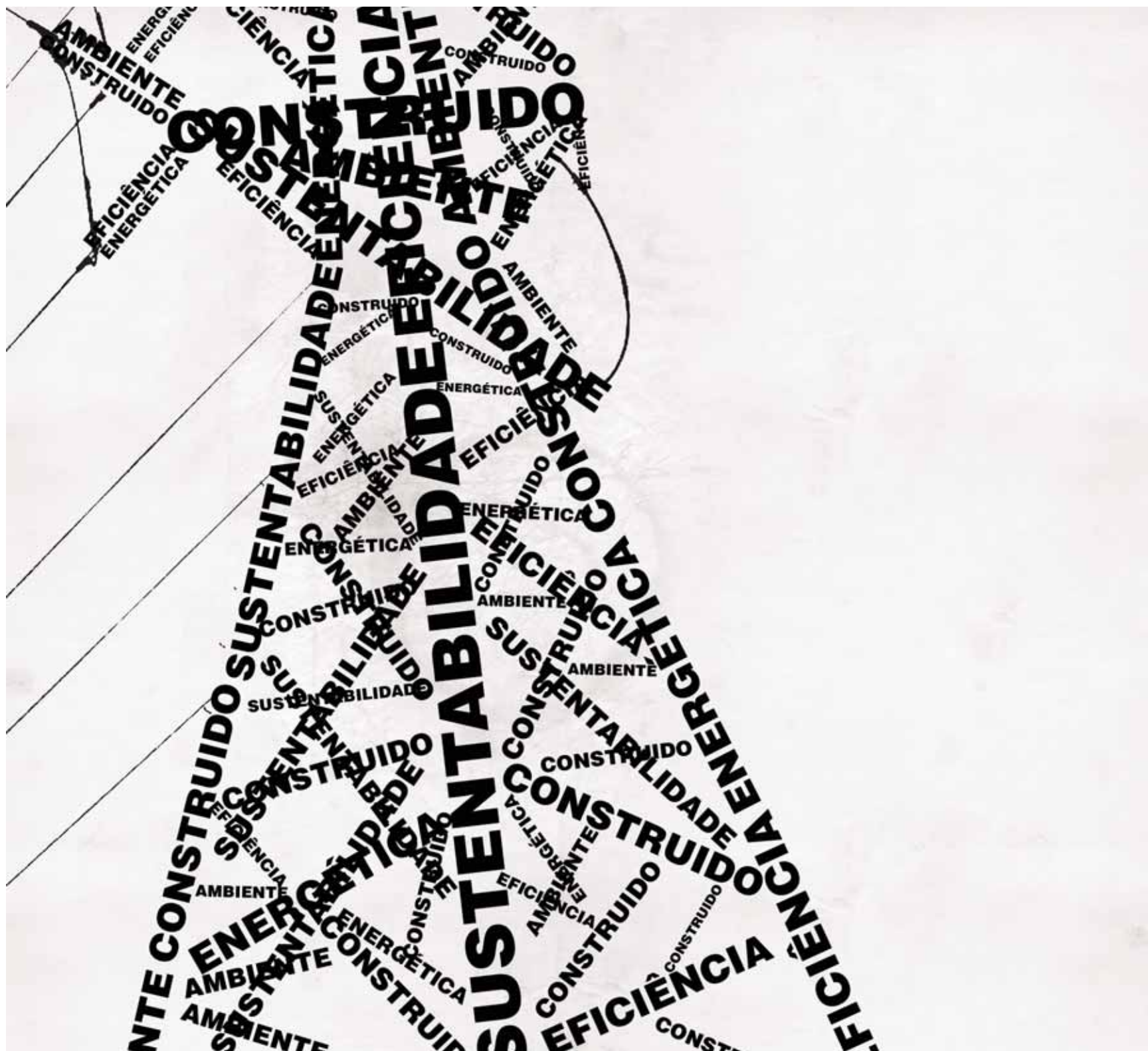




SUSTENTABILIDADE E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO

BELOHORIZONTE2009



**SUSTENTABILIDADE E
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA
NO AMBIENTE CONSTRUÍDO**

BELOHORIZONTE2009





POR UM MUNDO SUSTENTÁVEL

Em tempo de mudanças climáticas, aquecimento global e aumento no custo de energia é fundamental que haja uma mudança de paradigma no setor construtivo, para que possamos minimizar o impacto ambiental das obras, visando economia e a conservação dos recursos naturais.

Para termos um mundo saudável precisamos garantir uma produção eficiente, que aliada à preservação ambiental e ao consumo responsável de energia, forme esse delicado equilíbrio onde reside a chance de sobrevivência da humanidade.

As profissões tecnológicas têm um importante papel a desempenhar nessa busca, pois só com o pleno uso do conhecimento tecnológico encontraremos as alternativas de produção e consumo sustentáveis e justas. Nossa responsabilidade advém, também, do impacto ambiental que nossas ações causam. Impacto que pode ser reduzido no uso dos recursos e no reaproveitamento dos resíduos, no controle do desperdício e no direcionamento produtivo.

Ao publicar a cartilha Sustentabilidade e Eficiência Energética no Ambiente Construído, o Crea-Minas tem por objetivo informar, debater e contribuir para o melhor desempenho de nossas profissões, sempre almejando um mundo solidário e duradouro.

Gilson Queiroz – Presidente do Crea-Minas

APRESENTAÇÃO

Durante quase toda a história da humanidade, conviveu-se com a ideia de um mundo de recursos inesgotáveis. Também se acreditava que a interferência das sociedades em seus destinos era limitada e que um poder maior controlava os destinos e desígnios de todos.

Hoje sabemos que a disponibilidade de recursos no mundo não é ilimitada e que os destinos da humanidade têm que ser resolvidos por ela mesma e a única forma de fazê-lo de forma equilibrada é com o conhecimento e a utilização racional desses recursos. Neste sentido, uma observação das práticas adotadas até hoje nos capacita a dizer que devemos mudar. É imperativo. As cadeias produtivas precisam se integrar de forma que a exploração de recursos que agora sabemos, são esgotáveis, seja feita de forma mais consciente e menos impactante.

Assim, essa cartilha pretende ser um informativo de conhecimentos e práticas que possam contribuir para a mudança nos paradigmas que, caso não sejam revistos, nos conduzirão fatalmente à escuridão.



Foto: Alba

O PAPEL DOS PROFISSIONAIS DO SISTEMA: CONSCIENTIZAÇÃO, ATUALIZAÇÃO E CAPACITAÇÃO PROFISSIONAL

A questão da sustentabilidade e da eficiência energética é estimulante e complexa dada a sua natureza, que permite articulação a partir de uma grande diversidade de campos do conhecimento. Entretanto, é preciso que este exercício não se submeta aos vícios da visão econômica de mercado, num mundo de “oferta” e “procura”. A tarefa de contabilizar condições de sustentabilidade não pode, pois, correr o risco de reduzir a realidade a números, numa equação de gráfico cartesiano. A ética da justiça, da sobrevivência, da equidade e da cooperação deve se sobrepor à lógica do mercado.

Há, hoje, significativa preocupação com a mudança de paradigma, buscando melhoria dos processos de configuração do ambiente construído, analisando a fundo sua dinâmica através de métodos de análise de ciclo de vida (ACV), de gestão da construção, da operação e da deposição, com redução do desperdício, otimização dos processos construtivos, melhoria da eficiência energética.

Cabe ao profissional estar sintonizado com as novas demandas e processos requeridos para que se faça face a estas questões. E cabe ao sistema fornecer informação sobre estas tendências. É neste sentido que esta cartilha é lançada, como ferramenta de apoio a esta necessária atualização.



Foto: Victor Morell Perez



Foto: Cristiano de Jesus

ENERGIA

Energia é a capacidade de realização de trabalho - seja para movimentar, aquecer, resfriar, iluminar, sustentar a informática, as telecomunicações - e produção dos meios necessários ao conforto humano e à produção de bens e serviços.

SUSTENTABILIDADE E ENERGIA

A sustentabilidade abrange várias dimensões: política, social, técnico-econômica e ambiental, sendo que o setor energético está conectado a todas estas dimensões. Nesta perspectiva, alguns pesquisadores entendem que níveis de suprimento energético e a sua infraestrutura interagem com o desenvolvimento socioeconômico, impactando também o meio ambiente e sua sustentabilidade. A possibilidade de desenvolvimento sustentável no setor energético é, portanto, dinâmica e implica em respostas das dimensões social, econômica, política e ambiental. Os seguintes aspectos poderiam ser identificados numa política energética baseada no desenvolvimento sustentável:

- » garantia de suprimento, através da diversificação das fontes, novas tecnologias e descentralização da produção de energia;
- » uso, adaptação e desenvolvimento racional de recursos;
- » custo mínimo da energia;
- » valor agregado a partir dos usos, gerados pela e na otimização dos recursos.

Os impactos ambientais gerados pela obtenção de energia interferem enormemente no desenvolvimento sustentável, e o entendimento deles se faz primordial para a análise de implementação de projetos e planejamentos energéticos.

UTILIZAÇÃO DE ENERGIA NO BRASIL

Em 2008, cerca de 95% da população brasileira tinha acesso à rede elétrica, com mais de 61,5 milhões de unidades consumidoras em 99% dos municípios brasileiros.

O consumo de energia é um indicador do desenvolvimento econômico e do nível de qualidade de vida de qualquer sociedade, e reflete tanto o ritmo de atividade dos setores industrial, comercial e de serviços, quanto a capacidade da população para adquirir bens e serviços tecnologicamente avançados, uma vez que automóveis, caminhões, ônibus e irrigação, entre outros, utilizam combustíveis, e eletrodomésticos e eletroeletrônicos exigem acesso à rede elétrica.

A energia elétrica foi a modalidade de energia mais consumida no país em 2007. Em função do racionamento de 2001 e das correspondentes práticas de eficiência energética adotadas, como utilização de lâmpadas econômicas no setor residencial, em 2002 o consumo de energia elétrica verificado no país, de 321.551 GWh, estava em níveis próximos aos verificados entre 1999 e 2000. A partir desse ano, porém, ingressou em ritmo acelerado de crescimento – 6,5% em 2003; 5,2% em 2004; 4,2% em 2005 e 3,9% em 2006 – o que provocou preocupações com relação à capacidade de a oferta acompanhar esta demanda crescente.

Foto: Luís Guilherme



IMPACTOS ENERGÉTICOS ASSOCIADOS AO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Consumo de Energia no Ambiente Construído

No contexto da construção civil, a fabricação de materiais é uma das principais fontes de emissões de gases poluentes. A indústria do cimento é a maior emissora de CO_2 , pois, além do uso de combustíveis fósseis para geração de energia térmica, ocorrem emissões adicionais pela calcinação de calcário durante a produção do clínquer. Assim, a fabricação de cimento acaba sendo responsável por 4% a 5 % de todo o CO_2 despejado na atmosfera por atividades humanas. A produção de alumínio consome quantidades elevadas de energia elétrica, desde o beneficiamento da bauxita e da alumina, além de também gerar CO_2 durante o processo de eletrólise, quando o oxigênio do óxido de alumínio reage com o carbono do anodo. No mesmo processo, fluoretos contidos na solução eletrolítica reagem com o carbono dos anodos produzindo perfluocarbonos, que são gases do efeito estufa de longo tempo de permanência na atmosfera.

Consumo de Energia da Construção Civil no Brasil

No Brasil há poucos registros sobre o consumo de energia no setor da Construção Civil. Os indicadores mais abrangentes e atualizados são obtidos a partir do Balanço Energético Nacional.

Em Minas, um trabalho desenvolvido pela Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais – CETEC – e publicado pelo Ministério da Indústria e Comércio, determinou os conteúdos energéticos diretos e indiretos de três edificações. Para tal, foi realizado um levantamento do consumo de energia nos setores industriais que produzem os materiais de construção. Constatou-se, entre outros resultados que, no Estado de Minas Gerais, 50% do óleo combustível consumido na época da pesquisa destinavam-se à produção de cimento, cal e cerâmica. Acrescenta-se que 45% da energia elétrica eram consumidos por outros materiais usados na construção civil, como na fabricação de ferro, aço e alumínio.

Consumo de energia por setores ligados à Construção Civil

Três setores da economia estão diretamente ligados à construção civil: comercial, público e residencial. O setor industrial e de transportes estão ligados parcialmente devido à produção e deslocamento de materiais de construção.

GERAÇÃO DE CO₂ POR SETORES LIGADOS À CONSTRUÇÃO CIVIL

Um relato detalhado das emissões de CO₂ no Brasil encontra-se no Inventário Nacional de Emissões de Gases de Efeito Estufa publicado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia. A maior parte das emissões provém das queimadas relativas à ocupação de terrenos para plantações ou pastagens. O consumo de combustíveis fósseis para geração de energia e reações químicas oriundas do processo industrial completa a natureza das fontes levantadas. Destes últimos fatores, boa parte está ligada direta e indiretamente à Construção Civil.

A tabela a seguir apresenta a participação de cada setor no total de CO₂ gerado no Brasil e suas parcelas de emissões relativas à Construção Civil. Observa-se que a participação da Construção Civil corresponde à quinta parte da geração total de CO₂, excetuando-se a parcela das queimadas. Os itens grifados, setor industrial (combustíveis) e processos industriais, apontam o total do respectivo setor.

PARTICIPAÇÃO SETORIAL DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO TOTAL DE EMISSÕES DE CO₂ NO BRASIL

Setor	Geração CO ₂ (Gg)	Total Brasil (%)	Parcela Considerada	Participação Construção civil (%)
Energia – Queima de Combustível	231408	22,5		
Setor Industrial (combustível)	74066	7,19		
Cimento	4940	0,48	100%	0,48
Ferro Gusa e Aço	37606	3,65	14%	0,51
Mineração e Pelotização	3215	0,31	nd	
Metais Não-ferrosos	3860	0,37	13%	0,05
Química	9038	0,88	nd	
Cerâmica	2501	0,24	100%	0,24
Setor de Transportes (combustíveis)	94324	9,16	nd	
Setor Residencial (combustíveis)	15176	1,47	100%	1,47
Setor Comercial (combustíveis)	1557	0,15	100%	0,15
Setor Público (combustíveis)	1962	0,19	100%	0,19
Processos Industriais	16870	1,64		
Produção de Cimento	9340	0,91	100%	0,91
Produção de Cal	4150	0,40	100%	0,40
Produção de Alumínio	1892	0,18	100%	0,18
Mudança no Uso da Terra e Florestas	776331	75,39		
TOTAL	1029706	100,00		4,58

Fonte: Inventário Nacional de Emissões de Gases de Efeito Estufa - MCT, 2005

É grande o impacto da construção civil no meio ambiente, seja pela alteração ambiental devido à ocupação de espaços, seja pelo aporte de insumos necessários ao trabalho em si, que são extraídos da natureza e utilizam grandes quantidades de matéria-prima e energia para sua fabricação. A sugestão é que se consumam materiais de menor necessidade de energia para sua produção e transporte, quando possível.

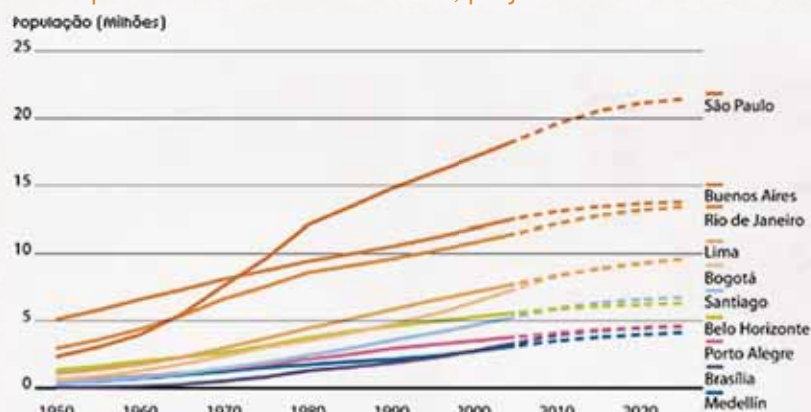
CIDADES SUSTENTÁVEIS

As cidades contemporâneas têm atingido dimensões nunca antes observadas. A população urbana mundial cresceu dez vezes na última metade do século passado, estimando-se que cerca de 65% a 70% da população mundial viverá em cidades até 2030. Boa parte dessa população habitará cidades dos países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento da Ásia, África e América Latina, regiões onde ocorrem as maiores taxas de urbanização. No caso da América Latina, já em 1990, 72% de sua população vivia em cidades, sendo esta a segunda região do mundo em densidade urbana atualmente. A figura abaixo mostra que não há tendência prevista de estabilização do crescimento nas cidades mais populosas da América do Sul nos próximos 15 anos.

O crescimento sem precedentes da população e da urbanização impõe pressões sobre o ambiente natural, tais como a exploração de recursos energéticos, a extração de materiais para as diversas indústrias, inclusive a da construção civil, a alteração e/ou destruição de sistemas naturais para a captação de água potável, produção de alimentos e disposição dos rejeitos das comunidades. O impacto das cidades sobre seus sistemas naturais de suporte tem sido bastante estudado, sendo um dos mais notáveis os efeitos adversos sobre o clima local e regional. Tais

efeitos estão basicamente relacionados às condições termo-higrométricas (conforto térmico), à qualidade do ar e à ocorrência de eventos meteóricos, como alterações locais no ritmo de chuvas, etc.

Crescimento populacional nas 10 maiores regiões metropolitanas da América do Sul, projetadas até 2025



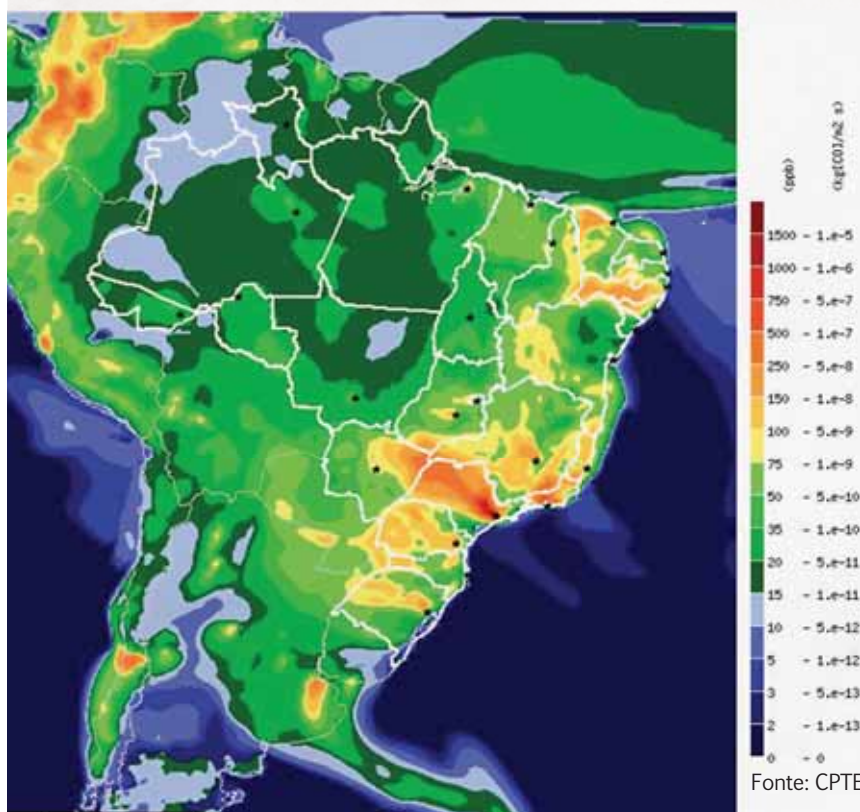
Fonte: Urban Age, 2008.

O tecido urbano e as atividades relacionadas principalmente à produção e transporte provocam alterações no balanço energético local, levando ao desenvolvimento das chamadas ilhas de calor urbano. Associadas à poluição do ar, elas não apenas trazem sérios prejuízos à saúde pública e à qualidade de vida dos cidadãos, mas criam condições atmosféricas para estender seus efeitos adversos para muito além dos limites das áreas urbanizadas. A figura abaixo mostra

a influência regional dos núcleos urbanos em relação à poluição do ar por gases do efeito estufa que, em determinadas condições sinóticas, pode atingir até outros estados e, mesmo, países vizinhos.

O baixo desempenho ambiental das cidades contemporâneas e sua contribuição à mudança climática global indicam a necessidade de se buscar novos paradigmas para o desenvolvimento urbano. Vários autores apontam os aspectos principais que

Concentração e distribuição espacial de monóxido de carbono (CO) total a 74 m de altura no dia 20/03/2009, às 12:00.



Fonte: CPTEC/INPE, Qualidade do Ar – Emissões Urbano-Industriais. Modelo CATT-BRAMS, 2009.

deveriam passar a ser considerados prioritariamente no planejamento e desenvolvimento das cidades, de modo a que atinjam melhores condições de sustentabilidade:

Controle do uso de recursos e reciclagem: por serem as maiores consumidoras mundiais de energia e matérias-primas, as cidades provocam também mais de 70% da contaminação ambiental. Para diminuir esse enorme impacto sobre os sistemas naturais, é necessário reduzir o consumo sem piorar a qualidade de vida através do aumento do rendimento da infraestrutura instalada e da produção, bem como da reutilização dos recursos, como a água, o lixo, etc., diminuindo a produção de resíduos.

Integração/recuperação da paisagem natural na cidade: a adaptação ao sítio onde se desenvolve, bem como a preservação das qualidades climáticas do local, requer o estabelecimento de um equilíbrio entre a cidade e o ambiente natural. Vários estudos indicam que o principal termo do balanço energético afetado pela estrutura urbana é o termo de calor latente, pela grande diminuição das massas vegetais, canalização de corpos d'água e rápida drenagem da água de chuva, dificultando as perdas térmicas por evaporação. Assim, grande parte do aporte de energia no sistema urbano é transformado em calor sensível, que impacta fortemente as condições de

conforto térmico. Além disso, deve-se considerar o grande potencial do paisagismo para o lazer, o desenvolvimento cultural, educacional e a valorização patrimonial das comunidades urbanas.

Aumento da eficiência energética de processos e componentes urbanos: o planejamento urbano tem uma grande influência sobre o consumo energético das cidades, seja em larga escala – no sistema de transportes –, seja em escala média – no parcelamento do solo, que impõe restrições à apropriação de fontes renováveis de energia, em função da orientação solar e aos ventos da malha urbana, seja na pequena escala – na possibilidade de adaptação ao clima das edificações e integração de espaços livres para a melhoria do clima urbano. A eficiência energética deveria ser um dos principais critérios para o planejamento da distribuição, densidade e extensão dos usos não residenciais do solo urbano. Por outro lado, critérios de acessibilidade à luz e ventilação naturais deveriam ser os limitadores da densidade e extensão dos usos residenciais. A ênfase no transporte público e no equilíbrio e complementaridade entre os vários meios de deslocamento, bem como sua adequação às condições locais – físicas, funcionais, logístico-produtivas, sociais e culturais – poderia trazer não apenas melhor eficiência energética, mas também diminuição da poluição do ar e maior humanização das áreas urbanas, visto que o volume

crescente de tráfego veicular tem se mostrado como um dos principais fatores de desagregação social nas cidades.

Combate à pobreza e à falta de infraestrutura básica: a alta velocidade de expansão das cidades de países em desenvolvimento ocorre principalmente nas áreas de periferia, onde se concentra grande parte da população, normalmente em assentamentos ilegais e carentes dos serviços urbanos mais básicos. Faz-se necessário desenvolver programas específicos para atender a esta população com fontes seguras de energia, abastecimento de água e sistemas de drenagem e de saneamento que a proteja dos elevados riscos de incêndio, inundações e enfermidades decorrentes da falta de qualidade ambiental, bem como de transporte público que melhore seu acesso à cidade. Sem o combate à pobreza e o estímulo à integração social, estas cidades não têm como alcançar as metas do desenvolvimento sustentável.

Preservação da identidade cultural: a modernização sem o rompimento da identidade dos grupos sociais urbanos em seus contextos espaciais é considerada um dos maiores desafios para o desenvolvimento sustentável. A estratificação complexa das formas urbanas ao longo do tempo dá identidade aos lugares e pode fomentar a sociabilidade, combatendo a tendência à criação de entornos anônimos e à



Foto: Murilo Cardoso

alienação do cidadão. A diversificação de usos do solo urbano pode favorecer a valorização do patrimônio histórico e cultural.

Todos estes itens concorrem para uma perspectiva integrada, onde a cidade do século XXI aparece diversa em usos, polinucleada, mais eficiente e adaptada ao sítio local e, portanto, muito mais complexa em termos de gestão e planejamento. Isto deve requerer dos profissionais de planejamento e projeto o aumento de sua capacidade para a abordagem interdisciplinar e a ampliação da visão dos problemas e potenciais de cada cidade.

De acordo com a Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas, desenvolvimento sustentável significa “atender as necessidades do presente sem comprometer a habilidade das gerações futuras de atender suas próprias necessidades”.

Derivado da evolução do pensamento e estratégias associados à preservação ambiental, o conceito de sustentabilidade tem possibilitado a aproximação com as temáticas urbanas. Assim, o conceito de cidade sustentável ou de sustentabilidade urbana vem se transformando na medida em que busca responder tanto às demandas por desenvolvimento econômico, urbano e social quanto, ao mesmo tempo, preservar e manter os recursos do planeta, garantindo a sua permanência para as gerações futuras. Na prática, estamos falando da utilização racional e planejada – baseada em estudos e diagnósticos técnicos e participativos - dos recursos e atributos, tanto urbanos como territoriais, que conformam as cidades habitáveis e produtivas, sempre tendo em vista a permanência desses mesmos recursos e atributos de forma a serem usufruídos pelas gerações do futuro. A terra ou o solo urbano constitui recurso, e, no caso das cidades maiores ou das regiões metropolitanas brasileiras, um recurso cada vez menos disponível e, consequentemente, oneroso.

Nessa mesma linha de pensamento, o acervo construído – prédios, casas, sistema viário, monumentos, igrejas, escolas, praças, etc. -, ou seja, aquilo que conforma a paisagem urbana de cada cidade passa, igualmente, a ser considerado como um recurso específico, onde se acham integrados os valores da terra, da construção e das infraestruturas agregadas. Essa percepção

é de especial importância no caso dos centros tradicionais e consolidados das grandes cidades, geralmente, áreas bem dotadas de infraestrutura e equipamentos urbanos, e que passaram por processos de desqualificação do seu ambiente, durante o período de aceleração da urbanização brasileira. A requalificação desses espaços, através da recuperação e reutilização dos imóveis construídos, da valorização das suas estruturas sociais e culturais próprias e da introdução de novas tipologias econômicas, tem se mostrado uma opção promissora dentro do contexto da administração pública urbana, visando ao resgate e preservação dos espaços e elementos construídos associados à identidade própria de cada cidade e ao fortalecimento das economias.

Em tese, poder-se-ia dizer que um empreendimento sustentável devolve ao meio onde se insere todo ou parte dos recursos que processou, garantindo assim boa qualidade de vida às populações que nele atuam

Foto: Luciano Joaquim



Foto: Nuno Morão

ou que vivam nas imediações ou na área afetada pelo projeto. Na prática, os interesses políticos impõem um alto custo às variáveis dessa relação, penalizando o equilíbrio urbano-ambiental em benefício de aspectos mercadológicos, ou de uma “sustentabilidade” apenas econômica.

Levada ao extremo, essa abordagem acaba por comprometer o recurso básico, ou seja, a própria terra. De fato, tanto o adensamento excessivo – prática intrinsecamente associada à especulação imobiliária, quanto a exploração extensiva do solo praticada pelas indústrias de mineração, entre outras, têm nos legado pesados ônus, que se verificam na perda de qualidade das áreas habitadas, no comprometimento da qualidade das águas e do solo, e na mutilação e perda das paisagens naturais.

A identificação e avaliação dos impactos decorrentes das atividades antrópicas, ou seja, das atividades exercidas pelo indivíduo e pela sociedade no contexto do território em que se reproduz, assumem importância crucial em qualquer processo de desenvolvimento que se pretenda sustentável. Mesmo a prática doméstica cotidiana, se considerada no conjunto dos milhões de unidades de moradia existentes em nossas maiores cidades, pode se apresentar como causadora de impacto sobre o conjunto dos recursos ambientais urbanos – por exemplo, o esgoto que é lançado, sem tratamento, aos cursos d'água. Na outra ponta aparecem os grandes empreendimentos – habitacionais, comerciais, de serviços, institucionais, industriais - que implicam, quase sempre, em profundas transformações e pressões sobre o meio circundante, e que demandam, por isso mesmo, a definição de medidas compensatórias e corretivas.

Nesse contexto, o planejamento ambiental urbano e territorial – onde a ênfase do planejamento desloca-se para a identificação das características que compõem o território e o aproveitamento das suas potencialidades, sempre em termos da máxima redução dos impactos resultantes das intervenções – torna-se um importante instrumento da gestão pública. Na apreciação das atividades a serem implantadas em meio urbano/territorial, devem ser considerados, minimamente, os seguintes aspectos na elaboração de um diagnóstico básico:



Foto: Kevin Jones

- os núcleos urbanos, sua diversidade e suas dinâmicas específicas;
- a qualidade da implantação no meio físico-ambiental: em relação ao sistema hídrico, aos tipos de solo, às estruturas do bioma (flora e fauna);
- as estruturas econômicas já existentes (indústrias, mineração, etc.) e os eixos de desenvolvimento econômico e social;
- a malha rodoviária / ferroviária e sua capacidade de articulação com a malha urbana;
- as dinâmicas sociais e culturais, em sua diversidade;
- as áreas de interesse de preservação;
- a presença de recursos naturais passíveis de exploração.

A sucessão de práticas que, ao longo de décadas, revelaram-se comprometedoras para o ambiente das cidades teve, ao menos, o efeito de mobilizar setores mais organizados da sociedade civil, os quais passaram a atuar no sentido de incorporar, tanto quanto possível, algumas salvaguardas e instrumentos já sancionados pelos movimentos ambientais preservacionistas, tanto no campo da legislação como no planejamento. Nesse aspecto, ressalte-se a importância da participação dos diversos segmentos da sociedade organizada que, desde 1988, e, principalmente, com o advento do Estatuto da Cidade – Lei 10.257/2001 – têm buscado aumentar a qualidade de vida nas cidades, através dos debates nas instâncias participativas de gestão pública. Como resultado, alguns avanços se registraram a partir da legislação urbanística mais recente, como a obrigatoriedade dos estudos prévios de impacto de vizinhança – no caso de intervenções potencialmente impactantes – e a sistemática dos diagnósticos que visam identificar os aspectos da dinâmica urbana.

No entanto, a maior parte dos municípios brasileiros ainda não se utilizou dos instrumentos mínimos existentes visando à maior eficácia do planejamento urbano e ambiental. Mesmo os planos diretores, tornados obrigatórios desde 2001 para os municípios com mais de 20.000 habitantes, ainda não se instituíram, de fato, nas práticas comuns de administração pública, não raro, sendo entendidos como mero formalismo

associado ao zoneamento. Mesmo as capitais estaduais assoladas por graves problemas socioambientais e em crise de sustentabilidade têm sido lentas na consideração das estratégias de recuperação das matrizes socioambientais e urbanas nos seus planos diretores, por meio de avaliações dos impactos ao meio ambiente de suas proposições de ações, por meio de processos avaliados com a participação da sociedade civil, visando o desenvolvimento futuro das cidades. Alterar essa percepção em grande escala é tarefa para a sociedade, em geral, e especialmente, para as instâncias participativas de representação, através dos conselhos e comitês.

Destaca-se também pela primeira vez em uma lei urbanística nacional, a introdução de diretrizes para a ordenação e controle do uso do solo de questões ambientais, como a poluição e degradação ambiental, o controle do uso excessivo ou inadequado do solo em relação à infraestrutura urbana, a adoção de padrões de produção de bens e serviços e de expansão urbana compatíveis com os limites de sustentabilidade ambiental, social e econômica do município e do território sob sua área de influência, bem como a preservação, conservação e proteção do meio ambiente natural e construído. Além dessas diretrizes, são instituídas as unidades de conservação, o zoneamento ambiental e os estudos prévios de impacto ambiental (EIA) e de impacto de vizinhança (EIV).

REPENSANDO AS CIDADES

As cidades são, potencialmente, territórios com grande riqueza e diversidade econômica, ambiental, política e cultural. O modo de vida urbano interfere diretamente sobre o modo que estabelecemos vínculos com nossos semelhantes e com o território. É preciso construir um modelo sustentável de sociedade e vida urbana, baseado nos princípios da solidariedade, liberdade, igualdade, dignidade e justiça social.

A sustentabilidade diz respeito à permanência, à vida futura e ao reconhecimento de nosso lugar no mundo. Nas cidades, a ideia de sustentabilidade não se dissocia do direito à cidade. Assim, aos direitos humanos (direito ao trabalho e às condições dignas de trabalho, a uma vida em família, à alimentação e ao vestuário, à saúde, à água, à moradia, à educação, à cultura,

à participação política, à reunião e manifestação, à segurança, à convivência pacífica) somam-se os direitos coletivos: ao meio ambiente, à participação no planejamento e na gestão das cidades, ao transporte e à mobilidade, à justiça.

A cidade é o território onde a consecução desses direitos ganha expressão como forma de assegurar a distribuição e o uso equitativo, universal, justo, democrático e sustentável dos recursos, das riquezas, dos serviços, dos bens e das oportunidades da vida em sociedade. Uma cidade sustentável é aquela em que as possibilidades do futuro não são aniquiladas pelas necessidades do presente, cuidadosa no uso de seus espaços e na expansão sobre o território, generosa com seus habitantes.

A cidade é também o palco das disputas e dos interesses diversos de seus agentes. O equilíbrio entre os objetivos sociais, culturais, ecológicos, ambientais, espaciais, econômicos e políticos em uma perspectiva de futuro, norteados pelos princípios da sobriedade e da solidariedade, é tarefa de todos os cidadãos na redução das desigualdades, na eliminação da miséria, na preservação do patrimônio ambiental e cultural e na construção de uma cidade para todos.

Foto: Andre Kenji de Sousa



SÃO MUITOS OS ASPECTOS A CONSIDERAR NA “ECOLOGIA URBANA”

Mobilidade e transporte

Para tornar a cidade acessível a todos, é preciso privilegiar o pedestre e o ciclista e dar prioridade ao transporte coletivo.

Clima urbano e qualidade do ar

Para melhorar a qualidade do ar e amenizar o microclima das cidades é preciso expandir a oferta e melhorar a qualidade do transporte público; restringir o uso do transporte individual motorizado; regulamentar a produção e o uso de veículos; reduzir e controlar a produção de resíduos voláteis; aumentar a permeabilidade do solo; preservar, adequar, distribuir e aumentar a arborização; regular o adensamento urbano de forma a não bloquearem-se os canais de ventilação, incentivar, regulamentar e controlar o uso de materiais adequados nos edifícios; monitorar a poluição do ar e tornar disponível a informação necessária para decisões e escolhas adequadas pelos cidadãos.

Vegetação urbana

A qualidade da vida urbana está estreitamente ligada à qualidade da arborização da cidade, que contribui para a absorção da poluição atmosférica, o sombreamento, a proteção contra o vento indesejável, o conforto microclimático, o controle da poluição sonora, a ambientação para a vida silvestre, a regularização hídrica e a estabilização do solo. Um resultado importante de

uma bela e pujante vegetação urbana é o maravilhamento, que desperta o espírito e a delicadeza humanos.

Mas existem obstáculos a enfrentar no cuidado com a vegetação: solos compactados e contaminados por resíduos sólidos, despejos residenciais e industriais; a deterioração da qualidade do ar; os conflitos entre a arborização e a rede elétrica; a inadequação da iluminação pública e do mobiliário urbano; os desenhos urbanos efêmeros; a manutenção inadequada e a inversão de prioridades.

Águas superficiais

As enchentes causadoras de terríveis catástrofes urbanas costumam ser resultado da ocupação inadequada do solo: impermeabilização e compactação do solo; ocupação das cabeceiras; ocupação de áreas inundáveis; assoreamento; entupimento dos canais de drenagem, naturais e construídos; canalização e retificação de córregos.

A água no ambiente urbano, vista muitas vezes como problema, pode ser, ao contrário, a solução e a responsável pela qualidade dos lugares. A ideia de renaturalizar os córregos, devolvendo-lhes a vida e fazer deles parte ativa do desenho urbano é preciosa para as cidades.

Paisagem urbana

O sentido de pertinência das pessoas depende das possibilidades de orientação e de identificação que

os espaços urbanos oferecem cotidianamente, pois o desenho da cidade não é apenas o seu traçado original, ou a primeira forma de seus edifícios, mas acompanha sua evolução e suas mudanças ao longo do tempo. Assim, a preservação e a visibilidade dos marcos naturais, dos lugares memoráveis e das referências urbanas contribuem para a legibilidade da cidade e para que as pessoas nela se reconheçam.

Os percursos, a identificação dos limites dos bairros, a forma e o desenho das esquinas e das calçadas, os espaços públicos, o mobiliário urbano, a arborização, os modos típicos de transporte, a forma e as características da arquitetura compõem a paisagem e a identidade da cidade.

Ambiente sonoro

O ambiente sonoro urbano é também responsável pela percepção ampliada dos lugares. O som equilibrado da água, dos pássaros, do vento e da vegetação contribui para o desenvolvimento sensorial e para a diminuição da tensão e do cansaço.

Espaços livres

Os espaços livres são elementos importantes na ecologia urbana. Além de configurar a imagem da cidade, eles permitem pausas nos percursos cotidianos, agregando percepções e ampliando a gama de escolhas individuais. São como as pausas na

música, ou o silêncio nas conversas. Redimensionam, dão valor, diferenciam. Permitem visualizar porções mais generosas do céu, podem ser sombreados ou ensolarados, calmos ou movimentados.

Arquitetura adequada

Os edifícios têm grande responsabilidade na qualidade ambiental das cidades, desde a escolha dos materiais e técnicas construtivas até o desenho e sua forma de operação e de manutenção.

O edifício deve ser desenhado para minimizar o uso dos recursos naturais e, ao fim de sua vida útil, fornecer recursos para outra arquitetura, optando por materiais produzidos com baixo custo ambiental, com recursos renováveis e baixos índices de desperdício. Os métodos construtivos devem afetar de modo reduzido a vida dos vizinhos e transeuntes. A forma do edifício e a escolha dos revestimentos externos interferem na circulação do vento, na reflexão do calor e do ruído. Seu desenho deve respeitar os usuários e o lugar, contribuindo para uma cidade mais gentil e amigável. É possível adotar soluções que reduzam o consumo de água e energia no uso cotidiano, e exijam pouca manutenção. Por fim, os edifícios devem conviver com as eventuais alterações de uso e finalidades, através de projetos flexíveis (baixa hierarquia espacial, maior grau de interatividade, menor engessamento funcional, diversidade tipológica, adaptabilidade e ampliabilidade) e do uso de tecnologias construtivas acessíveis, que

suportem alterações posteriores, disponíveis no mercado, utilizáveis, apropriáveis, geradoras de capacidade técnica e renda, ambientalmente corretas, de fácil manutenção, respeitadas culturalmente e tecnicamente apuradas.

ASSIM, PARA SER EFICIENTE E SAUDÁVEL A CIDADE PRECISA SER...

uma cidade justa

onde a justiça, os alimentos, a moradia, a educação, o saneamento e as possibilidades distribuam-se devidamente e onde todos os habitantes sintam-se partícipes de seu governo;

uma cidade bela

onde a arte, a arquitetura e a paisagem alimentem a imaginação e renovem o espírito;

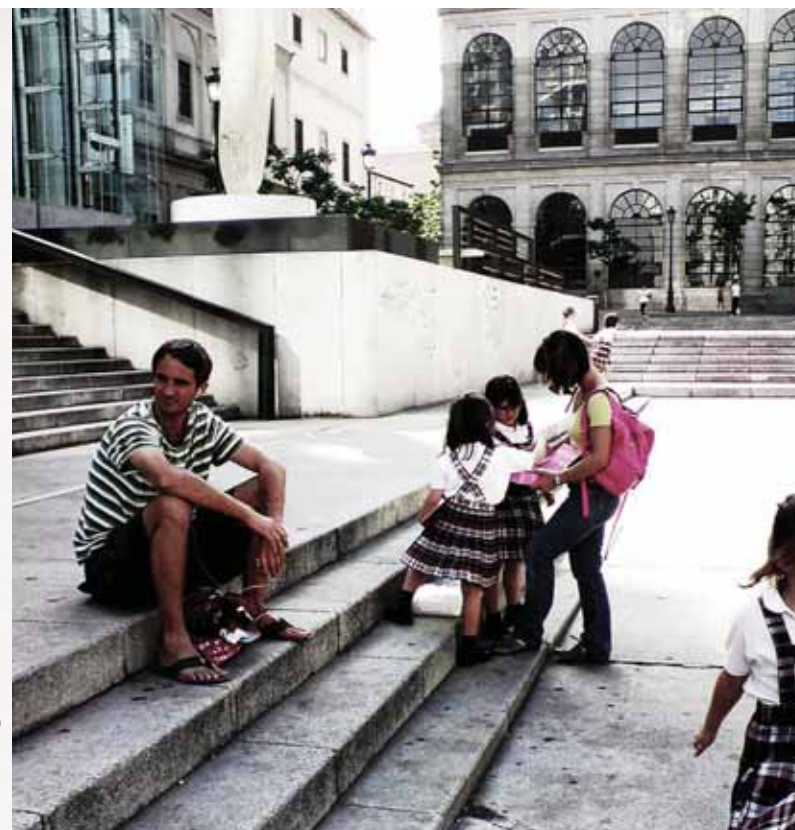
uma cidade criativa

onde a amplidão de objetivos e a experimentação mobilizem todo o potencial de seus recursos humanos e permitam rápidas respostas frente às mudanças;

uma cidade ecológica

que minimize seu impacto sobre o território, onde a relação entre o espaço construído e a paisagem seja equilibrada e as infraestruturas utilizem os recursos de maneira segura e eficiente;

Foto: Rodrigo Dionísio



uma cidade que favoreça o contato

onde o espaço público induza a vida comunitária e a mobilidade de seus habitantes, e onde a informação circule para todos;

uma cidade compacta e policêntrica

que proteja o campo em seu entorno, polarize e integre as comunidades como vizinhanças e otimize sua proximidade;

uma cidade diversa

na qual o grau de diversidade de atividades anime, inspire e promova uma comunidade humana vital e dinâmica.

CLIMATOLOGIA APLICADA À ARQUITETURA E AO URBANISMO

O conhecimento sobre o clima é um requisito básico para a concepção de um bom projeto bioclimático, seja em nível urbano ou arquitetônico. O entendimento das dinâmicas climáticas, em suas várias escalas, desde a esfera global ou macroclimática, passando pela mesoescala regional até a microescala no domínio do entorno imediato do terreno ou mesmo dentro do edifício, é o primeiro passo para garantir ao ambiente construído boas condições de habitabilidade, aliadas aos preceitos da sustentabilidade.

Noções de climatologia, considerando os efeitos cumulativos que a influência antrópica impôs ao meio ambiente, principalmente no último século, com destaque para o chamado aquecimento global, tornaram-se imprescindíveis para a atuação consciente dos profissionais que atuam na indústria da construção civil.

A primeira delas é a percepção de que as escalas climáticas estão interligadas, e que os fenômenos climáticos em nível local dependem das condições macroclimáticas e vice-versa.

Do ponto de vista global, a variável climática mais importante é a radiação solar. Sua influência é determinante na configuração climática. Qualitativamente, as radiações provenientes do sol contêm a luz visível – que determina sua importância absoluta em qualquer aplicação de iluminação natural

– mas também radiações na faixa do ultravioleta, responsável pela característica bactericida dos raios solares e radiações infravermelhas, principais responsáveis pelo aquecimento das superfícies, em função do coeficiente de absorção das mesmas. As mudanças no balanço anual de absorção e emissão da radiação solar causadas pela presença de gases poluentes na atmosfera, ocasionando um aumento do efeito estufa, são a principal causa das mudanças climáticas globais observadas atualmente,

Quantitativamente a intensidade da radiação solar, em nível macro, é determinada principalmente pela latitude, e na microescala, pelo ângulo de incidência sobre o plano considerado. A escolha do terreno, em sua relação com a topografia e os aspectos relativos à orientação solar do edifício são determinantes nesse aspecto.

Assim, o conhecimento da geometria da insolação é essencial para a sustentabilidade. Ele se desdobra em aspectos que abrangem a inclinação do eixo de rotação da Terra e a mudança dos ângulos de insolação ao longo do ano, marcado pelos solstícios e equinócios.

Ainda em nível global, outras variáveis climáticas são importantes: a altitude, os ventos e a proporção entre as massas de água e terra. Na mesoescala, fatores como a topografia, a vegetação e a taxa de impermeabilização do solo vão determinar o comportamento do clima.

Em última análise, as informações a respeito do clima são obtidas através de medições próximas à superfície, feitas em estações meteorológicas cruzadas com sofisticados modelos de cálculo numérico alimentados principalmente com fotografias e medições feitas em satélites. No Brasil, a produção deste tipo de informação fica a cargo principalmente do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, ligado ao Ministério da Agricultura. Dados climáticos podem também ser obtidos no site do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC, órgão do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, ligado ao Ministério de Ciência e Tecnologia, bem como no site do Sistema de Monitoramento Agrometeorológico - Agri tempo, órgão da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. Algumas grandes empresas, como as concessionárias de energia, também mantêm estações meteorológicas, presentes também nos aeroportos.

Entre os dados climáticos significativos para o planejamento bioclimático das cidades ou edificações, disponibilizados de maneira bastante diversa pelas instituições citadas acima, podemos enumerar: dados sobre radiação solar (horas de insolação, incidência global, direta e difusa sobre plano horizontal), temperatura (médias normais, máximas, mínimas e valores absolutos), umidade relativa, precipitações, nebulosidade e dados sobre os ventos (direção, frequência e velocidade).

No domínio da meso e microescala, podemos dizer que a complexa dinâmica de fluxos observados nos centros urbanos configura tipologias climáticas normalmente mais adversas e de amplitudes mais extremas em comparação com as áreas urbanas periféricas. Daí a relevância dos estudos sobre clima urbano, que constituem uma categoria específica dentro da climatologia aplicada.

Os climas urbanos apresentam alterações significativas em relação ao clima das áreas periféricas das cidades, devido ao grande número de fontes térmicas e ao efeito cumulativo de fatores como poluição, impermeabilização do solo, alteração do albedo urbano médio, inércia térmica dos materiais, entre outros. Nesse domínio destaca-se o fenômeno das ilhas de calor urbanas, que somado aos efeitos das mudanças climáticas globais têm contribuído para a deterioração da qualidade de vida nos grandes centros, principalmente nos países em desenvolvimento.

Ao conjunto de estratégias de planejamento urbano com base em contribuições da climatologia, visando à melhoria da qualidade de vida dos cidadãos, com adequada adaptação ao clima local, assegurando condições de conforto ambiental e otimizando o consumo energético dos edifícios podemos chamar de urbanismo bioclimático, tema tratado no tópico a seguir.



Foto: Sibileishons

CONFORTO TÉRMICO

As condições de conforto térmico são função da atividade desenvolvida pelo indivíduo, da sua vestimenta e das variáveis do ambiente que influenciam nas trocas térmicas entre o corpo e o ambiente. Além destes, outros fatores influenciam na sensação térmica, tais como: adaptação climática, idade, biótipo, sexo, hábitos alimentares, etc.

Os índices de conforto térmico procuram englobar num parâmetro, o efeito conjunto dessas variáveis. Em geral, eles são desenvolvidos fixando um tipo de atividade e a vestimenta utilizada pelo indivíduo e a partir daí relacionam as variáveis do ambiente às respostas subjetivas ou fisiológicas dos indivíduos sob a forma de gráficos, diagramas, cartas ou nomogramas, em que são delimitadas zonas de conforto térmico, conhecidos como diagramas bioclimáticos.

Em geral, os diagramas bioclimáticos são apresentadas sobre gráficos psicrométricos. Eles apresentam limites de conforto térmico obtidos empiricamente em termos de variáveis como temperatura, umidade e velocidade do ar. Esses limites são apresentados sob a forma de zonas gráficas que permitem uma análise bioclimática expedita, com indicação de estratégias de projeto, partindo-se de dados simples como médias mensais de temperatura e umidade relativa do ar.

Dentre os diagramas mais conhecidos e utilizados no Brasil podemos citar os de Olgyay (1998), Givoni (1997 e 1976) e Szokolay (1995).

SUSTENTABILIDADE NO CICLO DE VIDA DOS PROCESSOS E PRODUTOS DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL BRASILEIRA

Nas últimas décadas, assistimos ao aumento de conhecimentos concretos sobre o funcionamento da biosfera e sobre a potencialidade dos inconvenientes causados pelas atividades humanas, cujos efeitos repercutem diretamente sobre a saúde e bem-estar das pessoas. O que ocorre atualmente é que a lista de desastres ecológicos provocados pela humanidade se estendeu excessivamente e rapidamente após o advento e incremento industrial dos últimos dois séculos.

Claro que não se pode negar os benefícios trazidos pela industrialização. Contudo, tem-se também o esgotamento dos recursos naturais, o rompimento do equilíbrio da biosfera e a perturbação da dinâmica social. Políticas ambientais internas às indústrias começaram a ser implantadas, por meio do desenvolvimento de métodos de controle de gastos de energia, de produção de resíduos e de volume de matéria-prima usada.

Foi, sobretudo, após a introdução do conceito de Análise de Ciclo de Vida, ACV, com sentido ecológico, que os interesses começaram a ser mais intensos. A ideia tem origem em 1974, momento em que o instituto norte-americano Midwest Research Institute

apresenta um método de avaliação que leva em conta a matéria-prima, a energia, o consumo de água, a quantidade de poluentes aquosos e gasosos emitidos e o lixo produzido durante os processos de industrialização. Assim surge a noção de “análise de ciclo de vida”: o estabelecimento de um balanço quantitativo dos fluxos de matéria e energia trocados com o meio em uma produção ou sistema de produção ao longo do seu ciclo de vida.

Os métodos de ACV foram uma das primeiras tentativas de sistematização do exame dos fatores ecológicos na indústria de produtos, onde, claro, estão também incluídos os insumos e complementos da construção civil. Isto aconteceu, sobretudo, com a implementação, em 1996, das normas ISO 14000, que efetivamente formalizam a ideia de ciclo de vida. Aliás, se os anos 1970 foram caracterizados pela introdução dos procedimentos de “controle de poluição” e os anos 1980 foram marcados pelas ações de “planejamento ambiental”, os anos 1990 se caracterizaram pela globalização dos conceitos e por uma verdadeira iniciativa de sistematização dessas ações.



Do conjunto dessas normas internacionais, aquelas dirigidas aos produtos são as da série 14020, que trata dos selos ambientais, e as da série 14040 que tratam da análise do ciclo de vida. É importante lembrar que estas normas não são susceptíveis de certificação, sendo somente objeto de certificação a norma 14001 sobre Sistemas de Gestão Ambiental (SGA).

As normas visam aspectos ecológicos (os danos causados à água, ao ar e ao solo), mas, também, certos aspectos relativos ao mal-estar humano (a ecotoxicologia e o ruído). A normalização se aplica igualmente a certos produtos, materiais e equipamentos específicos de interesse para o meio ambiente. Por exemplo, o material de coleta de lixo (recipientes e sacos de lixo, caçambas de coleta e de transporte, etc.) e o material de tratamento lixo (incineradores).

A série ISO 14040 foi elaborada a fim de descrever os princípios de realização de ACV, comportando exigências mínimas. Não existe um método único de

ACV, mas eles devem seguir algumas fases elementares determinadas pela norma:

- definição dos objetivos e do campo de estudo;
- análise do inventário dos fluxos de matéria, de energia e de resíduo;
- avaliação do impacto do ciclo de vida;
- interpretação do ciclo de vida.

No que tange à construção e utilização dos edifícios, observa-se que estas são atividades igualmente geradoras de impactos negativos sobre o meio ambiente. Por um lado, essas atividades requerem enormes quantidades de energia, água e materiais e, por outro, geram uma grande quantidade de resíduos. Além disto, onde e como os edifícios são construídos afetam o ecossistema de diversas maneiras, criando novos ambientes, que possuem em si problemas ambientais e grandes desafios de solução.

A aplicação das ferramentas de ecodesign no ambiente construído (ou precisamente, na indústria da construção) não é diferente da de outros setores, devendo ser observados os itens pertinentes a cada método em todas as etapas do ciclo de vida: na aquisição de matéria-prima, na transformação do material e na fabricação e distribuição, no uso e na destruição do objeto e do material utilizado.

URBANISMO BIOCLIMÁTICO

A temática do urbanismo bioclimático abrange a inter-relação entre o meio natural e o ambiente urbano construído considerando princípios de Conforto Ambiental, Sustentabilidade e Eficiência Energética.

A etimologia do termo bioclimático remete a uma compreensão ecológica do fenômeno urbano. Segundo Higuera (2006), a cidade deve ser entendida como um ecossistema complexo, no qual as atividades e agrupamentos humanos constituem subsistemas. Por ecossistema entende-se uma comunidade de organismos vivos, cujo meio ambiente físico se transforma continuamente em uma dinâmica que envolve não somente sua atividade interna, mas uma rede intrincada de fluxos e intercâmbios de matéria, energia e informação.

Contudo, em um ecossistema natural, os ciclos de transformação matéria-energia são relativamente curtos se comparados aos efeitos da urbanização sobre o território. Outra diferença é que nas redes urbanas predomina certa horizontalidade nos fluxos de transporte de água, eletricidade, circulação de veículos etc., enquanto que nos ecossistemas naturais esse transporte de matéria e energia é eminentemente vertical.

Assim, os climas urbanos apresentam características peculiares em função de combinações diversas

e particulares das condições ambientais, geomorfológicas e de paisagem às quais se soma a influência da ocupação antrópica com seus diversos níveis de impacto.

Portanto, a sustentabilidade urbana não é uma questão que se restringe ao aspecto ambiental. Ela depende também das interações com as esferas social e econômica do meio urbano.

Metodologicamente, o urbanismo bioclimático engloba diversas abordagens, que têm como traço comum uma análise multivariada que resulta em diretrizes para o planejamento ou intervenção, particularmente eficientes se forem tomadas como base para a elaboração da legislação que regulará o desenvolvimento da cidade.

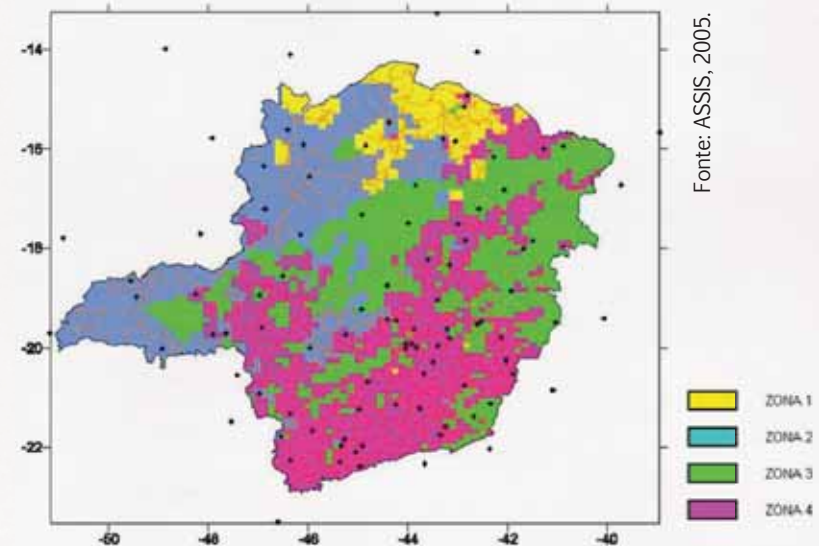
Dentre as variáveis consideradas, em primeiro lugar são compiladas e analisadas aquelas pertinentes aos condicionantes meteorológicos do clima e sua relação com o ambiente urbano construído, nas várias escalas climáticas. Em seguida se estuda uma série de variáveis relacionadas com o suporte urbano em seu aspecto natural e/ou edificado, como ciclo hidrológico e fluxos da água, vegetação, geomorfologia, sistema viário, espaços livres, morfologia urbana, tipologias edilícias, rugosidade (altura), porosidade, - densidade

de construção, ocupação do solo, orientação geográfica e implantação dos lotes, permeabilidade do solo, albedo, etc. Do cruzamento e interpretação dessas variáveis resultam estratégias de planejamento e intervenção e critérios para otimização do meio ambiente urbano visando garantir um desenvolvimento urbano mais sustentável.

Entre os métodos de análise climática e recomendações arquitetônicas e de desenho urbano, cabe destacar a metodologia desenvolvida por Carl Mahoney, conhecida como Tabelas ou Quadros de Mahoney. A metodologia consiste na análise de dados climáticos simples, disponíveis em normais climatológicas, que são anotados em planilhas e comparados com limites de conforto pré-estabelecidos. Esta comparação permite identificar grupos de problemas climáticos dominantes e, para cada grupo, obter recomendações técnicas de projeto, em nível de desenho urbano e das edificações, incluindo: planta de situação (orientação solar), espaçamento entre construções, circulação de ar (orientação ao vento), dimensão, posição e proteção das aberturas e inércia térmica de pisos, paredes e cobertura. Existem versões eletrônicas para o método, que foram utilizadas como base para o zoneamento bioclimático do Estado de Minas Gerais, tendo sido citado no modelo

para elaboração de códigos de obras do Instituto Brasileiro de Administração Municipal – IBAM.

Zoneamento bioclimático para o Estado de Minas Gerais



O estudo citado acima permitiu comparar as recomendações arquitetônicas e desenho urbano para diferentes regiões do Estado de Minas Gerais. Em todo o território se aplicam as seguintes recomendações: orientar o eixo longitudinal das edificações no sentido Leste-Oeste, a fim de diminuir a exposição ao sol; privilegiar grandes espaçamentos entre as construções e aberturas que permitam circulação de

ar permanente, prevendo proteções contra o vento quente no verão e o vento frio do inverno; usar aberturas de tamanho médio (de 25% a 35% da área das paredes), colocando-as preferencialmente na fachada Sul, na altura do corpo humano. Para a zona 1, recomendam-se construções com pequena inércia térmica. A zona 2 é semelhante, porém as aberturas devem ser protegidas do sol e a cobertura deve ter isolamento térmico. Já na zona 3, as paredes devem ter grande inércia térmica e a proteção solar pode ser minimizada no inverno. A zona 4 requer uma análise mais detalhada, pois ocorrem regiões que exigem janelas menores e coberturas maciças, com grande inércia térmica em função do clima seco.

Outra abordagem bastante utilizada é a dos diagramas bioclimáticos, baseadas na obtenção de índices e limites de conforto térmico. Os diagramas bioclimáticos consistem na superposição de zonas de conforto e de estratégias bioclimáticas de projeto sobre diagramas psicrométricos. A psicrometria é o estudo das propriedades do ar úmido, portanto, num diagrama psicrométrico, encontramos informações sobre propriedades do ar como: temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo úmido, umidade absoluta, umidade relativa, volume específico e entalpia. As zonas de conforto e de estratégias bioclimáticas dizem respeito basicamente às condições adequadas de temperatura e umidade relativa para minimizar o

desconforto ambiental, e podem ser relacionadas com diversas estratégias de projeto, em nível urbano ou das edificações (estratégias bioclimáticas). A norma técnica ABNT NBR 15220-3 apresenta um zoneamento bioclimático para o Brasil, com base na interpretação de diagramas bioclimáticos.

No nível do planejamento urbano, as recomendações de projeto oriundas da interpretação desses diagramas dizem respeito à adequação de elementos de desenho e de morfologia urbana, tais como: escolha do sítio, condições de ventilação urbana, insolação, modelos de assentamento (espaçamento, altura e forma dos espaços públicos, recintos urbanos, ruas, lotes e edificações).

ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA

Pode-se conceituar Arquitetura Bioclimática como uma postura projetual que respeita, incorpora e otimiza a complexidade de relações do edifício com o meio externo e de suas relações internas, mantendo um grau de



confiabilidade e baixo consumo energético. Por extensão, o mesmo conceito pode ser aplicado ao Planejamento Urbano, como visto anteriormente.

Este conceito surge na década de 1970, quando em função de uma crise energética causada pela alta nos preços do petróleo, temas relacionados à sustentabilidade ambiental passaram a chamar mais a atenção dos arquitetos, como a destruição de recursos não renováveis, o ciclo de vida dos edifícios, os efeitos da poluição, a eficiência energética e o conforto dos usuários.

Do ponto de vista metodológico, tradicionalmente a aplicação sistematizada dos conceitos da bioclimatologia pode ser feita através do uso das tabelas de Mahoney ou

através da interpretação dos diagramas bioclimáticos. Conforme foi exposto, busca-se otimizar as condições de conforto e a eficiência energética dos edifícios, por meio de estratégias de projeto, em nível urbano ou dos edifícios, adequadas aos condicionantes climáticos locais.

Trata-se de projetar os elementos das edificações visando os objetivos acima, abordando aspectos como: incidência e proteção contra a radiação solar, orientação solar e em relação aos ventos dominantes, adequação dos materiais construtivos (inclusive da cor), morfologia, disposição e proporção de

espaços internos e externos. É importante enfatizar que a probabilidade de sucesso aumenta sobremaneira quando tais considerações são feitas nas etapas iniciais de projeto.

CONFORTO LUMINOSO

Uma boa iluminação resulta do acertado agenciamento da luz, feito de maneira a proporcionar uma aparência correta do objeto exposto ao nosso olhar, permitindo-nos reconhecê-lo ou identificá-lo. Uma iluminação deficiente, ao contrário, é aquela que falseia as formas, os contornos e as cores do objeto que vemos, desfigurando-o ou tornando difícil identificá-lo. As aberturas por onde a luz diurna penetra nos recintos, os focos de luz artificial que completam ou substituem a iluminação natural, e as superfícies capazes de modificar a distribuição ou a intensidade dos feixes luminosos, são elementos desempenham uma função que não pode ser subestimada no projeto e na execução dos edifícios, qualquer que seja a natureza destes.

Um bom projeto de iluminação irá englobar aspectos relacionados à adequação de dimensionamento e forma das aberturas para melhor aproveitamento do uso de sistemas de iluminação natural e fará uso de sistemas de iluminação artificial para obter níveis adequados de claridade para desenvolvimento das tarefas requeridas no ambiente, complementando os níveis obtidos com a luminosidade natural, visando ainda conservar energia e diminuir o aporte de calor pelas luminárias.



Foto: Ivor Richards

EFICIENTIZAÇÃO DA ILUMINAÇÃO NATURAL E ARTIFICIAL

Há muito se reconhece a estreita ligação entre a iluminação natural e o projeto de um edifício. Na Roma antiga, Vitruvius já enfatizava a importância de se considerar propriamente a orientação de janelas em seus tratados. (BAKER, 1993) “Mas somente nas últimas décadas esta relação passou a ser expressa em termos quantitativos e lógicos. A necessidade de obter iluminação natural no edifício, regula os pés-direitos, a profundidade das salas, a disposição do espaço de circulação, a necessidade de fontes de iluminação interior e consequentemente, a eficiência da utilização da área disponível”.

O uso da luz natural pode afetar o arranjo funcional do espaço, o conforto visual e térmico dos ocupantes, a estrutura, o uso de energia na edificação, bem como o tipo e uso de iluminação elétrica e de sistemas de controle associados. De fato, se a luz natural for considerada uma fonte viável de iluminação na edificação, seu uso pode ter ramificações em todos os aspectos do processo de projeto, do planejamento urbano ao projeto de interiores, da pré avaliação e programação do projeto até sua especificação e construção.

A luz natural nem sempre está disponível durante todo o período de trabalho ou para utilização no desenvolvimento de tarefas visuais, seja por apresentar condições de céu com luminosidade insuficiente para promover



Foto: Roberta Vieira Gonçalves de Souza

uma boa iluminação interna dos ambientes - dias nublados, chuvosos, atmosfera com alta concentração de poluentes que turvam a abóbada celeste - seja por estar presente em apenas parte do dia, não cobrindo os períodos noturnos e, em alguns casos, os primeiros horários da manhã e do fim de tarde.

Existem ainda tarefas que exigem níveis de iluminação especiais e uniformes para seu desenvolvimento, por vezes não proporcionados apenas pela utilização de luz natural, exigindo o uso de iluminação complementar. Há então que se lançar mão de sistemas de iluminação artificial, mas deve-se conceber estes sistemas de forma integrada e adequada à utilização da luz natural, de forma a complementar os níveis de luminosidade existentes.

O uso da luz natural pode trazer uma relevante contribuição para a diminuição do consumo de energia elétrica em edificações industriais, comerciais, institucionais e residenciais. Nos Estados Unidos, estudos indicam que a iluminação representa mais da metade da eletricidade gasta em prédios comerciais, onde um prédio comercial típico usa 36 kWh/m² por ano para iluminação e mais 6 kWh/m² para retirar o calor gerado pela iluminação. O melhor aproveitamento da luz natural pode reduzir sensivelmente o dimensionamento e sobrecarga do sistema de iluminação durante o período do dia, podendo ainda diminuir o dimensionamento dos sistemas de refrigeração artificial para os meses quentes e a demanda nos horários de pico. Em um sistema de iluminação natural corretamente projetado, que incorpore conservação de energia como critério de projeto, a luz elétrica seria desligada ou diminuída sempre que uma quantidade suficiente de luz natural estiver presente para fornecer iluminação de tarefa ou de fundo.

SUSTENTABILIDADE NOS EDIFÍCIOS

Conforme se demonstrou anteriormente, para o conceito de sustentabilidade é mais adequada uma abordagem de sistema aberto, de processo, do que de um conceito estanque. A idéia de Arquitetura

e Urbanismo sustentáveis extrapola o domínio da preservação dos recursos naturais, estendendo-se ao campo socioeconômico. Na origem, o conceito engloba uma visão de mundo, que embasa as relações sociais de produção e consumo.

Os argumentos abaixo, apresentados por Faversani Jr. (2007) dão uma idéia das dimensões envolvidas:

- A operação de edifícios consome 40% da energia gerada no planeta;
- No Brasil, os edifícios consomem 50% aproximadamente da energia elétrica e 20% do total produzido;
- A construção e reforma de edificações produz de 35% a 40% de todo o resíduo gerado no planeta pelo homem;
- O volume anual de entulho produzido por reformas e construções chega a 400Kg por habitante;
- Somente a produção de cimento responde por cerca de 9% de toda emissão global de CO₂;
- Diversos outros produtos de uso comum na construção civil são produzidos com uso intensivo de energia e geram, em sua produção, grande emissão de CO₂.

A indústria da construção civil, notadamente no Brasil provoca grandes impactos ao meio ambiente, em toda a cadeia produtiva envolvida, desde a extração dos insumos para a produção de materiais de construção,

passando pela concepção e projeto de toda infraestrutura urbana complexa (compreendendo-se aí todos os impactos da produção do ambiente urbano construído em seus múltiplos níveis), pelas emaranhadas relações sociais que determinam os vetores de ocupação do espaço e a especulação imobiliária até os resíduos provenientes dessa mesma cadeia, em todas as suas etapas e também a problemática do lixo urbano. Nesse cenário um tema a parte é a formação sócio-político-cultural e particularmente a formação técnico-acadêmica dos muitos profissionais envolvidos em todas as etapas da cadeia econômica de produção do espaço urbano.

Portanto a temática da sustentabilidade nos edifícios está imbricada com questões como:

- qualidade ambiental e qualidade de vida (temas do urbanismo bioclimático);
- aproveitamento, geração convencional e alternativa e uso final eficiente da energia e redução do consumo energético (aspectos que envolvem o conforto ambiental e a arquitetura bioclimática, principalmente através de temas como conforto térmico, ventilação natural, conforto luminoso e visual e iluminação natural, bem como a efficientização de aparelhos e eletrodomésticos);
- aproveitamento e uso racional e eficiente dos recursos hídricos, reciclagem e reuso de água;

- redução de resíduos e reciclagem de materiais;
- normatização e certificação de produtos e processos;
- inovação tecnológica e sistema de educação formal;
- conscientização de usuários finais;

Cabe ainda enfatizar que as considerações acima não são pertinentes somente à fase de projeto e construção dos edifícios, mas abrangem também a sua operação e manutenção.

Resumidamente, a operação dos edifícios envolve grande consumo de água e energia, particularmente nos aspectos ligados à operação de equipamentos, como aquecimento de água, ar-condicionado, iluminação e automação. Não somente o perfil dos usuários e a tipologia do edifício, mas também as instalações hidrossanitárias determinam o consumo de água. O investimento em tecnologias que buscam minimizar o consumo tem, comprovadamente, um prazo de retorno que o justifica, na maioria dos casos. Para uma visão detalhada sobre o uso da energia na construção civil mundial, recomenda-se a leitura do relatório da Organização das Nações Unidas e para uma visão abrangente sobre o uso da energia nas edificações brasileiras, recomendamos explorar o material disponibilizado no site do Laboratório de Eficiência Energética em Edificações da UFSC, bem como o site do Projeto Habitação Mais Sustentável, coordenado pela Escola Politécnica da Universidade

de São Paulo, particularmente o documento “Levantamento do estado da arte: energia”. Neste documento são analisados os dados do Balanço Energético Nacional de 2005, em especial àqueles que interessam à discussão sobre sustentabilidade na indústria da construção civil no Brasil.



Imagem: Bruno Oporto

AS NORMAS DE DESEMPENHO DE EDIFICAÇÕES

Após mais de dez anos de pesquisas e com a maior participação de profissionais já ocorrida na elaboração de uma norma técnica no Brasil, entrou em vigor, em 12 maio de 2008, pela ABNT, a série NBR-15.575:2008: Normas Técnicas de Desempenho de Edifícios Habitacionais de até Cinco Pavimentos. A NBR-15.575 é composta de seis partes, sendo elas: 1 - Requisitos gerais; 2 - Sistemas estruturais; 3 -

Pisos internos; 4 - Sistemas de vedações verticais externas e internas; 5 - Sistemas de coberturas; 6 - Sistemas hidrossanitários. A NBR-15.575 já está sendo considerada como a norma-mãe da construção civil brasileira, e deverá se constituir na grande referência técnica necessária para a avaliação da sustentabilidade e das novas tecnologias aplicáveis à construção habitacional.

A NBR-15.575 é diferente da maioria das Normas Brasileiras, pois não se trata de como o produto deve ser empregado na obra, e sim a forma como a edificação deve se portar depois da entrega. A abordagem no desempenho cobra resultados e não as formas de como atingi-los, pois o conceito de desempenho é “comportamento de um produto em utilização” (CIB-1975). Assim, não importa se uma parede é construída com aço, concreto, cerâmicas, madeira, bambu ou outro material. O importante é que ela atenda aos requisitos de desempenho determinados.

Os principais objetivos da norma são: estabelecer claramente os conceitos e as responsabilidades quanto aos prazos de garantia e tempos de vida útil; facilitar as relações comerciais, promovendo a diferenciação entre os níveis de desempenho que as diferentes edificações se propõem atingir; implementar as práticas de sustentabilidade nas edificações, a partir dos conceitos de desempenho e vida útil; facilitar a inovação tecnológica; permitir

maior flexibilidade de design nos projetos; reduzir os custos da edificação, sob o conceito do custo no ciclo de vida (Life Cycle Costing); otimizar a aplicação dos recursos governamentais.

A norma determina que ainda na fase de incorporação, seja estabelecido o nível de desempenho dos diversos sistemas da edificação quanto às exigências dos usuários, o prazo de garantia e o prazo de vida útil. Isto para que já no momento da compra, o consumidor seja informado sobre os sistemas do bem que está adquirindo. Os níveis de desempenho são: M-mínimo obrigatório, I-intermediário e S-superior. Abaixo, tem-se o conjunto de necessidades de exigências dos usuários a serem satisfeitas pelo edifício, a fim de que este desempenhe as suas funções durante o uso, segundo a NBR-15575. Estas necessidades refletem a expectativa do usuário final e demais afetados e se tornam os objetivos do empreendimento.

EXIGÊNCIAS DOS USUÁRIOS

Sustentabilidade	Habitabilidade	Segurança
durabilidade e, manutenabilidade	conforto térmico, acústico e lumínico	Estanqueidade, acessibilidade e funcionalidade
impacto ambiental	conforto tátil e antropodinâmico	segurança estrutural, segurança contra o fogo
		saúde, higiene e qualidade do ar
		segurança no uso e na operação

EQUIPAMENTOS E SISTEMAS PREDIAIS EFICIENTES: EQUIPAMENTOS E LEGISLAÇÃO

A preocupação brasileira com a sustentabilidade e a conservação de energia remonta a períodos superiores a 25 anos. Em 1984 o Ministério da Indústria e do Comércio Exterior em parceria com a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE) criaram um protocolo chamado Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), com a interveniência do Ministério de Minas e Energia. O programa tem por objetivo fornecer aos consumidores informações sobre a eficiência dos eletrodomésticos, visando à economia nos custos de energia elétrica e/ou outros insumos, como gás de cozinha, conhecidos geradores de impacto ambiental em longo prazo.

Até o momento, existem poucas leis que obrigam os fabricantes a produzirem equipamentos eficientes. Recentemente, a lei nº 10295, de 17/10/2001, criou o Programa de Metas para estabelecimento dos níveis

máximos de consumo de energia ou níveis mínimos de eficiência energética. Dessa forma, foi criado o decreto nº 4508, de 11/12/2002, regulamentando os níveis mínimos de eficiência energética para motores de indução trifásicos com rotor do tipo gaiola de esquilo. Finalmente, em 08/12/2005, a portaria interministerial nº 553 dos ministérios de Minas e Energia, da Ciência e Tecnologia e do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior aprovaram e regulamentaram o Programa de Metas (lei nº 10295) e o decreto nº 4508. Assim, a partir dessa data, alguns produtos passaram a ter produção regulamentada por lei, com participação compulsória ao PBE, alguns se encontram em fase de compulsoriedade e outros têm participação voluntária.

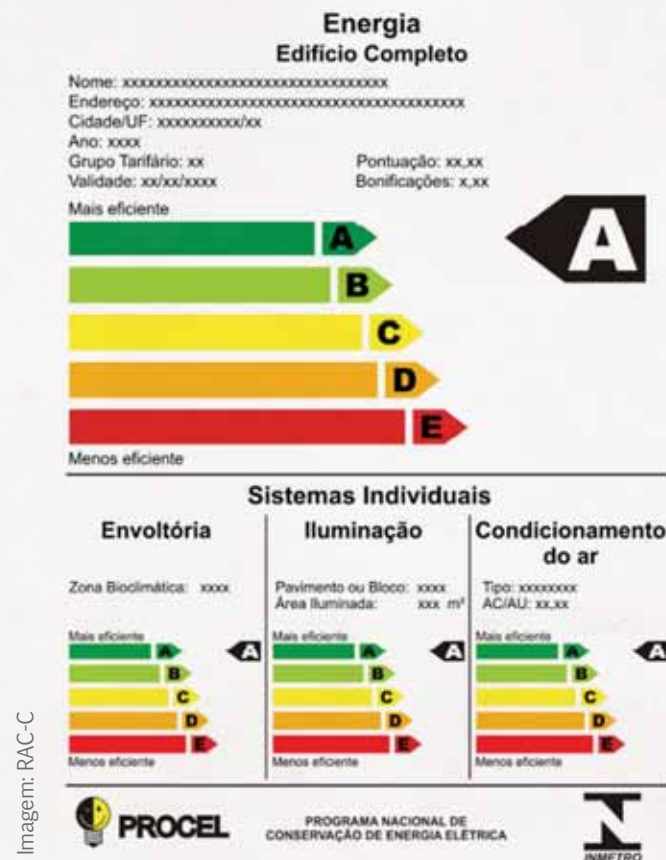
Os produtos são testados pelo INMETRO, gerando-se uma escala de classificação, exibida por um selo de qualidade, criado pelo Procel/Eletrobrás. A qualificação é dada pelas letras maiúsculas de A a E, seguidas por barras horizontais coloridas.

Periodicamente os testes são repetidos, atualizando-se a escala. Isso incentiva os fabricantes a terem um processo contínuo de melhoria de seus produtos.

Os produtos que atualmente participam do PBE, de maneira compulsória, são: fogões e fornos a gás, motores elétricos trifásicos, refrigeradores, condicionadores de ar e máquinas de lavar roupas. Os produtos que estão em fase de compulsoriedade são: lâmpadas fluorescentes compactas, lâmpadas incandescentes e os aquecedores a gás. Os demais produtos participam do PBE de forma voluntária.

A procura e a conscientização da população pelo uso cada vez maior dos produtos homologados pelo INMETRO (com selo do Procel) nos indica que num futuro próximo só serão aceitos produtos selados e que a homologação pelo INMETRO se tornará indispensável.

Vale ainda ressaltar que, ao profissional projetista cabe também a missão de consulta prévia à lista de produtos homologados, classificados por área pelo INMETRO, para orientar as decisões dos clientes que buscam alternativas eficientes e de baixo impacto ambiental em suas construções.



EQUIPAMENTOS E SISTEMAS PREDIAIS EFICIENTES: COLETOR SOLAR

Existe uma preocupação mundial pelas atividades sustentáveis que favoreçam a conservação dos recursos naturais visando a minimização do impacto da poluição ambiental. No âmbito nacional, diversos organismos, inclusive o Ministério do Meio Ambiente, se preocupam no incentivo, desde a exploração dos recursos in natura até sua comercialização final, pelo aproveitamento consciente e sustentável desses insumos. O trecho a seguir, retirado do site do Ministério do Meio Ambiente, mostra essa preocupação, principalmente com relação ao aproveitamento da água e minimização do consumo de energia elétrica no processo do aquecimento da água.

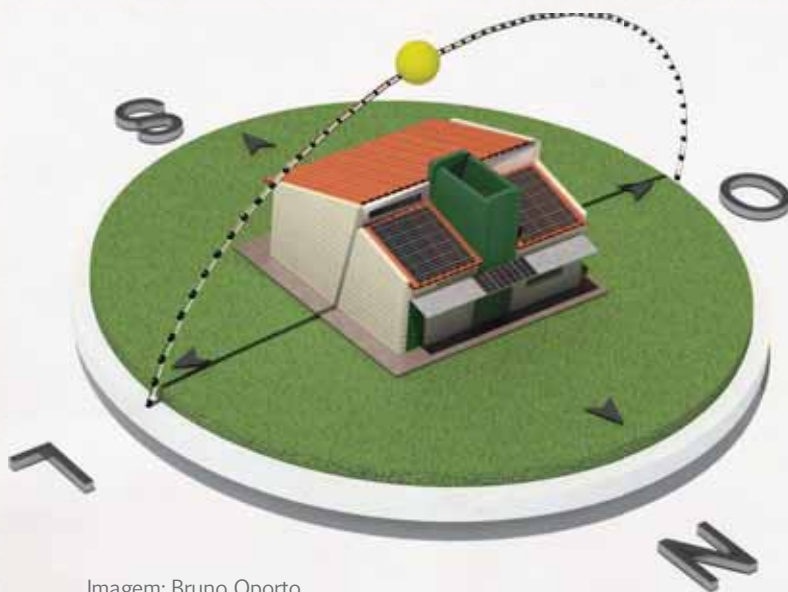


Imagem: Bruno Oporto

O aquecimento da água para diversas finalidades, quer no ambiente industrial, residencial ou predial, implica num consumo elevado de energia elétrica inerente ao processo. Nos países onde a geração elétrica depende basicamente de carvão ou energia atômica, o impacto da poluição e aquecimento global é ainda mais sério que nos países cuja matriz energética depende mais da energia hidráulica. É lógico que, neste último caso, o impacto maior se reflete na degradação ambiental causada pela construção de grandes lagos, prejuízos à flora e à fauna, população regional, sem contar com o grande aporte econômico necessário para se construir represas de vulto e a demanda de tempo envolvido no processo.

É sabido que, no ambiente residencial, o chuveiro elétrico, juntamente com a geladeira, está entre os aparelhos que mais consomem energia elétrica em relação aos demais. Logicamente, esse consumo está ligado a diversos fatores, tais como, sazonalidade, região geográfica considerada, número de pessoas no ambiente residencial, etc. De toda a gama de aparelhos elétricos residenciais, o único cujo funcionamento não depende apenas da energia elétrica, é o chuveiro. Esse pode funcionar, alternativamente, com gás*, serpentina aquecida pela queima de material combustível e aquecimento solar.

O uso do aquecimento solar como alternativa é a forma mais ecologicamente consciente e economicamente viável para países cuja localização geográfica é altamente favorecida, como é o caso do Brasil, em que a incidência solar anual média é altíssima. Desnecessário dizer sobre as condições não poluentes e renováveis dessa fonte – o Sol.

A Eletrobrás, através do Procel – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, incentiva tanto fabricantes na produção de equipamentos mais eficientes como consumidores na escolha do equipamento mais eficiente, indicado pela presença do selo-PROCEL de qualidade (PBE - Programa Brasileiro de Etiquetagem).

PROPOSTA BRASILEIRA DE REGULAMENTAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

A partir da Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia do Governo federal, disposta na Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001, e no Decreto nº 4.059, de 19 de dezembro de 2001, que a regulamenta, o Governo lançou o “Grupo Técnico para Eficientização de Energia nas Edificações no País” – GT-Edificações. O Grupo criou, no final de 2005, a Secretaria Técnica de Edificações – STEdificações,

que foi coordenada pelo já existente programa Procel Edifica vinculado ao sistema Eletrobrás/Procel.

O Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações – PROCEL EDIFICA foi instituído em 2003 pela ELETROBRÁS/PROCEL e atua de forma conjunta com o Ministério de Minas e Energia, o Ministério das Cidades, as universidades, os centros de pesquisa e entidades das áreas governamental, tecnológica, econômica e de desenvolvimento. O Programa tem como Plano de Ação para Eficiência Energética em Edificações construir as bases necessárias para racionalizar o consumo de energia nas edificações no Brasil.

O INMETRO foi incluído no processo através da criação da Comissão Técnica CT-Edificações que trabalha na discussão e definição do processo de obtenção da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE). O INMETRO, com o apoio do Procel Edifica, lançou os regulamentos referentes ao nível de eficiência energética de edifícios como parte do Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE. Esses regulamentos estabelecem requisitos mínimos de desempenho para edificações e estão divididos nos seguimentos de edifícios comerciais, de serviços e públicos e de edifícios residenciais.

Foi publicado em junho de 2009 a portaria nº 163 do INMETRO, que aprova o Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de

Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) e seus documentos complementares, o Regulamento de Avaliação da Conformidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RAC-C), e o Manual para aplicação do RTQ-C.

A Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) é obtida através de avaliação dos requisitos contidos no RTQ-C para o edifício usando o método descrito no RAC-C.

O RTQ-C contém os quesitos necessários para classificação do nível de eficiência energética do edifício. O RAC-C apresenta o processo de avaliação das características do edifício para etiquetagem junto ao Laboratório de Inspeção acreditado pelo INMETRO. É formado por duas etapas de avaliação: etapa de projeto e etapa de inspeção do edifício construído, onde se obtém a autorização para uso da etiqueta do INMETRO. O RAC-C apresenta os métodos de avaliação, os procedimentos para submissão para avaliação, direitos e deveres dos envolvidos, o modelo da ENCE, a lista de documentos que devem ser encaminhados, modelos de formulários para preenchimento, dentre outros. O Manual contém o detalhamento e interpretações do RTQ-C e esclarece algumas questões referentes ao RAC-C. Para facilitar o entendimento é bastante ilustrado, com exemplos teóricos e de cálculo, com especial atenção às definições contidas do RTQ-C.

A etiquetagem do edifício é voluntária e aplicável a edifícios com área útil superior a 500 m² ou atendidos por alta tensão (grupo tarifário A). Pode ser fornecida uma etiqueta para o edifício completo ou para parte deste. Ela é dita parcial quando referente à envoltória ou combinando a envoltória com um dos outros dois sistemas – iluminação ou condicionamento de ar. Podem ser etiquetados edifícios em fase de projeto ou edifícios construídos, sendo que os construídos só poderão receber a etiqueta parcial de envoltória.

O RTQ-C apresenta os critérios para classificação completa do nível de eficiência energética do edifício através de classificações parciais da envoltória, do sistema de iluminação e do sistema de condicionamento de ar. Uma equação pondera estes sistemas através de pesos estabelecidos no regulamento e permite somar à pontuação final bonificações que podem ser adquiridas com inovações tecnológicas, uso de energias renováveis, cogeração ou com a racionalização no consumo de água.

Para definição do nível de eficiência, dois métodos podem ser utilizados: o método prescritivo e o método de simulação. O primeiro está descrito nos capítulos 2 a 5 do Regulamento (o capítulo 1 contém as definições), e contém equações e tabelas que limitam parâmetros da envoltória, iluminação e condicionamento de ar separadamente, de acordo com o nível de eficiência energética. Já o segundo método está descrito nos

capítulos 2 e 6 e baseia-se na simulação termoeenergética de dois modelos computacionais representando dois edifícios: um modelo do edifício real (edifício proposto em projeto) e um modelo de referência, este último baseado no método prescritivo. A classificação é obtida comparando-se o consumo anual de energia elétrica simulado para os dois modelos, sendo que o do edifício real deve ser menor que daquele de referência para o nível de eficiência pretendido.

As exigências contidas no RTQ-C devem ser avaliadas por um laboratório de inspeção designado ou acreditado pelo INMETRO, de forma que este verifique as características projetadas e construídas do edifício para indicar qual o nível de eficiência alcançado por este. O Laboratório de Eficiência Energética (LabEEE) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) é o laboratório de inspeção acreditado pelo INMETRO para realizar as avaliações e fornecer as etiquetas.

PROCEDIMENTOS PARA CERTIFICAÇÃO INDEPENDENTE DE EDIFÍCIOS

No Brasil e no mundo surgem, além das iniciativas governamentais como o programa PBE brasileiro, uma série de organismos independentes de certificação que visam, através de um sistema de ranqueamento e de check-lists, fornecer atestados sobre o maior ou menor grau de sustentabilidade de edifícios. Estas certificações analisam itens como localização do empreendimento, impacto na vizinhança, seleção de materiais e equipamentos, sistemas de eficientização energética, consumo de água, relação com a sociedade, entre outros. No Brasil hoje, duas certificações internacionais, uma francesa e uma americana, ganham espaço no mercado: o selo AQUA e selo LEED.

Alta Qualidade Ambiental da edificação no mundo e no Brasil

O procedimento francês denominado Démarche HQE® - Haute Qualité Environnementale (Alta Qualidade Ambiental) é a certificação oficial francesa do desenvolvimento sustentável aplicado às edificações. A marca tem

patente registrada pela Associação HQE (composta por representantes de diversos setores da construção civil, públicos e privados), entidade responsável pela difusão e aplicação no mercado público e privado.

No Brasil, a certificação AQUA é resultado do trabalho de uma parceria, entre a Fundação Vanzolini, a Escola Politécnica da USP (POLI-USP) e o Centre Scientifique et Technique du Batiment (CSTB), formada para adaptar a certificação francesa para nosso país.

WEKA (2003) define o procedimento de qualidade ambiental como um procedimento de gestão do projeto, que visa minimizar os impactos de uma operação de construção ou de reabilitação sobre o meio ambiente. Este procedimento apoia-se em uma série de princípios, como por exemplo: três pilares (ambiental, social e econômico) do desenvolvimento sustentável, os diferentes níveis de impactos (nível planetário, nível regional e nível local), a noção de ciclo de vida da

edificação, as fases do empreendimento, entre outros.

A certificação caracteriza-se por dois mecanismos principais:

- Um procedimento de gestão do empreendimento, que visa minimizar os impactos de uma operação de construção ou de reabilitação sobre o meio ambiente através do princípio da Governança, segundo a qual, os gestores devem garantir a participação de todos os atores sociais envolvidos e/ou afetados nos processos de decisão, compartilhando responsabilidades de forma a garantir transparência, ética e equidade.
- O estabelecimento de critérios e objetivos prioritários, dentro de um conjunto de 14 alvos de qualidade previamente definidos, de forma a garantir a qualidade da edificação e do ambiente externo. Objetivos específicos para cada empreendimento são explicitados através do detalhamento de alvos (objetivos) prioritários para os quais o projeto e a obra serão orientados e posteriormente avaliados e certificados.

O empreendedor, junto a um comitê consultivo do empreendimento, deve estabelecer uma hierarquia de prioridades entre os quatorze alvos da Alta Qualidade Ambiental. No caso da certificação AQUA, os níveis são: Bom, Superior e Excelente. Para receber a certificação AQUA, o empreendimento tem que obter pelo menos o bom.

Observa-se uma grande semelhança nas características gerais das duas versões (francesa e brasileira), tanto na especificação do procedimento de gestão do

empreendimento quanto na definição dos 14 alvos ambientais. Também as fases de acompanhamento para avaliação e certificação correspondem às descritas pelo modelo francês: programa, concepção e realização. As peculiaridades locais brasileiras (climáticas, sociais, culturais, tecnológicas, etc.) deverão ser consideradas no detalhamento de critérios associados aos alvos, quando da definição de prioridades do empreendimento.

OS 14 ALVOS HQE/AQUA

Eco-construção

- 1: Relação do edifício com o seu entorno
- 2: Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos
- 3: Canteiro de obras com baixo impacto ambiental

Gestão

- 4: Gestão da energia
- 5: Gestão da água
- 6: Gestão dos resíduos de uso e operação do edifício
- 7: Manutenção - Permanência do desempenho ambiental

Conforto

- 8: Conforto higrotérmico
- 9: Conforto acústico
- 10: Conforto visual
- 11: Conforto olfativo

Saúde

- 12: Qualidade sanitária dos ambientes
- 13: Qualidade sanitária do ar
- 14: Qualidade sanitária da água

LEED - Leadership in Energy and Environmental Design

LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) é um sistema de avaliação do US Green Building Council. É um sistema de participação voluntária, que cria uma base americana consensual para o desenvolvimento de edifícios sustentáveis. É um processo em contínua evolução e seus sistemas de avaliação incluem: edificações comerciais novas, ou grandes projetos de renovação no setor de edificações comerciais; operação de prédios existentes; projeto de interior de prédios comerciais; projetos de envoltória; casas; empreendimentos habitacionais.

O LEED foi criado para:

- definir “edifícios verdes” pelo estabelecimento de um padrão comum de avaliação e medição;
- promover práticas integradas de projeto que encarem a construção como um todo;
- estimular a competição “verde”;
- aumentar a consciência do consumidor sobre os benefícios de edifícios “verdes”;
- transformar o mercado de edificações.

O LEED fornece sistemas de avaliação do desempenho do edifício para que as metas estabelecidas sejam alcançadas. Baseado em fundamentos científicos, enfatiza estratégias que representam o estado da arte para o desenvolvimento sustentável local, economia de água, eficiência energética, seleção de materiais e qualidade do ar interno.

AUTOMAÇÃO PREDIAL

Automação Predial é um conceito que, genericamente, se aplica a todo e qualquer sistema que vise à propiciar funcionalidades aos usuários de uma edificação (seja esta comercial, industrial ou residencial) sem intervenção do ser humano, isto é, de forma autônoma e automática. Englobam desde equipamentos simples de controle de intrusão (sensores de movimento) até complexos sistemas de gerenciamento completo (de energia, de condicionamento do ambiente, de vigilância, de comunicação, etc...) de uma edificação. Por incorporarem instrumentos e dispositivos de diversas tecnologias e fabricantes, os sistemas de automação predial buscam integrar todas estas tecnologias de forma a permitir que estes funcionem harmonicamente.

Graças ao extraordinário avanço alcançado nos últimos anos na eletrônica digital, e a consequente popularização de microprocessadores com altíssimo poder computacional e baixíssimo custo, os desenvolvimentos em Automação Predial vêm experimentando um forte crescimento tanto numérica quanto tecnologicamente falando. Os antigos sistemas pneumáticos, muito usados até a década de 1960, foram substituídos por sistemas eletrônicos e, a partir dos anos 1980, com o advento da chamada revolução digital, começou a haver predominância dos sistemas de controle digital direto, com emprego dos mais diversos tipos de redes

de computadores. Assim, poder-se-ia dizer que, nos dias de hoje, a Automação Predial incorpora sistemas de controle digital microprocessados, normalmente distribuídos pela edificação e interconectados por redes dedicadas (com ou sem fio) de comunicação de dados digitais, opcionalmente, também acessíveis via rede mundial de computadores (Internet). São, portanto, verdadeiros sistemas de computadores, dotados de interfaces (conversores analógico-digitais e digital-analógicos de alta resolução), capazes de interagir automaticamente com os equipamentos da edificação, seguindo complexas instruções embutidas em programas de computador com alto poder computacional (com os quais o usuário pode interagir, definindo suas preferências).

Os sistemas de controle automático empregados na Automação Predial objetivam ajudar os ocupantes a fazer o uso mais racional possível dos recursos disponíveis propiciando, ao mesmo tempo, mais conforto e segurança. Dentre as principais aplicações destes sistemas destacam-se o controle dos sistemas de condicionamento de ar ambiente (ventilação, aquecimento e resfriamento), de iluminação, de suprimento de água (instalações sanitárias e de irrigação), de áudio e vídeo, de segurança (controle de acesso e prevenção de incêndio), de automatização de portas e janelas, de comunicação (telefonia e transmissão de dados).

Em essência, objetivam garantir que, independentemente das condições de ocupação ou do ambiente externo, os usuários experimentem sempre conforto (térmico e luminoso) e estejam seguros (livre de intrusos), podendo alterar, com um toque em um botão de um controle remoto, os valores de referência (temperatura e umidade ambiente, luminosidade, abertura de cortinas, etc...). Além do conforto e segurança propiciados, o sistema de automação predial, através do monitoramento de outras grandezas (temperatura e luminosidade externas, vazão e temperatura de ar insuflado, ruído ambiente, etc...) e atuação em elementos de controle próprios, visa garantir operação eficiente do ponto de vista energético (isto é, com o mínimo de desperdício possível).

A grande vantagem dos sistemas de Automação Predial está na possibilidade de obtenção de maior conforto e segurança, sem desperdício de energia e outros insumos (água, gás, etc...), com o mínimo de esforço por parte do usuário. A confiabilidade (operação contínua sem defeito) dos sistemas atuais é tão grande que, após algum tempo de uso, a automação passa praticamente despercebida, dada a natural adaptação dos ocupantes aos seus recursos e funcionalidades.

Sendo de custo relativamente baixo, o tempo de retorno do investimento é muito pequeno, tipicamente um ano.

O efeito mais evidente e impressionante dos sistemas

de Automação Predial é o do uso racional da energia com melhores condições de conforto e segurança. Com incorporação de diversos sistemas automatizados, a edificação pode ser vista como inteligente, no sentido de propiciar excelentes condições de uso com o mínimo consumo de energia possível.

O INSUSTENTÁVEL DESPERDÍCIO

O desperdício representa uma das maiores ameaças à sustentabilidade, pois onde houver uma aplicação de recursos haverá o desperdício inerente, em diferentes escalas, variando com a efetividade das ações.

Um estudo realizado recentemente pela TMZ Consultoria, que há 30 anos estuda o desperdício no Brasil, afirma que perdemos cerca de 40% do PIB. E segundo o Instituto Akatu, o Brasil se mantém na pouca invejada liderança do ranking mundial de desperdício.

Para Antônio Junior de Carvalho, da Universidade Federal de Minas Gerais, o desperdício não é contabilizado somente pelo entulho, mas por tudo o que excede o necessário. Maximiano considera que eliminar desperdícios significaria reduzir ao mínimo a atividade que não agrega valor aos produtos ou serviços. Produtos ou serviços fornecidos sem desperdícios têm o máximo possível de valor agregado para o cliente. Para Roberto José Falcão Bauer, desperdício seria tudo aquilo que não representaria valor para o cliente.

Desta forma, o desperdício não pode ser visto apenas como o resíduo de materiais, mas sim como toda e qualquer perda durante o processo e qualquer utilização de recursos a quem e além do necessário para a satisfação dos diversos interessados e afetados com o produto.

Os desperdícios surgem geralmente pela não prática de medidas preventivas, pelo desconhecimento, pela omissão, pelo descaso, por negligência, por imprudência, por imperícia e pelo abandono. Dentre os tipos de desperdícios mais encontrados destacam-se: o desempenho de atividades e funções desnecessárias; o consumo de recursos de maneira e quantidade inadequados; overquality (desempenho superior aos requisitos necessários); baixo desempenho (desempenho inferior aos requisitos necessários); de informação e comunicação; de espaço; de tempo; logístico: transporte, armazenamento, movimentação, distribuição; de utilização e manutenção; na durabilidade e no reuso; greenwashing (expressão usada para atos ecológicos esporádicos e oportunistas); de degradação dos serviços ambientais; das pessoas; etc.

Uma atividade que causa relevante impacto é a construção civil. De acordo com o CBIC, a construção civil participa com cerca de 8% na composição do PIB Nacional e com 18% do PIB da Indústria. Entretanto a atividade consome cerca de 75% dos recursos naturais extraídos, daí qualquer desperdício neste setor ser tão impactante.

Um estudo recente da POLI-USP coordenado pelo professor Ubiraci Espinelli Lemos de Souza, que analisou cerca de 100 canteiros de obras em 12 estados do Brasil, constatou que tal perda representa algo superior a 200 quilos de material por metro quadrado construído, um pouco mais de 20% do peso teoricamente necessário para a obra. Entretanto, se formos avaliar o mercado informal e a autoconstrução, o desperdício sob a forma de resíduos é ainda maior.

O Sinduscon-SP constatou que a construção civil é responsável pela geração de 40% de todo resíduo produzido na atividade humana, sendo o setor a maior fonte geradora de resíduo de toda a sociedade.

Com os níveis de desperdícios atualmente no Brasil, podemos afirmar que a atual dedicação na fase de pré-construção não está sendo suficiente para o prognóstico e resolução de problemas previsíveis. Geralmente, a necessidade de lançar o produto rapidamente no mercado e a falta de conscientização atropelam as possibilidades de melhoria no projeto. Problemas que poderiam ser detectados na elaboração do projeto são percebidos somente no momento da execução da obra. Como os projetos são pouco detalhados, o trabalho acaba marcado pela improvisação.

Ou seja, não há lógica em se falar de uma construção sustentável que custe mais do que outra que seja menos sustentável, pois a questão principal é reduzir

desperdício ao longo de todo o seu ciclo de vida, mesmo que isto tenha um valor mais elevado em projetos e produtos. O que acontece na maioria das vezes é que se calcula apenas o custo financeiro e para os primeiros momentos da vida edificação, ou seja, o custo que é vendido ao mercado. Há aí um enorme rombo orçamentário e contábil, pois de uma edificação se espera um vida útil de cerca de 40 anos. Isto sem falar nos custos ambientais e sociais, que não são levados em conta quando se decide por um material ou serviço que cause maiores danos ao ambiente. É um barato que sai muito caro para a sociedade e para o meio ambiente.

Por isto, as empresas de construção civil precisam, mais do que nunca, repensar qual o significado de sua produção para a sociedade, para a natureza e para a vida humana. Pensar quais os riscos e sobre “o que”, “como”, “porque”, “para quem”, “quando”, “quanto” e “onde” estão consumindo e produzindo.

Combater o desperdício passa a ser, então, um objetivo permanente e prioritário para a Engenharia Sustentável. São necessários, cada vez mais, mudanças da consciência coletiva e nos paradigmas que guiam as organizações. É preciso haver uma mudança de paradigmas nos valores humanos, para aí sim alcançarmos o real desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS

- ANEEL. Banco de informações de geração. Agência Nacional de Energia Elétrica. <http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=15> Acesso em 11 de dezembro de 2008.
- ANP. Anuário estatístico brasileiro do petróleo, gás natural e biocombustíveis 2008. Agência Nacional Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis http://www.anp.gov.br/conheca/anuario_2008.asp de Acesso em 11 de dezembro de 2008.
- ARGAN, Giulio Carlo. Projeto e destino. São Paulo: Atica, 2000.
- ASSIS, E. S. Bases teóricas para a aplicação da climatologia ao planejamento urbano. in: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 4. Salvador: ANTAC, 1997, p. 134-139.
- ASSIS, E.S. Eleonora. A abordagem do clima urbano e aplicações no planejamento da cidade: reflexões sobre uma trajetória. In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 8. Maceió: ANTAC, 2005, p. 92-101.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR15220-3 - Desempenho térmico de edificações - Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, ABNT, 2005.
- EDWARDS, B.; HYETT, P. Guía básica de sostenibilidad. Trad. S. S. Sousa do original Rough Guide to Sustainability, 2001. Barcelona, Gustavo Gili, 2004.
- EPE. Balanço Energético Nacional 2007: Ano base 2006. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética, 2007. https://ben.epe.gov.br/BEN2007_default.asp. Acesso em 12 de dezembro e 2008.
- FAVERSANI JR., Nelson. Sustentabilidade em Edificações Resultados Práticos. 6º Fórum Latino Americano sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento – Ecolatina 2007. Disponível em: http://www.ecolatina.com.br/pdf/anais/Forum_construcao_sustentavel/Nelson.pdf
- GIVONI, B. Climate considerations in building and urban design. Nova Iorque, Van Nostrand Reinhold, 1997, 463 p.
- GIVONI, B. Man, climate and architecture. Londres: Elsevier, 1976.
- GONÇALVES, Willi, ASSIS, Eleonora; ZÁRATE, Luis. Estimativa de dados climáticos utilizando redes neurais artificiais para fins de zoneamento bioclimático do Estado de Minas Gerais. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 12. Fortaleza: ANTAC, 2008.
- GRACIELA, P. Fundação Vanzolini apresenta certificação ambiental AQUA. Artigo publicado na REVISTA SUSTENTABILIDADE, disponível em: <http://revistasustentabilidade.com.br/sustentabilidade/noticias/certificacao-aqua-para-empreendimentos-sustentaveis-e-a-primeira-nacional>. Abril de 2008.
- HIGUERAS, Éster. Urbanismo Bioclimático - Barcelona: Gustavo Gili, 2006.
- INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe.asp>

Jota, F. G. ; Jota, P.R.S. ; Martins, E. C. ; Nobre, E. C. . “Gerenciamento Efetivo de Energia por Meio de Monitoramento Remoto e Contínuo por Uso Final”, II Congresso Brasileiro de Eficiência Energética, Vitória, ES, ABEE, 2007

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando Oscar Ruttkay. Eficiência energética na arquitetura. 2. ed. rev. São Paulo: Prolivros, 2004. 188p.

MARTINS, M. Adaptação do HQE ao Brasil. São Paulo: Fundação Carlos Alberto Vanzolini, Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, 2008. Disponível em: [http://www.sabesp.com.br/sabesp/filesmng.nsf/3FD00C2C8B754E46832574CF004A9698/\\$File/apresentacao_manuel_martins.pdf](http://www.sabesp.com.br/sabesp/filesmng.nsf/3FD00C2C8B754E46832574CF004A9698/$File/apresentacao_manuel_martins.pdf)

MAXIMIANO, A. C. (1995). Introdução a administração. Ed. Atlas, 404 p. São Paulo

OLGYAY, Victor. Arquitectura y clima: manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas. Barcelona: Gustavo Gili, 1998. 203p. ISBN 84-252-1488-2 (publicado originalmente como OLGAY, Vitor. Design with climate. New Jersey: Princeton University Press, 1963. 190p.)

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. Buildings and climate change. Status, Challenges and Opportunities. United Nations Environment Programme, 2007. ISBN 978-92-807-2795-1. Disponível em: http://www.unep.fr/pc/sbc/documents/Buildings_and_climate_change.pdf. (acesso em 23/01/2009)

PEREIRA, A. F. Da Sustentabilidade Ambiental e da Complexidade Sistêmica no Design Industrial de Produtos. In: Revista Estudos em Design. Rio de Janeiro: v.10, n.01, 2003.

PEREIRA, A. F. ECODESIGN: a nova ordem da indústria moveleira - desafios e limites de projeto. In: III MADETEC - Seminário de Produtos Sólidos de Madeira e Tecnologias Emergentes para a Indústria Moveleira, 2005, 28 a 30 de setembro, Vitória.. Anais III MADETEC, 2005.

ROGERS, Richard. Ciudades para un pequeño planeta. Barcelona: GG, 2000.

RUANO, Miguel. Ecurbanismo. Entornos humanos sostenibles: 60 proyectos. Barcelona: Gustavo Gili, 1999.

STEEMERS, K.; RAMOS, M.; SINOUE, M. Urban diversity. In: Steemers, K.; Steane, M. A. (ed.), Environmental Diversity in Architecture. New York, Spon Press, 2004, p. 85-100.

SZOKOLAY, S.V. Bioclimatic Design: Strategy to Details. In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 3. Gramado: ANTAC, 1995.

TAVARES, SÉRGIO. Metodologia de Análise do Ciclo de Vida Energético de Edificações Residenciais Brasileiras. Tese de doutorado. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2006.

WORLD Meteorological Organization. Climate and urban development. Geneva, WMO no. 844, 1996.

FICHA TÉCNICA

Coordenação

Roberta Vieira Gonçalves de Souza

Editoração

Guilherme Maciel Araújo

Autores

Léu Soares de Oliveira

Júlio César de Lima

Eleonora Sad de Assis

Ricardo Brant Pinheiro

Andréa Franco Pereira

Jurema Marteleto Rugani

Maria Elisa Baptista

Enid Drummond

Willi de Barros Gonçalves

Roberta Vieira Gonçalves de Souza

Letícia Maria de Araújo Zambrano

Paulo César Rosa

Leandro Santos Sabbadini

Fábio Gonçalves Jota

Luiz Geraldo Crespo Arruda

Giselly Marchesi Bianchi

Simone Soares de Aguiar

Jussara Grosch Ludgero Ramos

Projeto gráfico e diagramação

Rodrigo Denúbila

Revisão

Simone Santos

Realização

Grupo de Trabalho sobre o tema da sustentabilidade
do CREA/MG

CREA/MG – Conselho Regional de Engenharia,
Arquitetura e Agronomia de Minas Gerais

Apoio

MACPS – Mestrado Interdisciplinar em Ambiente
Construído e Patrimônio Sustentável

EA/UFGM – Escola de Arquitetura da Universidade
Federal de Minas Gerais



CREA-MG

Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura
e Agronomia de Minas Gerais

Compromisso, Inovação e Avanço

www.crea-mg.org.br
Av. Álvares Cabral, 1600, Santo Agostinho
Belo Horizonte /MG - CEP 30170-001
Telefone: 0800-0312732