

PAISAGEM E AMBIENTE URBANO SUSTENTÁVEIS: MÉTODOS E FERRAMENTAS

AFONSO, Sonia (1)

(1) Arquiteta e Urbanista, Professora Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina ARQ / UFSC. Pesquisadora do Grupo Desenho Urbano e Paisagem do ARQ / CTC / UFSC. Rua Almirante Lamego, 748 Bloco A Ap 804 CEP 88015-600 Centro Florianópolis – SC - Telefone: (48) 2253568 E-mail: soniaa@arq.ufsc.br

RESUMO

Preservar o ambiente aparentemente tem sido uma atividade contrária aos interesses do planejamento urbano. Entretanto, a cada dia percebe-se a necessidade de se considerar os aspectos ambientais, conhecidos mundialmente como Desenvolvimento Sustentável. É essencial reconhecer que sem a proteção dos elementos naturais os custos de urbanização serão altos e os recursos naturais escassos. Uma das formas de considerar os aspectos ambientais na construção do ambiente urbano é comprometer a Arquitetura e os Projetos Urbanos com a forma física do sítio. O micro-clima urbano poder ser qualificado através da criação de parques, corredores ao longo de rios e córregos, levando a um uso eficiente da energia pelas construções existentes nas vizinhanças destes parques. Palavras – Chave: desenvolvimento sustentável, conservação de energia, preservação dos recursos naturais, paisagismo urbano

ABSTRACT

To preserve the environment has seemingly been an activity contrary to the interests of the urban planning. However, every day is noticed the need to consider the environmental aspects, globally known as Sustainable Development. It is essential to recognize that without the protection of the natural elements the urbanization costs will be high and the natural resources will be scarce. One in the ways of considering the environmental aspects in the construction of the urban environment is to commit the Architecture and the Urban Projects with the physical form of the site. The urban micro-climate can be qualified through the creation of parks, corridors along rivers and streams, leading to an efficient use of the energy for the existent constructions in the neighborhoods of these parks. Key-Words: sustainable development, conservation of energy, preservation of the natural resources, urban landscape.

1. INTRODUÇÃO

Nos dias atuais e em todo o mundo pode-se considerar que seja de senso comum a importância e a necessidade de se preservar a paisagem e o ambiente, como forma de preservar a vida no planeta, embora na prática, outros interesses possam direcionar a práticas nada conservacionistas. O desenvolvimento sustentável não é somente um modismo. Existe um processo de conscientização crescente sobre a sustentabilidade, que pode ser resumida a três conceitos: preservação de recursos naturais, conservação do patrimônio construído e eficiência energética.

Parece óbvio que a manutenção da vegetação ao longo das linhas de drenagens naturais seja uma estratégia importante, pois contribui para a qualidade de vida urbana através das seguintes restrições: impede a poluição do ambiente; contém o deslizamento das encostas evitando o assoreamento dos rios e as enchentes nas áreas habitadas ao longo dos mesmos; evita o consumo excessivo de energia gerado pelo desconforto ambiental (térmico, acústico e lumínico). A cada ano, grandes somas de dinheiro e grandes quantidades de recursos naturais são investidas para corrigir as deficiências dos projetos urbanos em geral e do ambiente construído em particular, no sentido de tornar o mundo em que vivemos habitável.

As ações dos planejadores e dos profissionais das diferentes áreas não podem pautar-se somente pelo senso comum ou pelas atuações individualizadas resultantes dos aprofundamentos teóricos ou mesmo práticos conquistados de forma pessoal e aleatória. A preocupação com a paisagem e o ambiente, para que resulte em projetos sustentáveis deve acrescentar às metodologias usuais de projeto, que incluem o levantamento de dados e a espacialização de arquitetura e de espaços livres desejados, as ferramentas técnicas necessárias que nos aproximem de um domínio das variáveis envolvidas. A exemplo citamos: o cálculo de contribuição de bacias para evitar as enchentes; o estudo de estabilidade do terreno a partir das declividades existentes; a simulação espacial de planos diretores para evitar futuras situações indesejadas; e o estabelecimento de protocolos de sustentabilidade que considerem o conforto ambiental e a eficiência energética no planejamento urbano. Faz parte do senso comum atribuir à vegetação a capacidade de minimizar o calor e qualificar o micro-clima dos espaços públicos e conseqüentemente o conforto térmico no interior das edificações lindeiras a este. Este trabalho tem por objetivo realçar a importância de se adotar métodos e ferramentas que contribuam para a confirmação desta hipótese, que associem aspectos ambientais e tecnológicos ao processo de planejamento e projeto, visando proteger o ambiente urbano e os ecossistemas a ele associados, ao mesmo tempo em que qualifica a arquitetura, o urbanismo e o paisagismo existentes e propostos.

Para manter em funcionamento os ambientes urbanos em seus padrões atuais grandes quantidades de energia são consumidas, devido à utilização de equipamentos que proporcionam formas artificiais de conforto ambiental, distanciando-se cada dia mais das estratégias bio-climáticas passivas, ou seja, aquelas que não dissipam recursos naturais, ou que ao menos colocam alternativas para renovação destes recursos. Além das questões de eficiência energética devem ser observadas as exigências de conforto ambiental em seus aspectos: térmico, lumínico e acústico. Por exemplo, para cada sensação térmica desconfortável é necessária a adoção de uma estratégia bio-climática, tanto no que se refere ao ambiente construído dos espaços abertos quanto dos espaços fechados. Estas estratégias devem ser pensadas desde o início do planejamento e do projeto em questão, visando organizar os espaços urbanos segundo critérios ambientais e para tanto, devem ser apoiadas em estudos climáticos urbanos que possam orientar o uso do solo e a definição de morfologias espaciais e tipologias arquitetônicas.

Embora existam muitos estudos sobre o clima urbano sendo realizados neste momento, estes ainda não se constituem em protocolos de atuação ou parâmetros de projeto. Além da variação das temperaturas e do regime de ventos ao longo das estações, estas pesquisas identificam a importância do estudo da altura e orientação das edificações; da presença de morros e vales e da altitude e amplitude dos mesmos; da existência de vegetação e água; da escolha de materiais a serem empregados nas edificações e na pavimentação; como variáveis a serem consideradas nas intervenções urbanas. Lembramos ainda que, em se tratando de atuação paisagística e ambiental, os elementos

do meio físico e a decisão de não construir também podem ser considerados elementos e decisões qualificadores do projeto urbano, a serem igualmente monitorados e avaliados. Salientamos também a importância da interdisciplinaridade necessária aos estudos urbanos, onde se supõe a participação de arquitetos e urbanistas, paisagistas, engenheiros, geógrafos, geólogos, biólogos, meteorologistas, matemáticos, estatísticos, especialistas da área de informática e computação gráfica, etc. E por fim, achamos importante realçar a necessidade da revisão dos currículos dos Cursos de Arquitetura e Urbanismo, no sentido de suprir a carência existente no que se refere ao ensino de Tecnologia, que hoje praticamente restringem-se ao Edifício. Ao nosso ver, seria necessário o desenvolvimento de disciplinas de apoio ao Urbanismo e ao Paisagismo. Nestas se criaria o ambiente adequado ao desenvolvimento de métodos e ferramentas de apoio ao projeto, “isto é, os processos e os métodos, a serem utilizados para que qualquer intervenção na paisagem possa ter legibilidade, eficiência e legitimidade”, caminhando ao encontro das expectativas do ENEPEA 2002.

2. CONSIDERAÇÕES SOBRE ENERGIA

Este artigo resume preocupações de caráter investigativo preliminar em termos qualitativos e quantitativos, visando elaborar futuramente uma metodologia de abordagem para o uso dos parques ao longo dos vales como forma de reduzir o consumo de energia elétrica. Para tanto nos servimos dos seguintes autores: Lyle e Akbari et al., pelas suas considerações sobre fluxos de energia, consumo de energia, paisagem e ambiente. Em termos quantitativos, observamos estudos realizados por Corbella e Yannas para os espaços livres e edificados do Parque Guinle, no Rio de Janeiro.

Nós podemos observar em Lyle que os recursos de energia e matéria são considerados inesgotáveis em muitas decisões de planejamento urbano ao redor do mundo. Nós tendemos a esquecer que a vida é dependente em uma provisão contínua de energia, água, e elementos químicos necessários para a sua dinâmica. A função mais essencial de todos os ecossistemas é prover a energia e materiais necessários para os seres que deles dependem.

O ambiente urbano é diferente em caráter do ambiente natural, mas eles são o mesmo em pelo menos um aspecto fundamental: ambos dependem do mesmo processo básico. Nas cidades, nós tendemos a nos esquecer destas ligações vitais porque as fontes naturais de energia, comida, e água se tornaram freqüentemente quase totalmente obscurecidas, tendo sido substituídas por sistemas artificiais que transportam estas necessidades desde paisagens distantes. A maioria de energia, comida e água consumidas por pessoas provém quilômetros de distancia. O custo é alto e as fontes vão se tornando crescentemente problemáticas com o aumento crescente das populações que competem pelos bens materiais limitados e essenciais para a vida.

Nós podemos esperar os projetos sustentáveis possam contribuir para a conservação de energia. Talvez seja muito esperar que todo projeto resulte em algum tipo de evolução, mas com a organização racional dos fluxos podemos criar ilhas de ordem no ambiente urbano. As trocas no ambiente humano são geralmente mais rápidas e menos completas do que ocorrem na natureza, já que as pessoas tendem a ser impacientes com o passo da natureza, exigindo resultados imediatos.

2.1 Energia e topografia (LYLE, 1999)

Normalmente, nós pensamos na forma como uma preocupação visual. Formas de paisagem têm significados simbólicos que fazem parte de nossa cultura e que são o centro de nossas relações com a natureza. A forma específica da paisagem tem uma influência forte no funcionamento dos ecossistemas. A forma urbana não é moldada através de processo natural, mas através de controle humano. Moldando a paisagem, os seres humanos determinam a função do ecossistema, sua estrutura e as relações com o local.

No projeto da paisagem, poderíamos dizer que **se** a forma influencia a função dos ecossistemas, sua estrutura, e padrões locais, junto com atividade humana e o significado simbólico, **então** ela deveria ser moldada adequadamente. Formas específicas desempenham um papel importante no controle dos fluxos de água e energia. Entretanto, paisagens projetadas somente para servir aos processos naturais falharão como ecossistemas humanos.

Como exemplo da influência da forma no projeto citamos os lagos, depressões ao longo de correntes e canais, com o objetivo de evitar inundações, seguram a água superficial até que ela possa ser absorvida pelos lençóis subterrâneos. Os campos que se avizinham e expandem dão suporte à comunidade de vida selvagem. Os parques naturais de vegetação ribeirinha ao longo destas margens aumentam o valor do habitat nas cidades.

Da mesma maneira, as árvores decíduas usadas para controlar a radiação solar nas fachadas das casas são artificios comuns em climas muito quentes. Elas criam a situação de resfriamento do ar penetrando nas habitações no nível térreo e, uma vez aquecida, é retirada do ambiente por exaustão nas janelas superiores, evitando o uso de ar condicionado dado poder a. Dispositivos como este requerem uma íntima integração entre edifício e paisagem, o que é raro nas profissões de projeto.

2.2 Densidade de população ótima para o consumo de energia (LYLE, 1999)

Observando a estrutura do ecossistema nós podemos dizer se aquele fundo de vale é satisfatório para ser mantido aberto para o fluxo de água para prover espaço recreativo comum, vegetação, evitar inundações, repor a água subterrânea, baixas taxas de edificação e corredores de vida selvagem. Os cumes de colinas poderiam ser deixados em seu estado natural para o aproveitamento de visuais e para a manutenção dos habitats de vida selvagem. A construção seria restringida às ladeiras das cotas inferiores e médias, com boa exposição solar, preservando a vegetação. As estradas nos vales podem ser desenhadas em padrão de grade, enquanto nas encostas elas deveriam acomodar-se ao terreno, em curvas que buscam declividades satisfatórias.

Nós podemos projetar a paisagem usando modelos industriais ou modelos leves de consumo de energia. Este caminho suave, assim como a água, demanda mais terra. Energia solar, energia eólica e energia de biomassa são por natureza menos concentradas e então requerem áreas maiores para coleta. Isto faz lembrar a relação entre fluxo de energia e densidade de população. Alguns estudos tentaram determinar uma densidade urbana ideal baseada em um conjunto específico de preocupações.

Por exemplo, a Associação de Planejamento Regional de Nova Iorque estudou a relação entre densidade e consumo de energia em sua área metropolitana. Os resultados demonstram que o consumo de energia diminuiu com o aumento de densidade até uma média aproximada de 25.000 pessoas por milha quadrada, o que significa 39 pessoas ou 13 unidades de habitação por acre (32 domicílios por hectare). Acima deste nível, o

consumo aumentou com a densidade crescente. Esta informação é útil porque nos dá uma indicação geral que existe algum tipo de densidade ótima para um determinado padrão de desenvolvimento urbano e fluxo de energia (isto é, o da Cidade de Nova Iorque). Não diz nada sobre outros padrões de assentamento e outros fluxos de energia, mas várias pesquisas concluíram que níveis mais altos de concentração urbana que agora existem provavelmente serão vítimas de déficits de energia no futuro.

2.3 Sombra de árvores, pavimentos frios e o consumo de energia(AKBARI, 2001)

Temperaturas elevadas em áreas urbanas aumentam uso de ar-condicionado e favorecem a concentração da poluição do ar. As áreas urbanas contemporâneas têm superfícies mais escuras e menos vegetação. Estas diferenças afetam o clima, o uso de energia, e a habitabilidade das cidades. Superfícies escuras e vegetação reduzida aquecem a camada de ar acima das áreas urbanas, conduzindo à criação de ilhas de calor. Akbari et al. afirmam que o pico da demanda elétrica urbana sobe de 2-4% para cada 1oC aumento em temperatura. Assim, o uso de condicionador de ar, devido a este aumento de temperatura de ar urbano é responsável por 5-10% do pico da demanda elétrica urbana, a um custo de vários bilhões de dólares anualmente. A mitigação de ilhas de calor pode reduzir o uso potencial do ar condicionado em até 20% e pode melhorar qualidade do ar urbano.

Os benefícios criados pela presença das árvores podem ser classificados em diretos e indiretos: sombreando os edifícios e esfriando os ambientes (floresta urbana). As copas das árvores interceptam a luz solar antes que ela aqueça o edifício. A floresta urbana esfria o ar através da evapotranspiração. As árvores também diminuem a velocidade do vento e protege os edifícios das brisas de inverno. As árvores urbanas oferecem benefícios significativos, reduzindo a temperatura e melhorando qualidade do ar urbano, reduzindo a poluição.

Dados e medições sobre a economia de energia conseguida através da vegetação urbana são raros. Medindo e monitorando o consumo de energia de edifícios antes e depois do uso da vegetação, os pesquisadores encontraram economias de eletricidade de até 50% na Flórida, 30% na Califórnia, e 10-15% em cidades canadenses, o que prova a ação efetiva das árvores sobre o microclima.

Existem outros benefícios associados às árvores urbanas. Alguns destes incluem a melhoria na qualidade de vida, o aumento do valor das propriedades e a proteção contra inundações. Por outro lado, existem alguns problemas potenciais associados às árvores: algumas emitem combinações orgânicas que exacerbam o problema de fumaça, outras precisam de manutenção constante, alguns tipos de raízes podem danificar tubos subterrâneos, pavimentos e fundações. Entretanto, o próprio projeto e seleção de espécies apropriadas podem minimizar estes efeitos. Os altos custos associados às árvores podem ser justificados por outras amenidades que elas provêm. Os programas de plantio em comunidades poderiam prover dados sobre economia de energia e redução de poluição, esclarecendo os proprietários de imóveis que decidiram plantar árvores por outras razões.

Outra estratégia mencionada por Akbari et al. é superfície fria. A prática de pavimentar as ruas com asfalto melhorou o movimento dos automóveis, mas criou outro problema: o aumento de superfícies de asfalto escuro e o aquecimento da cidade através de luz solar. Se as superfícies urbanas tivessem cores mais claras, a luz incidente seria refletida e as superfícies seriam mais frias. Isto tende a reduzir a necessidade do uso do ar

condicionado nos edifícios. O uso de pisos de concreto e cimento pode ser mais econômico por ser mais frio, além de aumentar a visibilidade à noite e em tempo molhado. Os estudos concluem afirmando que as superfícies frias e a vegetação urbana podem ter um efeito significativo na redução da temperatura do ar urbano e, conseqüentemente, pode reduzir uso de ar condicionado e a poluição. Eles calcularam que aproximadamente 20% da demanda por ar-condicionado nos E.U.A. poderia ser evitada por uma ampla implementação destas medidas que mitigam as ilhas de calor.

3. PADRÃO URBANO E TIPOLOGIA ARQUITETÔNICA ADEQUADOS AOS CRITÉRIOS PAISAGÍSTICOS E AMBIENTAIS

No Brasil não existe tradição de reservar as margens de rios e córregos, lagoas e praias para preservação ambiental ou uso de público, bem como faltam critérios para a ocupação das encostas dos morros. Geralmente os vales dos rios e córregos nas áreas urbanas são cobertos e transformados em avenidas. Em estudo realizado anteriormente (AFONSO, 1999) definimos padrões arquitetônicos e urbanísticos de ocupação a partir de critérios de configuração dos espaços livres e da escolha de tipologias apropriadas à ocupação das encostas em todos os seus setores, especialmente às margens de corpos de água. Assim, terrenos usualmente não aproveitados passam a ter importância ambiental e cênica, ao serem projetados como sistemas auto-regeneradores, ou seja auto-sustentáveis, onde as várzeas arborizadas assegurariam ao mesmo tempo a drenagem das águas pluviais, um sistema interligado de parques e um micro-clima favorável à economia no consumo de energia.

Acreditamos que o conjunto edificado e os espaços livres do Parque Guinle, Rio de Janeiro, RJ se constituem em padrão urbano e tipologia adequados ao comprometimento paisagístico e ambiental almejados neste estudo e para tanto apresentaremos a seguir algumas comparações feitas para o local por pesquisadores da área de Conforto Ambiental da UFRJ.



Fonte: Lúcio Costa - Registro de uma Vivência



Figura 1: Com baixa densidade de urbanização, dos edifícios do Parque de Guinle, Rio de Janeiro, RJ é possível apreciar a paisagem de árvores e lagos. Foto Sonia Afonso

3.1 Condições ambientais da envolvente (CORBELLA E YANNAS, 2001a)

Comparações e medidas tomadas no Parque Guinle e na Praça Paris durante o verão realçaram os parâmetros que afetam o conforto térmico nos espaços exteriores e proveram indicações sobre como melhorar as condições microclimáticas em ambientes urbanos tropicais. O desenho urbano tem sido explicado por teorias que desconsideram os aspectos climáticos locais. A forma urbana e a densidade construída, o desenho de ruas em canyon, o comportamento térmico de superfícies pavimentadas, e a presença e a disposição de água e massas de vegetação são influências críticas nos microclimas existentes no interior da cidade e sobre a resultante térmica e visual dos espaços interiores e exteriores. Estudos realizados no bairro de Copacabana evidenciaram diferenças climáticas em locais vizinhos dentro do mesmo bairro, fato resultante de alterações nos parâmetros anteriormente mencionados.

Um estudo comparativo entre a Praça Paris e o Parque Guinle, no Rio de Janeiro, dois espaços abertos localizados a 1500 metros um do outro, sob ações climáticas semelhantes com sítios diferentes e tratamentos paisagísticos diferenciados, permitiu estabelecer as condições microclimáticas de ambos os lugares e identificar os elementos paisagísticos e as possíveis estratégias que contribuíram para o conforto ou desconforto de seus usuários. A Praça Paris, criada em 1920 em estilo francês, localiza-se em um terreno plano nas proximidades do Aterro do Flamengo, às margens da Baía da Guanabara, ocupa 50.000 m² e no centro de seus jardins, cercados por renques de Terminália Catapa, existe um lago artificial. O Parque Guinle, localizado no terreno colinoso do bairro de Laranjeiras, de classe média alta, fazia parte da propriedade da família Guinle, datando seus jardins igualmente franceses do ano de 1913. Dos 25.000 m² que se estendem sobre um vale encaixado, fazem parte: um trecho de Floresta Atlântica, playground, passeios e um lago. Por volta de 1940, Lucio Costa foi contratado para desenvolver um Condomínio Residencial e chamou Burle Marx que estabeleceu estratégias de conservação para o Parque, acrescentando espécies de Areca Bambu, Artocarpus incisa e Yuca.

As medidas dos parâmetros ambientais foram tomadas durante dois dias do mês de novembro de 2000, das 10 às 11 horas e das 15 às 16 horas. As medições aconteceram sob céu claro no primeiro dia e nublado no dia seguinte, em 16 pontos escolhidos ao longo dos passeios, alguns estavam à sombra, outros sob o sol e outros localizavam-se próximo aos lagos existentes nos dois exemplos estudados. Para as medições foram utilizados termômetros, higrômetros e luxímetros, todos protegidos da exposição direta. Sem equipamentos para medir a velocidade dos ventos, estas foram avaliadas pela situação sensível apreciada no local, sendo classificadas como: “sem vento” ou “brisa”. Também foram anotadas cinco sensações térmicas, variando de agradável a muito quente.

As análises das medições levaram aos seguintes resultados: a presença de arborização densa em todos os pontos de medição reduziu a temperatura e proporcionou uma situação de conforto maior no Parque Guinle, do que na Praça Paris, apesar da ausência de brisas e da menor claridade. Existe mais variação de temperatura na Praça Paris do que no Parque Guinle. O aumento da umidade relativa do ar perto dos lagos não levou a uma diminuição de temperatura nestes locais, como era esperado. Também foi observado que o desconforto presente nas áreas pouco arborizadas era seguido pelo

desconforto visual, gerado pelo excesso de luminosidade, ambos produzidos pela radiação solar direta.

Concluiu-se neste estudo que os espaços livres plantados são bons para a cidade. É importante considerar o microclima quando da alteração da paisagem natural. Os espaços criados para a Praça Paris seriam mais adequados ao clima do norte europeu, enquanto a densa vegetação do Parque Guinle prove a proteção solar, que aliada a evapo-transpiração, mantém as temperaturas das áreas sombreadas dentro da zona de conforto. O desconforto gerado pela pavimentação e pela superexposição dos playgrounds evidencia a necessidade de se proteger os passeios da radiação solar direta e refletida. Devem ser evitados espaços muito expostos ao céu. Devem ser adotadas preferencialmente as superfícies gramadas em contraposição às superfícies pavimentadas, possuam estas, baixa ou alta capacidade de absorção e reflexão de calor. Devem ser evitados lagos ou fontes se a umidade relativa do ar não for baixa o suficiente para que ocorra o resfriamento evaporativo. Deve ser facilitada a movimentação do ar, removendo-se os obstáculos ou evitando-se a criação de novos.

3.2 As condições ambientais e o edifício (CORBELLA E YANNAS, 2001b)

Um outro estudo, com medições de curto prazo, foi realizado pelos mesmos autores, desta vez preocupados com a evolução do uso do ar condicionado no Rio de Janeiro. Foram escolhidas tipologias de diferentes usos e épocas para as medições, dentre as quais destacamos: a Casa de Rui Barbosa, feita de alvenaria robusta do século XIX, localizada em meio a um jardim densamente arborizado no bairro do Botafogo, dela fazendo parte um anexo construído em 1967; os apartamentos do Parque Guinle, em Laranjeiras, projetados por Lucio Costa em 1948; e o Museu de Arte Moderna situado no Parque do Aterro do Flamengo, projetado por A.E. Reidy em 1953.

Na Casa de Rui Barbosa as medidas foram realizadas no exterior e em 3 pontos do interior da casa durante o verão. O interior do anexo atinge temperaturas superiores ao exterior. A cozinha, da parte antiga da casa mostra o efeito da inércia térmica e altas taxas de trocas de ar. O porão do anexo não apresentou ganhos de aquecimento solar e a proximidade do solo mantém a temperatura interna próxima das médias das temperaturas externas. No Museu de Arte Moderna as medidas da portaria refletem as trocas convectivas com o exterior. O Atelier é mais bem protegido e a inércia térmica permite manter a temperatura inferior ao exterior. O resfriamento gerado pela ventilação noturna afeta fortemente a temperatura deste espaço. Nos apartamentos do Parque Guinle Lucio Costa usou blocos vasados provendo um artifício que contribui para o controle da incidência solar sem inibir o movimento do ar. Uma forte permeabilidade com a envolvente do edifício parece ser uma característica desejável para climas tropicais, o que se torna proibitivo pelo rompimento da privacidade, segurança, barulho e poluição.

Estes estudos não chegam a mencionar a caracterização dos ambientes exteriores que envolvem estas construções, como por exemplo, a presença de vegetação. A título de conclusão são apontadas as seguintes lições:

- A combinação de controle solar em todas as orientações, com a adequada inércia térmica e capacidade de resfriamento tanto pelas brisas como pela ventilação noturna, pode levar a índices de conforto térmico desejáveis sem o uso de ar condicionado;

- Os elementos de controle de ar e luz podem contribuir com as soluções formais dos edifícios;
- Para melhorar o uso da iluminação natural talvez seja necessário utilizar mecanismos automatizados de controle;
- As pessoas gostam do contato com o exterior e as condições de conforto podem ser obtidas durante o projeto;
- O ambiente externo deve ser considerado no projeto, protegendo a construção do sol e fazendo bom uso da iluminação natural;
- Mesmo usando o ar condicionado, o consumo de energia pode ser otimizado se forem observadas: a inércia térmica, o controle solar e as relações das paredes externas com a envolvente; o uso do ar condicionado e da iluminação artificial poderão ser reduzidos através do controle da entrada de luz natural.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Se os aspectos mencionados fossem empregados no planejamento urbano, futuros planos diretores deveriam considerar os seguintes aspectos: o reflorestamento de áreas ao longo das linhas de drenagem, a pavimentação de ruas e calçadas com superfícies frias e o estabelecimento de densidades de cerca de 30 domicílios hectare. Como se pode perceber nas análises específicas sobre o conforto ambiental, existem muitos elementos a serem considerados como variáveis, mas no que se refere à contribuição da envolvente, a topografia e a presença da vegetação parecem ser elementos essenciais.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFONSO, S.** - *URBANIZAÇÃO DE ENCOSTAS: CRISES E POSSIBILIDADES. O MORRO DA CRUZ COMO UM REFERENCIAL DE PROJETO DE ARQUITETURA DA PAISAGEM* - São Paulo, FAUUSP. Tese de Doutorado, 1999.
- AFONSO, S.** - *LANDSCAPE AND ENVIRONMENT IN ARCHITECTURE AND URBAN DESIGN*. In PEREIRA, F.O.R. *et alii* (Ed.) - Anais da XVIII International Conference on Passive and Low Energy Architecture. Renewable Energy for a Sustainable Development of the Built Environment. Florianópolis, 7-9, novembro de 2001.
- AKBARI, H & all** - *COOL SURFACES AND SHADE TREES TO REDUCE ENERGY USE AND IMPROVE AIR QUALITY IN URBAN AREAS*. Solar Energy. Volume 70, Issue 3 (2001), Elsevier Science.
- BARBIRATO, G.M.** - *O USO DA MODELAGEM CLIMÁTICA NO PLANEJAMENTO DOS ESPAÇOS URBANOS* in PEREIRA, F.O.R. *et alii* (Eds.) Anais do ENCAC 99. II Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído e V Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. Fortaleza. Novembro de 1999.
- CARLO, J.C. & ASSIS, E.S.** - *MÉTODOS CLIMATOLÓGICOS APLICADOS AO PLANEJAMENTO URBANO – ESTUDO DE CASO: CAMPUS DA PAMPULHA, UFMG* in PEREIRA, F.O.R. *et alii* (Eds.) Anais do ENCAC 99. II Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído e V Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. Fortaleza. Novembro de 1999.
- CHAPARRO, F. et alii** - *ANÁLISE E INTERVENÇÃO NOS ESPAÇOS PÚBLICOS BASEADO EM PREMISSAS AMBIENTAIS E TECNOLÓGICAS* in PEREIRA, F.O.R. *et alii* (Eds.) Anais do ENCAC 99. II Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído e V Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. Fortaleza. Novembro de 1999.
- CORBELLA, O.D. & YANNAS, S.** - *OUTDOOR SPACES AND URBAN DESIGN. CASE STUDIES OF TWO PLAZAS IN RIO DE JANEIRO*. In PEREIRA, F.O.R. *et alii* (Eds.) - Anais do PLEA 2001

- XVIII International Conference on Passive and Low Energy Architecture. Renewable Energy for a Sustainable Development of the Built Environment. Florianopolis, 7-9, novembro de 2001. (a).

CORBELLA, O.D. & YANNAS, S. - *LEARNING FROM BUILT EXAMPLES FROM RIO DE JANEIRO*. In PEREIRA, F.O.R. *et alii* (Ed.) - Anais da XVIII International Conference on Passive and Low Energy Architecture. Renewable Energy for a Sustainable Development of the Built Environment. Florianopolis, 7-9, novembro de 2001. (b).

FONTES, M.S.G.C.- *ANÁLISE DA CORRELAÇÃO ENTRE TEMPERATURA DO AR E ELEMENTOS DE ESTRUTURA URBANA NA CIDADE DE SÃO CARLOS* in PEREIRA, F.O.R. *et alii* (Eds.) Anais do ENCAC 99. II Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído e V Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. Fortaleza. Novembro de 1999.

LYLE, J.T. - *DESIGN FOR HUMAN ECOSYSTEMS: LANDSCAPE, LAND USE AND NATURAL RESOURCES*. Washington / Covelo, Island Press, 1999.

MAGALHÃES, A.O. - *COBERTURA VEGETAL E CLIMA URBANO EM FORTALEZA* in PEREIRA, F.O.R. *et alii* (Eds.) Anais do ENCAC 99. II Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído e V Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. Fortaleza. Novembro de 1999.

PAPST, A.L. & LAMBERTS, R. - *DESEMPENHO TÉRMICO DE TRÊS EDIFICAÇÕES EM FLORIANÓPOLIS, SC* in PEREIRA, F.O.R. *et alii* (Eds.) Anais do ENCAC 99. II Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído e V Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. Fortaleza. Novembro de 1999.

SERRA, G.G. - *SUSTENTABILIDADE, ARQUITETURA E ESTRUTURA* . *Revista AU Arquitetura e Urbanismo*. Ano 17. No. 101. São Paulo. Abril / Maio 2002.

SOUZA, J. J. & ARAUJO, V.M.D. - *O AMBIENTE CONSTRUÍDO E A QUESTÃO AMBIENTAL* in PEREIRA, F.O.R. *et alii* (Eds.) Anais do ENCAC 99. II Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído e V Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. Fortaleza. Novembro de 1999.

STEINITZ, C. - *A FRAMEWORK FOR PLANNING, PRACTICE AND EDUCATION* in YOKOHARI Makoto (ed.), *Process Architecture 127*, Tóquio, 1994