



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE ARQUITETURA E URBANISMO**

MARIANA EUGENIA RODRIGUES MOURA

**MEDIDAS MITIGADORAS PARA OS IMPACTOS GERADOS PELA
MORFOLOGIA URBANA SOBRE O QUADRO ATUAL DE MUDANÇAS
CLIMÁTICAS PARA APLICAÇÃO EM LEIS URBANÍSTICAS**

**BELO HORIZONTE
2017**

MARIANA EUGENIA RODRIGUES MOURA

**MEDIDAS MITIGADORAS PARA OS IMPACTOS GERADOS PELA
MORFOLOGIA URBANA SOBRE O QUADRO ATUAL DE MUDANÇAS
CLIMÁTICAS PARA APLICAÇÃO EM LEIS URBANÍSTICAS**

Monografia apresentada ao Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Escola de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Sistemas Tecnológicos e Sustentabilidade Aplicados ao Ambiente Construído.

Orientadora: Roberta Vieira Gonçalves de Souza

BELO HORIZONTE

2017

MARIANA EUGENIA RODRIGUES MOURA

**MEDIDAS MITIGADORAS PARA OS IMPACTOS GERADOS PELA
MORFOLOGIA URBANA SOBRE O QUADRO ATUAL DE MUDANÇAS
CLIMÁTICAS PARA APLICAÇÃO EM LEIS URBANÍSTICAS**

Monografia apresentada ao Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Escola de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Sistemas Tecnológicos e Sustentabilidade Aplicados ao Ambiente Construído.

Aprovada em _____ de _____ de 2017

BANCA EXAMINADORA

RESUMO

A ocupação humana nas cidades e transformação física do território sempre requereu um índice de consciência social, econômica e ambiental como premissa para uma ocupação regular no espaço. Um grande responsável para garantia dessa condição são os agentes reguladores urbanos que por intermédio das leis urbanísticas, norteiam a forma de uso e ocupação do solo. A ocupação de forma não regular está diretamente relacionada às mudanças climáticas que infere no cotidiano da sociedade. Para que o equilíbrio entre a morfologia urbana e o bioclimatismo urbano seja alcançado, medidas mitigadoras precisam ser aplicadas de forma a reduzir as consequências que essa ocupação exercem sobre os índices que contribuem para a alteração do clima urbano e prejudica as condições de conforto. O presente trabalho teve como objetivo apontar as iniciativas presentes em leis urbanísticas, que aplicam medidas mitigadoras da redução dos impactos gerados pela urbanização de modo a promover um desenvolvimento menos agressivo ao meio ambiente e melhores condições de habitabilidade nas cidades. Utilizou-se, para tal, da pesquisa bibliográfica e documental, com consulta às recomendações presentes no Estatuto da Cidade para elaboração de Planos Diretores, às leis complementares de Uso e Ocupação do Solo e Códigos de Obras, às legislações pertinentes ao tema dos municípios de Paracatu (MG), Rio de Janeiro (RJ), Salvador (BA) e Porto Alegre (RS), assim como teóricos relevantes que abordam sobre a temática. Foram apontadas as definições dos critérios de bioclimatologia urbana e aplicações nas cidades brasileiras e do exterior e realizada uma análise dos fatores relacionados à morfologia urbana que impactam nas mudanças climáticas. Quanto à análise das legislações dos municípios pesquisados, apresentou-se os principais critérios encontrados nas legislações urbanísticas que determinam parâmetros para iluminação e ventilação, orientação da edificação, índice de transmitância térmica, entre outros, que representam medidas mitigadoras para a ação que o planejamento urbano exerce sobre as mudanças climáticas. Compõem o capítulo pertinente ao referencial teórico deste trabalho os subtítulos: Panorama Jurídico Legal relativo ao Estatuto da Cidade, de 10 de julho de 2001; Relação entre os instrumentos urbanos; Bioclimatologia Urbana: Conceito e aplicações em cidades brasileiras e no exterior; Relação existente entre os modelos de assentamento urbanos e os impactos relacionados as mudanças climáticas. O capítulo pertinente aos Resultados apresenta as estratégias presentes em Códigos de Obras Municipais dos municípios pesquisados e propostas de inserção e alteração de legislações urbanísticas no que diz respeito aos conceitos de bioclimatismo urbano. Conclui-se que existe uma evolução nos conteúdos referentes às legislações de planejamento urbano e regional no decorrer dos anos no Brasil, dentro da perspectiva das questões ambientais e promoção da sustentabilidade. Contudo, ainda são grandes os desafios para efetivação da construção de cidades econômicas, seguras e capazes de promover ambientes de saúde e qualidade de vida aos habitantes. Portanto, torna-se necessária a aplicação dos conceitos identificados nas pesquisas e legislações pertinentes, a partir de revisões periódicas no conteúdo das leis urbanísticas e no monitoramento das aplicações e resultados.

Palavras-chave: Urbanização; Bioclimatismo; Sustentabilidade; Planejamento Urbano; Mudanças Climáticas

ABSTRACT

Human occupation in cities and physical transformation of territory has always required an index of social, economic and environmental awareness as a premise for a regular occupation in space. A major responsibility for ensuring this condition is the urban regulating agents that, through urban laws, guide the way the land is used and occupied. The occupation of non-regular form is directly related to the climatic changes that infers in the daily of the society. In order for the balance between urban morphology and urban bioclimatism to be achieved in order to reduce the consequences of this occupation on the indices that contribute to the alteration of the urban climate and impair the comfort conditions. The objective of this study was to highlight the initiatives present in urban laws that apply mitigation measures to reduce the impacts generated by urbanization in order to promote a less aggressive development to the environment and better housing conditions in cities. For this purpose, bibliographical and documentary research was used, in consultation with the recommendations in the City Statute for the elaboration of Executive Plans, the complementary Laws on Land Use and Occupation and Codes of Works, the legislation pertinent to the theme of the municipalities of Paracatu (MG), Rio de Janeiro (RJ), Salvador (BA) and Porto Alegre (RS), as well as relevant theorists on the subject. The definitions of the criteria of urban bioclimatology and applications in Brazilian cities and abroad were pointed out and an analysis of the factors related to the urban morphology that impacted on the climatic changes was made. Regarding the analysis of the legislations of the municipalities surveyed, the main criteria found in the urban planning legislations that determine parameters for lighting and ventilation, orientation of the building, transmittance index, among others, were presented, which represent mitigating measures for the action that urban planning exercises on climate change. The theoretical framework chapter includes the subtitle: Legal Legal Overview of the Statute of the City, dated July 10, 2001; Relation between urban instruments; Urban Bioclimatology: Concept and applications in Brazilian cities and abroad; The relationship between urban settlement models and the impacts related to climate change. The chapter pertinent to the Results presents the strategies present in Codes of Municipal Works of the municipalities surveyed and proposals of insertion and alteration of urban planning legislations with respect to the concepts of urban bioclimatism. It is concluded that there is an evolution in the contents regarding the legislation of urban and regional planning over the years in Brazil, within the perspective of environmental issues and promotion of sustainability. However, the challenges are still great for the construction of economic cities, safe and capable of promoting health environments and quality of life for the inhabitants. Therefore, it is necessary to apply the concepts identified in the relevant research and legislation, based on periodic reviews of the content of urban laws and the monitoring of applications and results.

Keywords: Urbanization; Bioclimatism; Sustainability; Urban planning; Climate changes.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Indicações Legais referente aos critérios de bioclimatismo urbano para o município do Rio de Janeiro.....	19
Tabela 2 - Indicações Legais referente aos critérios de bioclimatismo urbano para o município de Salvador	21
Tabela 3 - Indicações Legais referente aos critérios de bioclimatismo urbano para o município de Porto Alegre	23
Tabela 4 - Indicações Legais referente aos critérios de bioclimatismo urbano para o município de Paracatu	24

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
1.1 Objetivo	7
1.2 Metodologia	7
2 REFERENCIAL TEÓRICO	8
2.1 Panorama Jurídico Legal Relativo ao Estatuto da Cidade, de 10 de julho de 2001	8
<i>2.1.1 Lei nº 12.608 de abril de 2012</i>	<i>9</i>
2.2 Relação entre os instrumentos urbanos	10
2.3 Bioclimatologia Urbana: Conceito e aplicações em cidades brasileiras e no exterior	11
2.4 Relação existente entre os modelos de assentamento urbanos e os impactos relacionados as mudanças climáticas	16
<i>2.4.1 Análise de vulnerabilidade</i>	<i>16</i>
<i>2.4.2 Clima urbano</i>	<i>17</i>
3 RESULTADOS	18
3.1 Principais estratégias presentes no conteúdo das leis urbanísticas para mitigação dos efeitos das mudanças climáticas.	18
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	26
REFERÊNCIAS	30

1 INTRODUÇÃO

Grande parte da população mundial reside na área urbana das cidades, ultrapassando capacidade dos reguladores municipais na promoção adequada de infraestrutura, habitação e qualidade de vida devido à deficiência de controle e planejamento. (ASSIS, 2006). Como consequência da ocupação urbana desregulada e a influência direta que a morfologia urbana tem sobre os efeitos das mudanças climáticas, as tragédias, como enchentes, desabamento de morros, crescimento geométrico das favelas, alto índice de acidentes de trânsito, poluição do ar e dos rios, epidemias entre outros, são recorrentes no cotidiano das cidades e frequentemente nos atinge, direta ou indiretamente. (MARICATO, 1997).

Especialmente no Brasil, a regulação do espaço urbano através das legislações urbanísticas e a gestão das políticas públicas vieram, na maioria das vezes, após o processo de crescimento urbano das cidades. O planejamento urbano nasceu com a industrialização e modernização das cidades e visava prioritariamente o embelezamento da cidade hegemônica ou oficial, o que ocasionou a segregação e diferenciação na ocupação do solo (MARICATO, 1997), gerando uma cidade informal fora dos limites da cidade oficial. A cidade modernista não parece ser sustentável em razão de seu modo de organização, o que acarreta em mudanças significativas sobre o suporte natural. (ASSIS, 2006). A constatação de tais questões apontou para adequações no conteúdo das legislações urbanísticas e ambientais quanto a fatores importantes, como a função social da propriedade e a preservação ambiental.

O Estatuto da Cidade introduziu, em 2012, através do artigo 42-B, obrigatoriedades quanto à análise de critérios ambientais para a elaboração dos conteúdos dos Planos Diretores municipais. Todavia, as questões referentes à bioclimatologia urbana ainda são abordadas de forma superficial, o conceito continua, erroneamente, a ser relacionado apenas com questões relativas à preservação e/ou conservação de sistemas naturais, intervenção paisagística em áreas degradadas ou de vazios urbanos, que embora não menos importantes, são de abrangência limitada. (ASSIS et al, 2007). Os usuários das cidades, em todas as suas escalas, são condicionados ao estresse térmico causado pelas mudanças climáticas e a inadequação, sob o ponto de vista do conforto ambiental das edificações.

Muitos estudos apontam para a relação entre as mudanças climáticas locais e os parâmetros de uso e ocupação do solo, a morfologia urbana, o planejamento municipal e as áreas vegetadas. (ASSIS, 2006). Características como tamanho das cidades, densidade, altura dos edifícios, orientação, largura de vias, divisão dos lotes, entre outros, podem ser abordados nos Planos Diretores e leis complementares como indicações diretas para o conforto térmico. (SILVA; ZAMBRANO; CASTRO, 2010).

1.1 Objetivo

O objetivo desse estudo é apontar as iniciativas presentes em leis urbanísticas, especialmente nos Códigos de Obras Municipais e legislações brasileiras reguladoras da construção civil, que aplicam medidas mitigadoras de redução dos impactos gerados pela urbanização de modo a promover um desenvolvimento menos agressivo ao meio ambiente e melhores condições de habitabilidade nas cidades.

1.2 Metodologia

Foram consideradas as recomendações presentes no Estatuto da Cidade para elaboração de Planos Diretores no que diz respeito ao desenvolvimento sustentável, assim como nas leis complementares como o Cadernos de Encargos para Eficiência Energética em Prédios Públicos e Códigos de Obras das cidades do Rio de Janeiro/RJ, Salvador/BA, Porto Alegre/RS e Paracatu/MG. Apontou-se as definições dos critérios de bioclimatologia urbana e aplicações nas cidades brasileiras e do exterior.

Realizou-se uma análise dos fatores relacionados à morfologia urbana que impactam nas mudanças climáticas e apresentação dos principais critérios encontrados nas legislações urbanísticas que determinam parâmetros para iluminação e ventilação, orientação da edificação, índice de transmitância térmica de paredes e cobertura, entre outros, que representam medidas mitigadoras para a ação exercida pela ocupação urbana sobre as mudanças climáticas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Panorama Jurídico Legal Relativo ao Estatuto da Cidade, de 10 de julho de 2001

Este item apresenta o panorama jurídico legal relativo ao Estatuto da Cidade, ao desenvolvimento sustentável e à construção das especificidades de abordagem das leis urbanísticas, Planos Diretores, Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo e Códigos de Obras.

O Estatuto da Cidade, Lei nº 10.257 de 10 de julho de 2001, veio regulamentar o Capítulo II, que trata da Política Urbana na Constituição Federal. Nos seus artigos 182 e 183, a Constituição Federal determina que a política de desenvolvimento urbano esteja ligada diretamente à função social da cidade e da propriedade urbana. A aprovação dessa lei, em 2001, possibilitou uma mudança qualitativa na construção do planejamento urbano no Brasil. Instrumentos como os de regularização fundiária, habitação, saneamento, mobilidade, de gestão de resíduos e de preservação do equilíbrio ambiental, possibilitaram a implementação de critérios de desenvolvimento sustentável nas cidades e instrumentalizaram os municípios na regulação dos seus territórios. (COELHO, 2015).

Além de estabelecer novas perspectivas para as leis urbanísticas no Brasil, o Estatuto da Cidade determinou a obrigatoriedade dos municípios brasileiros em adequarem-se aos critérios impostos. Municípios com mais de 20 mil habitantes e/ou pertencentes a regiões metropolitanas, que apresentassem especial interesse turístico e histórico, ou situados em áreas de influência de empreendimentos ou atividades com significativo impacto ambiental na região, deveriam elaborar seus Planos Diretores até o ano de 2006.

Essa obrigatoriedade fez com que várias cidades se organizassem para cumprir o disposto na lei federal. (SOUZA, et al, 2007). Caso não houvesse cumprimento da lei, o poder público municipal estaria passível à aplicação da pena referente à improbidade administrativa. Muitos municípios se mobilizaram para o atendimento ao disposto no Estatuto da Cidade, e deveriam, também, delinear mecanismos e diretrizes para do bioclimatismo urbano dentro das determinações exigidas pela lei federal.

Porém, mesmo com a sua consolidação, o Estatuto da Cidade continua a desafiar grande parte dos municípios brasileiros a adequar o conteúdo jurídico das leis urbanísticas, com o fim de mitigar os efeitos que a retirada de matéria-prima, exploração de recursos energéticos, demanda por água potável e geração de resíduos provocam no ambiente urbano. A recorrência dos danos causados pela ocupação descontrolada, problemas relacionados à falta ou ao excesso de chuvas, alteração no microclima e na formação das ilhas de calor, tem comprometido o bem-estar da população. (COELHO, 2015)

A intenção por parte do governo nacional é estimular o planejamento urbano e regional das cidades de forma inclusiva, democrática e sustentável. (SOUZA et al, 2007). Segundo os autores Souza et al (2007, p.178): “foi importante transformar essa obrigatoriedade em oportunidade para se repensar o desenvolvimento dos municípios em todo país, considerando suas necessidades e especificidades econômicas, culturais, ambientais e sociais”.

Contudo, embora a promulgação da legislação desempenhe um importante papel no processo de urbanização, ainda apresenta falhas na evolução de seu conteúdo, se referindo ainda a aspectos parciais, o que compromete a eficácia dos instrumentos propostos. (PORTILHO, 2001).

2.1.1 Lei nº 12.608 de abril de 2012

Em abril de 2012, a partir da Lei nº 12.608, foram instituídos acréscimos e modificações no conteúdo do Estatuto da Cidade, especialmente no artigo 42, que possibilitaram ações mais direcionadas à redução dos desastres no ambiente urbano:

Art. 42-A. Além do conteúdo previsto no art. 42, o plano diretor dos Municípios incluídos no cadastro nacional de municípios com áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos deverá conter:
[...] II - mapeamento contendo áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas, processos geológicos ou hidrológicos correlatos;
III - planejamento de ações de intervenção preventiva e realocação de população de áreas de risco de desastre;
IV - medidas de drenagem urbana necessárias à prevenção e à mitigação de impactos de desastres;
VI - identificação e diretrizes para preservação e ocupação das áreas verdes municipais, quando for o caso, com vistas à redução da impermeabilização das cidades. (BRASIL, 2012)

No caso dos demais municípios que pretendam ampliar o seu perímetro urbano, devem contemplar no conteúdo do Plano Diretor sob pena de impossibilidade de aprovação de projetos de parcelamento do solo urbano, as seguintes exigências relacionadas a mitigação de desastres:

[...] II – delimitação dos trechos com restrições à urbanização e dos trechos sujeitos a controle especial em função de ameaça de desastres naturais;
[...] VII – definição de diretrizes e instrumentos específicos para proteção ambiental e do patrimônio histórico e cultural. (BRASIL, 2012)

2.2 Relação entre os instrumentos urbanos

Enquanto o Plano Diretor tem a responsabilidade de determinar diretrizes e objetivos relativos à sustentabilidade urbana, as leis complementares – Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo; Códigos de Obras e Códigos de Posturas – traçam ações mais diretas sob o território urbano. (SOUZA et al, 2007).

O Plano Diretor representa o complexo de normas legais e diretrizes técnicas que balizam o desenvolvimento urbano, considerando as características e potencialidades, a fim de garantir um desenvolvimento harmônico e disciplinado. (BRASILEIRO, 2001). As Leis de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo se constituem em conclusões geradas a partir das conclusões estabelecidas no Plano Diretor, visando ordenar as iniciativas públicas e privadas, de modo a compatibilizar as funções urbanas e apropriação do espaço. (BRASILEIRO, 2001).

Os instrumentos de regulação urbana estabelecidos pela Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo aplicam conceitos de sustentabilidade ao ambiente urbano em escalas mais tangíveis, por meio do zoneamento urbano. Ele define categorias e parâmetros que ditam o uso do solo urbano, determinados pelos coeficientes de aproveitamento, gabaritos, afastamentos, taxa de ocupação, entre outros que podem controlar a densidade e a morfologia, de modo a favorecer o conforto ambiental urbano.

Outro instrumento importante na construção dos objetivos apontados é o Código de Obras e Edificações, que, segundo Brasileiro (2001, p. 127), é:

(...) um instrumento legal que comanda as condições estéticas, ambientais e de segurança das edificações. Pretende, ainda, estabelecer

dimensionamentos racionais e usos adequados às diferenciadas funções do mesmo. É importante que o Código de Obras atue em perfeita consonância com o Plano Diretor da cidade, uma vez que seus objetivos são complementares: o primeiro na regulamentação individual (a edificação isolada) e o segundo abrangendo um plano geral (os conjuntos urbanos).

O Código de Obras define a regulamentação dos critérios e procedimentos a serem utilizados na elaboração e execução de projetos de edificações, regulando o espaço edificado por meio de normas técnicas, devendo este atender às premissas do conforto ambiental e da eficiência energética.

O conjunto de leis urbanísticas deve dialogar, para a boa interação dos conceitos sobre o clima urbano e a qualidade ambiental na concepção de novos espaços urbanos.

2.3 Bioclimatologia Urbana: Conceito e aplicações em cidades brasileiras e no exterior

A arquitetura bioclimática pode ser definida como a arquitetura que otimiza as relações energéticas com o ambiente natural circundante a partir do projeto arquitetônico. (SERRA, 1989). A relação direta entre o clima e o planejamento urbano acarretam na transformação das características físicas do território. Dessa forma, é importante que o planejamento urbano considere a preservação da qualidade físico-ambiental urbana.

A identificação dos elementos da paisagem com as formas de relevo, o tipo de entorno da cidade, a existência de massas de água e o tamanho da área urbanizada, influencia no conforto térmico ou na mitigação dos efeitos da ilha de calor urbana, que devem ser contemplados pelo projeto urbano. Segundo Assis (2006, p. 21-22):

(...) a mudança climática local está associada ao efeito de transformação de energia na área urbana, influenciada por sua morfologia, pelas propriedades térmicas dos materiais das superfícies construídas e pela produção antropogênica de calor. Isto tem como resultado a redução das taxas de resfriamento evaporativo e convectivo, devido à cobertura sistemática do solo, à redução de áreas de vegetação, de infiltração e dos corpos d'água superficiais, bem como à redução da velocidade dos ventos, causada pelo aumento da rugosidade superficial.

Os centros urbanos concentram a maior demanda e consumo de energia, água e outras matérias-primas. Esse consumo excessivo transforma as cidades nas maiores fontes indiretas de produção de gases do efeito estufa. (ASSIS, 2006).

O Guia Técnico de Planejamento e Controle ambiental-urbano e a eficiência energética do IBAM aponta três eixos condicionantes que configuram as melhores condições de desempenho térmico da cidade (BARANDIER; ALMEIDA; MORAES, 2013). O primeiro, intitulado de “Clima Local”, diz respeito às dinâmicas do clima local ao longo das estações do ano. Parte da compreensão dos conceitos de amplitude térmica, umidade e pluviometria, direção dos ventos dominantes, entre outros que, se relacionados com a concepção dos espaços nas cidades, podem melhorar as condições de conforto ambiental urbano frente às mudanças microclimáticas.

Outro eixo condicionante citado diz respeito ao “Suporte Territorial”, onde são consideradas as condições de relevo do território, áreas florestadas e a presença de espelhos d’água que subsidiam a implantação dos projetos de qualidade físico-ambiental. Por último, há o eixo de “Mitigação de Impactos”, que é a associação entre os fatores climáticos, atributos fisiográficos do suporte territorial, desenho urbano e parâmetros de uso e ocupação do solo urbano (BARANDIER; ALMEIDA; MORAES. 2013).

Os projetos urbanos e arquitetônicos que sob essa ótica se baseiam, podem evitar a recorrência de fenômenos tipicamente urbanos ocasionados pelo adensamento, verticalização de massa construída, aridez paisagística e impermeabilização do solo. (BARANDIER; ALMEIDA; MORAES. 2013).

No Brasil, algumas iniciativas desenvolvidas por órgãos do Governo Federal, Prefeituras Municipais, Governos Estaduais e por Organizações Não Governamentais (ONGs) foram pioneiras em eficiência energética e mudanças no clima, trazendo perspectivas positivas em diferentes enfoques. (HAMADA, 2010). O Caderno de Operação e Manutenção de Prédios Públicos – Boas Práticas e análise dos instrumentos legais da Secretaria do Ambiente do Rio de Janeiro, traz algumas das práticas nacionais a respeito da temática:

- Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG): É responsável pela promoção do planejamento participativo e a melhoria da gestão pública para o desenvolvimento sustentável e socialmente

includente do País e pela definição da política de compras do Governo Federal. A Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação (SLTI), promulgou a Instrução Normativa nº 01, de 19 de janeiro de 2010, que dispõe a respeito dos critérios de sustentabilidade ambiental na aquisição de bens, contratação de serviços ou obras pela Administração Pública Federal. Essa Instrução Normativa determina que as exigências relativas ao projeto básico ou executivo sejam com o intuito de promover a economia da manutenção e operacionalização da edificação, redução do consumo de energia e água e utilização de tecnologias e materiais de menor impacto ambiental.

- Ministério de Minas e Energia: Promulgou a Lei nº 10.295 de 2001 que dispõe a respeito da Política Nacional de Conservação e Uso racional de Energia que visa a alocação eficiente dos recursos energéticos e a preservação do meio ambiente. Também subordinada à Secretaria Técnica, o Grupo Técnico de Energia em Edificações – GT Edificações – publicou o Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios, o RTQ-C e o RTQ-R.

O Programa Nacional de Conservação da Energia Elétrica (PROCEL), atua na promoção da racionalização da produção e do consumo de energia elétrica. O PROCEL desenvolveu estratégias de regulamentação da Lei de Eficiência Energética das Edificações, o PROCEL Edifica. Ele conta com a parceria entre o governo federal, universidades, Caixa Econômica Federal, IBAM (Instituto Brasileiro de Administração Municipal), IAB (Instituto dos Arquitetos do Brasil), Fundação Getúlio Vargas, Centro de Pesquisas de Energia Elétrica da ELETROBRAS, SEBRAE-RJ, CREA entre outros.

No âmbito da atuação em prefeituras municipais e governos estaduais, O Caderno de Operação e Manutenção de Prédios Públicos: Boas Práticas e análise dos instrumentos legais da Secretaria do Ambiente do Rio de Janeiro (2010), retrata as seguintes experiências:

- Caderno de Encargos para Eficiência Energética em Prédios Públicos da Prefeitura do Rio de Janeiro: Formalizado pelo Decreto

Municipal nº 21.806, de 26 de julho de 2002, define normas e diretrizes sobre os itens de arquitetura, construção civil e instalações elétricas e mecânicas pertinentes aos prédios públicos, objetivando a redução do consumo de energia elétrica da Prefeitura, redução dos impactos ambientais e melhoria da qualidade ambiental dos prédios.

- Governo do Estado de Minas Gerais: Integrante do projeto “Fomentando Compras Públicas Sustentáveis no Brasil”, desenvolvido em parceria com o ICLEI-LACS – Conselho Internacional para as Iniciativas Ambientais Locais (International Council for Local Environmental Initiatives) - Governos Locais pela Sustentabilidade –, o governo do estado implantou o processo de Compras Públicas Sustentáveis (CPS) por meio da Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão (SEPLAG).
- Governo do Estado de São Paulo: Por meio do Decreto Estadual nº 53.336 de 2008, o Governo de São Paulo promove e articula ações que visam inserir critérios sócio ambientais com princípio de desenvolvimento sustentável nas contratações a serem efetivadas na Administração Pública. Outra iniciativa relevante é a verificação da procedência de insumos estratégicos utilizados ao longo das obras, com o Decreto Estadual nº 49.674/05 que estabelece procedimentos de controle ambiental para utilização de produtos e subprodutos de madeira de origem nativa em obras e serviços.

O Caderno de Operação e Manutenção de Prédios Públicos: Boas Práticas e análise dos instrumentos legais da Secretaria do Ambiente do Rio de Janeiro (2010), traz ainda as iniciativas praticadas por organizações:

- Centro de Estudos em Sustentabilidade (GVces) da Escola de Administração de Empresas da Fundação Getúlio Vargas (FVG-EAESP), que atua na formulação e acompanhamento de políticas públicas na construção de instrumentos de autoregulação e estratégicas para sustentabilidade.

- Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IBAM), que em parceria com as Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (Eletrobrás) no âmbito PROCEL, vem realizando estudos e ações no âmbito municipal para a promoção do uso eficiente da energia elétrica.

Não se trata apenas da qualidade da sensação térmica dos cidadãos, mas do fato de que toda a cadeia produtiva sofre os efeitos da queda de rendimento e o estresse térmico causado pelas mudanças climáticas. Em diversas cidades dos Estados Unidos, Canadá e Europa¹ o poder público oferece espaços de centros de resfriamento que são instalações públicas com ar-condicionado para auxiliar a população a lidar com as ondas de calor que atingem as cidades.

Os chamados *cooling centers*, são destinados a prevenir a hipertermia causada pelo calor, a umidade e a má qualidade do ar em centros urbanos adensados. Neles são oferecidos água, sombra, banheiros e assistência médica. As autoridades públicas buscam alternativas para amenizar os efeitos que as mudanças climáticas têm causado no cotidiano das cidades.

O Guia Técnico de Planejamento e Controle ambiental-urbano e a eficiência energética do IBAM traz a iniciativa estrangeira para a aplicação dos critérios básicos da climatologia urbana, com o desenvolvimento um projeto interdisciplinar chamado KLIMES (*Strategies and concepts for urban planning to mitigate the impacts of climate extremes on well-being and health of people in cities*) em três universidades da Alemanha, inicialmente para a cidade de Freiburg, a mais quente do país (BARANDIER; ALMEIDA; MORAES, 2013). Esse projeto proporciona análises experimentais, levantamentos e simulações de conforto térmico para serem aplicados no planejamento urbano adaptado ao clima. Esses dados subsidiarão o material para um manual que visa instrumentalizar autoridades públicas na elaboração e fiscalização de legislações e normas urbanísticas.

O maior desafio é que a maioria dos estudos destinados à implantação de critérios de bioclimatologia no Brasil ou no exterior ainda são muito descritivos e genéricos, resumidos a casos de estudo. (ASSIS, 2006). A análise sistemática dos

¹ Informação retirada de sites dos governos dos estados de Nova York, Los Angeles, Santa Clara, Chicago. Também no site: https://www.pge.com/en_US/safety/emergency-preparedness/natural-disaster/heat/cooling-centers.page?WT.mc_id=Vanity_coolingcenters. Acesso em dezembro de 2017.

espaços urbanos, simulações computacionais de variação climática e definição de cenários são imprescindíveis na complementação de critérios e métodos. Os efeitos de influência das mudanças climáticas na vida dos indivíduos vão além da extensão de suas próprias casas, os efeitos alteram o ambiente social, político e econômico que habitamos. (ROAF, 2009).

2.4 Relação existente entre os modelos de assentamento urbanos e os impactos relacionados as mudanças climáticas

Os assentamentos urbanos são responsáveis pelos impactos de estresse térmico das pessoas, dentro e fora de suas residências, quando não promovem espaços urbanos abertos, que contribuam efetivamente para qualificação das cidades. (KATZSCHNER et al, 2007). As preocupações em torno das mudanças climáticas remetem à intensificação da frequência dos eventos climáticos extremos em cidades especialmente vulneráveis a tais condições.

O aumento da urbanização contribui diretamente para o agravamento dos efeitos das mudanças climáticas e é peça fundamental para a eficiência de políticas de mitigação de efeitos decorrentes das mudanças climáticas. Os modelos de assentamentos urbanos são precursores diretos e indiretos dos danos econômicos, sociais e ambientais decorrentes das mudanças climáticas. (BITTENCOURT et al, 2016)

2.4.1 Análise de vulnerabilidade

Em muitos dos casos, o fator de vulnerabilidade está associado à sensibilidade social de regiões ocupadas por população de baixa renda, ocupações irregulares e inadequação das moradias. Nessas áreas o poder público precisa agir de modo a delimitar as áreas sensíveis a ocorrências de tragédias, assim como prever na legislação diretrizes de justa distribuição do território, promovendo o assentamento dessas comunidades em áreas seguras e bem-dotadas de infraestrutura urbana. (BITTENCOURT et al, 2016)

Segundo o Manual de Análise de Vulnerabilidade às Mudanças Climáticas elaborado para a cidade de Belo Horizonte (2016), para a construção de medidas mitigadoras dos efeitos das mudanças climáticas, é preciso compreender as

ameaças históricas associadas à exposição climática. A análise dos dados locais referentes aos impactos potenciais relativos a inundações, deslizamentos, registros de epidemias e ondas de calor são imprescindíveis para determinação dos chamados “hotspots”. Segundo Bittencourt (2016, p.20):

(...) é necessário identificar regiões onde os impactos das mudanças climáticas se concentram, resultando em hotspots de vulnerabilidade. Esses hotspots são considerados áreas prioritárias e, portanto, seus atributos são analisados com maior grau de detalhamento.

A identificação das áreas mais sensíveis subsidia a determinação de parâmetros urbanísticos diferenciados no território municipal.

2.4.2 *Clima urbano*

As cidades, por possuírem maior grau impermeabilização do solo, possuem maior capacidade térmica. Essas estruturas favorecem o estoque de calor e prejudicam a intensidade de perda térmica durante à noite, em função da quantidade de calor estocado durante o dia. Estudos apontam que a configuração geométrica das áreas urbanas e a inercia térmica das superfícies construídas, exercem importante papel para o equilíbrio entre a perda e o ganho de calor em centros adensados. (ASSIS, 2006).

O professor Leonardo Bittencourt, da Universidade Federal de Alagoas, analisou a produção brasileira sobre clima urbano, conforto ambiental e eficiência energética. Em sua análise, ele concluiu que os principais aspectos relacionados ao tecido urbano que influenciam nas condições do clima urbano são: o uso e a ocupação do solo, a forma urbana, as áreas verdes e o conforto térmico humano. Segundo Assis (2006, p.22): “Esses resultados demonstram que grande parte dos trabalhos objetiva, direta ou indiretamente, a elaboração de parâmetros urbanos, que considerem a questão do conforto térmico”.

3 RESULTADOS

Esse capítulo traz algumas estratégias presentes em Caderno de Encargos para Eficiência Energética em Prédios Públicos, Códigos de Obras Municipais e propostas de inserção e alteração de legislações urbanísticas, no que diz respeito ao conceito de bioclimatismo urbano. Não foram apresentados conteúdos de Planos Diretores e Leis de Uso e Ocupação do Solo que abordem essa temática devido à escassez de conteúdo para análise comparativa entre os municípios e, no caso do Plano Diretor, sua abrangência trata mais especificamente de diretrizes norteadoras do que de parâmetros efetivamente.

3.1 Principais estratégias presentes no conteúdo das leis urbanísticas para mitigação dos efeitos das mudanças climáticas.

Determinadas legislações urbanísticas brasileiras, como Planos Diretores, Leis de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo e Códigos de Obras, inseriram em seu conteúdo, conceitos que objetivam a mitigação dos efeitos das mudanças climáticas nas cidades.

Os quadros expostos neste subtítulo abordam as indicações presentes:

- No Código de Obras do município do Rio de Janeiro - RJ, Lei Complementar nº 31, de 2013 e no Caderno de Encargos para Eficiência Energética em Prédios Públicos, Decreto Municipal nº 21.806, de 2002;
- Na proposta de inclusão de parâmetros ao Código de Obras de Salvador – BA, que altera o Código vigente nas Leis de 2.403, de 1972 e 3.077, de 1979;
- No Código de Obras de Porto Alegre - RS, Lei nº 284, de 1992;
- Na Minuta de Lei para o Código de Obras de Paracatu - MG e o Código de Obras vigente, Lei nº 124, de 2017.

A legislação é uma ferramenta controladora dos aspectos relativos aos elementos arquitetônicos, tais como paredes, janelas, telhados, pé direito dos ambientes e relação de profundidade. Foram abordados os critérios de orientação da edificação, índice de transmitância térmica, absorvância, fator solar, iluminação natural e ventilação natural.

Tabela 1 - Indicações Legais presentes na Lei Municipal nº 21.806 de 2002 e Lei Complementar nº 31 de 2013 referente aos critérios de bioclimatismo urbano para o município do Rio de Janeiro

TABELA DE INDICAÇÕES LEGAIS REFERENTES AOS CRITÉRIOS DE BIOCLIMATISMO URBANO POR TEMÁTICAS – Rio de Janeiro-RJ	
Temática	Recomendações
Orientação da Edificação	- Implantação do maior eixo perpendicular à direção dos ventos dominantes, para não obstruir as correntes de ar e reduzir os efeitos das ilhas de calor. Preferencialmente implantados no eixo Leste-Oeste.
Índice de Transmitância Térmica	- Estabelece índices de transmitância térmica para envoltória de $U \leq 1,8 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$. - Todos os elementos da envoltória vertical opaca devem ter cores com coeficientes de reflexão (r) superior a 0,5. Fachada sul permitindo cores com coeficiente de reflexão (r) $\geq 0,3$. - Inércia da envoltória deve ser do tipo média a leve. Inércia da envoltória média ou pesada deve possuir isolamento térmico do lado externo. Imprescindível ventilação noturna. - Para classificação das classes de inércia o Código apresenta um método de cálculo. - As paredes não devem apresentar elementos de elevada capacidade térmica revestido de vidro na face externa. - Coberturas: $U \leq 1,25 \text{ W/m}^2\text{ }^\circ\text{C}$
Absortância	- Não há indicações.
Fator Solar	- Todos os elementos das envoltórias translúcidas não sombreadas devem possuir Fator Solar inferior a 0,6. - Fachadas preferencialmente sombreadas para redução do ganho de calor por radiação solar direta.
Iluminação Natural	- Uso de prismas (aberturas) de iluminação e ventilação, que deverão se comunicar com o espaço aberto acima da edificação e com as áreas de afastamento. - Vãos mínimos de iluminação: ▪ Salas, Quartos, Salas Comerciais e demais compartimentos de permanência prolongada: área mínima do vão de 1/6; ▪ Copa, Cozinha, vestiários e refeitórios: área mínima do vão 1/8; ▪ Conjunto Sala-Cozinha: área mínima do vão: 1/6 da área do conjunto; ▪ Banheiros e Lavabos: área mínima do vão: 1/10 quanto natural e 1/8 quando por dutos; ▪ Lojas: área mínima do vão: 1/8, excluindo jirau ou ar condicionado.
Ventilação Natural	- Estabelece que a renovação do ar do ambiente seja preferencialmente feita por ventilação cruzada ou por “efeito chaminé”. Obedecendo a NBR 6401: ▪ Uso de prismas (aberturas) de iluminação e ventilação que deverão se comunicar com o espaço aberto acima da edificação e com as áreas de afastamento. - Vãos mínimos de ventilação:

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Salas, Quartos, Salas Comerciais e demais compartimentos de permanência prolongada: área mínima do vão de 1/6; ▪ Copa, Cozinha, vestiários e refeitórios: área mínima do vão 1/8; ▪ Conjunto Sala-Cozinha: área mínima do vão de 1/6 da área do conjunto; ▪ Banheiros e Lavabos: área mínima do vão de 1/10 quando natural e 1/8 quando por dutos; ▪ Lojas: área mínima do vão de 1/8, excluindo jirau ou ar condicionado.
--	--

Fonte: Rio de Janeiro – RJ. Caderno de Encargos para Eficiência Energética em Prédios Públicos - Código de Obras e Edificações. Decreto Municipal nº 21.806, de 26 de julho de 2002

O Caderno de Encargos para Eficiência Energética em Prédios Públicos do Rio de Janeiro foi elaborado por uma equipe multidisciplinar e traz importantes normas, parâmetros e conceitos práticos que ainda não são usualmente adotados nas legislações urbanísticas. Embora suas determinações e parâmetros sejam aplicação exclusiva aos prédios públicos do município, ele possui caráter de lei normativa. A análise dos parâmetros faz referência à necessidade de proporção adequada para o átrio interno, em função da insolação, para que a altura do edifício garanta no mínimo uma hora de insolação diária em cada uma das fachadas, nos meses e orientações possíveis de haver incidência de radiação solar. Recomendou-se também a implantação de formas mais alongadas e aberturas opostas e amplas no maior eixo posicionado transversalmente ao vento, a fim de facilitar a ventilação cruzada.

Os itens de transmitância térmica se relacionam com a estratégia bioclimática de inércia térmica e maior conforto nos períodos quentes e também nos frios. O Fator Solar traz recomendações para que as fachadas sejam preferencialmente sombreadas, de forma a reduzir ao máximo os ganhos de calor devido à radiação solar direta. Com relação aos vãos de abertura para ventilação e iluminação, a legislação traz conceitos mais tradicionalmente usados quanto aos valores estipulados.

De maneira geral, os conceitos trazidos pela legislação do estado do Rio de Janeiro trazem novas abordagens do ponto de vista do bioclimatismo urbano. É importante que a lei disponha também de instrumentos de fiscalização e penalidades para garantia da aplicação dos parâmetros definidos por lei. A metodologia interdisciplinar aplicada, é outro importante fator a ser apontado na construção do conteúdo da lei, pois compreende as especificidades locais propondo critérios mais. São conceitos que podem agregar de forma qualitativa os conteúdos das leis urbanística, especialmente o Código de Obras municipal que é muito incipiente e genérico dentro

da temática e bioclimatismo urbano não apresentando critérios efetivos para garantia da construção de espaços que promovam o conforto e a qualidade térmica.

Tabela 2 - Indicações Legais referente aos critérios de bioclimatismo urbano para o município de Salvador

TABELA DE INDICAÇÕES LEGAIS REFERENTES AOS CRITÉRIOS DE BIOCLIMATISMO URBANO POR TEMÁTICAS – Salvador-BA	
Temática	Recomendações
Orientação das Aberturas	<ul style="list-style-type: none"> - Aberturas orientadas em outras direções geográficas devem adotar a orientação mais próximas da seguinte forma: <ul style="list-style-type: none"> ▪ 0° a 45° para norte; ▪ 45,1° a 135° para leste; ▪ 135° a 210° para sul; ▪ 210,1° a 330° para oeste; ▪ 330° a 360° para norte.
Índice de Transmitância Térmica	<ul style="list-style-type: none"> - Incorporou índices técnicos relacionados ao desempenho térmico dos fechamentos opacos (paredes e coberturas): <ul style="list-style-type: none"> ▪ Paredes abaixo de 100 kg/m², transmitância térmica de no máximo 1,2 W/m²K; ▪ Paredes acima de 100kg/m², transmitância de até 3,7 W/m²K; ▪ Índices de transmitância térmica da cobertura vinculados à massa das paredes. Limite de 1,2 W/m²K.
Absortância	<ul style="list-style-type: none"> - Uso de cores claras nas coberturas, quando não forem de telha cerâmica não esmaltada. Cores brancas quando não visíveis do solo.
Fator Solar	<ul style="list-style-type: none"> - Fator Solar relacionado com percentual de janela na fachada, fator de projeção e orientação. - Uso de qualquer vidro, até mesmo com fator solar de 0,86, desde que com sombreamento horizontal.
Iluminação Natural	<ul style="list-style-type: none"> - Os poços de ventilação deverão ser pintados ou revestidos em cores claras com fator de reflexão entre 85% e 95%. - Determina uma fórmula para o limite de potência interna de iluminação para cada ambiente de uma edificação. - Os vãos úteis de iluminação dos compartimentos deverão atender às proporções mínimas de: <ul style="list-style-type: none"> ▪ 1/6 da área do piso de ambientes de permanência prolongada com vão mínimo de 1,00m²; ▪ 1/10 para ambientes de utilização eventual; ▪ 1/20 para garagens coletivas.
Ventilação Natural	<ul style="list-style-type: none"> - Estabelece critérios para os tipos de esquadrias instaladas em vãos dos compartimentos de permanência prolongada, devendo as esquadrias garantir ventilação em pelo menos 50% do vão para ventilação. - Restrição quanto ao uso de esquadrias tipo maxim-ar ou similar não podendo ser utilizadas em cômodos de permanência prolongada de edificações multiresidenciais. - Estabelece cálculo de volume de ar para compartimentos destinados à reunião e afluência de público. - Número de pessoas por m³ de ar por pessoa: <ul style="list-style-type: none"> ▪ 60 a 150 = 3,5 ▪ 151 a 500 = 4,0 ▪ 1.000 = 5,0 ▪ 1.001 a 2.000 = 7,0 ▪ Acima de 2.000 = 8,0

Fonte: Salvador – BA. Proposta de inclusão de parâmetros ao Código de Obras de Salvador: Altera as Leis 2.403/72 e a 3.077/79.

O Laboratório de Eficiência Energética da Universidade Federal de Santa Catarina, em parceria com a Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia, propôs inclusões de parâmetros de eficiência energética para o Código de Obras de Salvador, a partir de prescrições específicas para definição de limites segundo as necessidades do clima local. Ele foi pioneiro no estudo de propostas de alterações com diretrizes relativas à envoltória, materiais, aberturas proteções solares e parâmetros para iluminação artificial e ar condicionado. (CARL; LAMBERTS, 2003).

Dos parâmetros apontados, os índices técnicos relacionados ao desempenho térmico dos fechamentos opacos foram formulados de maneira a não limitar a escolha dos materiais por parte dos arquitetos e engenheiros, mas garantir que a composição proporcione conforto aos usuários. Importante apontar que o Código traz indicativos relacionados à orientação das aberturas, a fim de beneficiar a ventilação natural, em razão das condições locais. Houve também uma preocupação relativa ao Fator Solar, que é o motivo de ganho de calor em um determinado ambiente através da abertura pela radiação solar incidente. A limitação de valores relacionados à colocação de vidros em esquadrias e pano de vidro nas fachadas visa à diminuição da radiação solar absorvida e transmitida ao ambiente.

No que diz respeito à iluminação natural, a proposta traz conceitos novos quanto à potência de iluminação interna nos ambientes e determina valores diferenciados daqueles usualmente praticados nas demais legislações, no que tange aos vãos de abertura para iluminação e ventilação. Ademais, referente à ventilação natural, novas abordagens foram apontadas: a garantia de que pelo menos 50% do vão seja efetivamente ventilado, cálculos de volume de ar para ambientes de concentração de pessoas e volume mínimo de ar para determinadas faixas de aglomerações. Alguns dados, no entanto, embora tenham sido definidos a partir de variáveis locais, não foram apresentados no conteúdo da lei de forma completa e didática. A informação de volume de ar, por exemplo, não apresenta em função a qual grandeza ela se relaciona, sendo difícil interpretação e há também um equívoco quanto ao conceito de volume de ar e renovação do ar. Os parâmetros estabelecidos para orientação aponta que as aberturas orientadas em outras direções geográficas devem atotar a orientação mais próxima a estipulada na Tabela 02 o que não é de fato conclusivo uma vez que considera todos os ângulos e orientações possíveis. A lei não apresenta também um mecanismo de controle e fiscalização do conteúdo apresentado, assim como também de capacitação do corpo

técnico municipal. Assim como exposto anteriormente, alguns parâmetros não foram demonstrados o caminho percorrido para sua definição e auxiliaria na avaliação e aprovação de projetos, a elaboração de um software de conferência dos índices apontados na lei.

Assim como o município do Rio de Janeiro, a legislação proposta para o município de Salvador traz indicações passíveis de serem aplicadas nas demais cidades brasileiras. Critérios referentes à iluminação e ventilação natural e fator solar mediante a compreensão das especificidades locais, podem ser adaptadas às demais cidades.

Tabela 3 - Indicações Legais referente aos critérios de bioclimatismo urbano para o município de Porto Alegre

TABELA DE INDICAÇÕES LEGAIS REFERENTES AOS CRITÉRIOS DE BIOCLIMATISMO URBANO POR TEMÁTICAS – Porto Alegre-RS	
Temática	Recomendações
Orientação da Edificação	- Não há indicações.
Índice de Transmitância Térmica	- Valores mínimos de espessuras de paredes externas e internas, de tijolos cerâmicos ou maciços: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Paredes Externas = 25cm para blocos cerâmicos e 23cm em tijolos maciços ▪ Paredes internas = 15cm para blocos cerâmicos e 13% para tijolos maciços. - Não foram estipulados os índices de transmitância térmica, capacidade térmica e atraso térmico.
Absortância	- Não há indicações.
Fator Solar	- Os vãos de iluminação e ventilação deverão ter proteção térmica e luminosa nos compartimentos principais com área superior a 40% da parede onde estiverem localizados. Para efeitos dessa lei, consideram-se como proteção térmica e luminosa as gelosias, venezianas, sacadas, quebra-sóis, toldos, marquises, beirais e assemelhados.
Iluminação Natural	- A área de abertura destinada à ventilação e iluminação em qualquer compartimento não poderá ser inferior a 0,40m ² . Excetuando os casos de ventilação por dutos e os sanitários dotados exclusivamente de vaso sanitário e lavatório, em edifícios residenciais e de escritórios, podendo nesses casos ser reduzida para até 0,25m ² .
Ventilação Natural	- Os vãos, quando dotados de esquadrias, deverão permitir a renovação do ar em pelo menos 50% da área mínima exigida. - Área das aberturas não poderá ser inferior a 0,40m ²

Fonte: Porto Alegre – RS. Lei nº 284 de 1992.

O Código de Obras de Porto Alegre traz alguns critérios relativos à fator solar, iluminação e ventilação natural. Alguns critérios já abordados nas leis citadas anteriormente, são também utilizados para o município, como é o caso do vão mínimo efetivo de ventilação de 50%. Já os valores relativos aos dimensionamentos dos vãos não foram determinados de maneira conclusiva, foi estipulado um valor

mínimo independente da finalidade do compartimento, salvo algumas exceções. Quanto as determinações relativas a iluminação natural, são demasiadamente ineficientes uma vez que permite valores muito abaixo do recomendado para a eficiência de beneficiamento da iluminação natural.

A lei trouxe também a porcentagem mínima de proteção relativa ao fator solar, para que seja garantido um valor mínimo de proteção térmica e luminosa. Embora tenham sido estipulados valores mínimos referentes à espessura das paredes externas e internas, não foram estipulados valores de transmitância térmica, o que torna as determinações genéricas.

O formato de lei usado no Código de Obras de Porto Alegre em muito se assemelha aos demais do país que apresentam critérios genéricos e muitas vezes replicado do conteúdo de outras leis semelhantes sem atentar a diferenciação de contexto urbano. Poucos critérios novos foram explorados e de forma ainda muito tímida, o município de Porto Alegre incorporou critérios relativos ao bioclimatismo urbano no conteúdo da legislação urbanística municipal. Os parâmetros definidos não contemplam análises das especificidades locais, e podem ser aprofundados os estudos relativos a sua aplicação para atender a demanda da cidade.

Tabela 4 - Indicações Legais referente aos critérios de bioclimatismo urbano para o município de Paracatu

TABELA DE INDICAÇÕES LEGAIS REFERENTES AOS CRITÉRIOS DE BIOCLIMATISMO URBANO POR TEMÁTICAS – Paracatu-MG	
Temática	Recomendações
Orientação da Edificação	- Não há indicações.
Índice de Transmitância Térmica	- Não há indicações.
Absortância	- Não há indicações.
Fator Solar	- Não há indicações.
Iluminação Natural	- As aberturas para ventilação deverão respeitar as indicações: <ul style="list-style-type: none"> ▪ 1/6 da área do piso para compartimentos de permanência prolongada; ▪ 1/8 da área do piso para compartimentos de permanência transitória; ▪ 1/16 da área do piso para garagens coletivas. - Para o Código de Obras de Paracatu, cozinhas foram consideradas como cômodos de permanência prolongada. - Os vãos estipulados deverão ter abertura efetiva sem a obstrução por painéis de vidro ou outros elementos.
Ventilação Natural	- O dimensionamento das aberturas de ventilação é em função da taxa de renovação do volume do ar, de acordo com a destinação. É feito em função da taxa de ventilação, fluxo de ventilação, volume do ambiente, direção e velocidade média de vento, afastamento entre as edificações e coeficientes de pressão de entrada e saída dos ventos. Deverá ser dimensionado através da equação: $\Phi = tv \times V \text{ [m}^3 \text{ /h]}$

	<p>Onde: Φ é fluxo de ventilação V é volume do ambiente em m³. - O dimensionamento das aberturas de ventilação das áreas de entrada de ar (A_e) e de saída de ar (A_s) será através do procedimento: Calculo da Área Equivalente de aberturas (A_o): $A_o = \Phi / [2160 \times v \times \cos \theta \times V - (c_e - c_s)]$ Onde: A_o é a área equivalente de abertura em m²; v é a velocidade média do vento no mês considerado ou média anual do vento (a lei traz uma tabela de direção e velocidade média de vento para o município); θ é o ângulo que direção predominante do vento no mês considerado ou média anual; c_e é o coeficiente de pressão de entrada; c_s é o coeficiente de pressão de saída (a lei traz uma tabela de coeficiente médios de pressão de entrada e saída do ar). - A localização das aberturas em cada ambiente deverá ser feita de modo que a área de entrada do ar esteja em uma fachada em pressão positiva ou a favor do vento e a área de saída em pressão negativa ou contra vento - A taxa de ventilação higiênica (t_v) de ambientes de ocupação transitória é de no min 6 renovações de volume por hora. Recomendação de 8 renovações de volume por hora.</p>
--	--

Fonte: Paracatu – MG. Lei nº 124 de 2017. Proposta de inserção de critérios de eficiência energética de 2007.

O Código de Obras de Paracatu fez parte de um projeto elaborado por uma equipe multidisciplinar coordenada pela Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais, para elaboração de Planos Diretores destinados a alguns municípios mineiros. (SOUZA, et al, 2007). O intuito do projeto era implementar conceitos e métodos de avaliação e planejamento ligados a aspectos do conforto ambiental. Ocorreu, no entanto, que o projeto original foi intensamente modificado no processo de aprovação pelos vereadores municipais, e a maior parte dos conceitos propostos no projeto de lei, não foram acatados na minuta final.

Mas de forma pioneira e inovadora, foram aplicados conceitos do ponto de vista do conforto térmico que visam o beneficiamento da ventilação e iluminação natural através dos parâmetros e formulas determinados. Os parâmetros definidos para ventilação e iluminação natural consideram que o dimensionamento mínimo dos vãos seja livre de qualquer obstáculo e os valores em função da área do piso são mais restritivos em comparação aos valores utilizados comumente nos Códigos de Obras Municipais, pois foram determinados em conformidade com as especificidades locais. As aberturas também foram definidas em função da

renovação do volume de ar do ambiente. Foram utilizadas equações e fórmulas que consideraram condicionantes locais para as determinações legais.

O projeto de lei não apresentou instrumentos de fiscalização e análise dos projetos arquitetônicos submetidos a aprovação, também se faz necessária a previsão de mecanismos de capacitação do corpo técnico de análise e aprovação, e em muito auxiliaria nesse processo, a elaboração de um software de conferência dos parâmetros e critérios dispostos no conteúdo da lei.

Quanto à aplicação dos conceitos trazidos pelo Código de Obras de Paracatu para as demais cidades brasileiras, aqueles referentes à iluminação natural são de larga aplicação em outras realidades locais. Já os conceitos apresentados para ventilação natural analisaram variáveis locais e podem subsidiar estudos para implementação da metodologia adotada pelos técnicos em demais contextos urbanos brasileiros.

De uma maneira geral, os apontamentos presentes nas Leis relativas aos Códigos de Obras e às propostas de inserção de parâmetros apresentados pelas tabelas 01, 02, 03 e 04 apontam critérios inovadores a serem explorados nas demais cidades brasileiras, mesmo que ainda em fase inicial de estudos de aplicação. Recomendações relativas ao conforto térmico e lumínico por beneficiamento da ventilação e iluminação natural são os mais recorrentes e apontam soluções diversas para implementação no conteúdo da lei. Vale salientar que a sua aplicação deve ser analisada levando em consideração as especificidades dos climas locais e as recomendações já existentes em normas técnicas para as regiões brasileiras.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É notória a evolução que os conteúdos referentes às legislações de planejamento urbano e regional apresentaram no decorrer dos anos no Brasil, dentro da perspectiva das questões ambientais e promoção da sustentabilidade. O avanço na compreensão da influência exercida pelos modelos de assentamentos e a morfologia urbana sobre o território natural, delinearam a construção e atualizações das leis urbanísticas, apoiadas também nos estudos desenvolvidos no âmbito nacional e internacional. Ainda assim, os desafios atuais na busca por uma regulação urbana eficaz do ponto de vista ambiental são grandes. O Estatuto da

Cidade, Planos Diretores e demais leis complementares são ferramentas utilizadas para esse fim, todavia possuem falhas quanto à sua implementação.

O Estatuto da Cidade, em sua primeira versão em 2001, foi a primeira constituição brasileira a dedicar um capítulo à política urbana e o direito urbanístico, o que demonstra a inércia e o atraso em que o planejamento urbano e regional se manteve durante os diversos processos de crescimento urbano no país. Devido a isso, as cidades brasileiras cresceram em sua maioria sem o devido ordenamento, e as leis urbanísticas precisaram considerar medidas reguladoras sobre um tecido já consolidado e ordenar os espaços vazios do perímetro urbano municipal. Ocorre também que a obrigatoriedade de revisão do conteúdo legal urbanístico se aplica ao Plano Diretor Municipal, as demais leis que compõem o regimento do planejamento urbano municipal, especialmente o Código de Obras, ficam a cargo dos municípios e há no Brasil leis urbanísticas vigentes que datam da década de 70 e 80, muito anterior ao Estatuto da Cidade e os novos conceitos da bioclimatologia urbana.

É fundamental que as legislações urbanísticas comecem a abordar temas relativos à qualidade da expansão ou transformações urbanas, e que determinem parâmetros que assegurem condições favoráveis ao conforto ambiental e ao desempenho energético das edificações.

Eventos como inundações, deslizamentos, epidemias e ondas de calor estão relacionados à forma de ocupação do ambiente urbano e apontam vulnerabilidades pontuais que podem desencadear em medidas preventivas quando analisadas previamente. Essa temática precisa ser mais presente nas leis urbanísticas brasileiras e nas exigências que tangem a sua elaboração, como pré-requisito fundamental para estabelecimento dos parâmetros e diretrizes de uma política municipal de enfrentamento às mudanças climáticas.

Os Código de Obras e demais legislações que implementam parâmetros de bioclimatologia urbana, como os apresentados no capítulo de resultados, embora abordem essa temática, em sua maioria, não apresentam conteúdo coerente a respeito dos critérios. O disposto na lei não detalha ao munícipe, ao técnico da prefeitura e ao profissional responsável pela a execução dos projetos urbanísticos e arquitetônicos a respeito da construção da determinação desses parâmetros e das variáveis que os compõem, o que acarreta incertezas na execução dos projetos. Não apenas nesse momento, mas também na aplicação e análise desses conceitos pelos técnicos da prefeitura, desta forma é necessário prever na lei, recurso técnico

e financeiro para a capacitação dos técnicos envolvidos e orientação dos responsáveis técnicos, assim como para a criação de softwares e instrumentos de conferência desses critérios, que otimizariam a aplicação desses conceitos.

A produção de cidades econômicas, seguras e capazes de promover ambientes de saúde e qualidade de vida aos habitantes, asseguram a redução do consumo de energia e o uso potencial de recursos renováveis. Para atingir essa meta, a construção das leis urbanísticas deve ser eficaz no enfrentamento às mudanças climáticas através da compreensão de uma análise interdisciplinar e de aproximação das esferas políticas responsáveis pela gestão do território, não apenas no âmbito federal, estadual e municipal, mas também em parcerias com universidades, fundações de pesquisas e empresas engajadas no mercado de produção urbana sustentável.

Dentro da lógica de distribuição de recursos públicos, a esfera federal detém a maior parcela dos contribuintes, seguido pelo poder estadual e por fim pelo poder municipal. No entanto, fica a cargo dos municípios a elaboração de leis urbanísticas e implementação dos conceitos importantes da bioclimatologia urbana e determinação de parâmetros coerentes para o ordenamento urbano sustentável, cujos efeitos interferem não apenas na escala local, mas repercute no âmbito global. Essa fórmula de distribuição não é, portanto, assertiva, pois não havendo aporte financeiro e técnico suficiente, dificilmente os municípios conseguirão atender as demandas estipuladas com recursos próprios, comprometendo assim, a eficácia do conteúdo urbanístico municipal. Portanto, é necessária a inversão de responsabilidades, devendo caber ao poder federal e estadual a determinação de instrumentos, campos de estudos e parcerias com instituições para que os municípios possam ter subsídios para a elaboração de conteúdo urbanístico eficaz do ponto de vista da bioclimatologia urbana. Uma vez que já existem iniciativas no âmbito federal e estadual, como apontado por este estudo, de projetos que visam a mitigação dos efeitos das mudanças climáticas.

Foram identificadas pesquisas e legislações importantes que podem subsidiar a inserção de conceitos que garantam o conforto térmico visando a eficiência energética. O que é comum a esses estudos, está na atuação de diversos profissionais na construção de diretrizes e parâmetros que englobam as mais diversas áreas que interferem no espaço urbano. Acredita-se na viabilidade de aplicação desses conceitos parte da destinação correta de recursos técnicos para a

análise interdisciplinar sobre o espaço, a partir de revisões periódicas no conteúdo das leis urbanísticas e no monitoramento das aplicações e resultados.

REFERÊNCIAS

ASSIS, E. S. **Impactos da forma urbana na mudança climática: método para a previsão do comportamento térmico e melhoria de desempenho do ambiente urbano.** Tese (Doutorado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000.

ASSIS, E. S. Aplicações da Climatologia Urbana no Planejamento da Cidade: Revisão dos Estudos Brasileiros. **Revista Rua.** Laboratório de Estudos Urbanos do Nudecri – Unicamp. ano 9, v.7, n.1. Campinas, 2006.

BARANDLER, Henrique; ALMEIDA, Maria Cristina Tiná Soares de. **Planejamento e controle ambiental-urbano e a eficiência energética.** Rio de Janeiro: IBAM/DUMA; ELETROBRAS/PROCEL, 2013.

BITTENCOURT, Felipe Ribeiro; FOLLADOR, Marco; PEREIRA, Virgílio de Almeida; VAZ, Ciro Lotfi; MATOS, Thiago Vieira; ALVES, Melina Amoni S.; ROCHA, André Almeida; PEREIRA, Henrique; MEDEIROS, Filipe. **Análise de Viabilidade às Mudanças Climáticas do Município de Belo Horizonte.** Resumo para os Tomadores de Decisão. Belo Horizonte, 2016.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília. Distrito Federal: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

BRASIL. Lei Nº 10.295, de 17 de outubro de 2001: **Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10295.htm>. Acesso em 25 de outubro de 2017. Distrito Federal, 2001.

BRASIL. Instrução Normativa nº 01 de 19 de janeiro de 2010: **Dispõe sobre os critérios de sustentabilidade ambiental na aquisição de bens, contratação de serviços ou obras pela Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional e dá outras providências.** Disponível em: <<https://www.governoeletronico.gov.br/documentos-e-arquivos/INSTRUCAO%20NORMATIVA%20N.%2001%20de%202010%20-%20Compras%20Sustentav.pdf>>. Acesso em 25 de outubro de 2017. Distrito Federal, 2010.

BRASIL. Lei Nº 12.608, de 10 de abril 2012: **Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres; altera as Leis nos 12.340, de 1o de dezembro de 2010, 10.257, de 10 de julho de 2001, 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.239, de 4 de outubro de 1991, e 9.394, de 20 de dezembro de 1996; e dá outras providências.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12608.htm>. Acesso em 25 de outubro de 2017. Distrito Federal, 2012.

BRASILEIRO, Vanessa Borges. A Legislação de Preservação do Patrimônio Ambiental Urbano: uma abordagem arquitetônica contemporânea. **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**. Departamento de Arquitetura e Urbanismo da PUC-MG. v.8, n.9. Belo Horizonte, 2001.

CARLO, J.; LAMBERTS, R.; Mascarenhas, A. C. **Eficiência Energética no Código de Obras de Salvador**. ENCAC, 2003.

COELHO, Polyana Pereira. **A sustentabilidade do ambiente urbano e os instrumentos de gestão municipal: Recomendações para um Código de Obras para o município de Ouro Preto – MG**. Escola de Arquitetura da UFMG. Belo Horizonte, 2015.

HAMADA, Luciana. Operação e Manutenção de Prédios Públicos: Boas Práticas e análise dos instrumentos legais. **Seção IV: Como implementar Construção Sustentável no Rio de Janeiro**. CCPS. Rio de Janeiro, 2010.

KATZCHNER, L. *Urban climate studies as tools for urban planning and architecture*. In: **IV Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído**. Salvador, 1997.

KATZCHNER, L. *Strategies and concepts for thermal comfort discussions in urban planning to mitigate the impacts of climate extremes*. In: **The 24th Conference on passive and Low Energy Architecture**. Singapore, November 22-24, 2007.

MARICATO, Erminia. **Habitação e Cidade**. São Paulo: Editora Atual, 1997.

MASCARÓ, Lúcia; MASCARÓ, Juan José. **Ambiência Urbana - Urban Environment**. 3ª ed. Porto Alegre: Editora Masquatro, 2009.

MATTOS, Liana Portilho. Limitações Urbanísticas à Propriedade. In: FERNANDES, Edésio (Org.). **Direito Urbanístico e Política Urbana no Brasil**. Belo Horizonte: Del Rey, 2001.

PARACATU. Lei complementar nº 124, de 10 de janeiro de 2017: **Institui o Código de Obras para o município de Paracatu**. Disponível em: <<http://paracatu.mg.gov.br/painel/assets/uploads/arquivo20170608091722.pdf>>. Acesso em 25 de outubro de 2017. Paracatu, 2017.

PORTO ALEGRE. Lei nº 284, de 1992: **Institui o Código de Edificações de Porto Alegre e dá outras providências**. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/rs/p/porto-alegre/lei-complementar/1992/28/284/lei-complementar-n-284-1992-institui-o-codigo-de-edificacoes-de-porto-alegre-e-da-outras-providencias>>. Acesso em 25 de outubro de 2017. Porto Alegre, 1992.

RIO DE JANEIRO (RJ). Decreto Municipal nº 21.806, de 2002: **Regulamenta a norma contida no inciso I do parágrafo único do artigo 8º da lei Nº 2.277, de 28 de dezembro de 1994, na redação dada pela lei Nº 3.335, de 18 de dezembro de 2001**. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/rj/r/rio-de-janeiro/decreto/2002/2226/22269/decreto-n-22269-2002-regulamenta-a-norma-contida-no-inciso-i-do-paragrafo-unico-do-art-8-da-lei-n-2277-de-28-de-dezembro>>

de-1994-na-redacao-dada-pela-lei-n-3-335-de-18-de-dezembro-de-2001>. Acesso em 25 de outubro de 2017. Rio de Janeiro, 2002.

RIO DE JANEIRO (RJ). Projeto de Lei Complementar Nº 31/2013: **Institui o Código de Obras e Edificações da Cidade do Rio de Janeiro**. Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/3832779/4103828/ProjetoDeLeiComplementar31_2013COE>. Acesso em 25 de outubro de 2017. Rio de Janeiro, 2013.

ROAF, Sue. **Adapting Buildings and Cities for Climate Change**. 2nd ed. USA: Taylor & Francis, 2009

SERRA, R. **Clima, Lugar y Arquitetura**. Barcelona: CIMAT, 1989.

SILVA, Érica Vendramini; ZAMBRANO, Letícia Maria de Araújo; CASTRO Eduardo Breviglieri Pereira de. Estudo das condições de conforto térmico em centro urbano através de simulação em mesoescala. **Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído de 2010**. Canela: ENTAC/ANTAC, 2010.

SOUZA, Roberta Vieira Gonçalves de et al. Aplicação de dados do clima urbano no desenvolvimento de planos diretores de cidades mineiras. **IX Encontro Nacional e V Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído**. Campinas, 2007.