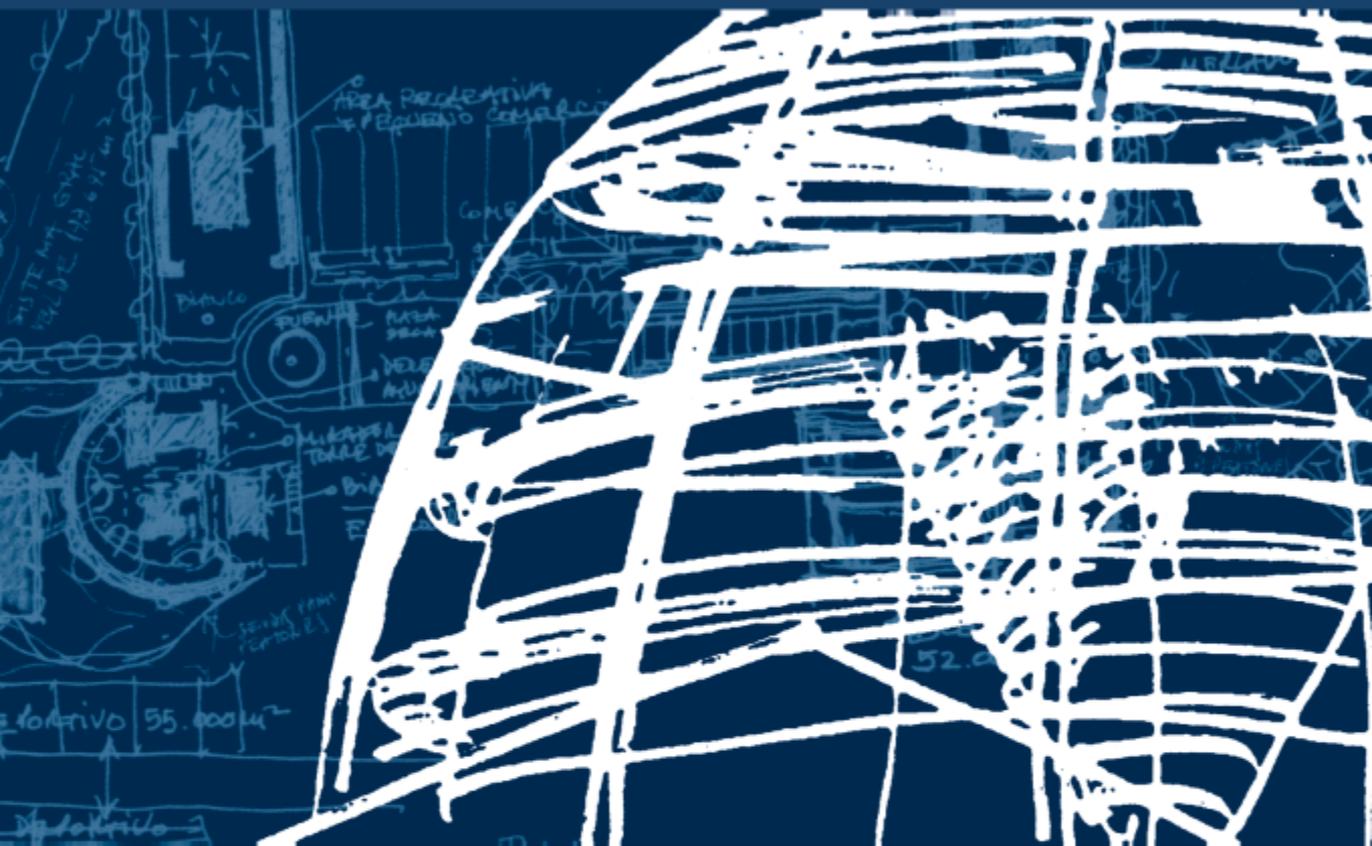
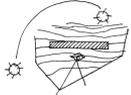
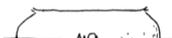
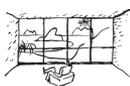
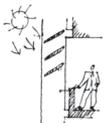
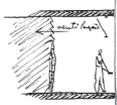


# Ciência & Ambiente



**Conforto Ambiental**

22

3		<b>EDITORIAL</b>
4		<b>PRÓXIMA EDIÇÃO</b>
5		<b>DEL TITANIC AL VELERO</b> NUESTRAS PROPIAS SOLUCIONES <i>Rubén Pesci</i>
19		<b>O CLIMA E A ARQUITETURA BRASILEIRA</b> <i>Andrey Rosenthal Schlee</i>
35		<b>PEQUENA DIGRESSÃO SOBRE CONFORTO AMBIENTAL E QUALIDADE DE VIDA NOS CENTROS URBANOS</b> <i>Paulo Afonso Rbeingantz</i>
59		<b>CIDADE</b> ENERGIA, ARBORIZAÇÃO URBANA E IMPACTO AMBIENTAL <i>Juan Luis Mascaró, Lucia Mascaró e Clarissa M. L. S. Aguiar</i>
73		<b>ENERGIA SOLAR E CONFORTO AMBIENTAL</b> <i>Felix Alberto Farret</i>
91		<b>CONFORTO AMBIENTAL EM UM CONTEXTO DE SUSTENTABILIDADE O PROTÓTIPO ALVORADA</b> <i>Telissa Frenzel da Rosa, Michele de Moraes Sedrez e Miguel Aloysio Sattler</i>
107		<b>HABITAÇÃO ECONÔMICA BIOCLIMÁTICA DE SOLO-CIMENTO PARA A REGIÃO DE CURITIBA, PARANÁ.</b> <i>Espartano Tadeu da Fonseca</i>
121		<b>PONTO DE VISTA</b> LA POLÍTICA AMBIENTAL EN EL NIVEL MUNICIPAL LA CIUDAD DE MONTEVIDEO <i>Mariano Arana</i>
127		<b>INSTRUÇÕES PARA PUBLICAÇÃO</b>
128		<b>INSTRUCCIONES PARA PUBLICACIÓN</b>

## Revista *Ciência & Ambiente*

Universidade Federal de Santa Maria  
Prédio 13/CCNE - Sala 1110 - Campus Universitário - Camobi  
97105-900 - Santa Maria - Rio Grande do Sul - Brasil  
Fones: (55)2208735 e (55)2208444/ramal 30  
Correio eletrônico: ambiente@ccne.ufsm.br

---

Ciência & Ambiente/Universidade Federal de Santa Maria.

UFSM - Vol. 1, n.1 (jul. 1990)- - Santa Maria :

ISSN 1676-4188

Semestral

CDD:605 CDU:6(05)

---

Ficha elaborada por Marlene M. Elbert, CRB 10/951

## UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA

Reitor *Paulo Jorge Sarkis*

Centro de Ciências Rurais *Flávio Miguel Schneider - Diretor*

Centro de Ciências Naturais e Exatas *Edgardo Ramos Medeiros - Diretor*

Editor *Delmar Antonio Bressan*

Editor convidado *Andrey Rosenthal Schlee*

Conselho editorial *Andrey Rosenthal Schlee*

*Beatriz Teixeira Weber*

*Élgion Loreto*

*José Newton Cardoso Marchiori*

*Miguel Antão Durlo*

*Ronai Pires da Rocha*

*Ronaldo Mota*

Análise e revisão de texto *Zília Mara Scarpari*

Editoração de texto e programação visual *Valter Antonio Noal Filho*

Composição da ilustração de capa *Volnei Antônio Matté e Paulo Roberto Souza Garcia,  
a partir de desenhos de projetos extraídos da Revista  
A/MBIENTE (Fundación CEPA - La Plata, Argentina)*

Impressão e acabamento *Editora Pallotti/Santa Maria*

Não há dúvida sobre a atualidade acadêmica e a repercussão social do tema escolhido para a presente edição de *Ciência & Ambiente* – o **Conforto Ambiental**.

Segundo os bons dicionários da língua portuguesa, conforto pode significar um estado, uma experiência ou um consolo, desde que relacionado com as sensações de bem-estar, segurança ou comodidade. Por sua vez, ambiental diz respeito a tudo o que é relativo ao ambiente, ou seja, ao espaço que nos rodeia ou nos envolve por todos os lados, constituindo o meio em que vivemos. Sendo assim, entende-se por conforto ambiental uma sensação que reflete o grau de satisfação com o ambiente natural ou artificial envolvente. O que nos permite falar em satisfação com o ambiente térmico, acústico, lumínico, arquitetônico, urbanístico.

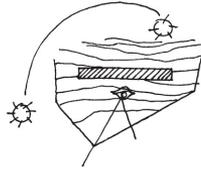
O problema é que, desde os mais remotos tempos, na busca incessante por melhores condições de vida, a humanidade vem modificando a natureza de forma a comprometer e/ou colocar em risco sua própria sobrevivência. Aqui reside a atualidade permanente das discussões em torno do Conforto Ambiental.

Da leitura dos artigos que compõem a 22<sup>a</sup> edição da revista, é possível apreender um sentido comum, uma mensagem unificadora. A de que hoje não é mais possível continuar a planejar e executar, a projetar e construir, a gerenciar e interferir na natureza, sem considerar um conjunto de princípios, valores e posturas que apontem para uma nova relação com o meio ambiente. Relação que deve ser mais integradora e menos predadora, e que exige a compreensão dos limites planetários, bem como de suas fontes de vida e energia – fontes de conforto ambiental por excelência. Aqui reside a repercussão social dos debates sobre o Conforto Ambiental.

Portanto, no limite do projeto editorial de *Ciência & Ambiente*, é essa contribuição que desejamos oferecer aos pensadores e profissionais que tentam construir uma vida melhor para todos e, em particular, aos nossos atentos leitores.

# Próxima edição | C&A | 23

O próximo número de *Ciência & Ambiente* será dedicado ao tema **Divulgação Científica**. Assim, a revista pretende oferecer uma oportunidade para a avaliação do estado atual desse domínio do conhecimento, no Brasil. Para tanto, os editores esperam contar com a participação de profissionais, cientistas ou não, dedicados ao trabalho de divulgação da ciência, em particular da ecologia, e que, além de atuarem em instâncias com esta função específica, já emprestaram valiosa contribuição à tarefa de tornar público o saber científico.



## DEL TITANIC AL VELERO NUESTRAS PROPIAS SOLUCIONES

---

*Rubén Pesci*

El denominado “mercado único mundial”, o la llamada democracia de mercado, está depredando las riquísimas tradiciones locales, y el valor de las iniciativas descentralizadas. Se impone la lógica de una supuesta competitividad libre, que en realidad favorece el monopolio de los más poderosos. Se banaliza el consumo y se anula la diversidad, tanto la biológica como la cultural. Este es un proceso trágico a nivel mundial, consecuencia negativa de la llamada globalización, que además instala una virtualización creciente de relaciones, que ignoran el territorio, o el *genius locis* de cada sitio. Ignoran en definitiva la importancia de la materia (el ambiente, los recursos naturales, las relaciones de la sociedad en su medio) y con ello están provocando la insustentabilidad del futuro, en este único navío estelar humano, que hasta ahora es el Planeta Tierra. Debemos cambiar de la prepotencia del Titanic, un monstruo (Leviatán moderno) que ha demostrado su fracaso ante la incertidumbre de la vida, por la astucia y la inteligencia de los veleros, vehiculos capaces de volver a competir con eficacia en la carrera por la sustentabilidad.

## I

### EL ORIGEN DE LA CUESTIÓN

#### Pensamiento digital, productivismo y negación de la complejidad ambiental

##### Ilustração de abertura

Oscar Niemeyer: estudo de implantação. In: PAPADAKI, Stamo. *The work of Oscar Niemeyer*. New York: Reinhold, 1950.

¿ Cómo se conoce la complejidad?

¿ Qué valores y principios epistemológicos orientan el proceso cognitivo hacia la percepción y la interpretación de la complejidad ambiental, de modo de formarse para intervenir en la gobernabilidad benéfica del ambiente?

Quizás el primer principio es ese “saber no sabiendo”, que autores actuales traducen como sentir/pensar. Se trata de recuperar toda la potencia del intelecto, tanto aquella *racional*, vinculada al pensamiento lógico de la ciencia cartesiana, como aquella *irracional*, vinculada al analógico de la producción artística.

Pero ello depende de una dimensión epistemológica concreta: *la capacidad de relacionar*, hechos materiales y espirituales, científicos y artísticos, tangibles y intangibles; la visión integradora tantas veces añorada desde nuestro mundo actual, y que era la condición cultural, habitual, en el mundo prerracionalista. Los fenómenos sólo se podían explicar en una lógica cosmogónica y cosmológica, donde el tiempo estaba siempre presente en su decurso infinito, y la vida era una sucesión que tampoco tenía fin con la muerte. Los pájaros podían ser dioses, y los dioses pájaros. El agua bendecir, así como curar la sed.

Se entendía sistémicamente la realidad, sin conocer racionalmente la teoría de sistemas, porque se sabía que todas las cosas estaban interrelacionadas entre sí.

El conocimiento se apoyaba en la lógica analógica, capaz de descubrir magistrales soluciones tecnológicas, como las catedrales góticas, con el apoyo de cálculos digitales muy eficientes, pero sobre la base de un conocimiento heurístico, sincrético y un saber artesanal incomparable. En realidad la base del conocimiento era *la percepción y su sistematización empírica*. Y ella permeaba el saber popular (de campesinos y artesanos) y el saber de los líderes (de poetas, cruzados y magos). Y su cultura era unitaria, pues circulaba libremente de una punta a otra de las condiciones sociales.

Es que el pensamiento analógico, por naturaleza, establece ante todo *relaciones*. Las analogías sólo son comprensibles cuando se es capaz de percibir las infinitas rela-

ciones que hacen que dos o más cosas se parezcan o no entre sí, como un aroma que puede hacernos recordar un poema, un sitio o un ser querido. Como un paisaje que puede despertarnos recuerdos de otros paisajes diferentes, sólo porque coinciden sus estímulos estéticos con situaciones semejantes, anteriormente vividas. Las relaciones que la analogía exige para funcionar son intelectuales y sensoriales a la vez, pertenecen a distintos tiempos históricos (como un filme contado en secuencias diacrónicas o alternadas) y hacen funcionar todos los mecanismos de la percepción como los que se viven en la liberación del sueño.

Las relaciones no son lineales sino complejas, caóticas, no son sincrónicas sino más bien diacrónicas, y demuestran que la realidad no se comporta como diagramas de árboles jerárquicos, sino como redes o semi tramas cuyos centros de atracción cambian continuamente.

El Renacimiento continuó la mirada integradora, pero haciendo renacer lo olvidado, la filosofía y la ciencia en sus raíces humanísticas, amplió la percepción de la realidad incorporando también el saber deductivo. Para Dante y los renacentistas italianos, la visión de globalidad nunca fue puesta en tela de juicio, y Leonardo da Vinci quizás sea el apogeo del pensamiento integrador. La literatura del Siglo de Oro recuperó la mirada humana, terrenal, del mundo clásico, pero para ver la misma complejidad de fenómenos que el mundo medieval había reconocido, y por ello tanto Cervantes como Shakespeare supieron ser tan populares como cultos.

En la batalla del pensamiento científico, antes de la hegemonía de Descartes, Francis Bacon sostuvo para el conocimiento una dimensión tan amplia que incorporaba además de la "ratio" el intelecto como modelador de la condición humana.

Pero el cartesianismo se impuso, pues resultó mucho más prometedor como modelo y fórmula. Permitía explicar hasta lo inexplicable y ello siempre trae seguridad. Se consagró entonces, en los albores del Siglo XVIII y mediante la discriminación de todo aquello que pudiera tener sabor a lo inexplicable, el *afán de certezas*, y con él la negación de la complejidad ambiental.

Cuando Sergio Los, uno de los pioneros del ambientalismo, compara al *proyectista del puente* (de finalidad práctica y objetual) con el *proyectista del bosque* (de estrategias abiertas, continuas, procesales) no duda en bregar por éste último, pues sólo así se podrá gobernar la complejidad del bosque.

Pero hace casi tres siglos se optó por los proyectistas de puentes, pues se quiso conseguir muchos resultados prácticos tangibles, desdeñando las complicaciones de la complejidad. Hay que hacer un puente, no importa que cosas una, que si nos complicamos mucho en unir o desunir, el puente quizás no se hará...

Se optó entonces por enfatizar durante estos últimos tres siglos, tres potentes factores de un mismo paradigma: *el pensamiento cartesiano, la ilustración y la sociedad productivista*. La búsqueda de certezas a través de la lógica deductiva produjo el avance de los conocimientos disciplinarios, sectorizando las visiones integradas, y creyó que privilegiando el pensamiento digital y el cálculo de cantidades se podía entender mejor la realidad.

La especialización del conocimiento llevó a creer en la ilustración, y ésta se fue convirtiendo en la elite necesaria para los gobiernos ansiosos de fortalecer su poder económico. La idea de *producto como resultado concreto* sedujo más que la idea de *proceso como rumbo aproximado*. La productividad y su aliada, la máquina, encarnaron el mito del progreso, y las sociedades comenzaron a competir por su capacidad productivista antes que por su calidad cultural y social. Para producir siempre más era necesario ignorar los ciclos de reposición de la naturaleza, y también las vicisitudes humanas.

Ante semejante mito, quizás necesario pero no suficiente, el ambiente como sede de la trama de la vida casi dejó de ser visible. En realidad fue sustituido por otro ambiente, aquél de la cadena de producción, de los cenáculos de especialistas sectoriales, del premio a la inventiva antes que a la integración (de lo cual el premio Nobel ha venido siendo quizás su mayor propagandista). Y al decir de Foucault, la sociedad productivista, la sociedad disciplinaria y luego la sociedad de control, sustituyeron a la sociedad de soberanía, injusta pero de visión integradora y compleja.<sup>1</sup>

Lo que no se ve, no existe, lo que no se hace no es, como sostiene Jean Piaget desde la pedagogía infantil. Y si las clases dirigentes y la elite del pensamiento no veían el ambiente, renunciaban a hacerlo, e hicieron imposible su sustentación.

## **Ilustración, enajenación proyectual y insustentabilidad**

La complejidad ambiental es tal, por la multitud de relaciones que se establecen entre todas las partes de un

<sup>1</sup> DELEUZE, Gilles. *Pour-parlers*. Paris, 1990.

sistema vivo, que cuanto más abierto es, más entropía potencial genera. La ecología, como ciencia de las relaciones, y el pensamiento sistémico superador del mecanicismo, fueron evoluciones gigantescas del conocimiento para explicar lo hasta entonces inexplicable.

<sup>2</sup> CAPRA, Fritjof. *La trama de la vida*. Barcelona: Anagrama, Colección Argumentos, 1998.

Fritjof Capra, en *La trama de la vida*<sup>2</sup>, incluye estos dos antecedentes, junto con la evolución de la filosofía de la incertidumbre y el caos, el pensamiento gestáltico y la psicología, como las bases epistemológicas del cambio de paradigma.

La noción de ambiente como articulación dinámica de todos los factores de la realidad, corporiza ese cambio de paradigma, y por ello es el gran elemento sensible en el cual hoy convergen las preocupaciones del pensamiento de vanguardia, alertado de la creciente insustentabilidad de los ciclos y la trama de la vida, ante la ignorancia o manumisión intencionada de cada pedazo del mismo.

En el ambiente confluyen los impactos y las externalidades de cada fenómeno participante, y si nadie se hace cargo de intentar gobernar las mismas desde una concepción integrada – y esto es particularmente cierto en los sistemas altamente antrópicos – la insustentabilidad es inevitable.

Durante gran parte de los tres siglos de productivismo y sectorialismo, esto se notó poco por la menor globalización que dichos fenómenos cobraban. Fueron muy evidentes las secuelas del industrialismo maquinista en la Inglaterra del carbón, como denunció Charles Dickens, en particular en las grandes urbes de ese país, pero buena parte de Inglaterra seguía siendo pastoril, como lo era la gran parte del mundo.

La ilustración y la confianza positivista en las disciplinas sectoriales creyó que podía controlar esas externalidades puntuales, y que había mucho mundo todavía para seguir explotando y produciendo en ciclos ecosistémicos incompletos.

El resto de la sociedad fue despojada poco a poco de su capacidad de intervención. No eran ilustrados ni especialistas; su supuesta ignorancia – las artesanías y los oficios vulgares fueron desclazados y desplazados de la elite dominante – no podían actuar en las principales tomas de decisiones, y la enajenación de su capacidad de producir proyectos marginó al gran conjunto de la sociedad de la trama concertada de soluciones benéficas que el sistema ambiental reclama.

El caso de Venecia es ejemplar en este sentido: mientras sus ciudadanos eran parte del agua y de su regulación cotidiana, y el gran maestro de las aguas era una especie de primer ministro o sacerdote de la articulación, el delicado equilibrio lagunar-urbano funcionó con alta eficacia. Cuando Venecia quedó en manos del Estado Nacional y la burocracia central introdujo la dominación de la sociedad disciplinar y la sociedad de control, los ciudadanos de Venecia perdieron la gobernalidad de su propio sistema, la sabiduría se fue olvidando y la crisis ambiental se apoderó del frágil ecosistema. Hoy se necesita un gigantesco proyecto para revertir la situación<sup>3</sup>, con recursos económicos casi infinitos, mientras que antes funcionaba sólo con la promoción y la prevención.

<sup>3</sup> Se refiere al Proyecto del Consorzio Venecia Nuova que ya ha comenzado las nuevas y formidables acciones de control y regulación de todo el ecosistema.

<sup>4</sup> Se refiere al Capítulo 2 del nuevo libro de Rubén Pesci, aún inédito, *La vida como proyecto*.

Estamos diciendo que *la enajenación de la capacidad proyectual es la ignorancia más peligrosa*<sup>4</sup>, y por ello la necesidad de esa capacitación proyectual se transforma en un sujeto prioritario de educación. Pero también sostenemos que dicha enajenación ha sido fruto de un diseño político cuanto menos insuficiente para volver sustentable su propio tiempo. Se creyó que era posible centralizar el poder, tanto el político cuanto el económico y el del saber, para que los majores tuvieran la oportunidad de manipular el destino, sin advertir que el despojo del saber de todos los demás, quienes con su saber de lo obvio custodiaban las tramas menores de la vida, iba a generar una gigantesca entropía de la cotidianidad – el caos del tránsito, del uso del suelo, de la seguridad pública, del buen manejo agrario y de todas las demás prácticas sociales difusas – que haría imposible la gobernabilidad.

La complejidad ambiental exige un manejo permanente, *en línea – on line* – con la dinámica de los cambios de los ecosistemas, y *blando – software* – para su adaptabilidad a todo tipo de proceso, y eso es exactamente lo contrario de los procesos de producción industriales, que se planifican fuera de la línea (*off line*) y de manera dura (*hardware*). Este ideal de la concepción previa y la producción sistemática, es el máximo resultado del productivismo positivista, y evidentemente sirvió para fabricar millares de automóviles por mes, millones de heladeras, y tantos objetos de consumo como el productivismo deseaba. Pero su potencia (que como diría Ramón Folch parte de la suposición que lo grande es hermoso y poderoso<sup>5</sup>), esconde la debilidad de su falta de plasticidad ante la belleza de los cambios que requiere la vida. Pues sin esos cambios, plenos de diversidad, de relaciones, de incertidumbres, la vida se achica a un mecanismo y tiende a sucumbir.

<sup>5</sup> FOLCH, Ramón. *Que lo hermoso sea poderoso*. Barcelona: Altafulla, 1991.

## II

### LA RECONSIDERACIÓN

#### Ser, habitar, construir y el compromiso con la vida

Muchos caminos se están intentando para revertir la situación, y seguramente éstos necesitarán de una base filosófica y de nuevas posiciones ideológicas. En esta línea, nuestra elección ha recaído antes en la noción de ambiente como potencialidad, que como restricción.

La gran mayoría de los movimientos ecologistas en el mundo, conscientes de la gravedad de las agresiones a los ecosistemas naturales, ven a los seres humanos como los principales culpables, y por si acaso, adoptan una posición reaccionaria (reactiva), aquello de “todo lo que haces a la naturaleza te los haces a ti mismo”, de la famosa carta del Indio Sioux.

Sin embargo, sin intervención humana habría sido imposible adaptar el mundo a las exigencias de la evolución de la especie. La cuestión no puede ser, naturalmente, un mundo sin hombres, algo absolutamente imposible, y que (por si el absurdo se diera) haría incluso insignificante la misma noción de ambiente, un típico constructo humano... como afirma Paulo Freire cuando sostiene que “no hay mundo sin hombres, ni hombres sin mundo”.<sup>6</sup>

El problema radica en qué, cuándo, dónde, cómo, para quién, por qué intervenir, para saber si, al decir de Ernesto Sábato, estamos frente a un proyecto ambiental maléfico o benéfico.<sup>7</sup> Porque, como sostuvo Heidegger, *no se es si no se habita y no se construye*, y por tanto es impensable negar la condición humana, siendo en cambio el desafío la reorientación de sus inmensas potencialidades hacia un diálogo proactivo como parte de la trama de la vida.

Se trata en definitiva de un compromiso integral con la vida, no sólo intelectual sino también sensorial, vida que es la naturaleza en todas sus formas: hombres, plantas, animales, gea, biosfera. Sólo en ese compromiso integral radica la solidaridad, que no es otra cosa que la comprensión de ser parte de los ciclos de la vida, asumiendo la necesidad de la diversidad y las articulaciones que garantizan su interrelación.

La virtualidad, el producto histórico más refinado del pensamiento digital, parece poder prescindir de la vida pues es capaz de reproducir todo. El diálogo del hombre con la realidad a través de la pantalla informática, o de la televisiva, como advierte Sartori<sup>8</sup>, resulta omnipotente en apariencia,

<sup>6</sup> FREIRE, Paulo. *Pedagogia della liberazione*. Italia: EINAUDI, 1971.

<sup>7</sup> SÁBATO, Ernesto. Reportaje, separata *Revista Ambiente* 21, Fundación CEPA, La Plata, 1981.

<sup>8</sup> SARTORI, Giovanni. *Homo videns: la sociedad teledirigida*. Madrid: Taurus, 1988.

pues todo lo puede simular o elegir con la potestad del *zapping*. Pero en realidad es la comodidad de la soledad, que sólo se tiene a sí misma.

Ver el ambiente como potencialidad implica asumir la condición humana como custodio de la trama de la vida, algo muy diferente de dueño y factótum de cualquier actuación sobre la misma, pero en la medida en que se direccionalice nuestro potencial hacia esas potencialidades benéficas.

El ambiente es un gran potencial, una vez asumido como el paradigma de cambio, porque no existe como tal sino como constructo cultural, pero en la medida en que como tal asuma no sólo la dimensión económica como su capital esencial, sino todos los tipos de capital, el social, el cultural y el natural. La potencialidad ambiental derivará de la comprensión del ambiente como paradigma que encuentra su realización en la articulación de todos esos tipos de capitales, y es fácil imaginar el poder de cambio de una sociedad construida sobre esas nuevas bases.

El ambiente no es, se hace, con las infinitas interpretaciones, movimientos, cambios y desafíos que supone la condición de la vida, en todas las especies y en especial entre los humanos. Es por ello que propugnamos la proyección ambiental, antes como una filosofía de vida que como una práctica tecnológica, desde los conocimientos más obvios, enraizados en la historia y en los ciclos de la naturaleza, a los más transdisciplinarios y refinados.

Proyectar el ambiente es asumir que el ambiente es en sí mismo un proyecto continuo y que sólo si somos capaces de navegar a su balanceo, con capacidad de gobernabilidad pero también de sabio goce y aceptación de sus leyes, podremos comenzar a ser parte de él y de su proceso evolutivo.

Nada más alejado entonces de la noción de ambiente y de su modelación (que llamaremos proyección) que dedicarse a diseñar y producir objetos terminados en sí mismos, pasibles de consumo indiscriminado, sin locus condicionante y sin destinatarios participantes. Estamos aprendiendo que debemos intervenir, modelando-proyectando procesos del ambiente, helicoides sin principios ni fin. Y por ello es fundamental asumir que el mismo ambiente, su propio paradigma, es un proyecto permanente.

Ver el ambiente como potencial nos lleva hacia el compromiso no sólo de proyectar el ambiente, sino de vivirlo como un proyecto permanente. De nuestra originaria convicción del proyecto del ambiente, vamos en camino ya de *asumir el ambiente como proyecto*.

## Sólo construye quién habita

¿ Quiénes están en condiciones de construir cada ambiente?

Así como la comunicación sólo se establece en el diálogo emisor-receptor, la interacción de la sociedad con su ambiente sólo se establece participando en su construcción. Y además en una construcción cuya epopeya – como decíamos al principio – sólo puede ser asumida con el compromiso del que habita dicha construcción. El compromiso de los ciudadanos con su ciudad, de los paisanos con su paisaje y su país.

No es sólo una cuestión ética sino también una cuestión de praxis, esa muy olvidada relación entre teoría y práctica, clave en la generación de un conocimiento profundo y concreto. Quién no habita tiene profundos desconocimientos para construir su ambiente, quedando eso sí como cuestión a resolver, qué significa habitar, lógicamente evitando también los riesgos del provincialismo (localismo ciego) tan imposible como absurdo en los tiempos que vivimos.

Para construir con esa profundidad no son suficientes los conocimientos *ex situ*, típicos de la ciencia de laboratorio, que trabaja básicamente desde la lógica deductiva experimental. Se vuelve prioritaria la praxeología, como proceso estratégico de reflexionar haciendo, típico de las culturas del trabajo y el arte, en la línea de aquel arte de construir que sabía alterar sin danñar, innovar sin deprender.

No debe confundirse este profundo saber de la praxis con la actitud del consultor externo, esa práctica tan difundida en la así llamada cooperación internacional asistencialista y tanpreciada por la globalización medida en el éxito. Es cierto que hace falta la cooperación y que a veces es bueno traer un gran creador para asistir a una sociedad que no los posee; pero la excepción puede transformarse en regla, y si esos externos sustituyen a los internos el resultado es la alienación para los locales y la sumisión al colonialismo cultural de los externos.

Deben modelar su ambiente, regulando su tendencia a la entropía y la ingobernabilidad, ante todo, quienes lo habitan; y para ello se necesita del proyecto como liberación y de la cultura del proyecto como aprendizaje de la cultura de la sustentabilidad, comprometida con la salvaguarda del ambiente.

## Pensamiento analógico, relaciones y cultura ambiental

<sup>9</sup> Se refiere al pensamiento del filósofo Giulio Carlo Argan, expresado en su libro *Proyecto y Destino*. Roma: Feltrinelli, 1970.

Ejercer el proyecto es conducir la nave del destino.<sup>9</sup> Y sólo si se pasa del proyecto individualista, que quiere conducir a su antojo su nave personal, sin medir los choques o impactos entre múltiples naves sin gobernabilidad concertada, al proyecto social solidario, podrá ser alcanzable una nueva cultura comprometida hacia la sustentabilidad.

Para ello es necesario un gigantesco esfuerzo de recuperación del pensamiento analógico, ya mencionado al inicio de este ensayo. ¿Qué es el pensamiento analógico? A riesgo de repetirme en conceptos ya planteados, es usar las facetas más sensibles del intelecto, la memoria, los sentidos, el reconocimiento histórico y la capacidad de comparación, para conocer la dimensión compleja de la realidad. Todas las analogías que un acontecimiento tiene con otro, que un ecosistema presenta con otros, y que otorgan una incomparable información sobre similitudes, diferencias, rangos, en aspectos menos racionales y abstractos, pero más sensibles y concretos. Es el tipo de pensamiento que domina en los primeros años de la infancia, donde las relaciones espacio temporales son rápidamente aprendidas por el niño y le dan múltiples conocimientos para incluirse en la vida compleja. El tipo de conocimiento que guían la comprensión y la creación artística, y es así porque analógicamente es más directa la obtención de una síntesis, que se induce o se intuye por cultura analógica, y entonces vehiculiza el camino sincrético.

Los procesos de percepción compleja de la realidad, y de síntesis para captar sus relaciones esenciales, son antes de tipo analógico que digital. Pertenecen a la modalidad de cultura que el cartesianismo y la Ilustración bajaron de categoría, como el arte y el artesanado, el saber popular y los lenguajes vulgares. La riqueza del saber de lo obvio, que atesora patrones sensatos de manejo de la realidad que todos pueden compartir, custodiar y por lo tanto proyectar.

Se trata del sentido de las cosas, en la línea de ese sentir/pensar al cual aludimos al inicio. Lo obvio puede también ser reinterpretado como el saber *predisciplinario*, fruto empírico de millares de actos volitivos y también racionales, pero incluidos fenomenológicamente en todas las relaciones de la vida, que no pueden ser reducidas a algunas arbitrariamente preseleccionadas.

Si se piensa por analogías, el pensamiento visual resulta una forma clave de percibir las complejas relaciones ambientales; como en el famoso ejemplo de Herbert Read que aclara la diferencia entre el reloj digital, cuya precisión oculta la reflexión sobre las posiciones en el día y la noche, y el reloj por cuadrantes, que educa a establecer relaciones.

El problema no es eliminar el 5% de conocimiento racional, deductivo, analítico, digital que incorpora el ser humano después de la niñez (según asevera Piaget), sino recuperar el 95% de conocimiento sensitivo, inductivo, sintético, producto de las reflexiones analógicas, que aprehende el niño en sus primeros años de vida. El universo cognoscitivo que se libera como energía insospechada desde la mirada analógica, y la percepción como su instrumento principal, permiten comprender la complejidad y poder actuar en consecuencia. Esa posibilidad de recuperar armonías, de integrar la estética, de asumir la ética social, que resulta muchas veces invisible o inapreciable para quien perdió esa facultad.

### **Pensar haciendo y la cultura del proyecto**

La educación es quizás el único modo de tender hacia una cultura ambiental. La educación para aprender de la complejidad, o aprender a aprender. Sabemos que esa educación debe ser transversal, pues atraviesa todas las líneas de conocimiento (que desde el positivismo, pretendieron se clarificara disciplinariamente), con modalidad de investigación acción, para nutrirse de la aproximación directa a la realidad del manejo ambiental.

Más adelante volveremos sobre el tema, pero el diálogo de saberes de las culturas ancestrales, aquellas que demuestran su capacidad de comprender la complejidad ambiental, se presentan siempre como la potencia de la percepción predisciplinaria (anterior a las disciplinas actuantes) y la aventura científica de la transdisciplinarietà (posterior a las disciplinas actuales, porque las reintegra y supera). El cantautor Caetano Veloso en una de sus canciones recientes definió poéticamente la inmensa potencia del saber de lo obvio: "(...) Y lo que en este momento se revelará a los pueblos sorprenderá a todos, no por ser exótico, sino por el hecho de haber siempre estado oculto cuando no es más que lo obvio (...)"<sup>10</sup>.

Y si la educación es y será siempre el vehículo del conocimiento, o el procedimiento para adquirirlo, bregamos ahora por una educación diferente, que se propone

<sup>10</sup> Se refiere a la canción "El indio".

<sup>11</sup> TONUCCI, Francesco. *La ciudad de los niños*. Buenos Aires: Losada, 1996.

unir lo desunido, relacionar lo arbitrariamente separado. Por ello la importancia creciente que ha tomado la educación ambiental (que al decir de Francesco Tonucci<sup>11</sup> puede dominarse educación a secas) y las nuevas líneas de la educación.

En realidad se está siempre hablando de una educación que significa aprender haciendo, reflexionar haciendo, en la línea en que vienen experimentando los programas de educación más modernos, como el camino más fértil hasta ahora encontrado para una pedagogía de la complejidad ambiental: *la educación por proyectos*. Porque, como sostuvo Piaget, “sólo la acción genera conocimiento”. Se trata, entonces, de pensar haciendo, utilizando todos los procesos de conocimiento, donde los analógicos aumentan la potencia y sobre todo la capacidad de percepción integral. Pero lo más importante es que ese pensar haciendo lleva a reintroducir para la utopía ambiental (el ambiente como potencialidad) toda la dimensión de la cultura del proyecto. Proyecto que requiere de un escepticismo proactivo, en lugar de la cultura del espectador o del espectáculo (el *homo videns* de Giovanni Sartori), dominada por la actitud pasiva del receptor.

Para una cultura ambiental, basada en redes, para actuar en la trama de la vida, asumiendo su complejidad, es necesaria la participación de todos sus actores sociales, quienes paulatinamente van reconquistando su capacidad de ser *autores sociales*. Para una cultura ambiental es necesario desarrollar la cultura del proyecto, y a ello se dedica nuestro principal esfuerzo formativo desde hace casi 20 años.

### III

## EPÍLOGO

### El ambiente como proyecto: del Titanic al velero

La gobernabilidad de los procesos ambientales puede parecer obvia, pues en realidad se asemeja al decurso de nuestra propia vida, a las técnicas blandas que usamos para adaptarnos a la realidad sin perder nuestros ideales. Pero es que de eso mismo se trata: de la recuperación de lo obvio, como proclama el cantautor Caetano Veloso, del saber aprendido analógicamente, como parte esencial frecuentemente olvidada del conocimiento de la realidad.

Puede parecer un modelo de actuación demasiado obvio, como la navegación a vela, que tanto resultado ha dado desde hace milenios, frente a la prepotencia tecno-

lógica que nos llevó a producir gigantes como el transatlántico Titanic. Pero la tragedia de este último, tan presente en estos días por los medios de comunicación masivos, revela la fragilidad y habla de la insustentabilidad de los artificios mecánicos.

El Titanic desafió a la naturaleza, pero sucumbió frente a un accidente imprevisto de la misma. Además, aunque no sucumba, genera infinitas externalidades negativas y costos enormes iniciales de producción, que el mundo ya pagó suficientemente con la exageración de esta experiencia de monstruos mecánicos que pretenden emular la vida. Además, requiere de una férrea conducción centralizada por ilustrados del mar, acompañados de una multitud de instrumentos serviles (hombres o máquinas). El proyecto es de pocos iluminados, y cualquier falla es irreparable.

En la tan publicitada película *Titanic*, aunque en forma algo folletinesca, se denuncia la cuasi ridiculez de la pretensión de perfección tecnológica. Las fallas humanas, las incertidumbres ambientales, los así llamados factor humano y factor ambiental en el riesgo, se muestran tan crudamente como para desalentar a cualquier aprendiz de brujo...

Lewis Mumford denominó Leviatán, aludiendo al monstruo mitológico, a estos engendros del industrialismo metalúrgico<sup>12</sup> y más recientemente Ramón Folch, vinculando ese industrialismo insustentable a lo grande y poderoso, propuso proactivamente superarlo no mediante su temor mítico y el elogio de que lo pequeño es hermoso (Schumacher) sino por "*que lo hermoso sea poderoso*"<sup>13</sup>.

Los veleros, quizás la metáfora más universal de algo poderoso pero hermoso, toman en cambio su potencia de la naturaleza, saben dónde quieren llegar pero aceptan navegar en las contingencias y la incertidumbre, casi no producen externalidades; estimulan la creatividad de todos sus tripulantes, pues impulsan el esfuerzo conjunto, el riesgo y la inventiva. Se basan en la destreza y no en la fuerza. Adquieren velocidad por la calidad y no por la cantidad. Son proyectos ambientales, de una cultura ambiental. Son la imagen mejor que proponemos para el cambio.

El ambiente como proyecto, o la utopía ambiental, nos está llevando a concebir epistemológicamente la proyectación ambiental. Si en este camino estamos desde inicios de la década del 70, necesitamos casi dos décadas para que recién en 1989 nos atreviéramos a plantear formalmente una pedagogía de la proyectación ambiental. Este tema, el centro de nuestro accionar pedagógico desde hace

<sup>12</sup> MUNFORD, Lewis. *La cultura de las ciudades*. Buenos Aires: Editorial Infinito, 1966.

<sup>13</sup> FOLCH, Ramón. *Op. cit.*

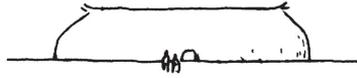
ya veinte años, es el origen de toda la concepción teórica, conceptual y metodológica del Foro Latinoamericano de Ciencias Ambientales – FLACAM (en definitiva, de su cambio epistemológico), ha venido construyéndose con el testimonio de las búsquedas convergentes de muchas miradas y experiencias, hacia este aprendizaje para afrontar la complejidad.

Proyectar el ambiente es dialogar con sus vientos y corrientes, con las tormentas y las calmas, en un manejo continuo y sensible, *on line* y *software*, con una tripulación participativa y aguerrida, que gusta de navegar. Es dialogar con la diversidad y establecer delicadas relaciones; es evitar excesos y capturar (no dilapidar) toda energía potencial. Es aprovechar la escasez y rechazar todo derroche.

¿ El aprendizaje para navegar a vela? ¿ El aprendizaje para saber ser parte de la trama de la vida y así evitar las externalidades negativas, los impactos negativos?: *toda otra escuela, toda otra universidad*. Se debería acelerar el cambio, antes que tantos Titanic desbocados empiecen a chocar entre sí.

**Rubén Pesci** es arquitecto. Creó y dirigió Cursos de Post-grado de Proyección Ambiental desde 1980 (Universidad de Belgrano, Buenos Aires) y desde la creación de FLACAM (Foro Latinoamericano de Ciencias Ambientales), en 1989, dirige la Carrera de Especialización en Desarrollo Sustentable, Cátedra UNESCO.

[flacam@satlink.com](mailto:flacam@satlink.com)



# O CLIMA E A ARQUITETURA BRASILEIRA

---

*Andrey Rosenthal Schlee*

Muito se tem escrito sobre a arquitetura brasileira, particularmente sobre a qualidade das obras contemporâneas. Essa produção revela, de modo geral, que os arquitetos nacionais perderam o rumo. Ou que o rumo que orienta a maioria dos profissionais identificados com a construção no Brasil é pautado pela desconsideração em relação às questões ambientais. Postura incoerente e intrigante, que deixa antever apenas parte da grande crise que atravessa a arte de Oscar Niemeyer e de Lúcio Costa. Crise que será superada somente quando, a partir de uma revisão histórica abrangente, os arquitetos se preocuparem em trabalhar em harmonia e a favor da realidade e do contexto em que se inserem.

*Ilustração de abertura*

Habitação indígena, desenho de Lúcio Costa. In: COSTA, Lúcio. *Registro de uma vivência*. São Paulo: Empresa das Artes, 1995.

<sup>1</sup> WILDE, Oscar. *Stories, plays, poems, essays*. London: Collins, 1963. p. 909.

<sup>2</sup> RYKWERT, Joseph. *La casa de Adán en el Paraíso*. Barcelona: Gustavo Gili, 1999.

A natureza é tão desconfortável. A grama é áspera, irregular e úmida, e cheia de horripilantes insetos pretos... Se a natureza fosse confortável, o gênero humano jamais teria inventado a arquitetura...<sup>1</sup>

Em 1753, o jesuíta Marc-Antoine Laugier, em seu *Essai sur l'architecture*<sup>2</sup>, convidou o leitor a imaginar as formas de construção da *cabana primitiva*, o mito de origem da arquitetura. Argumentou que o homem, nos tempos primitivos, sem nenhum ajuda a não ser do próprio instinto, sentiu necessidade de buscar um lugar para se fixar. Inicialmente, encontrou um belo campo junto a um arroio. Recostou-se sobre as brilhantes cores desse tapete e só pensou em desfrutar em paz das dádivas da natureza. Não lhe faltava nada, não desejava nada... No entanto, não tardou, começou a ser importunado pelo calor do sol, obrigando-se a buscar algum refúgio. Um bosque vizinho pareceu o local apropriado e, no seu interior, encontrou o frescor e a sombra desejados. Estava novamente satisfeito. Com o passar do tempo, pesadas nuvens cobriram o céu e uma terrível chuva começou a cair sobre o bosque delicioso. O homem, inadequadamente protegido pelas folhas, não sabia como se defender daquela incômoda umidade que o atingia por todos os lados. Por fim, encontrou uma caverna. Sentindo-se abrigado da chuva, ficou satisfeito com sua descoberta. Porém, outros fatores contribuíam para que este local fosse desagradável. Passou a viver na escuridão e a respirar um ar insalubre. Finalmente, decidido a corrigir a natureza, abandonou a caverna e tratou de construir uma morada, que o abrigasse e não o sepultasse. Alguns ramos encontrados na floresta lhe sugeriram um bom começo. Escolheu os quatro galhos mais fortes e os colocou perpendicularmente ao solo para formar um quadrado. Sobre estes, apoiou outros quatro transversais e mais alguns inclinados. Criou uma espécie de estrutura de apoio, logo coberta por folhas bastante grossas, capazes de garantir proteção dos excessos da chuva e do sol. Nascia a arquitetura, o homem havia construído um abrigo...

Para o abade Laugier, estava criado o “modelo a partir do qual todas as grandezas da arquitetura foram imaginadas.” Não foi o único a pensar desta maneira. Sua teoria pode ser diretamente conectada à do arquiteto romano Marco Vitruvius Polião. Foi ele, em *De Architectura libri decem* (801 a 900 a.C.<sup>3</sup>), quem estabeleceu a hipótese da origem da arquitetura, considerando a construção da cabana primitiva. “Primeiramente erguidos os esteios e interpostas as vergôntes, cobriam as paredes com barro. Outros cons-

<sup>3</sup> Sobre o tratado *De Architectura*, ver a edição da Hucitec de 1999. Trata-se da primeira tradução para o português, com introdução do arquiteto Júlio Katinsky.

truíram paredes fazendo secar terras lamacentas ligando-as com peças transversais de madeira e, para evitar a chuva e o calor, cobriram-nas com caniços e folhagens. E depois que, por ocasião do inverno, as coberturas não puderam conter as chuvas, fizeram conduzir as águas pluviais por tetos inclinados instalando cumeeiras revestidas de barro.”<sup>4</sup>

<sup>4</sup> POLIÃO, Marco Vitruvius. *Da arquitetura*. São Paulo: Hucitec, 1999. p. 71.

Fruto de uma tradição comum, as duas versões explicam o surgimento da arquitetura a partir da necessidade do ser humano de buscar proteção contra as forças da natureza. Neste sentido, a arquitetura pode ser encarada como sinônimo de *abrigo*, ou seja, o “lugar onde o homem pode ficar e que constitua um meio de proteção contra a intempérie, a chuva, o vento, frio ou calor excessivo e a neve.”<sup>5</sup> Para criar seus abrigos, o homem necessariamente acaba interagindo e intervindo na natureza. Fazendo-o, gera partidos arquitetônicos, que nada mais são do que uma consequência formal (física e material) da intervenção desejada. Consequência derivada de uma série de condicionantes ou determinantes, tais como a técnica construtiva a ser adotada, as características do sítio de intervenção, o programa de necessidades a ser respeitado, o clima local, entre outros.

<sup>5</sup> CORONA, Fernando & LEMOS, Carlos. *Dicionário da arquitetura brasileira*. São Paulo: Edart, 1972.

No entanto, encarar arquitetura como sinônimo de abrigo implica uma simplificação, já que ela pode (e deve) assumir inúmeras outras funções, além de garantir a proteção do ser humano. Sendo assim, nunca é demasiado repetir Lúcio Costa, que definiu a arquitetura como “construção concebida com uma determinada intenção plástica, em função de uma determinada época, de um determinado meio, de um determinado material, de uma determinada técnica e de um determinado programa.”<sup>6</sup>

<sup>6</sup> COSTA, Lúcio. *Sobre Arquitetura*. Porto Alegre: CEAU, 1962. p. 113. Ver também, na mesma publicação, a memória descritiva da Universidade do Brasil (p. 67).

É impossível trabalhar corretamente um *determinado meio* sem considerar os fatores e os elementos climáticos que o caracterizam. Os primeiros dão origem ao clima que se verifica em um ponto restrito do território (cidade, bairro, rua etc.); os últimos, são aqueles que representam os valores relativos a cada tipo de clima<sup>7</sup>. De um lado temos a topografia, a vegetação e a superfície do solo; de outro, a temperatura, as precipitações, a umidade e a movimentação do ar. Existem ainda os fatores climáticos globais, que dão origem ao clima no planeta (radiação solar, latitude, longitude, altitude, ventos e massas de água e terra). Os fatores e os elementos interagem e atuam de forma conjunta.

<sup>7</sup> ROMERO, Marta Adriana Bustos. *Princípios bioclimáticos para o desenho urbano*. São Paulo: Projeto, 1988.

Com a intenção de criar as condições necessárias para a existência de vida material na sociedade, o homem acabou se estabelecendo nos mais diferentes meios geográficos, criando uma variedade de modos de produção dos meios de

sua existência. Ao atuar sobre *determinado meio*, o ser humano de modo geral – e o arquiteto de modo específico – contribuem para modificar os fatores climáticos locais (terraplanagem, desmatamento, impermeabilização do solo etc.) e/ou controlar ou amenizar os efeitos dos elementos climáticos (condicionamento de ar, por exemplo).

Vitrúvio dedicou um capítulo de seu livro às condições climáticas e à disposição das construções. Afirmou que os edifícios só estariam corretamente dispostos, quando observados o clima e a orientação solar do sítio; e defendeu a necessidade de se construir diferentes gêneros de edificações, porque “numa região a terra é envolvida de perto pela trajetória do sol, noutra afasta-se consideravelmente dela...”<sup>8</sup> Para ele, todos os homens, e não apenas o arquiteto, têm capacidade para examinar e analisar a qualidade de uma obra, porém, existe uma diferença entre estes e aqueles: os homens comuns apenas sabem apreciar o valor de uma edificação quando já concluída, enquanto o arquiteto pode antever a solução final do projeto em relação a sua beleza, utilidade e conveniência. É esta antevisão que permite ao profissional trabalhar, de forma sempre satisfatória, com aqueles fatores que determinam e/ou condicionam sua obra. “Toda a arquitetura de qualidade apresenta um equilíbrio entre seus três componentes básicos: funcionalidade, boa construção e preocupação estética. A má arquitetura sempre privilegia excessivamente um desses três componentes, tornando-se mera instrumentalidade, tecnologia ou formalismo.”<sup>9</sup>

Em 1500, o mundo português e europeu tomou conhecimento de uma nova realidade, a do mundo tupi-guarani. Os membros da frota de Pedro Álvares Cabral surpreenderam-se ao vislumbrarem os nativos da terra, todos pardos, avermelhados, bem feitos, de bons rostos e bons narizes. Gente nua, que não cobria as suas vergonhas. O contraste foi tão grande, que Pero Vaz de Caminha chegou a imaginar que os índios não possuíam casas ou moradas, e que viviam ao ar livre, simplesmente aproveitando e recebendo o que de melhor a natureza tinha para lhes oferecer. Não estava de todo errado...

A carta que Caminha redigiu ao rei D. Manuel I, é considerada como a certidão de nascimento do Brasil. Não apenas descreve os índios e as belezas da terra como apresenta as primeiras informações sobre a arquitetura do local. Encontraram uma maloca, com cerca de nove a dez casas, todas muito compridas, “do tamanho da nau capitânia.” Eram construídas de madeira e cobertas de palha. O inte-

<sup>8</sup> POLIÃO, Marco Vitruvius. *Da arquitetura*. São Paulo: Hucitec, 1999, p. 143. Ver também POLIÃO, Marco Vitruvius. *Los diez libros de arquitectura*. Madrid: Alianza, 2000.

<sup>9</sup> MAHFUZ, Edson. Muita construção, pouca arquitetura. *Arquitetura e Urbanismo*, São Paulo, n. 32, 1990, p. 63.

rior – com uma única peça de razoável altura – era apenas dividido por muitos esteios nos quais dependuravam suas redes. “Debaixo, para se aquecerem, faziam seus fogos. E tinha cada casa duas portas pequenas, uma num cabo, e outra no outro.”<sup>10</sup>

<sup>10</sup> CAMINHA, Pero Vaz de. Carta. In: PEREIRA, Paulo Roberto (org.). *Os três únicos testemunhos do descobrimento do Brasil*. Rio de Janeiro: Lacerda, 1999.

Uma arquitetura bastante diferente daquela construída e/ou conhecida em Portugal. Diferente, inclusive, do modelo de cabana primitiva imaginado por Vitruvius e reelaborado por Laugier. Uma arquitetura destinada a durar pouco tempo, aproximadamente cinco anos, mas que refletia toda a sabedoria, os costumes, as tradições e os aspectos de organização social dos povos tupis. Os antropólogos a descreveram como um “casulo” – toda de material vegetal, de forma arredondada e planta retangular, não havendo separação entre teto e paredes. Construídas para abrigar famílias extensas, as casas respondiam, de maneira satisfatória, a todas as necessidades de seus moradores. A palha espessa protegia o interior da chuva, do vento e sobretudo do sol. Quando fazia frio, era aquecida pelo calor das fogueiras. No calor excessivo, bastava afastar as folhas de *broto de babaçu* e deixar que a corrente de ar refrescasse o ambiente. Para o índio das regiões tropicais do Brasil, o importante é o isolamento do calor do sol, por isso optaram por uma construção fechada, com apenas duas pequenas aberturas que servem de portas. Uma arquitetura construída, testada e vivenciada ao longo de centenas de anos e que, portanto, sofreu processos lentíssimos de transformação ocorridos pela acumulação de pequenas alterações quase imperceptíveis em cada geração. “Contribui, provavelmente, para este conservadorismo, o fato de que o saber técnico, sendo implícito no nível tribal, só pode reter o acervo das experiências do passado pela repetição fiel de cada item formal.”<sup>11</sup>

<sup>11</sup> RIBEIRO, Darcy (org.). *Suma etnológica brasileira*. Petrópolis: Vozes/Finep. vol. 3, 1986. p. 30.

A arquitetura indígena brasileira, excluindo seus aspectos puramente formais e tecnológicos, pode ser caracterizada: (a) por uma boa resposta ao contexto em que se insere, ou seja, clima, topografia, paisagem natural, oferta de materiais etc; (b) pela existência de normas implícitas, não codificadas, de como fazer ou não fazer as coisas; (c) pela ausência de um desenho ou de um projeto imaginado ou elaborado antes da edificação; e (d) pela ausência de um profissional responsável pela materialização da obra.

Inúmeros foram os historiadores que, ao estudarem a arquitetura nacional, desconsideraram a contribuição indígena. Talvez o exemplo mais emblemático seja o de Sylvio de Vasconcellos, ao afirmar que no período colonial não

<sup>12</sup> VASCONCELLOS, Sylvio de. *Arquitetura. Dois estudos*. Porto Alegre: IEL, 1960. p. 63.

houve uma arquitetura brasileira, graças à “falta de tradições locais imposta pela ausência de civilizações pré-cabralinas”<sup>12</sup>, e pelo grande afluxo de portugueses que transplantaram para o Brasil a arquitetura reinol. No entanto, mesmo Vasconcellos aceita a idéia de que tal arquitetura era adaptada, “quando possível”, ao novo meio ambiente, o que lhe conferia um caráter luso-brasileiro.

<sup>13</sup> LEMOS, Carlos. *O que é patrimônio histórico*. São Paulo: Brasiliense, 1982. p. 15.

O que se estabeleceu foi um processo de transculturação, caracterizado pelo jogo de influências múltiplas entre as duas culturas que se encontravam. “As primeiras habitações feitas pelos portugueses, por exemplo, nas suas novas feitorias, mostram que tiveram eles que recorrer à experiência indígena em suas construções. Vemos o sistema construtivo vernáculo do índio (...) ser utilizado para satisfazer programa de necessidades europeu...”<sup>13</sup> As diferenças ambientais eram tantas e tão grandes que, pode-se dizer, desde o primeiro momento, o colonizador teve que buscar algumas formas de sobrevivência, o que implicou a apropriação daquelas já consagradas no local. Caio Prado Jr., na sua obra clássica *Formação do Brasil Contemporâneo*, sublinha que havia uma falta de “predisposição, em raças formadas em climas mais frios e por isso afeiçoadas a eles, em suportarem os trópicos e se comportarem similarmente neles. Mas falta de predisposição apenas, e que não é absoluta, corrigindo-se, pelo menos em gerações subseqüentes, por um novo processo de adaptação”.<sup>14</sup> Hoje é lícito afirmar, com toda a certeza, que foi o índio quem ensinou o europeu a viver nos trópicos.

<sup>14</sup> PRADO JR., Caio. *Formação do Brasil Contemporâneo*. São Paulo: Brasiliense, 1981. p. 27.

A ajuda indígena aos primeiros colonizadores portugueses foi de valor inestimável. O branco tomou emprestado do índio a rede, a mulher, a canoa e comeu a mesma comida. Conheceu a mandioca, a farinha daquela raiz brava e saboreou pela primeira vez o suco refrigerante do caju. Embriagou-se com o caldo fermentado do milho mastigado e bebeu a fumaça do petum. Até bicho-de-taquara comeu. Na ausência de materiais beneficiados, na carência de mão-de-obra especializada, nos primeiros tempos, o tejuar do bugre pareceu palácio.<sup>15</sup>

<sup>15</sup> LEMOS, Carlos. *Cozinhas, etc.* São Paulo: Brasiliense, 1978. p. 37.

Em meio a tanta improvisação, síntese e mistura de elementos – que caracterizaram o processo de transculturação brasileiro – é fundamental destacar que junto com os portugueses, chegaram ao Brasil as primeiras normas sobre como construir, os primeiros arquitetos e mestres de obras, bem como os primeiros projetos arquitetônicos. Situação que colocaria em xeque uma das características básicas da

arquitetura que se fazia até então: a da boa resposta ao contexto onde se inseria.

Ao longo de todo o período colonial, foram depurados aqueles que seriam considerados como os primeiros tipos de moradia urbana brasileira, ou seja, as chamadas casas térreas *de porta e janela*, *de meia morada* e *de morada inteira*, além dos sobrados. Tipos que se repetiram e difundiram por todo o Brasil, já que originados e diretamente relacionados com os padrões de lotes de então (estreitos e profundos). Residências, ricas ou pobres, sempre construídas sobre o alinhamento, sem nenhuma espécie de recuo lateral, com a *fachada principal* debruçada sobre a via pública e a *fachada de fundos* olhando para um quintal. Uma apoiando a outra, as casas se repetiam e desenhavam as tortuosas ruas de nossas vilas pioneiras. Os compartimentos voltados para as vias eram destinados ao comércio ou aos ambientes de contato social (*sala de fora*, nossa atual *sala de visita*); enquanto os voltados para os quintais eram destinados ao trabalho doméstico e de convívio familiar, território de domínio feminino (*sala de dentro* ou *varanda*). Entre as duas áreas ventiladas e iluminadas naturalmente, concentrava-se um conjunto de espaços resguardados, mas intercomunicantes, o das *alcovas* (pequenos compartimentos sem janelas que tradicionalmente serviam de dormitórios).

Nas residências *de porta e janela*, os diferentes cômodos se encarreiravam, um atrás do outro, da frente aos fundos do lote; nas *de meia morada*, uma circulação lateral ligava diretamente o salão à varanda; e nas residências *de morada inteira*, o programa era rebatido e a circulação passava a ser central. Os sobrados apresentavam pouca variação: o pavimento térreo era destinado ao comércio, a alguma oficina artesanal ou aos escravos, enquanto o pavimento superior (assoalhado) comportava a moradia do proprietário (repetindo os esquemas de distribuição tradicionais).

Nas áreas rurais, as moradias se fizeram maiores e assumiram diversos partidos abertos ou fechados, apontando para uma certa regionalização da arquitetura. No entanto, as *alcovas* continuam presentes, ainda isolando seus usuários do mundo externo e repercutindo na qualidade dos ambientes, seja nos engenhos de açúcar do nordeste ou nas charqueadas do sul.

Inventadas no século XVII, são destinadas a receber uma ou duas camas; estas construções são inconvenientes, e nunca se devem usar, porque se reconhece que é muito ruim para a saúde dormir-se em um lugar em que o ar não pode ser renovado. Se, não obstante isso,

se quer construir alcovas, as suas dimensões nunca deverão ser menores de 0,98m sobre 2,10m, porque, em caso contrário, não se poderia colocar nelas marquêsas.<sup>16</sup>

<sup>16</sup> RAINVILLE, César de. *O Vinhola Brasileiro*. Rio de Janeiro: Eduardo e Henrique Laemmert, 1880. p. 389.

De modo geral, o predomínio dos cheios sobre os vãos; o tamanho das aberturas; a ausência de fechamentos transparentes e a espessura das grossas paredes de pedra, taipa e, mais tarde, de tijolos de barro, garantiam às construções coloniais uma alta resistência térmica (propriedade do material em resistir à passagem do calor), maior inércia térmica (retenção de calor) e menor perda de calor interno. Efeitos ampliados ou reduzidos quando da existência ou não de forro e/ou piso nos compartimentos. Por outro lado, os razoáveis pés-direitos dos ambientes permitiam uma generosa circulação de ar. Dependendo da região do Brasil, diferentes elementos foram sendo acrescentados às construções, sempre na busca de melhor desempenho térmico da edificação e de mais conforto para os seus usuários: longos beirais, alpendres, varandas anteriores e posteriores, treliças, gelosias, urupemas, rótulas, muxarabis, pátios internos, corredores treliçados, entre muitos outros.

Carlos Lemos lembra que esta lenta acomodação, em busca de conforto ambiental, deu-se sem a necessidade ou a ocorrência de um impulso oficial, e mesmo sem a figura de especialistas em arquitetura tropical, concluindo que:

As soluções surgiram espontaneamente, procurando espaços de agradável fruição onde a ventilação e o conforto térmico eram o desejo de todos, porque uma necessidade vital. Assim uma experiência acumulada selecionou para cada região brasileira, conforme os seus pendores climáticos, soluções não só portuguesas ou indígenas, mas também recursos usuais de origem árabe e até agenciamentos indianos...<sup>17</sup>

<sup>17</sup> LEMOS, Carlos. *Aspectos da Arquitetura do Brasil*. Palestra proferida na Itália, em 1993, por ocasião da Exposição *Brasile 93: la costruzione di una identità culturale*.

Mas é impossível falar em conforto ambiental no Brasil colonial e imperial sem citar o negro e a escravidão. As habitações brasileiras, sobretudo as grandes residências senhoriais, existiram e funcionavam graças à farta mão de obra escrava. Tal fartura, associada ao baixo coeficiente tecnológico disponível, fez com que nossas construções apenas “evoluíssem” no sentido quantitativo e não no qualitativo. O que diferenciava uma morada da outra era apenas o seu tamanho, e não o grau, maior ou menor, de conforto que ela propiciava aos seus usuários. Sendo assim, quem garantia a habitabilidade e o funcionamento das construções era o escravo, pois – como disse Lúcio Costa<sup>18</sup> – havia negro para tudo: ele era esgoto; era água corrente no quar-

<sup>18</sup> COSTA, Lúcio. *Sobre Arquitetura*. Porto Alegre: CEAU, 1962. p. 175.

to, quente ou fria; era interruptor de luz e botão de campainha; o negro tapava goteira e subia vidraça pesada; era lavador automático, abanava que nem ventilador.

A partir de 1808, com a presença da Corte Portuguesa no Rio de Janeiro e com a abertura dos portos às nações amigas (Inglaterra), teve início um novo período da arquitetura nacional. Primeiro, porque a própria corte impulsionou uma série de transformações arquitetônicas que repercutiram também na relação clima-arquitetura. Segundo, porque novos materiais foram postos em jogo, particularmente o vidro (a primeira fábrica de vidros transparentes do Brasil é de 1810) e o ferro (em 1829, o inglês Christopher Starr, inaugurou a Fundação d'Aurora).

O historiador e crítico de arquitetura argentino Ramón Gutierrez considera este como um momento de ruptura do processo de formação cultural latino-americano. Então, através da criação de Academias de Belas Artes (no Brasil em 1826), buscava-se estabelecer um controle estatal sobre as formas eruditas de fazer arquitetura. Para ele, “a formidável experiência do barroco mineiro foi esquecida nos novos programas de estudo. Já em 1829, o ensino se baseava nos modelos gregos e romanos, alienando os futuros arquitetos brasileiros de sua realidade concreta”<sup>19</sup>.

As soluções construtivas e tipológicas desenvolvidas durante o período anterior continuaram em voga; no entanto, vestiram nova roupagem. A ordem era acabar com o aspecto “gótico” da capital e transformá-la em uma cidade digna da presença da família real<sup>20</sup>. E assim, às fachadas tradicionais “coloniais”, foram aplicados novos elementos como as platibandas e frontões, pilastras e capitéis, figuras e vasos de louça. Ao substituírem os velhos beirais, as platibandas exigiram calhas e dutos; e as novas portas com bandeiras e janelas envidraçadas tomaram o lugar das antigas vedações em gelosias e urupemas. Não tardou, sob a alegação de questões de segurança, que os muxarabis fossem proibidos.

Inúmeros são os relatos de viajantes e de cronistas que testemunharam as transformações que a arquitetura das cidades e vilas brasileiras, particularmente a do Rio de Janeiro, passou na primeira metade do século XIX. No entanto, é digna de destaque a opinião do oficial alemão C. Schlichthorst, que viveu na capital de 1824 a 1826:

É preciso ter estado no Brasil para poder apreciar a conveniência de seu modo de edificar. A casa brasileira tem uma utilização inteiramente diversa da do norte da Europa. Deve proteger dos raios ardentes do sol e,

<sup>19</sup> GUTIERREZ, Ramón. *Arquitetura Latino-Americana. Textos para reflexão e polêmica*. São Paulo: Nobel, 1989.

<sup>20</sup> Ainda em 1808, por exemplo, Manuel Vieira da Silva publicou o estudo *Reflexões sobre alguns dos meios propostos por mais conducentes para melhorar o clima da cidade do Rio de Janeiro*.

ao mesmo tempo, dar livre passagem ao ar fresco da noite. Todas as casas genuinamente brasileiras correspondem mais ou menos a esse duplo fim, enquanto a vaidade nacional dos ingleses vai levantando edifícios que conviriam admiravelmente em Londres, mas não nos trópicos quase inabitáveis.<sup>21</sup>

<sup>21</sup> SCHLICHTHORST, C. O Rio de Janeiro como ele é: 1824-1826. In: MORALES DE LOS RIOS FILHO, Adolfo. *O Rio de Janeiro Imperial*. Rio de Janeiro: Topbooks, 2000.

Schlichthorst demonstra toda a sua surpresa ao perceber que estavam importando e construindo no Rio de Janeiro uma arquitetura completamente incompatível com o clima local. Uma arquitetura logo assimilada e difundida.

Passou a haver o que se poderia chamar de encantamento com o mundo exterior (com tudo o que vinha de fora). Ou seja, simultaneamente, os brasileiros passaram a negar o passado colonial – português e indígena – e assumiram ou buscaram assumir novos padrões, de outras culturas. As nossas moradas tradicionais foram sendo modificadas, fechadas, afrancesadas, colonizadas... As inovações tecnológicas introduzidas no Brasil, na mesma época, também impulsionaram a evolução ou o desenvolvimento de novos tipos de habitação. Os equipamentos importados utilizados nas serrarias permitiram, por exemplo, melhor aproveitamento da madeira, bem como o surgimento das residências *de porão alto* – elevadas em relação ao passeio público e assoalhadas. Os dutos e as calhas, por sua vez, permitiram novos esquemas de cobertura e o sistemático recuo das construções em relação aos limites laterais dos lotes. E aos poucos, através dos recuos, as alcovas foram sendo eliminadas e as construções ajardinadas. Novos hábitos, novas maneiras de morar, que repercutiram diretamente na noção de conforto ambiental de então (estado de espírito que reflete a satisfação com o ambiente envolvente).

As residências menores não podiam contar com lotes laterais ajardinados para resolverem seus problemas de iluminação e arejamento. Apresentavam, então, pequenas entradas descobertas, com portões e escadas de ferro. Internamente, lançavam mão de poços de iluminação, aproveitando as facilidades de obtenção de calhas, condutores e manilhas, para controle das águas pluviais e para resolver os problemas dos telhados complicados, decorrentes das novas soluções de plantas. Em todos os tipos, porém, suprimiam-se as alcovas, com evidentes vantagens higiênicas.<sup>22</sup>

<sup>22</sup> REIS FILHO, Nestor Goulart. *Quadro da Arquitetura no Brasil*. São Paulo: Perspectiva, 1978.

Foi só a partir de 1888 que as diferenças entre as habitações brasileiras deixaram, efetivamente, de ser quantitativas e passaram a ser qualitativas. Durante o período em que se intensificou a luta abolicionista e até a abolição de-

finitiva, os proprietários de imóveis buscaram transformar seus modos de vida e adaptar seus programas de necessidades a um mundo sem escravos – o que não impediu a total inabitabilidade da maioria das antigas mansões. Era chegada a hora de substituir e qualificar a mão de obra e de incorporar tecnologia; de instalar água potável canalizada, de contratar serviços de recolhimento de lixo e dejetos, de encomendar combustível para as luminárias e para o fogão, e de sonhar com a energia elétrica; era a hora de comprar bens manufaturados, na sua maioria estrangeiros, que os navios e as estradas de ferro tratavam de transportar para todos os lugares do país.

A facilidade com que se obtinham artigos importados era tanta que a introdução do ferro e de produtos industrializados na arquitetura se deu de forma facilitada. Através dos catálogos dos principais fornecedores mundiais (ingleses, escoceses, belgas, franceses e alemães) e de seus representantes no Brasil, foi possível encomendar prédios inteiros (residências, mercados, coretos, estufas, pavilhões etc) ou apenas seus componentes (colunas, vigas, ornamentos, escadas, gradis etc). Tal situação, associada a uma série de outros fatores de ordem econômica e social, levou ao ecletismo na arquitetura e à conseqüente valorização do passado europeu (atitude marcada pelos sucessivos *revivals* que se desenvolveram da metade do século XIX até a década de 1930).

Ainda merecendo um estudo mais aprofundado e abrangente, o ecletismo na arquitetura brasileira – cujas construções foram tantas vezes caracterizadas como “bolos de noivas” – desdobrou-se: (1) em um processo de transplante direto e acrítico, (2) em um conjunto de pesquisas tipológicas significativas, e (3) em uma gama de experimentos tecnológicos impressionantes. No primeiro caso, temos uma série de edificações que reproduziam a arquitetura de outros países, como os chalés bávaros ou suíços, desconsiderando completamente os fatores e os elementos climáticos locais. No segundo temos, por exemplo, o Teatro José de Alencar de Fortaleza<sup>23</sup> (1908-10), modelo criativo de associação da arquitetura tradicional com a leveza e a transparência da arquitetura do ferro, gerando um tipo de teatro-jardim bastante apropriado ao clima do local. No terceiro caso, temos os edifícios montados segundo o sistema de chapas prensadas Danly, como a Estação Ferroviária de Bananal<sup>24</sup> (1888-89) ou os três *chalets* de ferro de Belém<sup>25</sup>, exemplos da utilização de nova tecnologia para resolver problemas de isolamento térmico e de aeração dos ambientes.

<sup>23</sup> Projetado por Bernardo José de Mello, com estrutura metálica encomendada à firma Walter MacFarlane, de Glasgow (Escócia).

<sup>24</sup> Projeto encomendado à firma Societé Forges d’Aiseau, de Bruxelas (Bélgica).

<sup>25</sup> Casa da Av. Generalíssimo Deodoro, 694; casa da Av. Almirante Barroso, 152; e casa da Av. Almirante Barroso, 735. Todos, provavelmente, encomendados à firma Societé Forges d’Aiseau.

<sup>26</sup> SEVERO, Ricardo. A arte tradicional no Brasil: casas e templos. In: SOCIEDADE DE CULTURA ARTÍSTICA. *Conferências: 1914-1915*. São Paulo: Tipografia Levi, 1916.

Em 1914, o engenheiro e arqueólogo português Ricardo Severo, em conferência intitulada *A arte tradicional no Brasil*<sup>26</sup>, propôs uma campanha em prol do que chamava de tradições nacionais e em detrimento da internacionalização da arquitetura. Para Severo, os indígenas brasileiros não chegaram a fundamentar uma arte de caráter nacional, como fizeram os incas, os maias ou os astecas. Suas formas de morar eram primitivas e precárias, não havendo nada que pudesse ser resgatado (com exceção dos motivos marajoaras). Sendo assim, só restava aos construtores brasileiros reutilizar os estilemas e as formas de composição que os portugueses haviam transplantado para o Brasil, o que, segundo o orador, geraria uma arte tradicional (logo batizada de *estilo neocolonial*).

A partir do trabalho de Ricardo Severo, em São Paulo, e de José Mariano Filho, no Rio de Janeiro, o estilo ou movimento neocolonial se propagou por todo o país, sempre reproduzindo aqueles elementos que os arquitetos consideravam apropriados, desde que pinçados do mundo colonial e representativos da “força, do espírito, da sobriedade e do caráter dos nossos antepassados”. Ao mesmo tempo em que estudavam e recuperavam a arquitetura do passado, propunham, através dos *Dez mandamentos do Estylo Neo-Colonial*, um determinado padrão de conforto:

A noção de conforto interior varia evidentemente com o século. Em pleno século XX, no tumulto de uma vida febril, paralelamente com o aeroplano e o automóvel, não poderíamos pensar numa casa à moda daquelas que faziam a felicidade tartigrada dos nossos avós. Nós só podemos reviver um estilo arquitetônico, se esse estilo puder representar e atender às exigências prementes da vida moderna... Isso não impede, entretanto, que procuremos educar o público no sentido de fazê-lo compreender que a casa não é um hotel com uma sala de banho e um quarto de três metros. A casa, o *home*, é o refúgio de todas as fadigas, o agasalho de todos os dissabores. Essa é a noção tradicional. Porque não voltarmos a ela? A casa antiga era feita para ser habitada. Era atraente, acolhedora na sua largueza, discreta no seu aspecto de bonomia burguesa. A casa moderna... não é feita para ser habitada, apesar do habite-se legal da edibilidade. Procurai acomodar o interesse da vida social de hoje à noção clássica de conforto brasileira. Combatei no espírito de vossos clientes o preconceito ridículo dos bairros aristocráticos, em cujas ruas barulhentas, os milionários menos exigentes já se contentam com uma espécie de arquitetura de corredores intermináveis, à moda do sistema Pullmann, de vagões ferroviários.<sup>27</sup>

<sup>27</sup> MARIANO FILHO, José. (1921). Os dez mandamentos do Estylo Neo-Colonial. Aos jovens architectos. In: AMARAL, Aracy (Coord.). *Arquitectura Neocolonial: América Latina, Caribe, Estados Unidos*. São Paulo: Memorial/Fondo de Cultura Econômica, 1994.

É interessante salientar que Mariano Filho utiliza, de forma diferente, as mesmas figuras e expressões que caracterizaram o discurso e os manifestos de Le Corbusier<sup>28</sup>: ambos estão cientes da nova época, a dos aviões, a dos automóveis e dos transatlânticos. Enquanto o primeiro busca reviver um estilo, o segundo afirma que os estilos são uma mentira. Para Mariano a casa é um refúgio romântico, já para Le Corbusier é uma “máquina de morar”. Um é conservador e o outro é revolucionário – era necessário construir e residir em casas em série, uma casa como um automóvel, concebida e organizada como um ônibus ou uma cabine de navio, respeitando um outro padrão de conforto:

Uma casa é feita para ser habitada... Exijam um *toilette* com boa iluminação... Uma parede toda de janelas abrindo, se possível, para um terraço para banhos de sol; pias de porcelana, banheira, duchas, aparelhos de ginástica... Não tirem a roupa no quarto de dormir. É pouco higiênico e isso cria uma desordem penosa... Exijam uma grande sala em lugar de todos os salões. Exijam paredes nuas... Reclamem a supressão dos gessos... Exijam basculantes nas janelas de todas as peças. Ensinem aos seus filhos que a casa só é habitável quando a luz abunda, quando os pisos e as paredes são claros...<sup>29</sup>

Padrão que seria assimilado pelos arquitetos brasileiros, mas não de forma cega. Ao contrário, a arquitetura que distinguiu o Brasil a partir da década de 1930 – e que ficou conhecida como “Escola Carioca” – estava apoiada em uma teoria própria (baseada na revisão crítica dos postulados dos mestres da arquitetura européia, especialmente Le Corbusier) e consagrou-se graças a obras de extrema qualidade e originalidade. Uma arquitetura que, entre outros atributos, se notabilizou pela grande preocupação com a idéia de expressão de uma identidade nacional, seja através da repetição de soluções arquitetônicas consideradas emblemáticas ou através da valorização das características distintivas da vida no país<sup>30</sup>. Em ambas as estratégias, as condições climáticas locais mostraram-se como um condicionante genuíno a ser vigorosamente explorado.

Tal produção mereceu o reconhecimento internacional. Em 1942, o Presidente da Comissão de Arquitetura do Museu de Arte Moderna de Nova York, Philip L. Goodwin desembarcou nas principais cidades brasileiras para conhecer a arquitetura “moderna e antiga” do Brasil. Goodwin atestou que embora os primeiros ímpetus modernos tenham chegado por importação, bem logo o Brasil achou um

<sup>28</sup> Os primeiros artigos de Le Corbusier foram publicados na revista *l'Esprit Nouveau* entre 1920 e 21, e reunidos no livro *Vers une architecture* em 1923.

<sup>29</sup> LE CORBUSIER. *Por uma arquitetura*. São Paulo: Perspectiva, 1981. p. 81.

<sup>30</sup> COMAS, Carlos Eduardo Dias. *Identidade nacional, caracterização arquitetônica*. In: *Anales*. Cuarto seminario de Arquitectura Latino Americana. México: Tlax Cala, 1988.

<sup>31</sup> GOODWIN, Philip L. *Brazil Builds. Architecture new and old. 1652-1942.* New York: The Museum of Modern Art, 1943.

<sup>32</sup> *Brise-soleil*, elemento arquitetônico de proteção, utilizado para interceptar os raios solares quando inconvenientes. Foi criado por Le Corbusier em 1933.

<sup>33</sup> Irmãos Marcelo e Milton Roberto.

caminho próprio<sup>31</sup>, afirmando que a grande contribuição brasileira para a arquitetura modernista internacional estava no campo das inovações destinadas a evitar o calor e os reflexos luminosos.

Os exemplos são numerosos e criativos, particularmente no que diz respeito a sistemas de proteção de fachadas contra a forte incidência solar: os *brises*<sup>32</sup> verticais fixos em concreto armado da Associação Brasileira de Imprensa, no Rio de Janeiro (1936-38), dos irmãos Roberto<sup>33</sup>; os *brises* horizontais móveis do Ministério da Educação e Saúde, no Rio de Janeiro (1936-43), de Lúcio Costa, Oscar Niemeyer, Affonso Reidy, Jorge Moreira, Carlos Leão e Ernani de Vasconcelos; os *brises* verticais fixos de concreto do Aeroporto Santos Dumont, no Rio de Janeiro (1937-44), dos Roberto; os *brises* verticais móveis da Obra do Berço, no Rio de Janeiro (1937), de Niemeyer; os *brises* fixos de elementos vazados do Pavilhão do Brasil na Feira Mundial de Nova York (1938-39), de Lúcio Costa e Niemeyer; as varandas protegidas por treliças e venezianas de madeira do Grande Hotel de Ouro Preto (1940), de Niemeyer; as treliças “coloniais” do Parque Hotel de Nova Friburgo, Rio de Janeiro (1940-44), de Lúcio Costa; os painéis de venezianas de madeira e fibrocimento móveis do Instituto de Resseguros do Brasil, no Rio de Janeiro (1941-42), dos Roberto; os *brises* verticais móveis do Iate Clube de Belo Horizonte (1942), de Niemeyer; os *brises* da Capela de São Francisco da Pampulha, em Belo Horizonte (1943) de Niemeyer; os *brises* horizontais móveis de madeira do Banco da Boavista, no Rio de Janeiro (1946), de Niemeyer; os *brises* fixos em cerâmica hidráulica da Casa de Maria Luísa e Oscar Americano, em São Paulo (1946), de Oswaldo Bratke; o sistema de *brises* verticais e horizontais apoiados em grelhas do Edifício Caramuru, em Salvador (1946), de Paulo Antunes Ribeiro; os pilotis, os terraços protegidos e as treliças do Conjunto Residencial do Pedregulho, no Rio de Janeiro (1947-52), de Reidy; os muros de tijolos vazados utilizados no Conjunto Residencial de Paquetá, Rio de Janeiro (1947-1952), de Francisco Bolonha; a “colméia” de *brises* horizontais e verticais do restaurante do Instituto Oswaldo Cruz, no Rio de Janeiro (1948), de Jorge Moreira; a grelha da residência de Edvaldo Paiva, em Porto Alegre (1948), de Edgar Graeff; as venezianas contínuas em madeira e os *brises* aludindo às antigas gelosias da Casa George Hime, em Petrópolis (1949), de Henrique Mindlin; a treliça inclinada de madeira da Casa de Mendes, no Rio de Janeiro (1949), de Niemeyer; as vene-

zianas externas horizontais reguláveis do Edifício Seguradoras, no Rio de Janeiro (1949-51), dos Roberto; os *brises* verticais em alumínio da residência Jorge d’Azevedo, em Porto Alegre (1950), de Carlos A. Holanda de Mendonça; os *brises* verticais, as treliças e os cobogós do Parque Guinle, no Rio de Janeiro (1950-54), de Lúcio Costa; os *brises* verticais móveis em cimento armado do Banco da Lavoura de Belo Horizonte (1951), de Álvaro Vital Brazil; os cobogós e as treliças de madeira do Hospital Maternidade de Cataguases, Minas Gerais (1951), de Francisco Bolonha; a gigantesca parede de cobogós, os *brises*, as treliças e as pérgulas da Casa de Walter Moreira Salles, no Rio de Janeiro (1951), de Olavo Redig de Campos; os longos beirais em projeção do Colégio Júlia Kubitschek, em Diamantina (1951), de Niemeyer; os *brises* verticais em aço do Palácio das Indústrias (Bienal), em São Paulo (1951-55), de Niemeyer; os cobogós e *brises* verticais do Hospital Sul-América, no Rio de Janeiro (1952-59), de Niemeyer; a empena perfurada por vazios circulares do Colégio Estadual da Penha, São Paulo (1952), de Eduardo Corona; o terraço protegido por longo pergolado do Museu de Arte Moderna do Rio de Janeiro (1953-68), de Reidy; os finos *brises* horizontais do Edifício Liberdade, em Belo Horizonte (1955-60), de Niemeyer; os *brises* e as varandas da Faculdade de Arquitetura da UFRJ (1955-57), de Jorge Moreira; os pátios, os terraços cobertos, os pilotis e os *brises* da Casa de José Macedo, em Fortaleza (1957), de Acácio Borsoi; e os elementos pré-moldados em concreto do Centro de Recuperação Sarah Kubitschek, em Brasília (1960), de Glauco Campello.

Em 1955, Niemeyer projetou o Museu de Arte Moderna de Caracas e, em 1956, o Palácio da Alvorada para Brasília. As duas obras, através de suas particularidades, indicaram os caminhos que sua arquitetura iria tomar. Para a Venezuela optou por um prisma puro — um tronco de pirâmide invertido, apenas perfurado por uma longa rampa. Em Brasília, trabalhou com uma caixa de vidro disposta entre duas séries de colunas que formavam galerias. Nos dois casos ficava evidenciada a opção pela monumentalidade e o gradual abandono dos sistemas de proteção solar, características recorrentes nas demais obras da Capital.

Para Niemeyer, a técnica construtiva — principalmente a baseada no uso do concreto armado — permitiu a realização da “metamorfose desejada”<sup>34</sup>, ou seja, a substituição das antigas fachadas pelos grandes painéis de vidro, as grossas paredes por finas colunas, e os telhados por terraços.

<sup>34</sup> NIEMEYER, Oscar. *A forma na arquitetura*. Rio de Janeiro: Avenir, 1978.

Em Brasília, sua arquitetura se fez mais “livre e rigorosa” uma vez incorporada ao sistema estrutural. Sendo assim, quando concluída uma determinada estrutura, a arquitetura já estava presente (a Catedral ou o Congresso, por exemplo), como que prescindindo de vidros e *brise-soleil*. Niemeyer lançava mão de outras estratégias para expressar uma identidade nacional...

A partir de Brasília a arquitetura nacional mudou radicalmente. Diversidade, pluralismo e regionalismo tornaram-se expressões comuns, utilizadas para caracterizar a produção arquitetônica das últimas décadas. No entanto, há que se sublinhar que mesmo com aportes significativos como as obras de Lina Bo Bardi ou Paulo Mendes da Rocha, de Severiano Porto ou João Filgueiras Lima, a arquitetura brasileira encontra-se em crise duradoura e de complexa explicação. Crise que pode ser exemplificada através da análise da produção recente de muitos arquitetos importantes, entre os quais destaca-se Ruy Ohtake que, abrindo mão de todo uma obra madura e significativa, optou pelo caminho da monumentalidade banal, do malabarismo formal e da frivolidade de algo que chamam de “arquitetura-design”. Em obras como os hotéis Renaissance (1993-97) e Unique (1998-2001) em São Paulo, ou como o Brasília Shopping na Capital Federal, Ohtake reduziu sua arquitetura a um jogo de volumes surpreendentes (o que não quer dizer corretos) revestidos de materiais de sofisticada geração (o que não quer dizer os mais indicados ou necessários). O resultado é uma arquitetura feita de concessões, internacional e impactante.

Lúcio Costa, mestre indiscutível de inúmeras gerações de bons arquitetos e o “homem que abriu as portas à modernidade arquitetônica sem, no entanto, esquecer e deixar de amar as construções tradicionais”<sup>35</sup>, consciente dos problemas enfrentados pela profissão – e para comemorar os 70 anos de invenção do ar condicionado! – nos deixou a seguinte mensagem:

O campo está pois aberto e chegou o momento de dar ênfase a esse *approach* bioclimático na elaboração dos projetos arquitetônicos... Cabe agora aos arquitetos, engenheiros e demais profissionais da construção manter vivo o assunto, para que a arquitetura brasileira encontre novos caminhos, compatíveis com a era atual, em que todo o esforço deve ser feito para se economizarem materiais de construção e, sobretudo, energia... (1983)

<sup>35</sup> LEMOS, Carlos. *Aspectos da arquitetura brasileira*. Op. cit.

Andrey Rosenthal Schlee é arquiteto, doutor em Arquitetura e professor do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul.

andreysc@terra.com.br



# PEQUENA DIGRESSÃO SOBRE CONFORTO AMBIENTAL E QUALIDADE DE VIDA NOS CENTROS URBANOS

---

*Paulo Afonso Rheingantz*

**E**screver sobre conforto ambiental e qualidade de vida nos grandes centros é um considerável desafio, se levarmos em conta o fato de que vivemos em tempos do capital sem pátria, do dinheiro sem ética, das aplicações sem fronteiras nem passaportes, da política de resultados, em que a ganância de uma minoria privilegiada impede que grandes contingentes de seres humanos vivam com dignidade. O desconforto ambiental e a má qualidade de vida que dominam o cenário atual, mantêm vínculos estreitos com a crise do paradigma da racionalidade científica. A redução da Terra a uma matéria inerte a ser explorada e manipulada banaliza a concepção do ambiente construído, resultando na produção de cidades nas quais o apelo aos dados sensíveis é descartado em benefício de novas configurações operacionais. A função do espaço fica, então, limitada à simples distribuição ordenada dos indivíduos e dos serviços. Em contrapartida, inspirado no pensamento complexo, um outro olhar é possível. Um olhar que reconhece cada aspecto do ambiente construído como um organismo social completo e também como parte de um sistema ou de um todo. Uma abordagem que, sem deixar de ser científica, busca um novo significado para o conjunto de pensamentos, percepções e valores.

*Ilustração de abertura*

Le Corbusier: *Ce coc de Rio est très célèbre*. In: LE CORBUSIER E O BRASIL. Catálogo da Exposição. Rio de Janeiro: Hunter Douglas.

## Homem e meio ambiente

*À medida que aumenta o conhecimento científico diminui o grau de humanização do nosso mundo... o homem sente-se isolado no cosmos porque, já não estando envolvido com a natureza, perdeu a sua 'identificação emocional inconsciente' com os fenômenos naturais. E os fenômenos naturais, por sua vez, perderam aos poucos as suas implicações simbólicas.*

Carl Jung

O homem é o único mamífero que não possui um ambiente específico para sua espécie, estruturado pela organização de seus próprios instintos. Desde os primórdios da civilização ele reorganiza o ecossistema natural; mediante uma intervenção consciente, “mede”, “controla” e usa o espaço e o tempo, estabelecendo valores às dimensões que percebe segundo padrões culturais determinados pelo seu grupo social e obedecendo a três exigências básicas: disponibilidade de alimentos, exigências de segurança diante da possível agressão de outros indivíduos ou de forças da natureza, e exigências físicas e químicas que possibilitam sua sobrevivência através da adaptação da sua constituição orgânica ao meio envolvente.

Em sua busca por um habitat mais confortável e seguro, o homem procurou modificá-lo para atender às suas necessidades fisiológicas e às diversas realidades geográficas e culturais. A um só tempo, adaptou o ambiente às suas demandas e adaptou-se ao ambiente segundo quatro diferentes instâncias ou níveis de abrangência: o *ambiente humano*, o *ambiente externo*, o *abrigo* e o *conforto ambiental*.

### *Ambiente humano*

O ambiente humano é determinado pela fisiologia dos sentidos – ambiente térmico, ambiente visual, ambiente auditivo, ambiente olfativo, ambiente tátil, ambiente higiênico e ambiente psíquico. Os *órgãos dos sentidos* adaptam o organismo à contínua variação do meio ambiente e funcionam como *transformadores* capazes de converter os diversos estímulos em impulsos nervosos. Para cada um desses tipos de excitação existem órgãos especializados na recepção e transmissão das informações. O olho capta estímulos eletromagnéticos; o paladar e o olfato, estímulos químicos; o ouvido, vibrações mecânicas que se propagam no interior da matéria sob a forma de ondas longitudinais ligadas à compressão-descompressão. O mesmo princípio se aplica aos outros tipos de mecanismos sensoriais que controlam a postura, os movimentos e o próprio equilíbrio do corpo a

partir do registro de deformações de tipo mecânico, capazes de afetar a superfície corpórea e os tecidos profundos. Mesmo as sensações provenientes de órgãos, músculos ou ligamentos são registradas por receptores, que mantêm o cérebro constantemente informado a respeito dos movimentos realizados pelos membros, permitindo-lhe sempre saber a posição do corpo no espaço.

Mas a percepção através dos órgãos sensoriais pode ser modificada por *influências centrais* – estímulos provocados pela experiência sensorial –, que impedem de definir o *sensível* como o efeito imediato de um estímulo exterior, ou de sujeitar a percepção a uma *lei de constância* ou definição “objetiva”. Esta condição levou Merleau-Ponty a afirmar que a percepção não é uma sensação pura, pois versa sobre *relações* e não sobre termos absolutos.<sup>1</sup> Assim, ao acreditar que sabe o que é “*ver*”, “*owvir*”, “*sentir*” a realidade percebida, o homem incorre em um *experience error*.

<sup>1</sup> MERLEAU-PONTY, M. *Fenomenologia da Percepção*. São Paulo: Martins Fontes, 1994. (editado originalmente em 1945)

Além dos órgãos sensoriais, fatores de natureza cultural influenciam a forma como o homem percebe e se relaciona com o ambiente, especialmente as crenças religiosas, as normas e condutas higiênicas – condutas individuais, hábitos familiares e grupais (inclusive alimentares), e oficiais – a geografia, a economia e o nível educacional de cada povo. O convívio diário com a miséria, com a violência, com a promiscuidade, com a falta de privacidade e com o *desconforto* do ambiente construído, por sua vez, contribui para o desenvolvimento de outra peculiaridade dos sentidos humanos: a *seletividade da percepção*, que tende a isolar os indivíduos em um novo tipo de abrigo ou *ambiente psíquico*.

O reconhecimento da influência de determinados fatores culturais e da existência de um *ambiente psíquico* torna a relação homem-ambiente particularmente complexa, especialmente quando associada aos efeitos causados pelos novos meios e tecnologias de comunicação – telefone, televisão, fax e, especialmente, o computador – que, ao possibilitarem a realização de um grande número de atividades à distância, transformam as relações homem-homem e homem-ambiente.

### *Ambiente externo*

O ambiente externo é determinado pela geografia em suas diferentes escalas de abrangência e seu estudo deve considerar os seguintes aspectos: nenhum ser vivo vive isolado; cada indivíduo se relaciona continuamente com os outros seres vivos e com a terra, o ar e a água de seu ambiente físico; o estudo do ambiente externo envolve basicamente o estudo físico de um certo lugar geográfico e

de seu clima ou conjunto de condições meteorológicas, características do estado médio da atmosfera. O conhecimento da geografia e dos princípios que regem cada um de seus componentes é fundamental para previsão e controle dos efeitos da intervenção do homem no ambiente.

### *Abrigo*

A resposta ao clima se realiza através das *extensões* desenvolvidas pelo homem (roupa, edifício e habitat) para permitir sua adaptação às diferentes condições geográficas e culturais, capazes de satisfazer suas necessidades materiais, espirituais, estéticas e econômicas.

Até a Revolução Industrial, a atividade do ser humano – e não apenas sua atividade estritamente produtiva – desenvolveu-se ao ar livre. Por esta razão, o ambiente externo foi historicamente identificado com a atividade física. Em sua ação cultural, o homem transforma o espaço exterior onde desenvolve suas atividades e produz um ambiente dotado dos elementos básicos de um *abrigo exterior*, com todos os condicionantes de um recinto climático artificial: áreas drenadas de solo; áreas de vegetação bem regadas, arborizadas e/ou sombreadas, destinadas à proteção do sol excessivo, áreas cobertas para proteger-se da chuva; e paredes, que podem ser as mesmas do abrigo interior, para proteger-se do vento excessivo. O *abrigo interior*, por sua vez, estava relacionado com o repouso e com a proteção contra os perigos naturais ou sobrenaturais que provêm do exterior.

O surgimento simultâneo do capitalismo, da industrialização e da urbanização modifica a dimensão cultural do ambiente. As práticas higienistas e o desenvolvimento dos sistemas de saneamento e de transporte, dos sistemas e dos equipamentos da habitação interferem na configuração do *abrigo* produzindo três conseqüências importantes: os limites naturais do *habitável* são substituídos pelos limites técnicos, econômicos e políticos; o desenho do espaço urbano passa a operar sobre informações baseadas nos dados topográficos e geológicos, necessários para o planejamento e a instalação dos sistemas urbanos; reduzida a dados geológicos e técnicos, a densidade histórica da cidade dissolve-se em benefício de uma concepção banalizada do urbano: o apelo aos dados sensíveis fica descartado em benefício de novas configurações operacionais.<sup>2</sup>

O novo *habitat* humano se desenvolve fora das normas e modelos tradicionais – e, freqüentemente, contra eles – subvertendo a economia e o saber anteriores. O espaço passa de *bem de uso*, para *bem de troca*, tendo três funções

<sup>2</sup> BEGUIN, François. As máquinas inglesas do conforto. *Espaço & Debates*, São Paulo, Cortez, n. 34, 1991, p. 39-54.

positivas: *função distributiva* – distribuição ordenada dos indivíduos e dos serviços, *função prática* – o espaço e os equipamentos arquitetônicos devem facilitar a vida das pessoas (e a sua higiene), *função climática* – o *habitat* edificado deve permitir a captação e circulação da luz e do ar, e as diversas canalizações devem ser incorporadas à sua estrutura.<sup>3</sup>

<sup>3</sup> BEGUIN, François. *Op. cit.*

A função climática do abrigo se dilui com os ajustes das formas arquitetônicas às novas máquinas. A célula torna-se cada vez mais dependente dos aparelhos, ao mesmo tempo em que a cidade se torna cada vez mais impessoal, desumana e fria. A qualidade do abrigo independe cada vez mais das relações entre cultura e geografia e as condições de conforto passam a ser garantidas por meio da tecnologia – a ponto de levar o homem a colocar-se na posição de “criar” a totalidade do mundo em que vive. Até mesmo a atividade produtiva, antes identificada com o ambiente exterior, passa a ser identificada com um ambiente construído fechado mais ou menos adequado, a fábrica. A atividade doméstica, por sua vez, passa a ser identificada pelo alojamento desprovido de *área externa* – exceto pelas sacadas, terraços ou outros espaços exteriores simbólicos.

Apenas a agricultura e as atividades “improdutivas” que exigem dispersão térmica – atividades esportivas – e a circulação são realizadas no espaço exterior. O homem entra em uma espécie de “transe” tecnológico e produz na cidade tradicional uma violenta ruptura com relação ao conhecimento empírico consolidado ao longo dos séculos por sucessivas depurações através da ação solidária e continuada dos seus habitantes.

À medida que a ciência e a tecnologia propiciam os maiores avanços do conhecimento, seja pela imposição de uma pessoa, grupo social (ou profissional) ou do Estado que os represente, o homem afasta-se de suas tradições culturais e produz um abrigo despersonalizado, desconfortável, mas “civilizado”. Com suas superfícies envidraçadas e desprovidas de janelas móveis, climatizados artificialmente, os novos edifícios eliminam de uma só vez a ação do “tecido esponjoso” tradicional e o controle inteligente exercido pelo homem através das janelas e outros dispositivos de controle da penetração do sol, das precipitações ou do vento.

### *Conforto ambiental*

Embora o conforto ambiental tenha se estruturado enquanto disciplina somente após a Segunda Guerra Mundial, seus princípios surgiram na Pré-História, quando o homem descobriu que, nas estações frias, era conveniente

habitar em cavernas com a abertura orientada na direção dos raios solares. Enquanto a disponibilidade de energia era restrita, otimizou o seu uso maximizando a aplicação dos recursos disponíveis e produziu uma arquitetura em perfeita harmonia com o clima e com os valores culturais.

O envolvimento tecnológico e científico experimentado a partir da II Guerra Mundial leva o homem a acreditar que poderia assumir o “controle” do planeta e construir ambientes climatizados, de modo a evidenciar sua “vitória” sobre a natureza. Os novos edifícios passam a ser tratados como objetos dentro dos quais se deve *criar*, artificialmente, uma temperatura agradável e predomina a concepção projetual centrada no edifício enquanto objeto estético desprovido de contexto histórico, que prioriza os esquemas gráficos determinados pelo *zoneamento de usos* e pela *função*. Esta prática produz uma *economia de escala* que “agradou a construtores e incorporadores e as necessidades individuais dos usuários e a manutenção posterior da obra foram suplantadas por valores como custo de construção, aspectos estéticos vanguardistas, etc.”<sup>4</sup>

O surgimento de movimentos “alternativos” dos anos 60, os choques do petróleo das décadas de 70 e 80, e a crescente ameaça da poluição evidenciam a fragilidade do modelo até então adotado, tornando imperativo o estabelecimento de uma nova ordem na economia mundial. É neste contexto que o conforto ambiental surge como um novo e promissor campo de estudos com o objetivo de estudar a vinculação entre arquitetura e clima, motivado pela necessidade de controlar o desperdício de energia provocado pela arquitetura globalizada e seus monumentos de irracionalidade. Ao priorizarem a *conservação de energia* e a arquitetura bioclimática<sup>5</sup>, os programas de consolidação econômica dos países industrializados produzem significativas mudanças na relação do crescimento do PIB versus crescimento de demanda de energia, e no desenvolvimento de novas tecnologias destinadas a consumir menos energia.

Apesar dos inegáveis avanços propiciados pelo conforto ambiental e sua “compreensão compartimentada”<sup>6</sup>, sua aplicação na produção de um ambiente construído mais favorável à vida dos homens tem deixado muito a desejar: quase dois terços da população mundial sobrevivem em condições de miséria absoluta, epidemias assolam as grandes cidades do terceiro mundo e proliferam os guetos que “armazenam” as pessoas em condições próximas do *esgoto comportamental*.<sup>7</sup> Em que pese o reconhecimento do conforto psicológico e dos condicionantes culturais, a tradição

<sup>4</sup> FERNANDEZ, Pierre, *Abordagem da Arquitetura Bioclimática em Países Tropicais*. Rio de Janeiro: FAU-UFRJ. s/d. (apostila) p. 4.

<sup>5</sup> Como a arquitetura “comum” desvinculava qualquer relação entre a sua envolvente e o meio ambiente, foi necessário inventar um novo “rótulo” para identificar a arquitetura que, através de dispositivos puramente arquitetônicos, procura proporcionar conforto aos seus habitantes utilizando o mínimo de energia.

<sup>6</sup> Expressa através de suas diversas (e, na maior parte das vezes, estanques) vertentes: conforto higrotérmico, conforto acústico, conforto lumínico, conforto tátil, qualidade do ar etc.

<sup>7</sup> Conforme Edward Hall, distorções de comportamento produzidas pela superpopulação, insalubridade e desordem, que se refletem na explosão da agressividade e no stresse. HALL, Edward. *A Dimensão Oculta*. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1977.

da pesquisa concentrou-se na física do conforto, em seus aspectos “objetivos” ou quantificáveis. Se, por um lado, o uso correto das condições físicas de conforto e dos recursos naturais torna possível a concepção de edifícios adaptados a seu próprio clima, por outro, se desconsideram as implicações emocionais, inconscientes e simbólicas que conferem *valor onírico* aos lugares (ou de suas imagens). Em outras palavras, o pensamento racionalista predominante na disciplina *conforto ambiental* esqueceu-se de considerar que o homem não costuma dizer *o que sente*, mas *como sente*.

### Bem-estar: relação do homem com o ambiente

*O homem e seu meio ambiente participem da formação um do outro.*

Edward Hall

Em sua relação com o ambiente o homem desenvolve seus sentidos, transforma o seu entorno natural e confere uma dimensão cultural ao seu habitat. Enquanto sua dimensão sensorial evolui, sua termofisiologia é, basicamente, a mesma de seus ancestrais. Apesar de seu comportamento termofisiológico ser bastante conhecido, o homem continua “incapaz de controlar os seus humores e emoções, ou de tornar-se consciente de inúmeras maneiras secretas pelas quais os fatores inconscientes se insinuam nos seus projetos e decisões”.<sup>8</sup> Em sua concepção racionalista, protege-se desta cisão do seu ser através de uma “psicologia dos compartimentos”, que separa e conserva em gavetas incomunicáveis certos aspectos de sua vida exterior, do seu conhecimento e do seu comportamento.

A chave para a superação da atual dissociação entre o estudo dos aspectos vinculados ao bem-estar humano, expresso através do caráter de cada lugar e das formas como os homens se relacionam com o ambiente, do entendimento “clássico” do conforto ambiental, está relacionada ao reconhecimento da diferenciação estrutural entre percepção e conhecimento abstrato:

Na teoria fenomenológica do conhecimento, a percepção é considerada originária e parte principal do conhecimento humano, mas com uma estrutura diferente da do pensamento abstrato, que opera com idéias. Qual a diferença? A percepção sempre se realiza por perfis ou perspectivas, isto é, nunca podemos perceber de uma só vez um objeto, pois somente percebemos algumas de suas faces de cada vez; no pensamento, nosso intelecto compreende uma idéia de uma vez só

<sup>8</sup> JUNG, Carl G. (Org.) *O Homem e seus símbolos*. 7 ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira: s/d. p. 83.  
JUNG, Carl G. *O Eu e o Inconsciente*. Petrópolis: Vozes, 1984.

e por inteiro, isto é, captamos a totalidade do sentido de uma idéia de uma só vez, sem precisar examinar cada uma de suas 'faces'.<sup>9</sup>

<sup>9</sup> CHAUÍ, Marilena. *Convite à Filosofia*. São Paulo: Ática, 1994. p. 124.

Enquanto o enfoque "clássico" focaliza o ambiente construído como objeto abstrato, o enfoque fenomenológico focaliza a *relação* ou a *interação* entre o homem e o ambiente construído. Em outras palavras, o mundo é percebido em termos qualitativos, valorativos e afetivos, e a percepção pode ser considerada uma forma de comunicação com outros indivíduos ou com as coisas diretamente relacionadas com o modo como sentimos o exterior e o interior do mundo, das coisas e de nosso próprio corpo.<sup>10</sup>

<sup>10</sup> CHAUÍ, Marilena. *Op. cit.*

Por ser uma forma de percepção – o homem não *pensa* o conforto, mas *sente* o conforto – o conforto é uma relação complexa que envolve os significados e os valores das coisas percebidas atribuídos "num campo de significações visuais, tácteis, olfativas, gustativas, sonoras, motrizes, espaciais, temporais e lingüísticas"<sup>11</sup>. Por conseguinte, deve ser entendido como *relativo, particular, construído a partir de relações*.

<sup>11</sup> CHAUÍ, Marilena. *Op. cit.*, p. 123.

## A crise do paradigma dominante

*A ciência moderna ... não soube o que fazer com a complexidade. A estratégia foi reduzir o complexo ao simples.*

Leonardo Boff

Para superar as limitações do pensamento "clássico" sobre conforto e arquitetura é necessário reconhecer a crise do paradigma mecanicista, ainda hoje dominante. O modelo mecanicista acredita na existência de somente duas formas de conhecimento científico – as disciplinas formais da lógica e da matemática e as ciências naturais, empíricas – e na possibilidade de aplicar os princípios epistemológicos e metodológicos do estudo da natureza ao estudo da sociedade. Com base no pressuposto de que as ciências naturais são uma aplicação ou concretização de um único modelo de conhecimento universalmente válido, este modelo desconsidera as diferenças existentes entre os fenômenos naturais e os sociais e as dificuldades para compatibilizar as ciências sociais com os critérios de cientificidade das ciências naturais. Isto acontece por quatro razões: a inexistência de teorias explicativas que permitissem às ciências sociais formularem abstrações passíveis de serem metodologicamente controladas e adequadamente comprovadas no mundo real; a impossibilidade de estabelecer previsões confiáveis em função da variabilidade do comportamento humano; a dificuldade de captar a subjetividade dos fenômenos soci-

ais pela ótica da objetividade do comportamento; e a impossibilidade do cientista social se libertar dos valores que informam sua própria prática.<sup>12</sup>

<sup>12</sup> SANTOS, Boaventura. *Um Discurso sobre as Ciências*. 7. ed. Lisboa: Afrontamento, 1995.

Assim se estabelece uma fronteira entre o estudo do ser humano e o estudo da natureza, que favorece o surgimento de uma “crise” ou “revolução científica” em direção a um novo paradigma científico que produz transformações revolucionárias na evolução científica. Alguns pensadores relacionam esta impressão de crise com a inadequação do sistema de crenças e da visão de mundo do paradigma da racionalidade científica, da visão mecânica e inorgânica da ciência, que levou a uma especialização e a uma fragmentação progressiva do conhecimento. Crenças que consideram a vida em sociedade como uma luta competitiva pela existência, que preconizam o progresso material ilimitado a ser obtido por intermédio de crescimento econômico, acentuando a ênfase na tecnologia e nos métodos de produção industriais. Contrariando esta tendência, eles acreditam que a visão de mundo da racionalidade científica seja inadequada para lidar com um mundo superpovoado e globalmente interligado, e que o homem precisa deixar de encarar a Terra e o ambiente construído como um “mundo morto” e fragmentado a ser explorado e manipulado.

Boaventura Santos associa a crise profunda e irreversível do modelo da racionalidade científica da ciência moderna a quatro condições teóricas: inicia quando Einstein demonstra as limitações da mecânica de Newton e da crença numa simultaneidade universal em que o tempo e o espaço são absolutos; prossegue quando Heisenberg e Bohr demonstram a impossibilidade de evitar a interferência do observador em qualquer observação ou medição e que “não conhecemos do real senão a nossa intervenção nele” (Heisenberg); a seguir, Gödel questiona o próprio rigor da matemática, que também se assenta num critério de subjetividade; e culmina com Ilya Prigogine: os organismos são sistemas que se auto-organizam a partir de uma ordem estabelecida no interior dos próprios sistemas. Ironicamente, o avanço do conhecimento científico evidenciou a fragilidade das fundações do “edifício da ciência” que ele próprio ajudou a construir. Crítico da ciência moderna que “faz do cientista um ignorante especializado e do cidadão comum um ignorante generalizado” e do conhecimento científico moderno, “desencantado e triste que transforma a natureza num autômato”, Santos sugere ser a incerteza do conhecimento a chave para o entendimento de um mundo a ser *contemplado*, através de uma configuração multidimensional de estilos na qual nenhuma forma de conhecimento é, em si mesma, racional. Só a configuração de todas elas é racional.<sup>13</sup>

<sup>13</sup> SANTOS, Boaventura. *Op. cit.*

Ao considerar que os problemas de nossa época são problemas *sistêmicos, interligados e interdependentes*, que não podem ser entendidos isoladamente, Fritjof Capra formula sua proposta de “Paradigma Social”: “uma constelação de concepções, de valores, de percepções e de práticas compartilhadas por uma comunidade, que dá forma a uma visão particular da realidade”<sup>14</sup>, e que serve de base para a forma de organização desta comunidade. Ao introduzir a concepção de “comunidade” e “rede” no pensamento sistêmico, e substituir o termo *sistêmico* por *social*, expande o conceito de *sociedade sustentável*.

Crítico do paradigma da racionalidade e da ambivalência da “ciência elucidativa, enriquecedora, conquistadora e triunfante”, Morin propõe a *ciência da complexidade*: “uma fraqueza do pensamento”, uma busca de resposta à incapacidade de explicar, uma “palavra-pergunta”.<sup>15</sup> Contra a separação e a compartimentação dos conhecimentos procura um saber integrado no contexto e no conjunto global de que faz parte, “tecido em conjunto e reúne os saberes separados”.<sup>16</sup>

Prigogine e Stengers sugerem uma “nova aliança” do homem com a natureza que ele descreve, que busque compartilhar uma visão *da* ciência em lugar de uma visão *de* ciência que, a exemplo da arte e da filosofia, se transforme em uma experimentação “criadora de questões e de significações”.<sup>17</sup>

Maturana e Varela consideram a cognição como parte integrante do processo de interação de um organismo vivo com seu meio ambiente: “a cognição é uma atividade contínua de *criar um mundo* por meio do processo de viver”: “viver é conhecer” [e inclui a percepção, a emoção e o comportamento].<sup>18</sup>

Outras contribuições importantes para a abordagem proposta neste trabalho, especialmente pelos seus desdobramentos para a análise do ambiente construído enquanto *organização social complexa* foram: a “Abordagem *Bootstrap*” de Geoffrey Chew, a “Totalidade e a Ordem Implícida” de David Bohm, e a “Teoria de Gaia” de James Lovelock e Lynn Margulis.

Ao reconhecer a *contemplação* do Planeta Terra como uma organização social auto-sustentável e em permanente mudança estes autores confirmam Capra: a humanidade, que nunca viveu período tão rico e criativo, caracterizado pela ruptura das fronteiras do conhecimento, que muda em um movimento de velocidade acelerada, vive uma crise de percepção que a impede de enxergar que o *universo do qual somos parte está em evolução*.

<sup>14</sup> CAPRA, Fritjof. *A Teia da Vida*. São Paulo: Cultrix, 1997.

<sup>15</sup> MORIN, Edgar. *Ciência com Consciência*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

<sup>16</sup> MORIN, Edgar. In: GOMEZ, Nelson V. Os países latinos têm culturas vivas, *Jornal do Brasil*, Rio de Janeiro, 5/11/1998. (entrevista)

<sup>17</sup> PRIGOGINE, I. & STENGERS, J. *Entre o Tempo e a Eternidade*. São Paulo: C. das Letras, 1992.  
PRIGOGINE, I. & STENGERS, J. *A nova aliança: metamorfose da ciência*. 4. ed. Brasília: Editora da UNB, 1997 (primeira edição publicada em 1984).

<sup>18</sup> MATURANA, F. & VARELA, F. *A árvore do conhecimento*. Campinas: Editorial Psy II, 1995.

## O caráter autobiográfico e auto-referenciável da ciência

*O homem enche de cultura os espaços geográficos e históricos.*

Paulo Freire

A possibilidade de transformar o *observador* em *sujeito* do conhecimento é uma atividade contínua, fascinante e complexa. Contínua porque cria *um* mundo no próprio processo de viver. Fascinante por introduzir o *EU* na aventura do conhecimento. Complexa, porque obriga o observador-sujeito a compartilhar uma experimentação criadora de questões e de significações; e, em consequência disto, a *retratar*, ou seja, comunicar, em linguagem escrita, uma experiência *viva* de diálogo com o leitor que desperte sua sensibilidade, sua percepção, sua emoção, estimulando-o a “colorir”, “sonorizar”, “saborear”, “cheirar”, “dialogar”, “interagir” com o texto-autor.

Para demonstrar a necessidade de reconhecer a interferência do observador-sujeito em sua relação com o ambiente construído, e de fornecer indícios da minha visão de mundo, a seguir procurarei compartilhar uma leitura da Praia de Botafogo que integre as visões de cidadão, morador, arquiteto e pesquisador (figura 1).



*Figura 1: Vista da Enseada de Botafogo, Rio de Janeiro.*

Minha condição de morador me transforma em parte integrante de sua organização social local da qual sou parte. A vista da enseada através da janela de meu apartamento (figura 2) e as caminhadas diárias na avenida Beira-mar ou na Praia de Botafogo contribuíram para uma experiência “criadora de questões e significações” que condicionam o modo como percebo e me relaciono com o sítio. Em outras palavras, possuo uma identidade comum ou *cidadania sistêmica* com a Praia de Botafogo.



*Figura 2: Vista da Enseada de Botafogo.*

Sua paisagem natural contém os principais elementos característicos da cidade do Rio de Janeiro, tais como a presença do mar, da montanha e da praia; de baixios alagadiços (hoje aterrados) e vegetação (resquícios da Mata Atlântica). Ou seja, a identidade própria da Praia de Botafogo contém uma identidade comum ou “cidadania sistêmica” com a cidade do Rio de Janeiro.

A intervenção humana na paisagem contém diversas características do processo de urbanização do Rio de Janeiro: praia e ar poluídos, morro devastado/modificado por túneis, viadutos e cortes; aterro de lagoas, áreas alagadiças e praia; frequência de engarrafamentos e de alagamentos; seu cenário é marcado pela variedade de edifícios que destoam entre si por sua variedade de cores, volumetria, gabarito, partido de implantação, por sua aparência inusitada (figura 3) ou pelo seu uso.



*Figura 3: Centro Empresarial Mourisco, Rio de Janeiro.*

Diversidade de usos – ali convivem habitações de luxo, de classe média e populares; *shopping-center*, edifícios de escritórios, bancos, hospital, cinemas, igreja, bares e restaurantes, escolas, universidade, parques, além da proximidade com favela – e de grupos humanos que habitam ou freqüentam o local – convívio do “luxo” com o “lixo” (moradores de rua e de alguns edifícios “pouco recomendáveis”); presença de idosos e de crianças; ocorrência de assaltos e de roubos de automóveis – também se identificam com a da cidade do Rio de Janeiro.

Seu poder de atração é evidenciado pela presença de alguns dos mais modernos edifícios de escritórios abrigando importantes organizações, tais como Fundação Getúlio Vargas, Coca-Cola, Telemar, Telefônica, Intelig e IBM.

Os quatro primeiros fatores estão relacionados com um *olhar profissional* interessado em compreender as conseqüências materiais da intervenção humana no ambiente. Os dois últimos fatores estão relacionados com a possibilidade de aproveitar a experiência acumulada nas observações participantes desenvolvidas desde 1995, para *contemplar* os valores e os significados da interação entre os diversos grupos envolvidos com a produção, o consumo e o uso do ambiente construído.

O processo de ocupação da Praia de Botafogo e o acúmulo de objetos singulares produzidos para atender aos interesses de seus proprietários e projetistas, refletem o descaso com a paisagem natural e evidenciam o modo como a lógica implacável e abstrata do paradigma da racionalidade promove a destruição da beleza da paisagem e do meio ambiente.

Este processo pode ser observado através do confronto entre a situação atual e o relato feito em 1882 pela alemã Ina von Binze:

Botafogo é adorável com suas vivendas dispostas como uma grinalda em tomo da praia de mesmo nome, seus jardins dominados ao fundo pelo imponente Corcovado e na frente pelo curioso Pão de Açúcar, dentro da enseada. A magnificência das flores neste bairro, onde só mora gente rica e distinta, é fascinantemente admirável! As mais viçosas trepadeiras, de um verde intenso, cobrem os muros mostrando grandes e deslumbrantes flores vermelho-escuras, roxas, amarelas, brancas...<sup>19</sup>

<sup>19</sup> BINZEN, Ina von. *Os Meus Romanos*. São Paulo: Paz e Terra, 1994.

Ou através do confronto entre imagens colhidas no início do século XIX (figura 4) e a situação atual, desfigurada por um processo de ocupação que despreza o contexto e a geografia do sítio (figura 5).

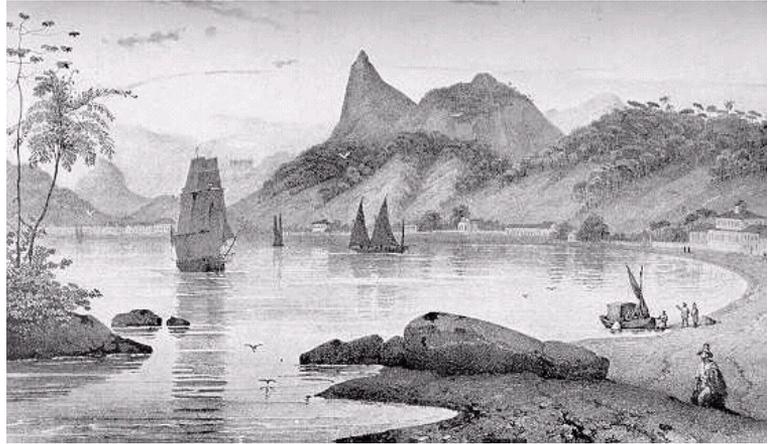


Figura 4: Paisagem natural da Enseada de Botafogo. (Rugendas, 1824).



Figura 5: Vista atual da Enseada de Botafogo.

Apesar de sua configuração ter condicionado seu traçado inicial, hoje é possível observar pelo menos dois dos princípios de ordenamento identificados por François Beguin<sup>20</sup>: *seus limites naturais foram substituídos pelos limites técnicos, econômicos e políticos* – a função de passagem do bairro justifica os aterros de alagadiços, as obras viárias (corte de morro, abertura de túnel, construção de viadutos), perfuração da linha 1 do metrô e a construção de edifícios em área pública de preservação ambiental (postos de gasolina, restaurantes, clubes e edifícios de escritórios). Sua *densidade histórica dissolve-se em benefício da banalização do urbano* – verticalização e densificação imobiliária, mantendo o parce-

<sup>20</sup> BEGUIN, François. *Op. cit.*

lamento do solo; liberação da taxa de ocupação (Shopping Praia de Botafogo) e do gabarito (Edifícios Fundação Getúlio Vargas, Casa Alta, Apollo, Argentina, CAEMI, Coca-Cola/Intelig – figura 6); permissão para construir edifício praticamente desprovido de janelas (Telemar – figura 7).



Figura 6: Edifício Coca-Cola/Intelig, Rio de Janeiro.



Figura 7: Edifício-sede da Telemar, Rio de Janeiro.

Para Sérgio Santos, a área evidencia que o “poder público não tem senão corroborado tendências ‘espontâneas’, implementando serviços e infra-estrutura urbana e mesmo regulamentando, onde a iniciativa privada já criou o

fato.” O autor explicita a lógica do processo de desenvolvimento da cidade: dependência das soluções técnicas em relação às condições e interesses políticos dos grupos que comandam a Administração Pública que dificulta e/ou impede sua implementação; ação regulamentadora do Poder Público apenas corroborando a ação da iniciativa privada, principal elemento criador de tendências de transformação do espaço urbano. Neste sentido, Botafogo “mostra os efeitos dessa ação conjugada, ao refletir em seu espaço os efeitos transformadores impostos por sua recriada função de passagem”<sup>21</sup>.

O processo de atração das grandes empresas verificado a partir da década de 70 está relacionado com a saturação e valorização da área central da cidade. A velocidade do processo de transformação de Botafogo em um “centro especializado de serviços ... [revela a] forma predatória e imediatista com que se consolida e expande o espaço conquistado pela cidade”<sup>22</sup>. As marcas desta urbanização fragmentada podem ser atribuídas à adequação da “racionalidade científica” (saber técnico) aos interesses econômicos e à lógica da “mão invisível” do mercado, sempre com o beneplácito do Estado.

A prevalência da concepção do edifício como obra isolada de arquitetura em detrimento de seu relacionamento com o contexto<sup>23</sup> pode ser comparada com a existente entre o monolito do filme *2001 Uma Odisséia no Espaço* e os macacos que o observam. Sua melhor expressão, a metáfora dos “transatlânticos ancorados nas calçadas das metrópoles”, cunhada por Edison Musa, ilustra o processo de internacionalização e globalização característico da produção dos novos edifícios de escritórios e suas diferentes concepções.

A *primeira concepção* é representada pelo edifício da Fundação Getúlio Vargas (1955) – exemplar único da proposta de Oscar Niemeyer para a construção de diversos edifícios paralelos, equidistantes e com o mesmo gabarito, de modo a preservar a paisagem natural circundante –, que apresenta os seguintes equívocos: embasamento e lâmina do edifício desprovidos de aberturas para a via, rompendo a tradicional relação edifício-pedestre (figura 8); desobediência ao limite de pavimentos recomendado por Niemeyer para os edifícios da orla – máximo de 4 pavimentos – de modo a preservar a paisagem natural circundante (figura 9); desprezo pelo clima, ao propor duas cortinas de vidro orientadas para leste e para oeste, condenando os usuários do edifício ao eterno desconforto provocado pelo efeito estufa.<sup>24</sup>

<sup>21</sup> SANTOS, Sergio R. L. dos. *Análise da Estruturação de Bairros do Rio de Janeiro – O Caso de Botafogo*. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 1981. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional).

<sup>22</sup> SANTOS, Sergio R. L. dos. *Op. cit.*

<sup>23</sup> CULLEN, Gordon. *Paisagem Urbana*. Lisboa: Edições 70, 1983 (edição original de 1971).

<sup>24</sup> NIEMEYER, Oscar. *Rio*. Rio de Janeiro: Avenir Editora, 1980.



Figura 8: Edifício da Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro.

A *segunda concepção* é representada pela transposição mimética do estilo internacional e seus *edifícios-máquina de trabalhar*. Estes edifícios-monolitos são localizados, concebidos e ocupados segundo uma lógica de exploração predatória das condições locais e de exclusão das relações sociais que ocorrem em seu entorno: os “transatlânticos na calçada” escolhem o “porto” mais conveniente para que seu seletivo grupo de “passageiros” possa usufruir da paisagem, sem preocupar-se com o impacto ambiental e social.



Figura 9: Desenho de Oscar Niemeyer. Gabarito de 15 pavimentos.

A *terceira concepção* é representada pelo casuísmo com que as autoridades públicas tratam sua cidade e pelo tipo de interesses a que ela tem servido: ao privatizar áreas públicas e de preservação ambiental<sup>25</sup>, confirma-se a função corroboradora do Estado em relação aos interesses da iniciativa privada apontada por Sérgio Santos.<sup>26</sup>

<sup>25</sup> Os exemplos mais evidentes são: Iate Clube, Piscina do Botafogo, Sede do Clube Guanabara, Restaurante Sol e Mar e Centro Empresarial Mourisco, cuja concessão do direito de construção, em troca da preservação do Pavilhão Mourisco do Botafogo Futebol e Regatas – a exemplo do tombamento do edifício do Canecão – merece um capítulo à parte no livro negro da história recente da cidade.

<sup>26</sup> SANTOS, Sergio R. L. dos. *Op. cit.*

Os pressupostos e paradigmas que fundamentam a produção desses edifícios – o desprezo pela vida local, pelos seus moradores e seu direito de usufruírem a paisagem – são explicitados por Morin – “a industrialização, a urbanização, a burocratização, a tecnologização se efetuaram segundo as regras e os princípios da racionalização, ou seja, a manipulação social, a manipulação dos indivíduos tratados como coisas em proveito dos princípios de ordem, de economia, de eficácia”<sup>27</sup> – e podem ser ilustrados através de trechos de material publicado em jornais e em revistas especializadas.<sup>28</sup>

Modificar esta visão e esta prática fragmentada não é uma tarefa simples. O sucesso comercial e o reconhecimento popular destes edifícios sugerem que o problema não deve ser analisado exclusivamente quanto aos *interesses* de determinados grupos sociais, econômicos ou categorias profissionais. Não se trata de uma questão de natureza tecnológica ou de capacidade técnica, mas de uma questão de natureza cultural que está cada vez mais sedimentada (com sutis variações) tanto no saber técnico, quanto no gosto de proprietários, ocupantes e cidadãos: é uma clara manifestação do “desejo mimético”<sup>29</sup> das sociedades capitalistas criado pelo próprio mercado, e que se torna ele próprio o “critério para desejos aceitáveis ou não.”<sup>30</sup>

Passadas três décadas de explicitação dos equívocos ainda persistem as mesmas idéias que justificam estes *monumentos da irracionalidade*: os investidores escolhem os edifícios por sua aparência, pela sua localização (e facilidade de acesso), pelo seu custo inicial e pela tecnologia embarcada (sistemas eletrônicos de supervisão e controle nem sempre operacionais); os produtores não medem seus gastos com a singularidade da *aparência* e com a novidade tecnológica; pouca importância é dada, por ambos, aos custos operacionais, ao desperdício de energia, e à operacionalidade e eficiência dos sistemas prediais; nenhuma importância é dada à adequação climática do envelope, cuja aparência “reflete” o “desejo mimético” que transforma seus proprietários e ocupantes em “personagens de um mundo fantasma ... uma *espécie de terceiro mundo*, entre o país real em que ... vivem e a comunidade internacional onde imaginam viver”<sup>31</sup>.

Assim, a arquitetura afasta-se cada vez mais de sua razão ética – facilitar e tornar mais confortável a vida do homem sobre a terra – para servir aos interesses do capital imobiliário, ao *ego* de seus autores e ao “desejo mimético” de seus proprietários e ocupantes. A razão “técnica” que move sua prática passa a propor e a resolver “desafios”<sup>32</sup>

<sup>27</sup> MORIN, Edgar. *Op. cit.*, 1996. p. 162.

<sup>28</sup> Expressas pela propaganda de lançamento do Edifício Praia de Botafogo 440 (*in* Sérgio Santos, *Op. cit.*), Centro Empresarial Rio (*in* Projeto n. 71); Da localização à Obra, um projeto completo (*in* Projeto n. 110); Geometria Dinâmica (*in* *Finestra Brasil* n. 15), e em matéria publicada no *Jornal do Brasil* de 5/7/98 relativa ao lançamento do Centro Empresarial Mourisco.

<sup>29</sup> Conforme Jung Mo Sung, termo utilizado por Celso Furtado para explicitar a ilusão de “uma modernidade que nos condena a um mimetismo cultural esterilizante... [e à] ... obsessão de reproduzir o perfil daqueles que se auto-intitulam desenvolvidos”. SUNG, Jung Mo. *Desejo, Mercado e Religião*. 3 ed. Petrópolis: Vozes, s/d. p. 52.

<sup>30</sup> SUNG, Jung Mo. *Op. cit.*, p. 55.

<sup>31</sup> COSTA, Jurandir F. *Ordem Médica e Norma Familiar*. 2. ed. Rio de Janeiro: Graal, 1983.

<sup>32</sup> Em Mais um moderninho: Rio Branco ganha novo prédio “inteligente” (*in* *Veja Rio*, 9/9/1992;19), o autor do projeto de um edifício comercial declara: “nunca fizeram um prédio tão alto num terreno tão pequeno, de apenas 726 metros quadrados.”

cujas conseqüências são, em geral, repartidas entre poder público, contribuintes e ocupantes – condenando estes últimos à dependência de dispendiosos equipamentos para garantir seu conforto e bem-estar.

Para reverter esta tendência, é prudente substituir o *paradigma da racionalidade* que a fundamenta pela união do *paradigma social*<sup>33</sup> com o *pensamento complexo*<sup>34</sup>; é indispensável convencer todos os envolvidos com a produção e com o consumo do ambiente construído da necessidade de se começar a olhar o mundo (e o ambiente construído) com outros olhos; é necessário modificar a relação autoritária e desigual que caracteriza o processo de urbanização; é preciso substituir a prática da exploração capital-intensiva e seu “condicionamento implacável que destrói a beleza do meio ambiente em função da expansão de uma economia que manipula o ‘saber técnico’ e sua racionalidade compartimentalizada.”<sup>35</sup>

<sup>33</sup> CAPRA, Fritjof. *Op. cit.*, 1997.

SANTOS, Boaventura S. *Op. cit.*

<sup>34</sup> MORIN, Edgar. *Op. cit.*, 1996.

<sup>35</sup> CAPRA, Fritjof. *Op. cit.*, 1991. p. 170.

## O pensamento complexo/social

*Uma nova racionalidade deixa-se entrever. A antiga racionalidade procurava apenas pescar a ordem na natureza. Pescavam-se não os peixes, mas as espinhas. A nova racionalidade, permitindo conceber a organização e a existência, permitiria ver os peixes e também o mar, ou seja, também o que não pode ser pescado.*

Edgar Morin

Em contraposição à *metáfora inorgânica* do “edifício do conhecimento” do pensamento mecanicista e à objetividade de suas descrições (que são independentes do observador e do processo de conhecimento), surge a *metáfora orgânica* da “rede do conhecimento”, que inclui necessariamente a compreensão do processo de conhecimento na descrição dos fenômenos naturais. Se a realidade for percebida como uma rede de relações, suas descrições formam uma rede interligada de concepções e de modelos. O entendimento da realidade como uma rede de relações inviabiliza a “objetividade da explicação”, uma vez que a explicação de qualquer fenômeno demanda algo humanamente impossível: o entendimento da totalidade.

O reconhecimento crescente dos processos participativos possibilita o surgimento de uma nova racionalidade, *complexa/social*, que utiliza de forma criativa e integrada os vários modos de conhecimento, inclusive o tecnológico, confere um *sentido transformador* à interação homem/mundo. A transformação do desenvolvimento tecnológico em “sabedoria de vida” possibilita a compreensão de significados que escapam ao olhar “técnico” e “neutro” dos observadores.

O pensamento complexo (social) deriva do pensamento sistêmico e surge em contraposição ao pensamento mecanicista, a partir da “concepção dos organismos como totalidades integradas”: enquanto o pensamento mecanicista é analítico e busca a explicação no estudo das partes ou elementos de base, o pensamento social (sistêmico) é contextual, e busca a explicação no estudo da totalidade.

Enquanto o *pensamento sistêmico clássico* opera com três elementos interdependentes, *padrão* (de organização), *estrutura* e *processo* (da vida), e pressupõe que o *padrão de organização* só pode ser reconhecido se estiver incorporado a uma *estrutura física* que, nos sistemas vivos, é um *processo em andamento*, o *pensamento complexo* trata com três faces indissociáveis: *sistema*, *interação* e *organização*, em que o conjunto das interações constitui a organização do sistema. Nos sistemas vivos, a “organização cria *ordem*, mas também cria *desordem*.”

O *pensamento complexo* surge com a afirmação de que sistema “é uma palavra-raiz para a complexidade”. O movimento de retroatividade inerente à relação entre *todo* e *partes*, sugere a “introdução da complexidade no nível paradigmático”, e propõe que se considere o sistema não apenas como unidade global, mas como “unitas multiplex” – processo recorrente que considera que as partes são ao mesmo tempo menos e mais do que as partes; que as partes são eventualmente mais do que o todo; que o todo é menos do que o todo; que o todo é insuficiente; que o todo é incerto; que o todo é conflituoso – gera um circuito ativo do tipo (*uno* ⇔ *diverso*) onde a *diversidade organiza a unidade que organiza a diversidade ...*<sup>36</sup>. Por estar inserido em uma determinada cultura (fornecedora de paradigmas), o *pensamento complexo* obriga a unir noções que se excluem no âmbito do princípio simplificação/redução do real: *incerteza*, *indeterminação*, *aleatoriedade*, *contradições*.

Ao reconhecer a necessidade de “um método que saiba distinguir, mas não separar e dissociar, ... que respeite o caráter multidimensional da realidade antropossocial, ... que possa enfrentar as questões do sujeito e da autonomia”, Morin considera que a complexidade é inerente às inter-relações dos elementos diversos de um sistema cuja unidade se torna complexa (una e múltipla); define sistema “aberto” como aquele cuja essência e manutenção da diversidade “são inseparáveis de inter-relações com o ambiente, por meio das quais o sistema tira do externo matéria/energia e, em grau superior de complexidade, informação”; ressalta a importância da *geratividade*, princípio qualitativamente

<sup>36</sup> MORIN, Edgar. *Op. cit.*, 1996.

novo, que reconhece que a “constante degradação dos componentes moleculares e celulares é a enfermidade que permite a superioridade do ser vivo sobre a máquina. É fonte da constante renovação da vida.”<sup>37</sup>

<sup>37</sup> MORIN, Edgar. *Op. cit.*, 1996. p. 299.

Em relação ao risco incessante de degradar-se, de simplificar-se, em função da necessidade de uma teoria conservar sua complexidade mediante uma recriação intelectual permanente, Morin identifica os três “rostos” que esta simplificação assume, em forma individual ou combinada: a *degradação tecnicista*, que conserva da teoria – que deixa de ser *logos* para ser *techné* – aquilo que é operacional, manipulador, e que pode ser aplicado; a *degradação doutrinária* da teoria que, menos aberta à contestação da experiência, à aprovação do mundo exterior, abafa e cala aquilo que a contradiz; e a *pop-degradação* que, ao eliminar as obscuridades e dificuldades, reduz e vulgariza a teoria a poucas fórmulas de choque, à custa dessa simplificação de consumo.<sup>38</sup>

<sup>38</sup> MORIN, Edgar. *Op. cit.*, 1996.

## O ambiente construído é uma organização social complexa

<sup>39</sup> RHEINGANTZ, Paulo A. *Centro Empresarial Internacional Rio: análise pós-ocupação*, por observação participante, das condições internas de conforto. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1995. Dissertação (Mestrado em Arquitetura).

RHEINGANTZ, Paulo A. *Complexo RB1: Território de Conflitos de Percepção e Expectativas*. In: *Anais do NUTAU'96*, São Paulo: USP, 1997, p. 119-134.

RHEINGANTZ, Paulo A. *Centro Empresarial Internacional Rio – RB1: Território de Conflitos de Percepções, Imagens e Expectativas*. In: DEL RIO (Org.) *Arquitetura: Pesquisa & Projeto*. São Paulo: ProEditores; Rio de Janeiro: FAU/UFRJ, 1998, p. 183-200.

RHEINGANTZ, Paulo A. *Aplicação do Modelo de Análise Hierárquica COPPETEC-COSENZA na Avaliação do Desempenho de Edifícios de Escritório*. COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção).

Entendido como uma organização social complexa regida pela incerteza e pela possibilidade – constituído pelo conjunto das relações que se estabelecem entre suas partes – o ambiente construído não se restringe apenas às relações entre suas medidas e seus materiais. Como ele não vale por si próprio, seu valor ou significado surge em função das relações que estabelece com o entorno e com seus habitantes. O ambiente construído não pode ser visto isoladamente de seu contexto maior, com quem interage em um movimento de retroatividade todo/partes.

Em meus estudos sobre as imagens e os julgamentos transmitidos pela percepção indireta – leitura e jornais – e pela percepção em campo, realizados com o objetivo de identificar as imagens, os conflitos de percepções e de expectativas de realizadores, administradores, proprietários, locatários, usuários e funcionários de alguns edifícios de escritórios, foi possível evidenciar a importância do caráter não-hierárquico e aberto às politonalidades na avaliação do desempenho do ambiente construído ou *organismo social complexo*.<sup>39</sup> Um *organismo social* que adquire dupla identidade, ou seja, uma identidade própria e uma identidade comum ou “cidadania sistêmica”, na medida em que interage com seus usuários e com o ambiente onde está inserido. Esta dupla identidade foi evidenciada ao reconhecer que o *inconsciente coletivo* dos ocupantes de um edifício

incorpora a *persona* e a *anima*: o “clima” de satisfação com os edifícios e com a cidade é perceptível e, a exemplo das relações de afeto e amor, justifica a aceitação de defeitos e inconvenientes; a aparência do edifício ou do lugar intensifica “inconscientemente a importância do eu”.<sup>40</sup> Além do *inconsciente coletivo*, o *inconsciente pessoal* de Jung também está presente na interação *homem* ⇔ *ambiente*.

Através dessas pesquisas e da minha experiência de vida na Praia de Botafogo, foi possível evidenciar as mudanças estruturais que ocorrem ao longo da “vida” de um ambiente construído ou *organização social complexa*: mudança de usuários, modificação de *layout* dos pavimentos, modificação de sistemas e instalações e da própria gestão predial.<sup>41</sup> Elas também permitiram reconhecer que o processo de organização social no interior de um edifício não se limita a seus aspectos construtivos ou à sua qualidade estética, uma vez que ele também incorpora as relações “todo/partes” e “uno/diverso” apontadas por Morin:

– o *todo* é mais do que a soma das partes – a exemplo da doçura do açúcar, o ambiente construído é indescritível e somente pode ser percebido em sua plenitude no próprio processo de interação;

– o *todo* é menos do que a soma das partes – a soma dos significados particulares que o ambiente construído pode assumir para cada um de seus habitantes deve ser menor do que a soma das partes que o compõem;

– o *todo* é mais do que o *todo* – a complexidade da relação onde o *todo* é um dinamismo organizacional que transcende a realidade global.

A *geratividade* é a fonte da constante renovação da vida de um *organismo social*, seja ele um ambiente construído ou um edifício, que se caracteriza por um processo incessante de degradar-se, de simplificar-se, em função da necessidade de conservar sua complexidade mediante uma recriação intelectual permanente que assume os três “rostos” visíveis de Morin.<sup>42</sup>

Voltando à análise da Praia de Botafogo, a presença da *degradação tecnicista* pode ser confirmada pela a crença na “inevitabilidade das transformações no espaço urbano”<sup>43</sup>; assim como a ênfase na racionalidade científica, nos interesses econômicos, na técnica e na tecnologia pode ser confirmada pela prevalência daquilo que é operacional, manipulador e incorpora as três funções positivas de Beguin, em detrimento das necessidades essenciais para a vida de cada grupo que configura o *organismo social complexo* Praia de Botafogo.

<sup>40</sup> JUNG, Carl G. *Op. cit.*

<sup>41</sup> As constantes modificações realizadas no Shopping-Center Rio-Sul ou da orla marítima da Zona Sul são exemplos das mudanças estruturais que ocorrem em um ambiente construído ao longo de sua “vida” ou existência.

<sup>42</sup> MORIN, Edgar. *Op. cit.*

<sup>43</sup> SUNG, Jung Mo. *Op. cit.*, p. 34.

A *degradação doutrinária*, por sua vez, é evidenciada pelo “determinismo econômico” presente na doutrina e nas crenças subjacentes à produção do ambiente construído, especialmente sua pouca tolerância à contestação e à crescente desqualificação de quem ou daquilo que contradiz o saber messiânico de técnicos e especialistas ou a “religiosidade do capitalismo”; crença de que somente a “defesa dos interesses próprios [do mercado] contra os interesses dos outros gera a eficácia e a solidariedade” ao mercado.<sup>44</sup>

<sup>44</sup> SUNG, Jung Mo. *Op. cit.*, p. 23 e 34.

Por fim, a *pop-degradação* é representada pelo “desejo mimético” que justifica e produz um mundo fantasma entre *o país real* e a *comunidade internacional* em que nossas elites imaginam viver, exemplificado pela “Barralândia”, pelos “edifícios de nível internacional” ou de padrão comparável aos existentes no “primeiro mundo”, pela lógica dos “transatlânticos nas calçadas” e pela paisagem esquizofrênica que acumula “objetos ávidos por atenção”<sup>45</sup>.

<sup>45</sup> Conforme Edson Mahfuz, a expressão “estes objetos ávidos por atenção, os quais glorificam seus arquitetos e proprietários, enquanto ignoram, quando não prejudicam, seu contexto físico”, foi cunhada por Klaus Herdeg, em 1983. MAHFUZ, Edson. *Composição e caráter e a arquitetura no fim do milênio. Projeto*, n. 195, abril 96, p. 98-101.

### Qualidade de vida: interação homem x ambiente construído

*A doçura que saboreamos num torrão de açúcar não é propriedade nem do açúcar nem de nós mesmos. Estamos produzindo a experiência da doçura do açúcar no processo de interagirmos com o açúcar.*

Roland Fischer

Com base nesta bela metáfora, R. D. Laing propõe a seguinte questão: “se o universo inteiro for como a doçura do açúcar, que não está no observador nem na coisa observada, e sim na relação entre ambas, como vocês podem falar do universo como se fosse um objeto observado?”<sup>46</sup>

<sup>46</sup> CAPRA, Fritjof. *Sabedoria Incomum*. São Paulo: Cultrix, 1991. p. 116.

Se a metáfora de Fischer e a questão de Laing forem relacionadas com a qualidade de vida (e com o conforto ambiental) no ambiente construído, é possível considerar que o conceito de qualidade de vida não é propriedade nem do ambiente construído nem do homem: ele é uma experiência produzida no processo de interação do “observador-sujeito” com o organismo social complexo. De modo análogo, se a qualidade de vida de um determinado ambiente construído está na relação entre ambos e com o contexto maior com que interagem, parece pouco sensato concebê-lo ou analisá-lo isoladamente.

Se o ambiente construído e seus ocupantes compõem uma *organização social* integrada, configurada por uma rede de relações complexas que se fundamentam em determinados princípios ou padrões de organização, então *qualidade*

de vida (e conforto ambiental) pode ser definida como a *experiência produzida no processo de interação*. Uma experiência que não é objetiva, conforme preconiza a racionalidade científica subjacente à produção do ambiente construído, que por sua vez, não é um contexto absoluto. Ele é criado no próprio processo de viver (e de conhecer), e é condicionado cultural e historicamente: “*todo conhecimento significativo é conhecimento contextual, e grande parte dele é tácita e vivencial*”<sup>47</sup>. Daí a dificuldade de compartilhar uma experiência (e não a sua simples descrição) envolvendo qualidade de vida e conforto ambiental nos centros urbanos.

Assim, o estudo da *percepção ambiental* é um processo cognitivo que lida com as conformações subjetivas, imagens, impressões e crenças que as pessoas possuem do meio ambiente. Este processo cognitivo está sujeito a “filtros” socioculturais, categorias e sistemas resultantes do processo de socialização do indivíduo e a “filtros psicológicos” dependentes do sistema interpretativo pessoal, de valores e de expectativas de cada pessoa. Mas é preciso observar que o processo cognitivo não se resume a um processo mental realizado no interior do nosso cérebro: segundo Capra, pensamos com nosso corpo<sup>48</sup>; na mesma linha de raciocínio, Damásio observa: “quando vemos, ouvimos, tocamos, saboreamos ou cheiramos, o corpo e o cérebro participam na interação com o meio ambiente.”<sup>49</sup>

Se comparada com a paisagem natural, a análise da paisagem da Praia de Botafogo desfigurada pela desproporção e falta de harmonia das torres de vidro, concreto e granito que bloqueiam a vista do perfil dos morros que a emolduram ilustra a triste veracidade do argumento de Italo Calvino: a Praia de Botafogo (e a cidade do Rio de Janeiro) “mediante o que se tornou pode-se recordar com saudades aquilo que foi.”<sup>50</sup>

É possível que esta opinião não seja compartilhada por um empresário instalado em um dos modernos edifícios “fundeados” na Praia de Botafogo – onde entra e sai em seu automóvel e que, de seu escritório climatizado, desfruta o esplendor deste “cartão postal” pintado pelo “supremo pintor e arquiteto do mundo”, conforme o Padre Cardim. Sua relação com a cidade “real” é similar àquela representada pelo “domo” que envolve a cidade de *Seaside*, no filme *O Show de Truman*. Diversa deve ser a opinião de um morador da rua Muniz Barreto, cuja vista da enseada foi bloqueada pelos novos edifícios. A racionalidade da observação somente será obtida pelo conjunto de visões e significados produzidos pelas diferentes “cidadanias sistêmicas” que configuram o organismo social Praia de Botafogo.

<sup>47</sup> CAPRA, Fritjof. *Op. cit.*, 1997.

<sup>48</sup> CAPRA, Fritjof. *Op. cit.*, 1997.

<sup>49</sup> DAMÁSIO, Antonio. *O Erro de Descartes*. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

<sup>50</sup> CALVINO, Ítalo. *As Cidades Invisíveis*. São Paulo: Companhia das Letras, 1993.

Paulo Afonso Rheingantz é arquiteto, doutor em Engenharia de Produção e professor do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

par@centroin.com.br



# CIDADE ENERGIA, ARBORIZAÇÃO URBANA E IMPACTO AMBIENTAL

---

*Juan Luis Mascaró*  
*Lucia Mascaró*  
*Clarissa M. L. S. Aguiar*

A cidade é um dos produtos humanos que mais consome energia e o que causa maior deterioração ambiental. O elevado crescimento da população, a densificação urbana incontrolável e o grande consumo de produtos eletroeletrônicos, levaram a um aumento quase linear do consumo de energia no Brasil durante as últimas três décadas. Diante da insustentabilidade deste aumento, um novo ponto de vista sobre o problema energético tornou-se essencial, pois, além das implicações econômicas, a tendência de incremento do consumo de energia traz consigo sérias conseqüências para o meio ambiente. Entre outras estratégias, como mudar hábitos de consumo e de comportamento da população em relação à energia, uma prática relativamente simples pode contribuir de modo substantivo para a amenização climática e para a redução da crise atual: a arborização urbana. Cidades como Tucson, localizada no árido estado americano do Arizona, desenvolvem programas exemplares de plantio de árvores em larga escala como medida para reduzir o calor do verão. Os resultados animadores de Tucson podem servir de exemplo para outras cidades que gradativamente transformam-se em verdadeiras ilhas de calor e, portanto, cada vez menos habitáveis.

## I

### A CIDADE E A CRISE DE ENERGIA

#### *Ilustração de abertura*

Lúcio Costa: proposta para as superquadras de Brasília.  
In: COSTA, Lúcio. *Registro de uma vivência*. São Paulo: Empresa de Artes, 1995.

A crise energética brasileira é resultado de um conjunto de fatores, dentre os quais se destaca a falta de investimento e de planejamento setorial do governo durante das décadas de 80 e 90. Desde a crise do petróleo, na década de 70, diferentes grupos de pesquisa vêm alertando para o fato de que o sistema energético carece não só de investimentos estratégicos para o atendimento à crescente demanda de energia elétrica, mas também de políticas adequadas para os diferentes setores econômico-tecnológicos que participam da produção, transmissão, fornecimento e consumo. Muito pouco foi feito. As medidas adotadas até agora perante a crise não são estratégicas, têm um caráter emergencial, imediato, para evitar a falta de energia e o assustador *apagão*, previsível apesar dos crescentes aumentos no preço da energia elétrica.

A energia, entretanto, não deve ser vista como um fim em si mesmo ou como um serviço, mas como um meio de fornecer serviços. São os serviços e não a energia que diretamente satisfazem as necessidades da população.<sup>1</sup> Por outro lado, quantidade de energia fornecida não significa qualidade dos serviços oferecidos. A qualidade de vida de uma cidade, por exemplo, depende mais da forma como estão iluminados os espaços construídos (medida em lúmem/m<sup>2</sup>) do que dos kWh consumidos para iluminá-los. A extensão à qual os serviços de energia são acessíveis é um bom indicador do verdadeiro nível de desenvolvimento de uma região. O desenvolvimento, em conseqüência, precisa de maior aumento do nível *per capita* de serviços de energia, além de sua maior oferta, que parece ser a principal preocupação das autoridades. Esses serviços retornam como dispositivos de uso final (estufas, luminárias, residências) que convertem a energia de modo a atender necessidades. Aparelhos, edifícios e forma urbana mais eficiente podem fazer uso racional da energia elétrica, fornecendo os mesmos serviços com menor consumo ou mais serviços com a mesma energia.

É importante ter presente que a melhora da eficiência energética envolve menos capital que aumentos equivalentes no fornecimento de energia. Basta lembrar a importante poupança conseguida pela população brasileira como resposta à solicitação do governo e à crise energética, que muito pouco custou aos cofres públicos, e o valor estimado para os investimentos considerados como necessários para

<sup>1</sup> REDDE, A. K. N. & GOLDEMBERG, J. Energy for the developing world. *Scientific American*, New York, set 1998, p. 63-72.

a construção de novas usinas de energia. O problema não era (nem é) só a quantidade de capital para investir e para fazer a melhoria de eficiência energética, mas a inexperience das autoridades encarregadas de concretizá-la e a dificuldade institucional para implementá-la. E, no caso da legislação urbana, o vetor espacial/territorial é importante na questão ambiental-energética na medida que leva a identificar estruturas urbanas adequadas à realidade local, sobre as quais se deve atuar a fim de estimular a preservação ambiental e o uso racional de energia e também inovações nas formas de governar, nos valores administrativos e na conscientização da população.

Entretanto, a legislação técnica vigente – planos diretores, códigos de obra e normas – mantém seus enfoques tradicionais, sem incorporar aspectos hoje reconhecidos como essenciais. O planejamento urbano das cidades brasileiras, por exemplo, em geral considera os critérios sociais, econômicos e culturais (algumas vezes), e não os aspectos climáticos e topográficos regionais, e muito menos os energéticos ou ambientais. Uniformizam-se requisitos legais que levam a soluções arquitetônicas e urbanas padronizadas, e que não respondem de maneira adequada às solicitações ambientais e energéticas. Da mesma forma, não são asseguradas as condições mínimas de salubridade e conforto na maioria dos planos diretores e códigos de obra analisados. Nos primeiros, os instrumentos utilizados para este fim se restringem à densidade máxima permitida, índice de aproveitamento do solo, taxa máxima de ocupação, afastamentos mínimos das divisas e alturas máximas, descuidando-se de legislar, também, sobre as alturas mínimas, pois baixas densidades acarretam altos custos na implantação e no uso da infra-estrutura urbana. Não há qualquer consideração sobre a paisagem resultante, e muito pouco sobre o impacto ambiental.

A mesma voracidade de consumo de recursos que caracteriza a cidade, torna-a um mercado com potencial de poupança de igual magnitude, simplesmente ignorado até agora.

## **O caso de Porto Alegre**

O governo da Cidade de Porto Alegre aprovou, no final de 1999, o II Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental, que possibilitou a flexibilização dos regimes de alturas dos prédios, tornando possível a utilização do Solo Criado – implantado há sete anos pela Câmara de Vereadores local e sancionado pelo Prefeito –, o qual

permite que a Prefeitura Municipal venda para a iniciativa privada o direito de edificar em terrenos de determinados bairros, além do potencial previsto no Plano Diretor. Isso, no entanto, só deveria ser possível em áreas onde há capacidade de infra-estrutura urbana instalada para absorver esta maior ocupação, de modo a evitar a deterioração ambiental do recinto urbano e a estimular o desenvolvimento urbano de forma sustentável. Segundo seus defensores, o acréscimo de área edificada gerado pelo Solo Criado proporcionará a obtenção de economias de escala e, conseqüentemente, a redução do preço final dos imóveis, resultado da diluição dos custos fixos da obra. Todo dinheiro arrecadado com a venda deverá ser destinado à construção de habitação popular e saneamento básico, ou seja, quanto mais Solo Criado for vendido melhores serão as condições de habitação das populações de baixa renda da cidade. Porém, por decisão da Fazenda Municipal, o Solo Criado estava sendo vendido mais caro que o terreno equivalente, levando a movimentos especulativos que contrariam os princípios que nortearam a sua elaboração.<sup>2</sup> Este dispositivo deveria ser utilizado como instrumento de estímulo ao investimento em áreas urbanas pouco valorizadas, e não como um mecanismo de busca de receita.

<sup>2</sup> PDDUA. *II Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental de Porto Alegre*. Porto Alegre: Prefeitura Municipal, 2000.

Para se ter um parâmetro ambiental de avaliação das conseqüências da aplicação do Novo Plano Diretor Urbano Ambiental, comparou-se a situação atual da ventilação natural da cidade com uma projeção de seu perfil no ano 2060 através de simulações computacionais realizadas com o Programa WasP<sup>3</sup>. O II PDDUA permite maior densificação urbana, resultando no aumento da rugosidade que, por sua vez, faz crescer a turbulência do ar e reduz sua velocidade na maioria dos recintos urbanos, sendo as áreas mais críticas as localizadas no centro de Porto Alegre e nas encostas urbanizadas dos morros. A título de exemplo, citamos o caso do morro São Pedro, que apresentou situação mais crítica, ficando com apenas 22% do vento disponível no seu entorno imediato, e do morro Teresópolis, que teve a velocidade do vento característico de 3m/s reduzida para 1m/s, comprometendo a ventilação urbana e a dos edifícios, com a estimativa de maior consumo de energia elétrica ou menor conforto ambiental para seus habitantes.

<sup>3</sup> WASP. *Wind atlas analysis and application*. Copenhagen: PUC, 1993.

A densificação intensificada também dos bairros periféricos prevista na legislação, impedirá que os ventos úmidos do oeste, que vêm do Guaíba, penetrem na malha urbana, enquanto os ventos leste e sudeste, típicos do verão, passarão por cima da cidade, ao aumentar a altura

da camada limite do sítio, tornando crítico o teor de umidade relativa do ar. Esta situação tem resultados similares aos de uma topografia mais alta do que a local, impedindo que o vento percorra a cidade ao nível do solo (no caso de Porto Alegre, estima-se a elevação de até 8m nos locais mais adensados). O efeito é agravado pela possibilidade de construir até 6 pavimentos sem recuos laterais nas avenidas consideradas eixos principais, formando canais que forçarão o vento a percorrer as ruas paralelamente às fachadas, sem ângulo de incidência adequado para a ventilação no interior dos prédios. A proporção de 3/1, entre altura dos edifícios e largura da rua, proposta para muitos recintos urbanos, impede o pleno desenvolvimento de vegetação no passeio público, única fonte de sombreamento entre as 10 e 16 horas, nos dias de verão. Além disso, o perfil previsto para a cidade, com os eixos estruturados mais densos, diluindo-se para os lados, favorecerá a ventilação apenas dos últimos andares das edificações, criando mais ilhas de calor.

### A percepção da cidade pelos usuários

Para avaliar qual a relação (percepção) dos usuários e moradores do recinto urbano e do seu entorno com o consumo de energia e o meio ambiente construído, foram realizadas enquetes (PREAMBE INT, 2000) e aplicados questionários (PREAMBE EXT, 2000).<sup>4</sup> Além do levantamento de dados pessoais e familiares, foram avaliados os diversos recintos no que diz respeito ao conforto termoluminoso, ao consumo de energia, à relação com a arborização urbana, à utilização dos recursos naturais e ao impacto sobre o meio ambiente. É interessante notar que a receptividade dos entrevistados está mais diretamente ligada à conscientização da importância da qualidade de vida no ambiente construído do que propriamente ao nível cultural ou faixa etária; verificou-se também que os grupos se diferenciam conforme a posição sócio-econômico-cultural.

O resultado da avaliação, realizada antes da atual crise de energia, permite as seguintes observações:

1. A preocupação em *economizar energia* existia, porém, apesar de mencionada pela grande maioria dos pesquisados, não era praticada adequadamente. Muitos não consideravam significativos os gastos de energia no orçamento doméstico e portanto as medidas não eram tomadas de forma eficiente. A energia elétrica ainda era muito barata: *Não mexia no bolso do consumidor.*

<sup>4</sup> MASCARÓ, J.; MASCARÓ, L. & AGUIAR, C. Políticas Energéticas e Meio Ambiente. In: *Programa de Preservação do Meio Ambiente pelo Uso Racional de Energia*. v. 1. Porto Alegre: PROPAR – UFRGS/FINEP – MCT, 2001. (Relatório Final de Pesquisa).

2. Havia interesse em preservar o *meio ambiente*, entretanto, notou-se que a pouca informação a este respeito levava os pesquisados a ter dúvidas nas respostas e, algumas vezes, a emitir opiniões de forma “ecologicamente correta”. Constatou-se que a preocupação em adquirir produtos reutilizáveis ou de baixo consumo energético não era prioridade. Um exemplo do descaso com o meio ambiente continuam a ser os carros que circulam pelas ruas de Porto Alegre (e das outras cidades do país), na sua grande maioria movidos à gasolina e com apenas o motorista a bordo, o que reflete a ineficiência dos transportes coletivos, mas também a distância existente entre o discurso e as atitudes das pessoas, como se pode constatar na enquête realizada.

3. As respostas das pessoas em relação à *arborização urbana* retrataram, em certos casos, uma compreensão das árvores como meros ornamentos, ficando em segundo plano a sua função como elemento ambiental urbano. Poucas pessoas pesquisadas expressavam sua preocupação com as podas mal feitas ou com a derrubada de árvores, assim como não reconheciam o quanto estas podem interferir de forma positiva (ou negativa, em algumas situações) no conforto termoluminoso no interior dos ambientes e nas visuais externas.

Existem estudos de interesse em diversos países do mundo e algumas poucas experiências bem sucedidas realizadas na Europa e nos EUA, que usam os critérios de uso racional da energia e se preocupam com o meio ambiente no desenho urbano. As tentativas feitas no Brasil não passam disso: de tentativas. Os conhecimentos técnicos disponíveis são mais do que suficientes e adequados para implementar esse tipo de regulamentações. Falta, porém, a vontade política e acadêmica, nessa ordem, para concretizar um tipo de programa cujo custo é muito menor que o de qualquer investimento na produção de energia. Nas faculdades de arquitetura, as disciplinas de conforto ambiental são consideradas marginais na formação do arquiteto e as de desenho urbano e urbanismo pouco levam em consideração os aspectos ambientais. Não existem Códigos de Obras e Planos Diretores Urbanos no país que incluam critérios energético-ambientais nos seus textos.

Ao nível político, o discurso é muito mais forte do que a prática. Em relação aos agentes que intervêm no âmbito do consumo de energia, o governo mostrou-se inoperante até a atual crise, sem visão de políticas setoriais, tratando o tema genericamente ou de maneira pontual.

Há muito tempo que não se elaboram políticas urbanas; as cidades, no entanto, continuam se expandindo de forma errada, para a periferia, em detrimento de vazios urbanos mais próximos das áreas centrais que já possuem infra-estrutura urbana, portanto, sem promover uma densificação que ofereça qualidade ambiental. O governo continua sem exercer seu papel de promotor de políticas estimuladoras de opções pró-ambientais e de uso racional de energia, e de parceiro da iniciativa privada; sua presença também deveria dar-se em forma impositiva se os setores, sejam eles quais forem, não se mobilizam por conta própria, como é o caso da indústria da construção civil, por exemplo, que tem demonstrado pouco interesse na eficiência energética, apesar de ser um grande consumidor e poluidor.

O mercado urbano está recebendo considerações semelhantes às dos outros setores, ao se reconhecer que é pela via do interesse, da competição e do lucro que, em grande parte, se resolverá a questão do desenvolvimento sustentável, de interesse nacional (e também estratégico), na qual estão inscritas as demandas ambientais. É essencial transformar os cuidados com o meio ambiente em argumentos de competição de mercado, em diferentes setores de atividade, principalmente na urbanização e na edificação, que representam as atividades humanas com maior impacto sobre o meio ambiente e o consumo de energia. Por isso, é fundamental que numa economia de livre mercado que funciona com o princípio da oferta e da demanda, o consumidor, seja este inquilino ou proprietário, introduza nos seus requisitos de demanda, exigências sobre a preservação ambiental e o uso racional de energia.

A questão urbano-ambiental não envolve apenas os usuários perante uma situação específica, mas o futuro da humanidade a longo prazo e a qualidade de vida a médio e curto prazo. As próximas décadas estarão, sem dúvida, dedicadas a ela, entendida em termos amplos sob a denominação de desenvolvimento sustentável.

Algumas ações já iniciadas permitem prever mudanças nesse panorama tão pouco favorável. Dentre elas, merecem destaque a área da iluminação natural com a participação de Centros de Medição da Iluminância Natural da Universidade Federal de Santa Catarina (Florianópolis) e do CRICYT CONICET da Argentina (Mendoza), que formam parte da rede Standards for International Daylight Measurement Program (IDMP), dependente da Commission Internationale de l'Éclairage. A redação de normas da Associação Brasilei-

ra de Normas Técnicas (ABNT) sobre iluminação natural também merece destaque. Atividades necessárias mas não suficientes.

Uma das ações internacionais a destacar é a implantação de um novo programa que iniciou suas atividades no final de 2000, implementado pela Energy Agency's Task 21, intitulado *Daylighting in Buildings in the 21<sup>st</sup> Century*, com o objetivo de: determinar as perspectivas e requerimentos dos usuários através de testes subjetivos aplicados em espaços configurados, especialmente em laboratórios e edifícios já construídos; e otimizar a dinâmica de sistemas de iluminação pelo desenvolvimento de conceitos integrados da luz natural com várias estratégias de iluminação artificial. Esta pesquisa incluirá o desenvolvimento de novas estratégias de controle para a iluminação das fachadas e o desenvolvimento de modelos de simulação para prever o desempenho do controle com qualquer sistema de iluminação natural visando otimizar a performance energética global e de um determinado tipo de edifício e clima luminoso. Os resultados serão implementados em duas práticas com enfoque inovador através da criação de um centro de documentação virtual, para avaliar, arquivar e divulgar informação sobre a iluminação natural dos edifícios no mundo e liderar a implantação de grupos nacionais de apoio aos estudos e aplicação do uso da luz natural.

### **A proposta**

O espaço urbano está condicionado por fatores climáticos. Essa é a grande diferença com o espaço arquitetônico, para o qual esses fatores hoje têm a sua disposição a potência de suas instalações de climatização artificial. Na grande maioria dos casos, devido à ausência de dados científicos confiáveis ou à ignorância, o espaço urbano – nas suas manifestações mais apreciadas – costuma ser o resultado da acumulação do conhecimento empírico compartilhado pela população do lugar através do tempo. Entretanto, suas manifestações mais degradadas geralmente são o resultado da imposição de dispositivos de controle da forma urbana não experimentados, às vezes importados, outras vezes inadequados, ou da repetição cega dos dispositivos e organizações consideradas como eficientes. É o desenvolvimento desta última tendência, que tem colocado em questão a possibilidade da existência de um recinto urbano como um espaço para o qual é grato os edifícios se abrirem, com características ecotérmicas minimamente aceitáveis.

Para criar este espaço urbano, propomos:

1. modificar os fenômenos climáticos localmente, ao nível do solo, onde a vida acontece, através da escolha do albedo das superfícies do recinto urbano mais adequado do ponto de vista termoluminoso, da redução da capacidade de acumulação térmica de seus edifícios e do aumento de sua resistência térmica (situação oposta à da cidade clássica e seca, que tanto admiramos);

2. que, no recinto urbano úmido e predominantemente quente, não é a inércia térmica da edificação o fator condicionante decisivo de seu desempenho ambiental em condições de verão, mas a ventilação urbana e dos edifícios, que reduziria o consumo crescente da climatização artificial para aqueles dias muito quentes e abafados, que não superaram 30% dos dias de verão em situações climáticas normais;

3. que a estrutura urbana recomendada seja aquela que apresenta recintos urbanos diferenciados do ponto de vista ecotérmico; acessíveis ao sol uns, inacessíveis outros, mas com superfícies de alta refletância que lhes permitam iluminar naturalmente recinto e edificação; acessíveis ao vento de verão todos, contando com a valiosa colaboração de janelas que se abrem (em oposição aos herméticos panos de vidro), que transformam os edifícios em estruturas porosas alternadas com refletivas (é o velho jogo da composição arquitetônica dos cheios e dos vazios), permeáveis à passagem do ar e da luz (e do sol de inverno, mas não do sol de verão), situação necessária e própria do clima com uma estação quente e outra fria, ambas úmidas.

Os que tomam as decisões devem estar convencidos da necessidade de estabilizar o crescimento e o uso da energia ou, ainda, da necessidade de estabelecer cotas de redução do consumo. Uma área aberta para a manipulação é o ambiente construído, pelo fato de seu projeto e uso terem impacto significativo no ambiente natural; e, o que é mais importante, impacto este que pode ser moderado através de um projeto inteligente e saudável, sem reduções nas expectativas do estilo e padrões de vida. As atitudes dos usuários dos ambientes construídos têm grande impacto no seu habitual e consciente bem-estar.

Os últimos acontecimentos relativos ao tema confirmam os resultados da pesquisa. As Nações Unidas divulgaram há poucos meses um posicionamento perante o efeito estufa, no qual afirmam que existe tecnologia para controlar o aquecimento global, mas não, vontade política; mais recentemente, em Bonn, ficou constatado o isolamento inter-

nacional dos EUA devido a sua posição política em defesa do seu próprio crescimento industrial e, conseqüentemente, da não ratificação do tratado de Kyoto. Os demais líderes mundiais, incluindo os países europeus e o Brasil, confirmaram o tratado fazendo pequenas concessões no conteúdo que poderá permitir que cada grupo possa pôr em prática as políticas adequadas a cada um. Isso permitiria começar a reduzir desde já as emissões e deixaria aberta a hipótese de negociação de um novo tratado global mais adiante.<sup>5</sup> Mas, nada foi dito ou acordado em relação à cidade, nem como fonte poluidora do ambiente – a maior das existentes hoje – nem como um dos principais consumidores de energia do planeta.

<sup>5</sup> E depois de Kyoto? *Jornal da Tarde*, São Paulo, 27 julho 2001.

Algumas questões, como as que seguem, ficam pendentes. O uso do gás como energético será a solução mais adequada para os problemas ambientais urbanos? Apesar de o governo incentivar a instalação de termoeletricas à gás, a participação da energia por elas gerada é atualmente de apenas 6%. O gás natural apresentado como um combustível limpo provoca alto impacto ambiental pois emite óxido de nitrogênio, componente da chuva ácida; e consome muita água para sua produção, até 10 milhões de litros por dia. Conforme informação do Diretor-Presidente da Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM), do Rio Grande do Sul, há cinco projetos de usinas termoeletricas para a região metropolitana de Porto Alegre. Justamente porque o gás é mais limpo, é possível colocar a geração próxima ao centro de consumo; continua, no entanto, o grande problema da excessiva concentração de poluentes no mesmo local, dentro da zona urbana da região metropolitana.

Que benefícios trará à cidade e a seus habitantes o uso deste energético? Que transformações ocorrerão na cidade, de fato e em razão do uso do gás, capazes de propiciar o uso eficiente e racionalizado da energia, tanto no recinto urbano como no privado?

As políticas urbanas passarão a levar em consideração os aspectos energético e ambiental? Qual será a postura a ser adotada pelos diversos setores da construção civil, em particular da edificação?

Será que os usuários aprenderão com a crise e manterão a redução de seu consumo energético já alcançada, de maneira consciente, ou será apenas uma situação emergencial?

Da resposta de todos e cada um destes setores depende a sustentabilidade do meio ambiente, incluída a do meio ambiente urbano.

## II

### ARBORIZAÇÃO URBANA E CONSUMO DE ENERGIA

Os verões cada ano mais quentes podem custar dinheiro à cada prefeitura local porque o aumento de temperatura em áreas urbanas provoca impacto diretamente nos custos de refrigeração. Em cidades com mais de 100.000 habitantes o pico da demanda utilitária aumenta 1,5% a 2% para cada 0,6°C de aumento de temperatura. As temperaturas urbanas ao longo dos EUA têm aumentado, em média, entre 1,1°C e 2,2°C nos últimos 40 anos, o que significa que as cidades estão pagando para manter-se frescas no verão.

Em Washington, por exemplo, o ar condicionado é usado por cerca de 1.300 horas por ano. Estes custos representam o montante pago de taxas de cerca de US\$ 40,00 por cada hora de operação, ou US\$ 52 milhões por ano! Reduzindo as cargas de refrigeração da cidade é possível se obter significativos benefícios ambientais e econômicos para a comunidade.

Dos métodos disponíveis e eficientes para diminuir a demanda por refrigeração, o uso de árvores e superfícies de alto albedo são frequentemente mencionados como os mais adequados na bibliografia sobre o tema. Superfícies de albedo alto têm os materiais de construção mais refletivos à radiação solar (cores claras) e que podem reduzir fortemente a carga de refrigeração da edificação. Mas o foco central desta questão está no uso de árvores como o melhor método de resfriar as áreas urbanas, convivendo em harmonia com os equipamentos e as infra-estruturas urbanas.

Em Tucson, Arizona, árvores têm servido para reduzir o calor no verão desde 1989, ano que marca o início do Programa de Arborização Urbana, que propunha o plantio de 500.000 árvores adaptadas às condições desérticas da região. Isto significa uma árvore por cada residente na cidade. Sabe-se que este programa deve não somente poupar dinheiro de refrigeração à prefeitura, mas igualmente melhorar a qualidade de vida da comunidade.<sup>6</sup>

Os ambientes urbanos são significativamente mais quentes que os rurais, um fenômeno conhecido como “ilha de calor”. A diferença de temperatura entre as áreas rurais e urbanas varia entre valores pequenos de 1,1°C a 4,4°C em St. Louis, Missouri, a 5,6°C na cidade de New York, e até 10°C na cidade de México. Em dias quentes de verão a diferença entre a temperatura do ar no centro de Porto Alegre e sua periferia rural chega a 4°C e até 7°C na cidade de Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul.<sup>7</sup>

<sup>6</sup> U. S. DEPARTMENT OF ENERGY. *Tomorrow's energy today for cities & countries*. Washington, 1999.

<sup>7</sup> MASCARÓ, J. ; MASCARÓ, L. & AGUIAR, C. *Op. cit.*

As causas do fenômeno conhecido como ilha de calor são bem conhecidas, embora sejam necessárias mais pesquisas para quantificar seu efeitos. Num ambiente rural, boa parte da energia solar que chega à vegetação é usada pelas plantas para o processo metabólico. A planta também usa a umidade para controlar sua própria temperatura e, transformando-se o excesso em vapor de água, refresca assim o ar que as rodeia.

Na cidade, as plantas são substituídas por superfícies tais como asfalto, tijolo e concreto. Essas superfícies têm baixa refletância e armazenam a energia solar em vez de refleti-la. Os *canyons* urbanos também reduzem a perda de calor para a atmosfera. O resultado é que nas noites de verão as cidades são muito mais quentes que seu entorno imediato.

Os verões mostram sinais de um ciclo infeliz. O aquecimento das cidades no verão contribui para a ocorrência de níveis elevados de poluição a qual contribui para acentuar o efeito da ilha de calor. As maiores temperaturas, mais rápido se produzem as reações químicas que levam a altas concentrações de ozônio, e à noite a poluição sobre a cidade inibe a perda térmica.

A vegetação também contribui na redução da poluição do ar. É só na presença de quantidades significativas de poluição produzida pelo homem que algumas das muitas substâncias que as árvores e as plantas produzem tornam-se participantes da formação de ozônio no ar.

Outro fator exacerba a situação. Ocorre que o desenvolvimento de edificações e indústrias em áreas urbanas continua crescendo sem o replantio da vegetação que sua construção destrói. Em Porto Alegre, a cobertura vegetal vem diminuindo sensivelmente à medida que o solo urbano se densifica e não se procede a substituição das plantas que foram cortadas ou simplesmente morreram (figura 1). Nas cidades americanas somente uma árvore é plantada para cada quatro removidas. New York, por exemplo, perdeu 20% de sua floresta urbana (175.000 árvores) no final de cada década passada.

### **A arborização como estratégia de resfriamento**

Uma das estratégias mais simples e mais baratas para conter o efeito da ilha de calor é aumentar o número de árvores e outras plantas na cidade. A vegetação resfria diretamente por sombreamento e indiretamente através da evotranspiração, processo pelo qual as plantas produzem o vapor de água.

A poupança energética pode ser significativa. Nos EUA o efeito anual das árvores corretamente usadas representa uma poupança média de cerca de 20% a 25% dos custos energéticos residenciais, comparados com os mesmos custos para uma casa numa área desprotegida, sem vegetação.

Em situações específicas, a poupança por sombreamento pode ser *importante*. No sul da Flórida, pesquisadores estimaram que árvores e arbustos próximos à edificação podem reduzir os custos de condicionamento artificial de verão em 40%. Medidas muito simples podem poupar dinheiro. Dados de Pennsylvania indicam que a sombra pode reduzir o custo de refrigeração de uma pequena casa em até 75%.

Os efeitos da evapotranspiração são mais difíceis de quantificar, mas simulações computacionais estimam que o plantio de três árvores em cada casa nas orientações norte, leste e oeste poderia resultar numa poupança energética de refrigeração de 30% em Sacramento, Califórnia, 17% em Phoenix, Arizona, e 23% em Lake Charles, Louisiana. A sombra é responsável por cerca de 10% a 35% dessas poupanças e os resultados restantes de temperaturas menores provocadas pela evapotranspiração.

As árvores são uma maneira relativamente barata de acompanhar esta poupança energética. De acordo com as pesquisas do Lawrence Berkely Laboratory, custa cerca de US\$ 0,001 para reduzir a demanda de pico energético de 1 kWh plantando árvores. O custo da poupança para o mesmo kWh por investimentos na melhora da eficiência elétrica é de cerca de US\$ 0,025. Um kWh gerado por uma nova planta de fornecimento de energia elétrica custa US\$ 0,10.

O interesse no plantio de árvores como uma medida de resfriamento está aumentando nos EUA. A Companhia de Reflorestamento (American Forest) iniciou seu programa de Resfriamento das Comunidades em janeiro de 1992, coletando informação para diferentes áreas geográficas sobre os custos e benefícios do plantio de árvores para resfriamento. Oito comunidades: Austin, Texas, Oklahoma, Springfield, Illinois, Davis-Monthan Air Force Base próxima de Tucson, Arizona e Tucson, Arizona, plantarão árvores e registrarão os resultados.

### **Benefícios adicionais às árvores**

O Programa Árvores para Tucson é um *ramal* da Companhia Tucson Limpa e Linda, uma organização sem fins lucrativos, fundada pelo governo e por particulares, que ajudam com doações. O Programa está afiliado ao American Forests Global ReLeaf.

Árvores para Tucson apóia o plantio de árvores e fornece informação para os usuários, grupos de vizinhos e escolas, sobre espécies de baixo consumo de água apropriadas para o ambiente local, assim como a localização ótima das plantas para a conservação de água e de energia. Indivíduos e grupos podem ser envolvidos de várias maneiras: plantando árvores, promovendo o plantio de árvores numa rua através de uma organização, sendo voluntários para plantar árvores numa escola ou criando um programa de plantio para ela. Ou, ainda, sendo membros do Programa Árvores para Tucson, estimulando a comunidade no sentido de que se responsabilize pelas árvores urbanas (ensinando a plantar, manter, fertilizar e curar as pragas mais comuns que atingem as árvores urbanas). Esforços educacionais incluem encontros de trabalho e seminários que enfatizem o uso das árvores no resfriamento urbano. A Companhia Elétrica de Tucson é responsável pelas publicações.

Embora não se disponha de dados sobre a conservação de energia válidos para muitos anos, o U.S. Forest Service Study estima benefícios líquidos de US\$ 236,5 milhões durante os próximos 40 anos. De acordo com os cálculos da cidade, cada árvore poupará 227 kWh (US\$ 16,34) através do resfriamento por evapotranspiração e 61 kWh (US\$ 4,39) através do sombreamento direto. Oficialmente também se estima que o plantio de 500.000 árvores poderá trazer à cidade uma economia de US\$ 600.000 na administração da drenagem das tormentas em 40 anos.

Os programas de plantio de árvores representam uma rara oportunidade para o cidadão promover a diminuição dos custos de refrigeração no seu ambiente urbano, principalmente nas regiões úmidas. Daí a sua relevância em tempos de crise de energia.

**Juan Luis Mascaró** é engenheiro civil, doutor em Arquitetura e professor do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

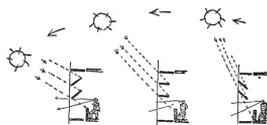
[mascaro\\_juan@conex.com.br](mailto:mascaro_juan@conex.com.br)

**Lucia Mascaró** é arquiteta, doutora em Arquitetura e professora do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

[lear@conex.com.br](mailto:lear@conex.com.br)

**Clarissa M. L. S. Aguiar** é arquiteta, mestre em Arquitetura e pesquisadora do Grupo de Economia e Habitabilidade do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

[cla@povox.com](mailto:cla@povox.com)



# ENERGIA SOLAR E CONFORTO AMBIENTAL

---

*Felix Alberto Farret*

O sol é a melhor fonte de luz, calor, movimentação de ar e eletricidade, considerando as variáveis primárias do conforto humano. Talvez seja a fonte energética mais limpa de todas. Quanto à luz solar, sempre que possível, é bom tê-la em abundância em nossos ambientes por tudo o que significa. O calor é gratuito e geral. O ar movimenta-se sobre a superfície do globo pelas diferenças de calor que geram a força dos ventos e a brisa tão desejada. A eletricidade alimenta os caprichos da sociedade moderna. Existem casos, porém, em que não se pode desfrutar disso. Em edifícios de grandes áreas edificadas, por exemplo, onde a luz do dia ou do sol sequer consegue chegar a alguns dos seus ambientes. Há também a necessidade de continuação das atividades do ser humano à noite. Em todas as situações, sempre que possível, deve-se usar a complementaridade entre a energia natural do sol e a tecnologia artificial do homem. O sol ainda é, e vai ser sempre, indispensável.

*Ilustração de abertura*

Oscar Niemeyer: estudo de um sistema de proteção solar. In: PAPANAKI, Stamo. *The work of Oscar Niemeyer*. New York: Reinhold, 1950.

- <sup>1</sup> FIGUEIREDO, C. *Pequeno Dicionário da Língua Portuguesa*. Lisboa: Sociedade Editora Arthur Brandão, 1924.
- <sup>2</sup> SÉGUIER, J. *Diccionario Práctico Ilustrado*. Porto: Lello & Irmão Editores, 1941.
- <sup>3</sup> FERREIRA, A. B. H. *Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1988.

## Conforto ambiental?!

O sentido da palavra conforto não evoluiu muito nas definições dos dicionários: “ato ou efeito de confortar. Estado de quem é confortado. Comodidade material. Consolação”<sup>1</sup>; “ato ou efeito de confortar. Estado de quem é confortado. Comodidade material: gostar de conforto”<sup>2</sup>; “bem-estar material; comodidade”<sup>3</sup>. Tecnicamente, no entanto, a definição tornou-se mais precisa e específica pelo uso de normas internacionais como a ISO7730, a NB-10 ou a ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers) que define estritamente o conforto térmico como: “um estado de espírito que reflete a satisfação com o ambiente térmico que envolve a pessoa”. Esta definição refere-se à troca nula de energia pelo corpo e certos limites de temperatura para a pele e suor.

Seguindo a saga das definições, observa-se que, na maioria dos textos relacionados ao conforto ambiental, pouca importância é dada ao entendimento do que é o conforto propriamente. A devastadora maioria da literatura está mesmo mais preocupada com a quantidade de energia necessária e em como se vai proporcionar o conforto do que com a idéia do conforto e bem-estar propriamente ditos. Provavelmente, muito mais sobre conforto é encontrado em um livro qualquer de energia ou engenharia mecânica do que num texto que poderia ser específico e multidisciplinar sobre o assunto. Por esta razão, quase sempre são discutidos apenas alguns dos fatores que levam a pessoa a sentir-se ou não confortável. Tais fatores são relacionados, na sua maioria, com aqueles assegurados pela primeira lei (estados energéticos inicial e final) e pela segunda lei (transmissão de calor da fonte mais quente para a mais fria) da termodinâmica. Eles manifestam-se ou aparecem no ambiente através de efeitos, tais como: o calor ou frio, a presença de gases ou mistura deles, vapores, ar úmido, calefação, refrigeração e ventilação, todos relacionados a uma certa pressão atmosférica local de intocada controlabilidade. Veja-se o caso de aviões, por exemplo, que é uma das exceções no que se refere a pressão ambiente que tem de ser controlada para obter o conforto necessário ao passageiros.

Na prática, os fatores ambientais têm sido reunidos nas noções de conforto térmico, iluminação e tratamento do ar/água e referem-se àqueles itens que devem ser pagos por quem quer deles desfrutar ou os que devem ser quantificados por quem quer com eles auferir lucro. Em tal ambiente, o ser humano é visto apenas como uma réles máquina que deve ser colocada em condições adequadas de

- <sup>4</sup> FANGER, P. O. *Thermal Comfort: Analysis and Applications in Environmental Engineering*. New York: McGraw-Hill, 1972.
- COSTA, E. C. *Arquitetura Ecológica: Condicionamento Térmico Natural*. São Paulo: Edgar Blücher, 1982, p. 265.
- GIVONI, B. *Comfort, Climate Analysis and Building Design Guidelines. Energy and Building*, v. 18, p. 11-23, jul./92.
- COSTA, G. J. C. *Iluminação Econômica: Cálculo e Avaliação*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1998, p. 502.

temperatura, umidade, iluminação e pressão para funcionar adequadamente.<sup>4</sup>

Conforto ambiental definitivamente não é só isto. Aqueles fatores que não podem ser fornecidos no mercado sob forma de produto, em geral, não são abordados, salvo de forma pública. Isto é dito porque hoje já podemos comercializar fatores de conforto: a iluminação adaptada a uma dada atividade, a saúde dos alimentos, a tranquilidade num condomínio, a segurança nas ruas. O mesmo não se pode dizer com relação a melhorias ambientais, entre elas, o ruído dos veículos, trens e aviões, a poluição do ar na cidade em que vivemos, a situação do país ou do mundo, a confiança na família, a veracidade das amizades e a certeza do amanhã. Todos estes fatos podem colocar-nos numa situação tal de desconforto que, na sociedade moderna, tem sido melhor suportar a temperatura e o ar pesadamente compartilhado numa praia ou piscina ou, ainda, a presença carregada de um bar, cinema, teatro ou clube, do que suportar o ambiente condicionado de nossa casa junto com os nossos melhores coabitantes. Quem considera, por exemplo, a possibilidade de um avião ser dirigido contra a nossa casa ou a fome de nosso compatriota que pode levá-lo ao desespero de suas ações?

Mas, qual o ramo da engenharia ou do conhecimento que integra tudo isso? São tantos e tão variáveis os fatores e considerados tão diversamente pela personalidade de cada indivíduo, que é quase impossível considerar-se num compêndio ou estudo o que resolver primeiro nesta lista bastante longa. Esclareça-se também que nem todos podem ser comprados, compreendidos ou re-arranjados. Numa tal complexidade, o problema deixa de ser de engenharia ou arquitetura e entra num ramo multidisciplinar de envolvente acesso para o conhecimento humano individual ou profissional. Enquanto isso, então, tem-se que continuar falando em conforto térmico, iluminação, eletricidade e tratamento do ar/água.

## Conforto térmico

O conforto térmico baseia-se nas trocas termo-energéticas entre o ambiente e o ser vivo nele inserido. Para melhor compreender o relacionamento do conforto ambiental com a energia, deve-se pensar que cada ser vivo tem a sua maneira própria de assimilar a energia do ambiente para torná-lo confortável. No caso dos vegetais, eles usam a fotossíntese para absorver a energia solar e, assim, transformá-la em energia química latente. Esta, por sua vez, é facilmente assimilada pelos animais incluindo-se aí os seres humanos. O protoplasma, constituído pela matéria viva animal,

não passa, então, de um fiel depositário de energia química latente a ser usada para satisfazer as suas necessidades vitais: correr, emocionar-se, irritar-se, alimentar-se, defender-se e divertir-se. Nestas ações, a energia latente é liberada sob forma de energia mecânica, calórica, química, elétrica e, em alguns casos, até luminosa. Decorre daí a importância dos ciclos vitais onde o animal absorve o vegetal que, por sua vez, libera compostos e misturas químicas, as quais são reabsorvidas novamente pelos animais, num ciclo interminável de transformações contempladas atentamente pela energia solar, que as mantém ativas. Vistos assim, os seres terrestres são verdadeiras fontes ambulantes de energia, cujo calor é dissipado para desenvolver as suas atividades vitais. A quantidade de calor dissipado é mantida pelas diferenças das energias ambientais entre uma fonte mais quente e outra mais fria, estabelecidas por faixas de valores de temperatura, umidade, movimentação do ar e pressão.

A maior demonstração da influência energética sobre a atividade dos seres vivos é a própria distribuição dos povos sobre o mapa da terra. Como se pode observar num mapa geopolítico ou sócio-econômico, nos pólos da terra, as atividades vivas são mínimas, e sempre foram representadas por ursos, pingüins, baleias, alguns pássaros e peixes, adaptados para estas condições extremas de vida. Inexiste produção industrial ou conglomerados populacionais significativos. À medida que nos dirigimos para o Equador, as atividades internas, representadas por fábricas, lojas de departamentos e casas de espetáculos públicos, tornam-se mais freqüentes. Já no Equador, tais atividades não são mais tão intensas e tendem a se manifestar em aglomerações ao ar livre dentro das cidades, alimentação natural e variada, sempre na busca das melhores condições de conforto e bem-estar.

As possibilidades modernas de condicionamento do ar e climatização artificial, estão transformando este panorama do clima no planeta e influenciando o seu equilíbrio em relação a si mesmo e aos demais. Quem pensaria que nas montanhas de lixo depositadas na terra teriam que ser também consideradas as mega toneladas de massa sendo retiradas da terra pelas naves espaciais? Isto é, será que a diminuição da massa da terra realmente não age sobre o equilíbrio das forças centrífugas e centrípetas que a mantém em órbita como as leis físicas apregoam? E os impactos das bombas atômicas sobre um lado apenas da superfície da terra?

Voltemos ao caso do conforto térmico para o ser humano. Tal como os outros seres vivos, ele depende para viver do seu metabolismo que se relaciona com as transfor-

mações de matéria e energia representadas pelos processos vitais, ou seja, a queima das calorias existentes nos alimentos e do ar. Essas transformações usam o oxigênio absorvido de diversas formas pelo corpo humano, que pode acontecer de modo diferente de indivíduo para indivíduo, dependendo intrinsecamente da sua constituição, natureza, personalidade, raça, idade, saúde, sexo, peso e altura. Fatores extrínsecos também contribuem para tais mudanças, como o modo de vida (nutrição e atividade), o meio ambiente (clima e habitação) e o vestuário.

Para se ter uma idéia quantitativa da medida do metabolismo do ser humano, pode-se utilizar como referência um valor representado pela energia mínima consumida por metro quadrado por um indivíduo normal, em jejum de 12 horas, em repouso absoluto, deitado, vestido porém sem agasalho e em um ambiente tal que não sinta nem frio nem calor. Para um indivíduo adulto, este consumo é algo em torno de 36 a 40 kcal/m<sup>2</sup>-h. Um ser humano ocidental típico pode ser tomado como tendo uma altura de 1,80 m, 75 kg e uma superfície corporal de 1,98 m<sup>2</sup>. Neste caso, o consumo básico necessário de energia é de 70 a 80 kcal/h ou, aproximadamente, 1 kcal/kg-h.

Muitos são os fatores que podem influenciar o metabolismo humano e dependem de fatores pessoais e ambientais, como se disse antes. Entre os fatores pessoais estão: a idade do indivíduo, sua digestão, patologias e tipo de atividades exercidas. Os fatores ambientais dependem das variações de temperatura, umidade e pressão já que estas afetam a regulação térmica pessoal. Assim, a energia consumida pelo indivíduo pode variar de algo como 75 kcal/h para o repouso, 150 kcal/h para um trabalho leve, 225 kcal/h para a dança ou esporte leve e até 300 kcal/h para um trabalho pesado.

Dependendo da adaptabilidade dos animais em relação às condições do meio, eles podem ser poiquilótermos (temperatura variável) ou homeótermos (temperatura constante). Entre os primeiros estão os peixes e répteis e, entre os segundos, estão os mamíferos e as aves. No corpo humano esta temperatura gira em torno de 37°C. Nas aves, a temperatura é bem mais elevada pelo isolamento devido à cobertura das penas. Em qualquer dos casos, há uma troca térmica entre o meio através do ar expirado e da condução, convecção e irradiação compensadas pela ingestão de alimentos, bebidas e ar inspirado. Outras formas de troca calórica, dão-se através das quantidades de calor na forma latente representadas pela exalação e exsudação corpórea. Assim, o intercâmbio calórico com o ambiente acontece com a passagem do calor do corpo humano para o

meio exterior influenciado pela sua temperatura, grau higrométrico e deslocamento do ar. Estes fatores são os usados para estabelecer o equilíbrio de troca calórica nos projetos de climatização de ambientes. Em resumo, quanto mais elevada a temperatura ambiente, maior o calor liberado na forma latente e maiores as necessidades ambientais de evaporação. A Norma Brasileira NB-10 relaciona a atividade humana e a temperatura ambiente na forma mostrada na tabela 1 para estabelecer o calor liberado por pessoa.

A regulação térmica humana depende, portanto, da diferença das temperaturas interna e externa ao corpo, isto é, de como o organismo humano pode trocar naturalmente energia com o meio ambiente. Conhecido como autorregulação, este processo baseia-se na produção interna de calor, na qual provavelmente o fígado desempenha o papel mais importante, dependendo da ingestão de alimentos gordurosos. O sistema nervoso é que se encarrega de liberar a produção de calor pela quantidade de oxigênio que coloca à disposição dos tecidos reguladores.

A redução das perdas de calor é o modo como o ambiente atua sobre o equilíbrio térmico humano. Esta redução de perdas depende da constrição/contração vascular da pele, da distribuição da água no sangue e da redução da condutibilidade térmica da pele, acentuada pela desidratação que dobra quando a temperatura vai de 5°C a 30°C. Há na realidade uma forma de compensação entre a produção interna de calor e as perdas manifestadas minimamente pela redução da resistência térmica da pele com a circulação ativada do sangue e, principalmente, pelo aquecimento do suor que, ao ser evaporado, carrega consigo grandes quantidades de calor.

Tabela 1: Calor médio liberado por pessoa.

temperatura ambiente °C	Pessoa sentada ou em movimento lento (calor total = 100 kcal/h)		Pessoa em exercício físico moderado (calor total = 166 kcal/h)	
	calor sensível	calor latente	calor sensível	calor latente
29	45	55	38	128
28	50	50	45	121
27	55	45	52	114
26	58	42	58	108
25	62	38	64	102
24	66	34	72	94
23	69	31	77	89
22	72	28	82	84
21	75	25	88	78

## Bem-estar térmico

A sensação de bem-estar térmico depende de uma série de variáveis usadas nas fórmulas básicas convencionais da termodinâmica para exprimir as trocas de calor. Estas variáveis relacionam-se com o vestuário, a temperatura do ar, a temperatura média radiante, a velocidade do ar, a atividade física e a pressão do vapor medidas pelo termômetro de bulbo seco, termômetro de bulbo úmido, termômetro de globo, psicrômetro giratório e anemômetro. Talvez fosse melhor usar a temperatura da sensação térmica ou temperatura ambiental num fator ambiental, “g”, para envolver a variável humana com o ambiente, a qual é expressa por:

$$g = \frac{t_{ar} - t_a}{t_{ar} - t_r}$$

onde  $t_a$  é a temperatura ambiental,  $t_{ar}$  é a temperatura do ar e  $t_r$  é a temperatura média radiante. O valor médio de “g” (0,45) depende da constituição do corpo humano.

Com tanta subjetividade, convinha definir um coeficiente estatístico de satisfação com a sensação térmica, o que foi feito por Fanger e adotado pela ISO7730 em 1984. Trata-se de uma abordagem estatística da insatisfação de grupos de pessoas com o conforto ambiental, conhecida como percentual de pessoas insatisfeitas (PPI), relacionada com o voto médio predito (VMP). Para espaços de ocupação humana termicamente moderados, o PPI deve ser bem menor do que 10% correspondendo a uma faixa de -0.5 a +0.5. O VMP foi estabelecido para grupos de diversas pessoas de diferentes nacionalidades, idades e sexos que atribuíam seu voto de acordo com a sua insatisfação com a sensação térmica que ia de zero para o conforto térmico negativo (de -3 a 0) pelo frio e positivo (de 0 a +3) pelo calor. O gráfico da figura 1 relaciona o PPI ao VMP na forma apresentada por Fanger. As variáveis ambientais para determinação do conforto ambiental incluem perguntas sobre a temperatura radiante média, velocidade do ar, umidade relativa, temperatura do ar, atividade física e vestuário.

## Bem-estar visual

Como a luz do sol também afeta o bem-estar do ser humano, ela pode ser incluída como um fator comercializável de conforto. Para tal, o conforto visual deve aproveitar ao máxima a iluminação natural do dia. Ela é estabelecida pelas condições disponíveis ao ser humano para desenvolver

as suas tarefas visuais com exatidão e precisão visuais, com reduzido esforço e menores riscos de prejuízos à vista e de causar ou sofrer acidentes. Para isto, deve-se levar em conta o nível da iluminação, a distribuição da iluminação conforme as necessidades das tarefas, a ausência de ofuscamento, a definição dos contrastes e o sombreamento adequado quanto ao tipo e à direção. A NB-57 fixa as iluminâncias mínimas medidas em lux a serem atingidas em função da atividade visual a ser executada (tabela 2).

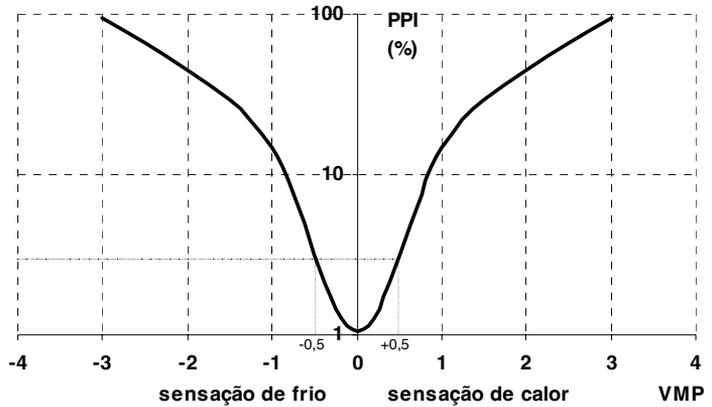


Figura 1: Gráfico de Fanger para o Conforto Ambiental.

Tabela 2: Níveis Mínimos de Iluminância por Tarefa (NB 57).

Classificação	Iluminância Mínima	Tarefa
baixa	100 a 200 lux	-circulação -reconhecimento facial -leitura casual -armazenamento -refeição -terminais de vídeo
alta	300 a 500 lux	-leitura/escrita de documentos com alto contraste -participação em conferências
média	500 a 1.000 lux	-leitura/escrita de documentos com fontes pequenas e de baixo contraste -desenho técnico

## O Sol como fonte de energia, vida e luz

O melhor conhecimento sobre o conforto ambiental e a melhor utilização dos materiais, da energia e do meio ambiente, despertaram a humanidade para um interesse todo especial que é o estudo das relações entre a vida e o clima,

conhecido como bioclimatologia. Este campo de estudo procura estabelecer quantitativamente as variáveis climáticas, humanas e arquitetônicas de forma a compatibilizar, da maneira mais adequada, a vida humana ao meio ambiente. Com isto, tem-se lançado mão dos sistemas de climatização (natural ou artificial) e de iluminação (natural e artificial), ambos relacionados de certa forma à radiação solar, ponderando-se sempre entre a viabilidade econômica e o bom senso das soluções.

Como se viu, o Sol praticamente garante a vida na terra pela sua energia transformada em suas muitas formas indispensáveis para a sobrevivência dos seres vivos. Em contraposição, a necessidade do ser humano de usar abrigos para proteger-se (habitação) faz com que, mesmo sem querer, ele se afaste do contato com o sol e a natureza em geral. Por isso, compete ao engenheiro ou arquiteto, a adequação da habitação aos seres nela viventes manifestada pela forma da habitação, sua finalidade, tipos de fechamentos (cobertura, portas, janelas, soleiras, paredes, pisos, etc.) e uso dos sistemas de condicionamento (clima efetivo e luz). Assim, na fase de projeto de uma residência, local de trabalho ou lazer, devem ser pensadas as melhores formas de interação entre o habitante ou usuário e o meio ambiente.

Quando houver necessidade de iluminação artificial, as opções comerciais são muitas. As lâmpadas de filamento incandescente são as mais comuns. Eles aquecem e iluminam o ambiente, tendo assim pouco rendimento relativo à iluminação, e vida bem mais curta em relação ao que outras alternativas podem oferecer. Um outro tipo de lâmpada é o que usa reatores externos para iniciar uma ionização gasosa (lâmpadas frias). São as lâmpadas fluorescentes comuns, as de alto rendimento ou compactas e as de vapor de mercúrio. Elas produzem irradiação ultravioleta que se transforma em luz visível ao atravessar as paredes do bulbo de vidro envoltório revestido por substâncias fosforescentes. Como estas dependem da frequência da tensão de alimentação (60 Hz no Brasil), produzem um efeito, chamado estroboscópico, que prejudica a boa qualidade da visão, tornando-se cansativa nas tarefas que exijam concentração visual em minúcias e detalhes e visualmente enganosas para a movimentação de objetos ou máquinas em velocidades proporcionais à frequência. Um outro problema é a partida destas lâmpadas, que pode oferecer diversos inconvenientes, como interferência eletromagnética, redução de sua vida útil, perdas extras de energia nos reatores de partida e necessidade de esperar-se alguns minutos para reacendê-las em casos de necessitar-se religamento por queda de tensão.<sup>5</sup> Seu uso é mais recomendável para aqueles locais onde a iluminação

<sup>5</sup> REIS, L. B. & SILVEIRA, S. *Energia Elétrica para o Desenvolvimento Sustentável*. São Paulo: EDUSP, 2000, p. 284. COSTA, G. J. C. *Op. cit.*

deve ser usada de modo permanente do que naqueles onde elas podem ser freqüentemente ligadas e desligadas por economia de eletricidade e pela maior duração da fonte de luz. Ainda bem que os reatores eletrônicos modernos tendem a minimizar estes problemas.<sup>6</sup>

Sob o ponto de vista geral, o sol deve ser levado em conta na definição da forma arquitetônica para melhor se desfrutar do conforto térmico e da iluminação. Assim, o projeto arquitetônico nunca deve prescindir de uma correta orientação em relação aos ventos, chuvas e ao sol. Logo, a função da edificação (residencial, comercial, industrial ou pública) relaciona-se aos efeitos térmicos, acústicos, visuais e aos horários de utilização que os habitantes e equipamentos impõem sobre ela durante a sua ocupação num esquema de interação da forma arquitetônica com a eficiência energética. Via de regra, porém, os sistemas naturais de condicionamento são preferíveis em relação aos artificiais, tanto para a iluminação como para a climatização.

O envoltório da habitação (pisos, paredes, fechamentos e coberturas) afeta direta e indiretamente a radiação solar e, portanto, o calor e a luz, conforme o material usado na construção. Quanto aos fechamentos, eles podem ser opacos ou transparentes para refletirem, absorverem ou transmitirem a radiação solar, sob forma de luz ou calor, para utilização no interior da habitação. Os fechamentos de vidro podem ser vistos como diodos energéticos ou seja, veículos unidirecionais de radiação em muitos aspectos. Por exemplo, os vidros facilitam a entrada do calor por radiação e dificultam sua saída por serem bons isolantes de calor, tendendo, portanto, a aumentar a temperatura interna (efeito estufa).

A diferença de temperatura entre o ambiente interno e o externo é que determina o fluxo do calor numa habitação, indo sempre da temperatura maior para a menor. Com isto, é natural a troca de calor com o meio exterior, a condução pelo fechamento e a troca de calor com o meio interior. Estes meios de troca de calor dão-se por transmissão, absorção e reflexão de energia. Portanto, o projeto da construção deve selecionar o tipo de fechamento quanto a cor, opacidade e inércia térmica para evitar perdas excessivas de calor no inverno e ganhos elevados, no verão. Textos especializados sobre estes assuntos dão em mais detalhes as quantidades pertinentes.<sup>7</sup>

Da evolução dos estudos sobre o clima, surgiram as cartas bioclimáticas relacionando a umidade e a temperatura do ambiente a partir de uma simplificação do diagrama termodinâmico de Mollier (entalpia x entropia). A pressão

<sup>6</sup> GRUPO DE TRABALHO DE ENERGIA SOLAR/GTEC. *Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos*. Coleção Tópicos de Atualização em Equipamentos Elétricos. Rio de Janeiro: CEPTEL-CRESESB, 1999, p. 204.

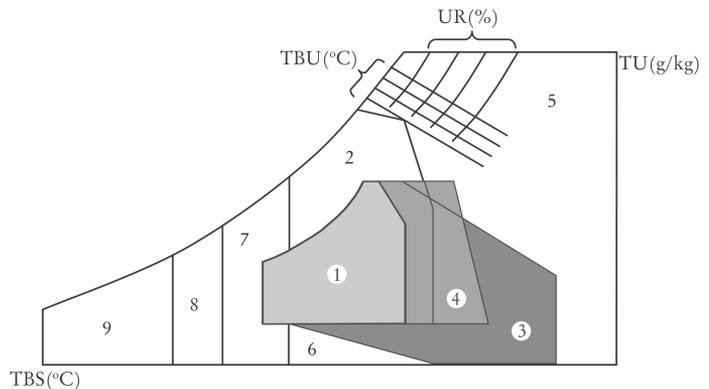
<sup>7</sup> MINISTÉRIO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA/ANEEL/ANP. *Eficiência Energética*. Rio de Janeiro, 1999, p. 432. ADVISORY COMMITTEE MEMBERS OF THE SOLAR ENERGY APPLICATIONS. *Solar Heating and Cooling of Residential Buildings*. Colorado State University, outubro, 1977, p. 311. BECKMAN, W. A., KLEIN, S. A. & DUFFIE, J. A. *Solar Heating Design*. New York: Wiley-Interscience, junho, 1977, p. 200.

atmosférica é sempre tomada como aproximadamente constante (carta psicrométrica). A mais conhecida destas cartas é a de Givoni, que leva em conta os diversos efeitos subjetivos do clima. Para o Brasil, apresenta-se como na figura 2, sendo a taxa de umidade dada em g de vapor/kg de ar seco.<sup>8</sup> Esta carta é adaptada para os países em desenvolvimento aumentando os limites máximos de conforto pela natural aclimação da população.

<sup>8</sup> FANGER, P. O. *Op. cit.*  
 COSTA, E. C. *Op. cit.*  
 GIVONI, B. *Op. cit.*

A zona 1 da carta bioclimática de Givoni indica uma grande probabilidade de que as pessoas se sintam com conforto térmico vivendo naquele ambiente. É interessante notar que o habitante dos países tropicais e subtropicais sente-se confortável se vestir roupas leves com alguma ventilação, mesmo para amplas variações de umidade, digamos, entre 20% e 80%, e de temperatura, algo entre 18°C e 29°C. As zonas de 2 a 9 na figura 2 indicam a medida de climatização mais adequada a ser adotada para o ambiente naquelas condições bioclimáticas. Aí é que entra a engenharia do clima e do aproveitamento da energia solar.

A necessidade de ar condicionado usando energia elétrica ou outra qualquer, restrita à zona 5 da carta de Givoni, exige a entrada de energia adicional no ambiente. Entre 10,5°C e 14,0°C usa-se o aquecimento solar passivo, recomendando-se o isolamento térmico da edificação. Nas temperaturas inferiores a 10,5°C pode-se precisar de aquecimento artificial, como veremos abaixo.



- 1 - zona de conforto
- 2 - zona de ventilação
- 3 - zona de resfriamento por evaporação
- 4 - zona de massa térmica para resfriamento
- 5 - zona de ar condicionado
- 6 - zona de umidificação
- 7 - zona de massa térmica para aquecimento
- 8 - zona de aquecimento solar passivo
- 9 - zona de aquecimento artificial

TBU: temperatura de bulbo úmido  
 TBS: temperatura de bulbo seco (0°C a 50°C)  
 TU: taxa de umidade (10g/kg a 30g/kg)  
 UR: umidade relativa

<sup>9</sup> REIS, L. B. & SILVEIRA, S.  
*Op. cit.*

Figura 2: Carta Bioclimática de Givoni para o Brasil.<sup>9</sup>

## **A energia solar**

A irradiação solar, obviamente, vem do sol, ou, em outras palavras, de um imenso reator de fusão nuclear localizado a uma distância média da Terra de 150 bilhões de quilômetros e com temperatura de superfície de cerca de 6.000°C. É do sol que chega continuamente energia na forma de radiação, distribuída aos pontos distantes do universo de acordo com a distância do astro rei. Na distância da Terra, a intensidade solar no espaço exterior é de 581W/m<sup>2</sup>/hora, conhecida como a constante solar, com uma variabilidade de 3%. Pela forma elíptica da órbita terrestre em torno do sol, a distância terra-sol muda durante o ano, fazendo com que a irradiação varie de 556W/m<sup>2</sup>/hora a 597W/m<sup>2</sup>/hora. Da mesma maneira que há alguma variação na energia solar que chega ao espaço exterior terrestre, existe uma ampla variação na energia solar disponível numa determinada localização da superfície terrestre. Esta é a energia que interessa para os aproveitamentos solares práticos que ainda variam com latitude, estação do ano e condições climatológicas locais.

De acordo com a utilização ambiental, a radiação do sol pode ser separada em três regiões principais de energia. A energia de alta frequência, ou ultravioleta (UV), que é detectada no corpo humano pelas queimaduras solares. A radiação de energia da faixa de frequência média, que é a banda visível – aproveitada pelos painéis fotovoltaicos – e a radiação da faixa de baixa frequência, ou infravermelho (IV ou IR), aproveitada pelos coletores solares. A maior concentração da energia solar está na faixa visível e os coletores de energia solar devem ser projetados para interceptar esta porção do espectro solar.

A energia que chega do sol ao espaço exterior da terra é reduzida à medida que atravessa a atmosfera e se aproxima da superfície do solo, por uma série de processos intermediários. Estes processos referem-se principalmente a: 1) reflexões para o espaço exterior a partir da camada externa da atmosfera; 2) nuvens que agem como verdadeiros refletores de energia para o espaço exterior; 3) absorção de energia por compostos químicos da atmosfera como a camada de ozônio, o dióxido de carbono, o oxigênio, poeiras, nuvens e o vapor de água.

Assim, a radiação solar pode ser direta, se não foi dispersa ao passar pela atmosfera e, caso contrário, é radiação difusa. Num dia claro, a maior parte da energia que chega à terra é a direta, enquanto que em dias nublados, a maior parte, ou a quase totalidade, é a difusa.

As variações de intensidade da energia dependem do mês do ano, do dia do mês e da hora do dia. No inverno, o sol está mais baixo que no verão e, portanto, na superfície horizontal chega menos radiação. As alterações diárias na radiação terrestre devem-se, principalmente, às nuvens, poeiras e poluição. Para efeitos de projeto, usa-se as condições de radiação média diária, enquanto para o aquecimento, usa-se o valor médio diário para o mês mais frio (julho, no sul do Brasil). A variação horária deve-se à rotação da Terra. Pela manhã, o sol está a um ângulo muito baixo e os raios solares devem passar através de uma espessura maior de atmosfera entregando menos energia na superfície da Terra. O pico diário ocorre à tardinha, quando o sol está no maior ângulo e tem que atravessar a maior camada de ar. Como os dias são mais curtos no inverno, a quantidade de energia varia com a estação.<sup>10</sup>

<sup>10</sup> GRUPO DE TRABALHO DE ENERGIA SOLAR/GTEC. *Op. cit.*. MINISTÉRIO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA/ANEEL/ANP. *Op. cit.*. ADVISORY COMMITTEE ... . *Op. cit.*

## Os coletores solares para aquecimento direto de água

O coletor solar é um dispositivo que converte diretamente a radiação solar incidente em energia calórica útil para aquecer o ar e a água usados em sistemas de aquecimento ou resfriamento. O coletor consiste de uma placa escurecida ou preta para absorção do calor. Este calor é transferido para um fluido passando pelas placas para assim ser levado para outras partes do sistema. Para evitar perdas, usa-se material isolante térmico sob a placa de absorção. Pela mesma razão, usa-se uma cobertura transparente, via de regra, feita de vidro, que mantém o ar aquecido no compartimento formado para evitar que o calor seja perdido por condução, radiação ou convecção.

Os coletores podem ser do tipo plano ou de concentração. Os coletores planos são os mais usados nas residências, enquanto os de radiação são do tipo industrial permitindo que temperaturas mais altas sejam obtidas apesar da quantidade de calor ser a mesma em ambos para uma dada abertura. Os coletores de concentração (calhas, pratos parabólicos ou de alvo) não aproveitam a radiação solar difusa, mas reúnem a radiação solar direta a partir de uma abertura maior de entrada para focalizá-la numa área menor, um ponto ou numa linha (canalização).

O tipo mais comum de aquecedor solar de água para climas amenos onde não haja congelamento da água é o de circulação por termosifão. São caixas retangulares, geralmente de alumínio, com uma tubulação para circulação da água aquecida e uma cobertura de vidro para isolar o ar confinado. Ele mede algo entre 3 m<sup>2</sup> e 7 m<sup>2</sup>. O tanque de

armazenamento de água é de 200 a 400 litros. Em locais bem ensolarados, as necessidades de água quente para uma família de 4 pessoas poderiam ser satisfeitas com os valores médios destas medidas. A pressão da água para estes casos é a do abastecimento de água. A operação não pressurizada pode ser usada com uma válvula bóia no tanque de armazenamento ou num tanque elevado para um sistema assim construído. Para tanques elevados haverá um fluxo por gravidade a partir do tanque de água quente para a torneira de água quente ou, então, uma bomba automática deverá ser colocada na linha de água quente para dar pressão ao sistema. A localização do tanque acima do topo do coletor permite a circulação de água do fundo através do coletor e de volta para o topo do tanque. A diferença de densidade entre a água fria e a quente produz o fluxo de circulação. A circulação ocorre apenas quando há energia solar e o sistema torna-se auto-controlado. A cada circulada de água, a temperatura eleva-se algo entre 8°C e 12°C em dias de pleno sol.

Um dos maiores problemas dos coletores solares é a corrosão da canalização. A tabela 3 apresenta uma série de metais e ligas para uso em soluções aquosas. Os fatores que ajudam a corrosão de metais em soluções aquosas são: oxigênio dissolvido, ácidos, sulfitos, lata, cobre, cobalto, níquel, chumbo e, ainda, em sistemas de alumínio, a presença de magnésio, cloro, sulfato, nitrato, carbonato e íons hidróxidos. A presença de cálcio, bicarbonato, metafosfato e fosfato monohidrogenado ajuda a controlar a corrosão, além de ser benéfica a presença de sílica, cor orgânica e bórax. Mais recentemente, surgiram as tubulações de CPVC que podem suportar água quente até 80°C com a vantagem de que não sofrem os efeitos da corrosão.

Tabela 3: Série galvânica de metais e ligas em soluções aquosas.<sup>11</sup>

Facilmente corroídos	Difícilmente corroídos
magnésio	bronze
zinco	cromo-ferro
alumínio	prata
ferro ou aço	grafite
ferro fundido	ouro
chumbo	platina
lata	
latão	
cobre	

<sup>11</sup> GRUPO DE TRABALHO DE ENERGIA SOLAR/GTEC. *Op. cit.*

## Localização e orientação dos coletores solares

O que se discutiu até este ponto foi a radiação sobre a superfície horizontal da Terra. No hemisfério sul, o coletor deve ser virado para o norte para aproveitar-se ao máximo o deslocamento leste-oeste do sol. Além disto, é mais vantajoso inclinar-se o painel de tal forma a apanhar-se perpendicularmente a radiação. A energia máxima seria obtida se a posição perpendicular do coletor acompanhasse o sol nas suas variações diárias e sazonais de inclinação, o que não parece ser muito prático. Veja-se que a inclinação do sol varia de abril a setembro de  $5^\circ$  a  $23^\circ$  graus em latitude, acima e abaixo da linha perpendicular igual à latitude do local (figura 3). Como a necessidade de aquecimento é maior no inverno, pode-se tomar um valor médio de  $15^\circ$  em relação à latitude. Em casos industriais e outros, onde se deseje o máximo aquecimento tanto no inverno como no verão, é melhor tomar-se a inclinação do coletor diretamente como sendo o ângulo da latitude do local.

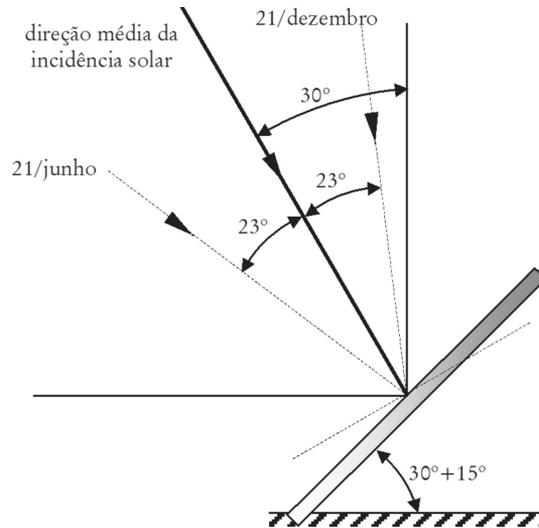


Figura 3: Inclinação do coletor solar para a latitude de  $30^\circ$  da região central do Rio Grande do Sul.

Um método simples de determinar a melhor inclinação para uma dada localização é o uso do diagrama das sombras da ponta de uma haste colocada perfeitamente na vertical (usar o prumo de pedreiro) sobre o solo. Marcam-se as posições da sombra da ponta da haste no chão para cada hora, digamos, das 10 às 15 horas. Traça-se, então, uma linha unindo estas pontas. A perpendicular a esta linha apontará para a direção norte-sul. Note-se que haverá um pequeno desvio de direção em relação ao norte magnético.

Os dados usados para sistemas de aquecimento e resfriamento podem ser dimensionados utilizando-se a radiação média mensal sobre a superfície horizontal. Estes valores podem ser obtidos para diversos pontos do território brasileiro através da internet no site da NASA ou nas cartas de radiação levantadas pelo LabSolar das Universidade Federal de Santa Catarina ou ainda com as medidas de um radiômetro.

Para evitar a circulação inversa de água fria para o tanque de água quente quando não houver energia solar, o fundo do tanque deve ser colocado acima do topo do coletor. Se este estiver sobre o forro da casa, o tanque pode também estar no forro ou no espaço ático abaixo do forro inclinado.

Em localidades muito frias, o aquecedor de água do tipo sifão pode ser protegido do congelamento drenando-se o coletor. Para evitar a drenagem também do tanque de armazenamento, deve-se fechar as válvulas ativadas por termostatos nas linhas entre o coletor e o tanque de armazenamento. Quando houver ameaça de congelamento, a válvula de dreno do coletor deve ser aberta e a válvula de respiro do coletor deve também abrir. O coletor então drena e o ar entrará nos tubos. A água no tanque de armazenamento, tanto quando estiver em espaço aquecido como quando for suficientemente bem isolada para evitar o congelamento, não entra no coletor durante o período em que houver ameaça de temperatura de congelamento. Para reiniciar a operação, deve-se fechar o dreno e o respiro e abrir as válvulas da linha de circulação. A possibilidade de falha ou má operação torna desinteressante este sistema para climas mais frios e deve-se pensar então em sistemas com bombas de circulação (sugeridas pela linha tracejada da figura 4) que estão além do escopo deste artigo.

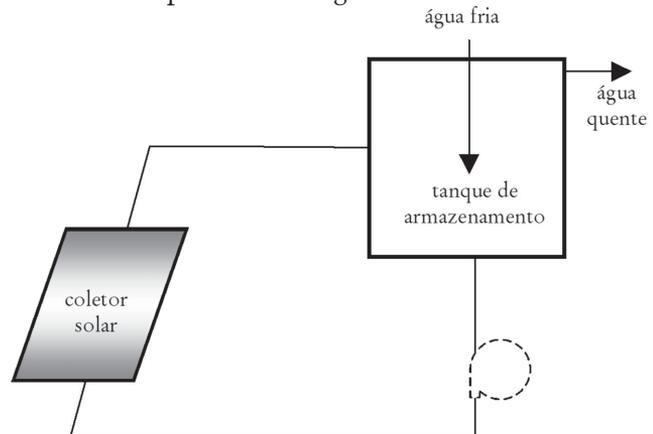


Figura 4: Aquecimento solar direto de água quente pelo sistema termosifão.

## Resfriamento de espaços

A retirada de calor através do ar em ambientes fechados, que resulta em temperaturas mais amenas em relação às redondezas, é conhecida como refrigeração ou resfriamento de espaço. Existem três categorias de métodos de resfriamento de espaço para edificações residenciais que são: refrigeração, resfriamento evaporativo e resfriamento radiante. A energia solar é diretamente útil apenas nos métodos de refrigeração. Os resfriamentos evaporativo e radiante são indiretamente relacionados à energia solar pelo fato de que eles dependem de fatores climáticos, estes sim, estabelecidos pelo sol.

Os sistemas de refrigeração removem o calor do ar à medida que este entra em contato com a superfície refrigerada. Os sistemas convencionais de vapor-compressão usando motores elétricos são potencialmente conversíveis em sistemas com motores acionados por calor solar, enquanto os sistemas de refrigeração usando gás combustível são potencialmente conversíveis em sistemas usando calor solar. Entre todos estes, apenas os sistemas de absorção parecem ter tido boa aceitação até agora. Dos vários tipos, só aquele usando uma unidade de lítio-bromato-água, permanece.<sup>12</sup>

## Painéis fotovoltaicos (PV)

Os painéis fotovoltaicos são placas semicondutoras, em geral de silício, que servem para converter a energia solar em energia elétrica.<sup>13</sup> Para seu uso, é bom que se diga antes de mais nada, que a energia elétrica é uma energia nobre que deve ser usada para fins mais nobres. Usar painéis fotovoltaicos para gerar calor definitivamente é uma má idéia, pois, trata-se de uma energia cara, de baixo rendimento e que nunca deverá substituir a conversão direta do sol em calor sem passar pelo estágio intermediário de gerar primeiro energia elétrica e, então, calor. Aliás, é bom estender-se estes comentários aos monstruosos chuveiros elétricos que estariam usando uma energia nobre para obter os mesmos resultados que poderiam ser obtidos diretamente com o sol ou o biogás.<sup>14</sup> Além de tudo, o chuveiro é eletricamente perigoso, além de representar cerca de 70% do pico de demanda de uma residência em relação a uma carga usual de apenas 30%.

O único conforto ambiental que poderia ser proporcionado pelos painéis fotovoltaicos seria, talvez, se não houver outras opções, o acionamento de um ventilador de mesa ou a iluminação em pequena escala de um dado setor.

<sup>12</sup> MINISTÉRIO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA/ ANEEL/ANP. *Op. cit.* ADVISORY COMMITTEE ... . *Op. cit.*

BECKMAN, W. A., KLEIN, S. A. & DUFIE, J. A. *Op. cit.*

<sup>13</sup> FARRET, F. A. *Aproveitamento de Pequenas Fontes de Energia Elétrica*. Santa Maria: Editora UFSM, 1999, p. 245.

LAMBERTS, R., DUTRA, L. & PEREIRA, O. R. F. *Eficiência Energética na Arquitetura*. São Paulo: PW Editores, 1997, p. 188.

<sup>14</sup> ACIOLI, J. L. *Fontes de Energia*. Brasília: Editora UnB, 1993, p. 138.

GELLER, H. *O Uso Eficiente da Eletricidade*. Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Eficiência Energética (INEE)/PROCEL, 1991, p. 226. (com suplementos de TOMALSQUIM, M. T. & SCHAEFFER, R.)

GRUPO DE TRABALHO DE ENERGIA SOLAR/ GTEC. *Op. cit.*

A iluminação pública usando-se painéis solares também parece ser uma aberração, salvo em locais onde não passe a rede elétrica nas proximidades. Quando estas forem disponíveis, é muito mais econômico usar-se lâmpadas de alto rendimento alimentadas por baterias recarregadas diariamente. Os argumentos em favor desta opção são o custo menor e o fato de que as pesadas baterias podem ser localizadas no sub-solo, no pé de cada poste, ao invés dos caros e ostensivos painéis solares que, para poder apanhar a energia luminosa do sol, devem permanecer expostos às intempéries e ao vandalismo, além de proporcionarem um visual desagradável.

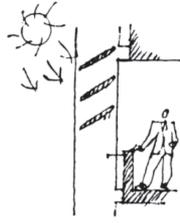
### **Volts tecnológicas**

Depois de tantas voltas tecnológicas, do condicionador de ar ruidoso ao silencioso, do aquecedor de filamento ao de quartzo, do ventilador de mesa ao anatômico de parede e aos motores circulantes de ar, parece mesmo que as formas naturais, seguindo os ditames da natureza, estão voltando a dominar os ambientes. É muito mais reconfortante observar a sombra de uma árvore, ou a brisa do jardim do que os sons abafados dos equipamentos de condicionamento e climatização do ar. É muito mais reconfortante olhar o quadro natural da janela do que a “telinha” do televisor. É ainda muito mais interessante ouvir os pássaros do que a estridência do CD-ROM. É mais tépido sentir a sombra do sol vinda da árvore do que a frieza do bulbo fluorescente.

Andamos, andamos, mas é ainda a natureza de onde viemos que mais nos atrai e é para ela que estamos gostando de ir, é para ela que é melhor irmos, é menos onerosa, menos exigente e quer estar sempre presente. É a radiância do sol que nos anima nas temporadas de qualquer coisa. É a ele que devemos tributos por manifestar-se de tantas formas em todos os ambientes, públicos ou privados. É dele que sentimos falta, é contra ele que a natureza artificial tem que estar sempre sendo feita e refeita, em novas formas, novos modelos e novos custos. A natureza está sempre ali, vinda do sol, gratuita, saudável e para todos, se bem preservada. Por que não desfrutá-la?

**Felix Alberto Farret** é engenheiro eletricitista, doutor em Engenharia Elétrica e professor do Departamento de Eletrônica e Computação da Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul. Artigo revisado por Adriano Saciloto, especialista em climatização do meio ambiente.

ffarret@ct.ufsm.br



# CONFORTO AMBIENTAL EM UM CONTEXTO DE SUSTENTABILIDADE O PROTÓTIPO ALVORADA

---

*Telissa Frenzel da Rosa*  
*Michele de Moraes Sedrez*  
*Miguel Aloysio Sattler*

Desde 1995, encontra-se em andamento o Protótipo Alvorada (PA), projeto desenvolvido pelo Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação (NORIE), da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, que se propõe a analisar o desempenho ambiental de um protótipo habitacional. Trata-se de um modelo destinado a populações de baixa renda, que se insere em um processo de busca pelo desenvolvimento de referenciais sustentáveis para a produção da habitação e do ambiente urbano. Estes referenciais devem compatibilizar variáveis relativas à produção e ao funcionamento das habitações e variáveis ambientais, partindo-se do pressuposto de que os processos tradicionais de obtenção e uso de energia geram impactos ao meio ambiente. Assim, a realização de projetos mais eficientes em termos energéticos, com a criação de boas condições de conforto, bem como a escolha de materiais de construção com menos energia incorporada, podem determinar a diminuição destes impactos. Nessa perspectiva, as estratégias bioclimáticas adotadas no projeto são monitoradas com o auxílio do programa Thermal Designs, para simular o desempenho térmico do protótipo e do Método do Fluxo Repartido, para analisar as condições de iluminação natural interna.

*Ilustração de abertura*

Oscar Niemeyer: estudo de um sistema de proteção solar. In: PAPANAKI, Stamo. *The work of Oscar Niemeyer*. New York: Reinhold, 1950.

## Construção x consumo energético

O aumento dos custos da energia decorrente da crise do petróleo, em 1973, levou a uma reavaliação do seu uso em todos os setores. A partir daí, surgiram preocupações, que norteiam os pesquisadores até hoje, como a constatação de que a energia utilizada para produção e uso das edificações tem assumido um custo significativo e tem contribuído para a degradação do meio ambiente. O processo de produção do edifício, incluindo-se a fabricação e o transporte dos materiais até a sua aplicação final em obra, não é tão consumidor de energia quanto a que é gasta durante o período de utilização dos edifícios, durante sua vida útil. Na fase de uso das edificações, no caso de habitações, o consumo médio de energia é aproximadamente 50% maior do que na sua construção. Na construção dos edifícios, a etapa de maior consumo energético é a da fabricação de materiais, responsável pelo consumo de, aproximadamente, 96% da energia necessária para a sua produção.<sup>1</sup>

Este quadro mostra que a alternativa a ser buscada é de aumento de eficiência no uso da energia, cabendo ao projetista a concepção de projetos que possibilitem a execução de edifícios mais eficientes, tendo como premissa o conforto dos usuários. Um edifício é mais eficiente em termos energéticos quando, com menor consumo de energia, proporciona as mesmas condições ambientais que outro edifício similar.<sup>2</sup> Uma maior eficiência energética, como medida de conservação nos diversos setores consumidores de energia, vem sendo incentivada no Brasil através de programas de conservação, como o Programa de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica – PROCEL, criado em 1985 e transformado em programa de governo em 1991.

Segundo dados do PROCEL, o suprimento atual de energia elétrica no Brasil é da ordem de 308 TWh/ano.<sup>3</sup> Se for mantido o atual padrão de consumo de energia, em 2015 haverá necessidade de suprimento de 782 TWh/ano. O setor residencial é o segundo maior consumidor, sendo superado apenas pelo setor industrial, que vem enfrentando, nos últimos tempos, um aumento médio no consumo de energia de 6% ao ano, tendo atingido, em 1999, cerca de 80 TWh/ano. Isso corresponde a 28% do total de energia elétrica produzida no país. Estima-se que cada consumidor desperdiça cerca de 10% da energia fornecida. Entre os motivos estão os hábitos adquiridos pelo consumidor como, por exemplo, utilizar a iluminação artificial durante o dia, quando esta não é necessária. Porém, muitas vezes, esse uso é imprescindível devido a um projeto arquitetônico mal elaborado.

<sup>1</sup> MASCARÓ, Juan. O consumo de energia nos edifícios. In: SEMINÁRIO DE ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA. Rio de Janeiro, 1983. *Anais*. São Paulo: CESP, 1985. p. 33-39.

<sup>2</sup> LAMBERTS, R.; DUTRA, L. & PEREIRA, F. O. R. *Eficiência energética na arquitetura*. São Paulo: AU editores, 1997.

<sup>3</sup> PROCEL. PROGRAMA DE COMBATE AO DESPERDÍCIO DE ENERGIA ELÉTRICA. Disponível na Internet: <http://www.eletrabras.gov.br/procel/>, 1999.

A busca de eficiência energética pode trazer muitos benefícios para a sociedade, tais como: desenvolvimento tecnológico, garantia de energia na quantidade e no tempo necessários, economia nas contas de luz e conseqüente proteção ambiental. A proteção do meio ambiente deve ser encarada como prioridade para garantir a sobrevivência da humanidade. A geração, a distribuição e o uso da energia podem causar impactos negativos ao ambiente natural – modificação da paisagem e do clima – e danos aos ecossistemas, à fauna e à flora. O processamento da energia envolve necessariamente a exploração de recursos naturais e a emissão de resíduos ao meio ambiente. Um estudo realizado pelo PROCEL, juntamente com a COPPE/UFRJ, concluiu que a eficiência energética, até o ano 2010, deverá contribuir para evitar a emissão de cerca de 230 milhões de toneladas de carbono para a atmosfera, o que corresponde a quase 29% das emissões totais de gases estufa do setor elétrico brasileiro.<sup>4</sup>

<sup>4</sup> PROCEL. *Op. cit.*

Além de benefícios econômicos e ambientais, a eficiência energética pode melhorar o uso e a qualidade do ambiente interno das edificações. Considerável economia de energia pode ser alcançada com o uso de estratégias passivas de controle ambiental e com a escolha de materiais de construção energeticamente mais eficientes.

### Processo de elaboração do Protótipo Alvorada (PA)

O PA é um protótipo de habitação destinada a populações de baixa renda, que está inserido em um processo de busca pelo desenvolvimento de referenciais mais sustentáveis para a produção da habitação e do ambiente urbano. Sachs descreve uma habitação sustentável como aquela que considera fluxos eficientes de materiais e energia, utiliza tecnologias compatíveis com objetivos sociais, econômicos e ecológicos das comunidades e potencializa as ações de reeducação formal e informal.<sup>5</sup>

<sup>5</sup> SATTLER, M. A. & BONIN, L. C. (coordenadores) *Projeto Protótipo de Habitação Sustentável* – Município de Alvorada. Porto Alegre: UFRGS/NORIE, 1999. (Trabalho não publicado).

O processo de desenvolvimento do PA teve início com a análise das idéias propostas no Concurso Internacional ANTAC/PLEA 95, *Design Ideas Competition Sustainable Housing for Poor*, que visou discutir novos parâmetros para políticas habitacionais, segundo princípios sustentáveis. A partir das idéias apresentadas, uma equipe composta por alunos e professores do Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação – NORIE/UFRGS, passou a desenvolver um projeto de habitação para a cidade de Alvorada, através de convênio firmado com a Prefeitura desse município. Todo esse processo faz parte de um trabalho

maior, na qual está sendo desenvolvido o projeto CETHS – Centro Experimental de Tecnologias Habitacionais Sustentáveis, conjunto habitacional com objetivos demonstrativos e experimentais, a ser implantado na cidade de Nova Hartz, Rio Grande do Sul. O PA (figura 1) será uma das tipologias habitacionais a serem implantadas no CETHS.

A Prefeitura de Alvorada, com o desenvolvimento desse protótipo, tinha como objetivos qualificar e regularizar as atividades de construção, combater o déficit habitacional, reduzir impactos ambientais e possibilitar a geração de renda, já que o município tem alto índice de desemprego. Além desses objetivos pré-definidos foram caracterizados outros, como a qualidade do espaço construído segundo critérios de habitabilidade e mobilidade, a fim de propiciar maior qualidade de vida aos usuários da edificação.

Considerando os objetivos a serem alcançados, definiram-se diretrizes para o projeto do protótipo de habitação, que representam fatores determinantes do desempenho energético do mesmo, entre elas: a melhoria das condições de habitabilidade do interior da edificação e a escolha criteriosa dos materiais e sistemas construtivos. Condições desejáveis de habitabilidade resultam de projetos eficientes, que consideram a forma da implantação, a composição das aberturas, bem como a escolha dos materiais em favor do conforto do futuro usuário da edificação. Assim sendo, a obtenção dessas condições fica menos vinculada a *inputs* energéticos, tais quais o uso de climatização artificial. A escolha dos materiais de construção, por outro lado, deve considerar o consumo energético relacionado à extração das matérias-primas, ao processamento das mesmas, à montagem em obra e ao transporte necessário durante essas etapas.

## Caracterização do Protótipo Alvorada

O protótipo consiste de uma residência unifamiliar, com um programa de necessidades típico de uma habitação para uma família pequena, incluindo dois dormitórios, sala e cozinha conjugados, banheiro, área de serviço e área de entrada, totalizando 48,50 m<sup>2</sup> de área construída. Está prevista sua ampliação através de um compartimento localizado junto à fachada Leste, conforme a figura 2. Neste trabalho, não foi analisada a proposta ampliada. Como o projeto utiliza técnicas passivas de controle ambiental, durante sua fase de elaboração, foram considerados dados como orientação solar e ventos predominantes. Daí, o protótipo ter a sua fachada principal voltada para a orientação Norte.



*Figura 1:*  
Imagens do Protótipo Alvorada.

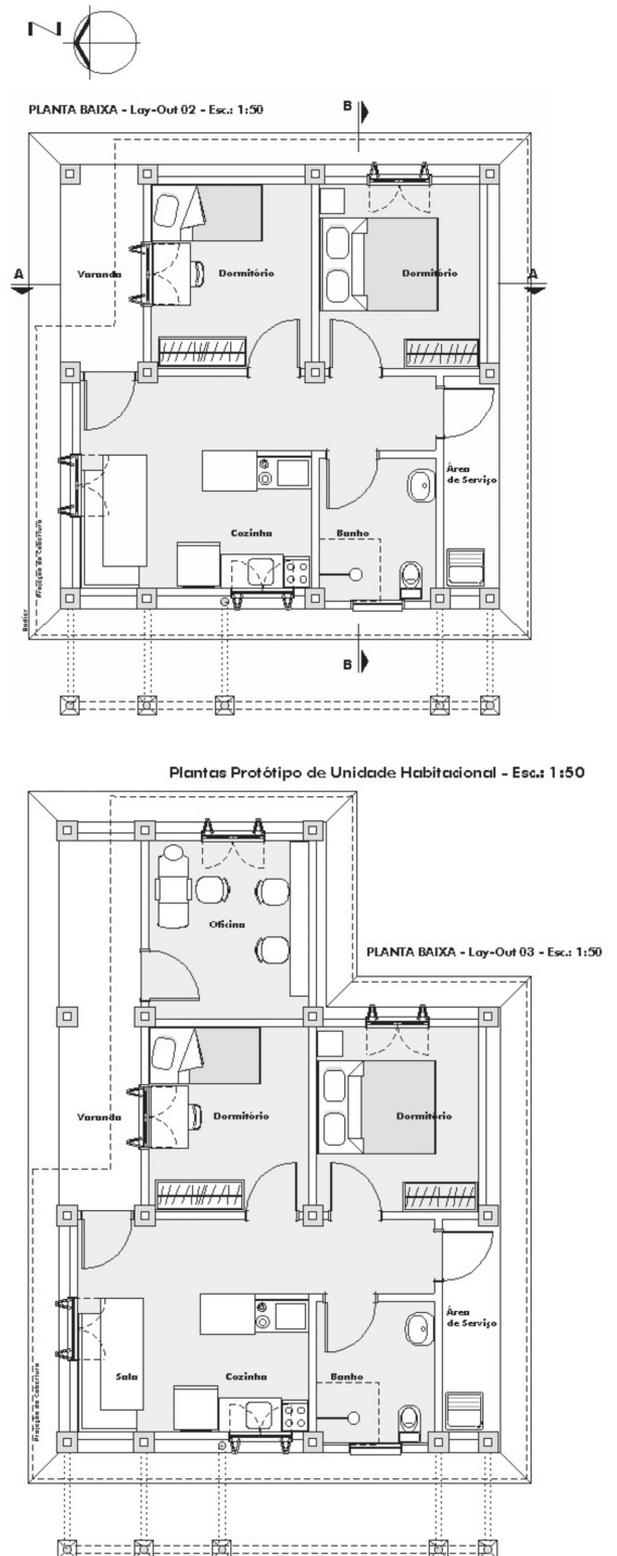


Figura 2:  
Planta-baixa do Protótipo Alvorada  
e proposta de ampliação.

### *Estratégias adotadas para ventilação*

O PA foi projetado para permitir a ventilação cruzada no verão, visando abrandar as temperaturas no interior da edificação, e possibilitar a ventilação higiênica no inverno, promovendo a qualidade do ar interior.

Na situação de verão, procurou-se tirar proveito dos ventos predominantes do quadrante Leste (22% dos ventos de verão), contemplando as aberturas de um dos dormitórios e do compartimento proposto para ampliação (figura 3). Os demais compartimentos principais são voltados para a orientação Norte, por ser mais favorável à insolação, porém, não sendo tão eficiente quanto as condições de ventilação. Para minimizar este problema, foi projetada uma janela adicional na fachada Oeste da sala/cozinha, favorecendo a ventilação cruzada neste compartimento, considerado de uso prolongado. Nestes ambientes voltados para Norte, também foram propostas duas aberturas superiores do tipo máximo-ar, para possibilitar o fluxo de ar dentro da edificação através do “efeito chaminé” (figura 3).

Para evitar o excesso de ganho de calor pela cobertura, foi proposto um sistema de ventilação junto ao forro (figura 3). O sistema consiste da utilização de portinhola móvel nos beirais e abertura para a saída de ar na parte mais alta da cobertura (cumeeira). Durante o período de verão, a portinhola deve permanecer aberta, provendo ventilação adequada no espaço entre o forro e o telhado, o que reduz os ganhos de calor através da cobertura. No período de inverno, a portinhola deve ser mantida fechada, fazendo com que a câmara de ar não ventilada constitua uma barreira isolante térmica, evitando perdas de calor pela cobertura. Neste período, também deve-se procurar manter as portas internas fechadas e as janelas abertas o mínimo possível, para possibilitar a ventilação higiênica, mas sem gerar correntes de ar nos compartimentos.

### *Estratégias adotadas para diminuir os ganhos térmicos nos períodos quentes*

Para minimizar os ganhos de calor pela edificação durante o verão, foi proposto um pergolado com vegetação caducifólia junto à fachada Oeste, a qual também recebeu revestimento de cor clara. Esta estratégia possibilita interceptar a radiação solar durante o verão, permitindo sua incidência no período de inverno quando as folhas caem. O mesmo pergolado é previsto, junto à fachada Norte, através da supressão de algumas telhas da cobertura da varanda, promovendo sombra sobre a superfície envidraçada do dormitório, no verão, e ingresso de radiação no inverno.

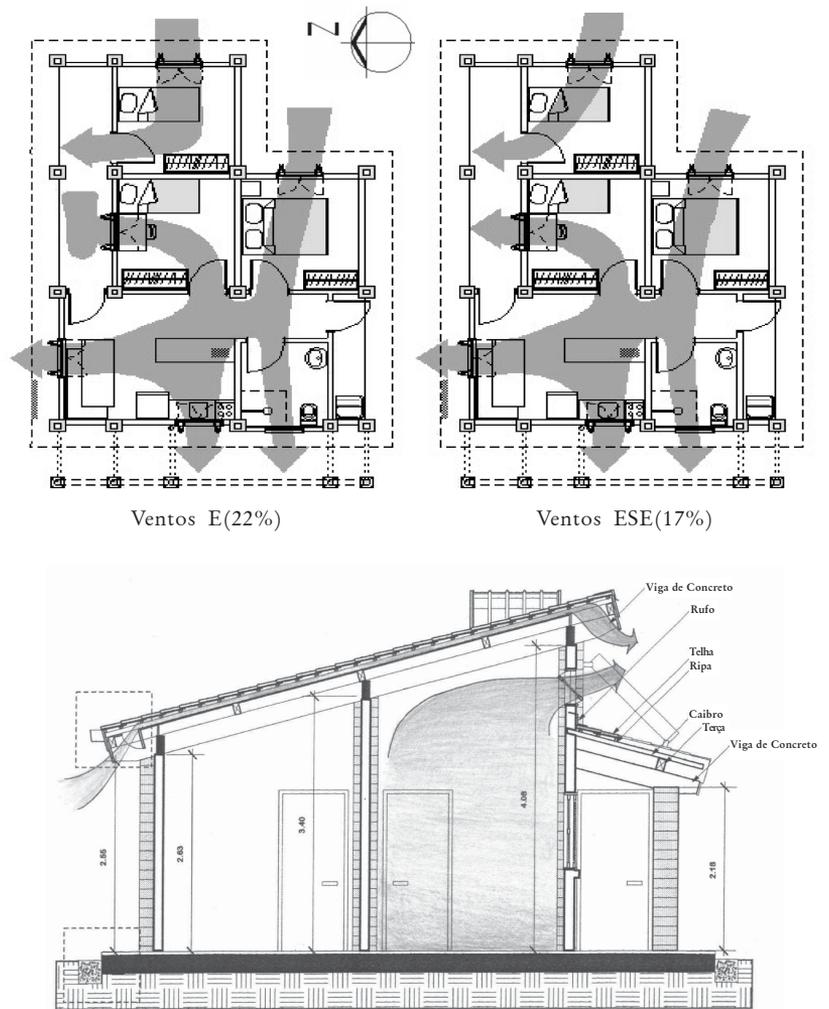


Figura 3: Esquema de ventilação para a situação de verão.

## Desempenho térmico do Protótipo Alvorada

Para analisar o desempenho térmico de uma edificação, é necessário caracterizar o clima do local onde a mesma se situa e os componentes que a integram. A ferramenta de análise utilizada neste trabalho foi o programa THEDES, Thermal Design, elaborado por Sattler, que tem por objetivo analisar o desempenho térmico de edificações não condicionadas artificialmente.<sup>6</sup>

### Caracterização do clima de Alvorada

Devido à inexistência de dados climáticos da cidade de Alvorada, foram utilizados os dados relativos a Porto

<sup>6</sup> SATTLER, M. A. *The generation of climatic building design data from meteorological data, with particular reference to Porto Alegre (30° 02'S; 51° 13'W), Brasil*. Sheffield: University of Sheffield, Department of Building Science, 1986.

<sup>7</sup> SATTTLER, M. A. *Op. cit.*, 1986.

Alegre, os quais, considerando a proximidade das duas cidades, permitem uma caracterização genérica do clima. A formatação destes dados foi feita por Sattler, que construiu, a partir deles, tabelas para os dias típicos de Porto Alegre.<sup>7</sup> Foram considerados dias com nível estatístico de ocorrência de 10%, tanto para a situação de verão, como para a situação de inverno.

#### *Caracterização dos componentes do protótipo*

O programa THEDES simula o desempenho térmico de edificações a partir da inserção de características referentes aos componentes verticais externos, componentes verticais internos, cobertura e piso. A seguir, são apresentadas as características destes componentes e uma tabela (tabela 1) com as propriedades térmicas (transmitância) dos componentes externos, gerados pelo programa THEDES.

*Tabela 1:* Transmitâncias térmicas dos componentes externos.

Componente	Transmitância térmica (W/m <sup>2</sup> K)
Paredes externas sem revestimento	2,9
Paredes externas com revestimento	2,7
Cobertura	1,2
Piso	1,1

*Componentes verticais externos* – Compreendem paredes, portas e janelas. As paredes são compostas de alvenaria de meio tijolo e pilastras (reforços das paredes), ambas de tijolos cerâmicos de 21 furos, de dimensões 9,5 x 10 x 22 cm, sendo que algumas recebem revestimento em argamassa com pintura em cor clara. As portas e janelas são em madeira de *Eucalyptus citriodora*, sendo que as janelas têm área média de 1 m<sup>2</sup>, nas quais é usado vidro simples.

*Componentes verticais internos* – Compreendem paredes e portas, apresentando as mesmas características dos componentes verticais externos.

*Cobertura* – É composta de duas águas, sendo que a maior área da cobertura é voltada para a orientação Sul, para diminuir a densidade de radiação solar, proveniente da direção Norte. A estrutura da cobertura constitui-se de 5 camadas: telha cerâmica, colchão de ar, placa metálica reciclada, colchão de ar e forro de *Pinus*. A placa metálica (chapa de off-set usada) funciona como barreira à radiação térmica, reduzindo significativamente a transmissão de calor pela cobertura.

*Piso* – É composto por uma laje de concreto tipo radier com dimensões de 8,15 x 8,20 x 0,25m, revestida com cimento alisado.

### Resultados da análise de desempenho térmico

Foram criados dois arquivos climáticos no programa, um para simular o desempenho no verão, considerando as janelas Norte e Oeste sombreadas (através do ajuste do fator de ganho solar) e outro, no inverno. As figura 4 e 5 apresentam os resultados da análise de desempenho térmico do PA, para a situação de verão e de inverno.

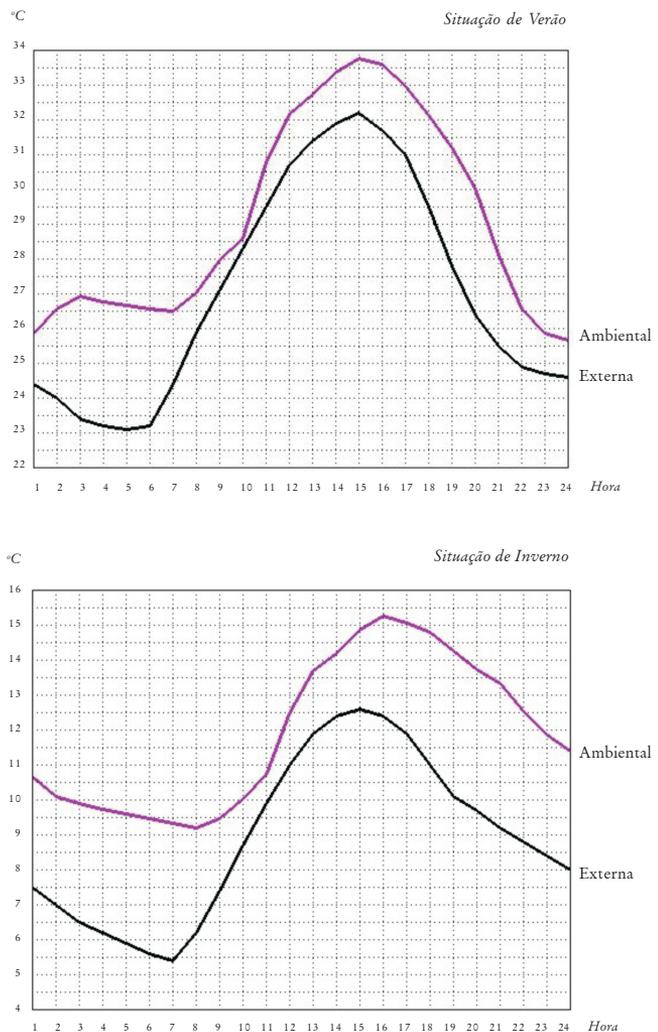


Figura 4: Relação entre a temperatura do ar externo e a temperatura ambiental interna, para a situação de verão (19/2) e inverno (11/7), em Porto Alegre, Rio Grande do Sul.

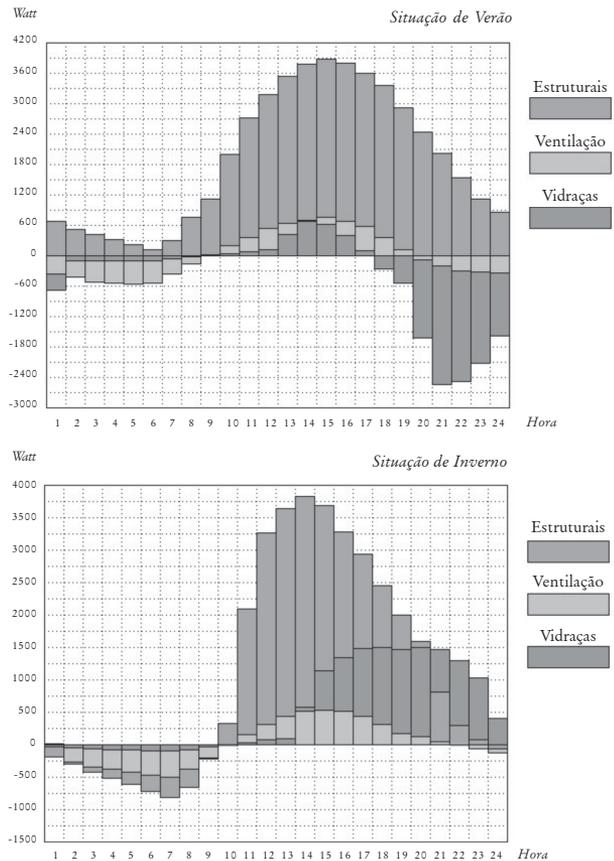


Figura 5: Trocas de calor da edificação com o meio ambiente, para a situação de verão (19/2) e de inverno (11/7), em Porto Alegre, Rio Grande do Sul.

A figura 4 relaciona a temperatura externa do ar com a temperatura ambiental interna. A temperatura ambiental interna (*environmental temperature*) considera, além da temperatura interna do ar, a radiação emitida pelas superfícies internas. Verificou-se que a temperatura ambiental interna é, em média, 1°C superior à temperatura do ar interno (expressando ganhos de calor por radiação térmica oriunda da envolvente dos ambientes).

Analisando o desempenho de verão do protótipo (figura 4), tem-se como temperatura do ar máxima do exterior 32,2°C e temperatura ambiental interior 35,5°C. Portanto, o PA se enquadraria no nível C, definido pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, como aquele ocorrente quando o valor máximo diário da temperatura do ar interior é superior ao valor máximo diário da temperatura do ar exterior.<sup>8</sup> Verifica-se ainda que as temperaturas ambientais do interior ultrapassam os 29°C, no período das 8:00h às 24:00h, contabilizando 16 horas ao longo do dia. No período de inverno (figura 4), a

<sup>8</sup> IPT. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. DIVISÃO DE ENGENHARIA CIVIL. *Critérios mínimos de desempenho para habitações térreas de interesse social*: texto para discussão. São Paulo: Mandarim, 1998.

<sup>9</sup> IPT. *Op. cit.*

temperatura mínima do ar exterior é de 5,4°C, enquanto que no interior é de 9,3°C, o que estaria de acordo com o nível B de desempenho, definido pelo IPT, como aquele ocorrente quando o valor mínimo diário da temperatura do ar interior for igual ou maior do que a temperatura mínima do ar exterior.<sup>9</sup> Verifica-se também que, durante todo o dia, a temperatura mantém-se inferior a 16°C, portanto abaixo do limite inferior de conforto térmico. Com relação às trocas de calor (figura 5), tanto no verão como no inverno, as trocas mais significativas são as que ocorrem através dos componentes estruturais (paredes e cobertura).

Pode-se observar que a pior situação, demonstrada pelo programa THEDES, ocorre no período de verão, situação característica da região de Porto Alegre, devido às altas temperaturas e à elevada umidade do ar neste período. Todavia, os resultados obtidos nesta análise não exprimem de forma completa o real desempenho do PA, já que algumas estratégias utilizadas para incrementar o desempenho deste não estão expressas nos dados de caracterização da edificação. Além disso, os dias típicos considerados aproximam-se de situações extremas, que correspondem a apenas alguns curtos períodos do ano. Dentre as estratégias não contempladas pelo programa de simulação, embora utilizadas no projeto, podem-se citar: o sombreamento dos planos (por beirais, vegetação e pela própria forma da edificação) e a utilização do efeito de termo-sifão para a ventilação.

## Desempenho lumínico do Protótipo Alvorada

A iluminação é fundamental em um edifício para a busca de conforto visual, que é definido como “a existência de um conjunto de condições, num determinado ambiente, no qual o ser humano pode desenvolver suas tarefas visuais com o máximo de acuidade e precisão visual, com o menor esforço, com menor risco de prejuízos à vista e com reduzidos riscos de acidentes”<sup>10</sup>. No Brasil, os níveis mínimos de iluminação, para o desempenho das tarefas visuais, são fixados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, através da NBR-5413.<sup>11</sup> Embora a luz natural seja considerada a principal fonte, em alguns momentos, a iluminação artificial é necessária. Para aumentar a eficiência energética e a habitabilidade dos ambientes em uma edificação, deve-se pensar na complementaridade entre a luz artificial e a luz natural.

### *Iluminação natural*

Para verificação das condições de iluminação natural do protótipo, optou-se pelo Método do Fluxo Repartido, que

<sup>10</sup> LAMBETS, R.; DUTRA, L. & PEREIRA, F. R. *Op. cit.*

<sup>11</sup> ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Iluminância de interiores*. NBR-5413 (NB 57). Rio de Janeiro: ABNT, 1991.

resulta no fator de luz natural ou *Daylight Factor* (DF). O fator de luz natural é definido como a proporção de iluminância devida à luz natural em um ponto interno, no plano de trabalho, em relação à simultânea iluminância externa, em um plano horizontal, obtida a partir de um hemisfério de céu encoberto. Os cálculos e leituras foram feitos a partir de uma malha de 0,75 m x 0,75 m centralizada em relação às janelas e na altura do plano de trabalho, no caso 0,75 m. Foi considerada, no cálculo, a disponibilidade de luz natural exterior média, sem obstrução, de 9.000 lux e aplicado os fatores de luz natural (DF) máximo e mínimo em cada ambiente.<sup>12</sup> A tabela 2 apresenta os resultados dos cálculos e a figura 6 mostra a distribuição das curvas Isolux para melhor visualização dos resultados.

<sup>12</sup> YUBA, A. N.; NUNES, M. F.; FAVARETTO, M. H. Z. & KLUWE, R. *Avaliação de iluminação natural em protótipo de unidade habitacional: área do Horto Florestal do Município de Alvorada – RS.* Porto Alegre: UFRGS/NORIE, 1999. (Trabalho não publicado).

Tabela 2: Resultados dos cálculos de DF e Iluminâncias.

Ambiente	DF (%)		Iluminância (LUX)	
	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo
Sala/cozinha	6.18	0.64	556.2	57.6
Dormitório 1	8.61	0.92	774.9	82.8
Dormitório 2	4.69	0.42	422.1	37.8
Circulação	0.49	0.47	44.1	42.3
Banheiro	1.33	0.40	119.7	38.7

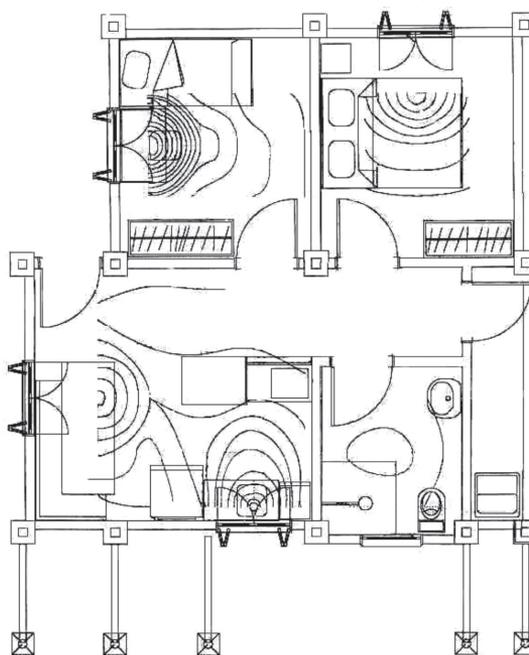


Figura 6: Curvas Isolux.

Devido à utilização de aberturas unilaterais, verifica-se que a distribuição da luz natural concentra-se junto às janelas, perdendo sua eficiência à medida que se afasta destes pontos, ou seja, apresenta uma grande variação entre os valores máximos e mínimos. Pode-se observar, também, que raramente os níveis de iluminação natural interna atingem os 500 lux, recomendados pela NBR 5413, para execução de trabalhos, que exigem acuidade visual média. Os ambientes que possuem valores mais altos são a sala/cozinha e o dormitório número 1, o primeiro com mais de uma janela.

### *Iluminação artificial*

O projeto de iluminação artificial do PA teve como premissa a especificação de produtos que, além de reduzir o consumo de energia elétrica, buscassem atingir níveis de iluminância/luminância e Índice de Reprodução de Cor – IRC, adequados às tarefas visuais a serem desenvolvidas pelos usuários. Outro critério de escolha foi a temperatura de cor, que foi estabelecida em torno de 3000K por ser mais aconchegante.<sup>13</sup> Foram especificadas lâmpadas que possibilitam uma economia de energia da ordem de 10 a 15% através da redução de potência, com bulbo revestido em pó trifósforo, que permite maior eficiência energética (70 a 95 lm/w), com índice de reprodução cromática de 85%. As luminárias foram posicionadas de forma a propiciar iluminação de tarefa e iluminação de fundo.

*Tabela 3:* Principais impactos ambientais envolvidos na produção e uso de algumas fontes energéticas.

Fontes Energéticas	Impacto no Uso	Impactos na Produção	Disponibilidade
Biogás	Partículas, CO e CO <sub>2</sub>	–	Renovável
Carvão mineral	SO <sub>x</sub> , CO e CO <sub>2</sub>	Degradação ambiental local, particulados e emissão de metano	Não renovável
Diesel	Partículas e CO <sub>2</sub>	Subprodutos tóxicos, VOCs, NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub>	Não renovável
Gás natural	CO	VOCs	Não renovável
Gasolina	SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , CO e aldeídos	Subprodutos tóxicos, VOCs, NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub>	Não renovável
Hidroeletricidade	–	Perda de biodiversidade em nível regional	Não renovável
Lenha	Partículas, CO e CO <sub>2</sub>	Perda de biodiversidade em nível regional	Renovável
Óleo Combustível	Partículas, SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , HC e CO	Subprodutos tóxicos	Não renovável
Termoeletricidade	SO <sub>x</sub> , CO e CO <sub>2</sub>	Degradação ambiental regional (ar, solo e água), NO <sub>x</sub> e SO <sub>2</sub>	Não renovável

<sup>13</sup> MIRON, L. Projeto luminoso para o Protótipo Alvorada. In: *Projeto Protótipo de Habitação Sustentável* – Município de Alvorada. Porto Alegre: UFRGS/NORIE, 1999. (Trabalho não publicado).

<sup>14</sup> GRIGOLETTI, G. C. *Caracterização de impactos ambientais de indústrias de cerâmica vermelha do Estado do Rio Grande do Sul*. Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001. (Dissertação de Mestrado).

## O conteúdo energético dos materiais de construção do Protótipo Alvorada

Os materiais de construção determinam impactos ambientais, na medida em que são grandes consumidores de recursos naturais, tanto na forma de matérias-primas extraídas, como na forma de energia. O consumo de energia ocorre nas etapas de extração da matéria-prima, produção do produto, montagem em obra e nos deslocamentos realizados em todo processo, até que o material de construção esteja cumprindo seu papel funcional na edificação. Deve ser considerado, também, o consumo de energia relacionado à manutenção desse material e às atividades de desmonte ou demolição no final da vida útil da edificação. A identificação da origem da energia utilizada nas diversas etapas de produção é fundamental para a quantificação dos reais impactos relacionados ao consumo energético dos materiais de construção. A tabela 3 explicita os principais impactos ambientais relacionados com fontes energéticas frequentemente utilizadas na indústria da construção civil.<sup>14</sup>

Os impactos ambientais relacionados à obtenção de energia são relevantes em nível local e em nível global, conforme a tabela 3. Em nível global, destaca-se a preocupação com emissões causadoras do efeito estufa. Em termos locais, as preocupações estão voltadas para a poluição aérea, a contaminação do solo e dos recursos hídricos com substâncias tóxicas e a perda da biodiversidade local.

A adoção de tijolos cerâmicos como principais elementos de vedação vertical e de telhas cerâmicas na cobertura do PA considerou, além do desempenho energético dos mesmos, outros fatores relacionados à não geração de subprodutos tóxicos durante o ciclo de vida e a questões de identidade cultural. Em relação à eficiência energética dos mesmos, dois fatores são relevantes: o caráter local da produção desses elementos e os tipos de fontes energéticas que podem ser utilizados na produção dos mesmos. No Rio Grande do Sul existe um grande número de olarias espalhadas por todo o Estado, sendo a maioria de pequeno porte. Isso faz com que o uso de materiais cerâmicos locais determine a diminuição de deslocamentos, ao mesmo tempo em que contribui para as economias dos municípios onde se localizam. A preocupação com essa economia de energia é necessária na medida em que, em alguns casos, a energia consumida nos diversos deslocamentos até que o material de construção, em sua forma final, chegue à obra, pode representar grande parte da energia total incorporada ao mesmo. No Brasil os impactos ambientais relacionados a deslocamentos são ainda mais relevantes devido ao uso disseminado

de combustíveis fósseis, o que representa o consumo de um recurso não renovável, aliado à intensificação do efeito estufa.

## **Considerações finais**

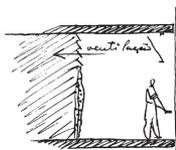
As variáveis que compõem a envolvente das edificações exercem papel fundamental na determinação do seu desempenho energético, de acordo com as análises realizadas. Os resultados demonstram a necessidade de melhoria da eficiência energética do PA que, embora incorpore várias estratégias bioclimáticas adequadas ao clima local, ainda apresenta desconforto térmico e lumínico em boa parte do período examinado. Quanto ao desempenho térmico do PA, verificou-se que as piores condições de conforto ocorrem no período de verão. A partir desta constatação, recomenda-se a otimização de algumas estratégias como o uso de proteções solares, para o sombreamento das aberturas (de forma que não prejudique a iluminação natural), a ventilação cruzada, o incremento da massa térmica e a utilização de cores claras nas paredes externas e cobertura e o uso de vegetação junto à edificação. Esta última estratégia promove o sombreamento das superfícies verticais da edificação e cria um microclima mais ameno no seu entorno.

Em relação ao desempenho lumínico, pode-se verificar que a avaliação das condições de iluminação natural do protótipo somente está de acordo com os níveis médios exigidos pela norma NBR 5413, nos ambientes que possuem mais de uma abertura, estando os demais ambientes abaixo desses valores. Sendo assim, sugere-se que futuros projetos otimizem o uso da iluminação natural, mediante uma análise mais adequada do tipo de esquadria, da área de abertura e do seu posicionamento. Além disso, pode-se trabalhar com a utilização de cores com altos níveis de reflexão em determinadas superfícies internas, com a utilização de dispositivos que direcionem a luz natural para o interior do ambiente, como prateleiras de luz, e, em casos extremos, utilizar a iluminação artificial complementar somente nos locais com níveis baixos de iluminação natural. Quanto ao projeto de iluminação artificial, além das estratégias citadas, de especificação de produtos mais eficientes, destaca-se a utilização de iluminação de tarefa e iluminação de fundo como uma estratégia adequada, permitindo manter a iluminação de fundo a níveis mais baixos, reduzindo o consumo de energia.

Com relação aos materiais, o que se pode observar é a necessidade de conhecimento mais profundo, por parte dos projetistas de edificações, dos impactos ambientais causados pelos mesmos, e de maior pressão sobre a indústria da construção civil para que estas forneçam materiais mais eficientes do ponto de vista energético.

Telissa Frenzel da Rosa e Michele de Moraes Sedrez são arquitetas e alunas do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.  
telissa@cpgec.ufrgs.br  
mmsedrez@terra.com.br

Miguel Aloysio Sattler é engenheiro civil, PhD em Tecnologia da Arquitetura, coordenador do Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação e professor do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.  
sattler@vortex.ufrgs.br



# HABITAÇÃO ECONÔMICA BIOCLIMÁTICA DE SOLO-CIMENTO PARA A REGIÃO DE CURITIBA, PARANÁ.

*Espartano Tadeu da Fonseca*

As estatísticas, mesmo caóticas, comprovam que a necessidade de moradias, em especial as chamadas habitações populares, cresce em todos os países. No Brasil, a demanda avoluma-se de forma geométrica em relação ao número de moradias econômicas que estão sendo construídas. No Estado do Paraná, em particular, a situação torna-se ainda mais complexa, uma vez que, além das dificuldades econômicas e da falta de recursos para o atendimento à demanda habitacional, pode-se detectar um problema específico: a necessidade de adequação ambiental e cultural do tipo de habitação às diversas regiões do Estado. Diante desta realidade e como forma de contribuir com a comunidade científica ligada ao tema, desenvolvemos o projeto e a edificação de uma Habitação Econômica Bioclimática de Solo-Cimento, adaptada à região de Curitiba. Monitorada e avaliada do ponto de vista técnico-construtivo, no grau de conforto térmico e na adequação do modelo proposto às expectativas de possíveis usuários, a experiência tinha como beneficiários imediatos os estudantes e professores das áreas de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, pelo seu caráter didático, e como beneficiários finais, as camadas mais carentes da sociedade, ansiosas por usufruir de melhor qualidade de vida.

### Ilustração de abertura

Oscar Niemeyer: estudo de um sistema de ventilação. In: PAPANAKI, Stamo. *Oscar Niemeyer: works in progress*. New York: Reinhold, 1956.

## Análise do clima de Curitiba e região direcionada ao uso da arquitetura bioclimática.

Os estudos e análises efetuados na primeira etapa do trabalho, definiram, de uma maneira geral, não somente o clima da região de Curitiba, mas também as necessidades *bioclimáticas*<sup>1</sup> das habitações locais.

Na região de Curitiba faz-se necessário armazenar o calor solar através de formas de conversão passiva da radiação solar durante todo o ano, inclusive no período do verão, pois mesmo nesta época existe uma relativa queda de temperatura durante a noite.

Os ganhos diretos obtidos pela correta orientação das aberturas (janelas), somados a uma boa inércia térmica das paredes, leste, oeste e norte, podem ajudar a manter os espaços internos da edificação dentro da chamada *zona de conforto*<sup>2</sup>.

O correto aproveitamento da ventilação natural no período do verão (ventos dominantes) e da vegetação existente nas áreas circunvizinhas ao sítio de implantação das unidades habitacionais (efeito barreira), são outros recursos que contribuem para a qualidade do edifício.

Na realidade, a ventilação natural é um dos recursos mais eficazes para serem utilizados na bioclimatização das edificações na região de Curitiba, com ênfase para o controle da umidade do ar dos ambientes internos, que tende a complicar a qualidade do conforto ambiental das habitações principalmente no verão. Entretanto, seja qual for a forma adotada para a utilização da ventilação natural, a mesma deve ser bem analisada para que não provoque a queda da temperatura no inverno (influência negativa).

A solução é tratar a ventilação natural conjuntamente com a *inércia térmica*<sup>3</sup> das paredes, permitindo um controle da ventilação interna dos ambientes e privilegiando o ganho de calor por condução/radiação durante o período da noite. É neste período que o calor acumulado nas paredes com boa inércia térmica de orientação oeste transfere-se para o interior dos cômodos, mantendo a temperatura interna superior à externa e dentro da *zona de conforto*.

É importante lembrar que a inércia térmica é de fundamental importância para a estabilização das condições internas dos ambientes face à variação do clima e da amplitude das temperaturas durante o dia (24 horas).

O chamado *efeito estufa*<sup>4</sup> também pode ser explorado no período de inverno, com o uso de janelas adequadamente orientadas, que por si só constituem excelentes coletores

<sup>1</sup> Metodologia de projeto, na qual associam-se elementos naturais (sol, vento e vegetação), materiais naturais locais (terra, pedra e madeira), ou compatíveis com a região, e técnicas construtivas conhecidas e tradicionais, para a climatização e melhoria do conforto térmico dos ambientes construídos.

<sup>2</sup> Os irmãos Olgyay são os autores de uma representação gráfica que introduz na análise da *zona de conforto* os seguintes elementos: velocidade do ar, quantidade de radiação direta, umidade relativa do ar e ocultação das aberturas (condições termohigrométricas).

<sup>3</sup> A inércia térmica é diretamente proporcional à massa e ao peso dos materiais que compõem a edificação. Quanto maior a inércia térmica, maior o tempo das trocas de temperatura, principalmente a migração de calor do meio de maior temperatura para o de menor, permitindo a diminuição da variação de climatização dos ambientes.

<sup>4</sup> Efeito ocasionado pela transparência seletiva de certos materiais, como o vidro por exemplo, que não bloqueiam os raios solares de curto comprimento de onda que o atravessam sem alteração e que, quando irradiados como calor para o meio, apresentam-se com comprimento de onda longo, não atravessando o vidro. Com isso, há um gradativo aumento de temperatura do ambiente fechado.

planos habitados. No verão, com o devido cuidado, é possível criar zonas com diferença de pressão (sucção), por deslocamento natural de ar quente em aberturas corretamente instaladas, forçando assim o deslocamento do ar fresco existente nas faces sombreadas do edifício.

Com a imprescindível ajuda dos gráficos do movimento aparente do sol, podemos definir as épocas do ano durante as quais o sol (radiação direta) deverá entrar nos ambientes pelas aberturas ou janelas, permitindo o ganho de radiação no inverno, ou ainda criar proteções de beirais que poderão bloquear a radiação solar e o ganho direto no período de verão.

Em tese, boas orientações para os ambientes internos, segundo o seu uso para a região de Curitiba, são as seguintes:

- a) uso ou permanência prolongada durante o dia (copa ou estar), orientação este (E) ou norte (N), e oeste (O) para copa quando destinada ao uso para o início da noite;
- b) uso ou permanência prolongada durante a noite (quartos/estar íntimo), orientação oeste (O) ou noroeste (NO);
- c) uso ou permanência temporária (cozinha ou serviço), orientação sudoeste (SO);
- d) uso ou permanência transitória (instalações sanitárias), orientação sul (S) ou sudeste (SE).

Muitas outras deduções complementares poderão ser obtidas e sobrepostas a partir dos resultados alcançados com a análise detalhada do clima da região de Curitiba. Entretanto, consideramos as deduções apresentadas como as principais para as configurações básicas no processo executivo de novas propostas de habitações bioclimáticas.

Fica evidente que se deve considerar a dinâmica evolutiva dos climas regionais e suas variações sutis, que são decorrentes de muitos fatores impossíveis de analisar sem o auxílio de equipamentos sofisticados de alta tecnologia, e que requerem um monitoramento longo e difícil, na maioria das vezes distante da nossa realidade econômica. Tais dificuldades, de forma alguma, devem ser impeditivas ao lançamento de novos conceitos metodológicos de trabalho que visem melhorar a qualidade de habitabilidade do espaço construído, observando o equilíbrio com o meio ambiente e a realidade social e cultural, além de serem economicamente viáveis e tecnicamente simplificados, portanto, passíveis de assimilação pelos que os utilizam.

Tabela 1: Mapa Climático de Curitiba, Paraná.

		UNIDADE	1 JAN	2 FEV	3 MAR	4 ABR	5 MAI	6 JUN	7 JUL	8 AGO	9 SET	10 OUT	11 NOV	12 DEZ	MÉDIA ANUAL	ELEMENTOS
TEMPERATURA MÁXIMA ABSOLUTA		°C	34,6	33,9	32,4	30,6	27,5	26,0	26,4	30,4	32,2	32,4	33,1	32	34,6	+
TEMPERATURA MÉDIA DAS MÁXIMAS		°C	26,3	20	26	22,5	20,2	19,1	18,9	21,2	21,8	22,5	24	25	22,2	+
TEMPERATURA MÉDIA		°C	20,4	20	19,3	16,6	14,4	13	12,7	14	15,2	16,2	18	19,1	16,6	+
TEMPERATURA MÉDIA DAS MÍNIMAS		°C	16,2	16,1	15,4	12,5	9,5	8,7	7,4	9,1	10,7	12,9	13,4	14,8	12,2	+
TEMPERATURA MÍNIMA ABSOLUTA		°C	8,4	10,4	7,2	0,8	-3,6	-6,3	-3,5	-5,4	0,8	4,3	7,3	8,3	2,4	-
UMIDADE RELATIVA		%	82,5	83	84,5	83,5	81,2	83	81,2	80,2	78,7	80,1	79,5	80	81,5	+
PRECIPITAÇÃO		MM.	188	173	127	82	88	102	87	87	127	129	162	149	124,2	+
PRESSÃO ATMOSFÉRICA		M.bar	901	908	909	910	911	912	913	912	911	909	907	907	909	+
DURAÇÃO MÉDIA DO DIA		Hora	13h23'	12h49'	12h07'	11h22'	10h45'	10h26'	10h35'	11h07'	11h49'	12h34'	13h13'	13h33'	12h02'	+
HORAS DE SOL		Hora	5,2	5,6	4,9	5,8	6,2	6,3	7,1	6,5	5,9	5,0	5,4	5,3	5,75	+
NEBULOSIDADE		---	8,1	8,3	8,5	7,5	6,8	6,9	5,9	6,4	7,4	8,4	8,0	7,9	7,5	+
INSOLAÇÃO NO ZENITE	Piano horiz. médio	W/M <sup>2</sup>	645	627	488	416	282	253	266	317	462	518	641	647	463,5	+
	Insol. máx. possível	W/M <sup>2</sup>	995	988	968	927	876	848	862	909	954	983	994	996	941,6	+
DECLINAÇÃO MÉDIA		Graus	-20,8	-12,7	-1,9	9,9	18,9	23,1	21,3	13,7	3,0	-8,8	-18,4	-23,0		+
CONSTANTE SOLAR (I <sub>0</sub> )		W/M <sup>2</sup>	1425	1410	1390	1365	1365	1335	1340	1350	1370	1335	1415	1425	1380	+

## O projeto de uma habitação econômica bioclimática de solo-cimento.

A partir dos estudos e pesquisas efetuados sobre o clima e sobre as técnicas construtivas de solo-cimento, propusemos um modelo de habitação econômica ou popular que utiliza essencialmente os recursos do bioclimatismo ou “arquitetura solar”, como preferem alguns autores, associados às técnicas do sistema alternativo de construção em terra ou simplesmente solo-cimento.

Procuramos levar em conta, na elaboração destes projetos, todos os fatores do clima e do meio ambiente da região; consideramos ainda, o tipo de habitação tradicional da população e as técnicas de construção local, os aspectos sócio-culturais, econômicos e o perfil do usuário.

Nos preocupamos em propor um tipo de solução técnica de construção que, apesar de ser complexa na sua concepção, e com tantas variáveis a serem consideradas, fosse de fácil compreensão para qualquer pessoa, capaz de ser assimilada por todos aqueles que viessem a participar da sua execução ou que acompanhassem o desenvolvimento das obras no local de implantação.

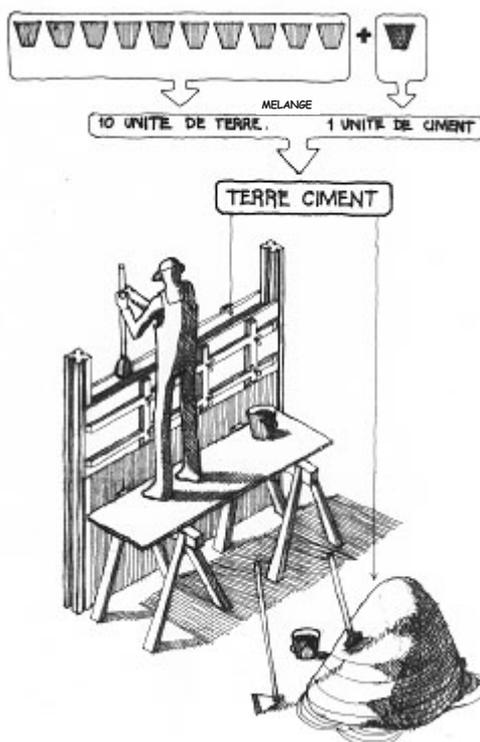
Adotamos uma modulação na planta baixa de 1,50 m (um metro e cinqüenta centímetros), de eixo a eixo, e os espaços foram distribuídos com base nos costumes e hábitos das populações locais.

Buscamos criar espaços internos capazes de serem modificados, ampliados ou adaptados para outras funções, o que se torna possível graças à versatilidade da técnica construtiva adotada – o solo-cimento em paredes *monolíticas*<sup>5</sup>. Esta sistemática permite às populações que irão habitar as edificações, participarem da construção através do sistema de autoconstrução ou do sistema mutirão.

<sup>5</sup> Paredes ou painéis executados com material homogêneo distribuído em toda a sua superfície, constituindo-se um único bloco, ou ainda, técnica que não utiliza tijolos ou partes menores de alvenaria para assentamento na constituição dos painéis.

Os habitantes poderão realizar também ampliações ou modificações nas edificações sem dependerem de um sistema comercial ou industrial de construção, constituindo-se em uma técnica democrática, livre da monopolização do conhecimento ou da dependência financeira de grupos econômicos.

Apresentamos a seguir algumas figuras (desenhos esquemáticos) e fotografias, que demonstram as principais características técnicas do projeto e suas vantagens como solução integrada de fácil assimilação, praticidade, baixo custo e adaptabilidade ao meio ambiente natural.

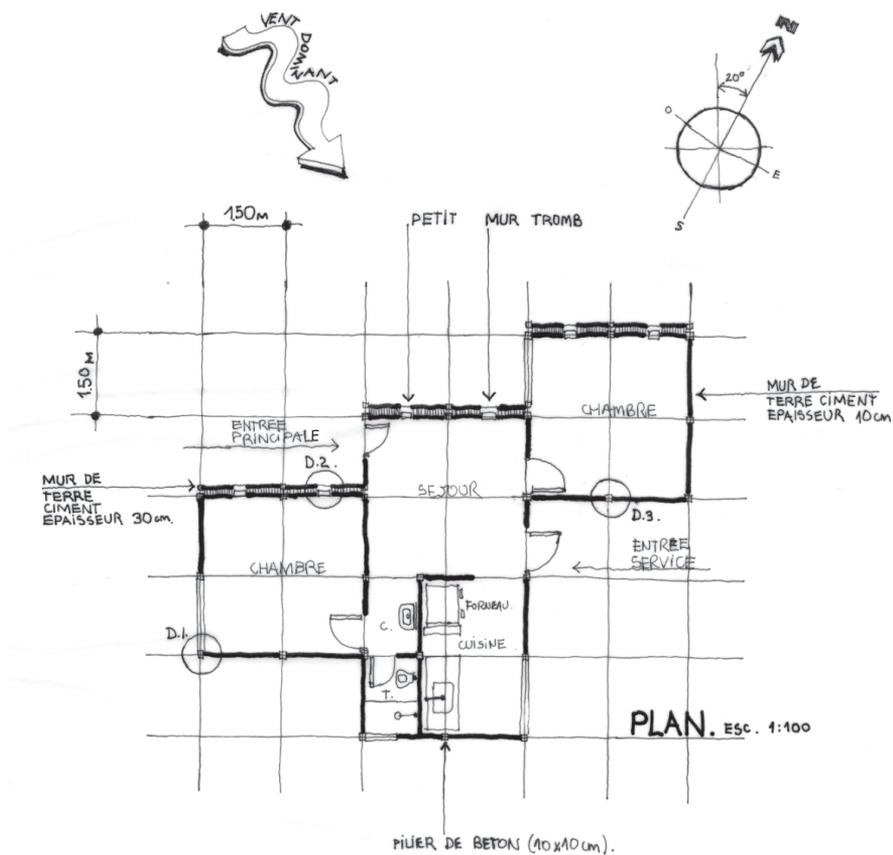


Mistura de terra com cimento, proporção 10 para 1. Execução da parede por apiloamento de solo-cimento.

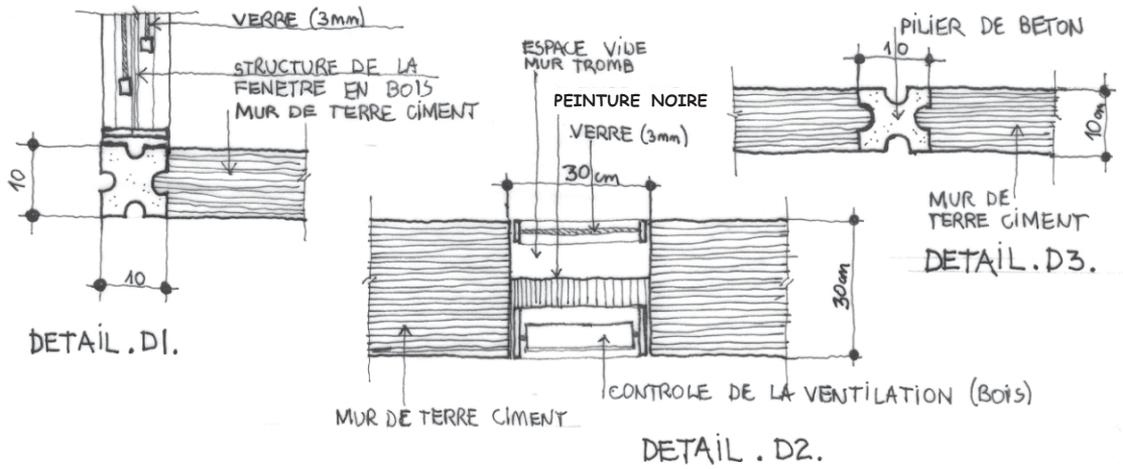


Execução das paredes da habitação bioclimática pelos estudantes da PUC/PR.

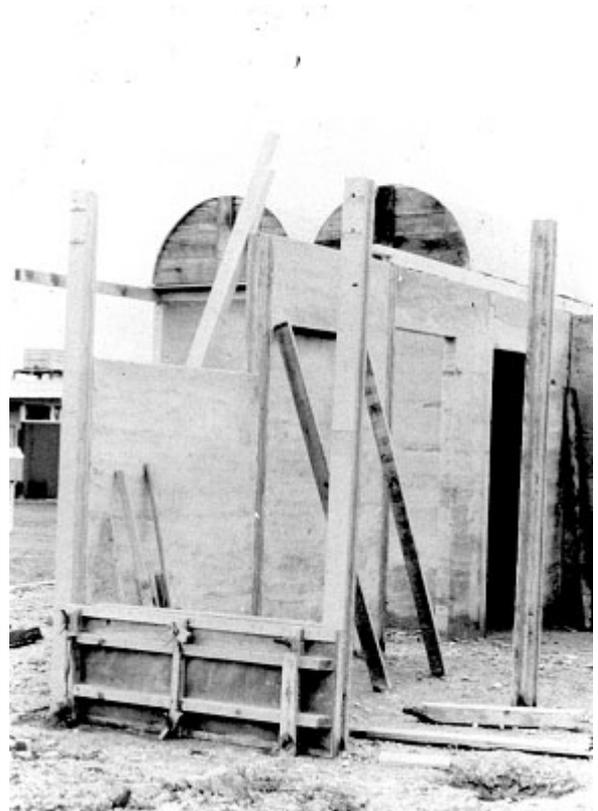
Detalhe da forma e sua fixação no pilar pré-moldado de concreto.

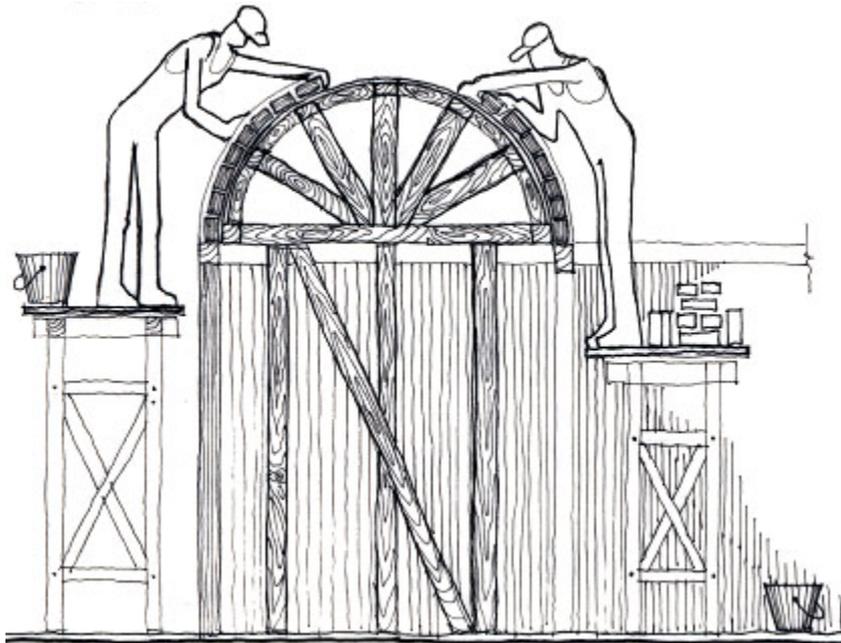


Planta esquemática de 36 m<sup>2</sup>, modulada, com dois quartos, copa, cozinha e banheiro.

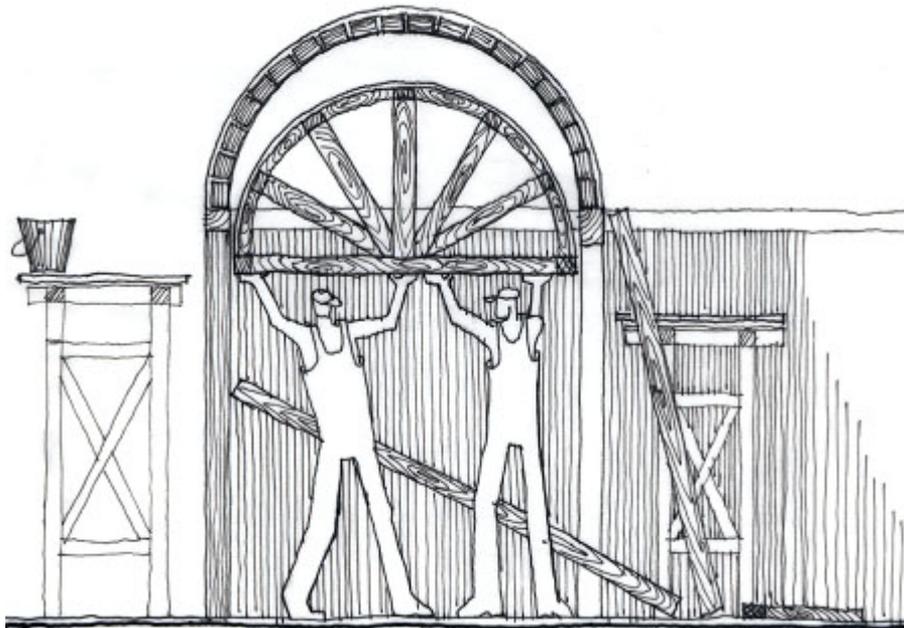


Detalhes das junções de paredes com pilares de concreto pré-moldado e o muro “Tromb”.





Demonstração da solução técnica construtiva adotada para a execução da cobertura da habitação. Montada em tijolo de dois furos, assentado sobre uma forma de madeira e rejuntado com argamassa de cimento, que se apóia sobre uma viga de madeira e na parede.



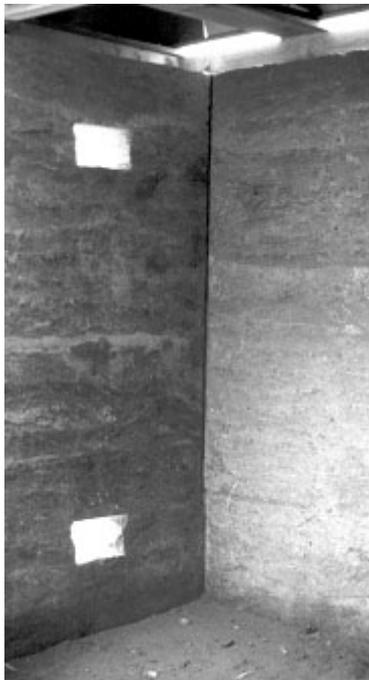
Após a cura completa do rejunte e da camada externa de cimento que recobre todo o exterior, retira-se a forma, que poderá ser deslocada para o módulo seguinte da cobertura, tanto na lateral como no sentido longitudinal, permitindo rapidez na construção.



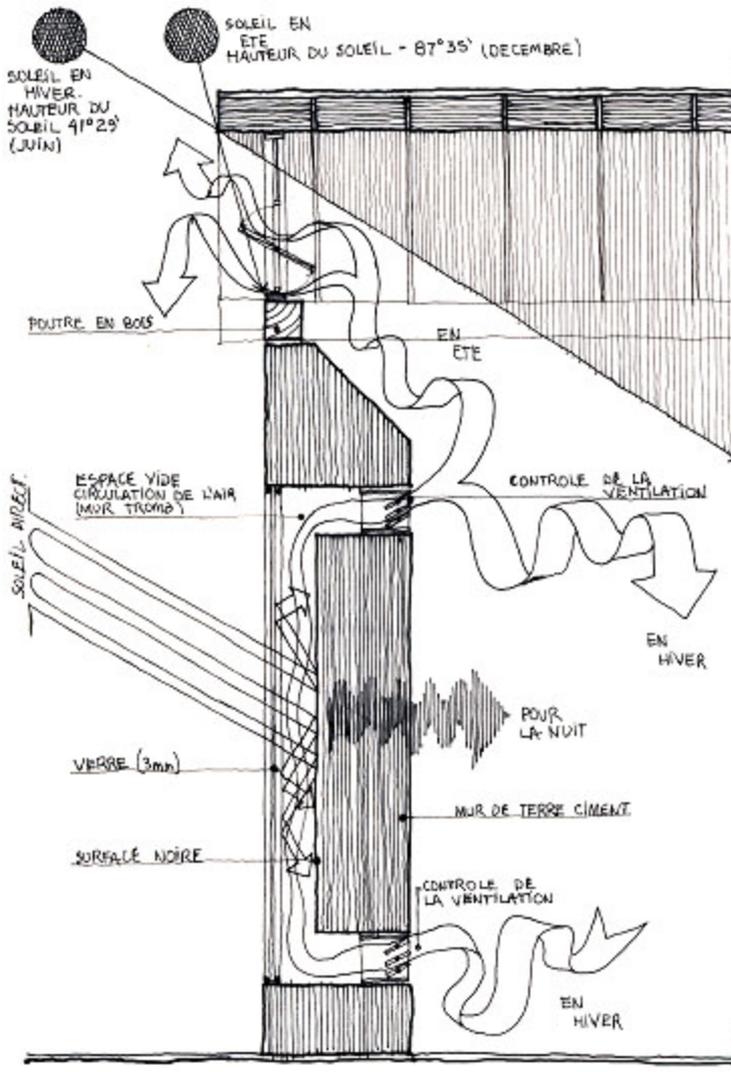
Corte esquemático mostrando o funcionamento do muro “Tromb”, na parte interna da edificação, com as simulações para inverno (esquerda) e verão (direita).

*Inverno:* o ar frio mais pesado penetra na abertura inferior da parede passando pelo coletor solar embutido na fachada norte, aquece e sai pela abertura superior da mesma parede, realizando este movimento continuamente, aumentando a temperatura interna da habitação.

*Verão:* o mesmo ar quente do coletor solar penetra no ambiente interno e sai pela abertura da janela superior sugando o ar fresco da fachada oposta que também apresenta uma janela, que aberta permite a entrada do ar da área sombreada que está orientada para o sul.

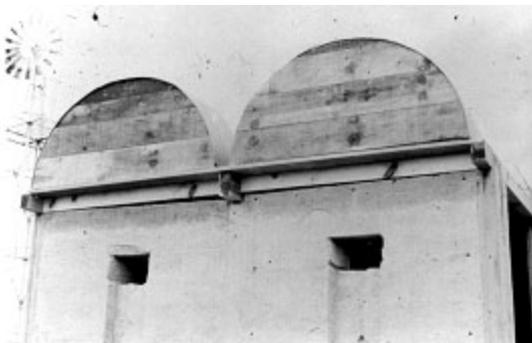


Na foto ao lado podemos ver as aberturas internas, superior e inferior, na parede norte, que tem a maior espessura de todas (30 cm), com maior inércia térmica, controlando as trocas térmicas do espaço interno e externo.

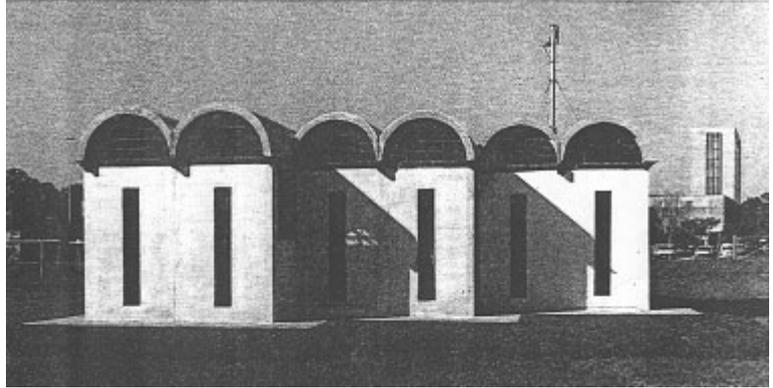


Na figura ao lado podemos visualizar o esquema de funcionamento do muro “Tromb”, com as simulações para inverno e verão. Observam-se as várias vantagens da parede mais espessa (30 cm): além da possibilidade de embutir na mesma o coletor solar, aproveita-se sua inércia térmica nas trocas ou perdas de temperatura com o meio externo.

O beiral na cobertura em arco pleno (flecha 1,50 m), foi calculado em função do movimento aparente do sol para a latitude da região de Curitiba, considerando o melhor aproveitamento possível do ganho direto de radiação solar no inverno, quando a altura do sol é baixa (41°29' Max.); da mesma forma, os índices de nebulosidade na região são os menores do ano (tabela 1). Assim, o ganho direto da insolação provoca a elevação da temperatura dos ambientes. O inverso ocorre no verão, quando a radiação solar, pela altura do sol (87°35' Max.), não penetra no ambiente que está protegido pelo beiral da cobertura.



Vista da habitação bioclimática em processo de construção.



Vista da fachada norte – frente da habitação construída no campus da PUC/PR, 1989/90.

### **O monitoramento do modelo proposto.**

Após a elaboração do projeto executivo da Habitação Econômica Bioclimática de Solo-Cimento Regionalizada, percebemos a importância didática da construção e do monitoramento deste modelo habitacional para a formação profissional de estudantes dos cursos de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC/PR), instituição na qual desenvolvemos nossa atividade docente. Acreditamos que a incompatibilidade da maioria das edificações que se constrói no país, com o clima, o meio ambiente, os materiais locais, o perfil sócio-econômico dos usuários e as culturas regionais, é diretamente proporcional à capacitação técnica profissional que oferecemos aos nossos jovens universitários.

No final dos anos 80, início da década de 90, com o apoio da Universidade e junto ao Instituto de Saneamento Ambiental (ISAM–PUC/PR), demos início à construção e monitoramento deste modelo alternativo de habitação popular, com a participação direta dos alunos vinculados às aulas de projeto, física aplicada, conforto térmico e sistemas construtivos dos referidos cursos.

Dessa forma, foi possível demonstrar didaticamente aos estudantes, e avaliar do ponto de vista científico juntamente com os demais professores e pesquisadores, que é possível a busca do barateamento da habitação popular aliada a uma adequação ambiental global. A atividade também resultou na orientação de instituições governamentais ligadas ao setor habitacional e outras instituições afins, em especial, aquelas destinadas a tratar as questões de economia de energia elétrica e pesquisar fontes alternativas de energia renovável e auto-sustentável.

O trabalho procurou criar um modelo de monitoramento para habitações econômicas, que atualmente as instituições brasileiras ligadas ao setor habitacional na sua maioria não possuem. Buscou-se, pois, estabelecer novos parâmetros na elaboração de projetos e execução de obras, parâmetros que podem ainda ser adaptados para que venham a ser utilizados também por profissionais e instituições de outras regiões e/ou outros estados.

O monitoramento e a avaliação foram realizados por partes, de acordo com as fases de execução da obra, observando-se o comportamento dos materiais e a metodologia de tratamento adotada. Essas fases foram acompanhadas *in loco* e documentadas fotograficamente, como se pode constatar nas ilustrações anteriores.

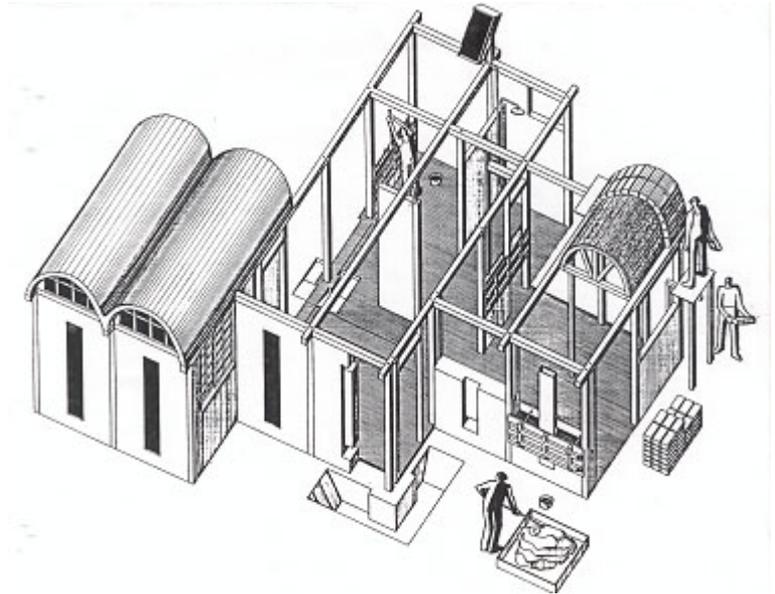
Após a conclusão total da obra de construção, foram instalados os equipamentos de monitoramento empírico – termômetro de globo completo, psicrômetro giratório, psicrômetro de aspiração, termômetro de máxima e mínima e termômetro digital de superfície – para observações periódicas sobre variáveis que expressam conforto ambiental.

Avaliação do Conforto Ambiental	Instrumentos
Temperatura - Ventilação Forçada	Psicrômetro de Aspiração
Temperatura e Umidade Relativa	Psicrômetro Giratório
Temperatura Máxima e Mínima	Termômetro de Máxima e Mínima
Temperatura Radiante Média e Velocidade do Ar Interno	Termômetro de Globo Completo
Temperatura de Superfícies	Termômetro Digital de Superfície

Foram realizadas leituras diárias horárias dos equipamentos (de sete horas da manhã às sete horas da noite), durante uma semana. Dessa forma foi possível verificar, através de gráficos, os horários de pico (grandeza/temperatura) durante o dia, resultando em cinco leituras diárias: 7:00, 9:00, 14:00, 17:00 e 19:00 horas.

As referidas leituras foram realizadas no inverno (junho) e verão (novembro). Os resultados obtidos pela média das temperaturas internas e externas para o período, demonstraram a manutenção do conforto térmico da habitação, com uma oscilação/variação menor da temperatura interna em relação à externa, para as duas estações do ano monitoradas. Ficou demonstrado que a perda de diferença relativa das temperaturas, somente ocorreu nas áreas de permanência transitória da edificação (banheiro e serviço).

Independente dos resultados animadores do monitoramento, tanto no âmbito do conforto térmico como na técnica construtiva adotada, que comprovam as qualidades do modelo proposto, ressaltam-se, ainda, seu baixo custo, mantido dentro dos parâmetros ditos “populares” e de sua metodologia construtiva simples e participativa. Afinal, como tal deve ser.



### **Considerações finais**

A desmistificação de um dos mais difundidos paradigmas brasileiro, de que habitação popular de baixa renda deve ser forçosamente de baixa qualidade, materializa-se na comprovação desta e de outras experiências. Ao quebrarem barreiras preconceituosas, principalmente da comunidade tecnocrata, estas experiências demonstram que as construções podem ser de qualidade e acessíveis à população.

O conceito de conforto associado ao ambiente, da mesma forma, quando decifrado pela ótica da dicotomia, nos revela o engano básico que se comete ao imaginar que conforto está ligado à disponibilidade econômica e que ambiente é qualidade espacial do “habitat”. Nesta experiência prática se percebe claramente que conforto ambiental é decorrência de uma metodologia de trabalho nova e criativa, que usa da tecnologia disponível para gerar alternativas viáveis em todos os sentidos, visando à qualificação da vida e do “habitat” humano.

A interpretação da realidade local deve estar baseada em uma sistemática de trabalho que redirecione a formação e o ensino dos futuros profissionais de Arquitetura e Enge-

nharia Civil, demonstrando a necessidade da criação de modelos adaptados às condições do meio ambiente local, desfrutando de todas as formas de soluções bioclimáticas disponíveis, valorizando os materiais alternativos, usando a conversão passiva e ativa da radiação solar e, principalmente, permitindo o acesso da população a novas formas de construir, com economia, rapidez e praticidade.

A formação destes profissionais, que deverão ser responsáveis pela transformação da “mesmice casuística” em algo novo, apresenta-se como o primeiro desafio a ser enfrentado na obtenção do chamado “desenvolvimento sustentável”. O esforço de vários professores e pesquisadores, é bem verdade, não tem sido em vão, pois a recompensa está na receptividade dos jovens profissionais aos novos conceitos alternativos de melhoria das edificações pelo uso de recursos renováveis e de materiais naturais, valendo-se apenas da criatividade e do conhecimento científico para conceber projetos com maior qualidade, sem aumentar custos.

Acreditamos ainda que uma legislação de ordenamento das edificações, no âmbito municipal, com a mesma visão de melhoria do conforto ambiental, daria respaldo aos profissionais do setor na busca de outras alternativas habitacionais, desatrelado-os de conceitos ultrapassados impostos de forma definitiva e inquestionável pela maioria dos grupos econômicos do setor imobiliário e da construção civil, que acabam direcionando os projetos para o atendimento de suas expectativas de lucros financeiros, opondo-se às inovações metodológicas dos projetos bioclimáticos.

Caberia, finalmente, um estudo direcionado em cada Estado da União, para a definição de setores ou regiões delimitadas pelo tipo de clima e demais características, já mencionadas, que dão suporte aos estudos bioclimáticos ou à arquitetura bioclimática. Com isso, seria possível a demarcação espacial destas regiões, além de recomendações e orientações aos projetistas quanto às alternativas corretas para cada local específico, garantindo o verdadeiro caráter de “regionalização” às novas edificações. Quando imaginamos as diferenças regionais brasileiras em termos climáticos, econômicos e culturais, nos deparamos com um grande desafio ético-profissional: o de respeitarmos essas diferenças, desenvolvendo nosso trabalho com personalidade, mas, principalmente, de modo fiel à realidade local onde efetivamente ele será implantado e utilizado. Paralelamente, essa mesma diversificação regional brasileira permite lançar nossa imaginação com criatividade na descoberta de soluções inusitadas para problemas tão antigos.

Espartano Tadeu da Fonseca é arquiteto, doutor em Arquitetura, professor licenciado da Pontifícia Universidade Católica do Paraná e secretário municipal de Urbanismo e Meio Ambiente de São José dos Pinhais, Paraná.

spartano@uol.com.br



## LA POLÍTICA AMBIENTAL EN EL NIVEL MUNICIPAL LA CIUDAD DE MONTEVIDEO

---

*Mariano Arana*

Nos encontramos en el albor de un nuevo siglo. En este tiempo de incertidumbres tanto como de “globalización” de los problemas, los permanentes cambios constituyen – paradójicamente – la permanencia misma. Nos afectan las amenazas al ambiente, el cambio climático, el calentamiento global, las catástrofes ecológicas, la depredación de los recursos naturales, la urbanización descontrolada, la dilapidación de las fuentes de energía, entre otras agresiones al ambiente y a la ecología, cuyas secuelas constituyen preocupaciones sustantivas de la humanidad toda. Estas realidades interpelan nuestra conciencia y plantean crecientes exigencias y requerimientos a nuestra actuación. Actuación que nos planteamos desde una forma de entender la sociedad y el ambiente, desde una óptica progresista que supone colocar en un primer plano de consideración a las necesidades sociales, a las personas – todas las personas – conviviendo en sociedad.

*Ilustração de abertura*

Oscar Niemeyer: estudo. In: PAPANAKI, Stamo. *Oscar Niemeyer: works in progress*. New York: Reinhold, 1956.

## Política ambiental, eficiencia y participación

Frente a tales desafíos, quienes nos sentimos de algún modo u otros responsables del destino de nuestro planeta, nos interrogamos acerca de las respuestas posibles a esta compleja y angustiante problemática.

Todo ello concurre en un denominador común: el comportamiento individual y colectivo de quienes integramos la especie humana. Siempre hemos sostenido que la mayor participación social y el más amplio involucramiento de los diferentes actores vinculados, es la única estrategia posible para enfrentar las situaciones complejas.

No faltan quienes sostienen que la participación es sinónimo de ineficiencia. Nada más alejado de nuestro pensamiento. Nuestro convencimiento nos lleva a concluir que la única eficiencia posible, en términos de largo plazo, es la eficiencia social; aquella que emerge de la más dilatada información, del mayor número de consultas y de los más amplios consensos sociales.

Nuestro compromiso asumido frente a la ciudadanía, en tanto gobernantes, fue el de “construir ciudad, construyendo ciudadanías” en el entendido que la una no se completa sin las otras (y subrayamos el plural).

La construcción de ciudadanías, tarea de todos los días, es la única dirección posible de construir una ciudad – y una sociedad – democrática, abierta, tolerante, respetuosa del ambiente y de la persona; de todas y cada una de las personas.

## Las políticas ambientales en el plano local

Estas convicciones cimentan nuestros lineamientos de política ambiental. Nuestras actuaciones adquieren una particular significación en el espacio municipal y vecinal; en la urbe misma. Toda intención de implementar una política en materia ambiental se valida en un espacio donde la participación social se vuelve tangible: el espacio local.

La experiencia que estamos desarrollando en Montevideo desde hace más de once años, combina dos características básicas que permiten, por primer vez en la historia reciente, considerar la posibilidad de actuaciones a nivel local.

*En primer lugar*, la participación social, la incidencia vecinal, ciudadana, concretada a través del proceso de descentralización participativa en los 18 ámbitos locales en los cuales está dividida la ciudad y el departamento de Montevideo.

*En segundo lugar*, el papel de las administraciones locales en la formación y la resolución de la agenda pública y en particular las cuestiones ambientales.

Ambas realidades, sumadas a una sensibilidad que procura crecientemente tomar en cuenta la dimensión ambiental, han creado las condiciones propicias para una actuación sensible, alertada y responsable. Constituyen, claro está, la condición necesaria pero no suficiente.

Corresponde aclarar, que si bien estas reflexiones apuntan a la experiencia concreta de Montevideo, algunos conceptos y algunas constataciones tienen un alcance general, por lo que son válidos para analizar la política local en otras ciudades y ámbitos locales.

Hemos comprobado que la población se ve crecientemente motivada a participar e incidir en la dilucidación y resolución de los temas que la afectan en forma cotidiana, a la vez que se ve crecientemente convocada a interactuar con los más variados niveles de gobierno, tanto a nivel nacional como a nivel local, ámbito este último que el ciudadano visualiza como más próximo a su cotidianeidad, a sus problemas específicos, a sus desafíos concretos y sus posibilidades de superación.

Asistimos hoy a una creciente concientización respecto a la responsabilidad que a cada uno nos cabe, al Estado en sus más diversas expresiones, y a la sociedad toda, en cuanto al adecuado manejo de los recursos naturales y la protección del ambiente en que se desarrolla la convivencia social.

Ello nos interpela a todos, por cuanto el procurar desarrollar una política ambiental implica claridad en cuanto a los objetivos sociales, claridad en el conocimiento técnico y científico y claridad en la estrategia de gestión, así como también y por sobre todo, la mayor de las aperturas a las diversas expresiones de la sociedad, capacidad de escuchar y de entender las preocupaciones y los reclamos de la gente.

### **Hacia una gestión ambiental participativa**

Una adecuada comunicación y un manejo responsable de la información científicamente respaldada, es condición necesaria para una gestión ambiental participativa, única estrategia posible para enfrentar situaciones complejas como las derivadas de la temática que nos ocupa.

Gestión participativa en lo interno de nuestros ámbitos locales, pero por sobre todo participativa en cuanto a las diferentes confluencias de competencias y responsabilidades que puedan lograrse para producir los mejores resultados posibles.

Así, hemos procurado actuar en situaciones particularmente delicadas como la surgida por la comprobación de contaminación por plomo en el popular barrio montevideano de La Teja. Se apostó allí a la coordinación interinstitucional y a la conjunción de esfuerzos de parte de todos los organismos públicos e instituciones académicas con competencia en la materia.

El proceso descentralizador que se viene desarrollando en Montevideo en los últimos diez años, fue concebido e implementado como un instrumento privilegiado para la participación.

En el “Foro Ambiental de Montevideo”, evento de participación e intercambio llevado a cabo en 1999, los participantes afirmaban que *“el acceso a la información, tanto como a la educación ambiental son apuestas básicas para lograr la superación del actual estado de cosas”*.

Como consecuencia de la aplicación de ese principio, el 5 de junio del 2000, en una instancia que creemos un hito en la materia, se aprobó la Agenda Ambiental Montevideo con una significativa participación institucional y social. En relación a la información se concluye que *“la importancia de dar a conocer toda la información disponible, volcarla al público y compartirla entre las diferentes reparticiones estatales, académicas y organizaciones ciudadanas. La información debe ser usada y como los temas ambientales son transectoriales, aportes abundantes y rigurosos son indispensables”*.

Al aprobar la mencionada Agenda Ambiental, convocamos a la constitución del “Grupo Ambiental Montevideo”, entidad multisectorial, entre cuyas atribuciones está la de *“promover la participación ciudadana en la gestión ambiental a través de instrumentos idóneos para ello, impulsando en especial, mecanismos de acceso a la información ambiental”*.

Preocupaciones todas ellas, congruentes con la aprobación a nivel nacional, de la Ley de Protección del Medio Ambiente, aprobada en noviembre del 2000, ley que reconoce como principio que *“la gestión ambiental debe basarse en un adecuado manejo de la información ambiental, con la finalidad de asegurar su disponibilidad y accesibilidad por parte de cualquier interesado”*.

Por otra parte, existe la necesidad de definir y explicitar acciones en defensa del medio ambiente, de forma de asegurar la congruencia efectiva de nuestras acciones y definir una estrategia en común por parte de autoridades, institutos de enseñanza e investigación y las organizaciones

de la comunidad. Necesidad conjugada con la de comunicar e informar con claridad acerca de las intenciones y las propuestas generadas desde el ámbito público.

Ello puede reflejarse a nivel urbano general, pero también puede expresarse con nitidez en ámbitos particulares. En ese sentido, destacamos muy especialmente la propuesta recientemente presentada en la Junta Departamental de Montevideo<sup>1</sup> promoviendo la creación de Comisiones de Medio Ambiente en todas y cada una de las 18 Juntas Locales de Montevideo, otorgándoles competencias específicas e iniciativa en la materia. Pensamos que este tipo de iniciativas podrá contribuir notablemente a mejorar nuestra gestión e incrementar el control social de la gestión ambiental.

Esta iniciativa, por otra parte, es congruente con la iniciativa de mayor alcance que estamos impulsando a nivel de la Junta Departamental de Montevideo, de crear la figura del «Defensor del Vecino» como apuesta auténticamente democrática de defensa no sólo de los derechos individuales de las personas, mitigando de algún modo la indefensión que puedan sufrir en relación con las actuaciones del Estado, sino también de los derechos sociales y principalmente de la defensa del Ambiente.

Estamos convencidos que la educación ambiental y la sensibilización a todo nivel, es una de las herramientas básicas a las cuales se debe apostar, sobre todo en el ámbito de la niñez y la juventud. Son las nuevas generaciones las que deben tomar esta bandera y lo están haciendo ya. Está probadamente demostrado que los niños y los jóvenes son los más fuertes y enérgicos defensores del ambiente y los más empeñados enemigos de la contaminación y el deterioro ambiental en todas sus formas y modalidades.

Recientemente, en el mes de julio del presente año, hemos dado a conocer públicamente el primer «Informe Ambiental de Montevideo», en un esfuerzo por aportar la mayor información y transparencia, conteniendo la aportación de datos e indicadores de amplia información sobre diversos aspectos ambientales, informe que nos proponemos actualizar periódicamente. Este Informe Ambiental de Montevideo es parte de la política municipal que reconoce la responsabilidad de la Intendencia Municipal de Montevideo en promover la *“participación y responsabilidad de la comunidad en la defensa, conservación y mejoramiento del ambiente”* (La Política Ambiental de Montevideo: Decreto 25.657/1992 de la Junta Departamental).

<sup>1</sup> Junta Departamental: cuerpo legislativo a nivel municipal (el equivalente a la Cámara de Vereadores para el caso de Brasil).

## **La gestión ambiental en el ámbito de la municipalidad**

Por otra parte, es necesario actuar conforme a patrones de conducta y estándares ambientalmente aceptables.

Ya se ha avanzado mucho, pero no es suficiente. La Intendencia Municipal de Montevideo viene realizando en la última década un esfuerzo sostenido, un gran esfuerzo financiero y un gran esfuerzo social, en diversos campos de mejora medioambiental.

Una de las tareas más relevantes es la ampliación y complementación de la red de saneamiento, un ambicioso plan de obras con financiamiento del BID que permitirá, a su culminación dentro de pocos años, asegurar este servicio básico a más del 95% de la población total de nuestro municipio; de esta manera nuestra ciudad será la capital de América Latina con mayor cobertura de saneamiento.

Asimismo, estamos trabajando exitosamente en la recuperación de la calidad ambiental de las aguas costeras del Río de la Plata y de los cursos de agua interiores, en la protección de áreas rurales productivas, de paisajes, de áreas naturales y áreas ecológicas significativas (como lo son los humedales salinos del curso bajo del Río Santa Lucía), en el monitoreo y control de calidad del aire, en el control de la contaminación acústica y visual, en el reciclaje de residuos sólidos y en la educación ambiental, entre otras áreas de actuación.

Hemos llegado a un estadio de desarrollo que exige realizar un salto en calidad; este salto implicará integrar las diversas líneas de actuación en un sistema coherente e integrado. Esperamos, a breve plazo, construir un auténtico sistema de gestión ambiental, acompasado con estándares de probada vigencia internacional, para de ese modo, contribuir sustantivamente a vigilar y perfeccionar nuestras propias actuaciones en materia ambiental como Intendencia Municipal y como servicios que se prestan a la población, en el área de nuestras responsabilidades y competencias.

Democratización de la información, gestión compartida con vecinos, instituciones del Estado, ámbitos académicos, organizaciones no gubernamentales, mejoras efectivas en el ambiente, son todos alicientes que nos llevan a concluir que se puede y se debe seguir trabajando para perfeccionar y mejorar lo ya realizado.

Somos inconformistas, y ni de lejos nos damos por satisfechos por lo realizado. Es mucho lo que queda por hacer.

Mariano Arana es arquitecto y  
Intendente Municipal de Montevideo,  
Uruguay.  
secintendente@secgen.imm.gub.uy

*Faz da sua imaginação  
a mais perfeita realidade.*



[www.pallotti.com.br](http://www.pallotti.com.br)

Presidente Vargas, 115  
Fone: (55)222.3050  
Santa Maria - RS  
[graficasm@pallotti.com.br](mailto:graficasm@pallotti.com.br)

GRÁFICA EDITORA

**Pallotti**

IMAGEM DE QUALIDADE