

**Arquitetura Moderna Brasileira:
Diálogos Possíveis com o Desenvolvimento Sustentável**

Oreste Bortolli Junior

Professor Doctor, USP, Brasil
oreste@usp.br

RESUMEN

El artículo parte del supuesto de que las cuestiones climáticas predominantes en Brasil conducen a los proyectistas y constructores a un universo de enfrentamientos para la elaboración del proyecto arquitectónico y urbanístico. De este modo, se toman como ejemplares dos edificios paradigmáticos de la arquitectura moderna brasileña situados en clima tropical húmedo - el Palacio Gustavo Capanema y el Museo de Arte Moderno - MAM Rio, los cuales, de antemano, están diseñados sincronizadamente junto a las cuestiones y recursos pioneros de sostenibilidad. Con la intención de responder a esta pregunta, el artículo presenta en su interior los resultados de dos análisis del desempeño del confort ambiental de dichas obras, con el objetivo de identificar subsidios de proyección en clima tropical húmedo

PALABRAS CLAVE: Arquitectura y clima; arquitectura moderna brasileña; Palacio Gustavo Capanema, MAM-Rio.

INTRODUCCIÓN

La arquitectura es esencialmente un arte: un arte visual, un arte plástico, un arte espacial. Sin embargo, se debe percibir que la experiencia de la arquitectura es recibida por todos nuestros sentidos y no sólo por la visión. Así, la calidad del espacio es medida por su temperatura, su iluminación, su ambiente, y por el modo en que el espacio es servido de luz, aire y sonido debe ser incorporado al concepto de espacio en sí.

Louis Khan

El presente artículo tiene como punto de partida el supuesto de que las condiciones climáticas en gran parte contexto brasileño desde el período colonial hasta tiempos recientes, las construcciones, incluso de manera empírica, ya eran motivo de preocupación y factores condicionantes para los proyectistas y constructores, los cuales buscaban recursos para enfrentar el clima tropical predominante en Brasil, introduciendo materiales y recursos para reducir el calor, la fuerte irradiación, la ventilación, la iluminación natural, el frío y la humedad. Para aclarar estos aspectos, fueron seleccionados dos edificios modernistas emblemáticos en Río de Janeiro, el Ministerio de Educación y Salud - MES, hoy Palacio Gustavo Capanema, construido en la Era Vargas y el Museo de Arte Moderno de Río de Janeiro MAM Rio, ambos edificadas en un momento provechoso para la evolución de la arquitectura brasileña, en la misma ciudad, en dos contextos diversos.

El Palacio Gustavo Capanema había sido implantado en una zona central, densa y verticalizada. El MAM Rio, junto al mar. Para ambas obras se presentan procedimientos científicos elaborados por el físico Oscar Corbelha en el sentido de medir el desempeño del confort ambiental de estos dos marcos arquitectónicos, construidos en clima tropical, concebidos en gran parte bajo las teorías del arquitecto franco-suizo Charles - Edouard Jeanneret, conocido como Le Corbusier.

OBJETIVOS

Puntuando el período modernista en el contexto carioca, el objetivo central de este artículo discute la estrecha relación entre construcción de los recursos tradicionales de sostenibilidad, junto al contexto histórico, urbano y arquitectónico. Como objetivo específico, el trabajo señala dos obras de referencia en la ciudad de Río de Janeiro, Lo que pone de manifiesto el supuesto de que las cuestiones climáticas de la parte de clima tropical de Brasil ya preconizaban procedimientos sostenibles en la construcción. En este sentido, trae a la luz dos

evaluaciones de dos edificios, las cuales tratan del desempeño ambiental, en la medida en que ambas construcciones se valen de recursos arquitectónicos, reinventados para enfrentar las adversidades del clima tropical.

METODOLOGÍA / MÉTODO DE ANÁLISIS

Como estrategia metodológica, la narrativa del artículo puntúa dos proyectos arquitectónicos de dos edificios públicos que abrazaron los principios del modernismo, testimonios notables de una estética impactante, conectados con las condiciones climáticas del medio ambiente en que fueron implementados. En una escala más específica de investigación, estudios de casos son expuestos, a partir del método de análisis de confort ambiental, sistematizado por el físico Oscar Corbella. Para ello se hizo también necesario una idea metodológica indispensable, es decir, el estudio y revisión bibliográfica sobre tema, tema y recorte.

FUENTES DE EMPLEO DE LOS ELEMENTOS DE CONFORT AMBIENTAL

Las primeras aproximaciones en la búsqueda de los recursos de sostenibilidad en la arquitectura y urbanismo en Brasil surgen desde el período colonial. En los núcleos urbanos, el caserío posicionado en calles estrechas, así como en el ámbito rural las residencias aisladas eran mayormente edificadas con tejados de tejas cerámicas dotadas de amplios aleros y generosas balcones. Las venecianas y los muxabis eran ampliamente adoptadas, recursos que se mantienen aplicados hasta tiempos recientes. Por lo tanto, desde entonces ya se planteaba a los Proyectistas y constructores, el problema de combate al calor, el control proveniente de la fuerte insolación y la ventilación. También los cobogós, como¹ son llamados popularmente, son elementos moldeados, utilizados a partir de 1930, ejerciendo la función de sombreado al componer paneles con bajo costo de producción que permiten ventilación permanente, sombra, filtro de luz y el contacto permanente con el ambiente externo. El caserío y las residencias rurales mantuvieron estos recursos² hasta mediados del siglo XXI. Sin embargo, teniendo en cuenta el crecimiento económico del país, evoluciones morfológicas en gran parte de las construcciones se observan cuando se instaura en el país la llamada arquitectura moderna, cuya evolución puede también atribuirse a los arquitectos inmigrantes procedentes de otras partes, llevando en su equipaje ideas revolucionarias de la vanguardia europea, habiendo operado una verdadera revolución en Brasil. Hecho relevante para la arquitectura y el urbanismo en Brasil fue la invitación, de parte de Lucio Costa al arquitecto franco-suizo Charles- Edouard Jeanneret, más conocido como Le Corbusier, para elaborar los primeros esbozos del proyecto del Ministerio de Educación y Salud, Hoy Palacio Gustavo Capanema (figuras 1, 2, 3, 4, 5 y 6), para el cual indica los

¹El Cobogó surgió en el Nordeste, más precisamente en la ciudad de Recife por invención de los ingenieros Amadeu Oliveira Coimbra, Ernest August Boeckmann y Antonio de Góes. Los bloques filtrados, que hoy toman forma a partir de los más variados materiales, fueron inspirados en elementos de la arquitectura árabe y de ese modo, bautizados por sus creadores, a partir de sus iniciales: CO-BO-GÓ. Su origen es también vinculado a nuestra colonización portuguesa.

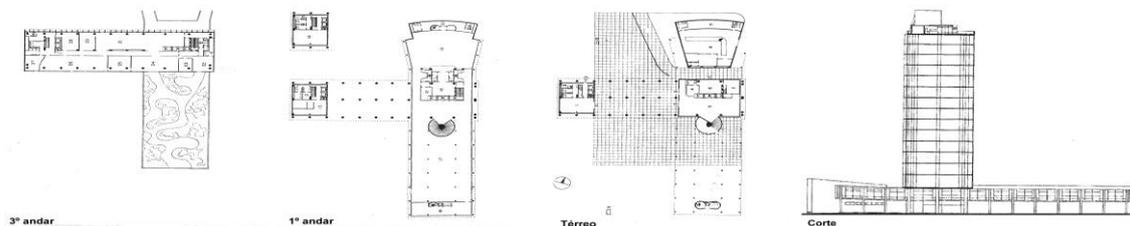
² Se atribuye la invención de los cinco puntos de la arquitectura a Le Corbusier. No obstante, estos puntos fueron anticipados en la construcción de la Unidad de Vivienda Narkomfin en Moscú, diseñada por Moisej Ginsburg, 20 años antes de que Le Corbusier concibiera la unidad de Vivienda de Marsella, Ginsburg ya había creado esta teoría y ya se valió de los cinco puntos para el proyecto de Narkomfin. Mosej I. Ginzburg; Milinis J. Ignatij, Narkomfin, p. 194.

cinco puntos: planta baja libre con pilotis, fachada libre, ventana en cinta, planta libre y terraza jardín .

Segundos tales principios, los pilotis liberaron la edificación del suelo, posibilitando la continuidad del paisaje, favoreciendo la ventilación y la remoción de la humedad. La fachada libre en la que las ventanas pueden ocupar toda la extensión de la pared, asegura el uso de nuevos materiales para cierre, como el vidrio o bloques colados, ganando mayor luminosidad interna, ventilación y nuevas configuraciones de fachada. La ventana en cinta abre amplio contacto con el exterior, favoreciendo la iluminación natural. Para estas aberturas, en el sentido de controlar los niveles de iluminancia Le Corbusier desarrolló estudios de dispositivos de control de la radiación solar directa para viabilizar los cerramientos con vidrio, sistema ese denominado de brise-Soleil. *La planta libre, a su vez, se convirtió en una solución plausible, propiciando una estructura independiente de paredes, y una organización espacial según la necesidad del uso. La terraza jardín, como multiplicador de la zona útil, representa ganancia de calidad a la edificación.*

Para Bruand (2002, p.12) las teorías de Le Corbusier causaron una verdadera revolución en Brasil tanto para el enfrentamiento de las condiciones climáticas, como para la plasticidad de las edificaciones.

Figura 1: Plantas y cortes del Palacio Gustavo Capanema



Fuente: Mindlin (1999), pp. 220-221

Figuras 2,3 ,4, 5 y 6: Vista aérea, terraza jardín, planta baja con azulejos de Portinari, salón noble con escultura de Celso Antônio



Fuentes: [http://tyba.com.br/br/resultado/? búsqueda=Pal%C3%A1cio%20Capanema#registro-cd393_133.JPG](http://tyba.com.br/br/resultado/?búsqueda=Pal%C3%A1cio%20Capanema#registro-cd393_133.JPG) - acceso el 14 de diciembre de 2010

Patrimonio Histórico y Artístico Nacional (Iphan)

[https://br.pinterest.com/pin/362469470003978321/visual-search/? x=16&y=10&w=538&h=356&cropSource=6](https://br.pinterest.com/pin/362469470003978321/visual-search/?x=16&y=10&w=538&h=356&cropSource=6) - acceso el 14 de diciembre de 2010

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Edif%C3%Adcio_gustavo_capanema_\(10478647676\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Edif%C3%Adcio_gustavo_capanema_(10478647676).jpg) - acceso el 14 de diciembre de 2010

<https://br.pinterest.com/pin/352054895846844261/visual-search/> - acceso el 14 de diciembre de 2010

PALACIO GUSTAVO CAPANEMA - ESTUDIO DE CASO

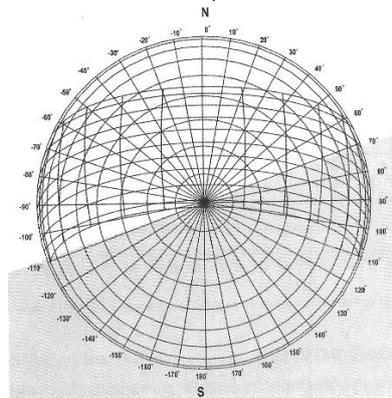
El primer análisis de desempeño ambiental realizado por Corbella (2003) se refiere al edificio Palacio Capanema (1937-1943), que para Mindlin (1999, p.218) es el símbolo más impactante de la arquitectura moderna en Brasil y la primera aplicación, a escala monumental de las ideas de Le Corbusier. Sin embargo, la autoría final de este edificio quedó a cargo de Lucio Costa, Oscar Niemeyer, Carlos Azevedo de León, Jorge Moreira, Affonso Eduardo Reidy y Ernani Vasconcelos. El bloque de 14 pisos es elevado del suelo sobre pilotis de 10 m de altura, entrecruzado por dos alas bajas en el sentido transversal, ocupada por un lado por el auditorio; el otro por una gran sala de exposiciones abierta a una terraza-jardín de Roberto Burle Marx. Se destaca un amplio margen de espacio libre en el acceso al edificio - un verdadero "Propileus", como define Segre (2013, p.270), en el que hay una alabeo realizada por un panel de azulejos diseñados por Portinari, espacio ese que posibilita libre circulación de peatones, así como bañar el edificio de luz, de aire y de sol. Ese ambiente configura una plaza, de la cual por medio de ángulos visuales el pasajero puede disfrutar de los mejores ángulos del edificio. La planta del piso-tipo con 3 filas de pilares permite los más diversos arreglos funcionales. El edificio se caracteriza por dos imponentes alabeos laterales, revestidos de granito, contrastando con la fachada sudeste completamente acristalada, y con la otra al suroeste, protegida por brisis-soleils móviles horizontales.

Tanto para el Palacio Gustavo Capanema como para el Museo de Arte Moderno, el método del análisis de desempeño propuesto por Corbella (2003, pp. 58-65) se pauta en las etapas, a saber:

- Breve descripción del edificio, ubicación y autor;
- consideraciones sobre la forma del edificio y el diseño interno;
- Datos constructivos y detalles;
- rendimiento del edificio;
- Discusión y conclusiones.

De este modo, teniendo en cuenta los aspectos arriba enumerados para la evaluación del Palacio Gustavo Capanema Corbella inicia con la Breve descripción, **ubicación y autoría, en la que realiza una especie de ficha** catalográfica de la edificación. Prosigue hacia la **Forma del Edificio y Diseño interno, señalando** que la cuadra abierta está envuelta por una gran cantidad de edificios, en zona densamente ocupada, con similar o de mayor altura. Marcado por el contraste entre la horizontalidad de la primera planta - auditorio y sala de exposiciones, el bloque horizontal está dispuesto con su eje principal casi en la dirección N-S, con 18º de diferencia, como se puede observar ^{en la} máscara solar (figura 7). El bloque vertical, donde están ubicadas las oficinas, con planta rectangular, tiene su eje principal perpendicular al eje de los bloques bajos, mencionando además que tal espacio, con la planta libre, se caracteriza como amplio y flexible. La planta baja conforma un espacio abierto bajo pilotis y sirve como zona libre para paso de peatones.

Figura 7: Máscara solar correspondiente a la fachada norte

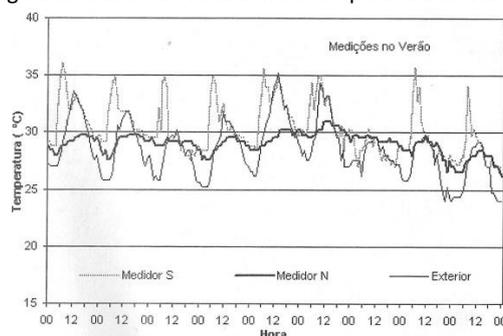


Fuente: Corbella (2003, p. 61)

Refiriéndose a los **Datos Constructivos y Detalles Corbella (2003)** detecta que las paredes mirando hacia Este y Oeste, ignorando la diferencia de 180°, con ^{área menor} están totalmente selladas. La parte norte está cubierta por brisis-soleils horizontales y móviles, una de las características más llamativas de la volumetría. Los Brises fueron ejecutados con láminas de fibrocemento, fijadas en grandes láminas de hormigón a través de estructuras conectadas al eje. La cara sur está completamente sellada con láminas de vidrio. Salvo algunas salas para las cuales se previó el uso de aire acondicionado, el edificio fue pensado para ser enfriado por la ventilación natural, y la radiación solar controlada a través de los Brises móviles.

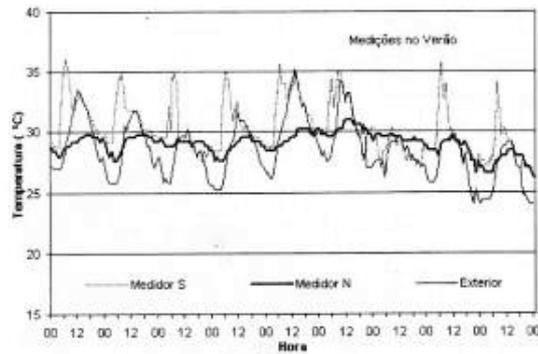
Sobre el **Desempeño del Edificio el autor** toma en cuenta los aspectos térmicos y lumínicos, efectuando mediciones en varios períodos, en días con poco viento en el sentido de observar variaciones en las diferentes regiones. Así, en las mediciones de temperatura en verano, observa que ocurre el calentamiento producido por el sol cerca de la fachada sur durante la mañana (figura 8), lo que sugiere que dicha fachada también debería ser protegida, al igual que en la fachada norte. Sin embargo, en invierno, observa que en las mediciones de esa estación en el lado sur y el norte siguen el mismo patrón (figura 9), con pequeñas variaciones debidas a las fuentes internas e inercia, procedentes del edificio y del mobiliario interno.

Figura 8: Gráfico de variación de temperatura en verano



Fuente: Corbella (2003, p. 62)

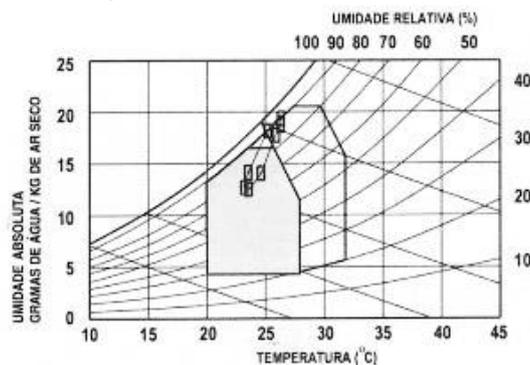
Figura 9: Gráfico de variación de temperatura en verano



Fuente: Corbella (2003, p. 63)

Simulaciones realizadas con el programa CASAMO-CLIM muestran resultados coherentes con el análisis realizado (figura 10), pues según Corbella a ese programa se proporcionaron datos de la forma, materiales, superficies y fuentes de calor del edificio, así como la variación de temperatura y la unidad relativa externa en el mes de agosto. Los resultados de la simulación muestran que en ese mes es posible tener un buen nivel de confort térmico debido a la ventilación cruzada. Los resultados de las simulaciones para el verano son también coherentes con los análisis, demostrando la necesidad de proteger el edificio del sol de la mañana. Mediciones puntuales de iluminación detectan excelente nivel alcanzado en el interior, en las partes sin divisiones hasta el techo, subrayado que el proyecto originalmente las previó a 1,80 del piso, relata el autor.

Figura 10: Resultados de la simulación



Fuente: Corbella (2003, p.63)

Con respecto a la cuestión Discusión y conclusiones, **Corbella (2003) observa incluso** que las soluciones elegidas para el control solar no fueron totalmente correctas, el proyecto tuvo la audacia de intentar ser creativo y racional. Y la decisión de colocar bajo pilotis un edificio sin aire acondicionado sigue siendo una solución acertada para un clima tropical húmedo, ya que aleja el cuerpo del edificio de la zona más húmeda y aumenta las pérdidas de convección por la base, favoreciendo el desplazamiento y el confort térmico y visual en una zona densa de edificaciones. Para el autor, un buen resultado, fue de adoptar el conjunto de *brise-soleils* en la

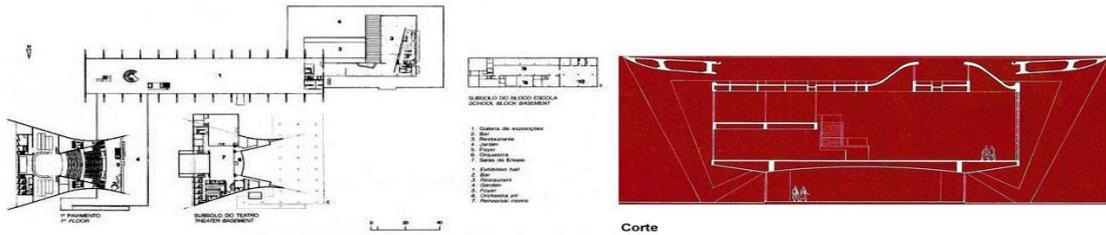
fachada norte, alejado 50 cm del plano de la edificación, pues de ese modo, el aire circula libremente a lo largo de toda la fachada, dificultando así la transmisión de calor, por conducción al interior del edificio. Los mayores problemas en el medio ambiente interno se deben al insuficiente control solar. Por lo tanto, la fachada casi sur, totalmente acristalada, sin protección solar no habría sido recomendada, pues debido a la falta de protección de esta fachada, que en verano recibe radiación solar desde el amanecer directo hasta mediodía. Las mediciones realizadas durante el invierno muestran que se alcanzan temperaturas similares en las dos fachadas del edificio. Esto ocurre porque el lado norte está protegido por brise-soleils que no permiten ninguna entrada de radiación solar directa y el lado sur no está expuesto a irradiación directa en esta época del año. Por lo tanto, ambos lados reciben sólo la radiación difusa, que contribuye a la iluminación natural interna.

MAM Rio - ESTUDIO DE CASO

Diseñado por Affonso Eduardo Reidy, una de las más posibles voces de la arquitectura brasileña, dueño de un lenguaje conciso, exacto e inconfundible (Cavalcanti ,2001, p.30), el Museo de Arte Moderno - MAM Río (figuras 11, 12, 13, 14, 15 y 16) fue construido por el esfuerzo de un grupo de intelectuales y personas de la sociedad carioca. Fundado en 1948, se instaló provisionalmente en el espacio de los pilotis del Palacio Gustavo Capanema. El edificio definitivo fue inaugurado en 1968, implantado en la costa donde se convertiría en el Aterro do Flamengo. El proyecto de Reidy, en gran parte inspirado en Le Corbusier, fue totalmente orientado al diálogo con el magnífico paisaje de las montañas, de la bahía de Guanabara, y del propio futuro parque del Flamengo. Buscando no entrar en conflicto con la naturaleza, optando por una composición predominantemente horizontal, para acentuar el animado perfil de las montañas, Reidy diseña la estructura, como elemento determinante de la composición plástica para liberar las columnas y la vista al mar, lanzado a mano de catorce pórticos de hormigón armado aparente, espaciados cada 10 m, con vigas venciendo vanos de veintiséis metros en el sentido transversal. El pabellón de exposiciones es apoyado en las columnas verticales, lanzado por cables metálicos en las vigas del pórtico, con aberturas de la iluminación zenital. El bloque administrativo se desprende del cuerpo central, en medio de un hermoso patio, en el que el plano paisajístico de autoría de Roberto Burle Marx dibuja un recinto espectacular, con espejos de agua y papiros egipcios, formando de esa manera una apacible *promenade architecturale*. Contiguo al sector administrativo, una rampa conduce al visitante a la terraza-jardín que da acceso al restaurante. Es de ese plano, que para Cavalcanti (2001, p. 50) la terraza poblada de plantas está cubierta en parte por otra pérgola en concreto armado apoyada sobre pilares metálicos, proporciona ritmo y punto de vista al paisaje transformándolo en uno de los más bellos puntos de la ciudad de Río de Janeiro.³

³ El término *Promenade Architecturale* fue creado por Le Corbusier para Villa Savoye. Significa la percepción del recorrido al edificio y a su interior, proporcionando confort y buenas sensaciones visuales para los visitantes.

Figura 11: MAM Río, plantas y corte



Fuentes: Bonduki (1999), s/p; Cavalcanti (2001 p. 47)

Figuras 12, 13, 14, 15 y 16: Vista aérea, espejo de agua, pilotis, terraza y plano paisajístico



Fuentes: Xavier et al (1991), foto de la portada;

<https://diariodorio.com/mam-rio-convida-a-comunidade-surda-para-eleger-o-sinal-que-a-identificara-em-libras/>
- acceso el 15 de diciembre de 2020

<https://vejario.abril.com.br/ciue/cena-carioca-director-mam/> - acceso el 15 de diciembre de 2020;

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mam_rio.jpg - acceso el 15 de diciembre de 2020; Cavalcanti (2001) p. 47

<https://br.pinterest.com/pin/446419381794546538/> - acceso el 15 de diciembre de 2020

Refiriéndose al **Museo de Arte Moderno - MAM Río por Corbella (2003, pp. 88-97)** adopta la misma sistematización, trata de la Breve Descripción del edificio, Ubicación y Autoría del edificio En Consideraciones sobre *la forma* del edificio y diseño interno resalta la horizontalidad de la planta, el uso de la estructura colada y transparente, con un total de 14.000 m², con 130 m en la dirección longitudinal, por 26 m en la dirección transversal, libre de columnas en los espacios expositivos lo que fue favorable para la flexibilidad del diseño para las diversas exposiciones. Las demás partes del museo se extienden por el terreno en bloques intercomunicados por un jardín, y una gran terraza con espacio libre, que además de albergar el restaurante es también utilizado para exposición de esculturas.

Sobre los **Datos constructivos** destaca el espacio fluido que da sentido de continuidad, resaltando el perímetro externo, completamente acristalado con el vidrio del tipo Polaroid que cambia de color conforme al nivel de luminancia externa. Subraya la importancia de las divisiones internas, hechas con paneles ligeros. Enfatiza la estructura del cuerpo central que conforma una gran marquesina para proteger las fachadas, los grandes setos en la cobertura y la utilización del hormigón aparente, tomando pleno partido de su forma, textura y color.

Refiriéndose a las Condiciones ambientales, Corbella (2003) observa la constante integración del proyecto arquitectónico al paisaje, par y par con la protección de la radiación solar, notando la disposición mayor del eje mayor del edificio en el sentido Este-Oeste y el diseño del techo y de las columnas protegen las fachadas Norte y Sur. Los tabiques laterales son ciegos y protegen de la fuerte insolación de los lados Este y Oeste. Resalta que el proyecto aprovechó la iluminación natural con el propósito de valorizar las obras de arte con la luz diurna, una vez que la iluminación zenital en la galería de exposiciones fue dispuesta de la siguiente manera: en las áreas de menor pie derecho, la entrada de luz es por los laterales, y en las zonas donde el pie

derecho es doble se han utilizado Sheds y linternas. Destaca que la iluminación artificial ha combinado dos tipos de lámparas: incandescentes y fluorescentes, siendo que las fluorescentes, colocadas sobre placas translúcidas de plástico de vinilo, propician al ambiente una iluminación suave. Esta superficie se corta cada dos metros por nichos transversales, donde se disponen reflectores de luz incandescente, equipados con lentes adecuadas y dirigidas a los puntos donde se requiere la iluminación, sin que se produzcan reflejos u ofuscamientos a los visitantes. En el cuerpo del edificio y en la reserva técnica, los paños de vidrio son cerrados y deben ser aislados de las condiciones atmosféricas exteriores, con aire acondicionado central en temperatura entre 24º y 25º C, garantizando la integridad de las obras de arte. El autor señala que la carga térmica procedente de la radiación solar ha sido minimizada debido a la adecuada disposición del edificio, y también por la adopción de los pilares en el diseño estructural, recursos que se miden a través de la máscara de sombra (figura 17).

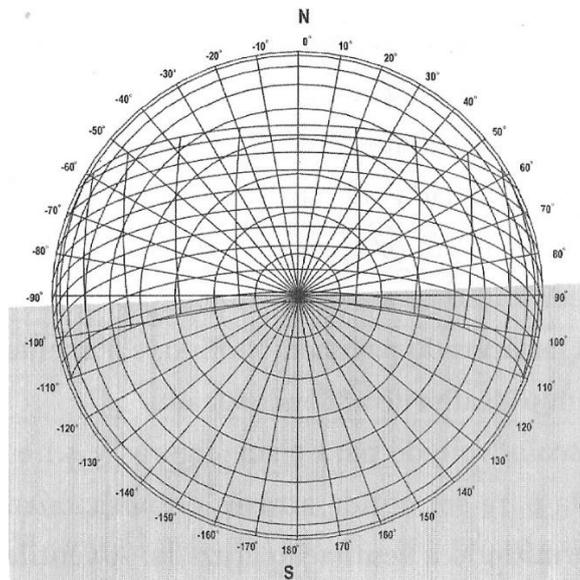
Sobre el viento dominante (fig. 18), incidiendo durante la mayor parte del año en la fachada sur, Corbella (2003) añade que estos hechos no es muy conveniente, causando incomodidad a los usuarios de la planta baja, aumentando la superficie expuesta, incrementando el uso del aire-acondicionado. El gráfico de la figura 19 muestra las mediciones en verano y en invierno, registradas en las zonas sin aire acondicionado. Los registros del acceso siguen de cerca las temperaturas del aire externo, reflejando el acoplamiento convectivo con el exterior. Este aspecto permite un enfriamiento cuando las temperaturas son suaves, pero problemático cuando las

Las temperaturas son altas. Para validar las mediciones se comparó la temperatura exterior con el aeropuerto Santos Dumont, situado a 500m del museo, donde se verificaron valores consistentes. La superficie acristalada del taller tiene cuatro divisiones lineales que pueden abrirse. Por razones prácticas, no se realizaron registros de qué ventanas fueron abiertas y en qué períodos del día y de la noche. Para ello, se realizaron simulaciones junto al programa CASAMO-CLIM, teniendo en cuenta situaciones de aberturas, para observar cuál sería más compatible con los datos registrados. La simulación cuyos resultados siguieron mejor la variación de la temperatura en el interior del taller, como muestra el gráfico (fig. 20), tiene en cuenta casi todas las ventanas abiertas durante la noche y sólo una fila, durante el día. **Por último**, en el marco de las Conclusiones de las mediciones y observaciones, Corbella (2003) considera que el edificio tiene un excelente comportamiento desde el punto de vista térmico y lumínico.

Sin embargo, considera que para proyectos similares, en lugares abiertos con amplia exposición de sol y vientos intensos, los pilotis en una zona abierta contribuyen aún más a aumentar la velocidad del aire, pudiendo acarrear dos problemas, a saber:

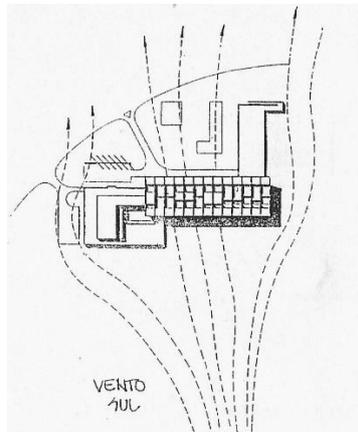
- La gran velocidad del viento en la zona de los pilotis resulta en incomodidad para las personas, no teniendo las beneficiosas funciones resaltadas en el Palacio Capanema, localizado en zona urbana densa;
- el aumento de la velocidad del viento puede contribuir a calentar el suelo de la sala de exposiciones, aumentando la carga térmica y consiguiendo un aumento de energía eléctrica en el sistema de refrigeración mecánica, recomendando además que las ventanas deben ser reducidas o proporcionar apertura sea maleable, con sellado de calidad para que los usuarios no queden expuestos a las molestas velocidades del viento.

Figura 17: Diagrama Solar



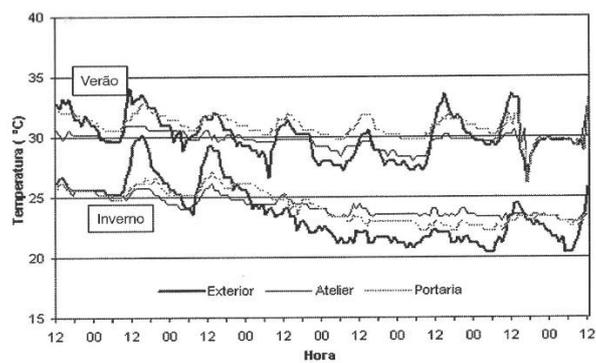
Fuente: Corbella (2003).

Figura 18: Posicionamiento del eje L-O y el viento dominante



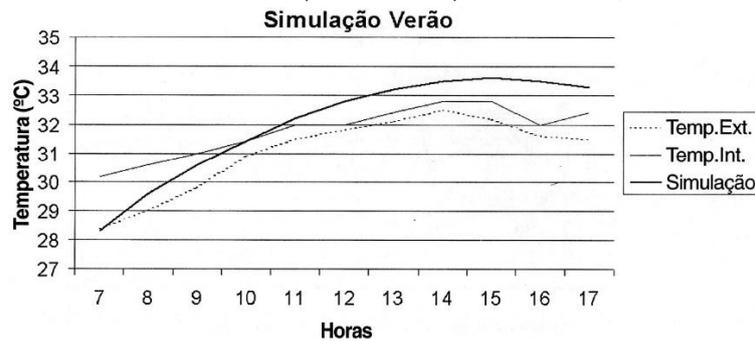
Fuente: Corbella (2003, p. 92)

Figura 19: Gráfico de medidas de temperatura verano e invierno



Fuente: Corbella (2003, p. 95)

Figura 20: Simulaciones durante el período de ocupación del atelier, con Casamo -Clim



Fuente: Corbella (2003, p. 95).

RESULTADOS

Es un hecho que el clima tropical y sus adversidades fueron posiblemente factores de preocupación de los diseñadores y constructores. En este marco los edificios analizados por Corbella dejan claro y que la elección del sitio es de fundamental importancia, en el que los espacios abiertos, tanto los que están conformados por pilotis, cuanto aquellos abiertos y tratados con vegetación y agua guarnecen la edificación por un microclima, proporcionando los mejores niveles, tanto en el ámbito térmico como en el dominio de la luminancia. La planta libre exenta de paredes hasta el techo, el cuidado en la elección de los materiales de construcción y de protección solar, la adopción de la elevación de los edificios, valiéndose de pilotis son soluciones talentosas para el clima tropical húmedo. En resumen, estos procedimientos perpetúan el papel fundamental que la arquitectura moderna desempeña en los proyectos, hasta tiempos recientes.

CONCLUSIONES

Sin duda, el clima fue el factor físico que interfirió ampliamente en la formación de la arquitectura brasileña, ya que el país se sitúa casi enteramente entre el Ecuador y el Trópico de Capricornio, y su parte meridional es bastante cercana a ese Trópico, con temperaturas elevadas durante el verano. El hecho de que el clima tropical que domina la mayor parte de Brasil haya sido uno de los principales determinantes y motivo de preocupación de los arquitectos y urbanistas brasileños, edificios y sus inserciones urbanísticas concebidas con elementos *tradicionales del* período colonial, así como aquellos proyectados según los cánones modernistas preconizados por Le Corbusier presentan condiciones favorables de confort ambiental, como confieren los estudios de los casos que se presentan. El Palacio Gustavo Capanema y el MAM Rio pueden ser considerados como legítimos proyectos seminales que marcaron la genealogía de la arquitectura moderna brasileña, caracterizada por la riqueza de recursos, materiales, ligereza, simplicidad, generando en las UE sus pares en los más diversos usos, asimilados tanto en los futuros edificios públicos como en el mercado inmobiliario de todo el país. Quizás cabe preguntarse si la sostenibilidad tan discutida aparece recientemente, sin embargo, en tiempos remotos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BONDUKI, Nabil Georges. Affonso Eduardo Reidy. Sao Paulo: Ed. Blau; Lisboa: **Instituto Lina Bo y P. M. Bardi**, 1999

BRUAND, Yves. **Arquitectura contemporánea en Brasil**. 4ª ed. rev. São Paulo: Perspectiva, 2002. 399 p.

CAVALCANTI, Lauro (org.). **Cuando Brasil era moderno: guía de arquitectura 1928- 1960**. Río de Janeiro: Aeroplano ,2001. 468 p.

CORBELLA, Oscar. **En busca de una arquitectura sostenible para los trópicos - confort ambiental**. Río de Janeiro: Revan. 2003, 288p.

GINSBURG, Mosej I.; Ignatij, Milinis J. **Narkomfin: Moscú 1928?? 1930**. The O Neil Ford Monograph: Wasmuth ,2016. 194 p.

MINDLIN, Henrique. **Arquitectura moderna en Brasil**. Río de Janeiro: Aeroplano, 1999. 288 p.

SEGRE, Roberto. **Ministerio de Educación y Salud: icono urbano de la modernidad brasileña (1935-1945)**. São Paulo: **Romano Guerra**, 2013

XAVIER, Alberto BRITTO, Alfredo. **Arquitectura Moderna en Río de Janeiro**. San Pablo: Pini; **Fundación Vilanova Artigas**. Río de Janeiro: RIOARTE, 1991. 315 p.

Sitios web

http://tyba.com.br/br/resultado/? búsqueda=Pal%C3%A1cio%20Capanema#registro-cd393_133.JPG

<https://br.pinterest.com/pin/352054895846844261/visual-search/>

<https://br.pinterest.com/pin/362469470003978321/visual-search/? x=16&y=10&w=538&h=356&cropSource=6>

<https://br.pinterest.com/pin/446419381794546538/>

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mam_rio.jpg

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Edif%C3%Adcio_gustavo_capanema_\(10478647676\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Edif%C3%Adcio_gustavo_capanema_(10478647676).jpg)

<https://diariodorio.com/mam-rio-convida-a-comunidade-surda-para-eleger-o-sinal-que-a-identificara-em-libras/>

<https://vejario.abril.com.br/cidade/cena-carioca-diretora-mam/>