

ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LA HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE EN CENTROS URBANOS

Denis Dorighello Tomás

Departamento de Geografía
Universidad de São Paulo (USP)

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo investigar el campo higrométrico en centros urbanos estudiando la humedad relativa del aire en la ciudad de São Paulo (Brasil) y la relación de esta con la urbanización. La investigación tuvo como pauta el tratamiento estadístico de datos de medias mensuales de humedad relativa, obtenidos de los observatorios meteorológicos de la ciudad (observatorio del Instituto Astronómico y Geofísico (IAG) — USP; observatorio Mirante de Santana y observatorio Aeroporto de Congonhas) referentes a los años de 1961 a 1997; y también en el acompañamiento de la evolución urbana de la área alrededor de los observatorios, por medio de interpretación de fotografías aéreas para los años de 1962, 1972 y 1994, con el objetivo de averiguar el crecimiento de la área construida.

Un análisis conjunto de los datos de humedad relativa y de la evolución urbana de las áreas alrededor de los observatorios, indicó tendencia de disminución de la humedad relativa para los observatorios Mirante y IAG, mientras el observatorio Congonhas presentó ninguna tendencia, demostrando con eso, que los aspectos *geo ecológicos* y *geo urbanos* actúan sobre el comportamiento de la humedad relativa, de manera que producen diferenciaciones climáticas locales, los cuales todavía, no dejan de estar subordinados a las condiciones meso climáticas.

Palabras clave: Humedad Relativa, Clima Urbano, Medio Ambiente Urbano.

ABSTRACT

The following project aimed to investigate hygrometry fields in urban centres, studying the behaviour of the relative humidity of the city of São Paulo in relation to its urbanization.

Fecha de recepción: noviembre de 2001.

Fecha de admisión: septiembre de 2002.

The research was based on statistic data of the monthly average relative humidity of the air from the IAG, Mirante de Santana and Aeroporto de Congonhas' meteorological station, regarding the period between 1961 to 1997. Following the urban evolution of fields surrounding the stations by aerial interpretation among 1962, 1972 and 1994, to establish the growth of constructed areas.

The overall analysis of the average relative humidity data and the evolution of the surroundings urban settlements indicate a decrease in the relative humidity in the Mirante and IAG stations. However, the Congonhas' station represented a neutral tendency. Demonstrating that geoeologic and geourbans aspects influence in the behaviour of the relative humidity. Leading to differential microclimate, which are subordinated to mesoclimate conditions.

Key words: Relative Humidity, Urban Climatology, Urban Environmental.

1. INTRODUCCIÓN

El estudio de la humedad relativa del aire en centros urbanos, en especial el caso de São Paulo, resultó de una serie de constataciones, de las cuales *destacase* que los núcleos urbanos hoy son los locales donde la mayoría de la población del planeta vive; los estudios de clima urbano están direccionados, en la mayoría, para el comportamiento de la temperatura del aire, de las lluvias y de la contaminación atmosférica; y São Paulo es una ciudad muy dinámica.

Investigaciones del clima urbano, abordando el comportamiento de la humedad del aire, no son frecuentemente encontrados en la *literatura*. Casi siempre son encontrados, en artículos de periódicos especializados o como capítulos en obras de clima urbano. Abordan el campo higrométrico por medio de un análisis del comportamiento de la humedad absoluta, de la humedad relativa y de la presión de vapor.

La humedad del aire en áreas urbanas es materia poca discutida y controversia en relación a muchos aspectos de su comportamiento. Las áreas urbanas al mismo tiempo que causan disminución de la humedad, también pueden incrementar la humedad por procesos que liberan vapor de agua, en especial procesos de combustión de hidrocarburos.

El estudio de la humedad tiene importancia por el hecho de que actúa como agente regulador térmico, absorbiendo tanto la radiación solar como la radiación terrestre; indica la potencialidad de la atmósfera para producir lluvia inmediatamente *sobre* la superficie; actúa en la capacidad de evaporación y *evapotranspiración* de los elementos del medio, y ayuda a enfrentar el problema de la contaminación atmosférica, retirando contaminantes del aire por medio de procesos físicos conocidos como remoción por la vía húmeda.

Actúa también, como condicionante de la vitalidad de la vegetación; *sobre* el período de floración; para el predominio de determinadas especies y, *contribuyendo* a la retirada de *contaminantes* del aire, *ayuda a disminuir* la cantidad de hollín/polvo que recubre las hojas, favoreciendo el proceso de fotosíntesis. Además, es determinante para el confort térmico de los seres vivos.

Conjuntamente, la urbanización en São Paulo tiene muchos aspectos que influyen de manera directa el campo térmico y higrométrico de la ciudad.

Las indagaciones principales de la investigación fueron verificar si ocurrió disminución de los valores de humedad relativa del aire para la ciudad de São Paulo en el transcurso de años de urbanización, y analizar la relación entre la urbanización y la disminución de humedad, una vez que esta *depende* en mucho del tipo de cobertura existente en la superficie y de los aspectos topográficos de la ubicación de la ciudad.

2. METODOLOGÍA

La investigación tuvo como orientación general el tratamiento estadístico de los datos de medias mensuales de humedad relativa, obtenidos de los observatorios meteorológicos del IAG, Mirante de Santana y Aeroporto de Congonhas, referentes al período de 1961-1997, y en el acompañamiento de la evolución urbana de la área *de entorno* de los observatorios, por medio de interpretación de fotografías aéreas para los años de 1962, 1972 y 1994, con el objetivo de averiguar el crecimiento de la área construida.

El primer paso fue identificar los observatorios meteorológicos instalados en el *município* de São Paulo y obtener las respectivas series de datos. Esta identificación fue realizada en bibliotecas de organismos y instituciones relacionadas con la observación meteorológica y climatológica del *município* de São Paulo.

De los observatorios meteorológicos identificados para la ciudad de São Paulo, solamente 11 observatorios tenían registros de humedad relativa del aire; los otros observatorios identificados no realizaban mediciones de humedad relativa.

Entre los 11 observatorios con registros de humedad relativa, solamente los observatorios de IAG, Mirante de Santana y Congonhas tenían serie histórica de datos con más de treinta años y registros hasta los días actuales. Por presentaren una continuidad temporal, ausencia de fallas y confiabilidad de los datos, fueran las series adoptadas para realización de la presente pesquisa. La serie histórica de datos colectada y coincidente de cada observatorio, componen un lapso temporal de 37 años, comprendiendo los años de 1961-1997, inclusive. Los datos de humedad relativa son referentes a las medias mensuales de cada observatorio para cada año de la serie. Éstas son la media de los registros diarios de un mes.

Tres técnicas estadísticas fueron aplicadas a los datos de humedad relativa para la realización de *posteriores* análisis. Fueran: *técnica de media aritmética*, *técnica de desvío padrón* y *técnica de regresión lineal*. Para cada año de las series fue calculada la media aritmética con la finalidad de *obtenerse* la media anual de la humedad relativa y posibilitar, en un segundo momento, un análisis comparativo entre los observatorios, y también hacer gráficos *representativos* de las curvas de comportamiento de la media anual para cada uno de los observatorios.

Procedimiento similar fue adoptado en relación a las estaciones del año. Para cada una de las series adoptadas (IAG, Congonhas y Mirante), fue calculada la media aritmética de las respectivas estaciones del año. Eso posibilitó la realización de un análisis comparativo de las estaciones entre los observatorios meteorológicos, y también hacer gráficos representativos de las curvas de comportamiento de la media de cada estación del año para cada uno de los observatorios meteorológicos.

Con los resultados obtenidos de las medias anuales y de cada estación del año, fueron calculados el *desvío patrón* de cada año de las series de datos para *obtener* la variabilidad de los valores mensuales, tanto para la base anual como para las estaciones del año.

Para verificar la tendencia del comportamiento de las series adoptadas, tanto para la base anual como para cada estación del año, fueron aplicadas a las series la técnica de *regresión lineal* por el *sistema de los mínimos cuadrados*.

Para el análisis del comportamiento de la humedad relativa, fue también utilizada la *técnica de medias decenales*. Así, fueran calculadas medias de períodos de 10 años para cada uno de los observatorios meteorológicos tomando como base las medias anuales y también las medias de cada estación del año. Los tratamientos estadísticos *aplicados* a las series de datos, posibilitan aprehender el comportamiento de la humedad relativa de una manera aislada o sea, como si el elemento climático humedad relativa no tuviese interactividad con otros elementos climáticos y con el medio/espacio.

Segun OKE (1978), la influencia del medio/espacio urbanizado en la temperatura es consecuencia del tamaño de la área construida, número de habitantes, densidad de la población, concentración de las áreas construidas, geometría y tipos de *predios* (edificaciones), entre otros factores. Tomando esta constatación como referencia, fue elaborada una tentativa de verificar una correlación entre la evolución *de los usos y ocupaciones del suelo* de la área de estudio y el comportamiento de la humedad relativa para el período (años) de la serie de datos, con el objetivo de poder constatar una influencia del medio/espacio urbanizado en la humedad relativa como observado para con la temperatura.

Así, era necesario conocer la evolución de la área urbana del municipio de São Paulo; para esto, fueran utilizadas fotografías aéreas. Un levantamiento, junto al Archivo de Fotos Aéreas (AFA) del Departamento de Geografía de la USP, fue realizado para saber cuales eran las fotografías existentes para la área de estudio y período de años (1961-1997).

Las fotos identificadas fueron:

- fotografías aéreas de 1962, en la escala de 1:25.000;
- fotografías aéreas de 1972, en la escala de 1:25.000, y
- fotografías aéreas de 1994, en la escala de 1:25.000.

El conocimiento de la evolución urbana por medio de las fotografías aéreas seleccionadas *quedose* restricto a las áreas *de entorno* inmediato de los observatorios seleccionados. Esas, fueron tomadas como áreas de *muestras* de la evolución urbana, debido *estar* directamente relacionadas con los observatorios seleccionados, lo que representa de una manera directa la influencia del urbano (de la actividad urbana) en el comportamiento de la humedad relativa.

Se entiende que los datos registrados por los observatorios son representativos del *entorno* inmediato, teniendo en consideración las condicionantes de localización de los observatorios. Y que el uso y la ocupación de áreas más distantes, por ejemplo, del *área central del municipio*, no tendrían una influencia directa en registros de los observatorios de Mirante de Santana, Congonhas o IAG.

Para realizar este acompañamiento, la área del entorno inmediato de cada observatorio fue delimitada, siendo concebida como una área de forma cuadrada de 25 Km², teniendo

como centro el observatorio meteorológico. Se elaboró una clasificación de áreas, donde básicamente están representadas áreas construidas y áreas no construidas, conforme las siguientes clases:

- área de vegetación *predominantemente* arbórea;
- área de vegetación *predominantemente* no arbórea;
- área de espacios *predominantemente* libres;
- *cuerpos de agua*;
- ríos y arroyos;
- vías no pavimentadas;
- vías pavimentadas;
- área *predominantemente* construida (casas);
- área *predominantemente* construida con presencia de edificios y,
- área *predominantemente* de industrias, galpones y almacenes.

Tomando como base las clases establecidas, se realizó la interpretación de las fotografías aéreas de la área del entorno inmediato de cada uno de los observatorios para cada año seleccionado (1962, 1972 y 1994). Así, fueron elaborados nueve productos («overlays»), uno para cada año y estación. Posteriormente, los «overlays» fueron dibujados en el *programa computacional* «AutoCad 14» y calculada la área de cada una de las clases por medio de herramienta de este programa.

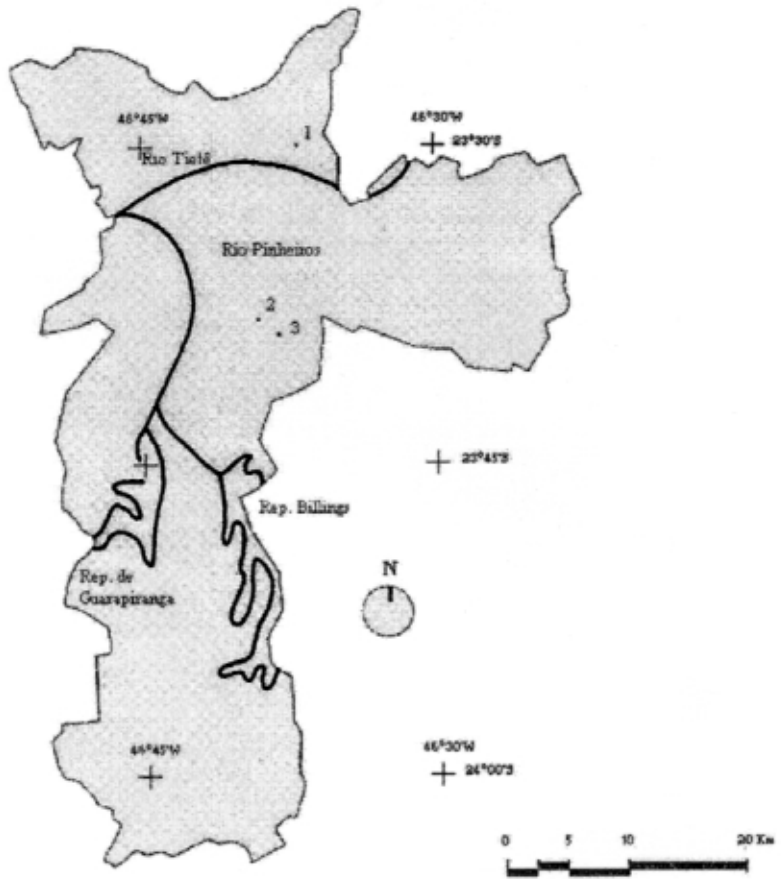
Teniendo los «overlays» dibujados y con las áreas calculadas de cada clase, fue posible visualmente y *cuantitativamente* observar la evolución urbana de la área de entorno en relación a las áreas construidas y áreas no construidas en el *transcurso* de los años abordados.

Con la cuantificación de las áreas de cada clase, fue posible elaborar una curva de comportamiento de la área construida para cada área de entorno. Esto permitió hacer una comparación con la curva de comportamiento de la humedad relativa de los observatorios en el transcurso de los años para constatar la relación entre el comportamiento de la humedad relativa del aire y la evolución urbana.

3. COMPORTAMIENTO DE LA HUMEDAD

La localización de los tres observatorios, *a pesar* de no poseer una representatividad espacial significativa del área del *municipio* puesto que los observatorios IAG y Congonhas están próximos, en la región Sur de la área urbana del *municipio*, y el observatorio Mirante en la región Norte de la área urbana, pueden ser considerados representativos de algunos de los usos y ocupaciones del suelo en la ciudad: el observatorio IAG está en área de parque; el observatorio Congonhas está en área de ocupación restringida y diferenciada, en virtud de estar situado en área de aeropuerto y, finalmente que el observatorio Mirante de Santana está en área densamente ocupada.

Haciendo una comparación de las medias de los tres observatorios meteorológicos, para período anual como para las estaciones del año, se produce que, el observatorio IAG presenta las medias más grandes de humedad relativa. En términos generales, tiene medias en torno de 2% más elevadas que el resto.



1.— Mirante de Santana. 2.— Aeroporto de Congonhas. 3.— I.A.G.

Fuente: EMPLASA / PRE/ SIP / CCA. Organizado por el autor.

Figura nº 1. Localización de los observatorios con registros de humedad relativa del aire en el *Municipio* de São Paulo utilizados en la investigación.

El observatorio Mirante, presenta de modo general, medias con los valores más pequeños, notoriamente después del final de la década de los años 70.

Las diferencias encontradas en las medias de los observatorios pueden ser atribuidas a los condicionantes de localización y ambientales, que son factores significativos. Todavía, el comportamiento similar en la oscilación de las medias mensuales en los 37 años abordados para los tres observatorios, indica que la dinámica climática regional es factor preponderante.

El *desvío padrón* presentó valores *levemente* más grandes para los observatorios Mirante y Congonhas, a nivel anual como para las estaciones del año, indicando para los dos obser-

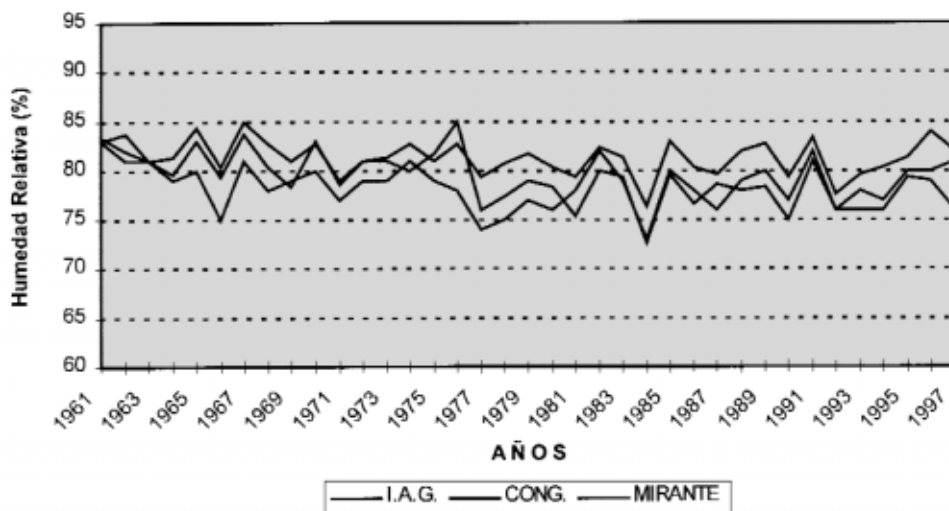


Figura nº 2. Comportamiento de las medias anuales de la humedad relativa para los tres observatorios en el período 1961-1997.

vatorios una variabilidad más grande de la humedad relativa. Esto, puede ser atribuido a la influencia de la urbanización más *intensa* en las áreas alrededor de los dos observatorios.

Las medias decenales anuales indican la disminución de los valores de humedad relativa para los observatorios IAG y Mirante. Para el observatorio Congonhas las medias decenales no son concluyentes. Para las estaciones del año, las medias decenales tienen comportamiento similar.

Confirmando aspectos del comportamiento de la humedad relativa anteriormente expuestos, la *regresión lineal* aplicada a las medias anuales y para las medias de cada estación del año indica, de un modo general, que los observatorios IAG y Mirante tienen tendencia de disminución de los valores de la humedad relativa, mientras Congonhas no presenta tendencia significativa.

La regresión lineal resalta la disminución mayor de la humedad relativa del observatorio Mirante en comparación con IAG y Congonhas para el período estudiado, apuntando para la asociación de esta reducción con la urbanización de las áreas de localización de los observatorios.

4. EVOLUCIÓN URBANA DE SÃO PAULO

A fin de *averiguar* la relación entre el comportamiento de la humedad y la urbanización, era necesario conocer la evolución de la área urbana en el municipio de São Paulo.

La ciudad de São Paulo ya fue descrita como un sitio donde las construcciones *duran menos* que las personas. En su historia más reciente, la ciudad ha estado *marcada* por un intenso proceso de crecimiento y varios planes de reurbanización, verdaderas reconstrucciones urbanas.

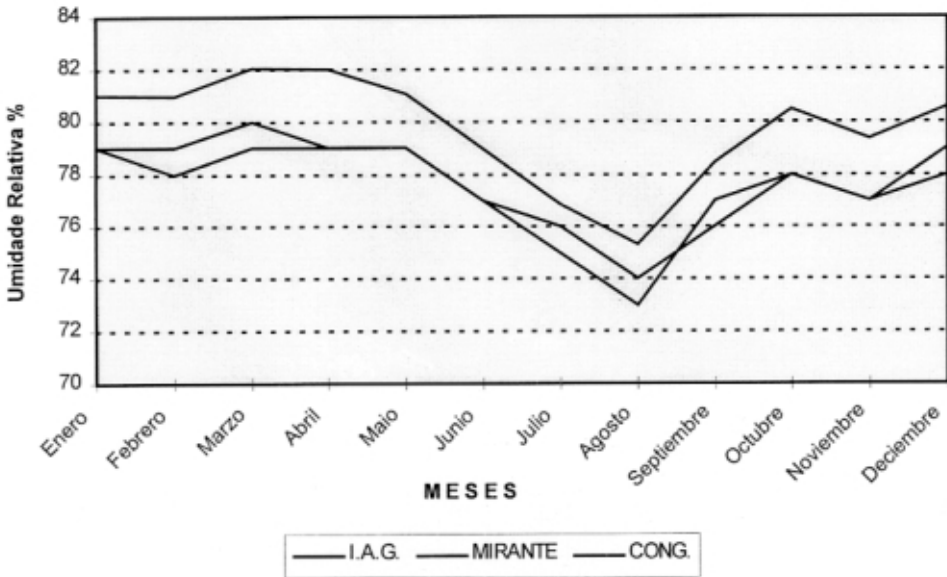


Figura nº 3. Comportamiento de las medias mensuales de la humedad relativa para los tres observatorios en el período 1961-1997.

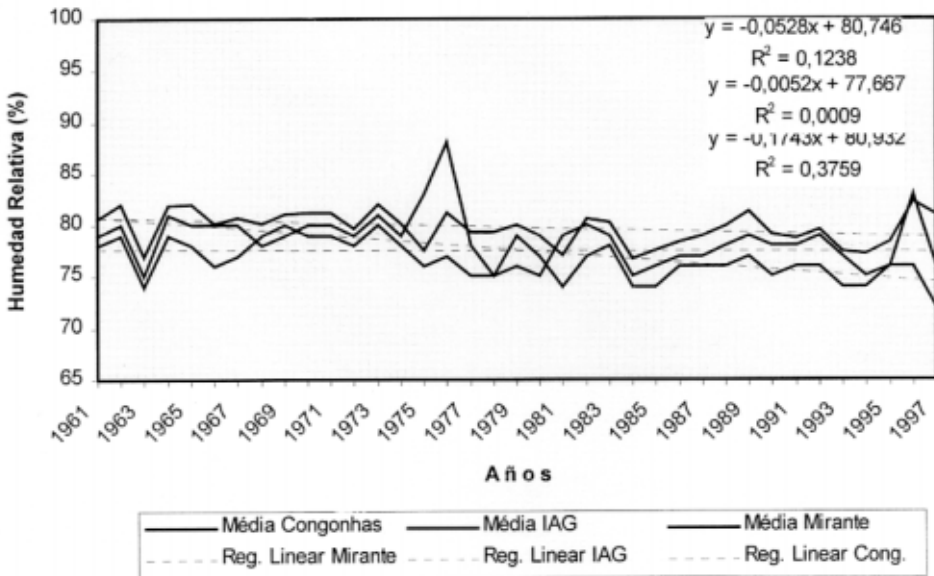


Figura nº 4. Media y regresión lineal anual de U. R. - Estaciones IAG, Mirante y Congonhas - Período 1961-1997.

Puede decir que la ciudad hasta la mitad del siglo XIX, poco *había* crecido desde su fundación. El profesor MILTON SANTOS, en trabajo de 1990, dispone que el área del círculo que contenía la área construida de São Paulo, hasta 1870, no superaba 1 Km y que en 1954, cuarenta años después, este área alcanzaría 15 Km. Y, el área urbana creció nueve veces entre 1950 y 1980, y solamente en la década de 1980, fueron incorporados al área urbana 480 Km².

Como ya se señaló, el conocimiento de la evolución urbana *quedó* restringido a las áreas de entorno inmediato de los observatorios meteorológicos abordados, siendo concebida como una área de forma cuadrada de 25 Km², teniendo como centro el observatorio meteorológico.

En todas las áreas de entorno puede verificarse la intensidad de la urbanización. Hay aumento *acentuado* de la área construida, alterando sensiblemente la cobertura de la superficie de esas áreas. Pasa a haber predominio de las superficies impermeabilizadas en *detrimento* de superficies con áreas verdes y suelo no impermeabilizado. En 1962, las áreas de entorno, casi no presentaban la existencia de *edificios* y las vías de circulación, en su *grande mayoría*, no eran pavimentadas. Ya en 1994, todas las áreas de entorno exhiben vías de circulación casi totalmente pavimentadas y significativas áreas con presencia de *edificios*, *destacando* el entorno del observatorio Congonhas. El observatorio IAG aparece como excepción en relación las áreas con edificios. En la área de entorno del observatorio meteorológico del Mirante de Santana la modificación de la paisaje es *notoria*. Esto se evidencia por la supresión casi que total de las áreas con vegetación y de las áreas de charcos junto al río Tietê, las cuales hoy son ocupadas por varios complejos comerciales e industriales. También, por la ocupación intensa y su expansión por la porción Norte del área, ya próxima al inicio de la Serra da Cantareira, y la instalación de infraestructura como metro y *amplias avenidas*.

El área *de entorno* del observatorio meteorológico del Aeropuerto de Congonhas en 1962, *presentabase* bien urbanizada, destaca en su parte Norte. En 1972, mostró el avance de la urbanización en la dirección Sur, con aumento significativo del área construida en esta parte. En 1994, la superficie estaba totalmente urbanizada; pero tiene el uso y ocupación restringidos en razón de la existencia del propio aeropuerto. Destácanse en su paisaje la fuerte verticalización ocurrida en la su porción Noroeste (barrios Moema — Campo Belo).

El entorno del observatorio meteorológico del IAG, mostró crecimiento y densificación de la ocupación de las áreas alrededor del parque donde está localizado. El área inmediatamente vecina al observatorio, permaneció casi intacta, con el predominio de la vegetación arbórea. La urbanización mostró su marca en el paisaje, no solamente por el incremento del área construida, como también por la implantación de la autopista Rodovia dos Imigrantes y varias industrias de importancia en el sector porción Sur/Sudeste.

5. EVOLUCIÓN DE LAS ÁREAS DE ENTORNO Y LA HUMEDAD RELATIVA

Para entender las posibles relaciones entre la humedad relativa y la evolución urbana se han elaborado gráficos de *correlación* para verificar la relación entre el aumento de la área construida en el entorno de los observatorios y la disminución de la humedad relativa. Los datos para la construcción de los gráficos *componense* de las medias anuales de humedad relativa, en función del porcentaje del área construida en el entorno de cada observatorio meteorológico. Se refieren a los años en que fueron realizadas las interpretaciones de las fotografías aéreas de las áreas de entorno (1962, 1972 y 1994).

Los gráficos muestran que hay una buena *correlación lineal* entre las áreas construidas en el entorno de los observatorios y las medias de humedad relativa para cada uno de los tres años representados. El coeficiente de determinación r^2 es 0,9752 para IAG, 0,7829 para Congonhas y 0,8416 para el Mirante.

La relación de la urbanización de las áreas de entorno con el comportamiento de la humedad relativa, puede ser comprendida también por la observación de la alteración observada en el uso y ocupación del suelo de esas áreas, que resultaran de substanciales transformaciones de de la superficie de las mismas. En 1962, las áreas de entorno, estaban compuestas por superficies no impermeabilizadas, existiendo parcelas considerables de vegetación, espacios libres y áreas de humedal. En 1994, la mayor parte de las áreas de entorno estaba constituida por áreas construidas y superficies impermeabilizadas.

La influencia de las alteraciones de la cobertura de la superficie *se manifiesta* en el área de entorno del observatorio Mirante de Santana. Ese observatorio mostró la mayor tendencia de disminución de la humedad relativa en todos los escenarios de análisis en los 37 años de datos obtenidos. Al mismo tiempo, en su entorno, *grandes áreas húmedas fueron suprimidas*, la vegetación fue sensiblemente reducida y hubo el crecimiento más grande del área construida, alterando el balance térmico e hídrico de la área.

La influencia de la alteración de la cobertura en el comportamiento de la humedad relativa también es perceptible en la área de *entorno* del observatorio Congonhas. Ese observatorio no presentó tendencia nula para los valores de la humedad relativa, debido al *incremento* del área construida y decremento de la área de vegetación.

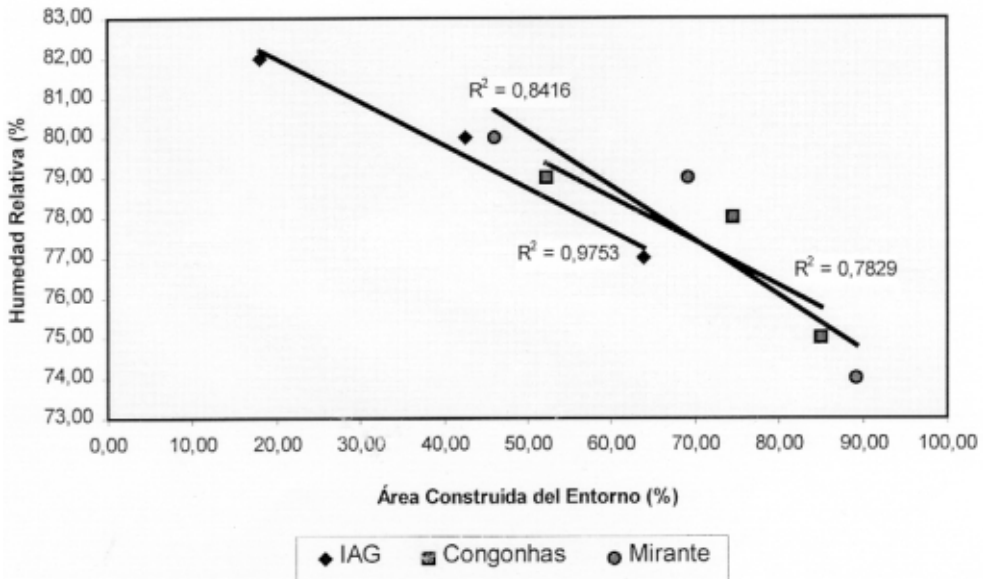


Figura nº 5. Correlación entre las medias de humedad relativa y área construida en el entorno de las estaciones IAG, Mirante e Congonhas - Años 1962, 1972 y 1994.

Ese comportamiento debe ser analizado *observando* la forma por la cual se produjo la alteración de la superficie en el área de entorno y su localización. Teniendo el área más grande construida en el año de 1962, su crecimiento, *comparativamente*, no fue tan intenso como el ocurrido en el entorno del observatorio Mirante. Al mismo tiempo, las áreas de vegetación no tuvieron una eliminación tan intensa como la ocurrida en la área de entorno del observatorio Mirante. Hay que *destacar* que, su localización está más sujeta a la brisa marítima, fría y húmeda, que todas las tardes llega a São Paulo con componente Sur/Sudeste.

Alteraciones de la cobertura de la superficie, verificadas en la área de entorno del observatorio del IAG, *confirman* el *anteriormente* expuesto. Ese observatorio presentó las medias más grandes de humedad relativa, tanto anual como para las diferentes estaciones del año, debido a la existencia de grandes áreas con vegetación. Todavía, el observatorio del IAG presentó tendencia de disminución de los valores de humedad, lo que parece resultar de la propia disminución de las áreas con vegetación y el crecimiento de las áreas construidas. *Destaca* la implantación de varias industrias de gran porte en la porción Sudeste de su área de entorno, siendo importante observar que los vientos predominantes en la región de la ciudad de São Paulo son de la dirección E, SE, y S, que son vientos que atraviesan el área de las industrias.

Aspecto importante en la evolución de las áreas de entorno de los observatorios es la alteración de la cobertura de las vías de circulación, las cuales en 1962 eran, en su casi totalidad, no pavimentadas. En 1994, prácticamente todas las vías pasan a estar *pavimentadas*, en su *gran mayoría* con material asfáltico. Ese tiene un gran poder de absorción de calor, lo que altera el balance térmico y el hídrico, como consecuencia hay un calentamiento más grande y una mayor evaporación del agua.

6. CONCLUSIONES

Varios aspectos analizados en el presente estudio sobre el comportamiento de la humedad relativa se relacionan con el comportamiento de la temperatura del aire. El incremento de la temperatura lleva, en general, a la disminución de la humedad relativa.

El observatorio Congonhas, aunque muestre tendencia de aumento de la temperatura, constatado por CABRAL (1997), no muestra tendencia de disminución de la humedad relativa, lo que demuestra que deben ser considerados los aspectos *geo ecológicos* y *geo urbanos* para el entendimiento del comportamiento de los elementos climáticos en áreas urbanas.

El análisis conjunto de los datos de humedad relativa y de la evolución urbana de las áreas de entorno, mostró una tendencia de disminución de la humedad relativa para los observatorios Mirante y IAG, mientras el observatorio de Congonhas presentó tendencia nula, demostrando, con ello, que los aspectos *geo ecológicos* y *geo urbanos* actúan sobre el comportamiento de la humedad relativa, provocando diferencias micro climáticas, las cuales todavía, no dejan de estar subordinadas a las condiciones *meso climáticas*.

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

Referencias

CABRAL, Y. (1997): *Análise das alterações climáticas da Cidade de São Paulo (1887-1995) no contexto da expansão de sua mancha urbana*. Dissertação (Mestrado em Geo-

grafia), Departamento de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo.

OKE, T. R. (1978): *Boundary Layer Climate*. London, Methuen & Ltd. A. Halsted Press Book, John Wiley & Sons, New York, 372 pp.

SANTOS, M. (1990): *Metrópole Corporativa Fragmentada. o caso de São Paulo*. Ed. Nobel/Secretaria de Estado de la Cultura, São Paulo, 177 pp.

Bibliografía

ADEBAYO, Y. R (1987): *The Effect of Urbanization on some characteristics of Relative Humidity in Idaban*. Journal of Climatology, v. 7, pp. 599-607.

ADEBAYO, Y. R. (1991): *Day-Time Effects of Urbanization on Relative Humidity and Vapour Pressure in Tropical City*. Theoretical and Applied Climatology, v. 43, pp. 17-30.

AHRENS, C. D. (1987): *Meteorology Today's. Na Introduction to Weather, Climate and the Environment*. Ed. West Publishing Company, 2ª Ed., New York.

BRANDÃO, A. M. P. M. (1996): *O clima urbano de la cidade del Rio de Janeiro*. Tese (Doutorado em Geografia), Departamento de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras y Ciências Humanas de la Universidade de São Paulo.

CHANDLER, T. J. (1967): *Absolute and Relative Humidities in Towns*. Bulletin of American Meteorological Society, v. 48, nº 06, pp. 394-399.

FRANÇA, A. (1946): *Estudo sobre o clima de la bacia de São Paulo*. Tese (Doutorado em Geografia), In Boletim LXX da Faculdade de Filosofia, Ciências y Letras de la Universidade de São Paulo, 59 pp.

HAGE, K. D. (1975): *Urban-Rural Humidity Defferences*. Journal of Applied Meteorology, v. 14, pp. 1277-12833.

HENRY, J. A. et al. (1985): *Urban and Rural Humidity Distributions: Relationships to Surface Materials and Land Use*. Journal of Climatology, v. 5, pp. 53-62.

JAUREGUI, Y. & TEJEDA, A. (1997): *Urban-Rural Humidity Contrasts in Mexico City*. International Journal of Climatology, v. 17, pp. 187-196.

KOPEC, R. J. (1973): *Daily Spatial and Secular Variations of Atmospheric Humidity in a Small City*. Journal of Applied Meteorology, v. 12, pp. 639-648.

LANDSBERG, H. Y. (1981): *Urban climates*. Academic Press, New York.

LEE, D. O. (1991): *Urban-rural Humidity Dfferences in London*. International Journal of Climatology, v. 11, pp. 577-582.

LOMBARDO, M. A. (1985): *Ilha de Calor nas Metr6poles. O Exemplo de São Paulo*. Ed. Hucitec, São Paulo.

MARTÍN VIDE, J. (1990): *La percepción del clima en las ciudades*. Revista de Geografía, XXIV, Barcelona, pp. 27-33.

TARIFA, J. R. (1977): *Análise comparativa de temperatura y umidade na área urbana y rural de São José dos Campos (SP), Brasil*. Geografia, Rio Claro, Ano 2, nº 4, pp. 59-80.

TRA VIS, D. J. et al. (1987): *Influence of Meteorological Conditions on Urban/Rural Temperature and Humidity Dfferences for a Small City*. Southeastern Geographer, v. XXVII, nº 2, pp. 90-100.