf>>. Acesso em: 30 de ago. 2018.

COSTA, Leandra Luciana Lopes. **A luz como modeladora do espaço na Arquitetura**. 2013. 135 p. Dissertação (Arquitetura) - Engenharia, Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2013.

DE FREITAS, Paula Campos Fadul et al. **Luminotécnica e lâmpadas elétricas**. 2009. Disponível em: <http://www.academia.edu/download/35806629/2.01___Luminotecnica_e_Lampadas_Eletricas_Apostila.pdf> Acesso em: 17 de abr. 2019

FELICIANO, Camila Caetano. **Iluminação natural como fator de qualidade: uma abordagem perceptiva em três habitações de interesse social contemporâneas na cidade de São**

Paulo/SP/Brasil. 2018. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura, Porto Alegre, 2018. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/184302/001079431.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 20 maio 2019.

FERREIRA, Juliana Zandona. **Estudo comparativo entre lâmpadas fluorescentes tubulares T8 e tubulares de LED**. 2014. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3428/1/CT_CECONS_III_2014_11.pdf> Acesso em: 17 de abr. 2019

FROTA, Anésia Barros. **Geometria da insolação**. 1. ed. São Paulo: Geros, 2004. 289 p.

GABRIEL, Estela Duarte. **Análise da iluminação natural e artificial em áreas de convivência**: Um estudo da percepção no pátio da Escola de Minas - UFOP. 2017. 53 p. Monografia (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2017.

LOSS, Juliana. **Iluminação Artificial Residencial**: A percepção do usuário de Curitiba em ambientes de descanso. 2013. 99 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil)- Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013. <<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/34632/R%20-%20D%20-%20JULIANA%20LOSS.pdf?sequence=1>> Acesso em: 30 de ago. 2018.

MASCARÓ, Lúcia. Iluminação e arquitetura: sua evolução através do tempo. **Arquitextos**, São Paulo, ano 06, n. 063.08, Vitruvius, set. 2005 <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/06.063/438>>. Acesso em: 03 de nov. 2018.

MENEZES, Juliana Mara Batista. Iluminação na arquitetura: A utilização da luz na concepção dos espaços interiores. **Lume Arquitetura**, São Paulo, n. 59, p. 64-70, jan. 2013. Disponível em: <http://www.lumearquitectura.com.br/lume/Upload/file/pdf/Ed59/Artigo%20-%20A%20ilumina%C3%83%C2%A7%C3%83%C2%A3o%20como%20elemento%20construtivo%20-%20ed_59.pdf>. Acesso em: 01 set. 2018

NASCIMENTO, Cristhian Augusto Furquim do. Iluminação artificial e seu impacto no ser humano: uma ferramenta indispensável aos arquitetos e projetistas de interiores. **Revista Especialize On-line IPOG**, Goiânia, v. 1, p. 1-14, dez. 2014. Disponível em: <<http://www.ipoggo.com.br/uploads/arquivos/477f6ea7ffa6d8b5e1bba86df2b8067.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2018.

NOVICKI, Jackson Merise; MARTINEZ, Rodrigo. LEDs para iluminação pública. **Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR**, 2008. Disponível em: https://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Arquitatural/Ilumina%e7%e3o%20P%fablica/Pesquisa/leds_para_iluminacao_publica.pdf> Acesso em: 17 de abr. 2019

PEREIRA, Lénine Kintuadi Francisco. **Alternativas para iluminação residencial:** aspectos técnicos, econômicos, conforto visual e segurança. 2010. 361 p. Monografia (Departamento de Engenharia Elétrica)- Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10006892.pdf>>. Acesso em: 14 nov. 2018.

ROCHA, João Carlos. Cor luz, cor pigmento e os sistemas RGB e CMY. **Revista Belas Artes**, 2011. Disponível em: <<http://www.belasartes.br/revistabelasartes/downloads/artigos/3/cor-luz-cor-pigmento-e-os-sistemas-rgb-e-cmy.pdf>> Acesso em: 17 de abr. 2019

ROSSATTO RUBIN, Graziela; BOLFE, Sandra Ana. O desenvolvimento da habitação social no Brasil. **Ciência e Natura**, v. 36, n. 2, 2014.

SILVA, Simone Ito da. Iluminação indireta em sancas e mobiliário para ambientes residenciais. **Revista Especialize On-line IPOG**, Goiânia, p. 1-19, jan. 2013. Disponível em: <<http://www.ipoggo.com.br/uploads/arquivos/7c8d485c5224b3789975718aa08b3c76.pdf>>. Acesso em: 14 de nov. 2018.

SOUSA, Juliana Andrade Borges de. **Iluminação natural em edificações residenciais:** dimensionamento de aberturas laterais (janelas) no contexto do Distrito Federal. 2014. xv, 123 f., il. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo)—Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

TOLEDO, Gandhi Escajadillo; CÁRDENAS, Oscar Fernández. **Análise dos efeitos visuais e não visuais da iluminação natural:** benefícios e estratégias. Cadernos de pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, FAU Mackenzie, v. 15, n. 2, p. 113-129, jan. 2015. Disponível em: <<http://editorarevistas.mackenzie.br/index.php/cpgau/article/view/2015.2.Toledo>>. Acesso em: 01 set. 2018.

