

Manual de Obras Públicas Sustentáveis



Sistema Estadual de Meio Ambiente

José Carlos Carvalho – Secretário de Estado de Meio Ambiente

Shelley de Souza Carneiro – Secretário Adjunto

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

Thiago Alexander da Costa Grego

Subsecretaria de Inovação e Logística

Superintendência de Recursos Logísticos e Manutenção

Manual de Obras Públicas Sustentáveis

SEMAD-SIL-SURL

Versão preliminar

Belo Horizonte

2008

© 2008 Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

Governo do Estado de Minas Gerais

Aécio Neves Cunha

Governador

Sistema Estadual de Meio Ambiente – Sisema

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – Semad

José Carlos Carvalho

Secretário

Subsecretaria de Inovação e Logística

Thiago Alexsander Costa Grego

Subsecretário

Elaboração:

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - SEMAD

Secretaria de Estado de Saúde - SES

Secretaria de Estado de Educação - SEE

Secretaria de Estado de Transportes e Obras Públicas - SETOP

Rua Espírito Santo, 495 – Centro – Belo Horizonte/MG

CEP: 30.160-030 (31) 3219-5232/5231/5230

www.meioambiente.mg.gov.br

LISTA DE SIGLAS

AAE – Avaliação Ambiental Estratégica
ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
APA – Área de Proteção Ambiental
CGIEE – Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética
CICE – Comissão Interna de Consumo de Energia
CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente
COPAM – Conselho de Política Ambiental
IBAMA – Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais
IBRAOP – Instituto Brasileiro de Auditoria de Obras Públicas
NBA – Norma Brasileira de Acessibilidade
NBR – Normas Técnicas Brasileiras
NGA – Núcleo de Gestão Ambiental
PCA – Plano de Conservação da Água
PGEE – Programa de Gestão Energética Estadual
PURA – Plano de Uso Racional da Água
RIV – Relatório de Impacto de Vizinhança
SEE – Secretaria de Estado da Educação
SEMAD – Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
SES – Secretaria de Estado da Saúde
SETOP – Secretaria do Estado de Transportes e Obras Públicas
SISEMA – Sistema Estadual de Meio Ambiente
SOBES – Sociedade Brasileira de Engenharia e Segurança
UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais
UNEP – United Nations Environment Programme

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO.....	1
2. CONSIDERAÇÕES INICIAIS E OBJETIVOS.....	2
2.1. Políticas Ambientais do Banco Mundial e o Marco de Referência Ambiental	
2.2. NGAs e a Política Estadual de Meio Ambiente	3
2.3. Sustentabilidade e Construções Sustentáveis	
2.4. Construção Civil: Impactos.....	4
2.5. Sustentabilidade Econômica.....	5
3. INTRODUÇÃO A FUNDAMENTOS LEGAIS DAS OBRAS SUSTENTÁVEIS.....	6
4. PLANEJAMENTO SUSTENTÁVEL.....	10
4.1. Investigação inicial	12
4.2. Programa de necessidades e pré-dimensionamento	
4.3. Terreno	13
4.4. Levantamento planialtimétrico do terreno	
4.5. Integração do projeto com o entorno	
4.6. Reforma e requalificação arquitetônica	14
5. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	
6. GESTÃO E ECONOMIA DA ÁGUA	15
7. GESTÃO DE RESÍDUOS.....	17
8. QUALIDADE DO AR E DO AMBIENTE INTERIOR	18
9. CONFORTO TERMO- ILÚMINO- ACÚSTICO	19
10. USO RACIONAL DE MATERIAIS AMBIENTALMENTE AMIGÁVEIS.....	20
11. REFERÊNCIAS.....	22

1. APRESENTAÇÃO

A elaboração deste Manual de Obras Públicas Sustentáveis insere-se no âmbito do Programa de Parceria para o Desenvolvimento de Minas Gerais II¹, assinado entre o Governo do Estado e o Banco Mundial.

O Programa tem por finalidade apoiar o Governo de Minas Gerais na implementação da Segunda Geração do Choque de Gestão (Estado para Resultados), de forma a

1 BANCO MUNDIAL, Projetos, disponível (em ingles) em:

<http://web.worldbank.org/external/projects/main?pagePK=64283627&piPK=73230&theSitePK=322341&menuPK=322373&Projectid=P101324>

ampliar a oferta e melhorar a qualidade e eficiência de serviços e bens públicos, e a reforçar os avanços fiscais e macroeconômicos obtidos e as reformas já implementadas, com o objetivo de incentivar o crescimento econômico e a redução da pobreza no estado.

As ações a serem apoiadas pelo Programa estão em sua maior parte associadas à prestação de serviços de saúde, educação, transporte e melhoria da gestão.

Com exceção do setor de transportes, cujos marcos e diretrizes ambientais foram tratados diretamente com o Banco Mundial, a execução das ações previstas no programa não deve produzir impactos ambientais negativos substanciais. Os projetos de investimento físico, identificados de maneira preliminar, financiam obras de pequeno a médio vulto – como a construção de escolas – com impactos ambientais negativos localizados e que não requerem, de forma geral, licenciamento ambiental.

Os impactos ambientais relativos às ações ligadas ao Programa nas áreas de saúde e educação podem, assim, ser mitigados de maneira apropriada com medidas relativamente simples. Este manual pretende sugerir diretrizes nesse sentido, e pode ser entendido como parte dos crescentes esforços empreendidos, por parte do Governo do Estado, para abordar a questão ambiental, não somente no âmbito do Programa, mas de forma sistemática nas políticas públicas setoriais desenvolvidas pelas diversas Secretarias. O manual foi concebido como uma ação preventiva ligada diretamente às intervenções previstas pelo Programa, mas deve ser percebido, primeiramente, como parte de um objetivo mais amplo de conscientização e mudança de paradigmas e entendimentos na administração pública.

Este Manual de Obras Sustentáveis nasce, portanto, de uma necessidade pontual e imediata para tornar-se um primeiro ponto de referência para outras ações e áreas de governo. Trata-se de uma versão preliminar, cujas páginas deverão, durante o ano de 2009, ser revisadas e acrescidas de conteúdos técnicos específicos, relativos principalmente, mas não exclusivamente, à sustentabilidade nas edificações do Estado destinadas à oferta de serviços de Educação e Saúde. As revisões previstas para 2009 deverão incluir também aspectos relativos à redução de impactos sociais e culturais e à medidas de consulta pública que contribuam para uma maior participação dos beneficiários nas diversas fases do processo de obras.

Todas as Secretarias e órgãos do Governo do Estado são desta forma, convidados a fazerem uso do manual e a contribuir para seu aperfeiçoamento por meio de um diálogo constante.

2. CONSIDERAÇÕES INICIAIS E OBJETIVOS

2.1. Políticas Ambientais do Banco Mundial e o Marco de Referência Ambiental

A fim de prevenir e mitigar impactos negativos sobre pessoas e seus ambientes no processo de desenvolvimento, o Banco Mundial opera com uma série de políticas de salvaguarda² que têm como objetivo oferecer, a seus funcionários e clientes,

2 BANCO MUNDIAL, Políticas de Salvaguarda, disponível (em inglês) em:
<http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/PROJECTS/EXTPOLICIES/EXTSAFEPOL/>

diretrizes relativas à identificação, preparação e implementação de programas e projetos.

A Avaliação Ambiental (Environmental Assessment) é uma das dez modalidades de políticas de salvaguarda utilizadas pelo Banco, e visa identificar, evitar, e mitigar potenciais impactos ambientais negativos associados a operações de empréstimo do Banco.

A preocupação com o meio-ambiente e a presença de avaliações ambientais nas políticas de salvaguarda do Banco refletem sua filosofia de ajudar os clientes a integrarem assuntos ambientais em seu processo de desenvolvimento. O Banco tem reforçado, nesse sentido, o “mainstreaming” do tema ambiental em empréstimos setoriais por meio do estímulo a abordagens transversais, inter-setoriais, de questões relativas ao meio-ambiente.

No caso de Minas Gerais, para assegurar que os investimentos e ações apoiados pelo Banco Mundial não causem impactos ambientais significativos, foi elaborado um Marco de Referência Ambiental³ que oferece um diagnóstico das políticas ambientais no Estado e diretrizes para que as: Secretaria Estadual de Transportes e Obras Públicas (SETOP), Secretaria do Estado da Saúde (SES) e Secretaria de Estado da Educação (SEE), principais executoras de projetos e investimentos físicos no âmbito do Programa, tenham maior controle sobre o impacto ambiental antes, durante e após a execução. Este manual nasce dessas diretrizes e do esforço conjunto entre as três Secretarias, seus respectivos Núcleos de Gestão Ambiental (NGAs), Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento (Semad) e Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

2.2. Núcleos de Gestão Ambiental e a Política Estadual de Meio Ambiente

A preocupação com a transversalidade da questão ambiental constitui um importante ponto de convergência entre os valores e entendimentos do Banco Mundial e a Política Estadual de Meio Ambiente operacionalizada pelo Sistema Estadual de Meio Ambiente (Sisema).

Esforços por parte do Governo do Estado de Minas Gerais no sentido de integrar e aprimorar a gestão ambiental no Estado garantindo uma governança ambiental efetiva, vêm sendo direcionados ao fortalecimento da presença e preocupação com questões ambientais na formulação de políticas setoriais.

Nesse sentido, a atual política ambiental do Estado contemplou a criação de Núcleos de Gestão Ambiental (NGAs) nas diversas Secretarias, que têm como principal objetivo promover a inclusão de políticas de proteção do meio ambiente e de desenvolvimento sustentável do Estado entre as políticas públicas setoriais desenvolvidas pelas Secretarias, e articular seus diversos agentes para a difusão da política estadual de meio ambiente.

Com o Decreto nº 43.372/2003 foram criadas estruturas institucionais para a implantação dos NGAs no âmbito de cada uma das Secretarias de Estado com

0,,menuPK:584441~pagePK:64168427~piPK:64168435~theSitePK:584435,00.html

3 MINAS GERAIS, Governo do Estado, **Marco de Referência Ambiental para as áreas de Saúde, Educação e Transporte**, 2008. Disponível em: <http://www.egov.mg.gov.br/consulta/Marco%20Ambiental%20Saude%20Educao%20e%20Transporte.pdf>

representação no Plenário do Conselho Estadual de Política Ambiental (Copam) na SEE.

Vinculados ao Sisema, os NGAs devem reconhecer as interfaces que existem entre planos, programas e projetos das demais secretarias estaduais com a gestão ambiental.

2.3. Sustentabilidade e Construções Sustentáveis

A definição mais notória de Sustentabilidade é aquela sugerida em 1987 pela Comissão de Brundtland (Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento) no relatório *Nosso Futuro Comum*⁴: "suprir as necessidades da geração presente sem afetar a habilidade das gerações futuras de suprir as suas".

Trata-se de um conceito sistêmico, relacionado com a continuidade dos aspectos econômicos, sociais, culturais e ambientais da sociedade humana.

Assim, para que um empreendimento seja sustentável, deve ter em vista quatro princípios básicos:

- Ser ecologicamente correto;
- Ser economicamente viável;
- Ser socialmente justo; e
- Ser culturalmente aceito.

A construção sustentável tem como objetivo aplicar esses mesmos princípios ao processo de planejamento e execução de obras, propondo soluções aos principais problemas ambientais de nossa época, buscando explorar menor quantidade de matéria e energia, causar menos poluição e produzir menos resíduos, respeitando e zelando pelas pessoas envolvidas. Tudo isso, agregando a moderna tecnologia e os benefícios que a evolução construtiva tem nos trazido ao longo da história.

É importante ressaltar que a noção de construção sustentável deve estar presente desde o estudo de viabilidade técnica, escolha do terreno, definição do programa de necessidades e concepção arquitetônica – quando já devem ser considerados aspectos interdisciplinares do processo de projeto, de execução da obra, de utilização, manutenção e principalmente da conservação da construção durante todo o seu ciclo de vida útil - os quais garantirão a sua sustentabilidade.

É necessário um detalhamento do que pode ser feito para tornar um empreendimento mais sustentável em cada fase da obra, analisando aspectos e impactos ambientais, bem como os diversos itens em cada uma das fases, devendo ser trabalhados para que se caminhe para um empreendimento sustentável - em sua concepção, implantação e utilização.⁵

A construção sustentável não se restringe às novas edificações, mas engloba também reformas, adaptações e mudanças na utilização do espaço construído e nas edificações já existentes, que garantam maior qualidade de vida para as gerações atual e futura.

4 NACOES UNIDAS, Comissão de Brundtland, **Relatório de Brundtland**, 1987. Disponível em: <http://www.worldinbalance.net/pdf/1987-brundtland.pdf>

5 FIEMG, Câmara da Indústria da Construção, **Guia de Sustentabilidade na Construção**. Belo Horizonte, 2008. 60p.

Trata-se de trabalhar e readaptar não somente o espaço, mas também percepções e comportamentos de usuários e servidores. O Programa de Educação Ambiental em Prédios do Governo de Minas Gerais – AmbientalAÇÃO, é um exemplo nesse sentido, e se propõe a estimular mudanças de comportamento por meio da construção de uma nova cultura institucional na administração pública, voltada para a adoção de critérios ambientalmente corretos, práticas sustentáveis e melhorias na qualidade de vida no trabalho.⁶

2.4. Construção Civil: Impactos

Se levada em conta a cadeia que une fabricantes de materiais a usuários finais, a construção civil é o segmento que mais consome matérias-primas e recursos naturais no planeta, e o terceiro maior responsável pela emissão de gases de efeito estufa à atmosfera.⁷

- Mais de 40% da energia consumida mundialmente é utilizada no setor.
- Em 2005, foram produzidas cerca de 331 milhões de toneladas de agregados (areia, brita, etc) para a construção. O consumo brasileiro de agregados, dessa forma, poderia ser estimado em 1,77 tonelada/habitante ao ano.
- A quantidade gerada de resíduos de construção e demolição é, em média, de 150kg/m² construído. Os resíduos da construção constituem de 41% a 70% da massa de resíduos sólidos urbanos. Isso significa que em muitos casos mais da metade de todos resíduos de um município provêm da construção civil.

Precisamente, pelas proporções de seu impacto, a área de construção civil tem potencial para contribuir de forma considerável à sustentabilidade do planeta. Segundo o relatório do United Nations Environment Programme (UNEP), de 2007, uma boa arquitetura e a economia de energia em prédios, poderiam fazer mais pelo combate ao aquecimento global do que todas as restrições de emissão e gases de efeito estufa definidas no Protocolo de Kioto.⁸

Infelizmente, ainda há muito a se fazer. A construção civil vem só agora absorvendo conceitos e parâmetros ambientais já incorporados por outros setores produtivos. Os impactos negativos e potenciais de melhora do setor vêm ganhando mais visibilidade e grandes mudanças deverão ocorrer em breve.

2.5. Sustentabilidade Econômica

⁶ MINAS GERAIS, Fundação Estadual do Meio Ambiente (C.F. www.feam.mg.gov.br)

⁷ BANCO REAL, **Guia de Boas Práticas na Construção Civil**, 2007, disponível em: <http://sustentabilidadereal.conectt.com.br/cursos/Edifica%C3%A7%C3%A3o%20Sustent%C3%A1vel/artigosOLD.aspx>; e SUSTAINABLE CONSTRUCTIONS, site sobre construções sustentáveis, disponível em <http://www.sustainableconstruction.co.uk> - acessados em

⁸ SOBREIRA et Al., **Sustentabilidade em Edificações Públicas: Entraves e Perspectivas**, Brasília, 2007. Disponível em: [http://www2.camara.gov.br/internet/programas/ecocamara/areas-tematicas/copy_of_arquitetura-e-construcao-sustentavel/\(ELECS%202007%20-%20Artigo%20-%20Sustentabilidade%20em%20Edificacoes%20Pubicas.pdf](http://www2.camara.gov.br/internet/programas/ecocamara/areas-tematicas/copy_of_arquitetura-e-construcao-sustentavel/(ELECS%202007%20-%20Artigo%20-%20Sustentabilidade%20em%20Edificacoes%20Pubicas.pdf).

Um objetivo central de grande parte dos projetos de construção civil, principalmente na esfera pública, está em completarem-se as obras com custos mínimos. A construção sustentável, porém, estimula uma revisão do conceito de custos, em que as variáveis ecológica, cultural e social devem ser levadas em conta, assim também como o período de vida útil do empreendimento em questão.

Os custos de uma edificação não se restringem ao custo da obra em si, devendo ser calculados, por exemplo, os gastos de operacionalização e manutenção. Estes últimos tendem a ser, ao longo dos 60 anos de vida-útil média de uma edificação, seis vezes superiores ao custo inicial da construção.

Nesse sentido, as edificações sustentáveis apresentam um grande atrativo. Ao atenderem a princípios ecológicos – como, por exemplo, a redução no consumo de energia – atendem também, a longo prazo, a princípios econômicos.

Uma boa gestão de todos os aspectos de planejamento, construção e uso podem reduzir dramaticamente o custo de uma edificação ao longo de sua vida-útil, sem que necessariamente sejam necessários mais investimentos no processo inicial de projeto e construção. Ademais, considerada a escala das compras e contratações para obras públicas, o estado, através de projetistas e executores, tem grande capacidade potencial de criar novos parâmetros de mercado, tornando produtos e serviços sustentáveis cada vez mais economicamente acessíveis.

O Manual de Obras Públicas Sustentáveis do Estado de Minas Gerais deverá ser uma ferramenta fundamental para promover mudanças culturais na cadeia produtiva da construção de obras públicas, modificando as atitudes de todos os atores envolvidos, desde a definição do programa de necessidades pelos usuários, até finalmente a forma de percepção e de utilização da edificação também pelos usuários durante seu ciclo de vida. Sua importância ultrapassa as obras públicas, na medida em que sua adoção estimulará as mesmas mudanças culturais no mercado de fornecedores – arquitetos, engenheiros, empreendedores, fabricantes, etc - e conseqüentemente em toda a sociedade.

3. INTRODUÇÃO A FUNDAMENTOS LEGAIS DAS OBRAS SUSTENTÁVEIS

“Embora o conceito de desenvolvimento sustentável tenha sido amplamente disseminado nas últimas décadas, sobretudo a partir da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (mais conhecida como Rio 92), todavia, inexistia clareza sobre sua aplicação nos processos administrativos no setor governamental.”⁹

Conceito em consolidação no país, o desenvolvimento sustentável teve suas primeiras bases legais estabelecidas ainda na década de 80. No Estado de Minas Gerais, a Lei Estadual nº 7.772/80 já determinava as diretrizes governamentais para a proteção, melhoria e conservação do meio ambiente, enquanto em âmbito nacional, a Lei Federal nº 6.938/81, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, incluía dentre seus objetivos o estabelecimento de critérios referentes ao uso e manejo racionais de recursos ambientais, bem como o desenvolvimento e difusão de pesquisas e tecnologias ambientais (art. 4º).

⁹ BIDERMÁN Rachel Et AL., **Guia de compras públicas sustentáveis**, FGV-EAESP/ICLEI-LACS: Sao Paulo (p.13)

Vertente relativamente recente dessa estratégia, os fundamentos para a “construção sustentável”, ou pelo menos seu embrião, foram definidos na Constituição Federal de 1988¹⁰, nos artigos 170, VI, e 225, que impõem ao Poder Público o dever de defender e preservar o meio ambiente, para o presente e para as futuras gerações.

O art. 225, § 1º, IV, exige o estudo prévio de impacto ambiental para obras e outras atividades que possam causar degradação ambiental. Seguindo essa orientação, a Constituição do Estado de Minas Gerais¹¹ determinou, ainda em 1989, a necessidade de licenciamento ambiental para tais casos (art.214, § 2º). Há, contudo, uma escassez de normas claras e precisas, tanto no âmbito nacional quanto no estadual, quanto a obras de baixo impacto ambiental e, principalmente, quanto às especificações técnicas dos procedimentos e materiais a serem utilizados para que se conclua uma obra plenamente sustentável. Por vezes, os projetistas e executores, sobretudo aqueles vinculados à Administração Pública, ainda se defrontam com o dilema custo (e tempo) x benefícios ambientais. Muito fica à critério e bom-senso de projetistas e executores.

No caso dos materiais utilizados em obras realizadas pela Administração Pública, por exemplo, a questão se estende ao debate sobre compras públicas e “licitações sustentáveis”. Trata-se, aqui, de promover uma interpretação mais ampla daquilo que a Lei n. 8.666/93 define como a proposta mais vantajosa, ou seja, de “tentar visualizar o principal objetivo da legislação licitatória com um olhar mais sustentável e menos financeiro”.¹² Nesse sentido, garantir que produtos e materiais comprados para obras públicas tenham origem comprovadamente legal do ponto de vista das exigências da legislação ambiental é apenas um primeiro passo. Quais produtos ou serviços causam menor impacto sobre o meio ambiente? Quais oferecem maior eficiência para que sejam evitados desperdícios? Quais promovem a inclusão social e a redução da pobreza? Quais fornecedores, enfim, oferecem a sustentabilidade como valor agregado? Essas são questões importantes quando se consideram a escala das compras, as contratações públicas e o potencial do Estado de afetar o mercado de fornecedores da construção civil.

Apesar do caráter meramente instrutivo deste Manual, é importante ressaltar que as disposições aqui contidas esclarecem e consolidam o conjunto de normas nacionais referentes à proteção ambiental na construção civil. A parca legislação sobre o tema vem dispersa em diplomas legais federais, estaduais e municipais - Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), Portarias do Ministério do Trabalho e Emprego (TEM) e do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), e normas técnicas, com destaque para aquelas formuladas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Dado o enfoque regional do Programa de Parceria que motivou o presente trabalho, privilegia-se aqui a normatização federal e estadual, cabendo a cada projetista e executor, observar as disposições municipais pertinentes à matéria.

A construção, como regra geral, se inicia com um programa de necessidades, estabelecendo o prédimensionamento para a função e usuários da obra. A partir

¹⁰ BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado Federal, 1988. 292 p.

¹¹ MINAS GERAIS. Constituição (1989). Constituição do Estado de Minas Gerais. 8 ed. Belo Horizonte: Assembléia Legislativa do Estado de Minas Gerais, 2001. 264 p.

¹² BIDERMAN Rachel Et AL., **Guia de compras públicas sustentáveis**, FGV-EAESP/ICLEI-LACS: Sao Paulo (p. 35)

deste, é possível estimar a área construída e, - considerando as condições climáticas do sítio e as exigências ambientais das atividades definidas no programa de necessidades, dentro dos parâmetros urbanísticos e da lei de uso e ocupação do solo do município, - avaliar a localização e a área de terreno adequadas para a implantação da edificação pretendida. Devem ser levadas em consideração, aqui, as disposições da Lei Federal nº 4.711/65, que institui o Código Florestal, e da Lei nº 6.766/79, que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano. Deve-se, ainda, verificar se o terreno em questão interfere em Área de Proteção Ambiental (APA), objeto da Lei Federal nº 6.902/81, e verificar as possibilidades de intervenção contidas nas Resoluções do Conama 302 e 303/02, bem como a 396/06.

Projetistas e executores jamais devem esquecer, contudo, de examinar as disposições do Estatuto da Cidade (instituído pela Lei Federal nº 10.257/01), bem como o Plano Diretor e o Código de Obras do município em questão.

Estabelecido o canteiro de obras, o executor deve, então, atentar para as determinações da Portaria nº 04/95¹³, do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), que busca assegurar as condições de segurança, higiene e saúde no trabalho em estaleiros temporários ou móveis, juntamente com a Norma Regulamentadora nº 18. Sugerimos, ainda sobre este tema, a leitura do “Manual de Procedimentos para a Implantação e Funcionamento de Canteiros de Obras na Indústria da Construção”¹⁴, elaborado pela Sociedade Brasileira de Engenharia e Segurança (Sobes).

Na execução de uma obra sustentável, é necessário atender às disposições legais acerca da gestão de resíduos. A Resolução 307 do Conama é a norma mais abrangente nesse sentido, classificando e estabelecendo diretrizes, critérios e procedimentos sobre o gerenciamento dos resíduos da construção civil, criando responsabilidade para a cadeia desde o gerador, transportador⁽¹⁵⁾, receptor e municípios. A Resolução 348 do Conama, por sua vez, classifica o amianto como resíduo perigoso, de propriedades cancerígenas.

A NBR 10.004/04 da ABNT também oferece uma ampla classificação de resíduos sólidos em geral. Em âmbito estadual, a Lei 16.682/07 é clara ao exigir a implantação de programa de redução de resíduos por empreendimento público ou privado (art. 1º).

O green building demanda, ainda, atenção quanto à eficiência energética, nos parâmetros da Lei Federal nº 10.295/01, regulamentada pelo Decreto nº 4.059/01, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia. Os parâmetros, indicadores e requisitos técnicos para o consumo de energia em construções são previstos pelo Grupo Técnico do Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética (CGIEE), o qual é responsável pela avaliação de eficiência energética em edificações (art. 15, I, Decreto nº 4.059/01). Em se tratando de tecnologias de eficiência energética, as normas ABNT NBR nº 5.413 e 5.461 de 1991 trazem um bom rol de procedimentos e terminologias em iluminação natural.

¹³ Portaria nº. 04/95 do MTE: http://www.mte.gov.br/legislacao/portarias/1995/p_19950704_04.asp

¹⁴ SOBES, **Manual de Procedimentos para a Implantação e Funcionamento de Canteiros de Obras na Indústria da Construção**. Disponível em: <http://www.segurancaetrabalho.com.br/download/canteiro-sobes.pdf>

¹⁵ No que se refere especificamente ao transporte de resíduos, vide a Lei Federal nº 96.044/88, bem como os Decretos Federais nº 88.821/83, nº 92.804/86, nº 6.044/88 Lei Federal 96.044/98. As NBR 7.500 e 7.501 da ABNT provêm uma classificação de cargas perigosas.

Ao se elaborar e executar uma obra sustentável é necessário observar, ainda, o uso racional de recursos hídricos, conforme estabelece a Lei Federal nº 9.433/97, que dá as diretrizes da Política Nacional de Recursos Hídricos. No Estado de Minas Gerais, o recente Decreto Estadual nº 44.844/08 tipifica e classifica infrações às normas de proteção ao meio ambiente e aos recursos hídricos, bem como estabelece procedimentos administrativos de fiscalização e aplicação das penalidades.

O emprego de produtos e subprodutos de madeira de origem nativa e plantada também é objeto de legislação estadual específica em todo o país. Em Minas Gerais, seguindo a tendência, o Decreto Estadual 44.872/08 é rigoroso quanto à contratação de obras e serviços pela Administração Pública Estadual que envolvam a aquisição direta e o emprego de tal material. É essencial que se comprove a legalidade de sua procedência legal, certificada ou de manejo florestal sustentável (art. 1º), a ser aprovada pela autoridade competente, como requisito para a elaboração do projeto executivo, sob pena de nulidade do processo de licitação (art. 2º, caput e par. único). Os editais devem, inclusive, estabelecer fase específica para esta habilitação (art. 4º), observando os anexos - documentos de controle ambiental - do decreto em questão.

Não apenas se deve observar a proveniência da madeira, mas cuidar do desmatamento e reflorestamento quando pertinentes à obra. O Decreto Federal nº. 88.207/83¹⁶ trata da Política de Reflorestamento.

Nas especificações técnicas de uma “obra verde” deve-se privilegiar a saúde e o conforto dos usuários. Mesmo não contando com diplomas legais abrangentes, a legislação brasileira já estabelece as normas sobre:

- Conforto acústico - ABNT NBRs nº 10.151, 10.152 e 11.957, Portaria do Ministério do Trabalho e Emprego nº 3.214/78¹⁷ e leis municipais);
- Ergonomia (Portaria do Ministério do Trabalho nº 3.751/90);
- Qualidade interna do ar (RE/ANVISA nº 09/03, ABNT NBR nº 6.401);
- Conforto térmico (ABNT NBR nº 15.220). Essa abordagem é, todavia, demasiado recente na prática nacional, o que não constitui motivo, entretanto, para se desprezar

Nesse aspecto, a questão da acessibilidade, por outro lado, já tem sido amplamente debatida no cenário nacional, tanto em sentido amplo (transportes) quanto estrito da acessibilidade de pessoas portadoras de necessidades especiais a edificações, espaços, mobiliários e equipamentos urbanos. No empreendimento de uma obra, quanto à acessibilidade lato sensu, devem ser observadas as disposições da Lei Federal nº 5.917/73, que cria o Plano Nacional de Viação, e da Lei Federal nº 10.233/01, que dispõe sobre a estruturação dos transportes aquaviários e terrestres. O Plano Diretor do Município onde se realizará o empreendimento também deve ser examinado, sobretudo para projetos que demandem um Relatório de Impacto de Vizinhança (RIV). Em seu sentido estrito, as normas ABNT NBR nº 9.050 e 13.994 apresentam as especificações técnicas para atender os portadores de necessidades especiais (deficiência física).

Além de observar as leis, medidas, normas e programas referentes às obras sustentáveis, projetistas e executores devem consultar os órgãos responsáveis de forma a adequar as disposições normativas às necessidades concretas de sua

¹⁶ Decreto Federal nº. 88.207/83: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Decreto/D88207.htm

¹⁷ Portaria nº. 3.214/78 do MTE: http://www.mte.gov.br/legislacao/portarias/1978/p_19780608_3214.pdf

edificação, sobretudo no que se refere à toda legislação trabalhista vigente¹⁸ e normas relativas a segurança no canteiro de obras, bem como demais normas ambientais e urbanísticas que podem ser pertinentes a casos específicos.¹⁹

É sempre importante lembrar que “sustentabilidade” não se refere apenas a evitar danos ao meio ambiente, mas também em harmonizar e integrar o desenvolvimento humano no que concerne à relação entre fornecedores, executores, funcionários, sociedade e usuários com o meio em que nos encontramos.

4. PLANEJAMENTO SUSTENTÁVEL

Antecedido pela Avaliação Ambiental Estratégica (AAE), conforme descrito no Marco de Referência Ambiental para as Áreas de Saúde, Educação e Transporte, do Programa de Parceria para o Desenvolvimento de Minas Gerais II, o Planejamento Sustentável é a etapa mais importante de uma obra, pois a partir dele serão decididas todas as intervenções que poderão integrar a obra ao meio ambiente ou resultar em danos em curto, médio e longo prazos.

Na elaboração do planejamento sustentável devem ser trabalhados, com referência ao programa de necessidades definido pelos usuários, os seguintes aspectos:²⁰

- Análise da obra, do local e das informações pertinentes;
- Aplicação da análise de ciclo de vida para determinação das diretrizes de projeto e escolha de materiais e tecnologias;
- Estudos de solo;
- Recomendações de projeto e intervenções;
- Recomendações de materiais e tecnologias;
- Estudos de consumo de materiais e energia da edificação;
- Planejamento da logística de materiais e recursos;
- Elaboração de projetos básicos e executivos com aplicação de tecnologias de informação em engenharia simultânea, promovendo a interação sistemática de todas as especialidades técnicas com objetivo de compatibilização dos projetos e conseqüente redução de retrabalho e maior eficiência e eficácia do processo de execução da obra dentro do orçamento elaborado.

A utilização de sistemas colaborativos computacionais que promovam a interação sistemática dos projetistas envolvidos com os gestores de projetos e de obras, desde o planejamento, vem se tornando muito útil como ferramenta de gerenciamento, propiciando a redução de aditivos de prazo para elaboração dos projetos, assim como a redução de geração de cópias para análise e retrabalho.

A concepção do empreendimento deve ser realizada por uma equipe interdisciplinar, que deve ser responsável pela elaboração dos estudos preliminares dos projetos. Nesta etapa também devem ser promovidas intervenções conscientes sobre o meio

¹⁸ Recomenda-se, portanto, consultar a Consolidação das Leis do Trabalho: <http://www.trt02.gov.br/geral/tribunal2/legis/CLT/INDICE.html>

¹⁹ A legislação federal ambiental pode ser encontrada no site do Ministério do Meio Ambiente: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legi.cfm> e a legislação estadual no site da Secretaria do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais: <http://www.semad.mg.gov.br/#>

²⁰ IDHEA, Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica, **NOVE PASSOS PARA A OBRA SUSTENTÁVEL** – resumo, disponível em: www.idhea.com.br

ambiente. O empreendimento deve se adaptar às necessidades de uso, produção e consumo humano sem que haja esgotamento de recursos naturais, ficando esses recursos preservados para as gerações futuras. A elaboração de projetos deve ser vista como uma grande oportunidade de atuação preventiva, já que as conseqüências das decisões tomadas nesta fase estendem-se ao longo de todo o ciclo de vida do empreendimento.

O projeto a ser elaborado deve estar em conformidade, em termos de conteúdo, com a Lei 8.666/93. Segundo esta Lei, o projeto básico é o conjunto de elementos necessários e suficientes, precisamente identificados, que caracterizam obra ou serviço. Este projeto deve ser baseado em estudos técnicos preliminares, assegurando a viabilidade técnica e o adequado tratamento do impacto ambiental do empreendimento, além de possibilitar a avaliação do custo da obra e a definição dos métodos e prazo de execução. Segundo a mesma lei, o projeto deverá conter os seguintes elementos:

- Solução desenvolvida, fornecendo visão global da obra e identificação de todos os elementos constitutivos de maneira clara;
- Soluções técnicas globais, localizadas e detalhadas, que minimizem a reformulação durante as fases de elaboração do projeto executivo e principalmente durante a realização das obras e montagem;
- Identificação dos tipos de serviços a executar e de materiais e equipamentos incorporados à obra, assim como suas especificações, que assegurem os melhores resultados para o empreendimento;
- Informações que possibilitem o estudo e a dedução de métodos construtivos, instalações provisórias e condições organizacionais para a obra;
- Subsídios para montagem do plano de licitação e gestão da obra, compreendendo a sua programação, a estratégia de suprimentos, as normas de fiscalização e outros dados necessários em cada caso;
- Orçamento detalhado do custo global da obra, fundamentado em quantitativos de serviços e fornecimentos propriamente avaliados.

É fundamental que a etapa do projeto básico seja cumprida com a produção de documentos que contenham todo o conteúdo necessário estabelecido na Orientação Técnica do Instituto Brasileiro de Auditoria de Obras Públicas – IBRAOP - OT - IBR 001/2006 como requisito para a produção de orçamentos em conformidade com a legislação vigente.

Para o desenvolvimento do projeto é preciso inicialmente definir o uso final do empreendimento, seguido da elaboração de um programa de necessidades formulado após ouvirem-se as partes envolvidas no processo. A partir da análise das necessidades dos usuários, gestores, investidores, fornecedores e sociedade será possível determinar os requisitos de projeto e as estratégias de construção.

É de suma importância que a comunidade do entorno seja ouvida e informada a respeito do empreendimento que será implantado. Um processo participativo traz inúmeros benefícios, tanto para a sociedade em geral quanto para os envolvidos diretamente no processo - usuários e projetistas. Do ponto de vista social a participação resulta em uma maior reunião de necessidades sociais e utilização efetiva de recursos para suprir necessidades reais da população. Para o profissional, desenvolver um processo de projeto participativo possibilita conseguir informações reais sobre as necessidades dos usuários, permitindo o aprendizado e a utilização de métodos diversificados para alcançar os objetivos, sem afetar o processo criativo.

Como resultado final do processo projetual, além do projeto, é importante que seja elaborado um manual de usuários, disponibilizado aos proprietários e usuários, para que conheçam, valorizem e, de fato, aperfeiçoem o uso dos equipamentos e técnicas da construção.

O projeto elaborado deve, também, atender aos requisitos de funcionalidade. Entende-se que funcionalidade é qualidade de funcional²¹, concernente às funções vitais, em cuja execução ou fabricação se procura atender, antes de tudo, à função, ao fim prático. Mudanças de hábitos, alterações no modo de vida, novas necessidades sociais e o desenvolvimento sócio-cultural exigem espaços com plena funcionalidade para cumprimento dos seus direitos de cidadão. O desenvolvimento humano sustentável exige que os espaços sejam humanos e, por decorrência, funcionais.

Além de funcional o projeto deve atender a toda diversidade de usuários, para isso a inclusão de conceitos de desenho universal é imprescindível. O desenho universal consiste numa filosofia de projeto que visa atender uma maior gama de usuários, suas diferenças, necessidades e restrições, possibilitando independência na realização das atividades. Fundamenta-se no respeito à diversidade humana, considerando os usuários de ambientes e/ou de produtos.

Um projeto realmente universal deve atender plenamente às necessidades de todos, tendo como grande desafio a busca de ambientes acessíveis que conciliem diversas necessidades. Para que isto seja possível é necessário conhecer e agregar as diferentes potencialidades, deficiências e restrições na realização de atividades.

Quando se fala em diversidade, não se consideram apenas as pessoas portadoras de necessidades especiais ou com algum tipo de restrição, mas também gestantes, idosos, crianças, pessoas com um ou mais membros temporariamente imobilizados, pessoas muito altas, baixas ou obesas, ou seja, todos são indivíduos distintos com diferentes características físicas, necessidades e restrições que devem ser observadas. As soluções projetuais devem considerar a totalidade de habilidades e limitações, visto que estas nem sempre são contempladas pela NBR 9050/2004 - Norma Brasileira de Acessibilidade (NBA).

Tendo em vista todas as questões acima, alguns princípios devem ser observados na elaboração do projeto arquitetônico.

4.1. Investigação inicial

Pesquisa sobre as necessidades e condicionantes dos agentes e fatores envolvidos no processo, privilegiadamente os usuários.

4.2. Programa de necessidades e pré-dimensionamento

Elaborar programa de necessidades que contenha o detalhamento dos ambientes a serem projetados e a matriz de relacionamento ou o fluxograma entre esses

21 vide: <http://michaelis.uol.com.br/moderno/portugues/index.php?lingua=portugues-portugues&palavra=funcional>

ambientes. Elaborar pré-dimensionamento dos espaços, considerando as dimensões mínimas para atender às necessidades funcionais dos mesmos - o que permitirá uma primeira visão de escala da obra. Inicia-se então o planejamento no terreno definindo o partido a ser adotado, de forma a aproveitar todos os fatores naturais de relevo, insolação, clima e paisagem – e evitar posteriores recursos de climatização e iluminação artificiais.

4.3. Terreno

Avaliar o local escolhido para a implantação da edificação, considerando os itens anteriores, mais o histórico de ocupação do terreno, de forma a evitar contaminações que possam comprometer a saúde dos usuários, bem como a adequação do próprio local para essa construção.

Verificar a infra-estrutura existente no terreno e entorno, analisando o estágio de desenvolvimento urbano da região e a tipologia de edificação predominante, a acessibilidade à malha de transportes públicos, as condições de acesso a infra-estruturas, redes de água e redes de energia elétrica.

Levantar as características físicas e os aspectos naturais do terreno: a topografia, a natureza do solo, o clima e o microclima local, as temperaturas mínimas e máximas, a orientação solar (considerando as variações em função das estações do ano), os ventos dominantes, a umidade relativa do ar, os recursos naturais e paisagísticos, particularmente a vegetação nativa preexistente.

Procurar preservar o solo e evitar alterações no terreno: corte e aterro. Projetar de preferência aproveitando a inclinação do terreno, com a opção de elevar as construções do solo em locais muito úmidos. Caso não seja possível adotar as opções citadas, fazer os cortes com mesmo volume dos aterros para evitar “bota-fora” de terra.

4.4. Levantamento planialtimétrico do terreno

Elaborar o levantamento dentro dos padrões técnicos solicitados para a obra, contendo ainda a locação de maciços de vegetação existentes, árvores isoladas, afloramento de rochas, cursos d'água, redes de infraestrutura, vias de acesso internas e perimetrais e demais informações específicas importantes para definições no projeto arquitetônico.

4.5. Integração do projeto com o entorno

O projeto a ser implantado num determinado local deve estabelecer diálogo com o ambiente preexistente – seja de continuidade ou de requalificação do local – considerando os dados obtidos nos itens anteriores. Integrar de forma harmônica o projeto arquitetônico à paisagem – entorno urbanístico e tipologia arquitetônica, relevo, vegetação, afloramentos rochosos e cursos d'água, porventura existentes.

4.6. Reforma e requalificação arquitetônica

A construção sustentável não se restringe a novas edificações, mas engloba também reformas, adaptações e mudanças na utilização do espaço construído ou edificado, que garanta maior qualidade de vida para as gerações atual e futura.

Em tais casos, nas definições das intervenções exigidas pelas mudanças na utilização do espaço, devem ser inseridas avaliações de “restabelecimento da harmonia” (ibid), mediante a aplicação de processos que privilegiem o aproveitamento passivo de fatores naturais, como luz, calor, ventilação e características da envoltória, sem a adoção imediata de tecnologias de aquecimento e resfriamento artificiais, com o objetivo de promover a eficiência energética da edificação e a sustentabilidade durante o seu novo ciclo de vida útil.²²

5. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

A eficiência energética constitui uma parte fundamental e imprescindível da sustentabilidade de edificações, com resultados observáveis tanto em termos de impactos ambientais, quanto em termos econômicos. A demanda de energia pode ser reduzida consideravelmente em função da arquitetura e de construções adequadas – construção voltada para a insolação mais adequada e uso de dispositivos de sombreamento das fachadas, ventilação cruzada, espelho d’água, iluminação natural, entre outros.

Nesse sentido, alguns fatores serão preponderantes nas instalações, tais como:

- No caso de ser necessário usar equipamentos de climatização, deve ser utilizada prioritariamente a ventilação mecânica. O sistema de refrigeração por energia elétrica, usar apenas como última opção, em ambientes onde for estritamente necessário, tais como laboratórios, salas de vídeo conferência ou similares;
- Novas tecnologias para resfriamento de ar deverão ser buscadas, como por exemplo, a captação do ar frio de ambientes externos sombreados ou pelo sistema geotérmico, através do subsolo;
- Automação da iluminação e do prédio;
- Projeto de iluminação (circuitos específicos), interruptores, iluminação ambiental e iluminação de tarefa;
- Uso de sensores de presença;
- Uso exclusivo de lâmpadas fluorescentes compactas ou tubulares de alto rendimento e uso de luminárias eficientes (refletoras);
- Meios de eliminar “stand by” de aparelhos eletrônicos;
- Energia solar para aquecimento de água (cozinha, lavanderia, chuveiros e laboratório, caso necessário) e iluminação;
- Possibilidade de utilizar postes com captação de energia solar para iluminação dos jardins e área externa (mais em caráter didático);
- Uso de pequena parcela da energia gerada por painel fotovoltaico, com o objetivo de incentivar o interesse e a pesquisa.

Planejamento Sistematizado: Como já foi dito neste manual, a construção sustentável não se restringe a novas edificações, mas engloba também reformas, adaptações e mudanças na utilização do espaço construído. Nesse sentido, há muito a ser feito para obter redução em termos de impactos ambientais, desperdícios e custos. Um programa de efficientização energética em edifícios

²² FIEMG, Câmara da Indústria da Construção, **Guia de Sustentabilidade na Construção**. Belo Horizonte, 2008. 60p.

públicos deve conter elementos diversos, com pouco ou nenhum ônus para o Estado.

Ações com baixo ônus podem incluir a:

- Instalação de cortinas ou filmes para reduzir a carga térmica dos ambientes;
- Subdivisão da iluminação nas salas e instalação de sensores de presença;
- Instalação de molas nas portas de ambientes climatizados.

Ações sem qualquer ônus podem incluir:

- Mudanças no horário de limpeza;
- Desativação de iluminação externa decorativa;
- Rotinas de desligamento após as 18h00;
- Mudança tarifária e de demandas contratadas;
- Análise crítica das faturas.

Tais ações tendem a ter resultados realmente efetivos, porém, somente se acompanhadas de ações e campanhas que tenham como foco a mudança comportamental de usuários e servidores, tais como:

- Capacitação de técnicos;
- Orientação de usuários;
- Regulamentação de usos;
- Padronização de equipamentos e materiais.

Os esforços devem partir de dentro, e é essa, de fato, a principal recomendação do Programa de Gestão Energética Estadual (PGEE) da CEMIG²³, cuja base está na criação de uma Comissão Interna de Conservação de Energia (CICE).

6. GESTÃO E ECONOMIA DA ÁGUA

A gestão e economia da água em uma obra sustentável iniciam-se na etapa de planejamento, com a avaliação da disponibilidade hídrica da área de implantação, em função das exigências de consumo inerentes às atividades a serem desenvolvidas, definidas pelo programa de necessidades, e a definição de procedimentos de gerenciamento a serem adotados que permitam o uso racional dos recursos disponíveis. Estes procedimentos revertem-se em benefícios para a edificação ao longo de sua vida útil, especialmente na fase de ocupação, na qual ocorre o maior consumo.

É importante verificar o regime de chuvas e sua periodicidade na região, considerando as ocorrências de falta de água ou enchentes, problemas de erosão decorrentes de chuvas, carência de saneamento ou abastecimento de água potável.

O uso racional consiste na adoção de sistemas hidráulicos que promovam o consumo eficiente da água durante a vida útil da edificação, através da:

- Redução da quantidade de água extraída de fontes de suprimento;
- Redução do consumo e do desperdício de água;
- Aumento da eficiência do uso da água;
- Aumento da reciclagem e do reuso de água;
- Introdução de fontes alternativas de água;

²³ CEMIG, Sustentabilidade, em: www.cemig.com.br

- Definição de um plano de uso racional da água.

A adoção de um Plano de Uso Racional da Água (PURA) permite a gestão e a economia da água desde o início do empreendimento, guiando os profissionais envolvidos, já na fase do projeto, sobre os aspectos que devem ser observados, inclusive os níveis de consumo máximo permitidos, a eficiência e eficácia dos equipamentos e dos materiais a serem adotados, resultando em um Programa de Conservação de Águas (PCA), que é a base para o Sistema de Gestão de Água da edificação.

No PCA estarão definidas as melhores soluções para atendimento das necessidades dos usuários, observando as maiores e melhores relações custo/benefício dentro dos seguintes sistemas, ações e pontos a serem avaliados:

- Tecnologias que proporcionem economia, reduzindo o consumo de água, e conseqüentemente, gerando menos efluentes;
- Sistema de medição individualizada de consumo;
- Sistema com baixo custo de manutenção e alta durabilidade;
- Sistema de reuso de água em edificações;
- Sistema de uso de água em lençóis freáticos;
- Sistema de infiltração de água de chuva em áreas permeáveis da edificação;
- Sistema de aproveitamento de água de chuva em edificações;
- Sistema hidrossanitário com facilidade de detecção de vazamentos;
- Telhados de cobertura verde;
- Sistema de tratamento de efluentes gerados;
- Sistemas que privilegiem a garantia de saúde e da qualidade da água;
- Sistemas construtivos que não destruam as vedações, evitando a produção de resíduos e facilitem inspeções.

A identificação de áreas de maior consumo nas fases de uso e ocupação para especificação de utilização de equipamentos e dispositivos hidráulicos economizadores são ações importantes para o uso racional da água, tanto em edificações novas quanto em reformas e ampliações, uma vez que a otimização do consumo vem dos bons hábitos dos usuários. Exemplos de equipamentos economizadores incluem torneiras com acionamento por sensores e vasos sanitários com caixa de descarga acoplada com volume máximo de 6 litros. O fomento da utilização destes equipamentos e dispositivos contribui para a redução dos gastos e para promover a modificação de hábitos e cultura dos usuários, e conseqüentemente da sociedade.

Projetar sistemas de infiltração de águas nas áreas permeáveis, através de pavimentos permeáveis, planos de infiltração através de trincheiras, valas, poços de infiltração e coberturas verdes. Essas ações trazem como benefícios o aumento da permeabilidade do terreno, detenção do escoamento superficial e aumento da eficiência do sistema público de drenagem, promovendo a redução dos níveis de enchentes e o aumento da recarga do lençol freático. Deve ser observado com cuidado o equilíbrio da capacidade de infiltração do sistema adotado com o volume de chuvas da região para que não haja degradação do solo ou das águas subterrâneas.

O aproveitamento da água de chuva consiste em agregar, ao sistema hidráulico, elementos que possibilitem a captação, transporte, armazenamento e aproveitamento da água de chuva, com reflexos positivos na redução do consumo de água potável, controle do excesso de escoamento superficial e de cheias

urbanas, e em última instância, em função da redução do consumo, a redução das contas públicas relativas ao tratamento da água distribuída pelo sistema de abastecimento urbano, possibilitando a utilização dos recursos na ampliação de sistemas de abastecimento, saneamento básico, tratamento de efluentes e de preservação ou recuperação de mananciais como metas de sustentabilidade.

A eficiência de todos os procedimentos e sistemas adotados só poderá ser garantida com a adoção da racionalização da construção, possibilitando que sejam sistematicamente verificados os elementos, detectadas e sanadas as não-conformidades de funcionamento, mediante a utilização de metodologias de operação e manutenção estabelecidas em manuais específicos, constantes do PCA, que definam inclusive o treinamento da mão-de-obra responsável pelas verificações sistemáticas.

7. GESTÃO DE RESÍDUOS

O gerenciamento de resíduos da construção deve ser iniciado na fase de projeto, com a especificação de materiais e sistemas construtivos de baixo impacto ambiental, privilegiando-se materiais que gerem resíduos de baixa ou nenhuma periculosidade e contaminação e, conseqüentemente, promovendo-se a redução dos custos, da quantidade de recursos naturais e de energia necessários, e do impacto ambiental.

O projeto, elaborado em consonância com a resolução 307/2002 do Conama, deve ser estruturado levando-se em conta a caracterização, triagem, acondicionamento, transporte e correta destinação dos resíduos, visando:

- Redução dos desperdícios e do volume de resíduos gerados;
- Facilitação da segregação dos resíduos por classes e tipos;
- Especificação de materiais e componentes propícios de serem reutilizados sem a necessidade de transformação e ainda aqueles possíveis de reciclagem;
- Reintrodução no ciclo produtivo e, por fim, a destinação ambientalmente correta para receptores licenciados.

O projeto e o planejamento da execução da obra deverão obedecer rigorosamente às exigências municipais quanto ao gerenciamento dos resíduos gerados pela construção civil, inclusive aquelas relativas ao estacionamento de caçambas ou veículos de transporte e ao destino final especificado para cada classe de resíduo gerado.

Para cumprimento das normas aplicáveis, nas obras públicas, classificadas como impactantes ambientalmente, serão obrigatoriamente elaborados o Plano de Gerenciamento de Resíduos dentro das exigências legais.

O gerenciamento dos resíduos na edificação objetiva criar, já na etapa de projeto, a definição de áreas para disposição dos resíduos gerados pelos próprios moradores ou usuários, assim como promover a redução de geração de resíduos e a emissão de resíduos orgânicos para processamento pelo Poder Público ou concessionárias e incentivar a reciclagem de resíduos secos ou úmidos.

8. QUALIDADE DO AR E DO AMBIENTE INTERIOR

A Qualidade do Ar Interior é um indicador dos fatores que formam a atmosfera dentro da edificação e que afetam diretamente na saúde do usuário. Sua boa qualidade está relacionada com a introdução e distribuição adequada de ar e de ventilação, controle de contaminantes aéreos e manutenção de níveis aceitáveis de temperatura e umidade relativa.

Esse indicador mostra como todos os elementos presentes na edificação (água, ar, temperatura, umidade, materiais) atuam em conjunto sobre a saúde e o bem-estar do morador/usuário, fatores determinantes para a sustentabilidade do empreendimento e para o conforto dos ocupantes. Assim, alguns aspectos devem ser observados:

- Criar projetos que conciliem as características bioclimáticas com relação às formas de ocupação do empreendimento, antes de definir posicionamento no lote. Atentar para a espessura das paredes, dimensão das aberturas ou materiais que serão empregados, contribuindo para um bom nível de conforto higrotérmico, observando características regionais (as especificidades das regiões), assim como as mudanças das estações do ano.
- Prever instalações prediais, tais como redes de distribuição e armazenamento, que devem ser bem estruturadas e seguras quanto a riscos de vazamentos e contaminações, dando atenção especial ao posicionamento das tomadas de ar exterior para que as mesmas não insuflam poluentes do exterior para o interior do edifício.
- Prever um sistema de ventilação eficaz que garanta maior qualidade do ar no interior da edificação.
- Racionalizar o uso de ar-condicionado, prevendo soluções de ventilação e condicionamento natural.
- Realizar estudos das taxas de renovação de ar, para áreas condicionadas artificialmente, e estudos da homogeneidade na difusão do ar-condicionado.
- Controlar fontes poluidoras provenientes de elementos tais como revestimentos, isolamentos, colas, adesivos e solventes, pinturas, impermeabilizantes, evitando ter em sua composição elementos com compostos orgânicos voláteis (VOCs) ou partículas respiráveis.
- Conceber ambientes adequados em termos de condições de higiene, facilidades de limpeza e controle de odores, garantindo a salubridade nestas instalações.
- Proporcionar acesso visual ao exterior do edifício, permitindo ao usuário percepção do ambiente em seu entorno, garantindo maior bem-estar psicológico.

9. CONFORTO TERMO- ILÚMINO- ACÚSTICO

Um ótimo desempenho é alcançado quando os componentes térmico, luminoso e acústico da construção são desenvolvidos e aplicados de forma integrada, pois atingem diretamente o usuário em seu conforto ambiental. As variáveis climáticas influenciam tanto o conforto térmico quanto o conforto luminoso.

Sabe-se que a sensação de conforto térmico está relacionada com as trocas de calor entre o corpo humano e o ambiente que o circunda, fazendo com que a arquitetura, desde os tempos remotos, trabalhe para minimizar os efeitos adversos do clima sobre o ser humano. Os edifícios sustentáveis devem ser projetados de maneira a facilitar os mecanismos de termo-regulação de seus usuários, possuindo iluminação adequada e promovendo conforto acústico no ambiente.

Um projeto eficiente, do ponto de vista do conforto luminoso, é aquele que consegue conciliar o sistema de iluminação natural - aproveitamento de 60% da luz solar - com o sistema de iluminação artificial, tirando partido de brises e prateleiras de luz, dentre outros elementos que permitem a entrada de luz no ambiente interno, sem, com isso, aumentar o desconforto causado pelo calor. Os níveis mínimos de luminâncias no interior dos ambientes devem estar de acordo com o tipo de atividade a ser desenvolvida no local.

Em termos de conforto térmico, é necessário permitir o controle tanto da incidência de radiação solar, como da velocidade e direção do vento no interior dos ambientes. O bom desempenho térmico do edifício também pode ser promovido através da aplicação de materiais e componentes adequados, bem como através da utilização de concepção arquitetônica favorável aos espaços. É fundamental atentar às tecnologias passivas (como ventilação natural) de modo a promover o conforto dos usuários e a diminuição dos gastos energéticos com o condicionamento artificial do ar.

É recomendável a realização de estudos para o conforto acústico dos ambientes, verificando-se a atenuação sonora através do envelope do edifício, projetando-se barreiras acústicas e utilizando-se materiais de absorção e isolamento acústicos. Tudo isso, atendendo aos níveis máximos de ruídos permitidos, conforme a atividade a ser realizada, garantindo assim o conforto do usuário e também a sua produtividade.

10. USO RACIONAL DE MATERIAIS AMBIENTALMENTE AMIGÁVEIS

A seleção dos materiais a serem utilizados tem impacto direto sobre grande parte das áreas de ação elencadas acima, podendo minimizar impactos durante o processo de obras e influenciar o conforto ambiental das edificações ao longo de sua utilização.

A sustentabilidade na escolha de materiais não está somente na escolha do material por si, mas principalmente na utilização eficiente, e consciente, dos materiais disponíveis. Como foi afirmado no Relatório anual da UNEP de 2007, “ o uso mais eficiente de concreto, metais e madeira na construção e um menor consumo de energia em itens como ar-condicionado e iluminação [...] poderia economizar bilhões de dólares em um setor responsável por de 30% a 40% do consumo mundial de energia”.²⁴

²⁴ UNEP, **Annual Report**, 2007, citado em SOBREIRA et ALI, **Sustentabilidade em Edificações Públicas: Entraves e Perspectivas**, Brasília, 2007.

É imperativo, de toda forma, que todos os materiais utilizados provenham de empresas licenciadas e sejam comprovadamente atestados quanto a suas propriedades físicas: tração, compressão, umidade, transmissão de calor, e outros específicos. A madeira deverá ser certificada, comprovando-se a origem, de acordo com a legislação do Estado de Minas Gerais.²⁵

A distância máxima da origem até o local da obra deve ser de, no máximo, 500 km, pois o consumo de combustíveis no transporte eleva a emissão de gases do efeito estufa. Devem ser priorizados os materiais locais sempre que possível.

Devem ser priorizados os materiais de menor toxicidade e, de forma geral, que causem o menor impacto sobre o meio ambiente. Os materiais devem, ainda, ser preferencialmente fabricados a partir de reciclagem e, da mesma forma, deve ser dada preferência a materiais reutilizáveis, recicláveis e biodegradáveis. É importante, nesse sentido, fazer uma avaliação de como eles se comportarão no futuro, durante sua fase útil e após a sua disposição final.

Na escolha dos materiais, sobretudo de revestimento e acabamento, devem ser privilegiados materiais de grande resistência e durabilidade - vida útil - que reduzam a necessidade de manutenção, pois, por se tratar de obras públicas essa depende de processos licitatórios, que podem ser morosos e burocráticos.

A escolha dos materiais também deve ser influenciada pelas circunstâncias sob as quais o produto foi processado, levando-se em conta, por exemplo, as condições de trabalho e os aspectos sócio-ambientais.

Enfim, é importante que todos os impactos e custos de um produto durante seu ciclo de vida²⁶ - produção, distribuição, uso e disposição - sejam levados em conta. Os materiais ambientalmente, socialmente e economicamente mais vantajosos devem ser determinados com base nos custos econômicos, sociais e ambientais totais causados pelo produto durante todo seu ciclo de vida.

Como foi dito acima, há dispositivos legais que permitem que seja dada preferência, nos processos de licitação ou compras públicas, a produtos considerados mais sustentáveis sob o ponto de vista social ou ambiental.

²⁵ Legislação de Minas Gerais, Decreto Estadual 44.872/08.

²⁶ Ciclo de vida (ou análise do ciclo de vida): consiste no exame do ciclo de vida de um produto, processo, sistema ou função, visando identificar seu impacto ambiental, no decorrer de sua "existência", que inclui desde a extração do recurso natural, seu processamento para transformação em produto, transporte, consumo/uso, reutilização, reciclagem, até disposição final. É comum utilizar-se a figura de linguagem "do berço ao túmulo", para exemplificar o conceito. (BIDERMAN et Al: p.22)

REFERÊNCIAS

BANCO MUNDIAL, website, em www.worldbank.org.

BANCO REAL, Guia de Boas Praticas na Construcao Civil, 2007, disponivel em: <http://sustentabilidadereal.conectt.com.br/cursos/Edifica%C3%A7%C3%A3o%20Sustent%C3%A1vel/artigosOLD.aspx>

BIDERMAN Rachel Et AL., Guia de compras públicas sustentáveis, FGV-EAESP/ICLEI-LACS: São Paulo; disponivel em: [www.iclei.org/fileadmin/user_upload/documents/LACS/.../Compras Publicas Sustentaveis/Guia Compras Sustentaveis.pdf](http://www.iclei.org/fileadmin/user_upload/documents/LACS/.../Compras_Publicas_Sustentaveis/Guia_Compras_Sustentaveis.pdf)

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília: Senado Federal, 1988. 292 p.

CABRAL, Marcelo. Gestão: Sustentabilidade: A onda verde chegou aos escritórios. Revista Exame, São Paulo, 886 ed. Fev. 2007. Disponível em: <http://portalexame.abril.com.br/revista/exame/s/sumario0886.html>

CEMIG, Portal Internet, Sustentabilidade, em www.cemig.com.br

FIEMG, Câmara da Indústria da Construção, Guia de Sustentabilidade na Construção. Belo Horizonte, 2008. 60p.

FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. Manual de conforto térmico. 3. ed. São Paulo: Nobel, 1999. 243 p.

HOPKINSON, R. G.; PETHERBRIGE P.; LONGMORE, J. Iluminação natural, 2.ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1966. 776 p.

IDHEA, Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica, NOVE PASSOS PARA A OBRA SUSTENTÁVEL – resumo, disponível em: www.idhea.com.br

KOWALTOWSKI, Doris C. C. K., et al. Manual de conforto ambiental, Campinas: Dep. de Arquitetura e Construção da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP, [200-]. 54 p.

MINAS GERAIS. Constituição (1989). Constituição do Estado de Minas Gerais. 8 ed. Belo Horizonte: Assembléia Legislativa do Estado de Minas Gerais, 2001. 264 p.

MINAS GERAIS, Governo do Estado, Marco de Referência Ambiental para as áreas de Saúde, Educação e Transporte, 2008. Disponível em: <http://www.egov.mg.gov.br/consulta/Marco%20Ambiental%20Saude%20Educacao%20e%20Transporte.pdf>

NACOES UNIDAS, Comissão de Brundtland, Relatório de Brundtland, 1987. Disponível em: <http://www.worldinbalance.net/pdf/1987-brundtland.pdf>

SOBREIRA et ALI, Sustentabilidade em Edificações Públicas: Entraves e Perspectivas, Brasília, 2007. Disponível em: [http://www2.camara.gov.br/internet/programas/ecocamara/areas-tematicas/copy_of_arquitetura-e-construcao-sustentavel/\(ELECS%202007%20-%20Artigo%20-%20Sustentabilidade%20em%20Edificacoes%20Publicas.pdf](http://www2.camara.gov.br/internet/programas/ecocamara/areas-tematicas/copy_of_arquitetura-e-construcao-sustentavel/(ELECS%202007%20-%20Artigo%20-%20Sustentabilidade%20em%20Edificacoes%20Publicas.pdf).

SOUZA, Roberta Vieira Gonçalves de., Iluminação Natural, uma fonte renovável para a eficiência energética: uma revisão, In: I CONGRESSO BRASILEIRO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA 2005, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: ABEE, 2005b. p. 146-150.

UNEP, Annual Report, 2007, citado em SOBREIRA et ALI, Sustentabilidade em Edificações Públicas: Entraves e Perspectivas, Brasília, 2007.