

MAPAS 1 | DIEGO SOUZA Y REGINA ALVALÁ | CEMADEN 2 | FRANCIS WAGNER Y RODRIGO AUGUSTO DE SOUZA | SATELITE AQUA

Una isla de calor en la Amazonia

El área urbana de la ciudad de Manaus es 3°C más cálida que la selva

Marcos Pivetta

PUBLICADO EN OCTUBRE DE 2012

Manaos y Belém, ciudades capitales de estados norteros –Amazonas y Pará– que son polos de desarrollo de la Amazonia brasileña, enclavadas en la inmensa, cálida y húmeda selva tropical, comienzan a presentar las alteraciones climáticas típicas de las grandes ciudades. Entre 1961 y 2010, la temperatura promedio de Manaus aumentó 0,7 grados Celsius (°C), llegando a 26,5 °C, de acuerdo con un estudio realizado por el Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (Inpe). Durante el mismo período, la temperatura promedio de Belém aumentó 1,51 °C y llegó a 26,3 °C. En ambos casos, el aumento se debe, fundamentalmente, al crecimiento del área urbanizada de las ciudades, un proceso que se acentuó durante las últimas décadas, aunque efectos más globales, relacionados con los cambios climáticos a gran escala, también pueden haber incidido en ese índice. En 1973, las áreas urbanas de Manaus y de la Región Metropolitana de Belém eran, respectivamente, de 91 y 76 kilómetros cuadrados. En 2008, esas cifras habían crecido hasta 242 y 270 kilómetros cuadrados (*obsérvese los cuadros de las páginas 42 y 45*).

Con mayor cantidad de edificios, hormigón y asfalto tomando el lugar de la vegetación autóctona, el denominado efecto isla urbana de calor, un fenómeno conocido desde hace tiempo por paulistanos y cariocas, también apareció con vehemencia en las dos principales capitales de la región norte del país. A una misma hora del día, la temperatura en

las áreas más densamente pobladas y ocupadas por construcciones y edificaciones de esas ciudades es consistentemente mayor que en las zonas rurales cercanas, donde se conserva la selva. Los datos sobre islas de calor son más evidentes en el caso de Manaus, actualmente la séptima ciudad brasileña en cuanto a población, con más de 1,8 millones de habitantes, delante de capitales del nordeste tales como Recife, y del sur, como Porto Alegre y Curitiba. La diferencia de temperatura entre los sectores más urbanizados de la metrópolis amazonense y una zona selvática ubicada a 30 kilómetros de distancia, la Reserva Biológica de Cuieiras, alcanza picos de más de 3 °C en 5 de los 12 meses del año.

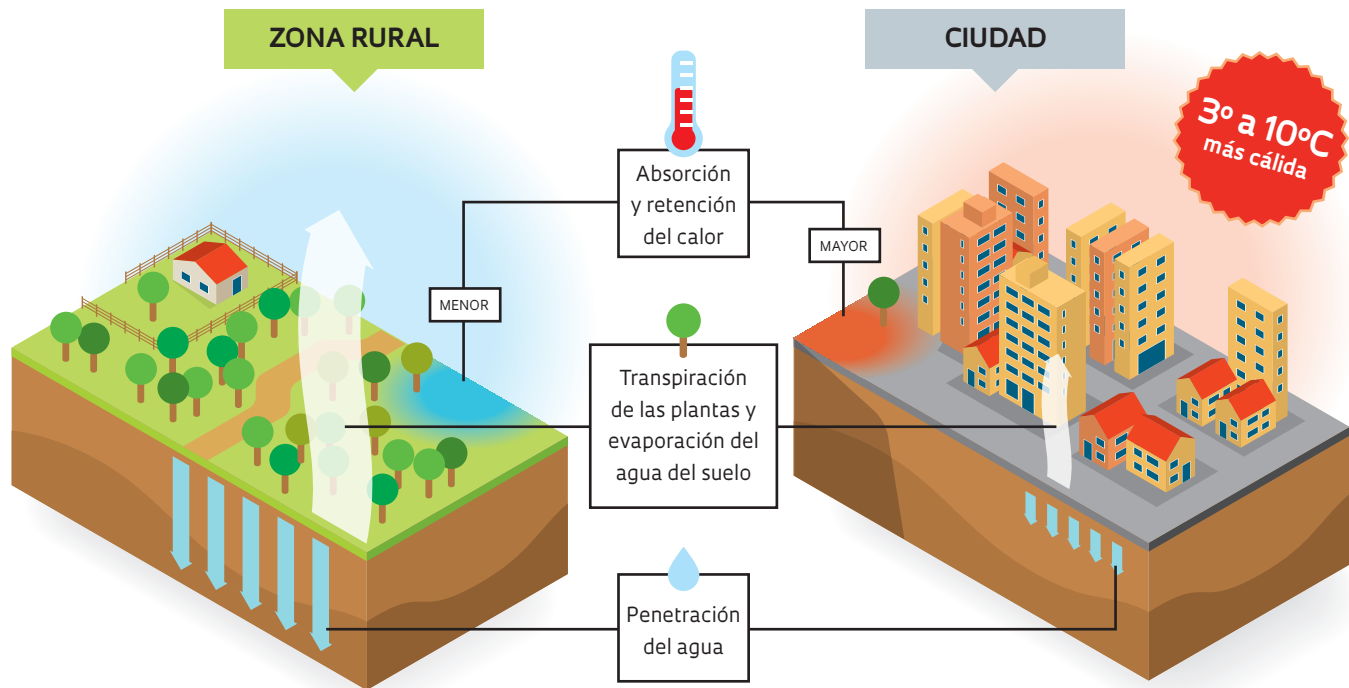
Estos resultados se basan en informes recabados hora a hora por cuatro estaciones meteorológicas entre los años 2000 y 2008 y constan en un artículo científico que se publicó el 8 de agosto en el sitio *web* de la revista *Meteorological Applications* con la autoría de Diego Souza y Regina Alvalá, ex investigadores del Inpe y que actualmente trabajan en el Centro Nacional de Monitoreo y Alerta de Desastres Naturales (Cemaden), en Cachoeira Paulista.

El trabajo también señala que la atmósfera en las áreas urbanizadas de Manaus se volvió más seca que en las selvas aledañas. Durante el período analizado, la humedad relativa del ambiente en las zonas centrales de la capital amazonense fue, en promedio, 1,7% menor que en los montes adyacentes. Esta diferenciación alcanzó su máxi-

La capital del estado de Amazonas: el avance del hormigón y el asfalto deja a la ciudad más cálida

FOTO: AFP/IMAGEFORUM

Por qué ocurre el efecto isla urbana de calor



mo nivel en febrero, en plena estación de lluvias, cuando la ciudad llegó a ser un 3,5% más seca que la selva. “Esos datos muestran claramente el efecto isla de calor en Manaus”, afirma Alvalá, ingeniera cartográfica experta en mapeo de usos y cobertura de la tierra para modelado meteorológico.

En Belém, los estudios del dúo del Cemaden no lograron caracterizar la dimensión del efecto isla de calor debido a la ausencia de largas series históricas con datos diarios, recabados hora a hora, en diferentes puntos de la ciudad y de su entorno sin desmonte. No obstante, existen indicios de que este fenómeno alcanza en la capital paraense –la décima más populosa de las ciudades brasileñas, con algo más de 1,4 millones de habitantes– sus valores máximos durante la madrugada.

Aunque puedan parecer pequeñas comparadas con los millones de habitantes de las dos megalópolis brasileñas (São Paulo y Río de Janeiro), las capitales de Amazonas y de Pará se han transformado en amplios conglomerados urbanos según los patrones mundiales. Si fuesen, por ejemplo, ciudades francesas o italianas, se ubicarían detrás, en términos de población, tan sólo de París y Roma.

DOS PICOS

Un aspecto singular, y polémico, señalado por el estudio, fue la detección de dos picos diarios en que el efecto isla de calor se exacerba en la capital amazonense: el primero alrededor de las 8 de la mañana y el segundo, entre las 15 y las 17. “En la mayoría de las ciudades existe solamente un pico diario para el efecto isla de calor y éste, en general, ocurre durante la noche o de madrugada”, dice el meteorólogo Souza. Los investigadores no saben con certeza por qué ocurren estos picos en tales momentos del día, pero especulan con que pueden hallarse asociados con el horario pico del tránsito en la ciudad. El calor generado por la combustión es uno de los factores que contribuyen al calentamiento local de la atmósfera.

Un estudio realizado por Francis Wagner y Rodrigo Augusto de Souza, físicos de la Universidad del Estado de Amazonas (UEA), también evaluó el efecto isla de calor en Manaus. No todas las características del fenómeno coincidieron con los informes divulgados en el artículo del Cemaden. Pero, más allá de las diferencias metodológicas, el trabajo de los investigadores de la UEA comprendió otro período de tiempo. Entre mayo de 2010 y abril de 2011, se analizaron datos de la

Entre 1961 y 2010, la temperatura promedio de Belém aumentó 1,51 °C y llegó a 26,3°C

temperatura del aire en cuatro estaciones, dos en el área urbana y dos en la zona rural. Wagner y Souza establecieron dos picos del efecto isla de calor, uno a las 7 y otro a las 20. La mayor diferencia de temperatura entre las áreas urbana y rural fue del orden de los 3,5 °C.

A partir de los datos aportados por el satélite ambiental Aqua, que explora el territorio con una resolución espacial de 1 x 1 kilómetro, los científicos de la UEA calcularon las variaciones de temperatura en la superficie de la capital amazonense entre agosto y septiembre de 2009, en los meses normalmente más secos. Las zonas

más cálidas fueron justamente las más urbanizadas, y las más frías, las que mantenían áreas con más vegetación preservada. En cuanto al suelo, las diferencias de temperatura entre las zonas cubiertas por hormigón y asfalto, tales como el centro y los barrios de Cidade Nova y Petrópolis, y los sectores de selvas, alcanzaron los 10 °C. “Estamos llevando a cabo un estudio del microclima en el área urbana de Manaus para aportar a la elaboración de un plan maestro de arborización y demarcación ecológica”, dice Wagner, cuyo proyecto cuenta con financiación del Fondo Municipal de Desarrollo y Medio Ambiente de la capital amazense.

Un posible reflejo del efecto isla de calor sería el de alterar el régimen de lluvias sobre el territorio de ambas ciudades amazónicas. En São Paulo, por ejemplo, la cantidad de lluvia promedio anual que cae en la mayor ciudad brasileña aumentó un 30% durante los últimos 80 años, y parte de ese crecimiento pluviométrico, particularmente durante la primavera y el verano, algunos estudios lo adjudican a la creciente urbanización de su territorio. Los resultados de los estudios de modelado atmosférico de alta resolución realizados por Diego Souza y Regina Alvalá indican que, para el caso de que las áreas urbanas de ambas capitales, continuará creciendo, y habrá una tendencia a la disminución de la cantidad de lluvias en Manaus, mientras que Belém presentará un leve aumento pluviométrico. “Pero los cambios en el régimen de lluvias no parecen ser muy significativos”, comenta Alvalá.

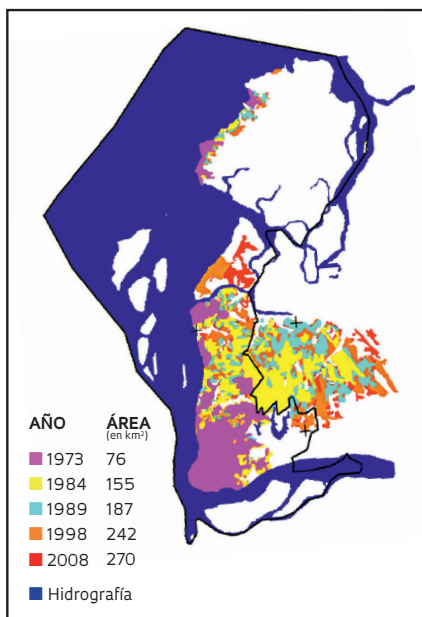
CALOR LONDINENSE EN EL SIGLO XIX

Aunque no se lo conociera por ese nombre, el fenómeno de las islas urbanas de calor se estudió desde los comienzos del siglo XIX, cuando el inglés Luke Howard midió durante la noche diferencias de casi 2 °C entre Londres, entonces la mayor metrópolis del mundo, con más de 1 millón de habitantes, y tres localidades rurales cercanas. Desde entonces, el análisis del clima de las ciudades es un tema de investigación cada vez más relevante, todavía más en el siglo XXI, cuando, por primera vez en la historia, el mundo pasó a tener mayor cantidad de personas residiendo en centros urbanos que en el medio rural.

La edificación de las ciudades altera en forma radical el patrón de ocupación del suelo y crea un ambiente local donde la aparición de islas de calor se convierte ca-

El crecimiento de Belém

En 35 años, el área urbana de la región metropolitana se triplicó



si en una ley natural. En lugar de la tierra expuesta, del césped y de los árboles, los elementos rurales que atenúan las altas temperaturas tanto al nivel del suelo como en el aire, una serie de materiales impermeables y que retienen el calor en forma diferente a la vegetación, pasa a dominar el paisaje urbano. En el campo, la presencia de vegetación arbórea y rastrera origina zonas de sombra capaces de reducir la temperatura del suelo, una alteración que, simultáneamente, provoca la disminución de la temperatura atmosférica. Las áreas verdes también contribuyen para refrescar el clima de un lugar mediante la evapotranspiración. Ese mecanismo provoca que las plantas y el suelo liberen agua hacia el aire como forma de disipar el calor ambiental.

En las zonas más urbanizadas del municipio, todo lo que hace que el clima del campo sea más apacible es escaso o está ausente. El agua de las lluvias casi no penetra en el suelo, hay menos humedad local y el proceso de evapotranspiración es menos intenso. En forma general, la ciudad de hormigón, asfalto, vidrio y metales tiende a absorber y almacenar el doble de calor que un área rural vecina. La arquitectura urbana, con sus altos edificios y construcciones con texturas diferentes a la superficie del

entorno rural, también puede alterar el régimen de vientos e intensificar la sensación de calor. En las megalópolis tales como São Paulo o Nueva York, el efecto isla de calor puede representar una diferencia de hasta 12 °C en la temperatura del aire entre un área densamente urbanizada y una zona rural o boscosa. Si se compara la temperatura del suelo, las discrepancias tienden a resultar todavía mayores.

En Brasil, el efecto de las islas urbanas de calor se está estudiando en muchas capitales del país desde hace un buen tiempo. En el estado de São Paulo, ciudades medianas y pequeñas también pasaron a ser objeto de investigaciones sobre el fenómeno. El equipo de los geógrafos João Lima Sant’Anna Neto y Margarete Amorim, de la Universidade Estadual Paulista (Unesp), *campus* de Presidente Prudente, midió el efecto en seis municipios del interior paulista: Teodoro Sampaio, Euclides da Cunha, Jales, Rosana y Birigüi, además de Presidente Prudente. Para registrar el fenómeno, se valieron de datos suministrados por el canal termal del satélite Landsat y estaciones meteorológicas fijas y móviles.

En Presidente Prudente, una ciudad de 207 mil habitantes, se registraron diferencias de hasta 8 °C entre las áreas más urbanizadas y el medio rural, sobre todo por la noche. Los barrios populares donde se erigen los conjuntos habitacionales Cohab y Cecap fueron los más cálidos de la ciudad. “En esos sitios, el uso de materiales inadecuados para las edificaciones, tales como placas de fibrocemento, la elevada densidad del área construida y la escasez de zonas verdes acentúan las islas de calor, ya que no hay gran emisión de contaminantes de origen industrial ni de vehículos”, comenta Sant’Anna Neto. Incluso localidades diminutas, tales como Alfredo Marcondes, un municipio vecino a Presidente Prudente, con 3.800 habitantes, presentan alteraciones climáticas. Se midieron diferencias de 2,5 °C entre su zona urbana y los sectores rurales. “Las islas de calor también representan un problema de salud pública y predisponen a la aparición de enfermedades respiratorias y circulatorias en ancianos y niños”, dice el geógrafo. ■

Artículo científico

OLIVEIRA, D.O. y ALVALÁ, R.C.S. Observational evidence of the urban heat island of Manaus City, Brazil. *Meteorological Applications*. Publicado *online*. 3 ago. 2012.