



UNIVERSIDADE REGIONAL DO CARIRI - URCA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA - CCT
DEPARTAMENTO DA CONSTRUÇÃO CIVIL
TECNOLOGIA DE CONSTRUÇÃO CIVIL: EDIFÍCIOS
TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO

CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL – TÉCNICAS CONSTRUTIVAS
ACESSÍVEIS À SOCIEDADE

CÍCERO PEREIRA DE SOUSA

JUAZEIRO DO NORTE - CE
2017

CÍCERO PEREIRA DE SOUSA

**CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL – TÉCNICAS CONSTRUTIVAS ACESSÍVEIS À
SOCIEDADE**

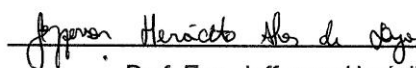
Monografia apresentada ao Curso de Tecnologia da Construção Civil com Habilitação em Edifícios, da Universidade Regional do Cariri, como requisito parcial para obtenção do Grau de Tecnólogo, sob orientação do Prof. Jefferson Heráclito Alves de Souza.

JUAZEIRO DO NORTE, CE
2017

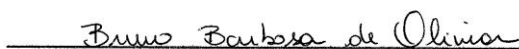
**CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL – TÉCNICAS CONSTRUTIVAS
ACESSÍVEIS À SOCIEDADE**

Elaborado por Cícero Pereira de Sousa
Aluno do curso de Tecnologia da Construção Civil - URCA

BANCA EXAMINADORA:



Prof. Esp. Jefferson Heráclito Alves de Souza - URCA
(ORIENTADOR)



Prof. Me. Bruno Barbosa de Oliveira- URCA



Prof. Tatiane Lima Batista - URCA

Monografia aprovada em 28 / 11 / 2017, com nota 8,0.

JUAZEIRO DO NORTE – CE
2017

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus, por não me deixar desistir nos momentos mais difíceis, por me dar força para superar todas as adversidades ocorridas durante o período do curso.

Depois, agradeço aos meus pais, Maria e Raimundo, por acreditarem, incentivarem e me proporcionarem realizar meus sonhos, mesmo sem tantas condições nunca me deixaram faltar nada. Obrigado por tudo, amo vocês.

Agradeço aos meus irmãos por incentivo e apoio que sempre passaram.

Agradeço aos meus colegas/amigos que surgiram durante o curso, alguns desde o primeiro semestre, outros nos semestres seguintes. Sabemos o quanto ralamos para chegarmos aqui, fomos sempre unidos, um apoiando o outro. Abriga e que permaneçamos próximos após a conclusão. Sucesso a todos.

Agradeço ao meu orientador Prof. Jefferson Heráclito Alves de Souza, por todo conhecimento passado e acreditar na minha capacidade para desenvolver o tema.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 Zona Bioclimática 7.....	21
FIGURA 2 Padrão da ventilação determinado pelo posicionamento das esquadrias..	25
FIGURA 3 Fluxo de ar em ambientes com de divisórias e repartições internas.....	36
FIGURA 4 Exemplo de átrio e lítio em prédio de múltiplos pavimentos.....	32
FIGURA 5 Exemplo de Shed.....	33
FIGURA 6 Exemplo de claraboia horizontal e tubular.....	34
FIGURA 7 Exemplo de lanternim.....	35
FIGURA 8 Aumento da penetração de luz com prateleira de luz.....	37

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

BEN	Balanço Energético Nacional
CBCS	Conselho Brasileiro da Construção Sustentável
AsBEA	Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
GEEs	Gases de Efeito Estufa
LEED	Lidership in Energy and Environmental Design
AQUA	Alta Qualidade Ambiental
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas

RESUMO

O presente trabalho apresenta uma revisão bibliográfica sobre o uso de processos construtivos sustentáveis cuja utilização em edificações residenciais e comerciais visa proporcionar conforto térmico, acústico e lumínico de maneira sustentável ao usuário final. A preocupação com a sustentabilidade aumenta a cada dia, principalmente devido aos grandes impactos sofridos pelo meio ambiente relacionado ao consumo exacerbado dos recursos naturais e liberação de gases poluentes na atmosfera. Diante da conjuntura em questão, deve-se analisar a influência negativa da construção civil nestas situações e quais técnicas/tecnologias podem ser aplicadas para minimiza-las. Desta forma, a pesquisa tem como objetivo apresentar processos construtivos acessíveis, pensados desde a fase de projeto, que aproveitem as condições naturais do ambiente para propiciar um maior conforto térmico, lumínico e acústico, visando a redução dos impactos da construção civil, no ambiente, e proporcionar economia aos usuários finais.

PALAVRAS-CHAVE: Construção Sustentável; Conforto Térmico; Conforto Lumínico; Conforto Acústico.

Sumário

1	Introdução	9
1.1	Justificativa.....	10
1.2	Objetivos.....	11
1.2.1	Geral	11
1.2.2	Específicos	11
1.3	Metodologia	11
2	Sustentabilidade	12
2.1	Selos de Sustentabilidade	14
2.2	Materiais e métodos sustentáveis a serem utilizados	15
3	Conforto Térmico	17
3.1	Técnicas construtivas	20
3.1.1	Resfriamento natural	22
3.1.2	Ventilação cruzada.....	22
3.1.3	Captadores de vento	26
3.1.4	Sombreamento.....	27
3.1.5	Uso de cores claras para refração do calor	28
4	Conforto Lumínico	29
4.1	Luz natural	29
4.2	Crise Energética	30
4.3	Iluminação Zenital.....	31
4.3.1	Átrio e Lítrio	32
4.3.2	Sheds.....	32
4.3.3	Claraboias	33
4.3.4	Lanternim.....	34
4.4	Iluminação Lateral.....	35
4.4.1	Prateleiras de Luz.....	36
5	Conforto Acústico	37
5.1	Soluções Possíveis.....	38
6	Considerações Finais	39
	Referências	42

1 Introdução

Toda intervenção humana pode causar danos ambientais, sociais e econômicos, e esta regra não seria diferente com a construção civil, porém a dimensão desse dano pode aumentar de acordo com o porte da construção, sua finalidade e funcionalidade. O meio ambiente sofre um grande impacto por causa do consumo de matéria prima, liberação de gases poluentes e do grande uso de recursos não renováveis, e tem como fator contribuinte da maior parte, o crescimento desordenado da população/construção civil no meio urbano. Os impactos não são apenas ambientais, visto que, dependendo do tipo de obra, ela pode influenciar na desvalorização de uma área, poluição visual, aumento de temperatura, entre outros impactos.

Afirmar que a construção civil impacta negativamente no meio ambiente, não quer dizer que não se deva construir, mas sim, ratificar a importância de se conhecer o contexto em que uma construção é inserida.

Não há dúvidas da necessidade de encontrar alternativas para construir causando o menor impacto possível ao meio ambiente. As alternativas a serem apresentadas, devem e podem surgir desde o projeto, visando não só utilizar materiais sustentáveis, mas também uma maneira de construir aproveitando com maior eficiência as características naturais do ambiente, de modo que seja possível diminuir o uso dos recursos naturais na construção.

O Brasil é um país caracterizado por apresentar radiação solar elevada, em grande parte das regiões, destacando a região Nordeste, principalmente o semiárido, por apresentar pouca incidência de chuva, umidade relativa baixa, e índices de temperaturas elevadas durante grande parte do ano (GOULART, 2008). Outro aspecto relevante não só nessa região, mas em boa parte da população das diferentes regiões do país, é o baixo poder aquisitivo, o que implica muitas vezes, em um investimento reduzido em tecnologias que tragam conforto ambiental de maneira sustentável.

Neste sentido, o presente trabalho visa apresentar processos construtivos, acessíveis, que possibilitem a apropriação da sociedade, de técnicas construtivas que aproveitem, com maior eficiência, as características naturais do ambiente, tais como: isolamento térmico e acústico, aproveitamento da luz solar, ventilação natural e

materiais sustentáveis, visando a redução dos impactos da construção civil, no ambiente, e assim proporcionando economia aos usuários finais.

1.1 Justificativa

Pesquisas realizadas pelo CBCS (2010), mostraram que a construção de edifícios são responsáveis por cerca de 10% do Produto Interno Bruto – PIB mundial, sendo 15% no Brasil. Os mesmos estudos mostram ainda, que em geral todas as construções são responsáveis por 40% do consumo de materiais, 30% da geração de resíduos sólidos e 20% do consumo de água no mundo.

Dados do PNUMA (2010) revelaram que, globalmente, os edifícios são responsáveis por 40% do consumo anual de energia e até 30% da emissão de todos GEEs – Gases de Efeito Estufa relacionados com o consumo de energia.

Apesar dos dados apresentados comprovarem que a construção civil é uma das atividades humanas que mais impactam negativamente no meio ambiente, a demanda construtiva ainda é grande, fazendo com que a atividade construtiva não cesse. Oliveira (2015) afirma que as necessidades de construir continuam em crescimento constante, não apenas para prover a redução do déficit habitacional, como para atender o crescimento urbano, o desenvolvimento econômico, o aumento dos edifícios corporativos, assim como para manutenção, ampliações e reformas de escolas e hospitais, entre outros.

Visto tais necessidades, Brasil (2012) afirma que mesmo com todos esses desafios de urbanização, é possível continuar a se construir, pois se os projetos forem bem planejados e executados, incluindo uma compatibilidade de planejamento e gestão, é possível construir cidades bem projetadas que acomodem grandes números de pessoas de maneira sustentável e em um espaço relativamente reduzido, propiciando uma melhor qualidade de vida e trazendo maior eficiência no uso dos recursos naturais e preservando as áreas ainda intactas.

Assim sendo, o tema se justifica tendo em vista a notória necessidade da redução destes impactos ao meio ambiente, e ainda assim, continuar a construir de forma a suprir os déficits habitacionais, garantindo conforto aos usuários finais e reduzindo o consumo de recursos naturais não renováveis, através do aproveitamento

das condições naturais do ambiente, com eficiência, durante o ciclo de vida da edificação.

1.2 Objetivos

1.2.1 Geral

- Apresentar materiais e processos construtivos sustentáveis acessíveis, que visem um maior conforto térmico, acústico e lumínico para edificações (residenciais e comerciais), possibilitando a apropriação da sociedade em geral.

1.2.2 Específicos

- Apresentar processos construtivos sustentáveis que possam trazer conforto térmico, acústico e lumínico aos usuários finais das edificações residenciais e comerciais;
- Enfatizar a importância da concepção do projeto, com base nas características do local onde este será implementado o projeto;
- Constatar as possibilidades de construir de maneira sustentável com a mesma qualidade e segurança das construções convencionais.

1.3 Metodologia

Este trabalho é definido como uma pesquisa exploratória de caráter explicativo.

Para sua elaboração foi realizada uma revisão bibliográfica, buscando através de produções científicas como livros, artigos, revistas e materiais de sites relacionados, embasamento teórico sobre os princípios que norteiam a sustentabilidade e adaptando esses conceitos a construção civil.

Para a análise de dados, utilizou-se a técnica de análise do conteúdo, através da descrição do conteúdo das mensagens, ajudando a inferir os conteúdos relativos à temática, de forma qualitativa.

Nessa análise, buscou-se aproximar as soluções construtivas sustentáveis, que proporcionassem conforto térmico, acústico e lumínico, das técnicas mais simples de serem executadas e de custo acessível a toda população.

2 Sustentabilidade

A sociedade cresceu nas últimas décadas do século passado e maior parte dessa população se encontra em áreas urbanas. Para tentar acompanhar esse desenvolvimento e êxodo das zonas rurais, a construção civil, se viu em um crescimento, de certa forma desordenado, tendo, a princípio, uma visão apenas de suprir a demanda de novas moradias, não se atentando aos danos que isso poderia causar ao meio ao qual estavam inseridas.

Chaves (2014) diz que a história do mundo mostra que a construção civil, desde as civilizações mais antigas, desenvolve atividades que buscam melhorar as condições de vida do homem em sociedade, procurando atender as necessidades básicas e imediatas do ser humano sem a preocupação com a degradação ambiental.

Dados do IBGE (2010) demonstram que mais de 80% da população brasileira vive em meio urbano, e com isso, diversos problemas sociais, econômicos e ambientais foram surgindo, destacando-se a poluição sonora e o aumento do consumo de energia.

Oliveira (2015), diz que os esforços na redução do consumo desses recursos devem estar focados nos projetos, para torna-los mais eficientes. Edificações que utilizem menos recursos naturais, materiais e energia, e que sejam confortáveis e saudáveis para viver e trabalhar. Bragança e Mateus (2006), também discorrem que uma construção só pode ser considerada sustentável quando as diversas dimensões do desenvolvimento sustentável – ambiental, econômica, social e cultural – são ponderadas durante a fase de projeto.

Segundo Brasil (2012), estima-se que, permanecendo as tendências atuais, em 2050, à população urbana global será de aproximadamente 6,3 bilhões, sendo quase que o dobro dos 3,5 bilhões de moradores urbanos no mundo em 2010. Eles estimam também que a área urbana triplique entre 2000 e 2030, enquanto que a população, em níveis nacionais, pode chegar ao dobro dos dias atuais, crescendo de 2,84 para

4,9 bilhões, durante esse mesmo período. Esses dados ratificam que o aumento das áreas urbanas não consegue acompanhar o crescimento populacional.

Esse crescimento apresentado, traz problemas ao meio ambiente, degradação e escassez dos recursos naturais, mudanças climáticas, poluição do ar, da água potável e a responsabilidade por grande parte das catástrofes naturais. Estima-se que mais de 50% dos resíduos gerados das atividades humanas sejam provenientes da construção e que a construção civil é responsável pelo consumo de 75% dos recursos naturais do planeta e 44% da energia produzida no país, respondendo ainda por um terço dos gases de efeito estufa liberados na atmosfera (BRASIL, (2012); PORTAL VGV (2010) e TRIBUNA DO NORTE, (2013)).

Diante das situações enfrentadas por toda população mundial, e da consciência de que a construção civil é responsável por boa parte desses acontecimentos, e ainda sim, sabendo que é preciso continuar construindo devido déficit habitacional existente, viu-se a necessidade de buscar maneiras de construir diminuindo degradação ao meio ambiente. A partir dessa concepção surgiu o termo sustentabilidade.

Esse pensamento passou a ser discutido de maneira mais abrangente durante a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento - Eco 92, realizada na cidade do Rio de Janeiro, em 1992. Para Athayde e Mattar (2013, p. viii), “a civilização humana se encontrou pela primeira vez na história durante a Eco 92 [...]. Até então nunca tínhamos nos reunido como civilização para discutir o estado do mundo e avaliar o crescimento possível”.

A Eco 92 foi um dos maiores encontros realizados para discutir os novos paradigmas acerca da sustentabilidade no planeta, tendo a participação de 172 países e sendo elaborada a agenda 21, que constava de referências e recomendações para dar praticidade às metas propostas o mais rápido possível, sendo ela, estruturada em quatro seções: Dimensões sociais e econômicas (políticas); Conservação e gestão dos recursos (manejo adequado); Fortalecimento do papel dos principais grupos sociais (participação); e Meio de implantação (mecanismos financeiros e jurídicos). (LEITE,2011).

Diante das discussões e propostas discutidas no evento, o termo sustentabilidade passou a surgir com mais força e frequência ao se falar em grandes construções. Acreditando em todo esse aparato gerado durante o encontro e com o intuito de elaborar projetos que consumissem menos matérias primas e diminuíssem

o consumo no seu ciclo de vida, a sociedade construtora passou a acreditar na possibilidade de construir preservando o meio ambiente para as gerações futuras.

Para Jonh (2014, pag. 14), “Existe três princípios para sustentabilidade na construção, o primeiro é a viabilidade econômica, os outros dois são: as dimensões ambiental e social, o mesmo enfoca que se um destes princípios ruir o sistema cai”. Assim sendo, é preciso apresentar projetos que além de trazer benefícios ao meio ambiente, se preocupe com o bem-estar da sociedade como um todo, e também, que sejam projetos viáveis para que a população possa se apropriar destes métodos construtivos ambientalmente corretos.

Segundo Goulart (2008, pag. 2), “a sustentabilidade não é um objetivo a ser seguido, não é uma situação estanque, mas sim um processo, um caminho a ser seguido. Advém daí que a expressão mais correta a ser utilizada é um projeto ‘mais sustentável’”. Com isso tem-se a concepção de que sustentabilidade não é apenas uma construção que é executada de maneiras menos agressivas ao meio ao qual estar inserida, mas sim, um projeto que venha trazer benefícios desde seu início, passando pela concepção de projeto e chegando ao ciclo de vida da edificação.

2.1 Selos de Sustentabilidade

A fim de estabelecer critérios para construções que se apropriem de processos sustentáveis, foram instituídos órgãos que avaliam, projeto por projeto, o quanto cada um deles está contribuindo para a preservação e conservação do local e dos arredores ao qual estar inserido (LEITE, 2011). Para isso é avaliado o quanto a edificação reduziu o consumo de matérias primas não renováveis e o quanto reutilizou os materiais durante o processo construtivo.

Todos os requisitos direcionados a redução dos impactos ambientais são de suma importância para se obter o selo de sustentabilidade, porém, acredita-se que um projeto sustentável deve ser pensado principalmente para seu desempenho durante o ciclo de vida. O quanto ele deve e pode economizar no uso de energia através de projetos de aproveitamento da luz natural e do resfriamento do ambiente por suas aberturas bem localizadas para receber a ventilação natural (GOULART, 2008).

Isso se justifica quando Lamberts et al. (2014, pág. 9) diz que: “a iluminação artificial e o ar condicionado são os grandes usos finais da energia nas edificações. Sendo aproximadamente 64% do consumo, na disposição de 44% para iluminação artificial e 20% para o ar condicionado”.

As certificações com mais destaque em escala global e nacional, respectivamente, são: LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) desenvolvida nos Estados Unidos e o Selo AQUA (Alta Qualidade Ambiental) desenvolvido no Brasil. Outros selos usados a caráter nacional são o Selo Casa Azul, elaborado pela Caixa Econômica Federal, o Programa de Eficiência Energética em Edificações (Procel Edifica), Qualificação QUALIVERDE, Legislação de Incentivo as Construções Sustentáveis. A adequação de construções a estes selos são parâmetros que se buscam atingir rumo ao desenvolvimento dos processos construtivos pelo mundo.

A Certificação surgiu com o intuito de criar critérios para as construções que se denominam ou querem ser denominadas sustentáveis, afim de que estas absorvam todas as características naturais do ambiente ao seu redor, de maneira que possam diminuir o uso de recursos naturais não renováveis durante sua construção como também durante seu ciclo de vida. “Dada a importância da construção civil e sua grandiosidade no que envolve materiais, serviços e pessoas, justifica-se a fundamental importância na implementação e valorização da certificação ambiental no setor” (LEITE, 2011, pág. 5).

2.2 Materiais e métodos sustentáveis a serem utilizados

Os desafios para o setor da construção são diversos, visto que o setor pode ser considerado como o maior causador dos impactos ambientais existentes. Apesar da construção civil ter conquistado tal título, para superar todos os desafios e continuar a construir de maneira que reduza os impactos e preservar a natureza para as próximas gerações, é necessário pensar na otimização do consumo de materiais e energia, na redução dos resíduos gerados, na preservação do ambiente natural e na melhoria da qualidade do ambiente construído (CBIC, 2013).

Para se chegar a esses objetivos Goulart (2008), diz que a sustentabilidade é um trabalho que deve ser pensado e executado em rede (coletivo), onde todos devem

fazer sua parte, e ao mesmo tempo incentivar os demais a fazerem a sua. Isso é justificado quando se vê o resultado do processo de compatibilização de projetos, uma ação com participação de todos os envolvidos nos projetos, desde os projetistas estruturais, elétricos, hidráulicos, até os executores, fornecedores, para que assim seja alcançado o objetivo inicial de projeto.

Goulart (2008) e CBIC (2015) elencam o que pode ser feito para superar estes desafios em escala ambiental:

- Projetos
 - ✓ Mudança dos conceitos da arquitetura convencional na direção de projetos flexíveis com possibilidade de readequação para futuras mudanças de uso e atendimento de novas necessidades, reduzindo as demolições;
 - ✓ Busca de soluções que potencializem o uso de energias renováveis;
 - ✓ Redução do uso de materiais com alto impacto ambiental.
 - ✓ Redução dos resíduos da construção com modulação de componentes para diminuir perdas e especificações que permitam a reutilização de materiais:
 - ✓ Uso de materiais regionais.
- Água
 - ✓ Utilização de águas pluviais;
 - ✓ Redução de esgoto e a demanda de água tratada;
 - ✓ Introdução de equipamentos economizadores de água.
- Energia
 - ✓ Utilização da iluminação natural e sistemas de iluminação eficientes;
 - ✓ Estratégias de ventilação;
 - ✓ Conforto térmico.

É importante levar em consideração o poder aquisitivo da maioria da população brasileira, pensando em processos que sejam acessíveis a ela, projetando pequenas

intervenções, fáceis de serem executadas, de modo que haja um aproveitamento eficiente dos recursos naturais renováveis.

Essas intervenções podem ser usadas na iluminação e resfriamento natural do ambiente, diminuindo a necessidade de energia elétrica para tais funções, o que além de tudo, vai gerar economia para o consumidor. As questões sociais, como também as climáticas regionais, são variáveis que fazem cada projeto ser único, em seu conceito e objetivo de aproveitar as condições naturais, surgindo dessa forma a necessidade dos projetistas se atentarem para quem e para onde estão projetando, levando em consideração as características do escopo do projeto dependo de quem seja o usuário final; como também se atentar as ideias que possam ser usados de maneira a deixar o projeto o mais acessível possível.

Outro aspecto, é a região para a qual está sendo pensada aquela construção. Sendo o Brasil um país com grandes mudanças climáticas de região para região, as construções em regiões com clima mais ameno, não podem ter as mesmas soluções técnicas das construções direcionadas ao Nordeste, por exemplo, que tem altas temperaturas durante a maior parte do ano. Tais características climáticas fazem com que cada projeto seja pensado como único, onde devem ser aproveitadas com eficiência, de maneira a trazer mais conforto e economia para seu usuário final.

3 Conforto Térmico

Firmino e Bastos (2015) dizem que o conforto térmico não pode ser definido com exatidão, pois é difícil conceber um ambiente agradável a várias pessoas quando as mesmas estão em aglomerado e praticando atividades diferentes. Como concepção relacionado as condições naturais do ambiente, Ruas (1999, pag. 11) diz:

O conforto térmico num determinado ambiente pode ser definido como a sensação de bem-estar experimentada por uma pessoa, como resultado da combinação satisfatória, nesse ambiente, da temperatura radiante média (t_{rm}), umidade relativa (UR), temperatura do ambiente (t_a) e velocidade relativa do ar (V_r) com a atividade lá desenvolvida e com a vestimenta usada pelas pessoas.

Dentre os impactos causados ao meio ambiente pelo crescimento desordenados das áreas urbanas, destaca-se as mudanças climáticas, sendo as

edificações grande geradoras de GEEs – Gases de Efeito Estufa, liberado pelos materiais utilizados na execução das mesmas pelo mundo.

Em nota publicada pelo GREENPEACE BRASIL, (2017) de pesquisa realizada pela Nasa, anunciou no início de 2010, que a década que terminou em 31 de dezembro de 2009 foi a mais quente já registrada desde 1880. Constatou-se também, que a mesma década teve os dois anos de maior intensidade de calor em mais de um século – 2005, como o mais quente do período, e 2009 como segundo mais quente.

Com a elevação da temperatura, aumenta-se o desconforto do corpo humano. A maioria dos centros urbanos das cidades brasileiras são em grande parte construídos de concreto e com poucas áreas arborizadas, refletido pelas edificações e as ruas pavimentadas, o que traz por muitas vezes uma sensação térmica mais agradável. Tal situação faz com que as pessoas busquem cada vez mais suas residências com a necessidade de que as mesmas sejam refrigeradas para que lhe proporcionem o conforto térmico necessário.

Frota e Schiffer (2001, pag. 15) falam que “a arquitetura, como uma de suas funções, deve oferecer condições térmicas compatíveis ao conforto térmico humano no interior dos edifícios, sejam quais forem as condições climáticas externas”. Com isso vem a questão de que, por conceito da própria arquitetura, as edificações já deviam ser sustentáveis no sentido de atender as necessidades de conforto térmico dos seus usuários.

Com isso, deve ser observado a necessidade em apresentar métodos que assegurem a comodidade para população dentro de suas residências. Tais métodos e/ou processos devem se adequar as condições naturais do ambiente, e assim, juntamente com materiais sustentáveis, propiciar uma maior eficiência para chegar a finalidade proposta de maneira mais ecológica possível.

O conforto térmico apresenta variações, dependendo da região analisada. Dessa forma, ABNT (2003) divide o Brasil em oito Zonas bioclimáticas, sendo que, o litoral nordestino pertence a Zona 8 e o restante do nordeste pertence a Zona 7.

Segundo ABNT (2013) a NBR 15.575 – Norma de Desempenho de Edificações Habitacionais, trata das exigências dos projetos no que se refere a conforto térmico (material utilizado), luminosidade (posição do terreno, tamanho das janelas), ventilação, acústica (o que inclui portas com novos padrões). A norma vem também determinar as temperaturas admissíveis dentro das residências nos períodos de inverno e verão, como mostram as Tabelas 1 e 2.

Tabela 1: Valores máximos de temperatura no verão

Nível de desempenho	Critério	
	Zonas 1 a 7	Zonas 8
Médio	Ti, máx. < Te, máx.	Ti, máx. < Te, máx.
Intermediário	Ti, máx. < (Te, máx. – 2 °C)	Ti, máx. < (Te, máx. – 1 °C)
Superior	Ti, máx. < (Te, máx. – 4 °C)	Ti, máx. < (Te, máx. – 2 °C)
Ti, máx. é o valor máximo diário da temperatura do ar no interior da edificação. Te, máx. é o valor máximo diário da temperatura do ar no exterior da edificação. Ti, mín. é o valor mínimo diário da temperatura do ar no interior da edificação. Te, mín. é o valor mínimo diário da temperatura do ar no exterior da edificação. NOTA: Zonas bioclimáticas de acordo com a NBR 15220-3,		

Fonte: ABNT (2013), adaptado.

Se tomarmos como base o Ceará, estado pertencente ao Nordeste brasileiro, classificado entre as Zonas 7 e 8, no verão (Tabela 1) o conforto térmico intermediário só é constatado se a temperatura interna, das edificações, apresentar redução de 1 °C na Zona 8 (litoral nordestino) e redução de 2 °C na Zona 7 (demais regiões nordestinas).

Tabela 2: Valores mínimos de temperatura no inverno

Nível de desempenho	Critério	
	Zonas bioclimáticas 1 a 5	Zonas bioclimática 6 a 8
Médio	Ti, máx. > (Te, mín. + 3 °C)	Nestas zonas, este critério não precisa ser verificado.
Intermediário	Ti, mín. > (Te, mín. + 5 °C)	
Superior	Ti, mín. > (Te, mín. + 7 °C)	
Ti, mín. é o valor mínimo diário da temperatura do ar no interior da edificação. Te, mín. é o valor mínimo diário da temperatura do ar no exterior da edificação. NOTA: Zonas bioclimáticas de acordo com a NBR 15220-3.		

Fonte: ABNT (2013), adaptado.

Segundo Petalas (2015), a maioria das cidades localizadas na região Nordeste têm praticamente, só duas estações do ano definidas, definidas a partir da precipitação, sendo uma chuvosa e outra seca. Dessa forma justifica-se o fato de não utilizar a Tabela 3, da NBR 15220-3, nas zonas 6, 7 e 8.

3.1 Técnicas construtivas

A luz natural é um dos principais recursos naturais que devem ser aproveitados pelos projetistas. Como parâmetro deve-se observar a orientação da edificação a fim de aproveitar ao máximo esse recurso.

Lamberts et al. (2014) destacam o NORTE como a melhor orientação para se aproveitar da iluminação natural, devido à incidência mais frequente de luz solar direta. Mesmo essa sendo acompanhada de calor, é muito fácil sombrear as aberturas nesta orientação. A segunda melhor orientação para a iluminação natural é a SUL, isso devido à constância da luz. Enfocam que apesar da quantidade de luz ser baixa, se tem uma alta qualidade quando há necessidade de uma luz branca fria. Uma das vantagens atribuídas é, que essa orientação recebe menos luz solar direta, trazendo menos problemas com ofuscamento, se tornando também muito fácil a projeção de proteções solares para o Sul.

Contudo, recomenda-se evitar a projeção nas orientações LESTE e OESTE, pois essas orientações recebem luz solar direta com maior intensidade no verão e com menor intensidade no inverno, dificultando assim o projeto de proteções solares, ficando necessário considerar ângulos muito baixos de altura solar. Considerando a incidência direta e com maior intensidade no verão, para essas orientações, deve-se adotar paredes duplas na edificação, sabido que essas têm uma boa absorção da radiação, evitando que o calor ultrapasse para o ambiente interno e eleve a temperatura da residência (LAMBERTS et al., 2014).

É importante ratificar que Lambert et al (2014) faz tais afirmações considerando uma localização geográfica com as quatro estações bem definidas, durante o ano, porém, algumas regiões brasileiras, como o nordeste, recebem luz solar direta, em quase todos os meses do ano. Dessa forma, ABNT (2003) recomenda ações específicas para cada Zona Bioclimática Brasileira.

Segundo Torres (2016), por estar localizado logo abaixo da linha do equador, o Nordeste, apresenta elevadas temperaturas na maior parte do ano, gerando a necessidade de se projetar ambientes que proporcionem condições de conforto para os usuários realizarem suas atividades mesmo com as condições climáticas adversas na parte exterior da edificação.

Foram adotadas por ABNT (2003) 330 cidades como referência para elaboração da NBR 15220-3, sendo 39 delas classificadas como Zona 7 (Figura 1), destacando a cidade de Picos – PI. Para essa Zona Bioclimática recomenda aberturas para ventilação pequenas, sombreamento nessas aberturas e vedações “pesadas”, tanto nas paredes como na cobertura.

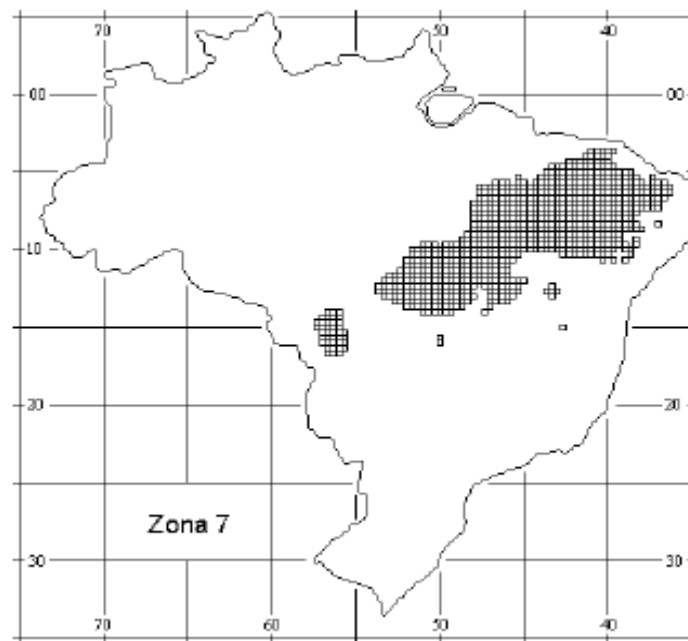


Figura 1: Zona Bioclimática 7

Fonte: ABNT (2003)

Dessa forma, a abertura para ventilação pequena deve estar entre 10% e 15% da área de piso, e em relação a transmitância térmica (U) as paredes pesadas devem apresentar $U \leq 2,20 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ e as coberturas pesadas devem apresentar $U \leq 2,00 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Para alcançar esse valor de transmitância térmica a NBR15220-3 apresenta 9 soluções, sendo que a maioria está condicionada ao uso de paredes de tijolos assentados na maior direção ou o uso de parede dupla de tijolos assentados na menor direção. (ABNT, 2003)

Contrapondo a ideia de Lamberts et al. (2014), em um estudo realizado no nordeste brasileiro, mas precisamente no estado do Ceará, Petalas (2015, p. 108) afirma que “a direção predominante dos ventos em Fortaleza é a Sudeste devido à atuação do Anticilone do Atlântico Sul”. E complementa: “as regiões de clima quente devem evitar a excessiva radiação solar e promover a evaporação da umidade através da ventilação a fim de amenizar o estresse térmico devido ao calor” (PETALAS, 2015, p.112).

3.1.1 Resfriamento natural

As janelas necessitam de muita atenção, durante a fase de projetos, pois, segundo Lamberts e Marinoski (2012, pag. 3) além das janelas cumprirem o papel de “olhos da casa”, elas também servem para: “controle da entrada de luz e do fluxo de ar; contato visual; proporcionam isolamento, segurança e privacidade; atribuem estética e beleza ao projeto; influenciam no consumo de energia da edificação”, além de trazer um design para o ambiente, através de suas esquadrias.

Nas casas primitivas, em seu primeiro conceito de janela, era feito um buraco para saída de fumaça, o que melhorava a qualidade do ar interno e já deixava escapar o ar quente de dentro do ambiente. Este buraco também proporcionava a entrada de luz para clarear a parte interna da estrutura (LAMBERTS e MARINOSKI, 2012).

Uma das principais funções das janelas é explorar a luz natural para diminuir o uso de iluminação artificial durante o dia, com a orientação adequada e o dimensionamento correto das aberturas é possível diminuir de forma considerável o consumo de energia artificial para a iluminação do ambiente. As janelas são também uma forma de contato do usuário com o ambiente externo, tornando-se um elemento essencial no desempenho, combinados com todos estes aspectos (LAMBERTS et al., 2014).

3.1.2 Ventilação cruzada

Roaf et al. (2014, pag. 87), definem que, “ventilação é o movimento do ar dentro de um prédio e entre uma edificação e o exterior”. Controlar essa ventilação é uma das principais e mais sutis preocupações do projetista de uma edificação. A questão

para tal é como fazer o ar se deslocar na edificação de modo a satisfazer o usuário lhe trazendo o conforto térmico desejado. É necessário que se conheça as orientações do vento, de modo a dimensionar e localizar as aberturas no local correto para o melhor aproveitamento da ventilação (GOULART, 2008). Para Roaf et al. (2014) o ar se move com muita facilidade e sempre sob um gradiente de pressão. Pressão que pode ser causada através da circulação do vento em torno da edificação.

Em regiões quentes durante a maior parte do ano, das quais pode ser citada o semiárido nordestino, vê-se a necessidade de pensar em corredores laterais nas áreas externas das construções, para que a ventilação cumpra suas funções principais, que é a renovação do ar, (principalmente com os níveis de poluição aumentando a cada dia devido a queima de combustíveis fósseis) e o resfriamento do usuário.

A ventilação natural é a estratégia bioclimática mais importante na busca por conforto térmico, após o sombreamento. Conforme pode ser observado na Tabela 3, onde é possível constatar que a grande maioria das capitais brasileiras tem como necessidade à ventilação natural, das quais se destacam as capitais nordestinas, que durante todo o ano, necessitam de mais de 50% das horas do dia dessa ventilação (LAMBERTS et al., 2014).

Essas características são justificadas pelas altas temperaturas do clima semiárido e variação constante da umidade relativa do ar. Dado o exemplo de Salvador que aumenta sua necessidade de 57,9% no inverno, para 80,6% no verão, chegando a uma diferença de 22,7% de uma estação para outra, dados que a faz a capital com a maior variação da necessidade de ventilação natural no Nordeste. Contudo a cidade com a maior média de necessidade de ventilação da região é Fortaleza, totalizando 89,05%.

Tabela 3: Percentual da necessidade de horas de ventilação natural de algumas cidades brasileiras.

Cidade	Necessidade	Necessidade
	De ventilação natural (% das horas do ANO)	de ventilação natural (% das horas de VERÃO)
Belém	88,8	93,1
Brasília	17,3	36,3
Curitiba	6,84	19,9
Florianópolis	36,4	77,1
Fortaleza	85,8	92,3
São Luiz	86,7	86,5
Maceió	76,4	84,9
Natal	84,2	88,7
Porto Alegre	23,3	59,0
Recife	67,8	76,2
Rio de Janeiro	60,9	78,0
Salvador	57,9	80,6
São Paulo	14,3	45,2
Vitória	60,9	87,4

Fonte: Adaptado de Lamberts et al. (2014).

-  - cidades com necessidade acima de 50% de ventilação durante todo ano, que não ficam localizadas no Nordeste.
-  - cidades com necessidade abaixo de 50% de ventilação durante todo ano.
-  - cidades com necessidade acima de 50% de ventilação somente durante o verão.
-  - cidades com necessidades de ventilação acima de 50% durante todo ano, localizadas no Nordeste.

A Figura 2 ilustra esquemas de ventilação cruzada em ambientes livres, sem divisórias, nem repartições internas. Nos esquemas 1 e 2 é possível observar que a ventilação passa com mais velocidade pelo ambiente. Nos esquemas 3 e 4 aparecem exemplos com aberturas em paredes adjacentes, trazendo uma ventilação mais efetiva no ambiente. Porém, nota-se no esquema 6 que, mesmo as aberturas sendo em paredes adjacentes, elas não podem ser muito próximas, pois podem provocar um curto circuito na ventilação tirando sua efetividade. Algo que é oposto ao esquema 5, que mostra que aberturas em paredes adjacentes com o afastamento das janelas,

tendo melhor distribuição do ar no ambiente, fazendo-o ser o melhor esquema evidenciado. (LAMBERTS et al., 2014).

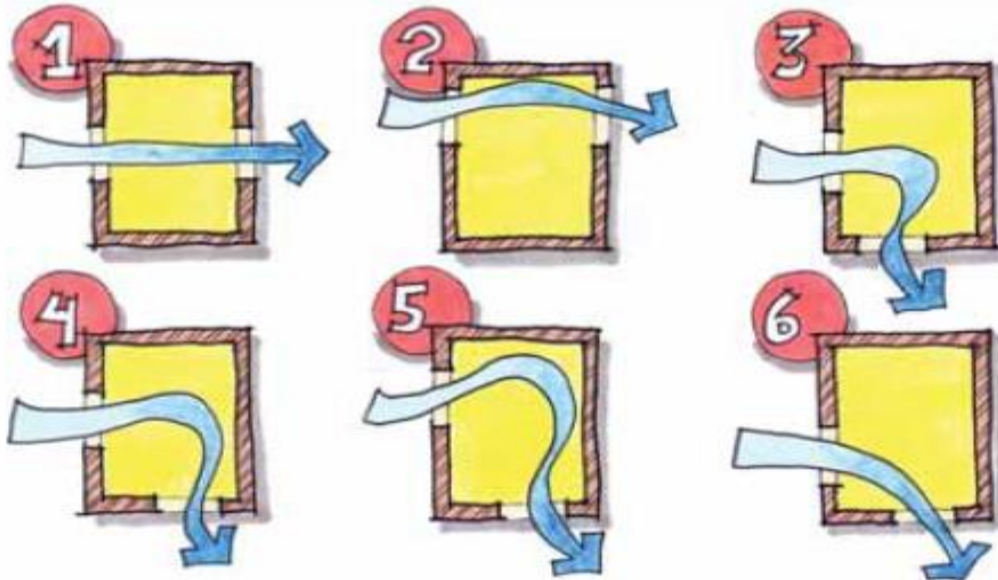


Figura 2: Padrão da ventilação determinado pelo posicionamento das esquadrias.

Fonte: Lamberts et al. (2014).

A Figura 3 ilustra esquemas de ventilação com a presença de divisórias e repartições internas. Os esquemas 1 e 3, apresentam semelhança no fluxo de ventilação, no entanto no esquema 3 é notado uma certa estagnação do ar. O esquema 2 mostra que com a divisão do fluxo de ar, se tem uma diminuição da ventilação e conseqüentemente do resfriamento do ambiente. No desenho 4, podendo ser considerado o mais eficiente das ilustrações, mostra que, apesar da redução do fluxo de ar, pode ainda sim ter uma boa ventilação dependendo das necessidades do ambiente e das necessidades de resfriamento. O esquema 5 apresenta uma divisão que intercepta a zona de fluxo do ar incidente, prejudicando a ventilação. No esquema 6 é ilustrado outra opção de divisão possível, diminuindo o fluxo de ar num ambiente importante. (LAMBERTS et al., 2014).

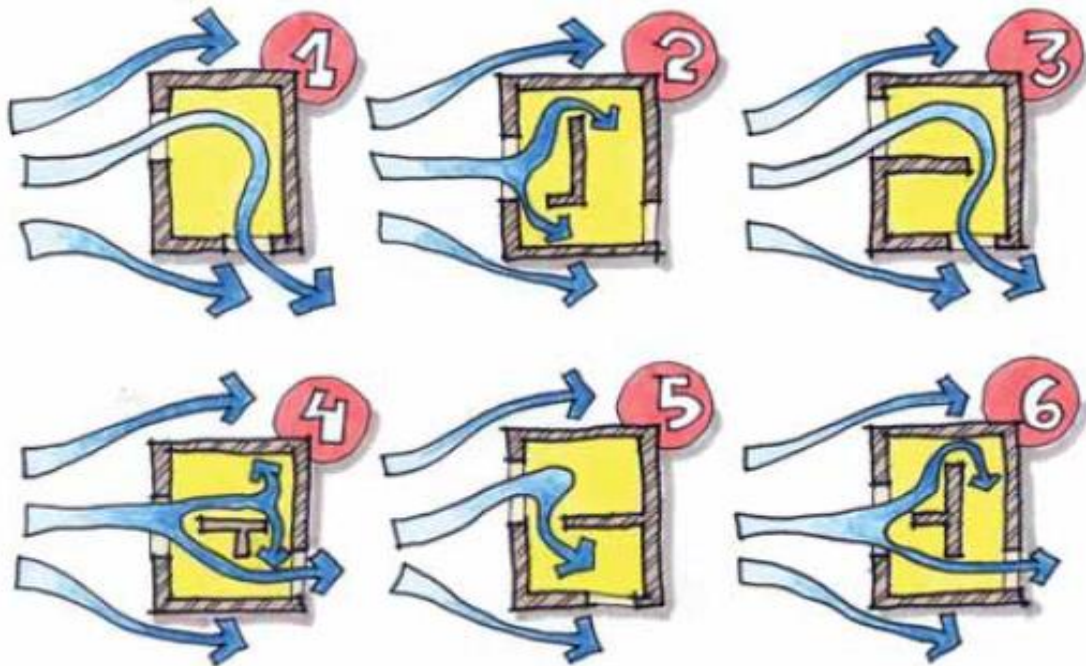


Figura 3: Fluxo de ar em ambientes com de divisórias e repartições internas.

Fonte: Lamberts et al. (2014).

3.1.3 Captadores de vento

Além das janelas, as edificações podem ter outras aberturas projetadas para captação do ar e resfriamento do ambiente. A ventilação vertical é um exemplo muito eficiente na retirada do ar quente que tende a se acumular nas áreas mais altas da edificação, o que gera as ilhas de calor. Para diminuir esse acúmulo de calor, pode ser usado o LANTERNIM, que, segundo Garrocho (2005), são caracterizados, basicamente, como aberturas feitas nas extremidades do telhado, deixando passagem da ventilação natural, o que faz a troca de ar do ambiente e a consequente retirada do ar quente deixando o ambiente resfriado. Para o período de inverno pode ser controlada a sua abertura, evitando que aja perda de calor do ambiente, algo necessário nas regiões mais frias.

As Mansardas caracterizam-se como como aberturas feitas no telhado para captação de ar, são eficientes para retirar o ar quente que fica acumulado juntos a teto da edificação. Já os peitoris por exemplo, são instalados para captação do ar de maneira que ele possa resfriar o ambiente (LAMBERTS et al., 2014).

Essas duas técnicas podem ser pensadas em conjunto, sendo os peitoris usados para captação do ar, isso faz com que essa ventilação possa circular por todo

o ambiente saindo pelas mansardas posicionadas no teto, trabalhando como forma de ventilação cruzada, sendo bem mais eficiente no resfriamento do ambiente.

3.1.4 Sombreamento

O sombreamento pode ser considerado a estratégia mais importante ao se falar em conforto térmico sustentável em escala Nacional. O Brasil, pela sua extensão de território, apresenta grandes variações de climas. Neste sentido, os projetos devem se adequar de forma a corresponder as necessidades e características próprias do contexto em que está inserido, as quais podem mudar significativamente dependendo das condições climáticas ao qual estiver inserido (COELHO, 2010).

De início, o projetista deve verificar as orientações do edifício relacionada a recepção de radiação solar durante o verão. Sabido que esse período dificulta a projeção de proteções solares como falado anteriormente, devido aos baixos ângulos de insolação. Nos casos de orientações direcionadas para OESTE, deve ser usado o recurso de paredes duplas, que absorvem melhor as radiações solares reduzindo a passagem de calor para o ambiente interno (LAMBERTS et al., 2014).

As proteções solares como: brises e beirais de telhados avantajados, são utilizados quando a radiação direta não é desejada dentro do ambiente; o traçado das proteções exige o reconhecimento dos movimentos do Sol e como as radiações irão incidir sobre a Terra, e quais os efeitos que irão causar na visão dos usuários (LAMBERTS et al., 2014). “A determinação do tipo e da dimensão de um dispositivo de proteção solar será feita em função da eficácia desejada. Ele será eficaz quando for capaz de barrar a radiação solar direta sobre uma dada superfície ou abertura no período ao qual destinado” (FROTA e SCHIFFER, 2001, pag. 90).

As proteções solares mais utilizadas e eficazes para barrar a radiação antes da mesma incidir e penetrar no ambiente, são os brises solares, que podem ser fabricados de vários formatos e tamanhos, dependendo da necessidade de cada projeto, o que é determinado pela época do ano ou pela região a qual esteja inserido o projeto. Persianas, beirais de telhado generosos, marquises, sacadas, venezianas, são as principais estratégias de sombreamento (LAMBERTS et al., 2014).

3.1.5 Uso de cores claras para refração do calor

Ilhas de calor podem ser definidas como um fenômeno climático, que ocorre geralmente nos grandes centros urbanos, elevando a temperatura em determinados pontos da cidade. Tal fenômeno ocorre devido à pouca quantidade de áreas verdes, e também devido os materiais de cores mais escuras que são utilizados nas coberturas das edificações daquele ponto, visto que dependendo do tipo de material ele absorve praticamente toda radiação solar incidente, a retenção desse calor é um dos fatores determinantes para as ilhas de calor (PARANÁ, 2017 e LISA, 2008).

O efeito da ilha de calor pode ser contrabalanceado pelo uso de materiais reflexivos ou de cor clara nas superfícies das edificações, pavimentos, estradas, aumentando assim o albedo da cidade como um todo (GOULART, 2008). O autor complementa que para projetar edifícios com maior conforto térmico e com menos uso de ar condicionado, são necessárias informações sobre materiais que permaneçam “frios” no sol.

Cool Materials ou materiais frios, como são denominados, são compostos por cores claras, eficazes na reflexão da luz solar incidente, impedindo o acumulo de calor e a consequente alta de temperatura no ambiente (GOULART, 2008). Tais materiais podem ser utilizados em vãos que tem como fechamento paredes de vidro, usando sua característica de reflexão para iluminação natural através da luz incidente que ultrapassa o vidro.

Estes materiais são mais eficientes e mais utilizados em telhados, isso devido a absorverem menos o calor solar do que os materiais convencionais utilizados em coberturas. Por refletirem melhor os raios solares evitam a elevação da temperatura e consequentemente as ilhas de calor nos centros urbanos. Os telhados com materiais de cores claras, juntamente com uso de baixa-inclinação, são de grande eficácia na redução de temperatura na superfície da cobertura.

Com o uso destes materiais de cor branco brilhante, que reflete praticamente toda radiação solar, é possível impedir a transferência de calor para o ambiente. Reduzindo o uso de energia artificial para resfriar o ambiente, melhora o conforto dos ocupantes, aumenta o ciclo de vida do telhado, o que reduz os custos com manutenção e contribui para reduzir as ilhas de calor nas áreas urbanas (GOULART, 2008). Nunes (2015) destaca suas vantagens na redução da necessidade do uso de aparelhos condicionadores de ar para o resfriamento do ambiente, ratificando que, em

média, gasta-se de 20 a 70% menos energia do que o que era gasto com uso dos materiais convencionais no telhado.

4 Conforto Lumínico

O conforto lumínico em uma habitação, pode ser entendido como uma situação em que o usuário possa desenvolver suas atividades, sem a necessidade de um esforço visual excessivo e sem que sofra ofuscamento da luz recebida. Onde deve-se considerar os aspectos relacionados ao espaço e às superfícies, como também as cores, textura entre outros aspectos físicos que possam exercer influência sobre este conforto (SPANNEBERG, 2006).

4.1 Luz natural

A função da iluminação é tornar o ambiente visível e adequado, permitindo a execução de tarefas necessárias com conforto visual (SILVA, 2011). Essa iluminação pode ser obtida de forma artificial, com uso de lâmpadas, ou de forma natural, através dos raios solares. Pois o uso da luz natural pode trazer economia no consumo de energia elétrica, além de ser algo essencial para o homem.

O ser humano depende da exposição à luz natural para ativar uma série de funções fisiológicas. Como exemplo, pela manhã, o organismo necessita de fortes doses de luz natural para se estimular e realizar suas funções, evitando sonolência. (LAMBERTS e TRIANA, 2010). A luz natural é uma das fontes de energia mais importantes para o homem desenvolver suas atividades, pois é ela que proporciona a visão nítida do mundo (GARROCHO, 2005).

Assim sendo, há necessidade de se projetar de forma a aproveitar essa luz, de maneira que ilumine o ambiente e traga conforto ao usuário. A AsBEA (2012) diz que a quantidade e qualidade da luz para atender o conforto visual e desempenho das funções cognitivas não dependem exclusivamente da luz em si. Salientam ainda, que para isso é preciso uso de materiais, refletância, acabamentos, cores e superfícies, pois é por meio deles que ela irá se expressar. “Um bom projeto de iluminação natural sustentável tira proveito e controla a luz disponível, maximizando suas vantagens e reduzindo suas desvantagens” (MEDEIROS, 2012, pag. 22).

4.2 Crise Energética

A crise de energia é um dos fatores mais alarmantes na sociedade contemporânea, tendo em vista o crescimento na demanda de energia para iluminação das cidades, ruas, residências e indústrias. Conforme o BEN (2015), as edificações (no segmento industrial, comercial, serviços residencial e público) são elencadas como as principais demandas de eletricidade do país, responsável pelo consumo de cerca de 50% de seu total.

Tal situação está se tornando um dos principais questionamentos sobre o que fazer para suprir essa grande demanda de energia. Segundo Brasil (2016), existem duas formas básicas de se obter mais energia: produzindo a mesma através das matrizes energéticas brasileiras (hidroelétricas, termoeletricas, usinas nucleares, dentre outras) ou otimizando o uso da energia atual. Ainda com o pensamento de Brasil (2016), pode-se dizer que a primeira solução demanda tempo e altos investimentos, o que não resolveria a curto e médio prazo a situação. Já utilizar a energia através da execução de projetos de eficiência é uma forma rápida e de custo muito menor.

“Adotando-se uma política de eficiência energética englobando construção, reforma e operação de edificações, sem grandes investimentos e ótimas taxas de retorno, conseguiríamos devolver ao país UMA usina de Itaipu por ano operando em sua capacidade máxima de geração de energia.” (EFICIENERGY, 2015, p. 26, grifo do autor).

A posição a qual esteja disposta no terreno, como já falado por Petalas (2015) deve privilegiar as aberturas no LESTE, evitando Norte e Oeste, vai influenciar diretamente na eficiência da iluminação natural no ambiente interno das edificações. Depois vem as adaptações a serem feitas para aumentar ainda mais a eficiência dessa luz, dependendo da região do país, da época do ano e do tipo de edificação (GOULART, 2008).

As aberturas bem localizadas são os principais recursos a serem usados para obtenção desse tipo de iluminação. Porém, Ferreira (2015) diz que um melhor aproveitamento da luz natural não se dá apenas pela abertura de janelas, prismas, etc., mas também pelo uso de materiais refletores visando melhorar a iluminação natural no interior da edificação. Ainda com o pensamento de Ferreira (2015) é importante observar que o aproveitamento da luz natural deve ser feito com muito

critério, pois se for implementado de maneira incorreta poderá causar transtornos do ponto de vista térmico.

Tal situação pode ocorrer principalmente no verão, tendo em vista que nessa estação do ano os raios solares são dispostos com mais intensidade sobre as residências. Portanto, deve-se impedir que a luz solar entre diretamente no interior das casas, fazendo com que as condições naturais não se tornem tão eficientes, já que será necessário usar energia artificial para resfriar o ambiente, devido ao calor gerado pela incidência direta da radiação solar. Além do que, o contato direto com a luz pode trazer desconforto visual ao usuário. (GARROCHO, 2005).

4.3 Iluminação Zenital

O uso da iluminação através de aberturas zenitais possibilita uma maior uniformidade de distribuição da luz natural em relação à lateral e, principalmente permite maiores níveis de iluminância sobre o plano de trabalho (GARROCHO, 2005). O autor ainda complementa que este tipo de iluminação possui enorme capacidade em captar a radiação luminosa, quer do sol, quer da abóboda celeste, além de apresentar grande funcionalidade ao ser utilizada em espaços com grande profundidade, tais como edifícios de escritórios e bancos, museus, bibliotecas e centros comerciais.

A iluminação zenital é a luz natural que entra através de fechamentos superiores, telhados por exemplo. Garrocho e Amorim (2005), consideram como uma das desvantagens seu difícil controle, sendo que, dependendo do clima da região, incidência dos raios solares em determinadas épocas do ano, o formato da cobertura, pode implicar no aumento da temperatura no interior da edificação. Garrocho (2005), diz que para evitar um aumento indesejável da carga térmica na edificação, a área iluminante zenital não deve ultrapassar 10% da área do piso. Quesito que não pode ser usado como específico, já que, depende muito das condições climáticas do ambiente local.

Outro aspecto a ser considerado é a dificuldade de manutenção. Geralmente o teto tende a acumular mais sujeira que as laterais, algo que pode tornar onerosa as manutenções necessárias, visto que com o acúmulo de sujeira não se terá a eficiência por completa da iluminação.

4.3.1 Átrio e Lítrio

Átrio é o espaço central de uma edificação, aberto na cobertura, muito utilizado como estratégia de iluminação para captação de luz em edifícios com múltiplos andares. (GARROCHO, 2005). O átrio é um recurso usado em edifícios com múltiplos andares, com vão grandes e lineares, de forma a captar a luz solar adjacente a sua posição. São comuns e eficazes em prédios comerciais, fabricas ou shoppings centers, bibliotecas, devido aos grandes vãos livres deste tipo de edificação (Figura 4). Outro modelo é o Lítrio, onde a abertura no topo deve ser maior que na base, ficando de forma invertida (RODRIGUES, 2015).

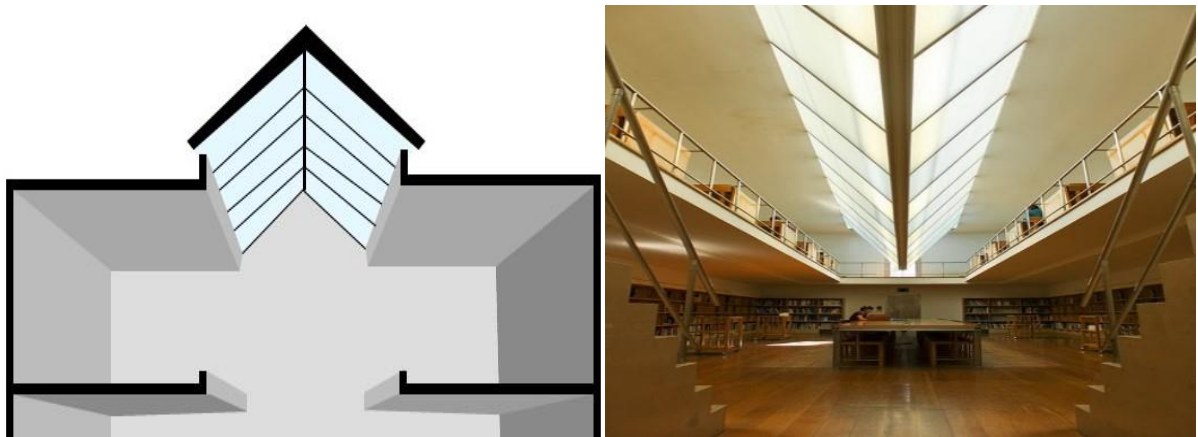


Figura 4: Exemplo de átrio e lítrio em prédio de múltiplos pavimentos

Fonte: Blog Arquitetura Mais¹

4.3.2 Sheds

Os sheds caracterizam-se por uma abertura única orientada no telhado no sentido Sul, característica a qual, faz com que a luz solar penetre de forma direta no ambiente (RODRIGUES, 2015).

Este tipo de abertura é mais usado em edifícios industriais, junto a coberturas metálicas por exemplo (Figura 5). Devem ser instalados direcionados para o Sul, devido as condições climáticas do Brasil. Instalados nessa orientação não receberão a radiação solar direta, evitando o aumento da temperatura e o ofuscamento interno do ambiente, aproveitando assim, somente a luz natural.

¹ Disponível em <<http://arquiteturemais.com.br/iluminacao-zenital/>> Acesso em: 02 Nov. 2017

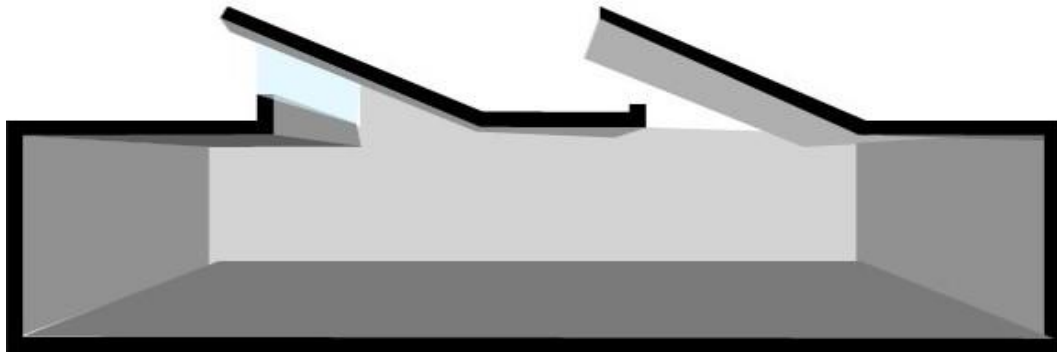


Figura 5: Exemplo de Shed

Fonte: Decorsalteado²

4.3.3 Claraboias

Esses são os modelos de iluminação zenital mais usados em residências convencionais, sendo também um dos modelos que requer mais atenção no momento de ser projetado. Como são posicionadas na horizontal, recebem mais luz solar direta, o que pode influenciar nas condições térmicas da residência, além da necessidade mais frequente de manutenção, devido sua posição armazena a sujeira com mais facilidade.

Outro modelo existente são as claraboias tubulares, que são constituídas de tubos acima do telhado, como mostra a Figura 6, com cobertura de vidro ou acrílico, que absorvem a luz solar e a transmitem para o interior da residência através de um duto metálico. (SANTOS, 2013).

Estudos e experimentos feitos mostram que uma claraboia é capaz de iluminar até oito vezes mais do que uma janela de mesmo tamanho (ELEOTÉRIO, 2015). Além disso, apresentam vantagens por serem planas e construídas com estrutura metálica, policarbonato ou vidro laminado. São usadas por arquitetos na parte decorativa, por suas posições e material que podem ser fabricadas trazem aspecto embelezador ao ambiente. São indicadas para uso em áreas de circulação, de escadas ou banheiros, por apresentar aspecto de leveza.

² Disponível em <<http://decorsalteado.com/2015/08/iluminacao-zenital-veja-ambientes-e.html>> Acesso 03 Nov. 2017.



Figura 6: Exemplo de claraboia horizontal e tubular

Fonte: Arqitetur Mais³

4.3.4 Lanternim

Os lanternins se caracterizam principalmente por possuir faces opostas e iluminantes, Figura 7. Garrocho (2005), afirma que os cuidados ao projetar um lanternim devem ser os mesmos ao se utilizar uma abertura lateral (a face voltada para o Norte merece tratamento da insolação), geralmente sua laje de cobertura é executada com “abas” prolongadas com o intuito de proteger contra a penetração direta do sol.

Lamberts et al (2014) indaga que ao se usar esse tipo de abertura zenital deve-se observar a orientação solar, de modo a não permitir a insolação direta, as orientações das duas aberturas opostas devem ser projetadas nas direções Norte – Sul. A orientação dos lanternins pode ser usada para captar a ventilação natural que pode ser usada na renovação e resfriamento do ambiente, no caso de prédios industriais por exemplo, já que são indicados para ambientes quentes e com o pé direito alto.

³ Disponível em: <<http://www.dicadaarquitectura.com.br/iluminacao-natural>> Acesso em 03 Nov.2017

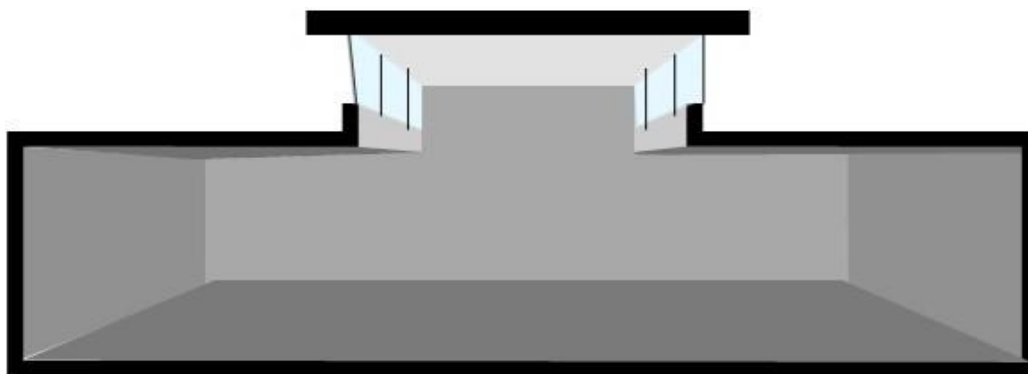


Figura 7: Exemplo de Lanternim

Fonte: Decorsalteado⁴

4.4 Iluminação Lateral

A iluminação lateral é a mais usual nas residências em geral, obtida através das aberturas laterais do imóvel. São de essencial relevância para o conforto visual de iluminância do usuário dentro de casa, como também serve como contato com o meio externo. Lamberts et al. (2014), diz que uma janela, por exemplo, além da luz natural, do calor solar, da ventilação natural e de ruídos indesejáveis externos, também faz o contato visual e olfativo do usuário com o exterior, tornando-se um elemento essencial do desempenho combinados com todos estes aspectos.

Araújo et al., (2005) relata que a luz natural é considerada mais desejável que a artificial em salas e escritórios comerciais, pois o contato com o exterior ajuda a aliviar a tensão normalmente associada a este tipo de atividade, algo que pode melhorar o desempenho profissional do indivíduo. As aberturas laterais responsáveis por propiciar essa observância do exterior.

No entanto, estas aberturas devem ser bem dimensionadas e posicionadas, de modo a aproveitar de forma eficiente a claridade sem trazer desconforto visual, causado pelo ofuscamento, algo que ocorre com a incidência direta de raios solares muito fortes. Outro aspecto é o calor que podem transmitir para o ambiente, para isso deve-se observar a posição a ser projetada, como também os mecanismos de sombreamento para estas aberturas (ARAÚJO et al., 2005).

As janelas verticais, geralmente são as mais usadas por receberem uma luz natural em um ângulo mais alto que as janelas horizontais. Lamberts et al. (2014, pag.

⁴ Disponível em: <<http://decorsalteado.com/2015/08/iluminacao-zenital-veja-ambientes-e.html>> Acesso em: 03 Nov. 2017.

156) fala que “a penetração útil da luz natural pela janela é limitada a uma distância de aproximadamente 1,5 vezes a altura da parte superior da janela. Assim, sempre que possível, o teto deve ser posicionado mais alto de forma a permitir o posicionamento das janelas também mais alto”.

As janelas devem ser distribuídas em mais de uma parede, favorecendo assim a iluminação bilateral, muito melhor que a unilateral. Já que a bilateral tem melhor distribuição de luz e ofuscamento reduzido, isso porque as janelas posicionadas em paredes adjacentes iluminam a parede em que a outra janela está reduzindo o contraste entre esta janela e sua respectiva parede (LAMBERTS et al., 2014).

4.4.1 Prateleiras de Luz

A iluminação natural provida por abertura lateral tem como características uma distribuição de luz não uniforme, podendo apresentar diferença significativa entre as iluminâncias dos pontos mais próximos e dos mais afastados da janela, (ARAÚJO et al, 2005). Como opção para evitar a insolação direta no interior das residências, evitar o ofuscamento e melhorar a distribuição da luz na parte interna do ambiente, podem ser adotadas as prateleiras de luz nas janelas.

As prateleiras de luz são dispositivos arquitetônicos utilizados na parte superior de aberturas, sendo formadas por planos horizontais ou inclinados. Estes elementos são capazes de promover uma melhor distribuição da luz natural ao longo da profundidade dos ambientes, contribuindo assim, para a uniformização da iluminância em espaços internos. O seu funcionamento é baseado na captação de radiação luminosa que é refletida para o teto dos ambientes, redirecionando a radiação para os espaços mais distantes da abertura. A capacidade de reflexão deste dispositivo, portanto, varia em função das propriedades físicas de suas superfícies. (CÂNDIDO et al., 2005, pag. 2).

As propriedades físicas como capacidade de reflexão citada pelos autores, são relacionadas as cores tanto como da parte superior da prateleira, como do teto da edificação. Para uma melhor reflexão da luz natural é necessário que se adote cores claras refletoras, tanto na parte de recepção dos raios solares, nas prateleiras, como a parte que vai rebater essa luz para o ambiente, que é o teto das edificações. Ao se usar as prateleiras é possível aumentar a penetração da luz natural no interior, sendo que no projeto calcula-se que a luz natural será de 1,5 a altura da janela padrão, com

a utilização da prateleira de luz essa altura pode passar para 2 vezes a altura da janela, como mostrado na Figura 8 (LAMBERTS et al., 2014).

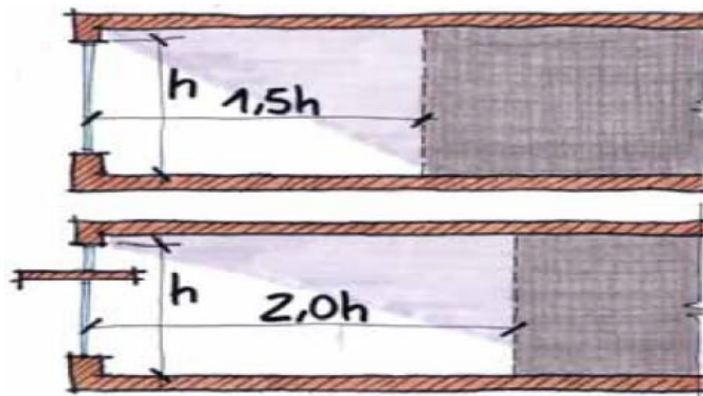


Figura 8: Aumento da penetração de luz com prateleira de luz.

Fonte: Lamberts et al. (2014).

5 Conforto Acústico

A noção de conforto acústico pode ser bem mais compreendida se for feito uso de duas características: a qualidade e quantidade da energia emitida pelas fontes sonoras e a qualidade e quantidade dos eventos sonoros do ponto do receptor (AsBEA, 2012). Os autores complementam que tal ponto de vista não depende somente da história individual, mas também dos valores próprios do grupo social a que ele pertence. Assim sendo, a qualidade e o conforto que ele almeja podem ser uma influência sobre a qualidade de trabalho, do sono e sobre as relações entre os usuários.

Com o aumento dos centros urbanos – indústrias, grandes edifícios, vias urbanas, tráfego de carros, etc., devem ser pensadas edificações que minimizem todas as ondas sonoras emitidas por os diversos fatores citados, de modo a trazer o conforto acústico aos usuários. A respeito disso, Medeiros (2012, pag. 20) diz que:

“No processo de concepção da edificação, existem dois momentos que determinam fortemente o conforto acústico: o primeiro quando se decide a localização e a orientação do imóvel, e o segundo momento quando se definem as características de construção de toda a envolvente, pois, através dela, pode-se reduzir o impacto do ruído nos utilizadores finais”.

Ferreira (2014, pag. 94), complementa dizendo que “o conforto do ambiente construído, portanto, deve ser considerado como sendo um somatório das características apresentadas pela edificação, sabendo-se que estas mesmas características irão afetar de maneira direta e contínua a vida de seus ocupantes”. Contudo, o mesmo fala que é extremamente importante o conhecimento e a compreensão das relações entre o ambiente e o comportamento do usuário, permitindo assim, traçar parâmetros de projeto que definam qual a tipologia construtiva a ser adotada em cada caso.

Relacionado aos ruídos gerados no exterior da residência, o trânsito dos grandes centros urbanos, por exemplo, e os ruídos gerados no interior, como a música alta do vizinho e mostrando alguns facetes afim de reduzir o desconforto acústico do usuário relacionado a tais ruídos. CBIC (2013, pag. 153), fala que:

A ruído gerado pela circulação de veículos, crianças brincando no playground e música alta no apartamento vizinho são causas de desentendimentos e de estresse. Por isso, faz-se necessária a adequada isolamento acústica por parte de fachadas, coberturas, entrepisos e paredes de geminação. Além de critérios de isolamento ao som aéreo, a norma inclui disposições para a isolamento ao ruído transmitido por impactos, fator extremamente importante para os entrepisos e coberturas acessíveis.

5.1 Soluções Possíveis

Azevedo (2013), define arquitetura como sendo um espaço para proteção, segurança e conforto do ser humano, trazendo a necessidade de saber quem será o usuário final daquela estrutura antes de projetá-la. Diz ainda que de acordo com a tipologia da construção, sabe-se quem são seus usuários, que atividades serão praticadas e em quais condições, para assim elaborar um estudo adequado a cada caso.

É possível propiciar o conforto acústico através de boa vedação de vidros ou seu uso em multiplicidade (duplo ou triplo) e do uso de forros. As paredes também podem ser revestidas por placas de cortiça reciclada, já que possuem bom desempenho acústico (MEDEIROS, 2012).

Relacionado as paredes, algo que pode influenciar no desempenho da mesma em relação ao conforto desejado, é o formato dos blocos, a posição e o tamanho dos furos, assim como a material do qual é produzido, como também o seu revestimento.

No interior do ambiente podem ser usados elementos decorativos como tapetes e sofás “estufados”, além de cortinas grossas, ajudaram a diminuir o eco dentro das residências, métodos que podem ser bem acessíveis para a população em geral. (BRASIL, 1995).

6 Considerações Finais

Como discorrido durante toda a pesquisa, relacionado ao cenário atual de degradação ambiental do planeta, tendo como ponto de partida as catástrofes naturais, mudanças climáticas, poluição da água potável e escassez dos recursos naturais, deve-se ressaltar a participação da construção civil nesse processo impactante, sendo ela responsável, de forma direta, por grande parcela dessas alterações descritas, principalmente no uso de recursos naturais de forma não sustentável.

A sustentabilidade vem ganhando abrangência no contexto global e está presente nas maiores discussões, principalmente quando pensamos na qualidade de vida da população, e dessa forma não poderia deixar de influenciar na concepção dos projetos e na execução das construções.

Portanto, esse estudo mostrou que é possível construir de maneira sustentável, com a mesma segurança e qualidade das construções convencionais, projetando edificações mais eficientes, capazes de propiciar um maior conforto e economia para o usuário.

Os métodos abordados são bastantes eficazes para situação evidenciada nas cidades do semiárido nordestino, tendo em vista os grandes índices de temperatura durante maior parte do ano, como também o percentual de necessidade de ventilação natural de algumas cidades localizadas nessa região, como evidenciado na Tabela 3 deste trabalho.

Uma provável solução, para contribuir com a amenização da situação em questão, é conceber projetos que se adequem as condições naturais do ambiente ao qual esteja inserido. Para isso, antes da concepção do projeto, o projetista deve conhecer as variações climáticas, os materiais naturais da região, além de identificar o perfil do usuário final daquela edificação.

Dessa forma, netas cidades devem-se evitar aberturas tanto para as orientações Norte e Oeste, o Leste, e protegendo as paredes direcionadas ao Norte e como para o Oeste de modo que evite que a radiação solar excedente sobre estas paredes eleve a temperatura interna do ambiente.

Pois ficou evidenciado que a orientação para qual a construção esteja direcionada influenciará diretamente na eficiência dos processos construtivos a serem adotados com a finalidade de trazer conforto e economia para o projeto em questão.

Esta questão constatada é principalmente em relação ao conforto térmico, visto que a incidência direta da radiação solar faz com que o calor aumente de maneira considerável dentro das residências, fato este que gera desconforto térmico e necessidade de resfriamento do ambiente utilizando a condensação do ar, ou métodos de ventilação que utilizem a energia elétrica como fonte principal, aumento do consumo de energia e gerando de uma maior demanda para as hidrelétricas.

Como solução a ser adotada, foi verificado que nas orientações que recebem a radiação solar diretamente é aconselhável colocar paredes duplas, pois as mesmas absorvem melhor o calor evitando a passagem para o ambiente interno. No resfriamento das edificações ficou evidenciado a grande eficácia da utilização da ventilação cruzada, que pode ser usada para o resfriamento e a renovação do ar para os usuários, podendo ser aproveitada através de aberturas feitas em paredes diferentes da edificação, como mostrado anteriormente, na Figura 2.

Em relação ao conforto lumínico, foi apontada a eficácia e o conforto que a luz natural traz aos usuários, e como um projeto bem elaborado pode maximizar sua eficiência, como é o caso da utilização da prateleira de luz nas janelas.

O conforto acústico se faz necessário, principalmente nos centros urbanos, onde a poluição sonora é intensificada com o trânsito intenso, comércio e o grande aglomerado de pessoas, sendo esta necessidade relacionada não apenas às residências multifamiliares, como também aos projetos corporativos e escritórios comerciais. Para realizar uma intervenção é necessário conhecer o funcionamento do edifício e os princípios da acústica arquitetônica, identificar as fontes de ruído e conhecer materiais com características de absorção e isolamento acústico.

O conforto acústico também pode ser propiciado através de métodos simples e acessíveis, como a utilização de paredes duplas e forro de gesso, além do uso de elementos decorativos como tapetes e sofás estofados e cortinas grossas, que ajudam a diminuir o eco dentro das residências.

Como proposta para trabalhos futuros, pode ser realizada pesquisa relacionada a utilização desses métodos construtivos em obras de pequeno porte, como residências multifamiliares, na região do Cariri Cearense, apresentando um projeto e um comparativo de custo x benefício da implementação dessas tecnologias com os processos construtivos utilizados na região.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-3: Zoneamento térmico de edificações, Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social**. Rio de Janeiro, p. 23. 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575: Edificações Habitacionais: Desempenho, Parte 1: Requisitos Gerais**. Rio de Janeiro, p. 71. 2013.

ARAÚJO, I. Á. L. de.; CAVALCANTE, M. R. C.; CABÚS, R. **Influência de Prateleira de Luz sob marquises na uniformidade da iluminação natural em interiores**. Maceió – AL, outubro, 2005.

AZEVEDO, M. B. **Interferências das formas geométricas no Projeto Acústico das Edificações**. XXI Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico. Florianópolis, SC, 2013.

ATHAYDE, E.; MATTAR, H. Apresentação. In: ASSADOURIAN, E; PRUGH, T. **Estado do Mundo 2013: a sustentabilidade ainda é possível?** Salvador: UMA Editora, 2013. p. viii-x.

BRAGANÇA, L.; MATEUS, R. **Sustentabilidade de Soluções Construtivas**. 2006. BRASIL, Greenpeace. Clima e Energia. Energias renováveis contra o aquecimento global. 2017. Disponível em: <<http://www.greenpeace.org/brasil/pt/O-que-fazemos/Clima-e-Energia/>> Acesso em: 14 Nov. 2017.

BRASIL, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Sinopse do Senso Demográfico 2010**. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=11&uf=00> Acesso em: 13 Nov. 2017.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Panorama da Biodiversidade nas Cidades: Ações e Políticas. Avaliação global das conexões entre urbanização, biodiversidade e serviços ecossistêmicos**. 2012.

BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Assistência à Saúde. Série & Tecnologia – **Textos de Apoio à Programação Física dos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde** – Sistemas de Controle das Condições Ambientais de Conforto. Brasília, 1995.

BRASIL, Ministério de Minas e Energia – MME. **Balanço Energético Nacional**. Publicado na Empresa de Pesquisa Energética, 2016. Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.cbdb.org.br/informe/img/63socios7.pdf>> Acesso em: 15 Nov. 2017.

CAIXA ECONOMICA FEDERAL. **SELO CASA AZUL: Boas Práticas para Habitação Mais Sustentável**; São Paulo: Páginas & Letras - Editora e Gráfica, 2010.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO: **Desempenho de Edificações Habitacionais** – Guia orientativo para Atendimento à Norma ABNT NBR 15575/2013. Brasília, DF, 2013.

CÂNDIDO, C.; TORRES, S.; CABÚS, R. **Análise da utilização de Prateleiras de Luz em Edifício de Pesquisas da UFAL**, Maceió – AL, 2005. Disponível em: <<http://www.ctec.ufal.br/grupopesquisa/grilu/Artigos/An%C3%A1lise%20da%20Utiliza%C3%A7%C3%A3o%20de%20Prateleiras%20de%20Luz%20em%20Edif%C3%ADcio%20de%20Pesquisas%20da%20UFAL,%20Macei%C3%B3-AL.pdf>> Acesso em: 15 Nov. 2017.

CHAVES, H. de O., **Diretrizes Sustentáveis na Construção Civil: Avaliação do Ciclo de Vida**. Universidade Federal do Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, v. VIII, n. 50, 2014.

Conselho Brasileiro de Construção sustentável – CBSC. **Desafios da sustentabilidade na construção**. Centro de Tecnologia de Edificações. Publicado em: 11 Nov. 2010. Disponível em: <http://www.cte.com.br/noticias/2010-11-11-desafios-da-sustentabilidade-na-constr/> Acesso em: 16 Nov. 2017.

Conselho Brasileiro de Construção Sustentável – **Isolamento termo-acústico promove eficiência e reduz custos com energia**. Disponível em: <<http://cbcsnoticias.blogspot.com.br/2011/02/isolamento-termo-usticopromove.html>> Acesso em: 03 Out. 2017.

CORRÊA, L. R. **Sustentabilidade na Construção Civil**. Especialização em Construção Civil. Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Belo Horizonte, MG, 2009.

EFICIENERGY. **Plataforma de Gerenciamento de Energia e Eficiência Energética**. São Paulo – SP, 2015, p. 26.

FERREIRA, A. D. D. **Habitação de Interesse Social: aspectos históricos, legais e construtivos**. 1. Ed. Editora Interferência Ltda. Rio de Janeiro, RJ, 2014.

FIRMINO, A. S.; BASTOS, J. **Conceito de conforto térmico humano**. Faculdade de Engenharia, UNIVERSIDADE DO PORTO. Porto, Portugal, 2015.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de Conforto térmico: Arquitetura, Urbanismo**, – 5 ed. – São Paulo: Studio Nobel, 2001.

GARROCHO, J. S. **Luz natural e projeto de arquitetura – Estratégias para Iluminação Zenital em Centros de Compras**. Programa de Pesquisa e Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília. Brasília, 2005.

GARROCHO, J. S.; AMORIM, C. N. **Sistemas e Tecnologias para uso da Luz natural em Aberturas Zenitais**. Programa de Pós-Graduação – PPG, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – FAU Maceió, AL, 2005.

GOULART, S. **Sustentabilidade nas Edificações e no Espaço Urbano**. 2008.

GREENPEACE BRASIL. Disponível em: <<http://www.greenpeace.org/brasil/pt/O-que-fazemos/Clima-e-Energia/?gclid=Clm3mubY8NYCFdZLDQodMbADog>> Acesso em: 14 Out. 2017.

GUIA SUSTENTABILIDADE NA ARQUITETURA: **Diretrizes de escopo para projetistas e contratantes / Grupo de Trabalho de Sustentabilidade AsBEA**. São Paulo: Prata Design, 2012.

ICLEI – Brasil. Construindo Cidades verdes: **Manual de Políticas Públicas para Construções Sustentáveis**. Organizadores: Laura Valente de Macedo; Paula Gabriela Freitas. 1ª ed. São Paulo, 2001.

JOHN, V. M. **Sustentável custa mais ?** p. 14, São Paulo, 2014.

KEELER, M.; BURKE, B. **Fundamentos de projeto de edificações sustentáveis**. - Porto Alegre: Bookman, 2010.

LAMBERTS, R. **Desempenho Térmico de edificações. Aula 5: Orientação e Diagrama Solar**. ECV 5161, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis, 2014.

LAMBERTS, R. **Desempenho Térmico de edificações. Aula 11: Ventilação Natural**. ECV 5161, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis, 2014.

LAMBERTS, R. MARINOSKI, D. L., **Desempenho Térmico de Edificações. Aula 10: Eficiência energética em janelas**. ECV 5161, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis, 2014.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F.O.R. **Eficiência energética na arquitetura**. 3. ed. Rio de Janeiro, ELETROBRAS/PROCEL, 2014.

LAMBERTS, Roberto. **Desempenho Térmico de Edificações. Aula 2: Conforto Térmico**. ECV 5161, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis, 2014.

LAMBERTS, Roberto. **Desempenho térmico de Edificações: Aula9: Desempenho térmico de paredes e coberturas**. ECV 5161, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis, 2014.

LEITE, V. F. **Certificação Ambiental Na Construção Civil** – Sistemas Leed E Aqua. Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. p. 50, 2011.

MATEUS, R.; BRAGANÇA, L. **Avaliação da sustentabilidade da construção: desenvolvimento de uma metodologia para a sustentabilidade de soluções construtivas**. CONGRESSO SOBRE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL. Universidade do Minho, Portugal, 2004.

MEDEIROS, V. A. **Casa sustentável. FISENGE – MG** – Federação Interestadual de Sindicatos de Engenheiros. Construindo a cidadania. Viveiros. SENGE, 2012.

NUNES, Cristiane. **5 Vantagens do telhado branco**. Publicado em SustentAqui, em 05 de janeiro de 2015. Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://sustentarqui.com.br/dicas/vantagens-do-telhado-branco/>> Acesso em: 14 Nov. 2017.

OLIVEIRA, T. Y. M. **Estudo Sobre o Uso de Materiais de Construção Alternativos que Otimizam a Sustentabilidade em Edificações**. Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ/Escola Politécnica, v. 15, p.99, Rio de Janeiro, 2015.

ONU BRASIL. Nações Unidas no Brasil. **ONU Meio Ambiente**. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, 2010. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/agencia/onumeioambiente/>> Acesso em: 16 Nov. 2017.

PARANÁ. Secretaria da Educação. **O que são Ilhas de Calor?** Paraná 2017. Disponível em: <<http://www.geografia.seed.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=244>> Acesso em: 14 Nov. 2017.

PETALAS, K. V. **Estudo da sensação térmica e definição de limites de conforto para espaços abertos na cidade de Fortaleza, Ce** – 272 f. 2015.

PORTAL VGV. **Construção Civil é responsável pelo consumo de 75% dos recursos naturais do planeta**. Publicado em 22 de Novembro de 2010. Disponível em: <<http://www.portalvgv.com.br/site/construcao-civil-e-responsavel-pelo-consumo-de-75-dos-recursos-naturais-do-planeta/>> Acesso em: 13 Nov. 2017.

ROAF, S.; FUENTES, M.; THOMAS-REES, S. **Ecohouse: a casa ambientalmente sustentável**; 4. Ed. – Porto Alegre: Bookman, 2014.

RODRIGUES, E. **Iluminação Natural**. Publicado em 17 Fev. 2015, Belo Horizonte, MG. Disponível em: <<http://www.dicadaarquitectura.com.br/2015/02/iluminacao-natural.html>> Acesso em: 02 Nov. 2017.

RUAS, A. C. **Avaliação de conforto térmico – Contribuição à aplicação prática das normas internacionais**. Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas. Campinas-SP, 1999.

SANTOS, A. dos S. **Base de Dados de Reabilitação de Edifícios, Claraboias**. Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de Mestre. 2013. Universidade de Engenharia Universidade do Porto. Porto, Portugal.

SILVA, A. C. J. da. **Avaliação do Desempenho Termo-Lumínico de uma Edificação com Brises Soleis: Estudo de Caso**. Programa de pós-graduação em engenharia de edificações e ambiental, v. 19, f. 161, Cuiabá, MT, 2011.

SPANNEBERG, M. G. **Análise de desempenho térmico, acústico e lumínico em habitação de interesse social: estudos de caso em Marau-RS**. 2006. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal de Florianópolis, Florianópolis, 2006.

Tipos de Iluminação – **Iluminação Zenital**. Disponível em: <http://www.dicadaarquitectura.com.br/2015/02/iluminacao-natural.html>> Acesso em: 02 Nov. 2017.

TORRES, M. G. L. **Conforto térmico e desempenho nos ambientes de ensino com inovações tecnológicas – estudo de multicascos no nordeste brasileiro** – João Pessoa, 2016. Disponível em: <http://www.ct.ufpb.br/lat/contents/publicacoes/dissertacoes/dissertacao-manoel-torres-2016.pdf>> Acesso em 04 Dez. 2017.

TRIBUNA DO NORTE. **Construção civil usa 75% dos recursos**. Publicado em 25/08/2013. Disponível em: <http://www.tribunadonorte.com.br/noticia/construcao-civil-usa-75-dos-recursos/259324>> Acesso em: 13 Nov. 2017.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA; CTC – Departamento de Engenharia Civil – Laboratório de Eficiência Energética em Edificações. **Desempenho Térmico de Edificações**. Florianópolis, 2016.