

Para citar o enlazar este recurso, use: <http://hdl.handle.net/11191/7201>



Monteiro, Ana (2012).

ORCID: [0000-0003-1587-2357](https://orcid.org/0000-0003-1587-2357)

Madureira, Helena (2012).

ORCID: [0000-0002-0047-6450](https://orcid.org/0000-0002-0047-6450)

*El clima urbano en Oporto: oportunidad para repensar la sustentabilidad del territorio y retomar los ritmos de la naturaleza*

p. 101-123

En:

Hábitat sustentable / Sergio Padilla Galicia y Víctor Fuentes Freixanet, compiladores. Ciudad de México: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, 2012. (Colección Arquitectura y urbanismo internacional)

Fuente: ISBN 978-607-477-622-5

Universidad  
Autónoma  
Metropolitana  
Casa abierta al tiempo **Azcapotzalco**



<https://www.azc.uam.mx/>



Ciencias y Artes para el Diseño

<https://www.cyad.online/uam/>



<http://aui.azc.uam.mx/aui/>

Repositorio Institucional



"Preservar con amor y cariño el saber"

<http://zaloamati.azc.uam.mx>



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como

**Atribución-NoComercial-SinDerivadas**

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

D.R. © 2012. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco. Se autoriza copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato, siempre y cuando se den los créditos de manera adecuada, no puede hacer uso del material con propósitos comerciales, si remezcla, transforma o crea a partir del material, no podrá distribuir el material modificado. Para cualquier otro uso, se requiere autorización expresa de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco.

## El clima urbano en Oporto: oportunidad para repensar la sustentabilidad del territorio y retomar los ritmos de la naturaleza

—  
Ana Monteiro  
y Helena Madureira

**PALABRAS CLAVE:**  
clima urbano

### RESUMEN

Al finalizar el siglo XXI, la ciudad será el medio ambiente elegido para vivir por la mayoría de población mundial. Proyección que nos da la pauta para reflexionar y tener una visión hacia el futuro y tratar de comprender las diferentes formas de dominio que el hombre ejerce sobre la atmósfera, la hidrósfera y la litósfera. La ciudad de Porto, Portugal, es un excelente caso de estudio que permite observar el reajuste entre la escala de tiempo, las aspiraciones de los seres humanos y los elementos de otros ecosistemas.

Este trabajo reflexiona sobre la relación entre las características de cada una de las piezas del rompecabezas urbano y el respectivo clima local y regional, para mostrar a los usuarios o planificadores de la ciudad la importancia de realizar una lectura adecuada y sistemática cuando se pretende llevar a cabo una idea o un proyecto en los espacios urbanos.

### ABSTRACT

At the end of the century, the city will be the environment of choice for most of world's population to live. Projection gives us the guidelines to reflect and have a vision for the future and try to understand the different forms of domination that man has on the atmosphere, hydrosphere and lithosphere. The city of Porto, Portugal is an excellent case study provides insight adjustment between the timeline, the aspirations of human beings and other ecosystem elements.

This paper reflects on the relationship between the characteristics of each of the pieces and the respective urban local and regional climate, to show users or city planners, the importance of adequate and systematic reading when trying to carry out an idea or a project in urban spaces.

—  
Porto University  
anamonteirosousa@gmail.com  
hmadureir@mail@gmail.com

## Introducción

*“...Las ciudades no han existido siempre; comenzaron en un cierto periodo de la evolución de la sociedad e igualmente pueden terminar o transformarse radicalmente. Cuando aparecieron no eran el resultado de una necesidad histórica, y se mantendrán solamente durante el tiempo que esta necesidad persista...”*

*(Benévolo, 1980).*

*“...Antes de convertir nuestras rocas, riachuelos y montañas sagradas en una masa difusa de tejidos de baja calidad, con la ilusión de que alcanzando esta degradación con bulldozeros y pilas atómicas y ordenadores electrónicos, somos civilizaciones avanzadas, podemos preguntar qué es lo que implica todo esto en términos de la naturaleza histórica del hombre...”*

*(Mumford, 1970).*

Sin pretender convertir esta contribución en una expresión de nostalgia por el Paraíso Perdido, la intención es resaltar algunas de las graves consecuencias que ha tenido el distanciamiento progresivo de los seres humanos de su soporte ambiental a medida que fue prefiriendo el modo de vida urbano.

El sistema económico en que vivimos, basado en el lucro,<sup>1</sup> transformó las ciudades en componentes imprescindibles del soporte artificial para los intercambios de bienes, servicios e informaciones. Intercambios que no van de acuerdo con lo que se necesita, sino que dependen apenas de lo que ya se tiene. Mantener este tipo de relaciones sólo es posible gracias a un conjunto diversificado de fuertes unidades de gestión de los sistemas económicos internacionales (UE, OCDE, FMI o Banco Mundial), organismos internacionales que sirven para garantizar que el sistema funcione, esto es, que los intercambios continúen efectuándose de acuerdo a las reglas impuestas por quienes detentan el mayor número de recursos.

Si fuera posible abstraernos de toda la coyuntura socioeconómica y política en que vivimos y reducirnos a nuestra sencilla posición de un elemento más del ecosistema, veríamos que este tipo de instituciones y los objetivos que las justifican serían incomprensibles, innecesarios y generadores de “ruido” en el ecosistema.

Pero antes de continuar con la reflexión, es pertinente clarificar el uso que damos a la palabra ecosistema o ecosistemas, ya que ésta a pesar de integrar, desde finales de la década de los 80, el vocabulario habitual de un vasto conjunto de actores sociales, económicos y políticos, hoy en día tiene una diversidad de significados. Ante la ambigüedad del término, se decidió referir el que P. Duvigneaud definió en su libro *La síntesis ecológica*. Según este autor, el ecosistema es “...el conjunto de todos los organismos que constituyen una biocenosis, las diversas relaciones tróficas o fitogeográficas que la unen entre sí, y todas las interacciones con el medio” (1974:66). Es, por lo tanto, una unidad funcional que puede ser aplicada a escalas de análisis muy diversas. Como el propio autor afirma “...en el límite, la biósfera compuesta de todos los ecosistemas mundiales, no es más que un gigantesco ecosistema *globo terráqueo*, en el cual todas las partes son perfectamente solidarias...”. De acuerdo con esta definición, decidimos utilizar el singular ecosistema, cuando estamos pensando en el nivel funcional jerárquicamente superior que integra el conjunto de las biocenosis y los factores del ambiente *globales*. Cuando se refiere a biocenosis y biotopos de menor extensión, usamos el término en plural. El ecosistema urbano surge, según esta estructura lógica, como un nivel de organización intermedio que incluye dentro de sí otros subsistemas, pero que integra el gigantesco Ecosistema Global. La perspectiva del presente análisis sobre el topoclima portuense se basa, de manera muy especial, en el hecho de que no es posible desechar las contribuciones recíprocas de todos los niveles de organización que intervienen en el resultado final.

Hasta la década de los 50, florecía la idea de que los recursos naturales existían para ser usados y que la tecnología resolvería todas las contrariedades posibles —la sustitución de las materias primas y fuentes energéticas—, a medida que éstas se fuesen acabando. El pensamiento religioso, concretamente el Cristianismo, influyó en esta forma simplista de observar el mundo, al transmitir la noción de que la naturaleza existe para ser explotada y para “servir” al hombre (White, 1967, *apud* O’riordan, T., 1983).<sup>2</sup> Sin embargo, en los años 60, el desarrollo y rápida difusión de los medios de comunicación permitieron tomar conciencia de problemas como el hambre, las sequías, las inundaciones

1. Tener como objetivo la utilidad significa intentar obtener, en cada intercambio, un poco más de aquello que se da, lo que presupone una relación desequilibrada, absolutamente opuesta a aquella que preside los intercambios en el Ecosistema.

2. “...Christianity is the most anthropocentric religion the world has seen, it has only established a dualism of man and nature but has also insisted that it is God’s will that man exploit nature for his proper ends...” (White, 1967 *apud* O’riordan, T., 1983:203).

y la contaminación. Un mejor conocimiento de los diferentes puntos del planeta permitió comprender que ya no quedaban áreas para descubrir, habitar y explotar. Se generaron algunos grupos anti-crecimiento y fue en esta época que, por primera vez, se admitió discutir y cuestionar el crecimiento económico.<sup>3</sup>

Según T. O'riordan (1983), la noción de crecimiento económico incluye la noción de aumento de bienes y servicios producidos y consumidos; aumento de capital humano a través de la educación, capacitación y diversificación de experiencias; aumento de capital no humano a través de inversiones en ciencia y tecnología, y mejoras en la organización de la economía y la administración. Esta noción paradigmática del crecimiento, en la que nacimos y aceptamos como indiscutible, es muy reciente, pero puede y debe ser desmitificada, porque de ella no dependió la humanidad que nos antecedió, sobre todo a partir de verificar, al contrario de lo que sus defensores afirmaban, que el crecimiento, por sí mismo, no es capaz de resolver los problemas que crea.

El paradigma del crecimiento cayó, porque probó no ser capaz de resolver o, por lo menos, controlar una serie de “costos” que generó. Falló en la distribución equitativa de la riqueza y fue incapaz de mantener, con un mínimo de equilibrio, tanto el soporte ambiental como el social. Mostró que una vez alcanzado un cierto nivel de crecimiento se conquista de inmediato el control de los órganos de decisión, lo que en definitiva impide la renovación y el dinamismo de la sociedad. Con el crecimiento, según opinión de los economistas, apareció el consumismo y la indefinición entre lo que es necesario y lo que es superfluo. El poder y el estatus social se asocian al consumo desenfrenado de una cantidad de bienes, muy por encima de lo necesario, destruyendo la idea de Malthus de que la ostentación pública de la riqueza serviría de motivación para que los pobres se esfuercen mucho más con el fin de poder adquirir, por lo menos, algunos de esos bienes.<sup>4</sup> Las aspiraciones sociales no fueron satisfechas en su mayoría, y no arrastraron, como se preveía, preocupaciones con la calidad ambiental, porque los ejemplos mostraron que para crecer/enriquecer era preciso sacrificar tradiciones, relaciones de personas, seguridad, calidad de vida y hasta la salud.

Entonces, el crecimiento económico no significaba necesariamente beneficio, ni correspondía siempre a un incremento de la calidad de vida y bienestar de la humanidad. Comenzaron a proliferar las ideas anti-crecimiento o de “crecimiento limitado”. El escenario catastrófico de colapso del soporte ambiental, fue previsto por los defensores del “crecimiento limitado”, pero las medidas mitigadoras propuestas, que incluían una desaceleración del consumo y la utilización de recursos no renovables y el consecuente des-aceleramiento del ritmo de la industrialización, no tuvieron el apoyo necesario de los responsables de la conducción de la economía internacional ni de los políticos. Esta indiferencia, motivada por una perspectiva economicista, se apoyó en la falta de pruebas científicas para la construcción de escenarios pesimistas. Después de una década de *impases* controvertidos entre el contenido de los discursos políticos —preocupados por las cuestiones ambientales y una real toma de decisiones—, seguida de la respectiva puesta en práctica de medidas de mitigación surgió la idea de Desarrollo Sostenible, reconocida a nivel internacional luego de la publicación de *Our Common Future*, en 1988, y más tarde conocida como Cambio Global y Calentamiento Global.

### Desarrollo sostenible

La defensa de un desarrollo sostenible surgió a mediados de la década de los 80, como respuesta a las ideologías pesimistas y tal vez irrealistas, fundamentadas en el decurso de los años setenta de frenar, pura y llanamente, el crecimiento. Época en la que se incrementaron —al innumerable conjunto de incompatibilidades ya existentes—, el agravamiento de la crisis de la principal fuente energética: el petróleo; algunas pruebas científicas de la destrucción de la capa de ozono por los clorofluorocarbonos (conocidos por CFC's), y del aumento considerable de las emisiones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera.

La preferencia del hombre por el medio urbano viene del hecho de que las ciudades son el ejemplo más refinado de la actitud de superioridad de los hombres ante el resto del ecosistema, que McHarg designa como el vértice de la pirámide de ilusiones de la superioridad del hombre ante su soporte ambiental.

3. O'riordan, T. (1983) apunta dos de las actitudes posibles ante los problemas ambientales: una dominada por la reverencia, humildad y subyugación al ecosistema, y la otra, que cree en la capacidad del hombre para resolver los impactos ambientales existentes y reducir los futuros. Mientras que la primera promueve ideas como moralidad, límite y permanencia, la segunda favorece la racionalidad, objetividad y dinamismo.

4. Según Smith (1971 apud O'riordan, T., 1983:49) "...The desire for food is limited in every man by the narrow capacity of his stomach, but the desire for the conveniences and ornaments of building, dress, equipage, and household furniture, seems to have no limit or certain boundary...". y según Mishan (1973 apud O'riordan, T., 1983:89) "...The rich corrupt themselves by practising greed, and corrupt the rest of the society by provoking envy...".

Para sobrevivir y vencer en espacios exigüos, el hombre urbano perdió completamente la noción de sus múltiples relaciones de dependencia con el espacio envolvente. El modo como usamos el agua no nos remite al río, o a la fuente o a la naciente de donde viene. La canalización de las aguas servidas —por la red de saneamiento— es tan eficiente que no apreciamos las profundas diferencias en la composición química entre el agua que salió del grifo y la que se va por el desagüe. Y, ¿adónde va a desaguar la intrincada red de alcantarillado? La cadena trófica del ciudadano urbano, como afirman algunos autores, se resume al corto trayecto entre el supermercado y el recipiente de basura. Cuanto más crecen las ciudades, el ciudadano urbano queda más privado del contacto con el medio ambiente, y menosprecia o simplemente ignora los otros elementos del ecosistema. Éste se hace cada vez más hostil y los hombres buscan refugio durante más tiempo dentro de ambientes artificiales. El edificio, que es abrigo protector durante algunas horas de la noche o en una época del año, pasa a ser el único lugar posible durante las 24 horas del día.

Tal vez, al analizar el concepto de bienestar y calidad de vida se entienda este aparente caminar consciente hacia el suicidio colectivo de la especie. Según Boyden (1981), la calidad de vida y bienestar varían de grupo en grupo y de época en época. Para el ciudadano común que vivió a fines del siglo XX, “bienestar” significaba tener capacidad de sobrevivir y de reproducirse, ser capaz de ejercer trabajo físico diversificado sin quedar exhausto, conseguir subir y después mantener su lugar en la sociedad y, claro, sentirse bien emocionalmente. El cumplimiento de todos o de la mayoría de los requisitos constituye la aspiración de la mayoría de la humanidad.

En las innumerables actividades asociadas al fenómeno de urbanización, la humanidad es la actora privilegiada, es responsable de cambios sustanciales en las primeras centenas de metros de la atmósfera, debido a las alteraciones fisiológicas en la fauna y la flora, las alteraciones en la topografía, en las formas de acumulación (escombros y rellenos sanitarios), de remoción (extracción de arenas, cascajo y roca) y por modificaciones en el sistema de circulación del agua.

En la atmósfera, la urbanización tuvo impactos negativos significativos, alterando los fenómenos meteorológicos resultantes de los intercambios físico-químicos en la interface tierra-atmósfera. Si recordamos que del 100% de la humedad, el 75% de las fuentes de calor, así como la disipación del 40% de la energía cinética, se deben a la superficie de la tierra, es evidente la magnitud de las alteraciones climáticas generadas por cualquier núcleo urbano.

Las alteraciones fisiológicas en la fauna y en la flora, inducidas por una selección de las especies en función del hábitat urbano, están desequilibrando el medio ambiente envolvente. La inmunización, natural o artificial, contra ciertas enfermedades (tuberculosis, peste, etcétera) favoreció los enormes incrementos demográficos. La inmensa cantidad de desperdicios acumulados en las ciudades generó profundos desequilibrios en la cadena trófica, al crear condiciones especiales para la proliferación de especies como ratones, gusanos y otros animales que de ellos se alimentan. Las especies vegetales desarrollaron sistemas de adaptación a las elevadas cantidades de plomo, dióxido de azufre, monóxido y dióxido de carbono, así como a la disminución del número de horas de sol y aumento de luz (iluminación artificial) durante la noche. Por lo tanto, es legítimo hablar de una fauna y flora urbanas con relaciones tróficas y fitogeográficas originales.

En el medio urbano, los sistemas de circulación del agua han sido alterados por el cambio en los flujos de los caudales y por los condicionantes a la infiltración, así como por la creación de un sistema enteramente artificial para abastecer agua y eliminan aguas negras. En los núcleos urbanos existe una reorientación del agua en el suelo, de tal forma que las fallas en este dominio representan paralizaciones en muchas de las funciones urbanas.

La ciudad es y padece todo lo anterior, y habrá que seguir reflexionando sobre ésta porque va a ser el medio para vivir escogido por la casi totalidad de la población mundial a fines de siglo XXI, por ello es un buen ejemplo para procurar entender las formas diversas de dominio del hombre sobre la atmósfera, la biósfera, la hidrósfera y la litósfera.

### Ciudades: escenarios de oportunidades y contrastes

La incapacidad de los espacios urbanos para responder cabalmente a los diseños que les dieron origen, es un enigma que continúa intrigando a la mayoría de los políticos, ciudadanos e investigadores. Imaginados como espacios optimizadores de oportunidades para todos, evolucionaron, en la mayoría de los casos, hacia una organización espacial pulverizada de fracasos sociales, económicos y ambientales. Una de las ideas más inteligentes, elaboradas y recientes de alojamiento de personas y actividades: la ciudad, se transformó en un lugar inhóspito para parte significativa de sus residentes, y está muy lejos de alcanzar su meta original. Las explicaciones van desde las teorías más simplistas y deterministas que eligen la pereza inducida por las condiciones excepcionales de alojamiento del medio para explicar el surgimiento de la indolencia, promotora de pobreza y hambre; hasta las que apuntan al mal gobierno, al incentivo de la competitividad y el consumo desenfrenado como responsables del surgimiento de un número excesivo de estados de calidad de vida desiguales. Y siendo la ciudad un espacio que privilegia el intercambio y la producción inmaterial, aunque sea temporalmente, desprotege naturalmente a todos los que se quedan ubicados fuera del circuito de intercambios. Sus habitantes, al perder capacidad económica para participar en los mecanismos de intercambio y adquirir los bienes esenciales, tampoco satisfacen sus necesidades básicas de alimentación, salud y educación. La ciudad se nos presenta como una réplica, a escala urbana, del mapa de distribución de los recursos naturales socialmente valorizados por la dieta humana, por la economía y por los indicadores de desarrollo.

Recuérdese que cuando comparamos las áreas del planeta donde la producción agrícola ha tenido mayores tasas de crecimiento y aquellas donde el peso de la población rural, comparado con el de la población total, es mayor, verificamos que coinciden con las que menos comercializan alimentos y con aquellas en las que el PIB agrícola *per cápita* es más bajo, con las que consumen menos calorías en su alimentación y con aquellas donde el peso de los alimentos sobre el total de las importaciones es más elevado (CIA Factbook, 2007). Es más,

algunas de estas áreas del planeta han visto retroceder su PIB. Es relevante, para la comprensión de esta extraña disfuncionalidad, observar la diferenciación en el tipo de productos agrícolas que cada país produce, sobre todo si recordamos el valor que les damos dentro de nuestro patrón actual de alimentación internacional. La comercialización de alimentos parece demostrar que, aunque los recursos naturales valiosos para la alimentación humana pueden estar geográficamente dentro de los límites administrativos de los países económicamente más frágiles, en la realidad no les pertenecen.

Esto sucede, por un lado, porque la posesión de esos recursos está en un gran número de casos lejos del local donde son producidos y, por otro, porque la transformación del recurso en alimento implica, muchas veces, un agregado de *know-how* que parte frecuentemente de los países desarrollados; esta última razón también es una de las explicaciones posibles para comprender la paradoja evidente en la distribución relativa del hambre, aún en el seno de los países en vías de desarrollo (30% en las áreas urbanas; y 70% en las áreas rurales), y ayuda a percibir el elevadísimo peso, en el presupuesto familiar, que la alimentación tiene en los países económicamente más pobres, en comparación con el que tienen en los países más ricos. Existen, con relación a esto, valores estimados de la Children Fund (2009), que comparan el peso de los gastos en alimentación dentro del presupuesto de las familias del Reino Unido (9%), Etiopía (59%) y Kenia (67%), que evidencian precisamente, en este nuevo milenio” que “...el grado de desarrollo de la sociedad no depende solamente de la existencia de recursos naturales, sino sobre todo de las características del grupo, de la facilidad de relacionamiento de este con el exterior, del conocimiento y de la valoración que hacen de su espacio. El éxito de algunos modelos de organización del espacio que catapultaron a algunos países hacia otros niveles más elevados de desarrollo, resultaron de la inteligencia de aquellos quienes deciden las políticas para articular los factores de índole natural con los de naturaleza humana disponibles en su territorio y en el exterior...” (Monteiro, 2001).

Después de iniciados el ciclo de pobreza, la mala nutrición y la enfermedad, se hace un complejo y enmarañado laberinto que dificulta sustancialmente las

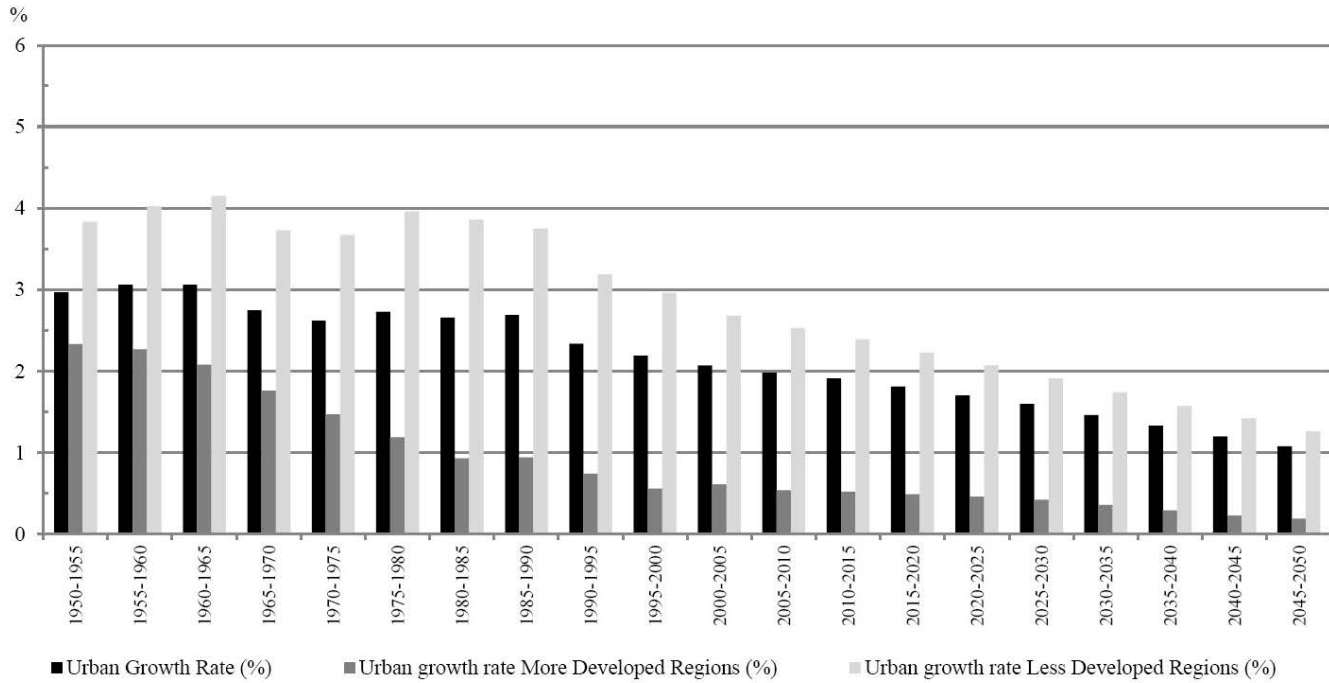


Figura 1. Tasa de crecimiento urbano 1950-2050 (UNPD, 2007).

medidas para la promoción del desarrollo, del bienestar y de la calidad de vida. Es curioso, que una de las soluciones preferidas por las personas para huir de este ciclo vicioso de pobreza, mala nutrición y enfermedad, sea la opción por los hábitats urbanos (Figura 1 y 2).

Sin embargo, esta alteración en la redistribución de la población en el mundo impuso un tipo de ocupación de suelo y consumo de recursos naturales sustancialmente diferente del presentado en la primera mitad del siglo XX. Actualmente, más de 50% de la población ocupa apenas 2.8% del área útil del planeta.

El hecho de que los seres humanos hayan pasado a ocupar menos espacio *per cápita*, pero con un estilo de vida y patrón de bienestar mucho más exigente en el consumo de recursos, significó un aumento sustantivo de su huella ecológica. El balance entre la capacidad ecológica del territorio y la huella ecológica generada por este nuevo modelo de ocupación pasó a ser, en la mayoría de los países, muy deficitario. En 2010, el promedio del déficit ecológico mundial ya era de  $-0,9\text{ha}/\text{per cápita}$ , en Portugal de  $-2,3\text{ha}/\text{per cápita}$  y en México de  $-1,5\text{ha}/\text{per cápita}$ . La innovación científica y tecnológica propició nuevos descubrimientos en dominios tan diversos como la farmacología, la microbiología, la biotecnología, la mecánica, etcétera, que asociados a mejores condiciones de acceso a los servicios de salud, saneamiento, tratamiento de residuos, abastecimiento público de agua, vivienda, educación y cultura, transformó la ciudad en un espacio muy apetecido por cada vez más personas.

La invitación de la ciudad fue y es, por lo tanto, un llamado lógico para quien desea una mejor calidad de vida. Pero la realidad demuestra que es un objetivo que no está al alcance de todos. Optar por el modo de vida urbano significa una mudanza para otro tipo de organización de la sociedad, donde las relaciones de trabajo, los papeles de cada uno, el concepto de familia, la libertad individual, las oportunidades y el acceso a servicios son mucho más diversos que los existentes en los contextos no urbanos. Se trata de una decisión en busca de una mejor calidad de vida, bienestar y salud, pero con una inmensa gama de nuevos riesgos asociados.

Además de un proceso de metamorfosis profunda desde un punto de vista social, la urbanización significa también un proceso de gran transformación territorial, ya que presupone el alojamiento, en un soporte espacial muy restringido, de un conjunto numeroso y diversificado de personas y actividades. Esto, por sí mismo, obliga a una intensa artificialización del espacio y crea un enorme desequilibrio a escala local, entre el número de personas, actividades y los recursos naturales disponibles. La desproporción generada es compensada por la importación de materias primas, recursos naturales, alimentos del exterior, y por la exportación de desperdicios hacia lugares cada vez más lejanos.

Como sucede en cualquier sistema abierto, en la ciudad los riesgos de desorganización temporal de los flujos de entrada y salida, sea de materias, o de energía, es una realidad. Algunas veces hasta es imposible reorientar,

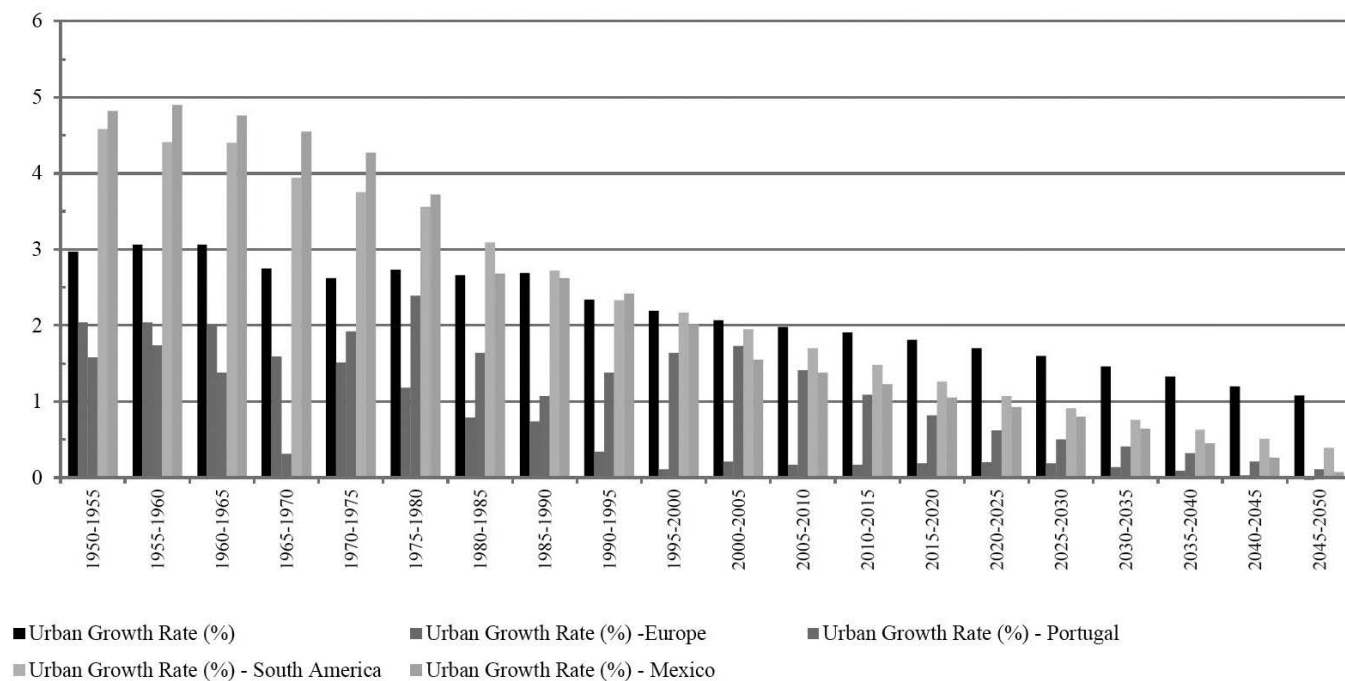


Figura 2. Tasa de crecimiento urbano, 1950-2050, en Europa, Portugal, América Latina y México (UNPD, 2007).

con la satisfacción de todos, las piezas del rompecabezas urbano. Conviene recordar que se trata de un rompecabezas muy complejo donde conviven, en circunstancias de gran proximidad territorial, personas con características sociales, culturales y económicas muy diversas.

En la ciudad, cada individuo tiene oportunidad de observar con gran facilidad otros patrones de calidad de vida y de bienestar, y si considera que funcionan mejor que los suyos, los reivindica para sí. Así, el cortejo de personas en búsqueda de lo que considera calidad de vida en las ciudades es, muchas veces, enorme e insaciable. Por eso, es necesario planear y administrar los atributos de cada pieza del espacio urbano, teniendo en cuenta las personas y las características del soporte biogeofísico donde se alojan. Aún más, la velocidad alucinante con que cambian los modelos de bienestar exige que el hacedor de la ciudad sea suficientemente creativo para anticipar los deseos de los ciudadanos, cuando el ideal de vida de éstos se vea concretizado, en diez, veinte, o treinta años.

Un gran número de las manifestaciones que hacen insostenibles los actuales espacios urbanos es resultado de la incapacidad de proyectar los impactos que en las últimas cuatro décadas la energía barata y el progreso científico y tecnológico han creado. Estas dos condiciones facilitaron la réplica de opciones de planificación urbana idénticas en contextos geográficos diversos. El modelo vigente buscó, sobre todo, garantizar pavimentos urbanos absolutamente secos, sistemas de drenaje

de aguas pluviales eficaces, de aguas servidas y la recolección de residuos. La flora, la fauna, los recursos hídricos, la geomorfología e incluso el mismo clima fueron digeridos en este modelo apenas como escenarios. En algunos casos, estos elementos del ecosistema fueron interpretados como útiles para la promoción de actividades de ocio y recreo, mientras que en otros fueron absolutamente repudiados y, por eso mismo, ignorados en los espacios dentro de la ciudad. La imagen de las ciudades actuales es más dependiente de su capacidad económica para inyectar tecnología y energía, y muy poco dependiente del sitio y del lugar geográfico. En el espacio, se dan proyecciones totalmente artificiales de las necesidades de intercambio de excedentes y de modos refinados de control de su hábitat.

El aumento de las capacidades en el manejo de técnicas para controlar varios componentes del ecosistema desencadenó y promovió actitudes de irreverencia progresiva del ser humano con relación al ambiente. El aire, el agua, el suelo, la fauna o la flora, presentes en los lugares donde se pretende concretizar un proyecto, pasaron a ser vistos como entidades separadas en sí, entre sí y de los seres humanos. Con esto se perdió completamente la idea de cohesión, en favor de un concepto pretencioso de inmunidad de los seres humanos frente a las consecuencias de sus acciones. Idea sustentada por diversos autores, entre los que recordamos a S. McBurney y M. Hough (1990:155) que afirman: "...When mechanized and computerized energy has effectively separated most



people from putting their own effort into the procurement of essential resources [...] The resultant consumers are so distanced from what goes into the manufacture of consumer items that there is little reverence for them. In turn, this provides the appropriate psychological seedbed in which to nurture the concept of the “throw-away” society...” (McBurney, 1990:155) y “...A house is an imposition on the land when the resources necessary to sustain it are funnelled through a one-way system: water supply - bathroom tap- drain- public sewer. or, food- kitchen- dump. The byproducts of use serve no useful function...” (Hough, 1989:24).

Cuando se apela en exclusivo a nuestra sensibilidad intuitiva/primaria, entendemos fácilmente que la visión exageradamente antropocéntrica del ecosistema nos condujo a conceptos de auto-suficiencia, de demasiado optimismo y confianza en la capacidad de controlar los procesos físicos y biológicos, perdiéndose la noción de límite y equilibrio subyacente a cualquier sistema abierto, como es el ecosistema urbano. Por eso las actitudes ante cualquier situación de riesgo, como aquella que vivimos actualmente con manifestaciones de impulsividad del sistema climático, son múltiples y variadas, pero siempre inesperadas para todos los seres humanos, tanto para los utilizadores como para los gestores.

### **Un siglo de la ciudad de Oporto: el ciclo de los seres humanos y de la naturaleza**

La ciudad de Porto, el corazón de un área metropolitana portuguesa con cerca de 2 millones de habitantes (*Figura 3*) es, bajo este aspecto, un excelente estudio de caso sobre el reajuste entre la escala temporal de las aspiraciones de los seres humanos y las necesidades de los otros elementos del ecosistema. Basta para eso, por ejemplo, leer el ecosistema urbano portuense en el último siglo (1890-2011).

La ciudad de Porto, de finales del siglo XIX, a pesar de que ya reflejaba la expansión urbana propiciada por la creciente industrialización, todavía era una ciudad perfectamente contenida en un centro gravitacional principal, alrededor del cual se extendía un anillo rural consistente (*Figura 4*).

Aún se tenía la reproducción de una relación secular entre la ciudad y la naturaleza, basada en una íntima relación espacial y funcional entre un área urbana, sucesivamente densificada, y una envolvente rural que aseguraba el aprovisionamiento diario a la ciudad. Esta relación fue progresivamente desmantelada a medida que Porto se afirma como polo urbano. De hecho, distinguiéndose de otras formas de organización territorial, históricamente las ciudades se han autonomizado con relación al paisaje rural envolvente creando relaciones de dependencia, inclusive de las necesidades más inmediatas, con un mercado extendido a escala mundial.

Por lo tanto, podemos considerar que esta relación de fuerte complementariedad, entre la ciudad y la naturaleza rural, corresponde a una escala espacial y temporal contenida por la necesidad de contacto próximo y rápido a esa envolvente que alimentaba a la ciudad. Además de este extenso y consistente anillo rural envolvente, habrá que considerar la fuerte expresión de las áreas verdes asociadas a la edificación, sea en los huertos, sea en el interior de las manzanas. Una ciudad donde los elementos asociados a la urbanidad convivían con una fuerte presencia de la naturaleza vegetal.

También hay que destacar el significativo número de jardines públicos que servían a la contenida mancha urbanizada de Porto en el albor del siglo XX. El surgimiento de los jardines públicos se encuadra en el contexto de las amplias transformaciones derivadas de la industrialización, cuando argumentos de cariz social e higienista aparecen como apología del jardín público, visto como elemento mitigador de los problemas ambientales y sociales que se venían instalando en las ciudades; así como mitigador de las condiciones de insalubridad en que vivía la creciente población urbana y, simultáneamente, como elemento moralizador de esa misma población, cada vez más conciente de sus malas condiciones de vida.

Sin embargo, desde otra perspectiva, se observa la creciente representatividad de los jardines públicos en la ciudad de Oporto como una señal del progresivo alejamiento de los habitantes urbanos con relación a las dinámicas de la naturaleza. De hecho, la proliferación de jardines públicos acompaña un ciclo de creciente autonomía de las ciudades y de sus habitantes, reconociendo simbólicamente en la naturaleza su función

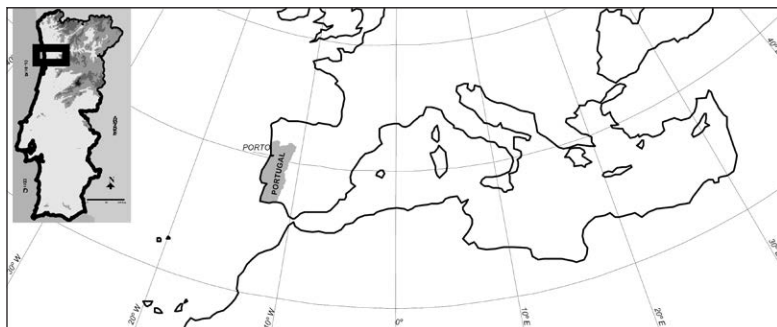


Figura 3. Ubicación geográfica de Porto.

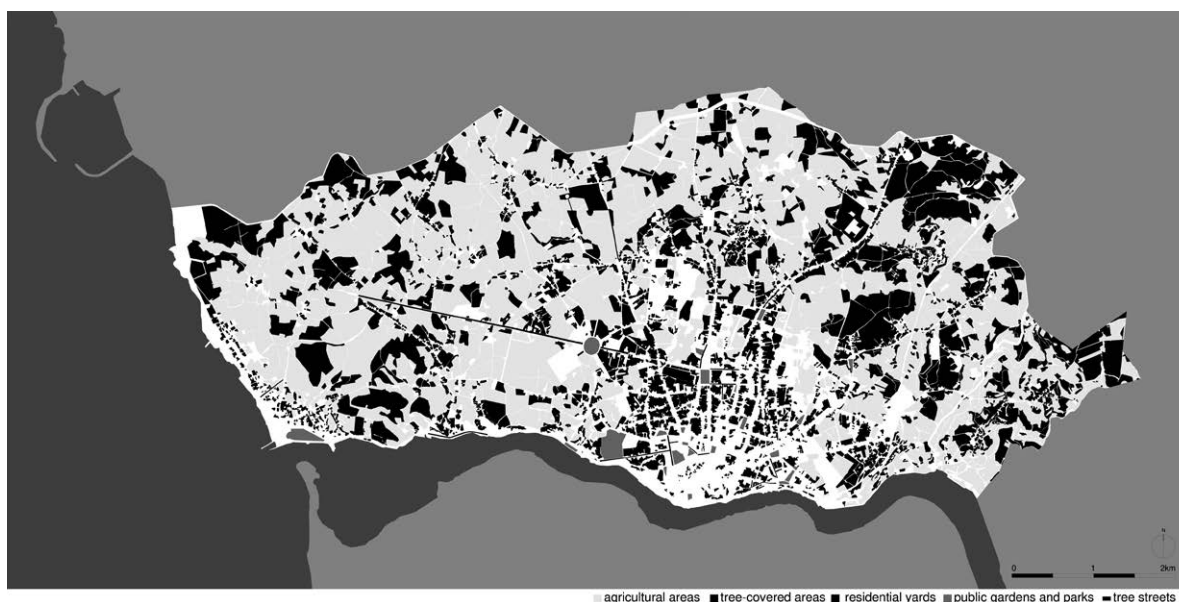


Figura 4. Estructura verde de Porto en 1892 (Madureira, 2001).

productiva. Los jardines públicos emergen como una “segunda naturaleza urbana”, una naturaleza proyectada y recreada para obedecer los patrones estéticos y de confort de la humanidad y que se aleja formal y funcionalmente del campo, del bosque, de la vegetación de los elementos caracterizadores del paisaje rural. La configuración espacial de la estructura verde de Porto, en los albores del siglo XXI (Figura 5) refleja las transformaciones que se fueron operando en diversas áreas de la ciudad. Las áreas verdes disminuyeron drásticamente, representando menos de 30% (1.164 ha) de la superficie del municipio, en contraste con el 75% de finales del siglo XIX.

Esta drástica disminución se justifica con facilidad como reflejo de un proceso inestable y deseable de desarrollo urbano. La mancha urbana se expandió y pasó los límites administrativos, y hoy el municipio de Porto es el corazón de un área metropolitana con cerca de 2 millones de habitantes. Más que la disminución del área verde derivada de este proceso de expansión, juzgamos importante reflexionar sobre dos procesos con amplias repercusiones en el ecosistema urbano: las

transformaciones funcionales y las transformaciones espaciales de la estructura verde.

Las transformaciones funcionales son claramente observadas por un proceso de “homogenización funcional” de la estructura verde. Los beneficios múltiples asociados a la presencia de áreas verdes en las ciudades son ampliamente reconocidos (European Environment Agency, 2010; United Nations, 2010). Entre los beneficios sociales están la promoción de los niveles generales de salud (Takano, *et al.*, 2002; Pikora, *et al.*, 2003; Owen, *et al.*, 2004) y la promoción del bienestar social (Chiesura, 2004; Tzoulas, *et al.*, 2007). Entre los beneficios ambientales están la capacidad de regularización climática (Gill, *et al.*, 2007; Rizwan, *et al.*, 2008), de purificación de la atmósfera (McPherson, *et al.*, 1997; Nowak, *et al.*, 2006) y de disminución de los gastos energéticos (Akbari, *et al.*, 2005; Brack, 2002; Papadakis, *et al.*, 2001).

La optimización de estos beneficios múltiples depende, naturalmente, del mantenimiento de la diversidad funcional de las áreas verdes, proceso que no fue del todo contemplado por el municipio. La compacta estructura

rural, que dominaba gran parte del municipio un siglo atrás, se desagregó en una serie de pequeñas áreas verdes de características “más urbanas”: los jardines, parques públicos y las pequeñas áreas verdes asociadas a la edificación fueron acentuándose y extendiéndose espacialmente declarando un proceso de autonomía de la ciudad con respecto a la naturaleza productiva.

En resumen, la primacía dada a la componente recreativa se reflejó en el empobrecimiento de la multifuncionalidad y de los múltiples beneficios de la estructura verde, ilustrando un desajuste temporal entre las aspiraciones de los seres humanos y las necesidades de los otros elementos del ecosistema. Las transformaciones espaciales en la estructura verde de Porto, a lo largo del siglo XX, están marcadas por un proceso de intensa fragmentación. Si comparamos la estructura espacial, definida por el conjunto de las áreas verdes en los dos momentos temporales de este análisis, se evidencia con claridad un proceso de intensa fragmentación de la estructura verde (Madrera, *et al.*, 2011). Lo anterior constituye un indicador indudable de la negligencia en la que cae la estructura verde como elemento del ecosistema urbano.

De hecho, ahora se reconoce que una de las principales causas de pérdida de biodiversidad en áreas de fuerte dinámica de alteración de suelos es, además de la reducción del número y área de los hábitats naturales, la fragmentación causada por la construcción de estructuras. En este contexto, la importancia de la conectividad para el mantenimiento y promoción de la biodiversidad ha sido una constante en la literatura que versa sobre la ecología del paisaje (Ahern, 2003; Bennett, 1999; Forman, 1995; Hess, Fischer, 2001; Opdam, 2006).

Sin pretender recuperar la imagen paralizada de la ciudad en el pasado, en el ámbito de este ejercicio de lectura de un ciclo de alteraciones, en relación con el ciudadano urbano y la estructura verde de la ciudad, la escala espacial y temporal fue drásticamente alterada. La ciudad de límites bien definidos, caracterizada por la compacidad y diversidad internas lentamente fue transformándose en una ciudad extendida, alimentada por la banalización del uso del automóvil y por un mercado fulgurante de viviendas. En esta realidad, el municipio de Porto no se individualiza como núcleo urbano

autónomo, ya que persiste como el corazón de una vasta región metropolitana, un territorio complejo y fragmentado cada vez más extenso. Podemos ver en los procesos pasados de transformación de la ciudad de Porto una oportunidad para reflexionar sobre lo adecuado de las escalas de intervención. Los intensos procesos de homogenización funcional y de fragmentación de la estructura verde que han tenido lugar sobre el anillo rural que envolvía el antiguo núcleo urbano de Porto ocurren ahora en una escala más vasta, a nivel de procesos metropolitanos. Por lo tanto, el desafío actual está en la congruencia con la escala de la ciudad ampliada, integrando la estructura verde como instrumento de planificación en una estrategia supramunicipal de largo plazo, anticipándose a las tendencias de desarrollo urbano.

Este ciclo de alteraciones en la relación humanidad y naturaleza urbana nos invita a reflexionar sobre las oportunidades de integración de la estructura verde en la ciudad frente a las dinámicas de recomposición espacial y funcional de los territorios urbanos contemporáneos. Emerge una nueva escala de análisis e intervención inherente a la propia extensión del proceso de urbanización, ya que en esta ciudad ampliada la presencia de la naturaleza vegetal se reduce a la presencia de los jardines y parques formalmente proyectados. En una ciudad en la que la urbanización se extiende en forma de mancha de aceite “contra” el campo, y donde surgen complejas interacciones entre lo urbano y lo rural, las áreas agrícolas y forestales, aunque fuertemente fragmentadas, irrumpen en el espacio urbanizado y alimentan el carácter multifuncional de la estructura verde urbana.

Por otro lado, las fuertes dinámicas de recomposición espacial y funcional de la región metropolitana de Porto han sido marcadas por una fuerte tendencia de descentralización poblacional, sobre todo por segmentos jóvenes, en favor de los municipios periféricos. El municipio de Porto, corazón de la región metropolitana ha sufrido, desde hace décadas, un proceso de pérdida de población, envejecimiento y degradación del espacio residencial. Y para contrarrestar este proceso se han entretejido diversas medidas de revitalización basadas en políticas de renovación, rehabilitación y recalificación del núcleo histórico. En este proceso, emerge una oportunidad para ver a la naturaleza como elemento de

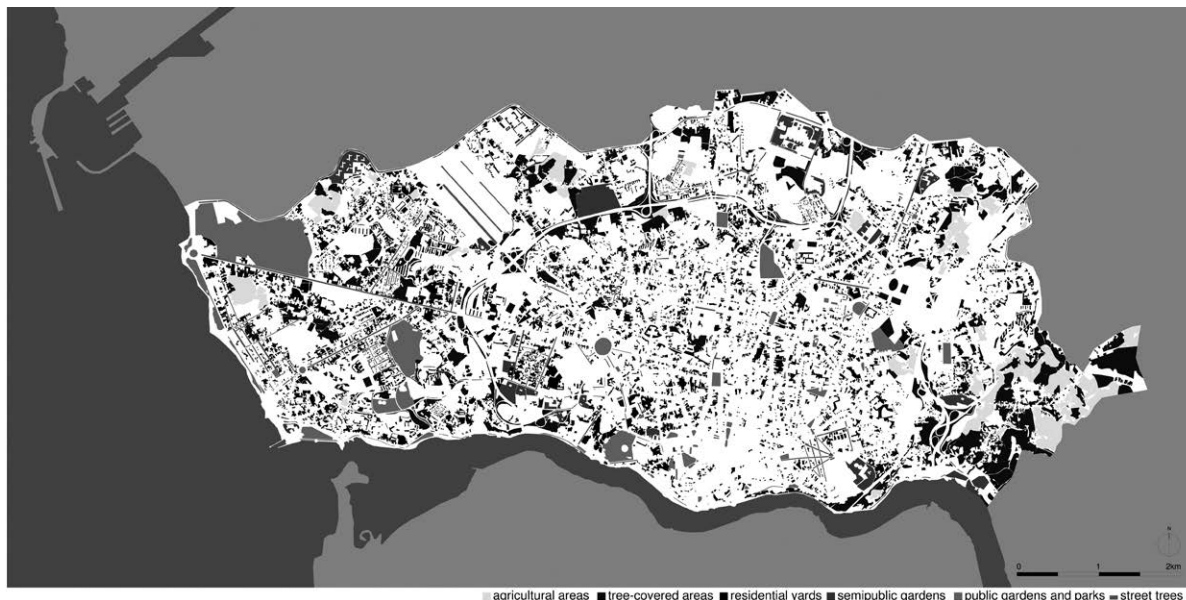


Figura 5. Estructura verde de Porto en 2001 (Madureira, 2001).

revitalización urbana, en contrapunto con el abandono de la estructura edificada, que clama por medidas de planificación capaces de potenciar su conectividad, su multifuncionalidad y, en suma, el reconocimiento de los beneficios múltiples que le son atribuidos.

También, parece urgente conciliar la libertad y el gusto individual del ciudadano urbano moderno con la gama de necesidades y ritmos existentes en el ecosistema urbano. Las preocupaciones sobre el ambiente o la calidad de vida y bienestar de la generación actual no pueden ser resueltas simplemente con la lectura del funcionamiento del ecosistema urbano en un momento dado. Aunque el modo de vida urbano no facilite el ejercicio de reflexión, a través de la historia y la observación cuidadosa del funcionamiento de todos los participantes, actuar sin la noción de la pluralidad —el soporte litológico, la atmósfera, el ciclo hidrológico, la flora, la fauna, lo edificado y las infraestructuras, las personas, etc.— continuará siendo una evaluación ineficaz de los riesgos asociados a cada una de las decisiones sobre el territorio.

Los seres humanos en el medio urbano tienen, por su modo de vida, impedimentos y múltiples opacidades para observar los otros componentes del ecosistema. La ciudad, que es sin lugar a dudas, un laboratorio de desafíos continuamente vencidos con innovación y

conocimiento, pasó a ser poco a poco un espacio artificializado y, por eso mismo, cada vez más extraño al medio y al ecosistema. La incapacidad de observar y de comprender las diversas capas sobrepuestas que están en acción continua en el espacio urbano, puede ser tal vez la mayor causa de la vulnerabilidad creciente de las ciudades y uno de los factores principales de inseguridad.

La respuesta a esta fragilidad obliga a un cambio profundo del paradigma de calidad de vida y bienestar en el espacio urbano. Para eso es necesario garantizar un monitoreo permanente y atento del estado de todos los componentes ambientales —vivos e inanimados— presentes en cada espacio en concreto. Sólo así será posible evitar sorpresas y, en consecuencia, riesgos, pérdidas y daños que también afectan a la sociedad.

#### **El sistema climático, motivación para el cambio de actitudes en los espacios urbanos**

Motivar a los ciudadanos para que anticipen los riesgos inherentes a los actuales paradigmas de bienestar y calidad de vida en el medio urbano, comprendiendo la complejidad del contexto en el que actúan y deciden, supone un conocimiento profundo del proceso de evaluación que lleva a reconocer lo que es un episodio

**Cuadro 1.** Características de los acontecimientos climáticos y el modo cómo influyen en la percepción (adaptado de A. Whyte, 1986).

Acontecimientos climáticos	
Importantes	Poco importante
Gran Probabilidad	Poca probabilidad
Intervalo de retorno inferior a 1 generación	Fenómeno nunca vivido antes
Expectativa de ocurrencia en breve	Expectativa a largo plazo
Acontecimiento extremo	Poco diferente de lo normal
Imaginable	No definido
Consecuencias graves	Consecuencias leves
Impactos directos en el bienestar de las personas	Efectos indirectos
Pérdida de vidas humanas	Sin pérdida de vidas humanas
Víctimas identificables	Víctimas estadísticas
Previsión de ocurrencia razonablemente segura	Previsión muy indefinida
Mecanismos comprendidos	Mecanismos desconocidos
Impactos dramáticos	Impactos no percibidos

extraño y a concluir que éste puede resultar en un conjunto de consecuencias indeseables.

Por ejemplo, la forma como los riesgos asociados a la variabilidad climática son comprendidos por la población, que no está directamente involucrada en este ramo de la investigación, es muy compleja. La reacción de las personas depende más de la magnitud de los efectos inmediatos o de la semejanza con experiencias vividas y memorizadas anteriormente, que de la naturaleza y relevancia de los procesos involucrados<sup>5</sup> (*Figura 5 y Cuadro 1*).

Las variaciones que se diluyen en periodos de tiempo muy largos no son perceptibles,<sup>6</sup> tampoco lo son los fenómenos indefinidos en el tiempo, o cuyos efectos solamente son sentidos de forma indirecta, o los que no son directamente responsables por daños graves y, sobre todo, aquellos que no hayan ocurrido anteriormente.

La percepción del riesgo, asociado al comportamiento de los elementos climáticos, depende extraordinariamente de la información disponible, de la capacidad de imaginar el escenario y, especialmente, del tipo de recuerdos que dejan en la memoria. Es fundamental que sea clara la relación causa-efecto, así como muy comprensible el desarrollo de todo el proceso. En climatología, la controversia latente en lo que se refiere a la variabilidad climática a escala global, regional y local, permite que se continúe creyendo más en el control sobrenatural y en el azar, creando sensaciones de impotencia, y justificando la apatía y el desinterés colectivo frente a estas cuestiones.

La descripción de una ciudad a partir de su topoclima urbano —una parte integrante de un biótomo donde

una comunidad de seres vivos se relaciona— puede ser una oportunidad para releer críticamente el proceso de urbanización en sus más diversas facetas y un medio de diagnóstico, en tiempo útil, de algunos de los procesos de entropía que urge frenar.

En fin, se trata de seleccionar, de la compleja y aparentemente caótica totalidad de interrelaciones, apenas una ínfima parte que permita demostrar que es preferible asumir y comprender nuestra fragilidad en el ecosistema, y que para eso es crucial conocer nuestras fuertes relaciones de dependencia con el soporte ambiental, y así poder minimizar estas fragilidades con eficacia. El triángulo clima-salud-contaminación atmosférica han mostrado potencialidades pedagógicas únicas para desestimular la primera alternativa de “no hacer nada”, y para incentivar otras opciones mostrando, por ejemplo, que es útil dotar a los planificadores de elementos adecuados a la escala temporal y espacial más ajustada, para que las acciones políticas, sociales y económicas incluyan, cada vez más, la noción de un desarrollo sostenible en el soporte ambiental disponible. De otro modo, el ecosistema urbano más temprano que tarde va procurando encontrar soluciones para retomar su equilibrio.

Hoy en día es sustancial comprender el clima, más que organizarlo en grandes grupos homogéneos con características muy genéricas, porque se comprendió que ligeras variaciones climáticas pueden traer reajustes económicos y sociales, cuyos escenarios son inimaginables; asimismo, podría ser de utilidad aprovechar esta vertiente de la aplicación de la climatología para facilitar

5. "...Worlds, whether those of individuals or of cultures are made up of perceived elements in nature or external reality: they are distorted by human needs and desires; they are fantasies. It is a paradox that human beings can live in fantasy yet not only survive but prosper. Fantasy is more than gratuitous daydreaming: it is also man's effort to explain, to introduce order to life situations that so often seem baffling and contradictory..." (Tuan, Y. F., 1974, apud O'riordan, 1983:200).

6. El hecho de que la población de St. Louis no se haya dado cuenta del aumento de cerca del 30% de las precipitaciones durante el verano, patente en el análisis de una serie de 30 años, ayuda a resaltar la dificultad en aprehender determinado tipo de variaciones climáticas (Farhar-Pilgrim, 1986).

la instauración de una política de desarrollo sustentado. Esto implica la adopción de un concepto de clima como un sistema abierto, activo y complejo, cuya vitalidad está en dependencia directa con la capacidad de intercambiar energía y materia con el exterior, retardando lo máximo posible la entropía total. Visto como un sistema abierto, permite una multiplicidad de estados de equilibrio, algunos de los cuales podrían poner en riesgo la presencia de vida en la superficie de la tierra.

Al pensar en el clima como el nivel de resolución general del Sistema Climático, y creyendo que este sistema global está constituido por una serie de subsistemas integrados, se adivina la coparticipación del hombre y de la naturaleza en la elaboración del resultado final (C. Monteiro, 1976). El sistema climático es, por lo tanto, una estructura global, organizada y jerarquizada horizontalmente (en la estructura) y verticalmente (en la función).

Se cree que en el sistema climático existen una serie de reglas de funcionamiento, es decir, que el clima global va evidenciando las soluciones que adopta conforme a los niveles estructurales inferiores (subsistemas climáticos regionales y locales) para filtrar, seleccionar y conducir la energía y la materia.

Desde nuestro punto de vista, es fundamental evaluar el grado de coparticipación de la sociedad en la resolución general del sistema climático. No hay duda de que la utilización de los combustibles fósiles, las actuales prácticas agrícolas y la creciente explotación del recurso agua, se traducen en incrementos sustanciales de elementos químicos en los ciclos biogeoquímicos. La modificación de la composición química de la capa gaseosa, que separa la superficie de la tierra de la principal fuente energética del ecosistema, afectará inevitablemente el clima global, al alterar de forma sistemática los resultados finales a niveles de resolución inferiores.

### **El clima urbano de Oporto, una buena razón para (re) crear el territorio**

En Porto, ciudad costera y ribereña, con un poco más de 200,000 mil habitantes, cerca de 45,000 mil edificios distribuidos en arreglos geométricos muy diversos, cons-

truidos, los más antiguos en granito y los más modernos en ladrillo, concreto y otros materiales, con cerca de 1,700 unidades industriales, con constantes congestiones de tráfico, originados por los cerca de 306,000 vehículos/día que en ella circulan, hacen vislumbrar con claridad los efectos que el modo de vida urbano puede provocar en el clima regional y local, así como las consecuencias que la modificación de algunos elementos climáticos lleva consigo para el funcionamiento del metabolismo urbano (*Figura 6, 7, 8 y 9*).

Las anomalías térmicas positivas, calculadas a partir de mediciones itinerantes realizadas entre 1987 y 2011 en la ciudad de Porto (*Figura 10*), ocurrieron en las áreas de mayor vitalidad de la ciudad, donde el tránsito es más intenso y donde la radiación solar (factores SVF) es menor. La morfología del área, la volumetría del espacio construido, el color y los materiales de construcción de los edificios, el tipo de pavimento de las calles, la densidad poblacional, el tipo de tejido industrial, la fluidez de circulación del tráfico y la cantidad y tipo de emisiones hacia la atmósfera, interfieren en el resultado final de esta ecuación.

La ecuación del balance energético portuense  $Q_s + Q_f + Q_i = Q_l + Q_g + Q_e$  definida por Douglas (1983), varía de acuerdo con las características de cada área de la ciudad (*Figura 11*).

Mientras que el  $Q_f$  es siempre superior en la ciudad, con relación a su periferia, el  $Q_s$  y el  $Q_l$  son normalmente más bajos. El  $Q_s$  es menor en las áreas urbanizadas porque la cantidad de partículas presentes en la tropósfera baja urbana es mucho mayor y, por lo tanto, la radiación solar es absorbida y/o refractada, llegando a la superficie en menor cantidad. Las pérdidas de calor por evaporación ( $Q_l$ ) también son inferiores en el medio urbano, por la sencilla razón de que en éste no hay tanta agua disponible para evaporar. El buen funcionamiento del metabolismo urbano no se compadece con la presencia de agua precipitada por mucho tiempo en la superficie, bajo pena de provocar congestiones en la circulación de bienes, servicios e informaciones, nada deseables.

De la importancia relativa que el total de energía liberada —tanto por los seres humanos y otros animales, como por las actividades económicas ( $Q_f$ )— tiene,



Figura 6. Densidad de Población de Porto (INE, 2001).



Figura 7. Edificios construidos antes de 1919 (INE, 2001).

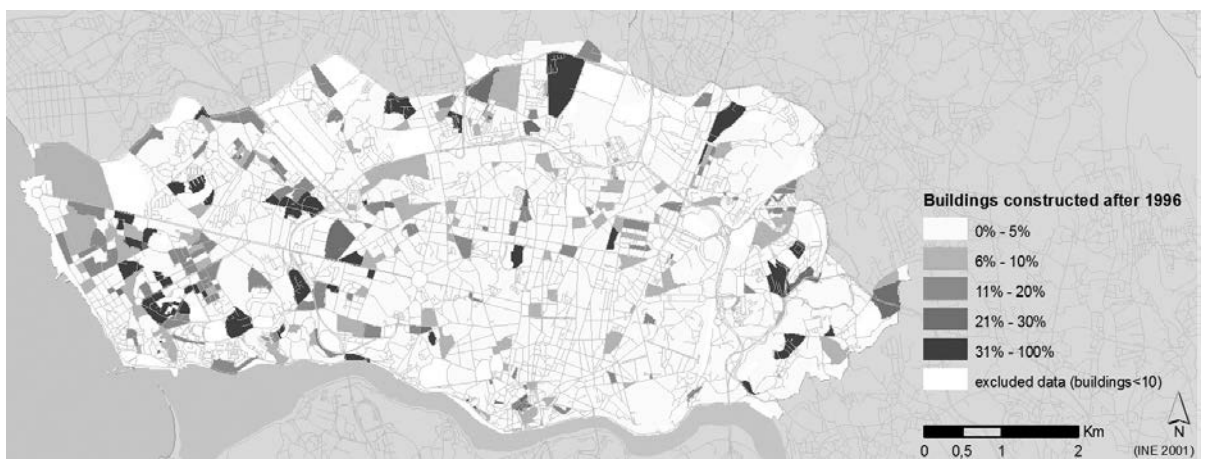


Figura 8. Edificios construidos después de 1996 (INE, 2001).

frente al total de energía proveniente de la radiación solar ( $Q_s$ ) y del interior de la tierra ( $Q_i$ ), dependerá el orden de grandeza del excedente energético disponible para ser transportado, por conducción y/o pérdida por irradiación. Como no se dispone de las pérdidas por evaporación ( $Q_l$ ), y la capacidad de almacenamiento en el seno del espacio construido es grande, sea por la densidad de ocupación, o por el tipo de materiales, o por la geometría, parece obvio que el balance final entre las pérdidas y las ganancias, en los medios urbanos, no es nulo. Al favorecer una gama de lo más diversificado de entradas de energía y bloqueando algunas de las posibles vías de salida de la misma, la ciudad crea condiciones para tornarse, total o parcialmente, en aquello que comúnmente se designa como “isla de calor”.

Changnon (1973) compara la magnitud de los efectos de una ciudad sobre el clima local con los impactos provocados, por ejemplo, por un volcán o por un desierto en el área envolvente. De hecho, al modificar el balance energético, el balance hidrológico, la geomorfología y el ciclo geoquímico, el *modus vivendi* urbano ha intervenido de forma aguda en el ecosistema urbano, recreándolo totalmente. Cualquier subsistema climático depende, integralmente, de los procesos de resolución encontrados en cada uno de sus componentes: atmósfera, hidrósfera, litósfera y biósfera. El proceso de urbanización, al provocar cambios radicales en la naturaleza de la superficie y en las propiedades de la atmósfera, afecta de forma inequívoca las condiciones y el funcionamiento de cada uno de estos componentes del subsistema climático.

La compleja geometría de las superficies urbanizadas, la forma y orientación de los edificios, las propiedades térmicas de los materiales utilizados, la impermeabilización del suelo o el calor liberado por las diversas actividades antrópicas, son algunas de las contribuciones decisivas para alterar el balance energético en las ciudades.

La gran aglomeración de personas, la profusión de actividades productivas, la constante necesidad de intercambiar, de la forma más eficaz posible, bienes, servicios e informaciones, hace que en los medios urbanos resalte de forma importante un segundo flujo de circulación de energía artificial que se asocia al flujo natural, originada en la radiación solar, convirtiendo la

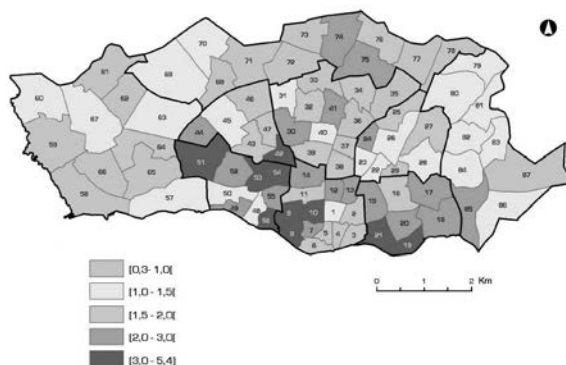


Figura 9. Relación entrada-salida de tráfico entre las 7:30-9:30 a.m. (CMP, 2007, p.17)

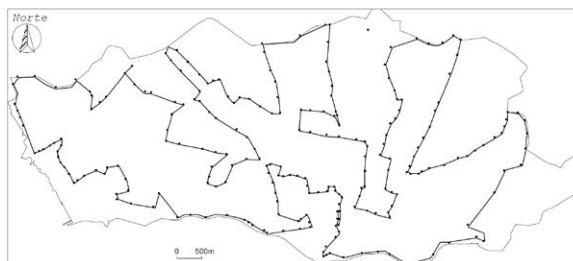


Figura 10. Rutas de medición itinerantes en Porto (1987-2011).

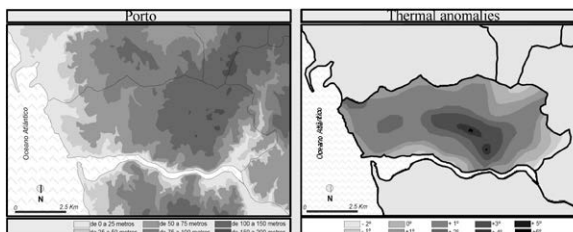


Figura 11. Forma y magnitud de las anomalías térmicas nocturnas resultantes de la monitorización realizada durante mediciones itinerantes (1987-2011).



comprensión del subsistema climático urbano en algo más complejo. La mayor concentración de contaminantes, en la tropósfera baja urbana, impide el paso de una parte considerable de la radiación de onda corta.<sup>7</sup>

Además, por el hecho de que el diseño urbano crea un mayor número de espacios de sombra, la llegada de la radiación solar directa hasta el nivel del suelo va quedando parcialmente impedida, en proporción directa a la razón de la altura del edificio/espacio entre edificios. Esta disminución del total de radiación solar directa recibida en la superficie es tanto más importante cuando mayor es la inclinación de los rayos solares. Así, en el invierno, las áreas urbanas pueden recibir menos del 30% de la radiación ultravioleta potencialmente disponible (Goudie, 1990). Si recordamos, por ejemplo, el valor de las propiedades químicas bactericidas de este tipo de radiación, se comprende el inconveniente que esta alteración representa en términos de salud pública, concretamente en lo referente a la facilidad de dispersión de enfermedades contagiosas (virus, bacterias) transmisibles por las partículas transportadas en el aire.

Estas modificaciones en la gama espectral de la radiación solar recibida, además de condicionar el crecimiento de las plantas, impidiendo la fotosíntesis, pueden afectar el normal crecimiento de los seres humanos, causado por la dificultad que se genera en la producción de vitamina D. La mayor absorción, reflexión y dispersión de la radiación solar al atravesar la atmósfera más contaminada de los medios urbanos, aumenta la radiación difusa, afectando la visibilidad y la percepción de los colores de los objetos. A pesar de recibir menor cantidad de radiación solar directa, la ciudad tiene un albedo menor que su periferia, lo que le da un balance térmico positivo, especialmente por la noche y en invierno. De estas diferencias de temperatura dentro de la ciudad, y entre ésta y su periferia, resultan circulaciones de aire muy diversas, sea en dirección, sea en velocidad (*Cuadro 2*).

Al nivel del suelo, la velocidad del viento es normalmente más débil de lo que es en la periferia a la misma altitud. Esto, sin embargo, no es siempre verdad, ya que de acuerdo con el tamaño, la altura y el espaciamiento entre los edificios, pueden crearse barreras al paso del aire y/o facilitarlos con mucha mayor velocidad en los espacios abiertos entre los obstáculos.<sup>8</sup>

En situaciones estables (anticiclónicas), cuando no hay circulación regional, en especial durante la noche, el gradiente térmico define un campo de baja presión en la ciudad, propiciando la entrada del aire de la periferia. El flujo de aire más frío llega a la ciudad, de todas direcciones, y va alimentando las pérdidas de aire más caliente que se diluye en dirección hacia arriba, creando un movimiento muy semejante al de la brisa mar-tierra (Alcoforado, 1987).

Bajo la acción de situaciones de inestabilidad, con fuerte gradiente barométrico, los espacios urbanizados pueden, sin embargo, ejercer excelentes condiciones de abrigo y protección a la circulación regional del aire, promoviendo, dentro de la ciudad, un débil movimiento del aire. Con la falta de agua disponible para evaporar, se comprende que la atmósfera sobre la ciudad sea menos húmeda que la de la periferia. El fenómeno es, sin embargo, más complejo y las diferencias de humedad entre la ciudad y su periferia no son siempre favorables a ésta en detrimento de la otra. Durante el día, el aire de la periferia tiene la probabilidad de adquirir mayores cantidades de vapor de agua, que la ciudad, ya que tiene disponibles más fuentes de aprovisionamiento, tanto por el tipo de revestimiento del suelo como por la alta diversidad y densidad de vegetación.

Durante la noche, con una rápida disminución de temperatura, el aire de la periferia queda saturado e impedido de adquirir más vapor de agua. El agua presente en las capas de aire junto al suelo se va acabando a medida que se alcanza el punto de rocío. En la ciudad, a pesar de haber menor evaporación, la temperatura durante la noche es más elevada, lo que reduce el punto de rocío y permite el mantenimiento de un aire relativamente más húmedo. A propósito, Oke (1990:295) recuerda la posibilidad de una analogía con el comportamiento térmico, al hablar también de una “isla de humedad” nocturna en el centro de la ciudad. La dificultad para definir un comportamiento patrón para la repartición espacial de la humedad entre la ciudad y la periferia, frente a la complejidad de las interrelaciones involucradas, se repite en lo que se refiere a nebulosidad y al número de días con neblina. Al contrario de lo que se puede pensar, la ciudad no tiene siempre el mayor número de días con neblina. Aunque la visibilidad en

7. Como afirman

Chandler, T. J. (1965), Landsberg, H.E. (1981), Douglas, I. (1983), Oke, T. R. (1990) o Gotoh, T. (1993), los impactos de la modificación de la composición química de la atmósfera en la radiación solar recibida en la superficie quedó demostrada.

8. Recuérdese, por ejemplo, el desconfort proporcionado por los parques en medio de bloques de edificios, o el extraordinario incremento en la velocidad del viento en las galerías abiertas, bajo esos bloques de edificios, o también los “jets”, canalizados a través de calles con la misma orientación del flujo del aire.

**Cuadro 2.** Diferencias de temperatura entre la ciudad y su periferia a lo largo del día (Monteiro, 1997, adaptado de Lowry, W., 1967:182-184).

Alba	Durante la mañana	A medio día	Durante la tarde	Por la noche
El sol incide con un ángulo débil	El sol está más alto	El sol está alto	Comienza a disminuir el ángulo de incidencia de los rayos solares	El sol deja de incidir
Mucha energía es reflejada	Disminuye la reflexión de los rayos solares	La diferencia entre la ciudad y la periferia es débil	Diferencia de temperatura entre la ciudad y la periferia aumenta	Hay una camada de aire frío al nivel de los tejados y de aire más caliente junto al suelo
La camada de atmósfera que atraviesa es mayor	El aire en la ciudad comienza a calentarse rápidamente porque hay otras fuentes de calor además del Sol. Se va aprisionando la radiación solar en el espacio construido. El calor comienza a concentrarse en el centro de la ciudad	La circulación del aire es todavía débil	Aumenta la circulación del aire	La subida del aire queda impedida
Las paredes de los edificios comienzan a absorber calor	Se inicia una corriente de aire ascendente en el centro de la ciudad. El aire del centro de la ciudad comienza a ser substituido por aire más frío que viene de la periferia	Las paredes de los edificios continúan interceptando la radiación solar y absorbiéndola	La diferencia de temperatura, al fin de la tarde entre la ciudad y la periferia es la mayor del día	La ciudad se enfría más lentamente

el centro de la ciudad sea casi siempre menor que en la periferia, la densidad de la neblina es casi siempre menor. Esto porque, a pesar de haber mayor cantidad de núcleos de condensación, la pequeña dimensión de las gotas de vapor no permite la formación de una neblina demasiado densa.

En apariencia, la presencia de la “isla de calor”, al favorecer los movimientos ascendentes del aire en el centro de la ciudad, crea las condiciones necesarias para desencadenar la ocurrencia de precipitación de tipo convectivo. Sin embargo, para que ocurra este tipo de precipitación es fundamental que las gotas de agua se formen alrededor de los núcleos de condensación y crezcan lo suficiente para precipitar. Por lo tanto, es poco probable que el efecto del fenómeno de urbanización repercuta, inmediatamente, sobre la ciudad que lo origina. Parece más verosímil que las consecuencias se hagan sentir fuera de ella, cuando la circulación del aire es descendiente.

Trabajos de investigación realizados por Changnon (1971, 1981) y Chandler (1976), para St. Louis

y La Porte,<sup>9</sup> respectivamente, demostraron que los efectos de la ciudad en los totales, es decir, en la intensidad y en la frecuencia de la precipitación, no se reflejan sobre ellas mismas, sino que surten efecto en las áreas con movimiento descendiente del aire, localizadas fuera del principal núcleo urbano. En el caso de la ciudad de Porto, a pesar de ser un espacio singular desde el punto de vista de la combinación de los factores geográficos que la caracterizan, provoca, por su vitalidad funcional, alteraciones significativas en el clima regional. Ni la diferenciación topográfica E-W, ni la presencia cercana de dos importantes mosaicos de agua (el mar y el río Duero), ni tampoco las repercusiones en términos de diversidad de ocupación del espacio, inherentes a sus más de ocho siglos de historia,<sup>10</sup> son suficientes para disimular los impactos del metabolismo urbano, por lo menos, al nivel del balance energético. Al analizar los impactos de las opciones de ubicación de personas y actividades en el clima local, es posible elegir los vectores principales

9. "...La Porte, a 50 Km de dos importantes polos industriales —Chicago y Gary— registró más de 38% de tempestades, 246% de granizo y 31% de precipitación que otros lugares vecinos..." (Douglas, 1983:51).

10. "...O burgo episcopal, por doação de D. Teresa em 1120 ao bispo D. Hugo, que depois concedeu aos portuenses o primeiro foral, em 1123, crescerá impulsionado pelo relançamento do comércio que nesta altura se verifica na Europa..." (Marques, H., Fernandes, J., Martins, L., 1990:7).

**Cuadro 3.** Factores explicativos del clima urbano portuense (Monteiro, 1997).

Factores explicativos del clima urbano	Área de influencia
Mosaicos de agua / Tipo de cobertura del suelo	Toda el área urbanizada
Condiciones meteorológicas (variables en el tiempo)	Toda el área urbanizada
Uso del suelo	Sub-áreas dentro de la ciudad
Altitud	Sub-áreas dentro de la ciudad
Factores de posición	Puntos de registro dentro de la ciudad
Espacios verdes	Puntos de registro dentro de la ciudad
Orientación de las calles	Puntos de registro dentro de la ciudad

del diseño urbano que afectan claramente los patrones térmicos observables (*Cuadro 3*).

Las diferencias altimétricas, la acción de la brisa del mar, los efectos climatológicos de la presencia cercana del río Duero, la distribución desigual a lo largo de la ciudad de espacios verdes con características diversas y las diferentes tipologías de ocupación del espacio urbano, contribuyen para distorsionar la forma de la “isla de calor”, pero raramente la consiguen anular.

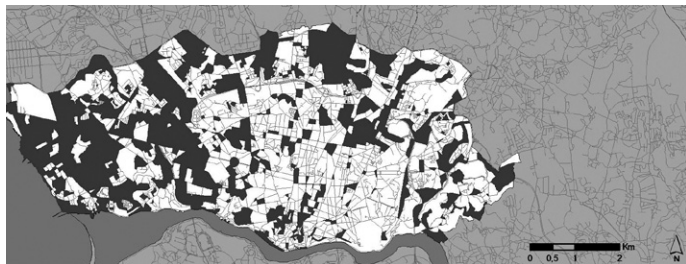
Se ha verificado, a lo largo de más de 20 años de experimentación bajo los más diversos tipos de tiempo, en diferentes épocas del año y a varias horas del día, que los puestos de medición incluidos en las áreas de la ciudad con mayor vitalidad diurna registran, con frecuencia, temperaturas superiores a las verificadas en el resto de la ciudad. Estas áreas coinciden con el centro de la ciudad, desde el punto de vista administrativo y funcional. Una, delimita la coalición del CBD principal con el CBD secundario. Otra, engloba los puntos más utilizados de la red vial, de mejor accesibilidad a la “Baja”, que sirve al área de la ciudad, además de ser un espacio donde la función residencial coexiste con un gran número de pequeñas y medias industrias. Los procesos de resolución del subsistema climático portuense sobre situaciones sinópticas genéricamente semejantes fueron muy diversos. El patrón térmico nocturno portuense evidencia una gran vulnerabilidad, tanto por los diversos tipos de situación sinóptica, como por los pequeños matices dentro del mismo tipo de situación sinóptica.

Pero es posible afirmar, a partir del análisis de los ejemplos seleccionados, que no es verdad que la “isla de calor” se diluya más bajo situaciones de depresión o perturbadas, que bajo la acción de situaciones anticiclónicas. De hecho, la “isla de calor” se distingue, especialmente, en los días con gran estabilidad, gradiente barométrica débil, viento débil y calmas frecuentes. Estas son condiciones normalmente asociadas a la presencia de situaciones anticiclónicas, pero que, como vimos, pueden surgir bajo la influencia de situaciones de depresión, cuando el movimiento ascendente del aire está condicionado por la presencia, en altitud, de una “gota fría”, o cuando deriva de un fuerte calentamiento de la base.

En la mayoría de los días con perturbaciones, centros de depresión y márgenes anticiclónicos, verificamos con frecuencia disturbios en la capacidad explicativa de los dos factores geográficos considerados —la distancia al mar y la altitud— testimonios dados por la pérdida de significado de los coeficientes de correlación. Sin embargo, estos dos factores geográficos muestran ser determinantes en la explicación del patrón térmico nocturno portuense, en días bajo la acción de masas de aire secas y muy calientes o muy frías. Por lo que observamos en Porto, los excedentes energéticos que alimentan el subsistema climático de la ciudad justifican las anomalías térmicas positivas, en particular, las más significativas que ocurren en algunos puntos de la ciudad: los del tráfico intenso, gran compacidad del espacio construido y topografía accidentada.

### Consideraciones finales

El topoclima portuense es, por lo tanto, un excelente motor para aclarar la relación causa-efecto existente entre las opciones de uso de un determinado territorio y las consecuencias en la baja atmósfera, en el clima y en la calidad del aire. Al relacionar las características de cada una de las piezas del rompecabezas urbano portuense, con su respectivo clima local y regional, se hace evidente para cualquier usuario y/o planeador de la urbe, lo importante de hacer una lectura sistémica de la ciudad siempre que se pretenda instaurar una idea o



**Figura 12.** La ciudad feliz y brillante en un esquema que combina datos de graduación (>31%), tasa de desempleo (<2,5%) y construcciones hechas después de 1996 (> 21%).



**Figura 13.** La ciudad triste e infeliz definida por la sobreposición de datos sobre la dependencia por edad (> 76%), tasa de analfabetismo (> 16%), tasa de desempleo (> 21%), enfermedades respiratorias (> 1%).

un proyecto en espacios urbanos. Al juntar el clima y la degradación de la calidad del aire, conseguimos vislumbrar otra variable clave para los seres humanos: la salud. Además de mejorar la comprensión de estas relaciones, genera una gama de nuevas actitudes al transformar aquello que podía ser entendido como un sacrificio o una pérdida de bienestar en un beneficio; asimismo, se pueden facilitar medidas, acciones o proyectos que en apariencia son poco atractivos, como la peatonalización, el aumento de áreas verdes, la restricción del uso de ciertos materiales constructivos, la prohibición de la construcción de grandes volúmenes y de la impermeabilización de algunas áreas, etcétera.

La investigación en la ciudad de Porto sobre la relación entre el agravamiento de algunas patologías y las características del clima, así como de la calidad del aire y

de la condición socioeconómica (Monteiro, 2000, 2008, 2009), revelan la enorme potencialidad de esta trilogía para comprender a la ciudad y para reflexionar sobre los actuales paradigmas de bienestar y calidad de vida en las ciudades. De este ejercicio reflexivo resultó una imagen clara del envejecimiento y degradación de los espacios donde los seres humanos invirtieron más por varias décadas, en lo que hasta hace poco eran los símbolos del proceso de urbanización en curso (*Figura 12 y 13*).

Una buena parte de la ciudad, a la que le designamos como “ciudad triste e infeliz” (*Figura 13*), revela una necrosis social y económica que ha venido a generar el abandono de estas áreas y ha permitido la invasión de diversas especies salvajes de flora y fauna (*Figura 14*).

El modo como las áreas cubiertas de vegetación aumentan, a medida que los espacios son abandonados



**Figura 14.** Ejemplos de invasión por vegetación en edificios abandonados (Google Maps, 2011).

por el uso urbano, puede llevar a la ciudad de Porto a una tendencia de crecimiento de las áreas con vegetación, lo cual parece sugerir que, al final, el tiempo de reacción de la flora sobrevive al de la urbanización. Esta nueva etapa de la ciudad, que aparece con un patio delantero cada vez menor y con un patio trasero en crecimiento, nos da la idea del punto de partida: la reconquista de los ritmos de la naturaleza. De hecho, el abandono funcional del uso de algunas áreas de la ciudad, evidencia el desfase entre los tiempos de vida y de reacción tan diversos que conviven en una ciudad como Porto —el soporte litológico y pedológico, la hidrología, la flora, la fauna, el espacio construido y los seres humanos, etc.

A partir de la relevancia de este ejemplo y teniendo en cuenta el papel determinante atribuido a las ciudades, en un momento —noviembre de 2011— en que se anuncia el nacimiento en la India del bebé 7 mil millones, urge repensar en la necesidad de comprender la

compleja tela de relaciones que está permanentemente en curso mientras los seres humanos deciden sobre el territorio. Por eso, para que las ciudades cumplan con su papel de hábitat promotor de desarrollo, de calidad de vida, de bienestar y de salud, es fundamental conocer y monitoriar todas las señales emitidas por los diversos componentes ambientales existentes.

El reconocimiento, por ejemplo, de los síntomas evidentes de los diversos patrones térmicos urbanos, para el caso de la ciudad de Porto, habría alertado a los planificadores de la importancia de valorizar las características del lugar y de la posición geográfica, sobre la dimensión poblacional adecuada, las volumetrías, los colores y los materiales de construcción más apropiados, etc. En suma, habría permitido un proyecto de ciudad más armonioso y menos vulnerable al tiempo, esto es, una organización espacial más eficaz como soporte de los seres humanos y de todos los otros componentes del ecosistema, o sea, sostenible.

## Bibliografía

- Akbari, H., Konopacki S. (2005), "Calculating energy-saving potentials of heat-island reduction strategies", en *Energy Policy* 33 (6), pp. 721-756.
- Alcoforado, M.J. (1987), "Brisas estivais do Tejo e do Oceano na região de Lisboa", en *Finisterra*, Vol. XXII, No. 43, Lisboa, pp. 71-112.
- (1988), "O clima da região de Lisboa. Vento, insolação e temperatura", *FLUL*, Lisboa, polic.
- (1989), "Représentativité temporelle des mesures itinérantes. Exemple de Lisbonne", en *Publications de l'Association Internationale de Climatologie*, Vol. 3, Pavia, pp. 69-74.
- Atkinson, B. W. (1970), "The reality of the urban effect on precipitation a case study approach", en *WMO Technical Note*, 108, World Meteorological Organization, Geneva, pp. 344-362.
- (1985), *The urban atmosphere*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Atwater, Marshall (1975), "Thermal changes induced by urbanization and pollutants", en *Journal of applied meteorology*, vol.14, p. 1061.
- Barton H, Grant M. (2006), "The Determinants of Health and Well-being in our Neighbourhoods", en *The Health Impacts of the Built Environment*, Institute of Public Health in Ireland.
- Benevolo, Leonardo (1980), *The History of the city*, Scholar Press, London.
- Boyden, S., Millar, S., Newcombe, K., O'Neill, B. (1981), *The ecology of a city and its people*, Australian University Press, Camberra.
- Brack, C. L. (2002), "Pollution mitigation and carbon sequestration by an urban forest", en *Environmental Pollution* 116 (1), pp. 195-200.
- Chandler, T. J. (1967), "Absolute and relative humidities in towns", en *Bull. of the American Meteorological Society*, No. 48, USA, pp. 394-399.
- (1963), "London climatological survey", en *Int. J. Air Wat. Poll*, Vol. 7, Pergamon Press, Great Britain, pp. 959-961.
- (1976), "The Royal Commission on Environmental Pollution and the control of air pollution in Great Britain", en *AREA*, Vol. 8, No. 2, Institute of British Geographers, pp. 87-92.
- (1976), "Urban climates and the natural environment", en *Int. J. Biometeor*, Vol. 20, No. 2, pp. 128-138.
- (1976), "Urban climatology and it's relevance to urban design", en *WMO Technical Note*, No. 149, Genève.
- (1965), *The climate of London*, Hutchinson of London, London, 1965.
- (1970), *The management of climatic resources, (an inaugural lecture delivered at University College London)*, H.K.Lewis & Co, London.
- (s/a), *Urban climatology - inventory and prospect (an introductory lecture)*, separata do original, Biblioteca do Departamento de Geografia da Universidade de Manchester.
- Changnon, S.A. (1973), "Atmospheric alterations from man-made biospheric changes", en *Modifying the weather: a social assessment*, W.R.D. SEWELL (ed.), Univ. Victoria, Adelaide, pp. 135-184.
- (1992), "Inadvertent weather modification in urban areas: lessons for global climate change", en *Bulletin of the American Meteorological Society*, Vol. 73, May, pp. 619-627.
- (1980), "More on the La Porte anomaly: a review", en *Bull. Amer. Met. Soc.*, 61, pp. 702-711.
- (1970), "Recent studies of urban effects on precipitation in the United States", en *WMO Technical Note*, 108, World Meteorological Organization, Geneva, pp. 327-343.
- (1968), "The La Porte anomaly - fact or fiction?", en *Bull. Amer. Met. Soc.*, 49, pp. 4-11.
- (1978), "Urban effects on severe local storms at St.Louis", en *J. App. Meteor*, 17, pp. 578-586.
- (1971), Jr. Huff, F.A., Semonin, R. G., "Metromex. An investigation of inadvertent weather modification", en *Bull. Amer. Met. Soc.*, 52, , pp. 958-967.
- (1981), Jr., "Metromex: a review and summary", en *Meteorol. Soc.*, 18, 40, Amer. Meteorol. Soc., Boston.
- Chiesura, A. (2004), "The role of urban parks for the sustainable city", en *Landscape and Urban Planning*, No. 68 (1), pp. 129-138.
- Children Fund (2009), "Hungry for Change An eight-step, costed plan of action to tackle global child hunger", en *Save the Children*, London.
- Douglas, I. (1983), *The urban environment*, Edward Arnold, London.
- Driscoll, D. M. (1985), "Hunan Health", en *Handbook of applied meteorology*, David D. Houghton Wiley, Interscience, New York, pp. 778-814.
- Duvigneaud, P. (1974), "A síntese ecológica", en *Socicultura*, Lisboa.
- European Environment Agency (2010), *10 Messages for 2010: Urban Ecosystems*, EEA, Copenhagen, Retrieved November 22nd, from <http://www.eea.europa.eu/publications/10-messages-for-2010-urban-ecosystems>.
- Farhar-Pilgrim, Barbara (1986), "Social Analysis", in Kates, R.W., Ausubel, J.H., Berberian, M. (ed.), *Climate Impact Assessment*, John Wiley & Sons Ltd, Chichester.
- Ganho, N. (1992), *O clima urbano de Coimbra-aspectos térmicos estivais*, Coimbra, polic.
- Gill, S. E, Handley, J. F., Ennos, A. R., Pauleit, S. (2007), "Adapting Cities for Climate Change: The Role of the Green

- Infrastructure”, en *Built Environment*, No. 33(1), pp. 115-133.
- Goudie, Andrew (1990), *The Human Impact on Natural Environment*, Third Ed., Basil Blackwell Ltd., Oxford.
- Hough, Michael (1989), *City form and natural process*, Routledge, London.
- Kates, R. W. (1986), “The interaction of climate and society”, Kates, R.W., Ausubel, J.H., Berberian, M. (ed.), *Climate Impact Assessment*, John Wiley & Sons, Series Scope, Chichester, pp. 3-37.
- Landsberg, H. (1974), “Inadvertent atmospheric modification through urbanization”, en *Weather and climate modification*, Wilmont N. Hess, New York.
- — — — (1970), “Man-made climatic changes”, en *Science*, Vol. 170, No. 3964.
- — — — (1970), “The climate of towns”, en *Man’s role in changing the face of the earth*, Vol. 2, Thomas, W. L.(ed.), The University of Chicago Press, Ltd., London, pp. 584-607.
- Landsberg, H. E. (1981), “The Urban Climate”, en *International Geophysics Series*, Vol. 28, Academic Press, London.
- Lowry, W. P. (1967), “The climate of cities”, en *Man and the ecosphere, Scientific American*.
- Madureira, H. (2001), “Processos de transformação da estrutura verde do Porto”, Dissertação de Mestrado, FAUP/FEUP, Porto.
- — — —, Andresen, T., Monteiro, A. (2011), “Green structure and planning evolution in Porto”, en *Urban Forestry & Urban Greening*, Vol. 10 (2), pp.141-149
- — — —, Monteiro, A., Góis, J. (2010). *Utilisation des images landsat-7 pour l’analyse de la distribution spatiale des températures à Porto (Portugal)*, Publications de l’Association Internationale de Climatologie, Vol. 010, pp. 355-360.
- Marques, H., Fernandes, J.A., Martins, L. P. (1990), *Porto - percursos nos espaços e memórias*, Afrontamento, Porto.
- Mcburney, Stuart (1990), “Ecology into economics won’t go - or life is not a concept”, Green Books, Devon.
- Mcpheerson, G., Nowak, D., Heisler, G., Grimmond, S., Souch, C. E Grant, R., et al. (1997), “Quantifying urban forest structure, function, and value: the Chicago Urban Forest Climate Project”, en *Urban Ecosystems*, No. 1, pp. 49-61.
- Monteiro, A. (1997), “O Clima Urbano do Porto – Contribuição para a definição das estratégias de Planeamento e ordenamento do território”, FCG/JNICT, Lisboa.
- — — — (1999), “A asma, uma patologia agravada pela intensificação dos procesos de urbanización. Estudo de caso em crianças até 13 anos, na Área Metropolitana do Porto”, Actas da 6ª Conferência Nacional sobre a Qualidade do Ambiente, Lisboa.
- — — — (2001), “Os recursos naturais como potencial geopolítico e geoestratégico - estudo de caso para Portugal e República Popular de Angola”, Porto, IDN, 36 pp. polic.
- — — — (2008), “Desenvolvimento, Sustentabilidade ou a busca por um melhor índice de felicidade bruta o contributo da climatologia urbana”. Encontro Internacional Geografia: tradições e perspectivas - homenagem ao centenário de nascimento de Pierre, S. Paulo.
- — — — (2009), «Desenvolvimento, Sustentabilidade ou a busca por um melhor índice de felicidade bruta – o contributo da climatologia urbana”, Geografia, Tradições e Perspectivas: Interdisciplinidade, meio ambiente e representações, A. Lemos, E. Galvani (org.), Clacso & Expresson Popular, Son Paulo.
- — — — (1989), “A composição química da atmosfera: contributo da climatologia para a implementação de uma política de desenvolvimento sustentado”, en *Notas e Recensões, Revista da Faculdade de Letras, Geografia*, I Serie, Vol. V, Porto, pp. 257-294.
- — — — (2007/2008), “As cidades e a precipitação – como mediar uma relação cada vez mais conflituosa”, Inforgeo, Associação Portuguesa de Geógrafos, pp. 9-23.
- — — — (2009), “As cidades e a precipitação – uma relação demasiado briguenta”, en *Revista Brasileira de Climatologia, Publicação da Associação Brasileira de Climatologia*, Año 5, Volume 5, Setembro, pp. 7-25.
- — — — (2007), “Depois da Tempestade não vem a bonança – Uma reflexão em torno da Variabilidade da Precipitação no Porto (Serra do Pilar)”, Actas do 5º Simpósio de Meteorologia e Geofísica da Associação Portuguesa de Meteorologia e Geofísica, Peniche, 5-8 Fevereiro, pp. 49-54.
- — — — (2009), Amorim, A., Sousa, E., “Utilização do Cadastro Territorial Multifinalitário na gestão de riscos”, en *Territorium*, No. 16, Coimbra, pp. 25-30.
- Monteiro, A., Sousa, C., Velho, S., Carvalho, V. (2010), “La santé et le climat après une analyse des admissions hospitalières d’individus avec tuberculose à Porto (2000-2007)”, 23 Colloque de L’Association Internationale de Climatologie, Rennes, pp. 421-426.
- — — — (1976), C.A.F., *O clima e a organização do espaço no Estado de São Paulo: problemas e perspectivas*, IGEOG-USP, Son Paulo.
- — — — (1976), C.A.F., *Teoria e clima urbano*, IGEOG-USP, Univ. de S.Paulo, São Paulo.
- Mumford, Lewis (1970), “Man’s role in changing the face of the earth”, Vol. 2, 8ªed, W. L.Thomas, et al. (ed.), University of Chicago Press, Chicago.
- Nicholson-Lord, David (1987), *The greening of the cities*, Routledge & Kegan Paul, London.

- Nowak D. J., Crane, D. E., Stevens, J. C (2006), "Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States", en *Urban Forestry & Urban Greening* 4 (3-4), pp. 115-123.
- Oke, T. R. (1981), "Canyon geometry and nocturnal urban heat island: comparison of scale model and field observations", en *Journal of Climatology*, No. 1, pp. 237-254.
- — — — (1973), "City size and urban heat island", en *Atmospheric Environment*, No. 7, pp. 769-779.
- — — — (1979), "Review of urban climatology - 1973-1976", en *WMO Techn. Note*, No. 169, Geneva.
- — — — (1982), "The energetic basis of the urban heat island", en *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, No. 108, 455, pp. 1-24.
- — — — (1990), *Boundary Layer Climates*, 2ª ed., Routledge, London.
- — — — (1992), Zeuner, G., "The surface energy balance in Mexico City", en *Atmospheric Environment*, Vol. 26-B, No. 4, pp. 433-444.
- O'riordan, T. (1983), *Environmentalism*, 2ªed., Pion Limited, London.
- Owen, N., Humpel, N., Leslie, E., Baunan, A. E Sallis, J. (2004), "Understanding Environmental Influences on Walking: Review and Research Agenda", en *American Journal of Preventive Medicine*, No. 27(1), pp. 67-76.
- Papadakis, G., Tsamis, P., Kyritsis, S. (2001), "An experimental investigation of the effect of shading with plants for solar control of buildings", en *Energy and Buildings*, No. 33 (8), pp. 831-836.
- Pikora, T., Giles-Corti, B., Bull, F., Jamrozik, K., Donovan, R. (2003), "Developing a framework for assessment of the environmental determinants of walking and cycling", en *Social Science and Medicine*, No. 56, pp. 1693-1703.
- Rizwan, A.M., Dennis, L.Y.C., Liu, C. (2008), "A review on the generation, determination and mitigation of Urban Heat Island", en *Journal of Environmental Sciences*, No. 20 (1), pp. 120-128.
- Smith, D. M. (1977), *Patterns in human geography*, Penguin Books, Middlessex, U.K.
- Smith, Keith (1985), "Environmental issues", en *Progress in physical geography*, Vol. 9, No. 1, Edward Arnold, London, pp. 83-87.
- Takano, T., Nakamura, K., Watanabe, M. (2002), "Urban residential environments and senior citizens' longevity in mega city areas: the importance of walkable green spaces", En *Journal of Epidemiology and Community Health*, No. 56, pp. 913-918.
- Tzoulas, K., Korpela, K., Venn, S., Yli-Pelkonen, V., Kazmierczak, A., Niemela, J., et al. (2007), "Promoting ecosystem and human health in urban areas using Green Infrastructure: A literature review", en *Landscape and Urban Planning*, No. 81, pp. 167-178.
- United Nations (2010), *World Urbanization Prospects: The 2009 Revision*, United Nations, New York.
- Whyte, A.V.T. (1986), "Perception", en Kates, R.W., Ausubel, J.H., Berberian, M. (ed.), *Climate Impact Assessment*, John Wiley & Sons, Series Scope, Chichester, pp. 403-437.
- World Bank (2010), *Desenvolvimento e Mudança Climática - A Mudança do Clima para o Desenvolvimento*, The World Bank, Washington DC.
- Usa World Commission on Environment and Development (1988), *Our Common Future*, Oxford University Press, Oxford.