

7 O ENGENHEIRO CIVIL: GESTÃO E PLANEJAMENTO PARA A SUSTENTABILIDADE

A gestão ambiental combina a elaboração de políticas públicas com a construção de uma estrutura de valores que subsidiem essas ações na direção da sustentabilidade. Uma política pública combina um conjunto de ações de organismos estatais com o objetivo de equacionar ou resolver problemas da coletividade e envolve, além do Estado, diversos atores sociais e políticos, tanto na fase de planejamento como durante a execução. Política pública é diferente de política de governo, pois a primeira pode atravessar diferentes mandatos e a segunda é específica de apenas um mandato.

Uma pauta de política pública se configura a partir dos interesses dos atores sociais mais influentes em um determinado período, exigindo um certo jogo de argumentações e pressões políticas.

7.1 A EVOLUÇÃO DA GESTÃO AMBIENTAL NO BRASIL

O Brasil, com relação a controle ambiental, seguindo os padrões (e pressões) internacionais, evoluiu de uma situação quase inexistente de gestão ambiental para a definição de uma legislação específica com a Lei da PNMA, desenvolvendo também legislação e

posturas nas esferas administrativas estadual e municipal. Meio ambiente, hoje, é questão de relações exteriores e de mercado de créditos e tecnologias.

Ao Governo Federal, dentro da nova pauta da política internacional, o que se faz necessário é o acompanhamento das políticas setoriais, gestão das bacias hidrográficas que atravessam mais de um estado, gestão dos resíduos tóxicos e nucleares; aos estados, cabe a administração de assuntos que interessem a mais de um município bem como o controle de grandes empreendimentos, o licenciamento e a fiscalização dos programas de despoluição, a ação supletiva ou assessoria aos sistemas municipais e a consolidação de informações ambientais do estado, além da gestão dos recursos naturais e da sustentabilidade das políticas de desenvolvimento; e o município deve buscar fiscalizar as atividades que causam deterioração ambiental, licenciar empreendimentos em pequena escala de influência ambiental, controlar o parcelamento do solo, gerir áreas de proteção e unidades de conservação além de educar e abrir os espaços de conquista da cidadania.

Nesse aspecto, o engenheiro civil é um ator social envolvido direta ou indiretamente com a execução dessas políticas, pois, como agente decisor e técnico conhecedor dos impactos decorrentes dos procedimentos construtivos, faz opções que influenciam na qualidade ambiental.

Nas últimas décadas, a concepção e implementação de políticas ambientais têm se restringido a um conjunto de medidas com perfil setorial, raramente articuladas às ações de desenvolvimento regional e urbano, voltadas principalmente para o controle de índices excessivos de poluição, para a gestão da qualidade do ar, das águas e dos níveis de ruído e para a criação de áreas de preservação.

A PNMA iniciou uma nova fase em 1981 com a lei da Política Nacional do Meio Ambiente e com sua regulamentação em 1983. Sob essa nova visão, os recursos naturais devem ser preservados e recuperados para garantirem sua utilização racional e sua disponibilidade permanente. Os poluidores e predadores são obrigados a reparar ou indenizar as degradações provocadas; o usuário deve trazer uma contribuição para a utilização econômica dos recursos naturais.

Entre os principais instrumentos desta política citam-se:

- a) o zoneamento ambiental;
- b) a avaliação dos impactos ambientais;
- c) incentivos à produção e instalação de equipamentos e a criação de tecnologias voltadas para a melhoria da qualidade ambiental;
- d) criação do Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental;
- e) definição de uma série de penalidades disciplinares ou compensatórias ao não cumprimento das medidas necessárias à preservação ambiental, com introdução da responsabilidade criminal pelas degradações ambientais.

Com base nesse contexto, visualiza-se a necessidade de mobilização de esforços para a incorporação da dimensão ambiental aos diferentes níveis do processo de planejamento. A tendência internacional indica o fortalecimento de um enfoque integrador e holístico das questões ambientais, privilegiando o tratamento do planeta como ecossistema, assinalando os limites físicos do processo de desenvolvimento. Essa visão, bem como a aplicação de todas as orientações e parâmetros apontados, devem atingir os níveis fundamentais do processo de planejamento.

O desenvolvimento da PNMA só teve reflexos sobre a construção civil e, conseqüentemente, na postura do engenheiro civil a partir do momento em que seus instrumentos foram regulamentados, obrigando as construtoras a se adequarem à legislação para a obtenção de financiamentos públicos, assim como devido ao processo de licenciamento ambiental para a implantação de empreendimentos que pudessem provocar significativo impacto sobre o meio ambiente.

O mecanismo que tem sido mais utilizado pelo poder público para levar as empresas a se adequarem a PNMA e se aproximarem da sustentabilidade ambiental tem sido as exigências de certificação de qualidade, principalmente a ISO 9000 e a ISO 14000. A primeira não se refere tanto à questão ambiental, mas sim à qualidade da produção. No entanto, quando uma empresa se envolve com programas de qualidade, tende a tornar seu processo produtivo mais eficiente e, portanto, tendo menos perdas e gerando menos resíduos. Além de seu corpo técnico tornar-se mais disciplinado e ser levado a se reciclar constantemente.

A exigência de certificações em processos de licitação e para a obtenção de financiamento junto às instituições públicas e bancárias tem contribuído enormemente para a divulgação da PNMA junto aos profissionais, o que conseqüentemente tem reflexos em sua postura no canteiro de obras .

7.1.1 Estrutura da gestão ambiental no Piauí

O engenheiro no Piauí tem sido historicamente um gestor, como mencionamos anteriormente, e embora sua ação como gestor nem sempre tenha sido racionalmente planejada suas ações muito contribuíram para a qualidade de vida da população. Sua presença é marcante quando atua nas instituições envolvidas diretamente com a questão da gestão ambiental. Dentro da estrutura de gestão ambiental do Estado pode-se identificar vasto campo para a atuação do profissional da Engenharia Civil, seja na dimensão de fiscalização, na de analista técnico ou ainda como educador ambiental em sua própria atuação profissional.

A estrutura executiva do Sistema Integrado de Gestão do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos proposto é uma componente exclusivamente estatal. A ela são reservadas as atribuições indelegáveis do Poder Público como o exercício de Polícia e a prática de concessões de bens públicos. Os órgãos que respondem pela gestão ambiental têm sido:

a) Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais (SEMAR-PI)

Órgão responsável por desenvolver a PNMA conforme a Lei Estadual nº 4854 de 10 de Julho de 1996. A equipe é composta basicamente por 08 (oito) engenheiros civis distribuídos em vários setores (fiscalização e outros), uma engenheira química, um geólogo, 03 (três) engenheiros agrônomos, técnicos de nível médio, além de alguns estagiários.

As ações da SEMAR-PI são as de caráter mais isolado ou pouco divulgado junto à categoria dos engenheiros, até porque são projetos muito dependentes da disponibilidade de verbas do Governo que geralmente têm um processo de tramitação mais lento. Não é de caráter da SEMAR-PI propiciar alternativas de discussão junto à comunidade para apresentar seus projetos embora se faça presente nos eventos

promovidos pelo Estado, divulgando seus resultados. No entanto, podemos creditar isso às inúmeras fragilidades com as quais convive, como já foi comentado.

Está sendo implantado o Sistema de Gerenciamento de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos através da execução dos programas Subprograma do Desenvolvimento Sustentável dos Recursos Hídricos para o Semi-árido Brasileiro (PROÁGUA), PNMA II, PRODEEM e Programa Estadual de Gerenciamento Costeiro.

O PROÁGUA é composto de ações para o fortalecimento institucional de todos os setores envolvidos com a gestão dos recursos hídricos (ação conjunta da SEMAR, ong's, associações de usuários de água).

O PNMA II em intenso trabalho de fortalecimento institucional, estimula a adoção de práticas sustentáveis e de gestão integrada entre os diversos setores que impactam os recursos naturais, buscando melhorar efetivamente a qualidade do meio ambiente bem como a geração de benefícios sócio-econômicos (ação conjunta das entidades de classe, ong's, instituições públicas, prefeituras, Banco do Nordeste do Brasil (BNB), CREA-PI, Associação dos Engenheiros Agrônomos do Piauí (AEAPI), Companhia de Pesquisas e Recursos Minerais do Piauí (CPRM) e SEMAR-PI.

O PRODEEM executado pela SEMAR-PI através de parcerias com as prefeituras e comunidades não atendidas pelos sistemas convencionais de energia, utilizando as fontes energéticas renováveis e descentralizadas, dentre elas, a energia solar.

O Programa Estadual de Gerenciamento Costeiro – resultado de uma parceria entre Fundação Rio Parnaíba (FURPA), Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis/Superintendência da Pesca no Piauí (IBAMA/SUPES-PI), UFPI, UESPI, Capitania dos Portos, Instituto de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Piauí (EMATER) e prefeituras.

b) Curadoria do Meio Ambiente

Tem participação no Conselho Municipal e Estadual de Meio Ambiente, mantendo estreita relação com os órgãos ambientais e exigindo o cumprimento fiel da legislação. Este é o órgão mais deficiente com relação à capacidade técnica para o exercício das atividades básicas a que se destina. A Curadoria trabalha com duas procuradoras públicas, dois advogados e um engenheiro de pesca que prestam serviço voluntário, além de três secretárias. Não é preciso dizer que com menos condições que a Secretaria do Meio Ambiente, esse órgão precisa dar pareceres de alta responsabilidade técnica e política. Embora ele atue vinculado aos outros órgãos ambientais do Estado, por ter caráter de fiscalizador destes mesmos órgãos, ele requer a atuação de profissionais das mais variadas áreas. Dentre as principais ações deste órgão foram abertos 06(seis) inquéritos contra o Estado, todos transformados em ações civis que se encontram em tramitação na Justiça Federal. Existem 05 (cinco) ações civis contra terceiros as quais também se encontram em andamento de 03 (três) inquéritos civis para apuração de danos causados ao meio ambiente: o primeiro no Vale do Gurugúia pela perfuração de poços de captação de águas subterrâneas, o segundo pela degradação na região dos Cerrados Piauienses e o terceiro pelo desmatamento ilegal na localidade Caminho Novo, Data Malhada Alta no município de Teresina-PI.

A principal forma de contribuição do engenheiro neste setor vem se dando através de participação via CREA-PI ou através de iniciativas individuais de alguns profissionais que prestam assessoria gratuita com pareceres técnicos, suprimindo a fragilidade técnica do quadro da Curadoria.

A questão da perfuração dos poços no sul e sudeste do Estado requer maior conscientização por parte de proprietários de terra, do poder público dos municípios envolvidos, dos técnicos responsáveis por projetos agropecuários e pela população e vem sendo uma preocupação do CREA-PI a definição de estratégias para um melhor monitoramento da perfuração de poços, sendo inclusive objeto de discussão nas reuniões do Conselho nas quais os participantes foram convidados a sugerir alternativas de controle e monitoramento desses tipos de obras.

No último ano, o CREA-PI apoiou a AEAPI na promoção de dois cursos para tratar de avaliação de impactos ambientais e de recuperação de áreas degradadas em que foram levantados vários pontos de discussão sobre a ocupação dos cerrados piauienses. Os engenheiros civis foram convidados e os que se fizeram presentes participaram ativamente, evidenciando o interesse crescente da categoria por esses temas.

Um dos especialistas em avaliação de impactos que ministrou um dos cursos foi convidado a visitar o município de Uruçuí e essa visita foi transformada num fórum para discussão junto com a comunidade e representantes de diversos setores sobre a implantação da empresa Bunge Alimentos, com comentários sobre o estudo ambiental feito para a implantação do empreendimento. A promoção de eventos desse tipo estimula os profissionais a se envolverem com os problemas locais e tornarem-se mais conscientes da importância de suas colaborações na construção dos rumos do desenvolvimento local.

Atualmente, na Curadoria, tramita também a ação contra a construção de uma Estação Elevatória para o metrô dentro da área de preservação de Centro Histórico de Teresina, na Av. Maranhão, ao lado da Praça da Bandeira. Por tratar-se de uma intervenção diretamente ligada à Engenharia Civil, o CREA-PI oportunizou o debate sobre o empreendimento em reunião no auditório de sua sede com representantes de todos os setores envolvidos a fim de possibilitar à categoria subsídios para um posicionamento técnico bem embasado.

c) Conselho Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano (CONSEMA)

Criado em 1993, este órgão encontra-se em estruturação. Como a criação do Conselho de Política Ambiental foi vetada no texto da Lei 4.854/96, há uma controvérsia quanto à vigência atual do Conselho Estadual devido à sua semelhança com o Conselho vetado. No entanto, em 05/08/2003, foi votado o regimento interno do CONSEMA, tomando por base o Decreto Nº 8.925, de 03 de junho de 1993 e o Decreto Nº 9.533, de 24 de julho 1996. Este Conselho tem representantes dos órgãos de meio ambiente estaduais e municipais, de ONG's e fundações educacionais voltadas para o tema, além de representantes das instituições públicas de ensino superior. O engenheiro civil pode participar através da representação do CREA-PI, que

geralmente é o presidente da Câmara de Meio Ambiente ou alguém indicado por ela, o que indica uma participação tímida.

d) Fundo de Meio Ambiente, Tecnologia e Desenvolvimento Urbano

Foi criado pela Lei nº 4.115 de 22/06/87, e regulamentado pelo Decreto nº 7.393 de 22/08/88. Sua regulamentação foi alterada pelo Decreto nº 9.532 de 24/07/96. O objetivo desse Fundo é destinar recursos para “financiar as execuções das políticas a cargo da SEMAR” (Art. 10, Inciso I) e para a “automanutenção do Fundo” (Art. 6º).

Os problemas detectados no diagnóstico do sistema atual de Administração de Recursos Hídricos e Meio Ambiente assinalam como principal causa a falta de uma estratégia de gestão dos recursos naturais que coordene eficientemente as atividades envolvidas com a gestão e a participação das instituições que lidam com estes recursos de uma forma mais integrada. As instituições estão muito atreladas ainda aos problemas de natureza política, o que resulta em dificuldades técnico-administrativas difíceis de serem contornadas.

A articulação horizontal entre as instituições governamentais relacionadas à questão ambiental se dá principalmente através de reuniões, apenas com a união de esforços realizados na promoção de eventos de âmbito estadual e local, quando de interesse dos órgãos envolvidos. As ações em conjunto são tímidas e esporádicas. Cita-se a Semana do Meio Ambiente, realizada em Junho/03, como um bom exemplo da falta de integração dos órgãos públicos que trabalham a questão do meio ambiente em nosso Estado. Houve dois eventos paralelos: um promovido pela SEMAR-PI e outro pela Prefeitura, havendo inclusive coincidência de palestras e de horários.

A articulação vertical superior (com a União) atualmente se dá pelas seguintes ações:

- a) Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) – Ações para proteção da Área de Proteção Ambiental (APA) do Araripe e implementação do Comitê Gestor;
- b) Ministério do Meio Ambiente (MMA) – Elaboração do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica dos Rios Canindé/Piauí, gestão de recursos hídricos e gestão ambiental;

- c) Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) – Fortalecimento da infra-estrutura hídrica através da construção de cisternas, poços tubulares e artesianos, barragens e instalação de equipamentos de abastecimento d'água;
- d) CHESF – implantação dos programas de educação ambiental, monitoramento de peixes e levantamento da ictiofauna no entorno da barragem de Boa Esperança;
- e) Secretaria de Assuntos Estratégicos – aquisição de equipamentos de informática para o zoneamento ecológico e econômico;
- f) Departamento de Estradas de Rodagem (DER) – fiscalização ambiental nas estradas;
- g) Ministério das Minas e Energia – implantação de energia solar nas comunidades rurais mais isoladas;
- h) Ministério da Integração Nacional – controle de enchentes no Rio Poti, em Teresina-PI.

Em todos os quadros técnicos dos órgãos relacionados o engenheiro civil se faz presente, colocando-se diretamente em contato com a questão ambiental, embora, conforme o exposto, ele esteja envolvido dentro de uma gama variada de pressões e fragilidades que tornam sua ação muitas vezes meramente operacional, inibindo uma atuação mais dinâmica e decisiva.

Para a implementação dos instrumentos de gestão ambiental no Piauí, são identificados a carência de recursos humanos especializados na área; o baixo nível salarial que desestimula investimentos pessoais em capacitação; ausência de conflitos interinstitucionais, mas também não há coordenação de ações, o que provoca superposição de ações, gerando desperdício de energia e de tempo.

7.1.1.1 Gestão ambiental em Teresina

A gestão ambiental em nível municipal é orientada pela Política de Meio Ambiente (Lei nº 2.475, de 04.07.96) e a do Patrimônio Ambiental e Tombamento (Lei nº 1.942, de 16.08.88), assessorada pelas legislações do Uso do Solo e de Ocupação do Solo. O órgão municipal de proteção ao meio ambiente é a Secretaria Municipal de Meio Ambiente

(SEMAM), contando-se ainda com o Conselho Municipal de Meio Ambiente que auxilia na fixação de diretrizes, no planejamento, na interpretação de normas administrativas e no julgamento de recursos no âmbito de sua competência.

O município conta ainda com uma legislação ambiental complementar que define importantes diretrizes para a questão do planejamento urbano: Lei nº 1.939, de 16 de agosto de 1988 (cria zonas de preservação ambiental, e institui normas de proteção dos bens de valor e dá outras providências); Lei nº 2.264, de 16 de dezembro de 1993 (define as diretrizes para a ocupação do solo urbano e dá outras providências); Lei nº 2.265, de 16 de dezembro de 1993 (define as diretrizes para o uso urbano e dá outras providências); Lei nº 2.266, de 16 de dezembro de 1993 (dá nova redação ao Código de Obras e Edificações de Teresina).

No entanto, o próprio poder público admite que essas leis precisam de revisão e atualização. Houve uma recente alteração na estrutura orgânica da Prefeitura, atribuindo a gestão ambiental às superintendências regionais, o que foi tido como um retrocesso. Sem gerências específicas para meio ambiente, falta integração e se dificulta a formulação de política ambiental, prejudicando a imagem da Prefeitura junto aos órgãos financiadores (PMT, 2002).

A ineficiência da Política Ambiental tem se refletido na falta de mecanismos para a contratação e treinamento de pessoal; na falta de definição de um Plano de Trabalho que inclua infra-estrutura com laboratórios e equipamentos próprios para auxiliar a gestão hídrica do solo e do ar. Da mesma forma a inexistência de uma Política Salarial faz com que os servidores se sintam desestimulados e não exerçam suas atividades de forma eficaz.

Segundo Bursztyn (1993), é relevante assinalar que um dos maiores desafios brasileiros no campo da política de meio ambiente, hoje, consistem na legitimação, junto aos órgãos governamentais, ao setor produtivo e à população como um todo, do aparelho institucional e de seus instrumentos. Isso porque:

- a) o estado e seus organismos estão em crise;
- b) o neoliberalismo é refratário a qualquer tipo de intervencionismo e regulamentação;
- c) prevalece o argumento de que em tempos de crise não se devem gerar novos custos para o sistema produtivo;

- d) os problemas ambientais são complexos e exigem soluções que envolvem múltiplos atores e instituições, ocorrendo uma série de conflitos;
- e) a ação dos organismos encarregados da implementação da política ambiental tende a invadir redutos institucionais onde prevalece uma estrutura de poder burocrático cristalizada, refratária a uma intervenção;
- f) os instrumentos disponíveis ainda são relativamente recentes para que não apresentem vulnerabilidades; e
- g) os recursos humanos atuantes na implementação das políticas ambientais são, como em todo o setor público brasileiro atualmente, alvo de pouca atenção em termos de enquadramento em carreiras bem definidas e de estratégias de capacitação visando o longo prazo.

Um fator indispensável para o enfrentamento desse panorama é a continuidade da ação das instituições envolvidas no processo e uma maior participação da comunidade através dos mecanismos de participação popular pressionando o poder público a cumprir com sua função e a dar mais transparência a suas atividades e propiciar maiores alternativas de participação da sociedade na tomada de decisões.

7.2 O DESENVOLVIMENTO SUSTENTAVEL E O PLANEJAMENTO AMBIENTAL

O desenvolvimento sustentável, portanto, apresenta-se como um projeto social e político que aponta para o ordenamento ecológico e uma nova forma de conformar o desenvolvimento do homem e de suas atividades, considerando o impacto dessas ações nas condições de equilíbrio dos ecossistemas.

Os instrumentos normativos seriam o primeiro passo para o estabelecimento de práticas humanas mais sustentáveis que, teoricamente, buscariam minimizar os impactos das atividades humanas na natureza, estimulando continuamente a conscientização do homem na direção do desenvolvimento sustentável. Entre estes instrumentos, o planejamento ambiental envolve o estabelecimento de padrões de planejamento para as cidades, os padrões de qualidade para processos produtivos e a avaliação de impactos ambientais, enfatizando a aplicação destes instrumentos pela Engenharia.

7.2.1 O ambiente artificial das cidades

Essa preocupação tende a se concentrar em torno das condições artificiais de vida que o homem criou: a cidade. A vida na cidade tem aspectos bem diferenciados como fruto da cultura humana que ao longo dos tempos modificou as relações do homem com a natureza, levando-o a construir um habitat sem similar na natureza. Assim, é necessária uma estratégia de gestão que busque a construção de relações harmônicas entre o ecossistema artificial e o meio ambiente natural.

No entanto, antes de se definir os parâmetros que norteiam o planejamento ambiental é necessário enfatizar-se que a *urbe*, o centro das atenções do planejamento ambiental, é um projeto executado com recursos adquiridos na natureza ambiente, onde o homem é o sujeito do ambiente final, construído por ele próprio. É o artificial apoiando-se no natural.

Esse ambiente artificial engendrado pela Engenharia e pela Arquitetura apresenta, então, um caráter antinatural no qual são preservadas amostras do ambiente natural na forma de parques, jardins, zoológicos, rios, etc, por motivos que variam desde os interesses históricos aos artísticos. Na cidade, devido ao seu caráter de ambiente construído, não há o interesse de manter as relações de equilíbrio ecológico originais entre fauna e flora, existentes nos ecossistemas naturais.

Como bem descreve Wilhelm ([19--] apud BRANCO, 1989, p. 108):

A cidade não se constitui num ecossistema verdadeiro, uma vez que não compreende uma atividade de produção ou fixação de energia primária. A cidade constitui, ao contrário, o destino final dos produtos de áreas externas, florestais, agropecuárias, marinhas ou de mineração, de combustíveis, matérias primas e alimento. [...] A característica peculiar desse fluxo é a de ser *unidirecional*, isto é de não ter *retorno* e, portanto, não ser *cíclico*, contrariando fundamentalmente, neste sentido, os fluxos de matéria característicos da biosfera.

Com isso, fica fácil perceber que no ambiente urbano, os elementos naturais não mantêm as mesmas características e funções presentes no ambiente natural. As razões para a preservação desses elementos não seriam de fundo conservacionista ou preservacionista, mas visando-se criar um determinado padrão de qualidade de vida para esse ambiente construído

em paredes de tijolo e concreto, cuja ocupação no espaço muitas vezes não respeita as tendências topográficas e as características geológicas do solo, o que gera uma série de problemas de convivência e circulação para seus habitantes. Nas palavras de Coimbra (1999, p. 86):

A comunidade citadina não é uma biocenose normal, porque uma só espécie – a humana – domina e regula todos os demais biontes ou seres vivos. O sol não exerce funções energéticas normais, suas radiações esbarram com o cimento e o asfalto do tecido urbano e são aproveitadas pela cadeia trófica. Os vegetais na cidade têm função meramente decorativa e os animais que os danificam [...] são combatidos como praga. No que concerne aos animais, os que vivem no espaço urbano foram “importados” pelo homem [...] como os ratos e as baratas; esta aberrante seleção zoológica urbana vive dos restos da mesa do homem e não constitui uma cadeia alimentar, [...] A cidade é por excelência o ambiente do Homem [...].

Isso se dá porque a dimensão cultural e sócio-política que caracteriza as cidades se sobrepõe a qualquer outra dimensão dentro do ambiente urbano.

O trabalho do engenheiro representa bem esse fato, quando ele transforma os elementos naturais presentes na área de ocupação para atender às necessidades do cidadão - o homem civilizado. A título de exemplo tem-se o caso dos recursos hídricos - rios são canalizados, barrados, retificados e seus leitos transformados em vias expressas; em outros momentos são transformados em elementos paisagísticos e recreacionais conforme as necessidades culturais da comunidade urbana. Não está mais no foco sua função como elemento constituinte do ciclo hidrológico, mas como objeto de um projeto de engenharia que busca utilizar suas características naturais em função de outros usos criados pela mente humana.

Diante disso, qualquer intenção no sentido de se preservar a estabilidade nas relações naturais do ambiente onde a cidade se insere (ambiente construído e artificial) com essa mesma cidade é uma questão de ética, predominantemente. Os elementos naturais, na cidade, transformados quanto ao seu significado e utilidade originais têm sua sobrevivência e estabilidade apoiadas nos aspectos culturais que norteiam a ação do homem da cidade, ou seja, nos valores que ele adota e que definem o caráter de sua relação com estes elementos. Esse é o caráter primeiro do planejamento ambiental – um plano que expressa a riqueza e maturidade valorativa do cidadão urbano.

Nessa discussão é importante que fiquem bem definidos os conceitos adotados para natureza, ambiente, habitat e para o termo “urbano” nessa pesquisa. Isso porque se criou na literatura brasileira especializada uma dicotomia aparente entre os termos ambiental e urbano, o que gera uma certa incompatibilidade entre planejamento ambiental e planejamento urbano e cria situações interessantes tais como alguns departamentos responsáveis pelo desenvolvimento das atividades de infra-estrutura nas cidades serem denominados setores de desenvolvimento urbano. Por outro lado, os que tratam de políticas ambientais lidarem com políticas relacionadas aos recursos naturais. Essa idéia dissocia o termo urbano do termo ambiental. Em Gonçalves e Guerra (2001, p. 148) pode-se encontrar subsídios que auxiliam essa reflexão.

Em geral, a Natureza tem o significado do conjunto das coisas naturais, sendo com freqüência associada ao Cosmos ou ao Universo [...] ‘Ao contrário, o conceito de ambiente traz em sua etimologia a noção de envoltório que serve à sustentação dos seres vivos’. Para que haja ambiente, é necessário, portanto, que haja seres vivos que possam ser envolvidos. Logo, não existe ambiente sem seres, assim como não existe ambiente urbano sem seres humanos.

Dessa forma, entende-se o conceito de ambiente natural como aquele inerente ao Universo, ou seja, referente àquilo em cuja criação não houve intervenção do homem. Esse ambiente natural fornece os recursos a partir dos quais os seres vivos definem seu habitat ou ambiente humano. Assim, ao se utilizar o termo ambiente ou termos relacionados, ligados ao qualitativo ambiental, o conceito de habitat é que deve ser enfatizado e não o de natureza. Com isso, a expressão “qualidade ambiental tem como sinônimos: qualidade do habitat; qualidade da infra-estrutura à disposição dos cidadãos; qualidade da cultura; qualidade do ar e das águas usadas; e qualidade da paisagem.” (GONÇALVES; GUERRA, 2001, p. 149).

7.2.2 A sustentabilidade no meio urbano

A preocupação ambiental, então, se configura como uma preocupação exclusiva da humanidade que vive, em sua maioria, nas cidades. Para estes seres, o fundamental é definir o saber e, a partir deste, as estratégias que lhes permitam usar e modificar o ambiente sem

precisar destruí-lo, isso porque as cidades são os espaços nos quais a Natureza se transforma em habitat humano.

Seguindo essa lógica, o meio urbano é definido como o “espaço no qual se operam as transformações ambientais induzidas pela humanidade, criando contingências, estruturas e padrões que extrapolam os limites das cidades” (GONÇALVES; GUERRA, 2001, p. 151). Diante disso, a noção de ambiente incorpora não apenas aspectos naturais como também infra-estruturais e paisagísticos, indispensáveis ao seu funcionamento enquanto habitat humano.

As cidades representadas pelos seus sistemas urbano-industriais – sistemas artificiais engendrados pela mente humana através das técnicas de Engenharia – caracterizam-se pela sua capacidade de transformação: energia hidroelétrica, combustíveis fósseis, matéria-prima, mão-de-obra e água entram nas cidades sendo metabolizados em bens e serviços. No entanto, os processos produtivos e a urbanização geram calor excedente, ruídos, gases, partículas, despejos e resíduos não reciclados nem biodegradados rapidamente pela natureza, o que resulta em degradação dos processos naturais. A questão é que as intervenções humanas têm se dado sem um planejamento que considere corretamente as características geoecológicas do local onde os centros urbanos estão inseridos, o que resulta em grandes deficiências no nível de qualidade de vida da população que neles habita.

Por esta razão, a sustentabilidade no meio urbano está associada às condições de reprodução da legitimidade das políticas públicas e das condições de construção política da base material das cidades. A cidade se apresenta como um sistema termodinâmico aberto, onde a energia é continuamente transformada em trabalho, cabendo ao planejamento urbano minimizar a degradação energética e desacelerar o processo de irreversibilidade que ocorre diante da produção crescente de entropia frente ao crescimento econômico – material das cidades.

Com isso, deduz-se que a questão colocada à Engenharia pelos habitantes da cidade é “saber” se seu habitat tem sido projetado de forma a atender às suas expectativas e necessidades e como otimizar as estratégias deste planejamento e de sua implementação.

7.3 O PLANEJAMENTO AMBIENTAL E A PRÁTICA DO ENGENHEIRO

A gestão ambiental urbana, atualmente, se compõe em um problema bastante complexo, não permitindo respostas simples ou apenas técnicas. Isso ocorre devido a influência dos muitos fatores que configuram o ecossistema urbano, desde altas densidades demográficas ao processo de urbanização acelerada das metrópoles, acarretando uma série de problemas ambientais tais como: carência de saneamento básico e de serviços públicos, a poluição nas suas diversas formas, conflitos de uso do solo, localização inadequada de atividades e os graves contrastes sociais, dentre outros. Este processo precisa se fundamentar num processo coerente de planejamento ambiental.

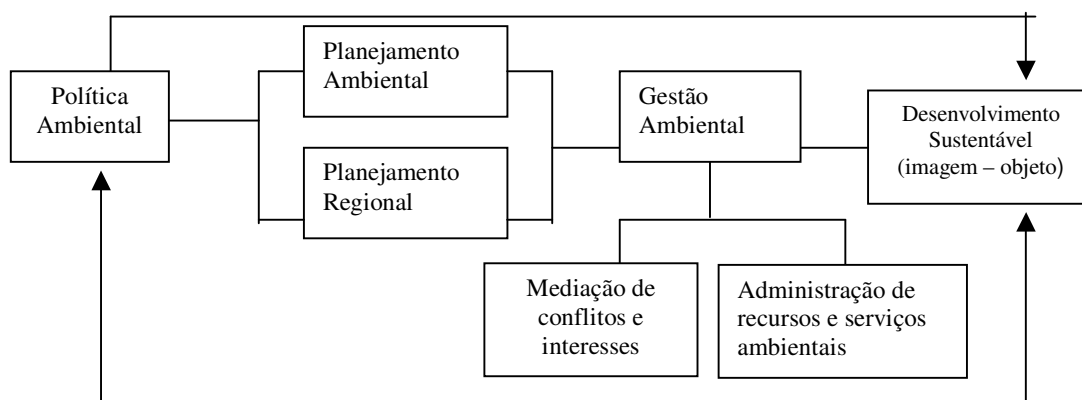
7.3.1 Bases conceituais

Nas palavras de Cavalcanti (1997), o planejamento ambiental é um instrumento dirigido a planejar e programar o uso do território, as atividades produtivas, o ordenamento dos assentamentos humanos e o desenvolvimento da sociedade em congruência com a vocação natural da terra, o aproveitamento sustentável dos recursos e a proteção e qualidade do meio ambiente.

Como um instrumento da política ambiental, o planejamento ambiental define as pautas para a gestão ambiental que deve ser analisada em duas dimensões:

- a) Como uma categoria operativa em que é tratada a condução, direção/ controle e administração do uso dos recursos, através de determinados instrumentos, medidas econômicas, regulamentos, normalização, financiamento e disposições institucionais e jurídicas;
- b) Como uma categoria política, através de um processo de mediação de interesses e conflitos entre atores sociais que atuam sobre o meio ambiente. Ao Estado cabe definir quem assumirá na sociedade e no país os custos e benefícios derivados do uso e da exploração de recursos naturais, pois é ele o principal mediador da gestão ambiental em âmbito nacional ou supra nacional.

Isso implica uma interação dialética entre os conceitos de Desenvolvimento Sustentável – Política Ambiental – Planejamento Ambiental e Regional e Gestão Ambiental, bem representado no esquema conceitual de Rodriguez (RODRIGUEZ, 1997, p. 38).



Esquema 04 – Processo estratégico do planejamento ambiental categoria conceitual

Ribeiro e Vargas (2001) apontam como instrumentos tradicionais da gestão ambiental urbana os *instrumentos normativos*, os de *fiscalização e controle*, os *preventivos* e os *corretivos* além de instrumentos só agora valorizados como a *educação*, a *comunicação*, o *marketing* e a *negociação ambientais*.

O planejamento ambiental é um instrumento para se alcançar o desenvolvimento sustentável, caracterizando-se principalmente por:

- privilegiar a qualidade de vida, ao mesmo tempo em que promove a satisfação das necessidades básicas da população conforme critérios de desenvolvimento harmônico;
- dar-se a longo prazo embora envolva uma série de ações coordenadas a curto e médio prazo;
- estimular o desenvolvimento de tecnologia ambiental, social e culturalmente adequadas;
- ser resultado de uma visão integral e sistemática da realidade;
- basear-se em critérios heterogêneos da organização produtiva.

A ação do planejamento ambiental precisa alcançar quatro níveis:

- geoecológico: projeção no espaço da política ambiental;

- b) ecoplanejamento : projetos, planos e programas de gestão;
- c) AIA – viabilidade ambiental em concordância com os planos de ordenamento e gestão ambiental;
- d) execução e implementação dos ecoplanos;
- e) auditoria ambiental : avaliação sobre o andamento do modelo territorial e diagnóstico ambiental de um projeto produtivo em execução.

Como elemento básico para a implantação do planejamento ambiental está a elaboração do plano diretor de gestão ambiental que é constituído pelo Plano de Utilização Territorial (PUT), pelo Programa de Gestão e pelo Sistema de Gestão.

Nessas etapas, delineia-se a ação do engenheiro como elemento decisivo na elaboração de diagnósticos ambientais e na estruturação de programas de prevenção e controle ambiental da poluição das águas, do solo e dos resíduos sólidos, no controle de emissões atmosféricas e da poluição sonora e em programas de recuperação de áreas degradadas que nortearão o Plano Diretor em conjunto com outros profissionais.

Identifica-se, no esquema 4 a atuação do profissional também de forma decisiva nas fases de mediação de conflitos através da utilização do seu corpo técnico de conhecimentos, fornecendo embasamento para as discussões possibilitando melhoria das condições para a administração de recursos e serviços.

Um bom exemplo dessa ação foi a realização da Agenda 2015 (PMT, 2002), a agenda 21 de Teresina, coordenada tecnicamente por um engenheiro civil e apoiada por muitos outros profissionais desta categoria que tiveram papéis relevantes na coordenação das equipes de trabalho. Nestas equipes de caráter multidisciplinar, os engenheiros tiveram uma excelente oportunidade de dialogar com várias outras áreas do conhecimento, dando passos importantes para a consolidação dessa prática em suas vivências, o que vai lhes permitir a ampliação da percepção da questão ambiental, instrumentalizando-os para conduzirem os processos de gestão ambiental de forma cada vez mais lúcida e eficiente.

7.3.2 Planejamento urbano: construindo um olhar diferente

Um dos principais níveis de atuação do engenheiro para o qual este trabalho sugere alternativas de ação que possam aproximá-lo mais da qualidade ambiental é a dimensão do planejamento urbano. Como foi visto, essa dimensão envolve uma grande complexidade que se fundamenta no variado conjunto de valores culturais que subsidiam a racionalidade das linhas teóricas de planejamento adotadas.

7.3.2.1 A racionalidade urbanística e as novas estratégias de diagnóstico ambiental

Os paradigmas culturais sobre a racionalidade e as práticas urbanísticas na modernidade não representam um consenso histórico. Isso ocorre porque resultam de um processo constituído de muitas contribuições e movimentos contraditórios que permanecem ainda relevantes para uma reinterpretação e requalificação de suas tradições, princípios, práticas teóricas e metodológicas (FALCOSKI, 1997).

Jacobs (2000, p. 3-5) também enfatiza isso quando critica intensamente as teorias urbanísticas, que na sua visão, levam à desvitalização e conseqüente “morte” das cidades:

A pseudociência do planejamento urbano e sua companheira, a arte do desenho urbano, ainda não se afastaram do conforto ilusório das vontades, das superstições conhecidas, do simplismo e dos símbolos e ainda não se lançaram na aventura de investigar o mundo real. [...] é a necessidade que as cidades têm de uma diversidade de usos mais complexa e densa, que propicie entre eles uma sustentação mútua e constante, tanto econômica quanto social. [...] Acho que as zonas urbanas mal sucedidas são que carecem desse tipo de sustentação mútua complexa e que a ciência do planejamento urbano e a arte do desenho urbano, na vida real e em cidades reais, devem tornar-se a ciência e a arte de catalisar e nutrir essas relações funcionais densas [...] As cidades são um imenso laboratório de tentativa e erro, fracasso e sucesso, em termos de construção e desenho urbano. É nesse laboratório que o planejamento urbano deveria aprender, elaborar e testar suas teorias. Ao contrário [...] pautam-se por princípios derivados do comportamento e da aparência das cidades [...] qualquer coisa que não as cidades reais.

A emergência contemporânea de uma discussão em torno da construção e reelaboração do espaço urbano face às necessidades da qualidade ambiental requer um

conjunto de novas racionalidades múltiplas e locais, bem como a necessidade de novos campos cognitivos e transdisciplinares de investigação desse espaço.

Com base na análise de Falcoski (1997), percebe-se a necessidade de uma requalificação da racionalidade urbanística das categorias e processos normativos do planejamento até os aspectos teórico-metodológicos de planejamento, desenho urbano e dimensões de desempenho urbanístico, voltados para a construção de um novo espaço público ao incluir nessa nova racionalidade urbanística a preocupação com a integração desse espaço urbano com os elementos naturais onde ele se insere.

Como esse autor declara, o campo disciplinar do desenho urbano integrado ao processo de planejamento e como revalorização da tradição do urbanismo formal do plano-projeto, representaria uma dimensão pública na formulação de novos procedimentos normativos essenciais para uma reforma urbana. Uma nova normatividade seria, então, constituída de instrumentos urbanísticos estratégicos e flexíveis, que deveriam estar associados a novos processos técnico-culturais de representação da informação espacial (FALCOSKI, 1997).

Isto se coaduna com o pensamento de Franco (1997) quando preconiza como valiosa alternativa para o planejador urbano o “Desenho Ambiental” – um novo instrumento da arquitetura e do planejamento territorial que implica compreensão ecossistêmica dos processos vivos e de um novo posicionamento do homem frente à dimensão espaço-temporal.

Dentre o rol de estratégias indicadas para a coleta de subsídios para o planejamento ambiental pode-se identificar como uma alternativa de grande eficiência a construção de cenários hipotéticos que conseguem representar uma determinada realidade numa expressão espaço-temporal, em escala, a partir de parâmetros ambientais. A montagem desses cenários, obviamente, vai partir do conhecimento do real, o que significa que não prescinde do método analítico, mas o supera, pois os cenários construídos sobre as análises são vistos de forma transdisciplinar.

Esta técnica foi recentemente aplicada, embora parcialmente, na realização da Agenda 2015 de Teresina (PMT, 2002).

Os cenários a serem projetados precisam atender às seguintes premissas:

- a) conservação ambiental, mantendo a integração dos ecossistemas com manutenção da biodiversidade;
- b) a melhora da qualidade de vida tendo em vista a valorização do homem e de sua auto-expressão num processo contínuo de educação ambiental e justiça;
- c) equilíbrio e harmonização entre as características dos ecossistemas e as necessidades e aspirações antrópicas traduzidos por um desenvolvimento sustentado.

Através desses parâmetros, pode-se, ainda, com o auxílio do ‘Desenho Ambiental’ estabelecer-se ações de um planejamento entendido não como um fim em si, mas como um processo realizado em escalas integradas numa visão ecossistêmica, o que se constitui num instrumento eficaz para nortear as intervenções antrópicas no território.

Para que isso seja alcançado, é necessária a integração das ações do Estado e de vários agentes sociais na formulação, monitoramento e gestão de espaços de proteção, além do fortalecimento dos meios de consulta à opinião da sociedade.

7.3.2.2 Políticas públicas e planejamento urbano: novas regras

Para uma redefinição da idéia de racionalidade urbanística associada ao plano-projeto faz-se necessário que:

- a) o planejamento urbano seja visto como um processo ao longo do qual são revistas as formas de gerenciamento e gestão do sistema urbano, considerando-se sua complexidade e multidimensionalidade e que os instrumentos e tecnologias urbanas adotados sejam voltados para uma racionalidade territorial;
- b) o planejamento apresente regras mais transparentes e instrumentos jurídico-normativos mais compatíveis com os fluxos de vida coletiva e a busca da qualidade ambiental da cidade. Além disso, precisa incorporar novas técnicas de representação espacial conforme a orientação de documentos mais estratégicos e dinâmicos que considerem mecanismos de reversibilidade-flexibilidade para o plano projeto.

As políticas públicas e o sistema de planejamento urbano para poderem viabilizar essa nova racionalidade requerem:

- a) a criação de instrumentos normativos inovadores de Política Urbana e Sistemas de Planejamento associados à gestão para a viabilização de uma necessária reforma urbana;
- b) a introdução de medidas para a constituição de instrumentos democráticos de reforma urbana, através de compromissos políticos pautados num pacote de medidas globais (econômicas, mercado, renda, investimentos, empregos, política fundiária), política urbana preventiva com medidas específicas de combate à especulação imobiliária;
- c) diversidade na formulação de novas estratégias de produção do espaço urbano;
- d) restauração da credibilidade no sistema com implantação de instrumentos jurídico-normativos de competência municipal na produção e gestão do solo urbano;
- e) revisão e requalificação de políticas públicas de habitação social com reforma urbana e fundiária e participação democrática;
- f) adoção de instrumentos e diretrizes urbanísticas de avaliação de projeto e impacto ambiental;
- g) definição de padrões urbanísticos de desempenho ambiental;
- h) capacitação técnico-jurídica dos setores do sistema de planejamento urbano;
- i) introdução de instrumentos de planejamento e desenho urbano bem como de modelos específicos de avaliação e simulação de impactos urbanísticos como suporte às decisões, considerando-se os novos meios da tecno-informação e o patrimônio da forma urbana e suas categorias normativas de desempenho;
- j) reclassificação disciplinar ou campos cognitivos do processo de planejamento em disciplinas espaciais integradas constituídas pela Geografia, Ecologia, Urbanismo e disciplinas não-espaciais secundárias;
- k) introdução de novos instrumentos e processos técnico-culturais de espacialidade e representação (novas linguagens e processos de representação gráfica, alavancando novos suportes técnicos e uma nova dimensão tecnológico-simbólico que influenciam uma revisão da dimensão urbanística);
- l) recuperação da composição tridimensional do espaço e planejamento das cidades como ordem simbólica de representação anterior ao funcionalismo bidimensional. A tridimensionalidade, como uma multidimensionalidade de elementos estruturantes do

espaço urbano representa novas formas de associar a dimensão de desempenho morfológico à percepção qualitativa dos ambientes urbanos.

Dentro do processo de revisão e requalificação do sistema de planejamento urbano e instrumentos normativo-reguladores apresenta-se como instrumento essencial a adoção de processos de planejamento e zoneamento urbanístico por desempenho a partir de diagnósticos, monitoramento e regulamentação dos efeitos externos e impactos ambientais no processo de estruturação urbana em substituição às formas e práticas mais tradicionais de regulamentação urbanística do uso do solo.

7.3.2.3 A ciência da paisagem

As questões urbanas se apresentam de forma muito complexa e por isso o urbanista ou planejador se vê obrigado a selecionar variáveis dentro dessa realidade para trabalhar. Essa técnica é denominada “modelagem”, ou seja, ele planeja as ações através de uma análise conceitual, física e/ou matemática das características relevantes presentes na realidade a ser trabalhada. Essa escolha conseqüentemente implica em desconsiderar determinados elementos, o que pode ter uma série de repercussões inesperadas quando se trata de determinadas situações. Christofolletti (Inédito apud CAVALCANTI, 2000, p. 76) define bem o resultado alcançado através dessa técnica:

A modelagem constitui procedimento teórico, envolvendo um conjunto de técnicas com a finalidade de compor um quadro simplificado e inteligível do mundo, como atividade de reação do homem perante a complexidade aparente que o envolve, pois consiste em compor uma abstração da realidade, trabalhando no campo da abordagem teórica e ajustando-se e/ou orientando as pesquisas empíricas.

É com base neste raciocínio que a maior parte das políticas públicas de urbanização se fundamentam, baseando-se numa visão fragmentada dos diversos setores da gestão urbana. O resultado disso são ações fragmentadas e ineficientes que tornam inúteis os esforços e as boas intenções das equipes técnicas que compõem a administração pública na busca de solução para os problemas da cidade.

É o que ocorre em Teresina com a divisão de trabalho que foi imposta através da fragmentação da administração municipal em 04 superintendências, gerando uma série de problemas principalmente na área ambiental. Como os problemas ambientais dificilmente ocorrem de forma localizada e seus efeitos se ampliam, comprometendo muitas vezes as áreas gerenciadas por mais de uma superintendência, cabe ao setor de meio ambiente do núcleo central da Prefeitura Municipal resolver a situação, o que é humanamente e administrativamente muito difícil. Como o corpo técnico está distribuído pelas superintendências, esse setor é mal estruturado, estando despreparado para atuar na realidade de cada área, pois seus poucos técnicos não convivem nem atuam diretamente nela.

Os modelos podem ser considerados como possuidores de grande potencial para as pesquisas ambientais, tanto como instrumentos para o estabelecimento de previsões e aplicações, como para o desenvolvimento da compreensão e da teoria. Apesar de suas limitações e dificuldades técnicas em sua implementação, estão se tornando cada vez mais importantes como procedimentos técnicos (CAVALCANTI, 2000).

Com base no que foi exposto propõe-se uma forma de planejamento urbano que atue de forma mais integrada e sistêmica indo além da modelagem. Esta forma de pensar o desenvolvimento urbano em uma região se baseia na elaboração de um diagnóstico das áreas de intervenção. Como foi dito anteriormente, esse diagnóstico também se ampara nas técnicas do Desenho Ambiental, mas a título de simplificação partiria principalmente de três aspectos: o conforto térmico e acústico, a infra-estrutura e a dinâmica urbana.

Embora a análise se concentre em apenas três faces da realidade, esses três aspectos constituem sistemas complexos básicos na construção da realidade urbana e praticamente abrangem toda essa realidade. Além disso, o grande diferencial é a forma como serão feitas essas análises e os novos instrumentos de representação dos dados obtidos.

Uma outra alternativa que muito se assemelha quanto ao objetivo a ser alcançado é “o estudo da Paisagem”, uma linha de pesquisa científica que remonta do final do século XIX, tendo como seus principais precursores, na escola alemã Humboldt, com trabalhos sobre a integração de componentes e zonalidade, e na escola russo-soviética Lomonosov e Dokuchaev, com estudos sobre paisagem como objeto material e zoneamento natural.

Segundo essa proposta, a paisagem pode ser estudada como aspecto externo de uma determinada área, considerando-a como uma imagem que representa uma qualidade associada à interpretação estética resultante de diversas percepções. Pode ser analisada como formação natural (pela interação de componentes e elementos naturais), como um sistema econômico-social (onde o ambiente é caracterizado através das relações espaciais importantes para a sociedade) e, por fim, sob o ponto de vista cultural, onde a paisagem é observada como resultante da ação da cultura ao longo do tempo, modelando-se através de um grupo cultural a partir da Paisagem natural, gerando um conjunto único em permanente evolução (CAVALCANTI, 2000).

A ciência da Paisagem, que se fundamenta em sua análise geoecológica, propicia ainda fundamentos metodológicos sólidos na elaboração do planejamento e gestão ambiental e na construção de modelos teóricos para incorporar a sustentabilidade ao processo de desenvolvimento.

Acredita-se que os três métodos de diagnóstico e análise ambiental integrados, graças à similitude de objetivos, possibilitem uma ampliação da visão do planejador, no nosso caso, o engenheiro civil que exerce essa função ao lado de outros profissionais. Isso porque se apoiam na abordagem sistêmica que aproveita os estudos analíticos de cada componente e integra-os dentro de um conjunto onde são observadas suas transformações, distribuição dos sistemas geográficos, sua dinâmica e conexões.

Porém, é importante frisar que esse processo exige a participação de uma equipe multidisciplinar devidamente capacitada e experiente, mas acima de tudo em que todos os membros participantes sejam abertos ao diálogo e ao intercâmbio de percepções e idéias.

Os três fatores a serem investigados, inicialmente, seriam:

- a) A dinâmica urbana é um processo de renovação no qual as edificações e os espaços se transformam através do tempo, sugerindo novos usos e apropriações. O conhecimento sobre esse aspecto é fundamental para que o planejador possa entender a evolução da área, acompanhando suas modificações ao longo do tempo e formulando proposições adequadas.

Para se entender esse processo são necessários estudos das transformações ocorridas nos lotes e edificações dos bairros da cidade baseando-se nas tipologias

geradas pelas legislações urbanas. O resultado disso é um banco de dados que aproxima o planejador da realidade dos diversos espaços urbanos. De posse desses dados, fica mais fácil a caracterização das áreas quanto às suas fragilidades e potencialidades, permitindo a elaboração de prognósticos de ocupação e, a partir da síntese dos dados, um confronto com a tipologia atualizada das áreas.

- b) A infra-estrutura urbana se refere aos fluxos conduzidos e redes de condutores cuja capacidade limitada só pode ser aumentada através de investimentos da sociedade. Esse item apresenta grande relevância por abranger a questão energética que tem grande impacto no tamanho, na morfologia e na função das cidades assim como o sistema viário que ocupa entre 20 e 25% do solo urbano. Esse fator muitas vezes é determinante para a definição e capacidade de adensamento de uma área..

Através dessa análise, o planejador poderá determinar a capacidade das redes locais de infra-estrutura e o impacto do adensamento do bairro nas mesmas. Para a análise energética, vários caminhos podem ser adotados. Um deles é a elaboração de um mapa que represente a demanda de forma espacializada a partir das médias de consumo geradas por amostragem, relacionando uso, área e número de pavimentos das construções existentes.

Quanto ao setor viário, podem-se estabelecer os níveis de serviço nos principais corredores de tráfego. As linhas de transporte podem ser analisadas com base na frequência e raio de atendimento levantados a partir dos quadros de itinerários e horários de ônibus. A pesquisa origem-destino também é importante, expressando a participação da população do bairro no número de veículos e na demanda por transporte público. Com esses dados é possível o mapeamento da região quanto ao fluxo e demanda nos bairros, detectando-se o peso que cada área tem sobre o sistema viário de todo contexto urbano.

- c) O conforto térmico e o conforto acústico têm relevância como indicador do impacto do processo de ocupação na alteração do clima local, provocando problemas de saúde na população, aumento nos gastos de energia para o resfriamento artificial dos ambientes internos das edificações, assim como danos sociais e materiais quando de inundações, enchentes, tempestades, geadas, etc. O outro lado seria o aquecimento que é intensificado pela disposição inadequada das

edificações na malha da cidade, obstruindo os canais de ventilação e gerando fenômenos como a formação de ilhas de calor e inversão térmica as quais prejudicam a exaustão de poluentes e partículas suspensas no ar .

O planejamento partiria de uma análise das características locais relevantes da área tais como: rugosidade, topografia, morfologia do terreno, hipóteses de canais de ventilação, bem como de dados climatológicos (temperatura do ar seco, umidade relativa, direção e velocidade dos ventos). Cada um destes dados seria espacializado num confronto estatístico com o levantamento da altura das edificações e a ocupação do solo numa superposição desses dados. É o que se denomina análise geoecológica da paisagem em que se busca representar as diferentes condições paisagísticas , seja quanto a seus aspectos naturais como aos distintos níveis de ocupação e transformações antrópicas (CAVALCANTI, 2002).

Uma das principais utilizações dessa análise, de forma direta, é a possibilidade de se poder aperfeiçoar os instrumentos legais de uso e ocupação conforme a definição das áreas desobstruídas e das áreas onde o adensamento das edificações já cria sérios problemas para o conforto térmico da população.

O conforto acústico é indicado pela Organização Mundial de Saúde (OMS) como uma das três prioridades ecológicas da próxima década ao lado do ar e da água. Para tal, faz-se necessário o mapeamento das fontes sonoras características do ambiente acústico da área em estudo.

Para a análise dos três fatores realizar-se-iam as seguintes etapas:

- a) pesquisa exploratória da área - os componentes registram suas observações sobre a identidade das diversas áreas e fatores como arborização, segurança e distribuição de usos. As percepções são discutidas pelo grupo e as informações a serem consideradas são validadas pelo consenso;
- b) levantamento de uso e ocupação das edificações, resultando na elaboração de mapa representativo da área a partir da base cartográfica da área;
- c) elaboração de mapa da dinâmica urbana da área – objetiva identificar as áreas com maior histórico de mudanças, bem como áreas com maior ou menor propensão a transformações;
- d) elaboração de prognóstico de ocupação:
 - Análise da legislação (Código de Obras, Leis de Uso e Ocupação do Solo) para determinar as tipologias resultantes destes conjuntos de procedimentos legais;

- Mapeamento das áreas remanescentes de cada período da legislação;
 - Análise comparativa entre um mapa atual com a planta, o uso e a ocupação das edificações e lotes e o mapa anterior;
 - Pesquisa sobre os projetos previstos para a área;
 - Pesquisa junto ao mercado imobiliário sobre as potencialidades da área;
 - Elaboração de um mapa síntese que represente o prognóstico de ocupação da área em função da dinâmica urbana.
- e) Análise da capacidade infra-estrutural da área
- Descrição da situação atual;
 - Elaboração de mapa da demanda energética;
 - Definição dos níveis de serviço nos principais corredores de tráfego a partir das informações relativas ao volume de veículos e características das vias;
 - Estudo sobre a frequência e o raio de atendimento do setor de transporte público;
 - Pesquisa origem-destino na área;
 - Elaboração de mapa representativo dos fluxos viários na área;
 - Análise das possibilidades de adensamento urbano em função da infra-estrutura e de seu desenvolvimento;
- f) identificação e mapeamento das fontes sonoras características da área;
- g) identificação das fontes de ruído ambiental;
- h) elaboração de mapa acústico da área;
- i) análise comparativa da realidade encontrada com os parâmetros preconizados pela legislação em vigor;
- j) estudo climatológico da área;
- k) espacialização dos dados coletados pelo estudo climatológico conforme a altura das edificações e a ocupação do solo;
- l) elaboração de matriz de ventilação da área, indicando os canais existentes que facilitam a ventilação e do diagnóstico do impacto da ocupação nas correntes de vento;
- m) definição das alternativas de ocupação para que seja preservado ou melhorado o conforto térmico da população;
- n) estudo das condições naturais da área (análise geoambiental) de maneira que sejam identificadas fontes de poluição e áreas fragilizadas ambientalmente por conta da ação intensa de atividades humanas (áreas preservadas e a serem conservadas), e

áreas com potencial para a exploração comercial, através do turismo ecológico e histórico;

- o) determinação das áreas a serem verticalizadas e das áreas propensas a adensamento populacional, em função dos fatores analisados, o que definirá as áreas que exigirão maiores investimentos na infra-estrutura energética e viária, bem como indicará as alterações necessárias a serem feitas na legislação para garantir a qualidade de vida da população e a qualidade dos elementos naturais presentes no meio urbano.

A integração dos elementos analisados se dará pela convergência dos dados em nível de percepção e pelo tratamento informatizado destes, resultando num corpo de parâmetros e recomendações técnicas que embasem o processo de tomada de decisões, influenciando na melhoria das políticas públicas a serem definidas para a área analisada.

De posse desses dados, é possível dar-se um caráter mais dinâmico ao planejamento territorial, pois é construída uma visão sistêmica do meio físico e biogeográfico para a análise das relações das diferentes variáveis ambientais que interferem no espaço em estudo. Também se torna viável a construção de cenários futuros, baseados na definição de políticas públicas de intervenção, pois ficam bem caracterizados no estudo os padrões de compatibilidade entre as diversas variáveis – ordenamento territorial, recursos naturais, qualidade dos modelos de exploração, danos e riscos ambientais e agentes responsáveis, resultando numa visão global da realidade da área em questão.

A utilização desse tipo de estudo propicia uma ampliação qualitativamente superior das práticas de planejamento que a Engenharia Urbana tem utilizado, exigindo do profissional uma preparação técnica apurada e principalmente uma postura aberta e flexível na relação com outros campos da ciência.

O planejador urbano, buscando entender o funcionamento das cidades, consegue construir soluções integradas a partir da realidade local e não partir de teorias “pré-concebidas” sem aplicação prática. E após a implantação de políticas públicas de desenvolvimento urbano, é necessária observação cuidadosa, contínua, reavaliação e educação de todos os agentes envolvidos para a participação ativa.

7.3.3 Gestão ambiental: outras possibilidades para o engenheiro

Indo além do contexto do planejamento urbano, também se pode identificar três níveis fundamentais para a atuação do engenheiro civil no processo de gestão ambiental.

7.3.3.1 *Recuperação do meio ambiente degradado*

Os níveis atingidos pela degradação ambiental atualmente tornam prioritária a tarefa de recuperação dos meios alterados antes que se produzam processos irreversíveis. A análise de cada caso indica que muitos problemas ambientais são decorrentes de falhas de gerenciamento ambiental do poder público, da ação técnica inconseqüente e/ou da passividade da população no seu papel de fiscalizadora das políticas públicas. São problemas relacionados à omissão, ao desconhecimento ou, ainda, decorrentes de conflitos de poder.

O conceito de degradação geralmente é associado aos efeitos ambientais considerados negativos ou adversos resultantes da atividade humana e raramente são relacionados a alterações decorrentes de fenômenos ou processos naturais. Williams (1990 apud BITAR, 1997, p. 13) em sua obra dedicada ao estudo dos impactos da mineração considera que “a degradação de uma área ocorre quando a vegetação nativa e a fauna forem destruídas, removidas ou expulsas; a camada fértil do solo for perdida, removida ou enterrada. O mesmo autor coloca que o processo de degradação ambiental ocorre quando “há perda de adaptação das características físicas, químicas e biológicas e é inviabilizado o desenvolvimento socioeconômico” (WILLIAMS, 1990 apud BITAR, 1997).

Entre os processos de degradação de solos provocados pela atividade humana podem-se citar a compactação, erosão acelerada, desertificação, salinização, lixiviação e acidificação. Estes processos geralmente são provocados pela agricultura, indústria e pela urbanização.

Bitar (1997) comenta que as referências técnicas contidas na legislação brasileira não são claras e geralmente confundem os conceitos de poluição, degradação ambiental e impacto ambiental. Como exemplo, tem-se o conceito oficial de impacto ambiental contido na

Resolução 01/86 do CONAMA, com uma definição similar ao de poluição da Lei Federal 6938/81 (BITAR, 1997, p. 26).

Assim, embora haja controvérsias o conceito de degradação parece estar associado à noção de alteração ambiental gerada por atividades humanas e considerada adversa o que no contexto urbano abrange os efeitos negativos do uso do solo.

Outros conceitos relacionados são os termos restauração e reabilitação que distinguem os graus de recuperação da área degradada. Restauração representa que o ambiente retorna a uma situação relativamente próxima das condições iniciais dos ecossistemas em grau intermediário; reabilitação representaria o alcance de algumas das condições iniciais e em um grau superior à restauração.

A restauração de áreas degradadas é algo difícil de acontecer e muitas vezes impossível, pois restaurar implica reprodução exata das condições do local antes da alteração sofrida. A proposta mais próxima da realidade se refere à reabilitação que está ligada ao uso e ocupação do solo, ou seja, uma reutilização do local como por exemplo, área de lazer, residencial, comercial, industrial, entre outros. Já a recuperação, por sua vez, implica colocar no local alterado condições ambientais as mais próximas possíveis das condições anteriores.

Dessa forma, os conceitos de degradação são considerados de modo integrado. Encontram-se degradados “os ecossistemas cuja diversidade, produtividade e condição para habitação foram enormemente reduzidas.” (BITAR, 1997, p. 00), e o processo de recuperação dessas áreas consistiria em levar esses ecossistemas à condição de potencialmente sustentáveis.

A Lei Nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto Nº 9.274/90, dispõe sobre a PNMA, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. Em seu Art. 4º, afirma que a PNMA visará: “VII – [...] obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados e, ao usuário da contribuição pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos.”

O Decreto nº 97.632, de 10 de abril de 1989, que dispõe sobre a regulamentação do artigo 2º, inciso VIII, da Lei Nº 6.938, determina:

Art. 1º - Os empreendimentos que se destinem à exploração de recursos minerais deverão, quando da apresentação do Estudo de Impacto Ambiental - EIA e do Relatório de Impacto Ambiental - RIMA, submeter à aprovação do órgão ambiental competente um plano de recuperação de área degradada.

Diante disso, o profissional da engenharia precisa estar atento à determinadas implicações na execução de empreendimentos que provoquem significativo impacto ambiental, e que requerem a elaboração de avaliações de impacto ambiental, de planos de recuperação de áreas degradadas (PRAD) e/ou planos de monitoramento.

Na prática, este e outros instrumentos também formulados legalmente como o Plano de Controle Ambiental (PCA) e o Relatório de Controle Ambiental (RCA) – têm sido muito mais aplicados no setor de extração mineral. Aliás, PCA e RCA são específicos para a extração mineral (Resolução CONAMA Nº 09 e Resolução CONAMA Nº 10, respectivamente, ambas de seis de dezembro de 1990).

Todavia, os PRAD's também são importantes instrumentos da gestão ambiental para outros tipos de atividades antrópicas sobretudo aquelas que envolvem desmatamentos, terraplenagem, exploração de jazidas de empréstimos e os bota-fora.

Os levantamentos de passivo ambiental podem ser os instrumentos que antecedem um PRAD. Um EIA também pode demandar um PRAD na qualidade de medida mitigadora. O mesmo é válido para um plano de zoneamento ambiental e para um sistema de gestão ambiental.

A indústria da construção civil se apresenta como responsável pelo surgimento de grandes áreas de solo degradada em função da mineração de argila e seixo assim como pelas deficiências no sistema de drenagem artificial de águas pluviais, levando a processos erosivos acelerados.

A ação do engenheiro, conhecedor dos processos naturais e dos fluxos de energia, contribui para a prevenção e/ou minimização dos problemas que envolvem degradação ambiental. Visualizar-se-ão esses problemas agrupando-os pela natureza do meio atingido ao

mesmo tempo em que se identificam as possíveis formas de atuação do profissional da Engenharia Civil no sentido de promover a reabilitação dessas áreas.

a) A degradação do solo: processos erosivos

A maior parte dos casos de erosão no meio urbano se origina por deficiências de planejamento do sistema de drenagem de águas pluviais, quando os planos de arruamentos são dissonantes com as características topográficas da região, criando pontos de alta concentração de águas, principalmente no encontro de áreas pavimentadas com áreas ainda em estado natural, onde não há instrumentos de dissipação da energia cinética do fluxo superficial. Isso é comum em áreas próximas a rios e na faixa de domínio de rodovias. Nestas ultimas, o sistema de captação joga todo o fluxo em um só ponto criando imensas voçorocas.

Muitas vezes o poder público, através de seus técnicos desavisados, busca contornar a situação aterrando esses grotões com restos de serralheria e borracharia, o que intensifica o impacto ambiental e alguns moradores ainda pioram a situação jogando lixo nessas áreas.

Para ocupação de uma área é essencial o estudo sobre a dinâmica ambiental evidenciando as relações solo/relevo/clima/ uso da terra, construindo-se assim um instrumento básico para a definição de políticas públicas que atinge diretamente a construção de loteamentos, processos de arruamentos e de pavimentação conforme as diretrizes do planejamento ambiental apresentado.

Como ações estratégicas nesse sentido, pode-se ter no mapeamento de solos das áreas de intervenção onde se definam declividades, geomorfologia e geologia da região de forma que, do cruzamento desses dados, possa-se ter uma idéia precisa da suscetibilidade do meio físico à erosão e/ou movimento de massa.

Nesse sentido, o engenheiro precisa aprimorar seu diálogo com a Geografia, tendo em vista que esses conhecimentos são básicos na definição das metodologias de atuação, assim como na interpretação dos dados coletados. Além disso, a compreensão do processo histórico de ocupação espacial é relevante no entendimento dos aspectos culturais e sócio-políticos que

o definem, possibilitando a construção de um plano de ordenação do crescimento espacial da cidade, no qual a utilização dos recursos seja planejada da forma mais criteriosa e racional.

Como em nossa cidade ainda não há um know-how construído nesse sentido, faz-se necessário a análise de casos de outras cidades brasileiras, em especial, de áreas que tenham características climáticas similares de maneira a se evitar erros simplistas ou análises estáticas. Por muito tempo, caímos no erro de apenas copiar modelos de desenvolvimento que trouxeram de uma forma ou de outra benefícios, mas que ao longo do tempo evidenciaram sérios problemas ambientais na retaguarda destes.

Dentro da visão de planejamento ambiental citada, o Zoneamento Geográfico de Unidades Ambientais (ZGUA) é um instrumento valioso que tem por base a caracterização dos fatores físicos e bióticos dos geossistemas e suas interações entre si e com o meio socioeconômico, possibilitando uma identificação das fragilidades ambientais da área e, portanto, dos impactos ambientais possíveis.

Quanto mais intocadas forem as áreas diagnosticadas, maior contribuição o estudo poderá dar, pois as recomendações técnicas ficam mais fáceis de serem implementadas. Em caso contrário, para áreas já muito ocupadas, a eficácia de estudos como esse é mais limitada.

Neste tipo de estudo, o engenheiro civil precisará atuar em relação direta com diversos profissionais, dentre eles, biólogos, geógrafos, geólogos e cientistas sociais. Isso porque os modelos de diagnóstico ambiental que têm apresentado maiores resultados se apóiam em análises fitogeomorfológicas nas quais os elementos do meio biofísico são vistos de forma integrada. Esses estudos foram consolidados pelas escolas francesas e anglo-australianas (ALMEIDA; GUERRA, 2001).

Essa metodologia parte do delineamento de espaços com certas características cujo conjunto de combinações lhes confere um determinado grau de individualidade bem caracterizada quando se sobrepõem aos mapas geológicos, geomorfológicos, de declividade e de solos aos de vegetação e uso ao lado de uma análise temporo-sócio-econômica da ocupação.

O outro lado dos problemas de erosão no ambiente urbano está vinculado ao problema da drenagem superficial. Muitas cidades no Brasil sofrem com contínuos problemas relacionados com a drenagem das enxurradas durante o período chuvoso. Os problemas são bem conhecidos. As inundações, via de regra, interrompem o trânsito de veículos nas cidades e podem causar problemas de saúde. Em casos piores, elas podem provocar surtos de dengue e morte de pessoas que vivem em áreas de risco ambiental. O lançamento das enxurradas também pode causar poluição dos rios locais, pois devido à falta de infiltração natural no solo, os lençóis subterrâneos não são recarregáveis.

b) Drenagem superficial

Diversas estratégias são necessárias para solucionar estes problemas que não podem ser resolvidos simplesmente através da construção de grandes obras de drenagem. Recentes estudos, realizados principalmente por países desenvolvidos, têm apresentado um novo conceito sobre projetos de drenagem urbana. Trata-se do desenvolvimento sustentável da drenagem urbana o qual tem o objetivo de imitar o ciclo hidrológico natural. Este novo modelo incorpora técnicas inovadoras da engenharia como a construção de estacionamentos permeáveis e de canais abertos com vegetação a fim de atenuar as vazões de pico e reduzir a concentração de poluentes das águas de chuva nas áreas urbanas.

O ZGUA, ou estudos similares, podem contribuir para o entendimento do engenheiro é o planejamento de obras de drenagem que consistam na alteração de fluxos de escoamentos superficiais através dos processos de arruamentos, da construção de sistemas de captação de águas de canais e modificação das seções transversais e do perfil longitudinal dos rios.

Neste caso, como resultado de um ZGUA, com ênfase na análise climatológica, o engenheiro terá possibilidade de construir um plano de drenagem que identifica os pontos críticos do fluxo de escoamento: áreas de relevos acidentados, pontos onde o escoamento é favorecido, áreas impermeabilizadas, áreas livres que poderão servir de pontos de reabastecimento do lençol freático, pontos de assoreamento dos rios, locais onde deve haver ampliação dos canais naturais, aterros de corpos d'água, locais de acúmulos de lixo, áreas ocupadas indevidamente, saídas de sistemas de esgotamento sanitário, áreas de desmatamento e de deslizamentos, entre outros dados.

O Terrene Institute (1994 apud MOTA, 2003) apresenta uma série de recomendações que devem ser observadas para a elaboração de um plano de manejo das águas em áreas urbanas, que devem merecer a atenção dos técnicos e do poder público.

Entre as ações básicas no planejamento urbano, cabe ao engenheiro com base nas informações disponíveis, seja através de um ZGUA ou de outros levantamentos ater-se aos seguintes pontos:

- a) a necessidade de preservar áreas verdes como saídas para os fluxos superficiais. Cabe a esses profissionais desestimularem a retirada de cobertura vegetal em processos de terraplenagem, quando possível, tendo preocupação com a preservação de áreas verdes nativas; e na execução de edificações comerciais ou residenciais recomendar, e quando permitido, criar áreas verdes dentro dos lotes ;
- b) a preservação de vales secos e úmidos (caminhos naturais das águas)e/ou substituição destes (nas dimensões adequadas) por sistemas de drenagem artificial (canais e galerias) após cuidadoso estudo;
- c) evitar a ocupação das encostas e intervenções em áreas alagadas;
- d) respeitar a legislação de parcelamento e uso do solo, colaborando para uma melhor aplicação das normas. Pode-se ilustrar bem isso no que se refere à definição do índice de ocupação do solo urbano, buscando contribuir nas discussões para atualização da legislação de forma que seja garantido determinado percentual de áreas livres para assegurar o índice mínimo necessário de escoamento e de infiltração das águas superficiais;
- e) respeitar as faixas de proteção às margens dos recursos hídricos;
- f) buscar alternativas de pavimentos mais permeáveis. Entre estes estão sendo utilizados os pavimentos de concreto ou de asfalto, em que no preparo foi retirado o agregado fino da mistura; outra opção é o pavimento executado como módulos de concreto vazados (tipo *blocket*). É necessário, também, uma ampliação da visão técnica que privilegia o asfalto em detrimento dos pavimentos de pedra tosca ou paralelepípedo. Esses permitem uma maior absorção pelo solo, e contribuem para amenizar grandes gradientes térmicos em cidades de clima mais quente;
- g) identificar os pontos em que se faz necessário a construção de reservatórios artificiais de detenção para a acumulação de água e de sedimentos de modo a controlar o fluxo dos escoamentos. Esses reservatórios podem reter água somente durante os períodos de precipitação (bacias secas) ou se constituírem em

reservatórios permanentes (bacias úmidas ou alagadas). Podem ainda receber tratamento paisagístico e serem integrados ao meio como áreas de recreação e sua água acumulada pode ser usada para lazer, irrigação, combate a incêndios, etc. A utilização de bacias de acumulação de águas para amortecimento de cheias tem significativo efeito no controle de inundações urbanas e segundo Tucci (1995 apud MOTA, 2003, p. 166):

A característica da cheia urbana é que ela apresenta um pico alto e pequeno volume, portanto, se houver um reservatório, mesmo de volume pequeno, numa área urbana, ele será suficiente para reduzir a vazão máxima significativamente.

Em Teresina, os problemas da drenagem se concentram basicamente na Zona Norte, embora em outros bairros haja deficiências graves que provocam grandes inconvenientes em períodos de chuvas, como ocorre na Av. Dom Severino (Zona Leste) e Av. Miguel Rosa (Zona Sul). Mas, como são áreas de topografia mais altas e cuja população tem mais condições de enfrentar os problemas, a questão é mais vista com séria preocupação nas áreas próximas aos rios.

O uso de reservatórios artificiais no controle de inundações pode ser bem exemplificado em Teresina com as “Lagoas da Zona Norte”.

A cidade de Teresina foi originalmente planejada para ocupar o espaço compreendido entre a margem direita do Rio Parnaíba e o Rio Poti. Com o passar do tempo, a área urbana foi se expandindo e atualmente o Rio Poti secciona a cidade em duas partes. Os dois rios confluem na Zona Norte onde se situam as áreas mais baixas da capital e devido a isso, essa zona abriga cerca de 40 lagoas, algumas naturais e outras artificiais. Estas últimas foram produzidas por escavação para retirada de material de construção para as olarias onde são produzidos tijolos comuns.

A região das lagoas compreende 13 bairros: São Francisco, Mocambinho, Poti Velho, Parque Alvorada, Olarias, Alto Alegre, Itaperu, Mafrense, São Joaquim, Nova Brasília, Aeroporto, Matadouro e Acarape, numa área de 1.310,85ha.

A maior das lagoas é a da Cacimba Velha, destacando-se as Lagoas do Jacaré, do Mocambinho, da Eturb e do Inocoop. No total, elas acumulam, no período chuvoso, (fevereiro, março e abril) 10 milhões de metros cúbicos (PMT, 1997a, p. 18) e têm uma média de 3 milhões de metros cúbicos nos outros meses.

A legislação urbana de 1977 impedia a ocupação da região das lagoas embora não definisse aspectos mais detalhados com relação ao uso e ocupação futuras. No entanto, com a valorização dos terrenos das Zonas Sul e Leste, a classe mais empobrecida, sem alternativas, foi ocupando essa região e o Poder Público contribuiu para isso ao distribuir dezenas de títulos de aforamento, o que propiciou a ocupação de todo o bairro Parque Alvorada, resultando em uma grande área impermeabilizada, e sem cobertura vegetal.

Devido a isso e ao aumento da densidade populacional, em função da migração de populações interioranas ao longo dos anos, várias ações precisaram ser desenvolvidas como a construção do dique de proteção na Av. Boa Esperança, de sistemas de comportas e um sistema de recalque para interligar as lagoas. Isso tudo, no entanto, não tem sido suficiente pois o dique só proporcionava proteção até a cota 60m, o que na cheia recente de 2004 mostrou-se totalmente inadequado e o resultado foi o rompimento do dique.

O sistema de bombeamento instalado nunca funcionou a contento em função de falhas de gerenciamento, o que tem causando freqüentes inundações na área. Nesse histórico destaca-se também a cheia de 1985 que registrou uma coincidência de picos de vazão em que houve ingresso de excesso de descarga numa posição ainda não protegida pelo dique, resultando na inundação de parte da Zona Norte da cidade.

Por essa razão, o dique foi prolongado até o conjunto Mocambinho e foram instalados dois sistemas de recalque: um na Lagoa da Cacimba Velha (vazão de $2\text{m}^3/\text{s}$) e outro na Lagoa do Mocambinho (vazão de $1\text{m}^3/\text{s}$).

Nessa época, também foi implantado “um projeto de controle de cheias, que interligou – através de canais e orifícios visando a laminação de vazões – várias lagoas, definindo um caminhamento preferencial para o escoamento superficial” (PMT, 1997a, p. 18).

No entanto, devido a laminação da vazão efetuada nas lagoas de maior porte, houve um esvaziamento no período de estiagem e a população, sentindo-se mais segura, e sem que houvesse nenhum instrumento de fiscalização legal, passou a ocupar as áreas periféricas das lagoas, que são, regiões sujeitas a cheias em períodos de chuvas (\pm cota 56m para uma recorrência de 25 anos), por isso são definidas como áreas de alto risco. Em 1995 as inundações, agravadas pela impermeabilização destas áreas (pelo próprio Poder Público), resultaram em mais de 2.000 famílias de desabrigados (PMT, 1997a, p. 19).

Em 1997 a Prefeitura Municipal lançou o Programa Lagoas da Zona Norte, oferecendo soluções integradas para o problema de drenagem existente na área. Esse programa tinha o horizonte de quatro anos e entre suas metas destacavam-se:

- a) controle de inundações;
- b) educação/ preservação ambiental;
- c) drenagem e saneamento;
- d) melhoria da qualidade de habitação;
- e) desenvolvimento do turismo e lazer;
- f) oferta de novas áreas adequadas à ocupação; e
- g) melhoria da malha viária e do sistema de transportes coletivos.

Para a implementação do programa previa-se um estudo topográfico da área, um estudo hidrológico, caracterização hidráulica e sanitária e levantamento socioeconômico da região.

O programa nunca foi implantado e está previsto começar em 2004. O principal motivo do atraso foram as dificuldades para financiamento da verba necessária que exigia investimentos do setor público no âmbito municipal, estadual (concessionárias) e do setor privado, sendo R\$ 12.950.000,00 da PMT, R\$ 20.050.000,00 do Governo do Estado e R\$ 27.200.000,00 de investimentos privados, totalizando R\$ 60.200.000,00.

O projeto foi elaborado por uma conceituada firma de engenharia, responsável juntamente com a Secretaria Municipal de Planejamento da Prefeitura, pelo diagnóstico da área, pelos pré-projetos e pelo levantamento orçamentário.

Apresenta-se como um verdadeiro desafio à Engenharia a solução para estas áreas cuja densidade populacional média é de 66,23hab/ha, e onde a infra-estrutura urbana já implantada atinge 95% de atendimento com abastecimento de água canalizada e 65% com energia elétrica, com 85% da área pavimentada (PMT, 1997a, p. 12). Assim, qualquer interferência vai de encontro a um sistema de infra-estrutura já (erroneamente) implantado, o que dificulta mais ainda a ação técnica.

As soluções devem passar obrigatoriamente pelo desenvolvimento de estudos hidrológicos e hidráulicos mais apurados no sentido de identificar microbacias de drenagem e vazões de escoamento a fim de se definir um sistema de galerias e canais que integrem o escoamento superficial produzido por essas bacias ao sistema global de escoamento; e desenvolvimento de hidrogramas de cheias simulados através de modelos apropriados, com instalação de sistema de monitoramento das lagoas para posterior aumento da capacidade destas, conforme as necessidades (períodos de recorrência, aumento da ocupação, etc.).

Algumas destas soluções estavam presentes no plano Lagoas da Zona Norte da Prefeitura Municipal de Teresina, no entanto, nunca foram postas em prática a contento e o resultado disso ficou bem patente na recente inundação ocorrida nos meses de janeiro e fevereiro/2004.

Os processos erosivos podem se iniciar ou se intensificar com a derrubada de florestas ou com a retirada de cobertura vegetal, que provoca invariavelmente mudanças na estrutura do solo e, conseqüentemente, alterações na hidrologia local. Essa atividade é bastante natural entre os procedimentos iniciais para a implantação do canteiro de obras para execução dos serviços de Engenharia. Em seguida à limpeza do terreno segue-se a compactação do solo. Em conseqüência há a redução da capacidade de infiltração nesta área, provocando maior volume de água a ser escoado superficialmente, o que reduz as possibilidades de recarga dos aquíferos e intensifica processos erosivos.

Isso é muito comum na abertura de loteamentos quando a vegetação é retirada e o solo terraplenado e truncado, deixando exposto o regolito friável e desprovido de estrutura pedológica. Alguns engenheiros têm buscado minimizar esses impactos alterando essa prática, adotando a preservação do horizonte B do solo. Outras técnicas podem ser implementadas a baixo custo, com a participação de geomorfólogos.

A título de ilustração, é importante lembrar que muitas vezes o que cria a possibilidade do impacto é a forma como determinada atividade é implementada mesmo que a intenção do profissional seja nobre e o empreendimento tenha alto valor social. Pode-se citar a ação do respeitado e admirado engenheiro civil João Luis Ferreira, um dos técnicos e políticos mais atuantes na estruturação do nosso Estado, que buscando a melhoria dos sistemas de fornecimento de água em nossa capital, na década de 1920, dotou a cidade de uma usina de gás pobre, movida a lenha, o que levou ao desmatamento de grandes áreas verdes da cidade.

A erosão dos solos devido à ação das águas das chuvas é um processo que depende de uma série de fatores, tais como: propriedades dos solos, erosividade da chuva, características geológicas das encostas, cobertura vegetal, uso e manejo do solo, dentre outros. Quando o uso e o manejo do solo não consideram as fragilidades ambientais da área, a degradação ambiental pode ser intensa com conseqüências negativas tanto para o próprio ambiente como para a população que habita a área atingida.

A recuperação de uma área degradada é um processo complexo tendo em vista a dificuldade em se recompor o equilíbrio dos ecossistemas que se apóia em muitos fatores. No caso de ambientes atingidos por forte erosão, algumas soluções têm se mostrado eficazes como a estabilização da superfícies de grotas por meio da vegetação. A cobertura vegetal ajuda na retenção e diminuição da velocidade da água, proteção contra pisoteamento de animais, dentre outros benefícios.

De uma forma ou de outra, projetos de arborização e a criação de cinturões verdes em torno das áreas atingidas ajudam no desvio das águas, amenizam variações de temperatura permitindo que a área não sofra mais perda de massa.

Outros instrumentos de dissipação da energia das águas também podem ser construídos sob a forma de canaletas ou degraus invertidos, diminuindo o impacto e a velocidade dos fluxos de escoamento.

Quando as voçorocas possuem grandes dimensões, uma alternativa é a construção de pequenas barragens dentro dela. Isso ajuda a preencher as valas através da retenção de água e do solo erodido. Essa barragem pode ser construída com pedras soltas ou muros de gabiões,

[...] encravados na paredes laterais e no fundo. [...] podem também ser utilizadas tela de arame, madeira [...] nunca lixo, pois este só aumenta o desgaste do solo [...].” (MARÇAL; GUERRA, 2001, p. 296).

Todas estas alternativas devem estar vinculadas a um plano de desenvolvimento regional, no qual a conservação dos solos seja uma das metas.

7.3.3.2 Controle da poluição dos recursos hídricos

O engenheiro civil tem uma formação de certa forma privilegiada no que tange ao conhecimento teórico sobre os recursos hídricos que abrange desde as suas características naturais até as tecnologias de uso destes; estuda as leis que regem os movimentos dos fluidos sobre a construção de sistemas hidráulicos e sanitários, tem conhecimentos hidrológicos em que aprende a visualizar os processos que envolvem o ciclo hidrológico, a definição de bacias hidrográficas, o comportamento geral das precipitações atmosféricas e dos fenômenos de evaporação, deflúvio superficial, assim como dos processos que envolvem as águas subterrâneas e a regularização de cursos d'água e o dimensionamento de galerias de águas pluviais. De forma complementar aprende sobre os parâmetros de análise da qualidade ambiental da água e tem noções sobre a previsão de impactos em função da ação humana sobre esses recursos. Com isso, encontra-se instrumentalizado, pelo menos de forma mínima, para desenvolver estratégias de conservação e controle da poluição em corpos d'água.

A preocupação com a qualidade da água baseia-se em sua importância como um recurso natural fundamental para a sobrevivência do homem e demais seres vivos do planeta. Ela é também denominada solvente universal por suas características químicas e propicia condições para a higiene e limpeza dos seres vivos, além de contribuir para a absorção dos nutrientes do solo pelos vegetais. A água possui elevada tensão superficial, possibilitando a formação da “franja capilar” no solo e das diferentes formações hídricas atmosféricas. Seu alto calor específico influencia no clima das regiões, ou seja, regiões mais próximas às massas de água têm menos flutuação de temperatura do ambiente. Por fim, pode-se perceber sua influência vital para o homem pelo simples fato de ela ser um componente fundamental na formação dos seres vivos, no caso do homem, cerca de $\frac{3}{4}$ de sua constituição é de água.

No entanto, ao tempo em que se reconhece sua importância vital para a vida no planeta, é obrigatório reconhecer que ela é um recurso limitado porque de toda a água circulante através do ciclo hidrológico 97,2% está contida nos oceanos (é salgada), 2,1% nas calotas polares e geleiras, e apenas 0,7% é que constituem a água útil disponível nos rios, lagos, lençóis polares, umidade do solo e umidade na atmosfera, sob a forma de vapor d'água.

A maior parte da reserva desse recurso se encontra nos lençóis aquíferos que têm capacidade de cerca de seis vezes maior do que as reservas dos mananciais superficiais. Os sistemas de abastecimento, em sua maioria, são planejados com aproveitamento das reservas superficiais, tendo em vista a facilidade técnica que exige menos recursos, o que resulta em mais vantagens na relação custo-benefício.

Nas palavras do professor Mota (2003, p. 172), ‘a qualidade da água de reservatórios e de cursos d'água depende diretamente do uso do solo da bacia hidrográfica onde se situam [...]’. Assim, esse controle passa obrigatoriamente pelo dimensionamento e monitoramento dos sistemas de infra-estrutura implantados na área da bacia hidrográfica de forma que a produção de resíduos líquidos a partir das atividades humanas (águas residuárias domésticas e industriais e de escoamento pluvial) possam ser canalizados e tenham um tratamento adequado. O disciplinamento do uso do solo é a melhor forma de direcionar as construções dos sistemas de captação, esgotamento e drenagem pluvial.

O homem vem ocupando de forma cada vez mais desordenada as bacias hidrográficas no planeta e através de ações como o desmatamento, queimadas sem controle, práticas agrícolas perniciosas, atividades extrativistas agressivas, ocupações urbanas generalizadas que provocam a impermeabilização dos solos, lançamento de esgotos residenciais e industriais nos rios e lagos, entre outras ações predatórias têm gerado a deterioração da qualidade das águas e uma depressão do nível d'água dos lençóis subterrâneos.

Problemas como a impermeabilização pelas pavimentações e as deficiências dos sistemas de drenagem pluvial contribuem para as enchentes e essa água vai embora para o mar se transformando em água salgada, impedindo a recarga dos lençóis subterrâneos.

Obviamente, o disciplinamento do uso do solo não é suficiente para garantir a qualidade das águas superficiais e subterrâneas. É preciso, também, identificar as fontes de

poluição. No entanto, existem casos em que não é possível localizá-las por serem muito dispersas, é o caso das águas de infiltração e das águas do escoamento superficial.

Para tal, o engenheiro é sabedor de que a distância entre o foco poluidor e os corpos d' água constitui-se na principal barreira contra a poluição por compostos orgânicos e patogênicos. Assim, fontes de poluição de águas subterrâneas como aterros sanitários, fossas sépticas e lagoas de estabilização devem estar bem distantes dos mananciais superficiais e subterrâneos.

No caso de aterros sanitários, as exigências para a implantação devem ser consideradas com seriedade e cuidado, principalmente com relação ao tipo de solo que precisa ter pouca permeabilidade como os terrenos argilosos e com alto grau de agregação. Caso contrário, deve haver um grande trabalho de impermeabilização das áreas, principalmente, da área da lagoa de estabilização. A técnica mais primorosa recomenda a impermeabilização mesmo quando o terreno tem boas características.

O aterro controlado e o sanitário são métodos de disposição final de lixo no solo cuja técnica consiste na utilização de princípios de engenharia para confinar o lixo na menor área possível e de forma racional. (Figura 1).

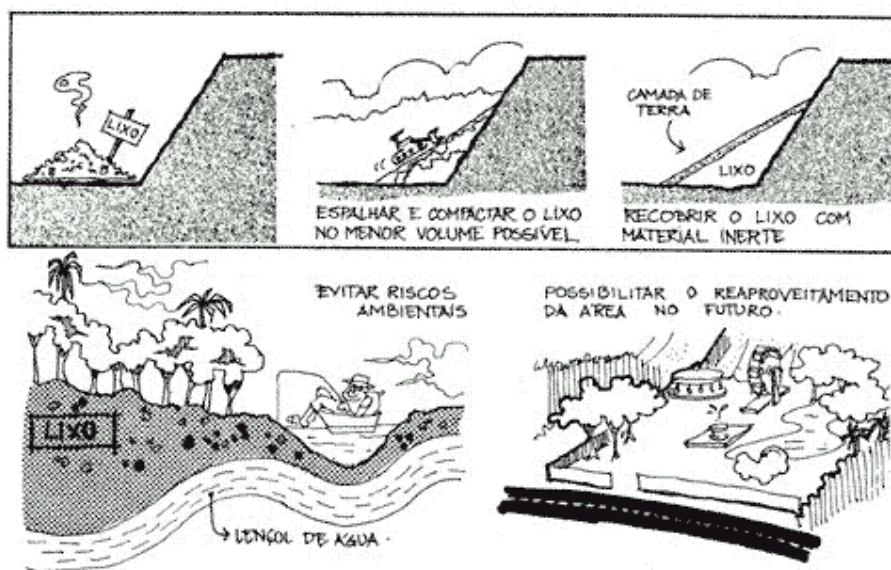


Figura 3 – Etapas básicas de operação de um aterro sanitário

Fonte: GONZAGA, 2003

Os maiores problemas para a implantação de aterros são:

- a) a possibilidade de se poluir o solo e cursos de água superficiais ou subterrâneos : à distância do nível das trincheiras até o lençol freático, que deve ser superior a 2,0m. É recomendável que haja um poço de monitoramento da qualidade da água para que seja continuamente verificado se está havendo contaminação do lençol;
- b) a necessidade de supervisão constante de modo a garantir a manutenção das mínimas condições ambientais e de salubridade;
- c) a geração de gases a partir da decomposição do lixo aterrado;
- d) a necessidade de terrenos disponíveis para a instalação do aterro próximos aos locais de produção do lixo já que o custo de transporte é muito elevado na limpeza urbana em virtude do baixo peso específico do lixo;
- e) a resistência dos moradores nas cercanias do aterro que, muitas vezes, por não serem ouvidos e devidamente esclarecidos quanto ao problema, acabam por criar impasses desgastantes para a Administração Municipal.

Mesmo as instalações de reciclagem, incineração e compostagem precisam de um local onde sejam descartados, de forma apropriada, as sobras e os refugos provenientes do processamento do lixo. Neste caso, o aterro pode servir também como alternativa em situações de emergência motivadas por interrupções eventuais da instalação indutrial.

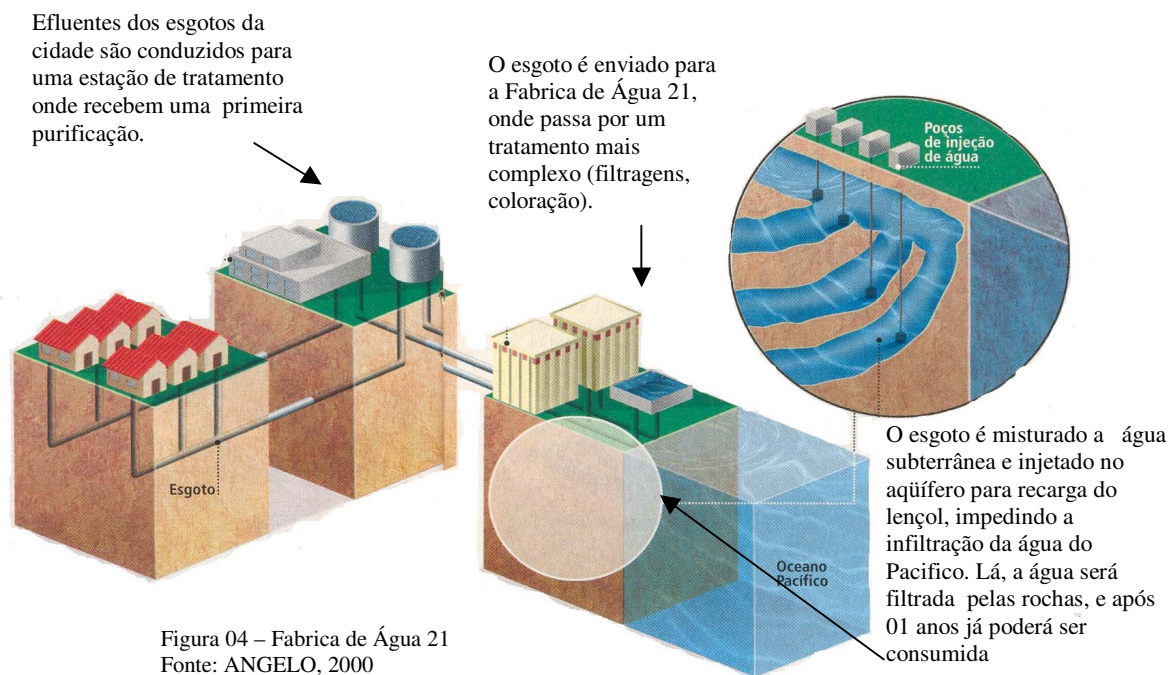
Quanto à construção de conjuntos de fossa-sumidouro, as recomendações são similares. E é importante, também, verificar a existência de poços ou corpos d´ água em cotas inferiores à da fossa devido ao risco de vazamentos.

Em paralelo ao desafio de controlar a poluição dos recursos hídricos a Engenharia se defronta também com o problema da escassez de água em muitas regiões. Um estudo das Nações Unidas, divulgado em 2000, prevê que 2,7 bilhões de seres humanos – 45% da população mundial – vão ficar sem água no ano 2025. Esse problema se origina no aumento do consumo de água numa taxa seis vezes maior nos últimos cinquenta anos em função de um crescimento populacional que triplicou o número de habitantes no planeta nesse intervalo de tempo, ao passo que a saúde dos mananciais vem decaindo diante da poluição e do assoreamento. Como exemplo, pode-se citar o caso da Ásia que despeja anualmente em seus cursos d´ água 850 bilhões de litros de esgoto e cada litro de esgoto inutiliza 10 litros de água.

Algumas alternativas vêm sendo desenvolvidas para solucionar o problema da poluição e também da escassez em áreas secas e algumas se baseiam em princípios simples e idéias criativas da engenharia. (ÂNGELO, 2000).

Em Orange County, no Estado americano da Califórnia, que abriga 2,5 milhões de habitantes atualmente, nos anos 60, o lençol subterrâneo estava sob superexploração pelas atividades de irrigação de grandes plantações de laranja na região. Com a redução do nível aquíífero, o sal do Oceano Pacífico começou a se infiltrar no lençol, ameaçando o abastecimento que dependia totalmente dos mananciais subterrâneos, pois o condado fica numa área desértica.

Para a revitalização do manancial, os engenheiros desenvolveram a ‘Fábrica de Água 21’, uma usina-piloto de tratamento especializada em purificar esgoto e injetá-lo de volta ao solo para preencher o lençol; no subsolo a água de reuso, devidamente tratada, se dilui na água fresca subterrânea. Com isso evitou-se a contaminação pela água do mar e o abastecimento d’ água foi garantido. Solução parecida foi desenvolvida no Arizona, onde 80% do esgoto é reciclado voltando a se tornar água para consumo humano. (Figura 4).



No Japão, país extremamente carente de fontes de água doce, há uma média de 70% de reutilização das águas residuais de indústrias, em que os rejeitos também são reaproveitados. Essas águas são empregadas para a lavagem de trens e metrô e para a irrigação de jardins públicos.

Além disso, os engenheiros japoneses desenvolveram soluções que envolvem alta tecnologia, mas acima de tudo criatividade e a utilização de princípios básicos da engenharia, demonstrando como se pode desenvolver formas de prevenção da escassez de recursos hídricos assim como da reutilização da água. O estádio Tokyo Dome, atualmente um dos principais cartões postais do país, é um dos projetos de engenharia e arquitetura mais revolucionários do mundo. O teto deste estádio, em forma de casca de ovo, é feito de um plástico ultra-resistente que pode ser inflado e desinflado, funcionando como uma lona gigante para colher as águas de chuva. Depois de captadas, elas são enviadas para um tanque no subsolo onde passam por tratamento adequado e são distribuídas para banheiros e para o sistema de combate a incêndio do prédio. (Foto 20).



Foto 20 – Tokyo Dome
Fonte: ANGELO, 2000

Dentro do mesmo raciocínio, a Agência Nacional da Terra localizada também em Tokyo desenvolveu o projeto do prédio-modelo onde as águas residuais dos ralos de esgoto do edifício são tratadas e uma parte é redistribuída para banheiros, para depois de serem utilizadas na descarga das bacias sanitárias, irem parar no sistema de esgotamento público. A outra parte vai para irrigação de jardins, fontes e lavagem de carros. (Figura 3).

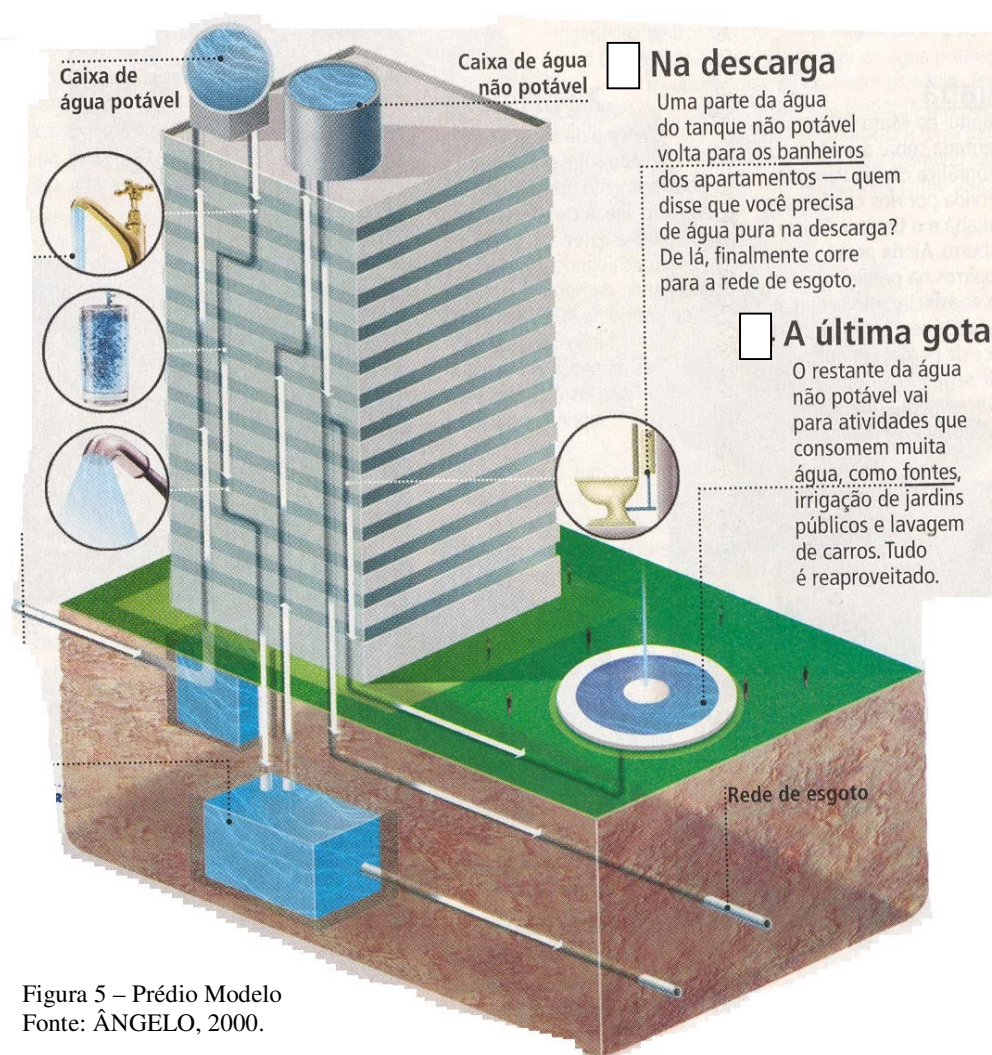


Figura 5 – Prédio Modelo
Fonte: ÂNGELO, 2000.

Israel, outro país rico, mas carente de água, desenvolveu tecnologias de engenharia “milagrosas” para o reuso de efluentes residuais. Neste país chove metade do que cai no Ceará e quase não tem rios além da maior parte da água ser coletada em mananciais subterrâneos que estão cada vez mais deteriorados pelo acúmulo anual de 350.000 toneladas de sal presentes no solo. Apesar disso, em Israel são produzidos 2,2 bilhões de metros cúbicos de água doce

por ano através do reuso de dois terços dos esgotos do país. As águas residuais são tratadas para irrigar lavouras e jardins públicos e também para a revitalização dos poucos rios existentes. (ÂNGELO, 2000).

Novas técnicas também ajudam a resolver o problema da salinização de mananciais, que até pouco tempo era feito de forma mecânica com o aquecimento da água em câmaras metálicas até separar o sal do vapor, o que demandava muita energia. Através do processo de osmose reversa, a água solvente é retirada da mistura salina por um sistema que expulsa a água a uma pressão 80 vezes maior que a da atmosfera normal, fazendo-a passar por uma membrana de poliéster em um cilindro.

A engenharia brasileira desenvolveu duas técnicas revolucionárias para evitar o desabastecimento de água em regiões carentes de água: o primeiro esquema consiste em impedir o escoamento das águas por debaixo da terra que geralmente são evaporadas, criando-se depósitos subterrâneos de acumulação; a segunda estratégia, conhecida pelo termo técnico de *wetlands*, está sendo usada em Anailândia, São Paulo. As águas do principal curso d' água, o Córrego do Retiro, são captadas para abastecimento de onde são jogados os efluentes de esgotos, que estão sendo purificados através do uso de raízes de plantas aquáticas e filtros de terra (Figura 6).

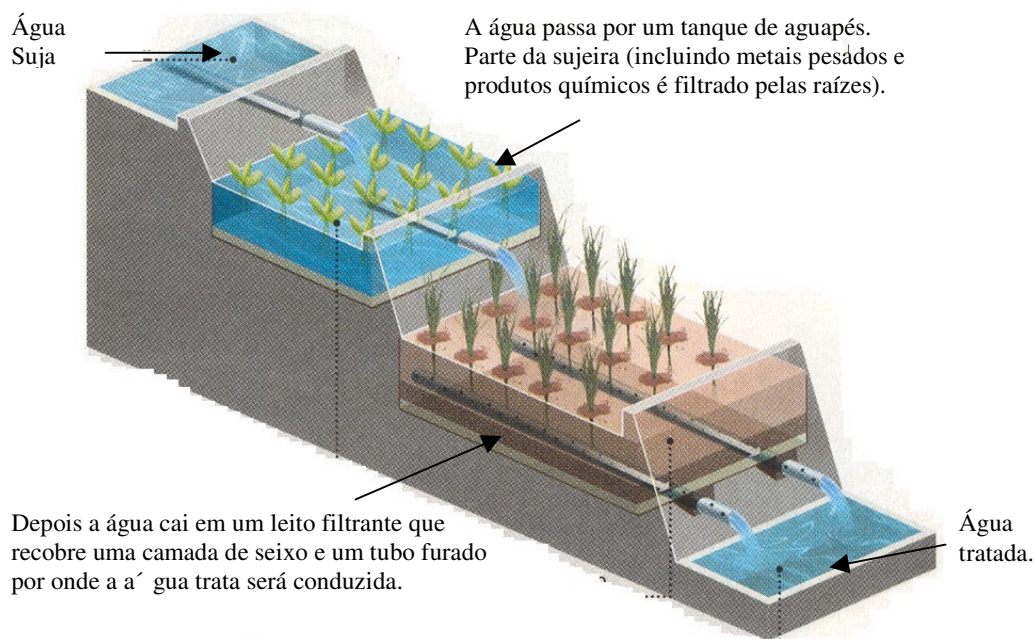


Figura 6 – Wetlands
Fonte: ÂNGELO, 2000

Atualmente, em São Paulo, as grandes construtoras vêm também desenvolvendo alternativas de reutilização das águas de chuva, que são captadas em cisternas e redistribuídas para usos gerais como irrigação de jardins e descargas de banheiros. O impulso maior para esta alternativa foi o Estatuto da Cidade, implementado em 2002 e que pressionou a legislação urbana da capital paulista.

Como foi visto, a amplitude do poder de atuação do engenheiro civil se estende por entre as inúmeras e variadas dimensões que o complexo processo de desenvolvimento urbano apresenta, caracterizando bem a relevância desse profissional na implementação da sustentabilidade e no controle das fontes de impacto ambiental para que a qualidade de vida nas cidades possa ser alcançada de forma efetiva.

7.3.3.3 Avaliação da degradação futura do meio ambiente

Compreende todo o campo das avaliações do impacto ambiental das ações humanas, dos projetos em seus aspectos tanto físico-químicos, ecológicos ou biológicos como sociais, políticos, econômicos ou culturais.

Um dos pontos discutidos nessa pesquisa é a identificação das alternativas que o engenheiro têm para aumentar seu poder de influência no processo de tomada de decisões com relação ao processo de desenvolvimento urbano de Teresina. Pelo reconhecido cabedal de conhecimento e pela sua experiência de trabalho intervindo no meio urbano e utilizando-se dos recursos naturais em ações concretizadoras das políticas públicas urbanas, um dos instrumentos que se colocam à sua disposição para auxiliar no processo de tomada de decisões do poder público é a AIA.

No entanto, a AIA é uma prática recente e exige que os técnicos envolvidos tenham bem desenvolvida uma certa sensibilidade que lhes possibilitará perceber as conseqüências do empreendimento para o meio em que seja implantado. Além disso, ele precisa ter uma boa qualificação técnica, aliada a certa experiência que o ajudará a ter a bagagem de conhecimento que o habilitará a fazer a avaliação dos impactos a curto, médio e longo prazo

para a implantação de um empreendimento para subsidiar o processo de tomada de decisão que aprovará ou não essa obra.

Um processo de tomada de decisão caracteriza-se como um problema em que estão em jogo vários objetivos, no qual existe a possibilidade de várias soluções possíveis, que podem apresentar-se de forma implícita ou explícita. Solucionar um problema envolve, pois, todo um processo prévio de definição e o estudo de uma situação considerada complexa, ou seja, com múltiplos objetivos, critérios e soluções. Nesse intuito, surgiram as metodologias multicritérios de apoio à decisão que partem do pressuposto de que existe um dilema de objetivos conflituosos impedindo a existência de uma "solução ótima" que possa levar a uma solução de "melhor compromisso".

No processo multicritério de decisão existe um decisor (ou vários) que toma a decisão; um conjunto de objetivos a serem perseguidos e um conjunto de alternativas dentre as quais uma será selecionada. Assim, esse processo trabalha com termos como ator, objetivos, metas, critérios, atributos, restrições e suas relações. Em termos gerais, a análise multicritério sempre opera segundo um esquema seqüencial de fases, não-estático, nem linear que pressupõe realimentações, revisões e reformulações no decorrer do processo. (DOTE SÁ, 2001).

Esse raciocínio assemelha-se ao que o engenheiro precisa usar na maior parte das condições que ele enfrenta em seu dia a dia no canteiro de obras. No entanto, a grande diferença está no fato de que no canteiro os fatores decisivos são os econômicos, pois toda decisão sua deve envolver a análise de custo e benefício, além da questão do prazo de execução. Na AIA, esse é apenas um dos elementos. Os outros fatores não são assim tão familiares ao engenheiro: influência no meio biótico, influência social, interações físicas, etc. Por isso, além de ter pleno domínio de sua área, caberá ao engenheiro ampliar sua percepção em direção a outros setores em que, mesmo não tendo capacitação técnica, precisará, através do diálogo com profissionais de outras áreas, aprender a construir cenários futuros, utilizando o bom senso e valorando a significância e magnitude da obra em questão ao longo de sua vida útil no meio onde será implantada.

A análise de impacto ambiental de um projeto busca identificar,então, a diferença entre a situação do meio ambiente (natural e social) futuro modificado pela realização do projeto e a situação do meio ambiente futuro tal como teria evoluído sem o projeto.

Uma AIA não pode ser elaborada apenas como um documento acadêmico ou excessivamente técnico, porque se trata da identificação e descrição em termos apropriados dos prós e os contras (danos e benefícios) de uma proposta de desenvolvimento. Para ser útil, a avaliação deve ser comunicada em termos compreensíveis para a comunidade e os decisores.

A Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, em seu art.9º que trata da PNMA, elenca doze instrumentos para sua aplicação, dentre eles, figuram a avaliação de impacto ambiental e o licenciamento de atividades poluidoras, no qual a AIA é definida como:

Instrumento de política ambiental formado por um conjunto de procedimentos capaz de assegurar, desde o início do processo, que se faça um exame sistemático dos impactos ambientais de uma ação proposta (projeto, programa, planos ou política) e de suas alternativas, e que os resultados sejam apresentados de forma adequada ao público e aos responsáveis pela tomada de decisão e por eles considerados. Além disso, os procedimentos devem garantir a adoção das medidas de proteção do Meio Ambiente determinada, no caso de decisão sobre a implantação do projeto.

Portanto, a AIA é de caráter eminentemente preventivo e destina-se nos primeiros momentos do planejamento de uma atividade poluidora a subsidiar a decisão quanto às alternativas de sua implementação. A partir da tomada dessa decisão, a avaliação de impacto ambiental serve ao acompanhamento e ao gerenciamento das ações destinadas a fazer com que a implantação da atividade obedeça aos princípios de proteção ambiental previamente acertados.

A AIA é importante porque:

- a) revela o nível de esclarecimento atingido pela sociedade em relação à capacidade de antever quadros futuros da organização espacial do seu território;
- b) é um bom indicador da força de pressão social dos grupos esclarecidos em relação ao bom uso dos instrumentos legais para garantir previamente um razoável quadro de qualidade ambiental e ordenamento territorial; e
- c) é um excelente teste para avaliar a potencialidade da legislação disponível, bem como a sua aplicação a casos concretos.

Os técnicos e especialistas não têm poder para transformar a estrutura da sociedade, mas têm força para exigir seriedade e melhoria na organização dos espaços destinados aos projetos desenvolvimentistas. Uma saída é utilizar a legislação, com base nos bons conhecimentos e corretas estratégias de monitoramento.

Para muitos profissionais da Engenharia e outros envolvidos na Construção Civil, a AIA ainda é vista no mercado como um entrave ou complicador do qual eles fogem ou ainda utilizam de todas as estratégias para burlas; e para outros, que aprenderam a conviver com as exigências legais dos estudos ambientais, seria apenas mais um elemento a ser considerado com cuidado para não criar transtornos econômicos durante a realização do empreendimento. Em um recente curso sobre determinada metodologia de construção de barragens realizado no CREA-PI, com apoio da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), um eminente engenheiro (com mais de 40 anos de profissão e trabalhos reconhecidos em todo o Brasil) alertou sua platéia para ter cuidado com o “tal de estudo de impacto ambiental”, que, quando não previsto no planejamento da obra, poderia trazer serias consequências para a saúde financeira do empreendimento.

Com isso, percebe-se que o engenheiro quase sempre se sente obrigado a pensar na sustentabilidade. Isso indica que na verdade não há ainda uma incorporação ou conscientização de seus preceitos básicos.

Os atores que de uma forma ou outra influenciam o processo de uma AIA são:

- a) os proponentes do projeto a ser avaliado;
- b) as autoridades governamentais;
- c) a equipe técnica que realiza os estudos;
- d) a equipe técnica do órgão ambiental;
- e) outros órgãos governamentais interessados na proposta, órgãos públicos de outros níveis administrativos, autoridades locais; e
- f) grupos sociais afetados direta ou indiretamente pela proposta.

Para sua elaboração, a AIA deve abranger conhecimento do local onde o empreendimento vai se inserir bem como do seu entorno, igualmente ou até mais importante. É necessário conhecer-se a estrutura, a composição e a dinâmica dos fatos que caracterizam o

espaço total da região.

Um outro aspecto importantíssimo para a boa atuação de técnico que participa de uma AIA é sua capacidade de perceber as mudanças e criar estratégias para a melhor convivência com elas, evitando, minimizando ou neutralizando as mudanças negativas e assimilando, maximizando ou buscando as positivas.

Como os problemas ambientais são sistemas complexos (nos quais intervêm processos de diferentes racionalidades, ordem de materialidade e escalas espaço-temporais), a AIA deve e precisa ser um projeto multi e interdisciplinar. A problemática ambiental é o campo privilegiado das inter-relações sociedade-natureza, razão pela qual seu conhecimento demanda uma abordagem holística e um método interdisciplinar que permitam a integração das ciências e da natureza e da sociedade; das esferas do ideal e do material, da economia, da tecnologia e da cultura.

A AIA compreende os EIA's; seu respectivo resumo, o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA); e a Audiência Pública para discussão do RIMA com a sociedade, quando solicitada.

Para o licenciamento ambiental, outros documentos técnicos podem ser exigidos, como PCA, o RCA e o PRAD.

O EIA é um relatório técnico elaborado por equipe multidisciplinar, independente ou não do empreendedor, tecnicamente habilitada para analisar os aspectos físicos, biológicos e sócio-econômicos do ambiente devendo apresentar:

- a) informações gerais do empreendimento (identificação, porte, etapas de implantação etc.);
- b) caracterização do empreendimento (objetivos, porte etapas de implantação etc.);
- c) área de influência do empreendimento;
- d) diagnóstico ambiental da área de influência - descrição e análise dos recursos ambientais e suas interações tal como existentes nos meios físicos, biológicos e sócio-econômico;
- e) análise dos impactos do empreendimento e de suas alternativas - identificação, previsão de magnitude e importância dos impactos relevantes prováveis;

- f) definição de medidas mitigadoras dos impactos negativos;
- g) definição do Programa de Acompanhamento e Monitoramento dos impactos e das medidas mitigadoras através dos fatores e parâmetros ambientais de interesse.

O conteúdo mínimo do EIA, no Brasil, é definido pela Resolução 001/86 do CONAMA.

A Resolução 001/86 do CONAMA, de 13 de janeiro de 1986, em seu artigo 2º, define que:

Art. 2º Dependerá de elaboração de estudo de impacto ambiental e respectivo relatório de impacto ambiental - RIMA, a serem submetidos à aprovação do órgão estadual competente, e da SEMA em caráter supletivo, o licenciamento de atividade modificadoras do meio ambiente, tais como:

- I - Estradas de rodagem com duas ou mais faixas de rolamento;
- II - Ferrovias;
- III - Portos e terminais de minério, petróleo e produtos químicos;
- IV - Aeroportos, conforme definidos pelo inciso I, artigo 48, do Decreto-Lei nº 32, de 18.11.66;
- V - Oleodutos, gasodutos, minerodutos, troncos coletores e emissários de esgotos sanitários;
- VI - Linhas de transmissão de energia elétrica, acima de 230 kV;
- VII - Obras hidráulicas para exploração de recursos hídricos, tais como: barragem para fins elétricos, acima de 10 W, de saneamento ou de irrigação, abertura de canais para navegação, drenagem e irrigação, retificação de cursos d'água, abertura de barras e embocaduras, transposição de bacias, diques;
- VIII - Extração de combustível fóssil (petróleo, xisto, carvão);
- IX - Extração de minério, inclusive os da classe II, definidas no Código de Mineração;
- X - Aterros sanitários, processamento e destino final de resíduos tóxicos ou perigosos;
- XI - Usinas de geração de eletricidade, qualquer que seja a fonte de energia primária, acima de 10 MW;
- XII - Complexo e unidades industriais e agro-industriais.

O EIA deve “considerar os planos e programas governamentais, propostos e em implantação na área de influência do projeto e sua compatibilidade” (Art. 5º, IV da Resolução CONAMA nº 001/86). Para falar da compatibilidade ou não do projeto proposto com os planos e programas governamentais, é preciso que estes sejam também examinados. Enquadra-se na categoria dos planos governamentais o zoneamento ambiental previsto como instrumento da Política Nacional de Meio Ambiente (Art. 9º, I da Lei nº 6.938/81); e suas diretrizes deverão ser levadas em conta na avaliação da compatibilidade do empreendimento em estudo com o zoneamento ambiental proposto ou em implantação.

Nesta etapa, um dos maiores desafios enfrentados pelos profissionais envolvidos no estudo (no caso o engenheiro civil) é a análise honesta das alternativas tecnológicas a serem utilizadas para os serviços, levantando inclusive a hipótese de mudança do local do empreendimento ou a alternativa de não se realizar a obra.

O que o cenário atual mostra é que o jogo de pressões do poder público e da iniciativa privada estão fragilizando o processo de avaliação de impacto ambiental, obrigando as equipes técnicas a emitirem pareceres superficiais e minimizarem a gravidade dos impactos ambientais decorrentes de alguns empreendimentos para atender ao jogo de interesses de políticos e empresas.

A Resolução CONAMA nº 001/86 estabelece que no diagnóstico ambiental da área de influência do projeto deve haver completa descrição e análise dos recursos ambientais e suas interações, tal como existem, de modo a caracterizar a situação ambiental da área antes da implantação do projeto, considerando:

- a) o meio físico - o subsolo, as águas, o ar, e o clima, destacando os recursos minerais, a topografia, os tipos e aptidões do solo, os corpos d'água, o regime hidrológico, as correntes atmosféricas;
- b) o meio biológico e os ecossistemas naturais – a fauna e a flora, destacando as espécies indicadoras da qualidade ambiental, de valor científico e econômico, raras e ameaçadas de extinção e as áreas de preservação permanente;
- c) O meio socioeconômico - o uso e ocupação do solo, os usos da água e a socioeconomia, destacando os sítios e monumentos arqueológicos, históricos e culturais da comunidade, as relações de dependência entre a sociedade local, os recursos ambientais e a potencial utilização futura desses recursos.

Este diagnóstico visa a obtenção de dados que subsidiem uma análise de todos os sistemas envolvidos, dentro da abordagem sistêmica que deve embasar o trabalho dos técnicos. E aí reside o principal problema enfrentado pelo engenheiro civil assim como pelos outros técnicos: a falta de percepção e de preparação para lidar com esse tipo de trabalho, em que todos os elementos intervenientes devem ser conjugados, buscando-se compreender as relações e inter-relações destes entre si e com o meio.

Os relatórios, em sua maioria, destacam essas informações de forma isolada sem conseguirem apresentar a vinculação entre os elementos analisados, o que torna o diagnóstico inócuo, segundo a perspectiva indicada pela PNMA.

A partir de conhecimentos da proposta, suas alternativas, e do diagnóstico ambiental, desenvolve-se a atividade seguinte que consiste na identificação dos impactos que serão objeto de pesquisas mais detalhadas. A identificação dos impactos, de maneira geral, é tarefa complexa e particular por causa da enorme variedade de impactos que podem vir a ser gerados pelos inúmeros tipos de ação ou projetos correspondentes em diferentes sistemas ambientais.

A Resolução CONAMA nº 001/86 estabelece como uma das atividades técnicas do EIA a:

análise dos impactos ambientais do empreendimento e de suas alternativas através de identificação, previsão da magnitude e interpretação da importância dos prováveis impactos relevantes, discriminando: os impactos positivos e negativos (benéficos e adversos); diretos e indiretos; imediatos e a médio e longo prazos; temporários e permanentes; seu grau de reversibilidade; suas propriedades cumulativas e sinérgicas ⁽¹⁾; a distribuição dos ônus e benefícios sociais. (Art. 6º, II).

Trata-se de prever as características e prognosticar a magnitude dos impactos identificados. A magnitude pode ser expressa em termos quantitativos, através de valores numéricos que representem a alteração a ser produzida pela ação num determinado parâmetro ou fator ambiental, ou em termos qualitativos, expressando a provável variação de qualidade a ser observada no fator ambiental afetado. Algumas vezes, pode ser definida por uma combinação de valores quantitativos e qualitativos.

Para a previsão e medição dos impactos nos componentes físicos do meio ambiente, existem inúmeras abordagens científicas que utilizam técnicas há muito conhecidas como modelos matemáticos, analíticos, probabilísticos, etc. Também há técnicas específicas para os cálculos dos impactos no meio biológico tais como métodos para a quantificação nas cadeiras alimentares, da redução do número de indivíduos e determinadas espécies, das perdas de produtividade, etc. Os efeitos diretos da proposta sobre os fatores sociais, econômicos e culturais, bem como os efeitos causados na comunidade humana pelos demais impactos da

proposta podem ser estimados quer pelo uso das técnicas tradicionais, quer pelo uso de outras recentemente desenvolvidas para esse fim, em especial, para os impactos econômicos, utilizam-se as técnicas tradicionais de análise de projeto.

Ligada à definição de importância dos impactos, esta atividade consiste em duas operações distintas: a primeira (chamada de interpretação dos impactos) dedica-se a estabelecer a importância de cada um dos impactos em relação aos fatores ambientais afetados, o que naturalmente vai depender do empreendimento que se analisa e sua localização. A segunda (denominada valorização dos impactos) refere-se à determinação da importância relativa de cada impacto. Quando comparada às demais, esta operação oferece certo grau de complexidade na medida em que se propõe a comparar valores expressos em unidades diferentes.

Estas duas últimas fases apresentadas podem ser resumidas de forma geral numa atividade que seria a avaliação das conseqüências das ações no meio ambiente natural e social.

A AIA não só identifica e avalia os impactos negativos ao ambiente, mas deve indicar e testar as medidas de correção desses impactos. A indicação de medidas mitigadoras dos impactos negativos consiste na definição de ações destinadas a corrigir os impactos negativos ou reduzir sua magnitude. Identificados os impactos, devem-se pesquisar quais os mecanismos capazes de cumprir essa missão, avaliando-se sua eficiência conforme a Resolução CONAMA nº 001/86, Art. 6º, III.

Para definir e propor medidas mitigadoras devem-se levar em conta vários aspectos pertinentes ao empreendimento, dentre outros:

- a) os impactos negativos identificados;
- b) a viabilidade técnica, econômica, social e ambiental da obra;
- c) a área geográfica onde devem ser implementadas as medidas selecionadas;
- d) o prazo previsto para execução das medidas e em que fase do projeto deverão ser implementadas;
- e) o grau de competência e responsabilidade de cada um dos agentes envolvidos: empreendedor, poder público ou outros;

- f) a avaliação e a distribuição dos custos para implementar as medidas propostas. Em princípio, elas são de responsabilidade do empreendedor, mas algumas podem extrapolar o âmbito do próprio projeto como é o caso freqüente das questões relacionadas à infra-estrutura e economia regional;
- g) as possibilidades e condições para fazer o acompanhamento e monitoramento das medidas propostas;
- h) a sua adequação quanto aos aspectos legais;
- i) o elemento ambiental ao qual as medidas sejam destinadas: físico, biótico, sócio-econômico;
- j) se a natureza da medida é de caráter preventivo ou corretivo; e
- k) a menção a eventuais impactos negativos que não possam ser mitigados ou evitados.

Geralmente as medidas mitigadoras aparecem nos estudos e relatórios de impactos ambientais como simples listagem de intenções, propostas vagas ou apenas a menção à necessidade de que sejam definidas determinadas ações, sem grande preocupação em atender ou responder aos aspectos anteriormente arrolados. Isso é consequência da falta de habilidade e/ou conhecimento da equipe técnica. E outras vezes não passa de uma forma de burlar a fiscalização, evitando-se definir muito as medidas, porque estas trarão custos ao longo dos serviços. E isso, aos olhos de muitos engenheiros, é plenamente justificável desde que os orçamentos de obras públicas em geral não prevêem esse tipo de despesa, o que termina por recair sobre os ombros do empresário. Este, para não perder sua margem de lucro, procura diminuir seu prejuízo intervindo na qualidade de serviços ou remunerando menos a mão de obra.

As proposições vagas, sem detalhamento são incipientes para o início da seleção e implantação de medidas mitigadoras, pois este procedimento simplista é insuficiente para o efetivo atendimento à minimização ou evitação dos impactos negativos. É necessário elaborar programas e projetos específicos incluindo detalhamento físico das propostas, estimativa de custos, cronograma físico-financeiro e indicação dos responsáveis pelo investimento, implementação e operação das medidas.

O momento para a apresentação dos detalhes acima e sua execução pode ser discutido e acordado entre as partes envolvidas: órgão ambiental, empreendedor, consultoria, outras entidades governamentais, setoriais, o público afetado ou seus representantes.

A Resolução CONAMA nº 001/86 prevê a “elaboração do programa de acompanhamento e monitoramento dos impactos positivos e negativos, indicando os fatores e parâmetros a serem considerados.” (Art. 6º, IV).

Os programas de acompanhamento e monitoramento dos impactos positivos e negativos devem ser estabelecidos ainda durante a AIA de modo que se possam comparar durante a implantação, pré-construção, construção, operação do empreendimento, ou até a desativação (quando for o caso) os impactos previstos com os que efetivamente vierem a ocorrer. Devem-se também incluir a monitoragem de acidentes e riscos.

Um outro instrumento que compõe o processo de avaliação de impacto ambiental são as *Audiências Públicas*. São reuniões que têm como objetivo informar o público acerca do empreendimento, debater o projeto e conhecer a opinião da população sobre sua implantação. A audiência pública aparece como um dos principais instrumentos de participação popular na proteção do meio ambiente. A data de sua realização é fixada em edital, anunciado pela imprensa local, o local e a abertura do prazo de 45 dias para solicitação da Audiência Pública. Durante esse período, cópias do RIMA são colocadas à disposição do público. Após esse prazo, o órgão ambiental convoca os solicitantes através de correspondências registradas e divulga em órgãos da imprensa a data e horário da realização da Audiência Pública.

Esse é um dos momentos em que os profissionais da Engenharia, assim como o restante da sociedade, têm oportunidade de participar diretamente do processo de tomada de decisões, pois é na Audiência Pública que seu cabedal de conhecimentos pode auxiliar na melhoria do desenvolvimento de um projeto a ser implantado. Como todos os participantes da audiência têm direito a voz, cabe ao técnico atento e responsável socialmente, avaliar a qualidade sócio-ambiental do empreendimento, assim como sugerir melhorias e indicar incorreções na elaboração dos estudos.

No entanto, alguns fatores levam a uma mínima participação do engenheiro nas Audiências Públicas:

- a) esse mecanismo ainda não é muito conhecido e não faz parte da rotina do profissional;
- b) há, ainda, muita descrença sobre a validade da participação e do poder de intervenção nessa etapa;
- c) problemas com disponibilidade de tempo, já o engenheiro em Teresina sobrecarrega-se de trabalho para poder ter acesso a uma remuneração suficiente para satisfazer suas necessidades, tendo em vista o baixo salário que o mercado paga – em geral seis a oito salários para gerenciar até três obras de grande porte);
- d) falhas na divulgação do evento;
- e) um certo alienamento do profissional com relação aos eventos que envolvem a comunidade.

Devido a isso, são raras as participações de engenheiros em audiências públicas bem como de representantes das associações e do conselho da categoria.

Todo esse processo deve possuir a transparência necessária para que seus resultados não sejam objetos de dúvida e desconfiança da população, o que muitas vezes tem ocorrido. Isso fragiliza as bases da idéia da sustentabilidade porque questiona a sua viabilidade na prática.

Uma das razões que levam a isso é que as políticas públicas estão envolvidas com interesses sociais conflitantes os quais envolvem tanto o capital, quanto o trabalho e o próprio governo. No que concerne ao capital, pode-se dizer que ele não é constituído por grupos coesos, com objetivos consistentes e iguais em qualquer situação. A competição também ocorre entre os próprios donos do capital. Da mesma forma, não é possível simplesmente reduzir os interesses de indivíduos ou grupos específicos em função do trabalho, pois qualquer pessoa é simultaneamente um consumidor, trabalhador, pagador de impostos e possivelmente um proprietário do capital. Inevitavelmente os indivíduos experimentam uma confusão de objetivos e tendem a resolver os conflitos com soluções que mudam ao longo do tempo, não apenas devido a alterações de estágios de conhecimento e de *status* social, mas também em função de mudanças políticas e sócio-econômicas.

A importância da AIA nas definições da PNMA (Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981) é que ela passou a imprimir maior rigor nas questões de comprometimento ambiental, obrigando, através de legislação específica, as atividades potencialmente poluidoras a destinar parte dos seus investimentos para a proteção do meio ambiente e recuperação das áreas degradadas.

Segundo a PNMA o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente dependerá inicialmente da elaboração de EIA e de seu respectivo RIMA, que será submetido à aprovação do órgão ambiental competente e do IBAMA em caráter supletivo.

Essa Lei foi regulamentada pelo Decreto nº 14.250, de 05 de junho de 1981:

Art. 69. [...]Parágrafo Único. O licenciamento das atividades ou empreendimentos executados sob associação de pessoas físicas ou jurídicas, empresas, grupo empresarial ou cooperativas, sob a forma, dentre outras, de contratos industriais, de mineração, de parceria agrícola, pecuária, agro-industrial ou extrativa, poderá incidir sobre o conjunto ou sobre a pessoa física ou jurídica que revelar melhores condições para atender os preceitos da legislação ambiental. (com a nova redação dada pelo Decreto nº 344, de 03 de agosto de 1987).

Art. 70. A autorização será concedida através de:

I - Licença Ambiental Prévia - L.A.P.;

II - Licença Ambiental de Instalação - L.A.I.;

III - Licença Ambiental de Operação - L.A.O.

Neste processo o engenheiro é peça chave em todas as etapas quando se trata de empreendimentos da construção civil, tais como: elaboração, análise, fiscalização de EIA e aplicação de suas orientações. Sua atuação é significativa para que os resultados obtidos sejam os esperados e definidos constitucionalmente de maneira que ao fim do processo a sociedade possa estar mais segura sobre a implantação de determinado empreendimento e de forma que o meio ambiente possa sofrer o mínimo possível com os impactos decorrentes da implantação da obra.

O processo de licenciamento ambiental compreende os seguintes passos:

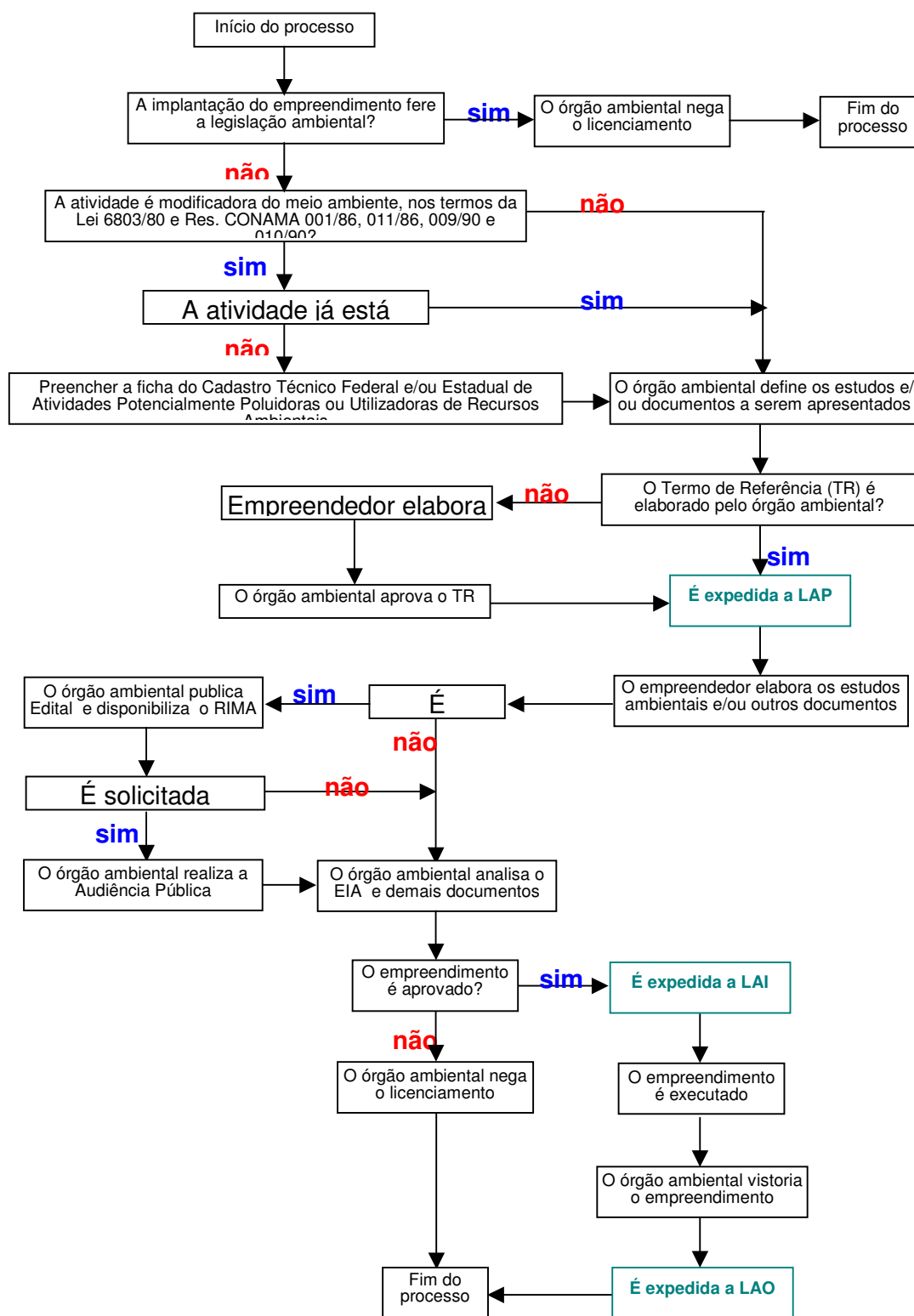


Figura 7 – Licenciamento ambiental: passos
Fonte: BITTENCOURT, 2002

No entanto, uma das etapas mais importantes é a implementação das medidas mitigadoras e dos programas de monitoramento e controle. Essas ações deverão estar sob a responsabilidade do engenheiro da obra, mas o que se constata é que geralmente os estudos são abandonados assim que a licença de instalação é obtida. Estes valiosos documentos, fruto de um longo processo de análise e negociação envolvendo vários profissionais e autoridades, transformam-se numa simples peça do jogo de poder que envolve a execução dos empreendimentos e não são mais consultados durante a obra, o que termina por inviabilizar todo o processo. Durante as entrevistas realizadas e comentadas na primeira parte desse trabalho, nenhum profissional citou ter consultado nenhum estudo de impacto de uma de suas obras para verificar as medidas mitigadoras que deveriam ser tomadas.

Isso também é resultado da precária fiscalização que os órgãos ambientais realizam em função das fragilidades já citadas.

Assim, um instrumento ainda recente já se encontra, em muitas circunstâncias, cheio de vícios, sendo inviabilizado pela postura dos profissionais, em muitos casos, engenheiros que ainda vêem a questão ambiental como um aspecto apenas acessório dentro do processo de desenvolvimento urbano da cidade, ou melhor ainda, como só uma peça no jogo de conflitos que envolvem a execução de um empreendimento.

7.3.3.4 Potencialização de recursos ambientais

Utilização positiva do meio ambiente no processo de desenvolvimento através da valorização de recursos que nunca foram incorporados à atividade econômica e geralmente considerados inúteis.

Para alcançar isso, muitas estratégias vêm sendo desenvolvidas como a reciclagem de resíduos na construção civil e as técnicas de *greenbuilding* ou de construção sustentável, em que se buscam alternativas de novos materiais e insumos cuja exploração cause menos impacto no meio natural, ou ainda, no desenvolvimento de técnicas e procedimentos no canteiro de obras mais sustentáveis.

Ao lado disso tudo, o engenheiro ainda precisa se posicionar diante de outros grandes desafios em função do contexto sócio político e econômico dos países da América Latina. Essas questões exigem grande esforço coletivo e vontade política para serem solucionados:

- a) é muito fraca a incorporação da questão ambiental aos programas de governo devido, principalmente, à falta de conscientização dos políticos em relação ao problema e também devido à pouca sensibilização da opinião pública. Para o governo, fica muito oneroso capacitar os órgãos ambientais com uma equipe técnica qualificada; assim como é também necessário instrumentalizar uma equipe com recursos materiais que viabilizem sua atuação. Os orçamentos públicos são atingidos por dois grandes males: a magreza dos recursos e o desvio de verbas que agrava a situação anterior. Dentro desse panorama, o engenheiro se vê numa situação bastante delicada para cumprir os cronogramas apertados de prazo de obra e manter a qualidade de materiais e serviços dos empreendimentos que a comunidade merece, levando-se ainda em consideração as implicações éticas em torno deste profissional. Como ilustração, pode-se citar o caso do Conjunto Habitacional Tancredo Neves, construído em 1985 com 756 unidades cujos moradores atualmente se vêem aturridos com sérios problemas de esgotamento sanitário. A alternativa de conjuntos fossa-sumidouro adotada para o conjunto é totalmente inadequada e insuficiente, o que tem gerado problema de retorno de fossa, obrigando os moradores, sem orientação nenhuma, a ligar as tubulações de esgoto às sarjetas de drenagem pluvial. É fácil imaginar a perigosa situação de risco sanitário a que estão sujeitos. Esse problema levou o Poder Público a planejar uma lagoa de estabilização para a área, aumentando o custo social de implantação do empreendimento por uma falha de dimensionamento técnico;
- b) em decorrência da baixa participação popular nos processos decisórios da nação, o sistema democrático neste país se torna insuficiente para que o problema seja realmente discutido com o interesse e a urgência necessários. Os mecanismos de participação ainda são muito frágeis e a falta de informação que cerca o profissional, já tão sobrecarregado por impostos, leis de mercado e problemas técnicos, geralmente cria bloqueios à sua atuação. As associações de classe precisam ajudá-lo a superar esse tipo de obstáculo através de ações de divulgação, qualificação profissional e debates que aproximem o profissional do processo decisório;

- c) a ação dos grupos de poder que, de forma direta ou indireta, lucram com a deterioração ambiental, exercem pressões indevidas sobre o setor público, impedindo a implementação de políticas ambientais. Nesse contexto, podemos enquadrar a ação das grandes construtoras. Para isso, o profissional precisa ter garantida sua valorização técnica através da qualificação contínua e dos mecanismos de mobilização da categoria que precisam dar respaldo para o engenheiro poder atuar com ética e responsabilidade social, sem se deixar levar pelas pressões econômicas e políticas;
- d) nos países da América Latina, os poucos esforços do ambientalismo e o ecologismo têm sofrido repressão por parte dos governos. Assim, os próprios quadros técnicos dos órgãos públicos convivem com deficiências operacionais que obliteram sua atuação, dificultando as análises e pareceres técnicos. A falta de suporte tecnológico e de verbas para a pesquisa já são indícios da importância que a questão ambiental tem dentro da política do governo (federal, estadual e municipal) e transforma-se num mecanismo cruel de pressão sobre os técnicos que terminam sendo responsabilizados pelos resultados das análises, mesmo que sem condições técnicas de poderem avaliar os casos com precisão necessária. É importante a realização de parcerias entre as organizações de classe no sentido de exigir a melhoria das condições técnicas desses profissionais ao mesmo tempo em que podem dar suporte, sob a forma de consultoria, possibilitando uma maior agilidade e a melhoria das análises. Um bom exemplo disso, embora ainda tímido, é a assessoria que a Câmara de Meio Ambiente do CREA, o IBAMA e a Prefeitura Municipal de Teresina disponibilizaram à Curadoria do Meio Ambiente, cedendo engenheiro civis e outros técnicos para auxiliar nas vistorias dos postos de gasolina no tocante à implementação da Resolução CONAMA Nº 237, no ano de 2003, tendo em vista que a Curadoria não tinha pessoal suficiente e nem qualificado tecnicamente para tal;
- e) o poder organizado tem se valido do discurso ambientalista do mundo desenvolvido, e utiliza-o com o propósito exclusivo de lançar uma cortina de fumaça sobre os problemas reais. Diante disso, cabe às categorias profissionais se organizarem em torno de debates e discussões sobre os problemas que atingem a comunidade de forma que o saber técnico destes profissionais possa ser colocado a serviço da comunidade na colaboração consciente e responsável pela melhoria das

condições de desenvolvimento local de forma a pressionar os mecanismos de tomada de decisões vigentes.

7.4 CIDADES SUSTENTÁVEIS

A ECO-92, realizada no Rio de Janeiro, em 1992, aprovou um documento denominado Agenda 21 que estabelece um pacto pela mudança do padrão de desenvolvimento global para o próximo século. O resgate do termo “Agenda” teve como propósito a fixação, de fato, em documento de compromissos que expressem o desejo de mudanças das nações do atual modelo de civilização para outro em que predomine o equilíbrio ambiental e a justiça social. Os países signatários assumiram o desafio de incorporar em suas políticas metas que os coloquem a caminho do desenvolvimento sustentável.

A Agenda 21 consolidou a idéia de que o desenvolvimento e a conservação do meio ambiente devem constituir um binômio indissolúvel que promova a ruptura do antigo padrão de crescimento econômico, tornando compatíveis duas grandes aspirações desse final de século: o direito ao desenvolvimento, sobretudo para os países que permanecem em patamares insatisfatórios de renda e de riqueza, e o direito ao usufruto da vida em ambiente saudável pelas futuras gerações. Essa ruptura é capaz de permitir a recondução da sociedade industrial rumo ao novo paradigma do desenvolvimento sustentável que exige a reinterpretação do conceito de progresso, cuja avaliação deve ser principalmente efetuada por indicadores de desenvolvimento humano e não apenas pelos índices que constituem os atuais Sistemas de Contas Nacionais como por exemplo, o Produto Interno Bruto (PIB).

A Agenda 21, resultante da Conferência, não deixa dúvidas de que os governos têm a prerrogativa e a responsabilidade de deslanchar e de facilitar processos de construção das agendas 21 nacionais e locais. A convocação para as Agendas, entretanto, depende da mobilização de todos os segmentos da sociedade, sendo a democracia participativa a via política para a mudança esperada. É nessa etapa que as categorias profissionais são chamadas a colaborar, através da participação em debates em que o saber técnico seja colocado à disposição da comunidade no sentido de se criar estratégias mais coerentes de planejamento

urbano e mobilização dos instrumentos de tomada de decisões ao mesmo tempo em que esse momento refletirá sobre a própria prática desses profissionais que serão estimulados a buscarem e adotarem novas tecnologias e posturas mais sustentáveis.

Assim, mais do que um documento, a Agenda 21 Brasileira é um processo de planejamento participativo que diagnostica e analisa a situação do País, das Regiões, dos Estados e dos Municípios para, em seguida, planejar seu futuro de forma sustentável.

Para a construção da Agenda 21 Brasileira adotou-se por metodologia a seleção de áreas temáticas que refletem a complexidade de nossa problemática sócio-ambiental e a proposição de instrumentos que induzam o desenvolvimento sustentável, devendo a Comissão coordenar e acompanhar sua implementação. Foram escolhidos como temas centrais da Agenda: **Agricultura Sustentável, Cidades Sustentáveis, Infra-estrutura e Integração Regional, Gestão dos Recursos Naturais, Redução das Desigualdades Sociais e Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento Sustentável.**

O documento *Cidades sustentáveis*,¹ construído com a participação qualificada de atores relevantes do governo e da sociedade, por meio de diferentes formas de consulta e debate, elaborado pelo Consórcio *Parceria 21*, tinha por objetivo geral subsidiar a formulação da *Agenda 21* brasileira com propostas que introduzam a dimensão ambiental nas políticas urbanas vigentes ou que venham a ser adotadas, respeitando-se as competências constitucionais em todas as esferas de governo.

Ele também incorpora os principais objetivos da *Agenda 21* e da *Agenda Habitat* pertinentes ao tema, tratando particularmente os que se referem à promoção do desenvolvimento sustentável dos assentamentos humanos assim como os cenários de desenvolvimento enunciados no documento *Brasil 2020*, da Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República.

A partir do exame do conceito de desenvolvimento sustentável – firmado na *Agenda 21* e incorporado em outras Agendas mundiais de desenvolvimento e de direitos humanos – o

¹ A redação final deste documento levou em consideração os comentários e incorporou, onde cabiam, as sugestões e as contribuições dos participantes do Seminário Nacional realizado no dia 6/4/1999 em Brasília, do Grupo de Acompanhamento Interministerial, dos leitores críticos especialmente convidados e as enviadas (via Internet) por profissionais e entidades ligadas ao tema.

marco teórico utilizado considera duas noções-chave para o tema *Cidades sustentáveis*: a de sustentabilidade ampliada, que trabalha a sinergia entre as dimensões ambiental, social e econômica do desenvolvimento e a noção de sustentabilidade progressiva que trabalha a sustentabilidade como um processo pragmático de desenvolvimento sustentável. Distingue, além disso, ao menos quatro dimensões básicas: ética, temporal, social e prática. Indica critérios e vetores de sustentabilidade, paradigmas e produtos do desenvolvimento sustentável a serem incorporados pelas esferas pública, estatal e privada.

A partir de uma revisão expedita da *Agenda Habitat*, o documento indica as principais estratégias para o enfrentamento das questões urbanas ambientais contidas naquele Plano Global de Ação entre as quais se destacam as relacionadas com: integração setorial e espacial das políticas e das ações urbanas; planejamento estratégico; descentralização; incentivo à inovação; custos ambientais e sociais dos projetos econômicos e de infra-estrutura; novos padrões de consumo dos serviços urbanos e fortalecimento da sociedade civil e dos canais de participação.

A partir dos conceitos e das indicações do marco teórico contido nesse documento foram definidas as premissas que nortearam a realização do trabalho as quais citamos as que subsidiam uma nova prática para os profissionais, em especial, aqueles diretamente ligados à construção do habitat urbano como o engenheiro civil:

- a) **crescer sem destruir.** O desenvolvimento sustentável das cidades implica, ao mesmo tempo, crescimento dos fatores positivos para a sustentabilidade urbana e diminuição dos impactos ambientais, sociais e econômicos indesejáveis no espaço urbano. Esta diretriz implica diretamente esforços da Engenharia Civil na busca de novas tecnologias construtivas e da utilização de materiais reciclados de forma a diminuir o impacto tão forte da exploração dos recursos naturais pela construção civil. É obvio que sempre haverá algum tipo de impacto desde que o ambiente construído se apóia na transformação dos elementos naturais. No entanto, muitas pesquisas indicam caminhos alternativos como a reciclagem de resíduos da construção civil para a reutilização e a adoção do *greenbuilding* o que possibilita a minimização desses impactos;
- b) **indissociabilidade da problemática ambiental e social e inovação e disseminação das boas práticas.** A indissociabilidade da problemática social urbana e da problemática ambiental das cidades exige que se combinem dinâmicas

de promoção social com as dinâmicas de redução dos impactos ambientais no espaço urbano. Vários exemplos já foram citados como demonstrações de como a construção civil pode interferir na criação de impactos sociais, em especial, destaca-se o subsídio que essa indústria dá à exploração de minerais e de como isso afeta negativamente as regiões de mineração, criando áreas degradadas e tornando extremamente insalubre a moradia das famílias residentes na região. Todo o sistema precisa ser repensado tendo em vista a complexidade das relações envolvidas no processo já que, por ser a indústria que mais emprega no Brasil, a construção civil mobiliza dezenas de outros setores, sendo responsável pela manutenção de milhares de famílias em todo o Brasil. Cada interferência ou modificação nas etapas que compõem esse sistema precisa ser pensada com calma e clareza de objetivos. É obvio que não há mudança sem traumas. No entanto os benefícios a médio e longo prazo tendem a compensar os conflitos da primeira etapa, principalmente quando se visualiza o futuro em termos de sobrevivência das futuras gerações. A grande questão é como diminuir a forte influencia dos valores capitalistas nas relações da construção civil. A legislação ambiental pode dar forte impulso a isso, estimulando uma postura mais sustentável através de um processo de educação ambiental de forma indireta. As ações de mitigação dos impactos ambientais devem ser equilibradas com as ações voltadas para a inovação e a valorização das práticas urbanas que apresentem componentes de sustentabilidade.

c) **fortalecimento da democracia e gestão integrada e participativa.**

Reconhecendo que sem democracia não há sustentabilidade, devem-se fortalecer os mecanismos de gestão democrática das cidades e o desenvolvimento da cidadania ativa. Com isso, há a necessidade de se desenvolver novas formas de gestão urbana que propiciem a integração das ações setoriais, a participação ativa da sociedade e a mobilização de meios mediante novas parcerias urbanas. Legislações como o Estatuto da Cidade indicam uma série de caminhos que inevitavelmente a Construção Civil terá que adotar e que mostram como o componente social terá papel preponderante na conformação das práticas da construção civil. A título de ilustração, tem-se a nova legislação que controla a destinação dos resíduos sólidos em São Paulo em conformidade com a Resolução CONAMA nº 307 que determina que os aterros sanitários não deverão mais receber resíduos da construção civil. Durante dois anos empreiteiros engenheiros e empresários dos vários ramos da construção civil reuniram-se com os

representantes do poder público municipal e da comunidade no sentido de estruturarem um sistema eficiente de coleta e reaproveitamento dos resíduos do canteiro de obras. Essa discussão buscou conciliar os interesses dos envolvidos no cenário sob a égide da sustentabilidade. Os resultados foram implementados através de inovações no Código de Posturas municipal.

- d) **foco na ação local.** Reconhecendo a eficácia da ação local, deve-se promover a descentralização da execução das políticas urbanas e ambientais. Com isso, é urgente o fortalecimento dos quadros técnicos dos órgãos municipais e de seus departamentos que lidam com a questão ambiental. Ao mesmo tempo, cabe ao conselho de classe e ao sindicato da categoria movimentarem os instrumentos de pressão que estão ao seu alcance no sentido de valorizar a ação do profissional, exigindo melhoria das condições de trabalho e do piso de pagamento dos técnicos inseridos nesses quadros técnicos. Faz-se também necessário o envolvimento dos profissionais com as questões locais que afetam o desenvolvimento urbano e o melhor conhecimento da legislação municipal e estadual no que se refere aos aspectos diretamente vinculados à sua prática.

7.4.1 Construção sustentável

Com base na proposta “Cidades Sustentáveis”, e em pesquisas realizadas por grupos de trabalho da Europa e dos Estados Unidos, uma nova linha de ação se apresenta como valiosa e interessante alternativa para dar novos rumos à Engenharia Civil bem como à Arquitetura no Brasil, dando provas de que é possível uma postura mais sustentável e eficiente em termos sócio-ambientais: a construção sustentável.

O conceito de construção sustentável - *greenbuilding* - justifica custos de pesquisa e divulgação tendo-se em vista os satisfatórios resultados que essa técnica vem demonstrando ao longo de sua aplicação em diversos países. Como consequência direta, sua utilização combate um dos piores problemas da construção civil: o desperdício.

Segundo pesquisa do Departamento de Engenharia de Construção da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP), a construção civil desperdiça em média 56%

do cimento, 44% da areia, 30% do gesso, 27% dos condutores e 15% dos tubos de PVC e eletrodutos utilizados numa obra (TRIGUEIRO, 2003). Os percentuais correspondem à diferença entre a quantidade de material previsto no orçamento e o que efetivamente é usado na obra.

O *greenbuilding* nasceu nos países do hemisfério norte onde a matéria-prima e a mão-de-obra são mais caras e os recursos naturais não são mais abundantes e questiona o modelo de projeto que privilegia o uso perdulário dos recursos. Foram desenvolvidas, durante anos, pesquisas intensivas que pudessem indicar formas para o combate ao desperdício na construção civil bem como para reduzir ao máximo os impactos ambientais provocados por ela. Atualmente esse setor responde pelo uso de 40% de todas as matérias-primas, 60% da madeira extraída, 40% da energia consumida e 16% da água potável do mundo. Somente agora é que essa proposta chegou até nós, mas já foi aplicada em alguns Estados do Brasil, o que está provocando uma nova geração de casas e edifícios “inteligentes”.

Outras questões que essa proposta ataca de frente são a reutilização da água e a economia energética. Para seus defensores, a circulação natural de ar define aspectos importantes do projeto podendo reduzir significativamente o consumo de energia causado pelo uso de ventiladores e aparelhos de ar-condicionado. Hoje, muitos prédios acumulam demasiadamente o calor pelo uso de vidros e materiais que, embora impressionem pela beleza e suntuosidade, absorvem radiação solar e transformam o edifício num forno gigante.

Os princípios do *greenbuilding* (TRIGUEIRO, 2003) podem se resumir no seguinte:

- a) é prioridade na confecção de todos os projetos imobiliários o baixo consumo de água, a eficiência energética, a infra-estrutura para separação de recicláveis e o uso de materiais que gerem menos poluição e impacto ambiental ou outros quesitos normalmente ignorados pela maioria dos construtores;
- b) os projetos prevêm o reuso de água (uma das possibilidades é reutilizar a água da cozinha na descarga do vaso sanitário) e o aproveitamento de água da chuva, que substitui a cada vez mais cara água clorada na lavagem de roupas, louças, calçadas, carros, rega de jardins e, principalmente, na descarga nos vasos sanitários. Num edifício residencial, os sanitários consomem aproximadamente 70% de toda a água, encarecendo os custos do condomínio. A água da chuva é um recurso gratuito, generoso em países tropicais, porém menosprezado nas cidades.

Num telhado de aproximadamente 100 metros quadrados, na Grande São Paulo, a quantidade de chuva que cai durante um ano seria suficiente para abastecer uma família com quatro pessoas pelo período de seis meses. É bom lembrar que a água clorada deve continuar sendo usada para beber e tomar banho. Para os outros usos, entretanto, a água da chuva é um recurso barato, disponível e que não demanda grandes investimentos;

- c) a luz solar é aproveitada como recurso energético e os custos de instalação do sistema nos telhados dos prédios são anulados depois de alguns anos de uso, com a redução das contas de luz;
- d) o projeto define com clareza, já na planta da futura construção, os espaços onde serão armazenados o lixo e os recicláveis e também a rota de circulação dos resíduos sólidos na edificação, evitando improvisos bastante comuns em cidades como o Rio de Janeiro e São Paulo onde as prefeituras já instituíram a coleta seletiva, mas o desenho dos condomínios muitas vezes dificulta, ou até inviabiliza, a cultura da separação;
- e) essa alternativa tem condições de baratear os custos finais da construção e moradias, um dos grandes problemas do nosso país, pois o produto resultante é competitivo, de boa qualidade graças à diminuição do desperdício, o que pode ser extremamente interessante para políticas públicas de habitação.

Um dos pontos que tornam essa proposta extremamente atraente é que ela abre um leque de alternativas para todas as etapas da construção: projeto, fundações, estrutura, fechamento, esquadrias, etc, além de inovação nas técnicas e processos construtivos.

Um exemplo que demonstra a eficiência e a viabilidade dessa nova linha de atuação para a Engenharia Civil e a Arquitetura é a experiência do Sertão do Carangola, uma favela da periferia de Petrópolis, na região serrana do Rio: O esgoto de 230 famílias que residem lá está sendo tratado desde 1994 sem a adição de produtos químicos, num processo que utiliza filtros de areia e sete pequenos tanques de decantação onde são criados peixes e patos que se alimentam dos nutrientes da matéria orgânica. O tratamento é completado por algas que absorvem o que ainda resta de impureza no esgoto e que depois de duas semanas são retiradas dos tanques para virar adubo. A água devolvida ao rio tem padrão de balneabilidade equivalente ao da União Européia e os resíduos sólidos são armazenados em biodigestores que produzem energia a partir do biogás. Custo do projeto: 20 mil reais para a montagem da

estação mais o salário pago a um morador da favela que cuida da manutenção do sistema financiado com recursos da Fundação Banco do Brasil e de ONGs brasileiras e alemãs (ÂNGELO, 2000).

Em Curitiba, a prefeitura municipal sancionou um projeto de lei no fim de setembro obrigando todas as novas construções residenciais a incorporarem no projeto a captação o armazenamento e o uso de água da chuva. Isso também já está prestes a ocorrer em São Paulo (ÂNGELO, 2000).

Essa estratégia de construção que incorpora uma nova forma de atuação dos profissionais da Engenharia e Arquitetura supera os objetivos da ISO 14000 e vem de encontro ao que preconiza a Agenda 21.

Os engenheiros civis que atuam em Teresina apresentam um grande nível de desinformação e vão precisar de um período considerável para conhecer e ter condições de adotar as práticas do *greenbuilding*, no entanto, essa é uma tendência muito forte que está se consolidando lentamente no mercado da Construção Civil, tendo por força da legislação que está em sintonia com a evolução das estratégias de planejamento ambiental, como por ser um caminho “sem volta”, tendo em vista as crescentes dificuldades de se continuar explorando os recursos naturais da forma predatória a que estamos acostumados. Por isso, aos engenheiros que quiserem se manter em atividade, a busca pela atualização de práticas e técnicas que seguem a linha do *greenbuilding* será inevitável.

A partir dos diagnósticos disponíveis sobre o desenvolvimento urbano no Brasil, as contribuições apresentadas na elaboração deste documento apontam para a necessidade de introduzir mudanças substantivas na formulação e na implementação das políticas públicas urbanas – federais, regionais, estaduais e locais – para transformar o quadro de deterioração física, social e econômica e o de degradação ambiental que afetam o desenvolvimento sustentável das cidades brasileiras.

As propostas enunciadas para cada um dos subtemas indicados pelo MMA, uma vez sistematizadas e selecionadas por meio da aplicação de matrizes analíticas desenvolvidas pelos consultores de integração temática, foram consolidadas e ordenadas em **quatro**

estratégias de sustentabilidade urbana, identificadas como prioritárias para o desenvolvimento sustentável das cidades brasileiras:

- a) aperfeiçoar a regulamentação do uso e da ocupação do solo urbano e promover o ordenamento do território, contribuindo para a melhoria das condições de vida da população, considerando a promoção da equidade, a eficiência e a qualidade ambiental. Nesta etapa o engenheiro civil pode ter forte atuação quando for componente das equipes técnicas dos órgãos de planejamento urbano, embasado na filosofia do planejamento ambiental. No entanto, a despeito da importância de sua função, e como já foi citado anteriormente, o que se verifica é que o quadro técnico da Prefeitura e do Governo Estadual ainda se encontra muito frágil em termos de capacitação para lidar com a questão ambiental, principalmente, devido a organização administrativa que na Capital encontra-se fragmentada, com a divisão em Superintendências de Gerenciamento por zonas: SDU Centro/Norte, SDU Sul, SDU Leste e SDU Sudeste (a mais nova). Este tipo de estrutura dificulta o tratamento da questão ambiental de forma integrada e sistêmica, considerando-se todos os elementos que compõem a complexidade do tema, e impede que os profissionais acumulem uma bagagem de conhecimento e experiências necessários para a ampliação da sua percepção ambiental, o que resulta em ações de caráter isolado e os sobrecarrega com a responsabilidade por tomada de decisões sem o necessário embasamento, o que torna o processo lento, desgastante e inócuo, em muitos casos. Como exemplo, pode-se citar o problema da drenagem urbana em Teresina que precisa ser encarado de um ponto de vista mais amplo, englobando todo um mapeamento da cidade com identificação dos pontos de concentração, as zonas de escoamento e requer a definição de áreas de infiltração. Um trabalho como esse requer a atenção de profissionais que trabalhem em todas as zonas. Da mesma forma, o projeto de Zoneamento Ambiental requer estudos que congreguem técnicos de todas as gerências. Até porque, ao dividir-se o já reduzido quadro técnico da Prefeitura, os especialistas ficaram isolados e seu potencial passou a ser mal aproveitado;
- b) promover o desenvolvimento institucional e o fortalecimento da capacidade de planejamento e de gestão democrática da cidade, incorporando no processo a dimensão ambiental urbana e assegurando a efetiva participação da sociedade. A melhor forma de o profissional participar desta etapa é através de fóruns de debates como o que foi realizado no período de 03 a 05/03/1997 com apoio da antiga

Secretaria Municipal da Indústria e do Comércio (SEMIC) e da SEMPLAN : ‘Forum de Revitalização do Centro de Teresina’ no qual profissionais, autoridades e representantes da sociedade discutiram os principais problemas urbanos do centro de Teresina. Nesse fórum uma das participações mais relevantes foi do engenheiro civil Carlos Afonso que fez uma análise bem lúcida sobre as condições de habitabilidade do centro, e o papel da legislação na melhoria dessas condições, indicando soluções coerentes e simples para graves problemas pelos quais passa o centro de Teresina. Esse é o diferencial na atuação do profissional dessa categoria quando imbuído de consciência ambiental e ciente das suas possibilidades de intervenção no processo de tomada de decisões.

- c) promover mudanças nos padrões de produção e de consumo da cidade, reduzindo custos e desperdícios e fomentando o desenvolvimento de tecnologias urbanas sustentáveis. Esta etapa tem forte influência através da legislação ambiental que tem estimulado a Engenharia a buscar estratégias de construção mais sustentáveis e que através da exigência de que as empresas prestadoras de serviço para o poder público tenham se incorporado a um programa de qualidade de serviços;
- d) desenvolver e estimular a aplicação de instrumentos econômicos no gerenciamento dos recursos naturais visando à sustentabilidade urbana.

Assim, para o poder público uma das alternativas que se apresentam como mais eficientes para a educação ambiental do setor privado tem sido institucionalizar o controle ambiental, incentivando continuamente, através de exigências legais (Editais de Licitação, prerrogativa para a assinatura de contratos) a participação das empresas em programas de qualidade total e dos processos de certificação para aquisição de selos internacionais de qualidade (como os da série ISO 9000 e 14000).

7.5 PADRÕES DE QUALIDADE AMBIENTAL PARA OS PROCESSOS CONSTRUTIVOS

Uma das formas de trabalhar a excelência ambiental dos processos e produtos é a possibilidade de julgar a utilização do que há de melhor em tecnologia disponível ao longo de

toda a cadeia produtiva. Este julgamento leva a uma análise e o primeiro aspecto desta etapa é saber diferenciar as tecnologias Fim de Linha ou Fim de Tubo em que após o processo produtivo tem-se uma preocupação com o tratamento, disposição final dos resíduos e Tecnologias Limpas, a partir dos quais se tenta chegar à produção nula de resíduos – “a ecoeficiência”.

A ecoeficiência, um dos conceitos enfatizados pela gestão sustentável significa combinar desempenho econômico e ambiental, e pressupõe que as empresas busquem conhecer o sistema natural em que operam, tendo noção sobre os limites e capacidades de um sistema de resistir a impactos, pois o uso excessivo do recurso natural rompe o equilíbrio do sistema socioambiental e quebra o sistema econômico – a empresa sustentável deve estabelecer sistemas de produção cujo objetivo final, ideal, é gerar zero resíduo.

A busca da ecoeficiência produz tendências como a desmaterialização: substitui-se os fluxos de material por fluxos de conhecimento e a **customização** reduz o desperdício, pois menos rejeitos são gerados quando não se produz recursos que o consumidor não deseja.

Os instrumentos da ecoeficiência se resumem, basicamente, em:

- a) Sistema de gestão ambiental – a forma pela qual a empresa se mobiliza, interna e externamente, na conquista da qualidade ambiental desejada. Inicia-se pela definição de uma política de melhoria do desempenho ambiental da empresa, acompanhada pelo estabelecimento da organização e dos meios de implementá-la. A auditoria ambiental respalda o processo, pois analisa a capacidade da empresa de adequar-se às normas e às leis ambientais;
- b) Análise do ciclo da vida – é uma técnica para avaliação dos impactos ambientais de um produto do “berço ao túmulo”.
- c) Produção mais limpa – redução ou eliminação da poluição durante o processo de produção, não no seu final, agregando serviços aos produtos, e estimulando a criatividade através da inovação em tecnologias limpas.

Segundo Almeida (2002), o WBCSD formulou as seguintes recomendações para ajudar as empresas a incorporar os princípios da ecoeficiência: instituir uma cultura empresarial sustentável, aderir à sistemas de gestão ambiental, usar ferramentas de gestão (auditoria ambiental, análise de ciclo de vida e os métodos de

contabilidade ambiental), design ambiental (mudança de processos e aprimoramento da produção), reduzir o uso de fontes de energia não renováveis na produção, exigir dos fornecedores práticas sustentáveis, formular estratégias de marketing para identificar nichos para produtos mais ecoeficientes, conscientizar as empresas de que sua responsabilização legal não termina na venda e que os serviços de pós-venda podem mesmo agregar valor ao produto, pois a responsabilidade da empresa se entende por toda a cadeia do ciclo de vida.

Dentro dessa visão sustentabilidade passa a ser vista como o resultado da ecoeficiência e da responsabilidade social e, para tanto, é necessário considerar que o fator tempo é fundamental para a gestão ambiental, pois os avanços tecnológicos estão tornando cada vez mais curto o tempo para que um impacto sobre o meio ambiente e sobre a sociedade seja plenamente sentido – a reparação, porém, nem sempre pode ser acelerada visto que a busca da sustentabilidade exige uma postura não imediatista, uma visão de planejamento e de operação capazes de contemplar o curto, o médio e o longo prazo.

Levando isso para nossa realidade em estudo, muitas construtoras e muitos departamentos de desenvolvimento urbano do poder público passaram a adotar a ecoeficiência como metas em seus programas de gestão. Nas empresas privadas, isso se iniciou com a busca pela certificação de Qualidade Total, posteriormente da ISO 9000, dentre outras, que abrangiam apenas a questão da melhoria do processo produtivo com diminuição de perdas, num primeiro passo para a preocupação com a questão ambiental que iria promover o surgimento de padrões de qualidade mais específicos com a ISO 14000. Só que sustentabilidade envolve mudanças mais profundas na forma de se pensar o processo produtivo e aí nasce o conflito com a idéia que as empresas tinham de que apenas uma certificação ambiental seria suficiente.

As novas posturas que estão se introduzindo na vivência do engenheiro, tiveram forte estímulo com a divulgação do padrão de certificação ISO, que busca elevar a qualidade dos processos operacionais das empresas em busca da produção eficiente ao lado da minimização de custos e despesas e conseqüente aumento dos lucros.

O padrão ISO e outros conceitos similares foram criados para indicar a qualidade do produto pois ensinam a análise da composição de seus materiais e de seus efeitos, levando a uma maior sensibilidade quanto à questão ambiental e, portanto, propiciou a incorporação dos

princípios da gestão da sustentabilidade e, em função de serem adotados nos mercados, principalmente da Europa e dos Estados Unidos, onde a questão ambiental tem grande expressão.

A ISO é alvo de interesse da maior parte das grandes empresas da Construção Civil que buscam crescer no mercado em consonância com as exigências internacionais de preservação do meio ambiente, por isso essas exigências têm sido paulatinamente incorporadas pelas empresas de engenharia onde o profissional vem aprendendo a conviver com conceitos como ecoeficiência e análise de ciclo de vida, entre outros. Esse vem sendo o único estímulo, a nível de corporação, que se apresenta de forma sistematizada para estimular a adoção de práticas mais sustentáveis na construção civil.

Baseada nessas concepções a ISO 14000 orienta a empresa na incorporação de uma série de medidas e procedimentos durante as várias etapas de suas operações que visam a redução do desperdício e a otimização dos processos de maneira que a produção de resíduos seja mínima, ao mesmo tempo em que as taxas de lucro sejam recompensadoras. A efetividade da 14000, no que tange aos parâmetros de planejamento e gestão ambiental, se fundamenta no conceito de ecoeficiência.

A Organização Internacional para a Padronização (ISO – International Organization for Standardization) é uma federação mundial, fundada em 1946, com sede em Genebra, na Suíça, com o objetivo de promover o desenvolvimento de normas internacionais na indústria, comércio e serviços. É composta por mais de 110 países. O Brasil é representado pela ABNT.

Antes de desenvolver uma norma, a ISO recebe recomendações de governos, indústrias e outras partes interessadas. Todas as suas normas são voluntárias; não há instrumentos legais para forçar os países a adotá-las. No entanto, as exigências do mercado internacional compõem um forte sistema de pressão, estimulando a adoção do padrão ISO e os governos nacionais que implantaram uma política de meio ambiente têm exigido nas normas de licitações que as empresas candidatas a executarem obras com recursos federais ou internacionais tenham sido certificadas. Com isso, tem-se também uma forte pressão sobre a ação técnico-científica dos profissionais, que são levados a incorporar esses parâmetros na sua *práxis*.

Dois esclarecimentos sobre a ISO se fazem necessários: a ISO 14000 não significa um produto ambientalmente correto assim como a ISO 9000 não se refere a um produto de qualidade (a ISO 9000 diz respeito a uma repetição de processo); geralmente a ISO 14000 vem sendo interpretada como uma norma isolada, mas na verdade trata-se de um conjunto de normas ambientais, sintetizadas no quadro a seguir:

Número Reservado	DESCRIÇÃO/APLICAÇÃO
ISO 14001	Sistemas de Gestão Ambiental - Especificações com Guias para Uso
ISO14004	Sistema de Gestão Ambiental - Diretrizes Gerais sobre Princípios, Sistemas e Técnicas de Apoio
ISO 14010	Diretrizes para Auditoria Ambiental - Princípios Gerais para Auditoria Ambiental
ISO 14011	Diretrizes para Auditoria Ambiental - Auditoria de Sistemas de Gestão Ambiental
ISO 14012	Diretrizes para Auditoria Ambiental - Critérios para a Qualificação de Auditores Ambientais
ISO 14020	Rótulos e declarações ambientais - Princípios básicos
ISO 14021	Rótulos e declarações ambientais - Auto-declarações ambientais
ISO 14024	Rótulos e declarações ambientais - Rótulo ambiental tipo I - Princípios e procedimentos
ISO 14031	Gestão ambiental - Avaliação do desempenho ambiental – Diretrizes
ISO 14032	Gestão ambiental - Exemplos de avaliação do desempenho ambiental
ISO 14040	Gestão ambiental - Análise do ciclo de vida - Princípios e estrutura
ISO 14041	Gestão ambiental - Análise do ciclo de vida - Definição de escopo e análise do inventário
ISO 14042	Gestão ambiental - Análise do ciclo de vida - Avaliação do impacto do ciclo de vida
ISO 14043	Gestão ambiental - Análise do ciclo de vida - Interpretação do ciclo de vida
ISO 14050	Gestão ambiental – Vocabulário
ISO 14061	Guia para orientar organizações florestais no uso das normas ISO 14001 e ISO14004
ISO Guide 64	Guia para a Inclusão de Aspectos Ambientais em Normas para Produtos

Quadro 2 - Universo de abrangência das normas ambientais - ISO 14.000

Fonte: BITTENCOURT, 2002

A ISO 14001 é a única norma certificável da série ISO 14000 e abrange um ciclo com cinco fases que formam a estrutura básica de um sistema de gestão ambiental:

- a) política ambiental – objetivos, programas, metas e prazos;
- b) implementação e operação – divisão de responsabilidades e funções, ações emergenciais;
- c) verificação e ação corretiva – auditorias;
- d) avaliação pela alta administração – com base em relatórios; e

e) melhoria contínua – aprimoramento do sistema.

O programa da Qualidade Total foi um primeiro despertar do setor privado na direção de uma mudança de postura, não exatamente com relação à questão ambiental, mas por pregar a minimização de perdas de energia no sistema produtivo, colaborou para chamar a atenção da sociedade com relação à minimização de resíduos e a uma maior humanização nas relações produtivas. Esse programa inicialmente fez muito sucesso junto às construtoras, no entanto a questão do relacionamento humano era o ponto fraco da proposta já que ficava meio incoerente unir racionalidade capitalista (onde o lucro era a meta principal) com a gestão democrática e humanizada sugerida pelo programa.

Para o engenheiro civil, esse processo tem contribuído muito para a modernização dos canteiros de obras no que concerne à melhoria da qualidade técnica dos procedimentos e dos materiais utilizados na obra, o que resulta em menos desperdício e no aumento da produtividade. As consequências sociais também são relevantes visto que muitos empresários têm percebido a importância de investir na qualidade de vida na obra, adotando programas de valorização dos profissionais como programas de alfabetização para operários, treinamentos especializados e oficinas de arte para aproveitamento de resíduos da obra.

Em Teresina, ainda não há construtoras que tenham obtido o padrão ISO 14000, e vinte e cinco estão em processo de certificação da ISO 9000, no entanto a própria divulgação da Norma estimula a adoção de práticas mais racionais no canteiro de obras.

Para alguns empresários, no entanto, a certificação muitas vezes é considerada um castigo, pois a empresa se auto-impõe um processo de gestão o qual tem que cumprir a legislação, instalando um sistema de melhoria contínua ao mesmo tempo em que é fiscalizada e cobrada por isso. Assim, a grande conquista é a eficiência que lhe dará um diferencial sobre as outras empresas.

As certificações não impedem a ocorrência de acidentes ou a baixa produção, mas diminuem a possibilidade de que isso aconteça e demonstram o nível de responsabilidade social que a empresa possui.

No entanto, um dos questionamentos mais fortes e que tem se intensificado é a seriedade dos processos de certificações, que muitas vezes são usados como fachadas para empresas que se dizem comprometidas com a eficiência e a responsabilidade social, mas os acidentes ambientais ocorridos com grandes empresas certificadas (ISO 14000, ISO GAIT, etc), que quando colocadas sob auditoria demonstram na verdade não terem condições de atender ao grau de exigência da certificação. Para ilustrar, pode-se citar o caso da Companhia Brasileira de Petróleo (PETROBRÁS), que logo após o acidente com a Plataforma36, recebeu uma revalidação da ISO 14000 (REUTER, 2001).

Outro programa recentemente implantado com vistas a trabalhar a questão da qualidade do ambiente urbano é o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), que tem conseguido atrair o interesse das construtoras por ter um caráter mais acessível que o padrão ISO e também por estar vinculado diretamente a uma política de governo.

O PBQP-H se propõe a organizar o setor da construção civil em torno de duas questões principais: a melhoria da qualidade do habitat e a modernização produtiva. Envolve um espectro amplo de ações entre as quais se destacam: qualificação de construtoras e de projetistas, melhoria da qualidade de materiais, formação e requalificação de mão de obra, normalização técnica, capacitação de laboratórios, aprovação técnica de tecnologias inovadoras, e comunicação e troca de informações.

A busca por estes objetivos envolve um conjunto bastante amplo de ações entre as quais se destacam as seguintes: qualificação de construtoras e de projetistas, melhoria da qualidade de materiais, formação e requalificação de mão de obra, normalização técnica, capacitação de laboratórios, aprovação técnica de tecnologias inovadoras e comunicação e troca de informações. Desta forma, espera-se o aumento da competitividade no setor, a melhoria da qualidade de produtos e serviços, a redução de custos e a otimização do uso dos recursos públicos. O objetivo de longo prazo é criar um ambiente de isonomia competitiva que propicie soluções mais baratas e de melhor qualidade para a redução do déficit habitacional no país e, em especial, o atendimento às famílias consideradas de menor renda.

O Programa foi instituído em 18 de dezembro de 1998, com a assinatura da Portaria nº. 134, do então Ministério do Planejamento e Orçamento, instituindo o PBQP-H. No ano

2000 foi estabelecida a necessidade de uma ampliação do escopo do Programa, que passou a integrar o Plano Plurianual “Avança Brasil” (PPA) e a partir de então englobou também as áreas de Saneamento e Infra-estrutura Urbana. Assim, o “H” do Programa passou de “Habitação” para “Habitat”, conceito mais amplo e que reflete melhor sua nova área de atuação. O PBQP-H, hoje, é um dos instrumentos do Governo Federal para cumprimento dos compromissos firmados pelo Brasil quando da assinatura da Carta de Istambul durante a Conferência do Habitat II em junho de 1996, que gerou um compromisso entre os países do Mercado do Cone Sul (MERCOSUL) na direção de uma harmonização das normas para intensificar o intercâmbio comercial no MERCOSUL .

Além da assinatura da carta de Istambul outros fatos foram determinantes na criação do programa hoje ampliado para PBQP-H e sob a gestão do Ministério das Cidades: a criação do PBQP-H em 1991 no âmbito da política industrial no contexto de abertura econômica do país naquela época e o episódio com o edifício Palace II em fevereiro de 1998 quando ficam claros os prejuízos decorrentes da negligência com os parâmetros mínimos de qualidade dos materiais utilizados nas construções e a responsabilidade dos profissionais na condução das obras.

A implementação do PBQP-H também se justifica, entre outros aspectos, pela necessidade da efetivação de ações que possam contribuir para a solução do problema crônico da falta de eficiência do setor da construção habitacional brasileira, permitindo que o Brasil venha, em breve, a alcançar índices de desempenho alinhados com os dos países mais avançados.

O PBQP-H é o produto de novos cenários que começaram a se delinear ao final da década de 1980 e início da década de 1990, em que a participação do Estado na produção habitacional passou por um significativo processo de mudança de papel. De uma posição de intervenção direta na produção, por meio de regulamentação rígida e prescritiva, amparada em fiscalização, o Estado passou a adotar uma posição de indução da modernização do setor e de uma articulação de todo macrocomplexo da construção civil, envolvendo desde os fornecedores, fabricantes de materiais e componentes, agentes de fomento à pesquisa e desenvolvimento tecnológico, entidades de normalização, passando pelas construtoras, até as relações de consumo e o exercício do poder de compra em favor do consumidor final.

Fazem parte do Programa diversas entidades representativas de construtores, projetistas, fornecedores, fabricantes de materiais e componentes, comunidade acadêmica e entidades de normalização, além do Governo Federal.

Esta parceria se propõe a atuar com transparência através de discussões técnicas, respeitando a capacidade de resposta do setor e as diferentes realidades nacionais. Neste sentido, não pretende ser um programa a ser imposto, mas sim que vai sendo construído sobre consensos e em resposta a um diagnóstico sobre os problemas existentes, estabelecido conjuntamente pelas entidades participantes.

O PBQP-H é um programa de **adesão voluntária**, que respeita as características dos setores industriais envolvidos e as desigualdades regionais, além de procurar promover a articulação com o setor privado a fim de que este se responsabilize pela gestão compartilhada do Programa. Neste sentido, sua estrutura envolve, desde o início, entidades representativas do setor, compostas por duas Coordenações Nacionais, que desenham as diretrizes do Programa em conjunto com o Ministério das Cidades. Tais diretrizes são estabelecidas em fórum próprio, de caráter consultivo, o Comitê Nacional de Desenvolvimento Tecnológico da Habitação (CTECH) cuja presidência é rotativa entre entidades do governo e do setor.

É um Programa que não se vale de novas linhas de financiamento, mas sim que procura estimular o uso eficiente de recursos existentes, de diferentes fontes (Orçamento Geral da União, Fundo de Garantia por Tempo de Serviço, Poupança etc.) e aplicados por diferentes entidades (Caixa Econômica Federal, SEBRAE, SENAI, etc.), neste contexto focados em objetivos claramente definidos. Da mesma forma, o programa conta com grande contrapartida privada, sendo os recursos novos (Governo Federal) destinados basicamente para custeio, estruturação de novos projetos e divulgação.

Uma das grandes virtudes do PBQP-H é a criação e a estruturação de um novo ambiente tecnológico e de gestão para o setor no qual os agentes podem pautar suas ações específicas visando à modernização, não só em medidas ligadas à tecnologia no sentido estrito (desenvolvimento ou compra de tecnologia; desenvolvimento de processos de produção ou de execução; desenvolvimento de procedimentos de controle; desenvolvimento e uso de componentes industrializados), mas também em tecnologias de organização, de métodos e de

ferramentas de gestão (gestão e organização de recursos humanos; gestão da qualidade; gestão de suprimentos; gestão das informações e dos fluxos de produção; gestão de projetos).

E é neste aspecto que se abre um novo espaço para a categoria dos engenheiros civis trabalharem a otimização do processo de construção civil em conformidade com os princípios da qualidade ambiental, até porque esse programa visa envolver todos os setores da construção civil de forma que os interesses dos vários setores que compõem o sistema possam ser mediados e respeitados, ao mesmo tempo em que cada um destes setores conscientize-se e assuma o compromisso social que lhes cabe na busca da melhoria da qualidade ambiental.

Hoje há a difusão do PBQP-H em todo território nacional: são mais de 22 estados sensibilizados, dos quais 20 já assinaram o termo de adesão, 17 possuem acordo setorial e nove baixaram decreto de criação do programa no âmbito do seu estado. Para este ano está prevista a sensibilização dos estados restantes, a maioria na região norte. São mais de 3.000 empresas em fase de qualificação. Destas, mais de 1.200 já obtiveram certificado de qualidade num dos níveis do sistema evolutivo de qualificação de empresas de serviços e obras (SiQ). E cabe ainda ressaltar que estão sendo monitorados 26 programas setoriais de qualidade de materiais e componentes da construção (PSQ´ s). No Piauí, onze empresas já estão em fase de certificação.

Diante do exposto, identificam-se vários caminhos que se abrem ao engenheiro civil no sentido de buscar otimizar sua prática na direção da sustentabilidade. Por ser uma nova forma de se pensar o desenvolvimento, não se pode deixar de considerar as inúmeras dificuldades para tal. No entanto, como foi visto, a principal barreira é a falta de percepção do profissional que ainda não foi despertado para a urgência do cenário e que ainda tem uma participação muito tímida nesse processo de repensar sua *práxis*.