



CÓDIGO DE OBRAS E EDIFICAÇÕES DO DF: DIAGNÓSTICO PARA INSERÇÃO DE CONCEITOS BIOCLIMÁTICOS, CONFORTO TÉRMICO E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Júlia T. Fernandes (1); Marta Adriana Bustos Romero (2);

- (1) Mestre e pesquisadora no LASUS e no Projeto de Etiquetagem de Eficiência Energética de Edificações – Departamento de Tecnologia /FAU /UnB, Brasil – e-mail:
julia@fernandescapanema.com.br
- (2) Doutora e Coordenadora do Laboratório de Sustentabilidade (LASUS) – Departamento de Tecnologia /FAU /UnB, Brasil – e-mail: romero@unb.br

RESUMO

Os Códigos de Obra e Edificações são responsáveis por garantir a qualidade mínima das edificações, mas os índices exigidos, em sua maioria, não são adequados aos condicionantes bioclimáticos locais. Brasília, projetada por Lúcio Costa, é singular pelo conceito embutido em cada decisão do urbanista na configuração do espaço. A função do código de obra da cidade é preservar o caráter da cidade, a sua identidade como patrimônio, além de ordenar o crescimento de todo o Distrito Federal. O objetivo geral da dissertação de mestrado era diagnosticar o COE-DF quanto aos conceitos bioclimáticos e termo-energéticos como contribuição para a melhoria da qualidade do ambiente construído, a partir de diretrizes para uma nova revisão, pautada na adaptação da legislação aos condicionantes locais. Foram identificadas as principais referências (acadêmicas e legislações de conforto térmico e eficiência energética), metodologias de avaliação que poderão ser subsídios para a inserção desses conceitos, assim como sistematizados os principais parâmetros que devem ser analisados na revisão do COE-DF. A análise dos artigos demonstrou que é possível já revisar o código para garantir um mínimo de desempenho bioclimático e termo-energético das edificações, mesmo que a princípio sejam inseridas diretrizes de projeto, pois para a análise de vários parâmetros é necessária a revisão conjunta de outras legislações urbanas (Normas de Gabarito) e a criação de metodologia específica para avaliação do projeto na fase de aprovação, o que já existe em outros países. Os anexos relativos às diretrizes bioclimáticas e eficiência energética para edificações no DF são medidas positivas, como forma de auxiliar no projeto arquitetônico e incentivar a inserção destes conceitos na prática dos arquitetos. As leis devem ser eficientes, e para isso a inserção de parâmetros adequados aos condicionantes bioclimáticos devem estar vinculados a avaliação do desempenho do projeto arquitetônico e não somente à imposição de valores rígidos.

Palavras-chave: Código de Obras, Bioclimatismo, Conforto Térmico, Eficiência Energética

1. INTRODUÇÃO

Em função das restrições energéticas atuais e com o intuito de resgatar a concepção de espaços com conforto ambiental para os usuários, é fundamental que os arquitetos tenham preocupações com a adequação climática da edificação, integrando o uso de avançados sistemas construtivos e eficientes equipamentos com os conceitos bioclimáticos e suas estratégias passivas de condicionamento. Esta é uma contribuição importante e efetiva para a sustentabilidade global.

Mas como efetivar tal prática? A resposta talvez seja a conjunção de vários fatores, que de forma isolada contribuiriam, em longo prazo, para essa efetivação na mudança da prática profissional do arquiteto. Seriam eles, principalmente: 1) A conscientização e capacitação de todos os agentes da Cadeia da Indústria da Construção Civil 2) A Formação Acadêmica dos arquitetos; 3) As certificações; 4) As Normas e Leis de Aprovação de Projetos de Arquitetura.

Neste sentido, a alteração ou atualização legislativa é um dos caminhos para garantir a qualidade da edificação, sendo uma prática já adotada em vários países, com o objetivo principal de criar instrumentos para a racionalização do consumo de energia em edificações conjuntamente com o aprimoramento das condições de conforto ambiental. A verificação de conformidade da edificação com a regulamentação é feita, em sua maioria, na fase de aprovação do projeto.

A pesquisa fez um diagnóstico do COE-DF em relação aos conceitos bioclimáticos e desempenho termo-energético, e justifica-se pela tendência mundial de busca por qualidade ambiental, onde as legislações eficientes têm papel fundamental. E quanto à legislações eficientes, entendemos tratar-se de normas, regulamentos e leis que tornam o processo mais eficaz e não são entraves ou limitadores do projeto arquitetônico, o que comumente é visto nos códigos de obras brasileiros. A existência de índices que não podem ser avaliados ou limitar a arquitetura em aspectos específicos, que de forma geral, não contribuem, ou muitas vezes comprometem a qualidade e desempenho da edificação como um todo, são problemas correntes nas legislações de edificações. Por isso já existem no país incentivos e planos para a revisão dos códigos.¹

2. OBJETIVOS

Contribuir para a melhoria da qualidade do ambiente construído, a partir de um diagnóstico legislativo, dentro dos conceitos bioclimáticos, de conforto térmico e eficiência energética, para diretrizes que contribuam para uma revisão do COE-DF. De forma específica a pesquisa objetiva: Sistematizar os principais parâmetros que devem ser analisados na revisão do COE-DF, para inserção de conceitos bioclimáticos, e termo-energéticos; Analisar os principais artigos do COE-DF que tratam de especificidades que interferem no desempenho termo-energético das edificações;

3. METODOLOGIA

O trabalho foi realizado em etapas, conforme apresentado abaixo:

- 1). Conceito de Bioclimatismo e Eficiência Energética
- 2). Panorama das legislações, códigos de obra brasileiros e pesquisas sobre o tema
- 3). Parâmetros para análise do COE-DF de acordo com o desempenho termo-energético
- 4). Avaliação do COE-DF e direcionamentos da pesquisa.

¹ Dentre as metas do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica nas Edificações (PROCEL-EDIFICA), da Eletrobrás, existe uma específica para atualização e revisão dos códigos de acordo com a eficiência energética. Neste sentido, a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), por meio do Projeto Inovação Tecnológica na Construção Civil, busca promover a articulação entre entidades para promover a revisão de códigos de obra, buscando a inovação, e a avaliação das edificações a partir do Desempenho.

3.1. Bioclimatismo e Eficiência Energética

O projetar bioclimático consiste na inter-relação dos elementos do *clima*, das *sensações humanas* de conforto, das *soluções tecnológicas* empregadas, desde a seleção do sítio, a orientação, a forma, e da própria expressão da *arquitetura*. A primeira consideração dentro de um projeto bioclimático é o estudo do clima local, onde os elementos climáticos, em especial a temperatura, radiação, umidade e ventilação são fundamentais para a elaboração de uma arquitetura apropriada ao meio natural.

O clima de Brasília, Tropical de Altitude, (Zona Bioclimática 4) possui grandes amplitudes diárias de temperatura, a radiação solar é elevada o ano todo, os ventos são moderados e constantes e a chuva determina as duas principais estações: seca no inverno (baixa umidade) e chuva no verão (alta umidade).² (ROMERO, 2000)

Com o intuito de avaliar as sensações fisiológicas do corpo humano, alguns pesquisadores sugerem diferentes índices de conforto térmico, destacando-se as Cartas Bioclimáticas de Olgay e de Givoni, o Índice VMP de Fanger e as Tabelas de Mahoney. No Brasil, a norma ABNT 15520, com as diretrizes bioclimáticas a partir do zoneamento bioclimático do país, constitui um importante instrumento para pesquisas e para a projetação com adequado desempenho térmico em relação ao clima local.

O excessivo gasto de energia e a urgente necessidade de economizar exigiram uma mudança de postura, comportamentos, valores e objetivos. Os países com maiores problemas energéticos passaram a investir em pesquisas e estudos de novos sistemas de climatização e iluminação artificial, mais eficientes, além de mecanismos para diminuir os gastos e desperdícios, e incentivo ao resgate dos princípios bioclimáticos.

Após o estudo do processo de etiquetagem de Portugal, percebeu-se a integração das preocupações energéticas, juntamente com o desempenho térmico e qualidade do ar, assim como incentivo às diretrizes bioclimáticas de cada zona climática portuguesa. Desde 1990, a legislação já sofreu atualizações, e a partir de 2006, é de caráter obrigatório. A mudança do processo de aprovação de projetos e adaptação de todos os agentes da cadeia da construção civil foi fundamental para a aplicabilidade da etiqueta portuguesa. (HORTA, 2006)

Por fim, estudou-se a realidade brasileira e o atual regulamento de etiquetagem de edificações (RTQ-C, 2009), com o método prescritivo para avaliação da envoltória. É importante identificar os pontos negativos e positivos da etiquetagem no Brasil, para contribuição para futuras adequações, visto que o processo encontra-se em fase inicial, ainda voluntário. A comparação com a experiência portuguesa pode direcionar possíveis discussões para o melhoramento do processo brasileiro, principalmente em relação à metodologia de aplicação e aprovação de projetos.

De modo algum o modelo português deve ser copiado e implantado³, mas sua análise foi importante para o entendimento do processo de etiquetagem de um país, em todos os aspectos, positivos e negativos, que já vem de mais de 18 anos. Percebe-se que o primeiro regulamento, apenas térmico não foi devidamente aplicado, pois existiam empecilhos na metodologia de aplicação e não era de caráter obrigatório. A evolução da legislação portuguesa demonstra a necessidade de participação de todos os agentes da construção civil, aliados a uma metodologia de análise de projeto rápida e eficiente, para que a Lei não caia em desuso.

Foram importantes as iniciativas do próprio governo, tanto de incentivo financeiros para a aplicação do regulamento e reformas das edificações, quanto da adequação dos próprios edifícios públicos.

No Brasil, o processo de etiquetagem das edificações está em fase inicial, e como tal, sujeito a muitas alterações e adequações. O mais importante é que haja um envolvimento de todos da cadeia da construção, para que o aprimoramento seja fruto de uma colaboração coletiva e não de uma imposição governamental.

Mas podemos tirar algumas lições da experiência portuguesa, como a necessidade urgente de criação de metodologia rápida de análise dos projetos, para que o RTQ-C seja viável. A obrigatoriedade de aplicação tem que estar vinculada a um processo eficiente, para que a complexidade, burocracia ou lentidão não sejam os argumentos para a não aplicabilidade.

A etiquetagem do edifício na fase de aprovação e posterior verificação de conformidade de execução também são bons exemplos do processo português, que atualmente conta com programas computacionais para facilitar o processo. A etiquetagem brasileira também poderia ser incorporada no

² Sousa, Carpaneda, Maciel, Gomes e Romero (2007) fizeram uma comparação de estudos da Caracterização do Clima de Brasília.

³ Tanto que não foram abordados a metodologia de avaliação da edificação, com seus índices específicos, e sim o processo de etiquetagem e os instrumentos de aplicação.

processo de aprovação, para que a etiqueta de eficiência não seja usada com diferencial de projeto, e vinculada apenas à valorização do empreendimento para a comercialização.

Em Portugal, a etiquetagem de eficiência energética é associada ao desempenho térmico e qualidade do ar, e são definidos limites de gastos de energia, especificações de materiais, temperatura ambiente, ventilação e taxas de renovação do ar, além de considerar a energia gasta para o aquecimento de água (RCCTE, 2006). No Brasil é definido um Índice de Consumo, ou seja, um indicativo, que não pode ser confundido com o gasto energético. Assim, ainda não é possível afirmar o quanto eficiente é um edifício com etiqueta A e quanto na realidade é seu gasto energético. Ainda é necessário avaliar o processo, nesta etapa voluntária, para incorporar parâmetros de iluminação e ventilação naturais, além de estudar limites aceitáveis para a construção de edificações.

A etiquetagem pode transformar toda a cadeia da construção civil, desde o aumento da qualidade das construções, pois impõem limites mínimos, a geração de novas possibilidades de trabalho para consultores e técnicos de avaliação, exige uma qualificação de todos os profissionais e traz benefícios para a população.

A implementação de uma nova legislação é sempre dependente do cuidado que se deve ter no início da aplicação, para que não seja inviabilizada ou praticada de forma distorcida, deixando para o campo da utopia, ou para as pesquisas acadêmicas, todas as possibilidades de melhoria e os benefícios que poderiam ser adquiridos, no caso do RTQ-C, na qualidade do espaço construído.

3.2. Panorama das legislações, códigos brasileiros e pesquisas sobre o tema

Os códigos ou posturas municipais devem garantir a segurança e o bem-estar comum e devem, primeiro, proporcionar um ambiente sadio e decente, com condições de dignidade para parte da população que anseia por um espaço de qualidade; e segundo, impedir que a outra parte da população, que não se importa com os aspectos da coletividade, venha a constituir-se com uma ameaça aos direitos da comunidade.

Muitas vezes as legislações urbanísticas são vistas como “gessos” da liberdade criativa e dinamismo natural do crescimento das cidades, mas acima de tudo, são mecanismos que garantem o mínimo de ordenamento e conforto, uma vez que não se pode confiar no bom senso e responsabilidade social de todos os projetistas.

As questões de higiene e saúde foram tema nos debates urbanísticos internacionais no final do século XIX, em função da falta de condições de habitabilidade dos alojamentos operários. (BENÉVOLO, 1997) Surgiram os códigos sanitários, que se tornaram precedentes da legislação moderna urbanística, e buscavam garantir a salubridade e impunha uma ótica higienista nos espaços.

Já nos CIAMs (Congresso Internacional de Arquitetura Moderna), (de 1928 a 1965), os principais expoentes da arquitetura moderna, (como Le Corbusier, Walter Gropius, Victor Bourgeois, Pierre Jeanneret, Hans Schimidt, etc) trataram, entre outros temas, das questões relativas a padrões de habitabilidade, foco das discussões da primeira etapa dos congressos, que engloba os três primeiros. O primeiro foi basicamente a fundação dos CIAMs, um ápice do princípio do período acadêmico da arquitetura moderna. O segundo congresso, em 1929, dedicou-se ao “Estudo da habitação mínima” e o terceiro, em 1930, estudou a “Divisão racional do solo”, onde buscaram estabelecer os critérios para situar os blocos de habitação na estrutura do parcelamento utilizando métodos construtivos racionais: isolamento e a distância entre as quadras. (TOLEDO, 2001)

A legislação brasileira foi fortemente influenciada pela Arquitetura Moderna, e passou a absorver os princípios formais veiculados nos CIAMs. A concepção modernista de cidade setorizada expressa pela Carta de Atenas⁴ e os princípios da cidade jardim foram sendo incorporados no urbanismo brasileiro e consequentemente nos códigos de obra, chegando a seu ápice com a construção de Brasília

Apesar disso, os atuais Códigos de Edificações dos municípios brasileiros ainda guardam resquícios dos antigos Códigos Sanitários. Buson (1998) analisou o COE-DF e destaca que os índices nele utilizados foram copiados de outras cidades brasileiras e levanta a hipótese de que esse ciclo vicioso possa ter-se repetido em outros lugares, implicando na inadequação dos critérios estabelecidos à situação climática local.

⁴ A Carta de Atenas retrata como Le Corbusier sintetizou e interpretou as conclusões do IV CIAM, que se realizou em 1933, a bordo do navio Patris II, na rota Marselha-Atenas. (Montaner, 2001)

3.2.1. Iniciativas para revisões de Códigos de Obra ou modelos legislativos

Foram encontrados estudos com propostas de revisões de códigos de obra de algumas cidades brasileiras. Percebeu-se que é um tema pouco abordado e ainda carente de respaldo científico, principalmente com a intenção de propostas de alteração ou inserção de conceitos bioclimáticos, desempenho térmico e eficiência energética. Existe uma dificuldade de transposição dos estudos e pesquisas acadêmicas para a prática projetual, além de uma resistência por parte dos arquitetos e poder público. O grande temor é o aumento do processo de avaliação e burocratização, pois exigiria uma maior capacitação dos profissionais projetistas e responsáveis pela aprovação dos projetos, especificações técnicas precisas referentes à características das edificações (transmitância térmica e absorvância dos materiais, Fator Solar dos Vidros, etc), medições criteriosas de parâmetros como Percentual de Abertura e Ângulos de Sombreamento, e metodologias específicas que avaliariam as condições bioclimáticas locais : direção dos ventos, trajetória solar (radiação). Sem metodologias ágeis, o processo de aprovação, com as novas exigências, poderia tornar-se mais moroso e um entrave no processo construtivo.

Existe um predomínio, nas pesquisas encontradas, da abordagem de um único parâmetro de análise, como aberturas para ventilação ou iluminação, afastamentos, etc. O COE-Salvador foi o primeiro estudo onde foram propostas alterações para todo o código, relativo à envoltória, materiais, aberturas, proteções solares, e a inserção de parâmetros para a iluminação artificial e ar condicionado. Como referências para a pesquisa, foram selecionados estudos acadêmicos (dissertações) que abordaram um parâmetro específico dos códigos (como abertura para iluminação ou ventilação), com metodologias avaliativas relevantes e propostas corretivas significativas; modelos institucionais ou governamentais que demonstraram a visão geral de todos os parâmetros e um artigo acadêmico pelo caráter inovador de avaliar a edificação pelo seu desempenho. Podemos destacar as pesquisas:

Tabela 1: Sistematização de pesquisas importantes

Pesquisa	Principal aspecto abordado
Modelos de Códigos do IBAM	Referência para vários códigos de obra e pesquisas. Fornece de forma prática, informações complementares ao texto que possibilita aos técnicos avaliarem segundo os condicionantes locais. As principais questões abordadas foram: o conforto ambiental, conservação de energia, acessibilidade ao portador de deficiência, gênero e criança, legislação urbanística e áreas de interesse social. O IBAM informou que está previsto revisão deste modelo.
CARL e LAMBERTS (2003) Salvador-BA	Pesquisa realizada a pedido da prefeitura da cidade e COELBA, para revisão do código, com proposta de inserção de parâmetros para a envoltória, para os sistemas de iluminação e aquecimento de água e para as dimensões dos ambientes internos. A intenção foi a melhoria do desempenho energético e conforto térmico e luminoso. A partir de simulações e equações, estabeleceu índices específicos para o clima da cidade.
Caderno de Encargos para E.E. em Prédios Públicos Rio de Janeiro BUSON (1998) Brasília-DF	Aborda itens como iluminação artificial e condicionamento de ar, projeto de arquitetura, diagnóstico energético e compra de equipamentos, bem como a análise do uso de fontes alternativas de energia. É um
TOLEDO (2001) Maceió-AL	Avaliação dos vãos de iluminação natural dos compartimentos residenciais, das dimensões de reentrâncias e recuos nas fachadas que possuem aberturas e dos afastamentos mínimos entre edificações.
CÂNDIDO (2006) Maceió-AL	Ventilação Natural e Desempenho Térmico em dormitórios. Comprovou que o critério de área de piso não é adequado para dimensionar as aberturas, pois é importante considerar a orientação, renovação de ar e tipo de esquadria.
RIBEIRO e CARAM (2006) Ribeirão Preto-SP	Análise das tipologias de esquadrias de edifícios comerciais na distribuição do fluxo de ar, considerando a área de abertura especificada pelo Código de Obra. Utilizou o software PHONENICS 3.6 e comprovou a inadequação da legislação.
CARLO, PEREIRA e LAMBERTS (2004) Recife-PE	Estudo comparativo entre as recomendações do método de Mahoney, as normas da ABNT para conforto ambiental e o código de obras da cidade. Foram também analisados alguns edifícios recentemente construídos para retratar o panorama atual em relação às questões de conforto térmico.
Dissertações: visão específica de uma parâmetro	Análise de iluminação natural e influência no gasto energético. Foram simulados protótipos de edificações comerciais no programa DOE2.1-E e de ambientes internos destas edificações no programa Apolux. O resultado final indicou que a revisão do Código de Obras tem um potencial de redução no consumo de energia em edificações de escritórios que variou de 9% a 21%.

Visão de avaliação por desempenho	DUARTE, BRANDÃO E PRATA Mogi das Cruzes-SP	<p>Proposta de inserção de conceitos de conforto ambiental, iniciativa da Secretaria de Planejamento do Município, com a intenção de elaborar código que tenha avaliação por desempenho e não normativo. Foram propostos recuos diferenciados para cada orientação, coeficientes de aproveitamento, dimensões mínimas das aberturas para ventilação e iluminação e avaliação do edifício por procedimentos simplificados (tabelas com critérios) para edifícios de grande porte.</p>
--	---	--

Na maioria das pesquisas foi citada a dificuldade de transposição dos índices técnicos para a prática profissional e adoção nos códigos de obra. Destacam que os índices não garantem a qualidade a que se propõem. Em alguns casos, a metodologia para dimensionamento, como é o caso de iluminação e ventilação, é inadequada. Existe uma urgência na revisão da legislação, assim como no processo de aprovação dos projetos. É fundamental que os índices técnicos sejam incorporados ao texto dos códigos, e também aplicados pelos projetistas e verificados pelos analistas de aprovação de projeto. Isso porque atualmente já existem parâmetros na legislação que não são considerados no processo, devido a sua impossibilidade de verificação.

Existe uma carência de abordagem de todos os parâmetros, uma visão sistêmica para proposta de revisão dos códigos de obra. É importante para averiguação da influência que um parâmetro também exerce sobre o outros, pois a revisão de um índice isolado pode prejudicar o desempenho de outro.

As melhores iniciativas pesquisadas foram do trabalho conjunto entre o poder público (prefeitura e secretarias municipais) e pesquisadores das universidades, como no caso de Salvador e Mogi das Cruzes e os modelos do IBAM e da prefeitura do RJ.

É importante a integração dos agentes para que haja um trabalho colaborativo na produção de um código realmente aplicável, com a participação das entidades de profissionais, empreendedores, construtoras e usuários.

Os códigos de obra estão muito defasados em relação à prática profissional dos escritórios de projetos, dentro do processo construtivo, que buscam a otimização dos prazos e procedimentos e das pesquisas acadêmicas que utilizam cada vez mais os softwares de simulação, para avaliação do desempenho.

3.2.2. *O COE-DF: legislação para uma cidade singular*

A configuração espacial dos lugares, com suas edificações e espaços vazios, muitas vezes são os determinantes do caráter, da identidade e da singularidade. É importante salientar que essa morfologia pode ser determinada pelas normas e legislações municipais que estipulam as dimensões, afastamentos, alturas, aberturas, atividades, sistemas construtivos, eixos de circulação, principalmente em cidades projetadas, onde tudo nasce de uma intenção de organização espacial do urbanista.

A própria interação do espaço construído com o ambiente natural pode ser definida pelas normas e legislações. A quantidade de espaços verdes, a permeabilidade do solo, a rugosidade das edificações determinam a qualidade, o conforto térmico e o bem-estar emocional do usuário. A luz, os ventos, a radiação e a umidade serão afetados pelas determinações da configuração do espaço urbano.

Em Brasília, toda a espacialidade, ou seja, a relação dos cheios e vazios, dos elementos definidores do espaço, foram frutos de um traçado regulador, de uma composição dos volumes na formação de um novo conjunto com significado próprio. Os elementos individualmente (edifícios, afastamentos, materiais, circulação, vegetação, etc) configuraram as fronteiras e vazios e permitem a noção de lugar.

A singularidade da cidade é notada por qualquer visitante, que percebe a diferenciação espacial, uma das razões que levaram a UNESCO, ao promover o tombamento, reconhecer e outorgar a qualificação de patrimônio histórico e cultural da humanidade. Lúcio Costa definiu os espaços e as relações entre todos os elementos para determinar a organização morfológica da cidade e como ela seria percebida pelo observador. A distinção dos espaços, com suas alturas e espaçamentos próprios, permite legibilidade e interpretação dos seus significados específicos. A cidade foi concebida em função das escalas monumental, residencial, gregária, e bucólica. O jogo dessas três escalas é que lhe dá seu caráter próprio e definitivo. (COSTA, 1995)

A legislação torna-se então, fundamental para a preservação da composição espacial da cidade, além das questões bioclimáticas e de conforto térmico e eficiência energética. O conceito do projeto de Brasília, com sua divisão funcional e morfológica, influenciou a configuração espacial das outras 26 Regiões Administrativas do DF. O plano original de Lúcio Costa trazia diversas orientações, determinações e exigências quanto às características das edificações a serem construídas em Brasília. Foram as primeiras regulamentações da nova capital, que posteriormente influenciaram na criação das plantas de cadastro e gabarito. Só mais tarde surgiram legislações para as edificações separadas das plantas, resultados de

decisões do Conselho de Arquitetura e Urbanismo (CAU), criado para dispor sobre as construções no DF.

O primeiro Código de Brasília, de 1967, dispunha sobre zoneamento, edificações, licenciamento e fiscalização de projetos e execução de todas as obras públicas e privadas da cidade. Editado durante a ditadura militar, o código permitia uma maior participação de empreendedores privados na construção de Brasília, o que resultou num maior número de edifícios dirigidos para o mercado imobiliário. Em 1980 o código sofreu a primeira revisão, quando foi atualizado e normas complementares foram incorporadas.⁵ Existia a intenção de atualização do código a cada ano, com as novas normas e decisões, o que não aconteceu. Apenas em 1989 o código foi revisado e passou a ter normas separadas em duas categorias: Normas Relativas a Atividades (NRA) e Normas Gerais de Construção (NGC). Esta revisão, de forma errônea, incorporou os valores mais utilizados, pressupondo que a repetição do índice seria um reflexo de um provável acerto.

O código passou por outra revisão, em 1998, que resultou numa legislação para todo o Distrito Federal, mais permissiva, uma contradição em se tratando de uma cidade tombada. O COE-DF de 1998, ainda em vigor, segue a estrutura e texto básicos da maioria dos códigos brasileiros, mas, traz uma particularidade: possui dois textos complementares (a lei e o decreto), o que dificulta o entendimento e o rápido acesso à informação.

Atualmente o DF conta com as Normas de Gabarito (NGB), que dispõe das particularidades de cada setor ou cidade do DF, não detalhadas no COE-DF. A objetividade das NGBs supera a formatação burocrática do COE-DF e na prática tem sido a legislação mais utilizada para a aprovação dos projetos. Em muitos casos, são definidos parâmetros específicos nas normas locais, que contradizem o COE, e são inúmeros os casos que devem ser julgados pela Comissão Permanente do Código de Obras e Edificações (CP-COE), da Secretaria de Urbanismo e Meio Ambiente (SEDUMA). Segundo a CP-COE, o código será revisado novamente este ano.

3.3. Parâmetros para análise do COE-DF

O desempenho termo-energético das edificações depende de uma complexa relação entre vários parâmetros, que precisam ser avaliados simultaneamente na elaboração do projeto, para garantia da qualidade bioclimática e redução do consumo de energia. (MASCARÓ, 1992; FROTA, A. B.; SCHIFFER, 2003)

Para cada cidade, os condicionantes locais e as diretrizes bioclimáticas devem ser considerados na elaboração do projeto arquitetônico. Todos os parâmetros que influenciam no desempenho termo-energético também se influenciam entre si, o que comprova a importância da visão global do objeto arquitetônico, e não apenas uma abordagem específica. Para garantir a qualidade das edificações construídas, os códigos de obra devem também abordar todos esses parâmetros ou algum aspecto do desempenho bioclimático e termo-energético será negligenciado: implantação, forma, orientação, função, materiais, abertura (ventilação e iluminação), proteções solares e geometria dos ambientes.

3.4. Análise do COE-DF

A partir do referencial teórico, da definição dos parâmetros de análise, foi diagnosticada a situação atual do COE-DF para propor diretrizes para inserção de conceitos bioclimáticos, conforto térmico e eficiência energética. Primeiramente foi avaliado como os parâmetros que mais influenciam no desempenho bioclimático e termo-energético estão incorporados no COE-DF, a partir de uma avaliação geral, necessária, antes do foco nos artigos específicos. Assim os parâmetros de análise foram sistematizados de acordo com a abordagem no COE-DF:

Tabela 2: Abordagem do COE-DF quanto aos parâmetros de análise bioclimática e termo-energética

Parâmetro	COE-DF		Observações
	Aborda	Não Aborda	
Implantação	nA		O COE-DF limita-se aos afastamentos mínimos genéricos. Importante avaliação do impacto da incidência da radiação solar no clima próximo da Terra, que é proporcional à elevação dos edifícios e aos espaços entre eles, isto é, à proporção W/H, que deve ser específico de cada setor/cidade do DF. Necessária a revisão também das NGBs nos aspectos bioclimáticos.
Forma	nA		É definida pelas NGBs (afastamentos, taxas de ocupação, altura, etc) sendo que

⁵ Mais de 100 Decisões e Decretos foram incorporados a esta nova publicação, além das normas do Correio e Telégrafos, Secretaria de Finanças, IAPAS e os decretos e normas do CONFEA e CREA, NOVACAP e TERRACAP. (BUSON, 1998, p. 11)

		estas não fazem referências se os limites da forma estão condicionados ao clima local.
Orientação	nA	Não existe qualquer menção referente à orientação, nem como diretriz para o DF.
Função	Ai	A abordagem é mais quanto à definição dos tipos de edificação em função do uso. Alguns parâmetros são abordados de forma específica (ventilação, iluminação e dimensionamento), mas poderiam ter mais especificidades em relação aos fechamentos e proteções, por exemplo.
Fechamentos Opacos	Ai	São tratados de forma superficial, e não são estipulados índices para as propriedades dos materiais.
Fechamentos Transparentes	nA	Não existe referência para os materiais transparentes como vidros, policarbonatos, etc: tipo, quantidade por fachada (PAF) e tipo de edificação.
Materiais	Ai	Abordados de forma genérica, não se fazem referências aos pisos internos e externos, quanto à transmitância, absorvância, etc.
Aberturas: Ventilação	Ai	Determinação em função da área de piso. Necessidade de atualização dos índices em função do clima local e/ou adoção de nova metodologia
Aberturas: Iluminação	Ai	Determinação em função da área de piso. Necessidade de atualização dos índices em função do clima local e/ou adoção de nova metodologia. Não é abordada a integração com a iluminação artificial, que deveria ter artigos específicos.
Proteções Solares	nA	Não são abordadas de forma específica. Apenas referencia o afastamento máximo do brise além dos limites do lote, mas não trata da eficiência do tipo de proteção, quanto à orientação ou uso da edificação.
Geometria dos Ambientes	Ai	O dimensionamento dos ambientes é definido por uso, mas os índices estão desfasados em relação às normas existentes e não são definidos em função do desempenho termo-energético.

Ai: Abordagem insuficiente, necessidade de revisão dos índices propostos e/ou inclusão de novos

nA: Não é abordado, necessidade de inclusão ou revisão conjunta com outras legislações urbanas.

De forma geral, percebe-se a limitação do COE na abordagem de todos os parâmetros, principalmente implantação, orientação e forma, o que já confirma a importância de pesquisas para a revisão conjunta das legislações urbanas, para abordar a criação do espaço arquitetônico de forma integrada, o que é necessário para alcance do conforto ambiental e eficiência energética.

Assim, foi possível analisar os artigos específicos do COE-DF em relação aos parâmetros: fechamentos opacos (paredes externas e cobertura), aberturas para ventilação e iluminação e geometria dos ambientes.

Os fechamentos opacos e materiais constam no código em forma de texto, distribuídos em artigos. Já a ventilação e iluminação estão presentes no texto de artigos e principalmente na determinação dos vãos de abertura, em tabelas de anexo e desenho de prismas e saliências da edificação. O dimensionamento dos ambientes é determinado em tabelas, segundo o uso do compartimento.

Por isso, para a análise dos artigos do COE-DF, foi sistematizada em tabela, colunas específicas para: 1) os textos do Artigo, 2) influência do aspecto tratado no artigo no bioclimatismo e eficiência energética e 3) observações sobre a situação atual do código, com sugestões.

Os artigos do COE-DF, da lei e decreto, que tratam do mesmo assunto foram agrupados para a análise. Foram selecionados os de maior relevância para a análise proposta.

Para entendimento da influência do artigo no desempenho bioclimático e energético, estes dois grandes temas, foram subdivididos em: Conforto Térmico, Iluminação Natural, Envoltória, Iluminação Artificial e Ar Condicionado, por serem os aspectos mais significativos identificados no desempenho da edificação.

Para a análise dos anexos que tratam do dimensionamento dos vãos de abertura e geometria dos ambientes, concentrou-se na avaliação dos ambientes de permanência prolongada (que exigem condições de conforto) e foi inserida uma coluna com sugestões de novos valores, de acordo com as normas e bibliografia pesquisada.

O COE-DF trata dos materiais da envoltória de forma muito genérica (paredes e cobertura), sem especificar índices técnicos para obtenção de conforto térmico e luminoso, apesar de no texto da lei/decreto ser exigido o conforto (Art. 78). É necessária uma revisão em relação às normas ABNT existentes que tratam das características dos materiais para cada tipo de edificação. Dentro do COE-DF deveriam ser especificados os índices técnicos dessas normas para facilitar a aplicação e consulta. Também impediria divergências entre as legislações.

Tabela 3: Índices para paredes externas, presentes nas legislações de desempenho termo-energético

Habitação Coletiva (até 5 pavimentos) HC	Transmitância e Absorvância	NBR 15575-4: $U \leq 3,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ para Absorvância $\alpha \leq 0,6$ NBR 15575-4: $U \leq 2,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ para Absorvância $\alpha > 0,6$
	Capacidade Térmica	NBR 15575-4: $CT \geq 130 \text{ kJ/m}^2\text{K}$
Habitação Unifamiliar HU	Transmitância	NBR 15220-3: $U \leq 2,20 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Atraso Térmico	NBR 15220-3: $\phi \geq 6,5 \text{ horas}$

	Fator de Calor Solar para vedação opaca	NBR 15220-3: FSo≤3,5%
Edificações Comerciais, Serviço e Públicas EC	Transmitância	RTQ-C: U≤3,7 W/m ² .K, para níveis A, B, C e D
	Absortânciā	RTQ-C: α<0,4, para níveis A e B.

O importante na exigência destes índices é que também existam métodos rápidos e objetivos de cálculos e verificação destes valores. Isso, para que não sejam incorporados à legislação, mas não sejam aplicados nos projetos e nem verificados na aprovação, pela impossibilidade de cálculo. Tabelas com os principais materiais e os respectivos índices, além de softwares, podem ajudar nesse processo.

3.5. Diretrizes para revisão do COE-DF

A partir da análise da bibliografia, onde foram identificados os parâmetros e possíveis metodologias, e a avaliação dos artigos e índices encontrados no atual código, foi necessário sistematizar a viabilidade de inserção de conceitos bioclimáticos e termo-energéticos no COE-DF e como seria possível esta implementação.

Assim, cada parâmetro estudado foi analisado quanto à inserção como índice técnico com limitações e/ou diretrizes de projeto.

Tabela 4: Análise do modo de inserção do parâmetro no COE-DF

Parâmetro	INSERÇÃO NO COE-DF		Observações
	Índices	Diretrizes	
Implantação	X		Depende da revisão das NGBs.
Forma	X		Depende da revisão das NGBs.
Orientação	X		Depende da revisão das NGBs.
Função	X	X	Revisar os índices de ventilação, iluminação e dimensionamento, em relação ao uso e inserir índices para os fechamentos e proteções.
Fechamentos Opacos	X	X	Inserir índices das normas, com método de avaliação do conforto térmico exigido ou exemplos de sistemas construtivos adequados.
Fechamentos Transparentes	X	X	Inserir índices com relação ao Fator Solar dos Vidros e porcentagem de aberturas nas fachadas (PAF), de acordo com o uso de edificação.
Aberturas: Ventilação	X	X	Separar o dimensionamento de ventilação do de iluminação. Atualizar os índices em função do clima local, adoção de nova metodologia, baseada na troca de ar, além de especificar os tipos de esquadrias e os vãos livres para ventilação.
Aberturas: Iluminação	X	X	Atualizar os índices em função do clima local, e abordar a integração da luz natural e artificial, em artigos específicos. Aprovar o projeto luminotécnico para grandes edificações.
Proteções Solares	X	X	Estabelecer índices de proteção para os vidros, de acordo com a orientação e tipo de uso da edificação.
Geometria dos Ambientes	X	X	Revisar as dimensões estabelecidas, de acordo com as normas existentes. Fazer estudo para limitação da profundidade dos ambientes em função do desempenho termo-energético.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

Percebe-se que é possível inserir os parâmetros no COE-DF, mesmo que a princípio sejam diretrizes de projeto, pois dependem de novas metodologias de aprovação de projeto ou revisão de outras legislações, como as NGBs.

Espera-se, com esse diagnóstico do Código de Obras do Distrito Federal contribuir para promover uma melhoria na qualidade ambiental dos projetos arquitetônicos aprovados em Brasília. As diretrizes para a revisão devem ser o ponto de partida para discussões do poder público com as instituições e profissionais que podem colaborar com a equipe técnica responsável pela elaboração do novo código.

Acredita-se também que a revisão do COE-DF e a inclusão de parâmetros bioclimáticos e termo-energéticos promovam uma alteração positiva na forma de projetar dos arquitetos atuantes na cidade, pois estes terão que se adaptar e adequar seus projetos aos novos conceitos de aprovação, que envolve a redução dos impactos ambientais, preservação dos recursos energéticos e qualidade ambiental para os usuários.

Como visto, é possível revisar os artigos, com uma atualização e/ou inclusão de valores de índices e parâmetros já regulamentados. Para isso, é importante que os projetos sejam devidamente especificados para serem avaliados na aprovação e que tenham metodologias de análise apropriadas.

Os anexos podem ser grandes referências para a adequação dos projetos aos condicionantes locais,

ou mesmo a elaboração de um Caderno de Boas Práticas Projetais, que de forma mais prática e direta auxilie no cumprimento do código e no bom desempenho bioclimático e termo-energético. Os dados climáticos de Brasília e suas diretrizes bioclimáticas podem ser organizados em tabelas e desenhos educativos.

A metodologia de aprovação dos projetos deve ser mais eficiente, ágil e incorporar novos sistemas informatizados para a otimização do tempo de avaliação, como sites interativos e softwares de análise e preenchimento dos formulários. A forma de análise dos projetos está muito atrasada frente aos avanços tecnológicos, já incorporados pelo mercado e pelas pesquisas acadêmicas, o que distancia os estudos e prática projetual do sistema de avaliação dos órgãos competentes.

Assim, a iniciativa de criação de um modelo padrão de código de obra e metodologia de análise de projeto torna-se interessante para homogeneizar conceitos e utilizar os mesmos parâmetros, mas deve também incorporar uma metodologia de análise e aprovação, para efetivamente criar um código de obras eficiente tanto na exigência dos índices quanto na aplicação destes.

Todas estas alterações serão possíveis, se as responsabilidades de adoção dos novos parâmetros e metodologia de aprovação dos projetos forem assumidas por todas as partes, para em longo prazo termos significativas mudanças no projetar.

5. REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15220-1. **Desempenho Térmico de edificações: Parte 1: definições, símbolos e unidades.** Rio de Janeiro, 2005
- BUSON, M.A. **Porque minha janela tem 1m²?** Dissertação de Mestrado para FAU-UnB, Brasília, 1998.
- CARLO, J. GHISI, E. LAMBERTS, R. MASCARENHAS, A. C. **Eficiência Energética no Código de Obras de Salvador.** ENCAC, 2003.
- CÂNDIDO, C.M. **Ventilação Natural e Códigos de Obras: uma análise das tipologias de aberturas nos edifícios de escritórios em Maceió.** Dissertação de Mestrado, UFAL, Maceió, 2006.
- COSTA, L. **Registro de uma vivência.** São Paulo: Empresa das Artes, 1995.
- FERNANDES, J. T. **Código de Obras e Edificações do DF: inserção de conceitos bioclimáticos, conforto térmico e eficiência energética.** Dissertação de Mestrado, FAU/UnB, Brasília, 2009
- FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R.. **Manual de Conforto Térmico.** Ed. Studio Nobel, 7^a ed., São Paulo, 2003.
- HORTA, C. **Eficiência Energética dos Edifícios: O Novo Enquadramento Legislativo. Urbanismo Sustentável e Eco – Arquitectura,** Lourinhã, Portugal, 2006.
- IBAM/PROCEL. BAHIA, S. **Modelo para elaboração de código de obras e edificações.** Rio de Janeiro, 1997
- INMETRO. **Regulamento técnico da qualidade para eficiência energética de edifícios comerciais, de serviços e públicos, 2009.**
- MASCARÓ, Juan Luís. **Incidência das variáveis projetivas e de construção no consumo energético dos edifícios.** Sagra, Porto Alegre, 1992.
- RCCTE _ Decreto-Lei n.º 80/2006 de 4 de Abril. Regulamento das Características de Comportamento Térmico de Edifícios, Portugal, 2006.
- ROMERO, M.A.B. **Princípios Bioclimáticos para o Desenho Urbano,** ProEditores, São Paulo, 2000.
- TOLEDO, M.A. **Ventilação Natural e Conforto Térmico em dormitórios: aspectos bioclimáticos para uma revisão do Código de Obras de Maceió.** Dissertação de Mestrado para UFRS, Porto Alegre 2001.