

---

# LA PIEL DE LA ARQUITECTURA MODERNA BRASILEÑA: LAS SOLUCIONES DE LA ENVOLVENTE A LA LUZ DE LOS CONCEPTOS DE LA ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA



ÁMBITOS DE INVESTIGACIÓN EN ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE EN LA ARQUITECTURA DE LA  
UPC - UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CATALUÑA

AUTOR: AUGUSTO ALVARENGA

DIRECTORES DE LA TESIS: JAUME AVELLANEDA Y JOSE MARÍA GONZÁLEZ

Barcelona, mayo de 2013

Figura del fondo: La celosía del Parque Guinle del arquitecto Lucio Costa: La nueva arquitectura moderna asociada a la tradición arquitectónica brasileña.

---

# LA PIEL DE LA ARQUITECTURA MODERNA BRASILEÑA:

**LAS SOLUCIONES DE LA ENVOLVENTE A LA LUZ DE LOS CONCEPTOS DE LA  
ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA**

**ÁMBITOS DE INVESTIGACIÓN EN ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE EN LA ARQUITECTURA DE LA  
UPC - UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CATALUÑA**

**AUTOR: AUGUSTO ALVARENGA**

**DIRECTORES DE LA TESIS: JAUME AVELLANEDA Y JOSE MARÍA GONZÁLEZ**

Barcelona, mayo de 2013

## FICHA CATALOGRÁFICA

Autorizo la reproducción y difusión de la totalidad o parte de este trabajo, mediante cualquier medio convencional o electrónico, para fines de estudio e investigación, siempre y cuando se cite la fuente.

LA PIEL DE LA ARQUITECTURA MODERNA BRASILEÑA:  
LAS SOLUCIONES DE LA ENVOLVENTE A LA LUZ DE LOS CONCEPTOS DE  
LA ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA. Barcelona, 2013.

353 p.; 30cm.

Tesis doctoral presentada al programa Ámbitos de  
investigación en energía y medio ambiente en la arquitectura  
de la UPC - Universidad Politécnica de Cataluña.

Autor: Alvarenga, Augusto. Directores de la Tesis:  
Avellaneda, Jaume. González, Jose Maria.

1. Arquitectura. 2. Sostenibilidad. 3. Construcción Civil.

A mi **Emilia**, que me trajo a esta hermosa ciudad, y nunca dudó de que íbamos a llegar hasta el final; a mis hijos **Artur** y **Camila** que comprendieron la distancia durante los años que estuve aquí; a mi hija **Elena** que cumplió su primera infancia mientras escribía este trabajo; y a **María**, que nació casi junto con esto.

# AGRADECIMIENTOS

No es pot deixar de començar aquesta dedicació al professor Rafi, que molt abans de conèixer-se els termes de la sostenibilitat, ja l'aplicada seriosament, gràcies especialment al seu gran esforç per ensenyar tot, i el que realment creat una arquitectura per al medi ambient.

Acradesco als meus directors, professors Jaume Avellaneda i José María González, per la seva paciència durant aquests llargs anys de desenvolupament i s'han dirigit amb mestria aquesta tesi doctoral per al seu resultat.

Ao profesor Tarcisio Bahia de Andrade, que me coorientou e foi fundamental na construção de meu entendimento da arquitetura moderna brasileira.

Aos meus pais, Mario e Arlete, por terem possibilitado a mim uma educação tão avançada como a que alcanço agora.

A la Universidade Federal do Espírito Santo, que me permitió la suspensión temporal, de mis funciones académicas, que hizo posible la mejora de mis conocimientos en esta importante Universidad.

Al Gobierno español, al Catalán y al de Barcelona, que mantienen un centro de excelencia como la UPC y por la gran acogida que hemos tenido en esta gran ciudad.

## RESUMEN

ALVARENGA, Augusto. **La Piel de la Arquitectura Moderna Brasileña: las soluciones de la envolvente a la luz de los conceptos de la arquitectura bioclimática.** Tesis doctoral presentada al programa: Ámbitos de investigación en energía y medio ambiente en la arquitectura de la UPC - Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, 2013.

El periodo de la arquitectura brasileña comprendido entre los años 30 y los 60 siempre ha sido reconocido internacionalmente y por la academia brasileña como uno de los más importantes de toda la historia arquitectónica de aquel país. Este periodo, que se conoce como arquitectura moderna, ha sido evaluado en relación con el tratamiento de las cuestiones ambientales y las soluciones de acondicionamiento pasivo desarrollado por los arquitectos brasileños de la época. La influencia de la arquitectura colonial, que ha sido estudiada en el tratamiento de la envolvente de los edificios, se presenta como la gran contribución de ese periodo histórico para el desarrollo de la arquitectura moderna a nivel nacional e internacional.

**Palabras clave:** Arquitectura Moderna Brasileña, Arquitectura Sostenible, Arquitectura Bioclimática.

## ABSTRACT

ALVARENGA, Augusto. **The skin of modern Brazilian architecture: Analysis of the envelope solutions in the light of contemporary concepts of architecture bioclimatic.**

Thesis Doctoral submitted to the program: ámbitos de investigación en energía y medio ambiente en la arquitectura de la UPC – Polytechnic University of Catalonia. Barcelona, 2011.

The period of Brazilian architecture between the years 30 to 60 has always been recognized internationally and by the Brazilian academia as one of the most important of all architectural history of this country. This period, known in literature as modern architecture, has been evaluated in relation to the environmental questions and the solutions of passive conditioning developed by brazilian architects of that period. The influence of the colonial architecture was studied and the careful treatment of the envelope of the buildings is evaluated and presented as the difference in the contribution that historical period for the development of this new architecture nationally and internationally.

**Key words:** Modern Brazilian Architecture, Sustainable Architecture, Sustainable Buildings.

# SUMARIO

## INTRODUCCIÓN

38

## PRIMERA PARTE: El Desarrollo de la Arquitectura Colonial y la Arquitectura Moderna Bajo la Influencia del Clima Brasileño

### Capítulo 1: Las Técnicas y Soluciones Bioclimáticas de la Arquitectura Colonial Brasileña

1.1 Breve Histórico de la Arquitectura Colonial Brasileña	1.4
1.2 Técnicas Constructivas del Brasil Colonial	1.9
1.3 Las Soluciones Bioclimáticas en la Arquitectura Colonial	1.15

### Capítulo 2: Lucio Costa: El Eslabón Entre el Pasado y la Nueva Arquitectura

2.1 Precedentes Históricos	2.2
2.2 La Arquitectura de Lucio Costa como Referencia para la Nacionalización de la Arquitectura Moderna	2.10

### Capítulo 3. El Clima en el Éxito de la Arquitectura Moderna Brasileña

3.1 El Protagonismo de la Cuestión Climática	3.2
3.2 El Reconocimiento de la Arquitectura Moderna Brasileña	3.9
3.3 Las Capas de la Arquitectura Moderna Brasileña	3.17
3.4 Consideraciones sobre el Capítulo	3.41
3.5 Consideraciones sobre la Primera Parte:	3.43

**SEGUNDA PARTE: Criterios Cualitativos y Cuantitativos para Evaluación de la Envolvente de la Arquitectura**

**Capítulo 4:** Una Propuesta para la Evaluación de la Envolvente de los Edificios

4.1	El Concepto de Piel en la Arquitectura Bioclimática	4.5
4.2	El Clima Brasileño	4.20
4.3	Las Recomendaciones del Guión de Armando de Holanda	4.30
4.4	Evaluación de la Envolvente de los Edificios desde los Criterios del Guión de Holanda	4.47
	Consideraciones sobre la Segunda Parte:	4.56

**TERCERA PARTE: Aplicación de los criterios de evaluación definidos previamente en el análisis de casos**

**Capítulo 5:** Estudio de las Envoltentes de Ocho Edificios Modernos

5.1	Criterios de Elección	5.5
5.2	Secuencia de Evaluación	5.8
5.2	EDIFICIO SEDE DE LA ABI – Los Hermanos Roberto, 1936. Río de Janeiro, RJ	5.8
5.3	MINISTERIO DE LA EDUCACIÓN Y SALUD – MES - Carlos Leão, Oscar Niemeyer, Affonso Reidy, Ernani Vasconcellos y Jorge Machado Moreira, 1936. Río de Janeiro, RJ	5.27
5.4	RESIDENCIA OLIVO GOMES - Rino Levi, 1940. São José dos Campos, SP	5.45
5.5	RESIDENCIA BARÃO DE SAAVEDRA - Lucio Costa, 1942. Corrêas, Petrópolis, RJ	5.61
5.6	EDIFICIO BRISTOL – PARQUE GUINLE – Lúcio Costa, 1948, Rio de Janeiro, RJ	5.73
5.7	GUARDERÍA ERNESTINA PESSOA - Francisco Bolonha, 1952. Vitória, ES	5.90
5.8	COLEGIO ESTADUAL – Helio Vianna, 1954, Vitória, ES	5.102
5.9	EDIFICIO CONCÓRDIA - Rino Levi, 1955, São Paulo, SP	5-115
	CONSIDERACIONES SOBRE LA TERCERA PARTE	5.129

**EPÍLOGO**

**CONCLUSIONES**

6.1	Consideraciones sobre la arquitectura brasileña	296
6.2	La envolvente como clave para el diseño bioclimático.	312
6.3	Comprobación de la hipótesis de investigación	333
	Perspectivas de Evolución	355

**BIBLIOGRAFÍA**

365

**ANEXO 01:** Datos Climáticos de las Ciudades de los Edificios Evaluados

	Los datos climáticos del centro de la ciudad de Río de Janeiro, RJ	2
	Los datos climáticos del Barrio de Laranjeiras, ciudad de Río de Janeiro, RJ	5
	Los datos climáticos de la ciudad de Sao Jose dos Campos, SP.	8
	Los datos climáticos de la ciudad de Petropolis, RJ.	11
	Los datos climáticos de la ciudad de Vitoria, ES.	14
	Los datos climáticos de la ciudad de Sao Paulo, SP.	17

## LISTADO DE FIGURAS

1.1. Las capitanías hereditarias (BICCA & BICCA, 2006).	1.4
1.2. Fuerte de Sao João de Bertioga, construido en mampostería de piedra de finales del siglo XVII a partir de una empalizada construida en el siglo XVI (fuente: WikimediaCommons).	1.5
1.3. Iglesia de Nuestra Señora de Gracia de Olinda, una de las más antiguas de Brasil (finales del siglo XVI) (fuente: WikimediaCommons).	1.6
1.4. Hacienda Pau d'Alho, San José Barreiro, SP, 1818. (Foto Víctor Hugo Mori, Lemos, 2012).	1.6
1.5. Iglesia del Rosario en Ouro Preto, en Minas Gerais, 1785. (fuente: WikimediaCommons).	1.7
1.7. Convento de Nossa Senhora da Penha en la ciudad del Vila Velha. Construido por Pedro Palacio, en 1558 (BICCA & BICCA, 2006)	1.9
1.8. Fijación de los esteos en el suelo. (COLIN, 2010)	1.10
1.11. Enxaimel. (COLIN, 2010)	1.13
1.12. Secuencia de ejecución de un muro de tapia. (COLIN, 2010)	1.14
1.13. El molde para la tapia: Tapial. (COLIN, 2010)	1.14
1.14. Estructura, trama y relleno de la tapia de mano. (COLIN, 2010)	1.15
1.15. Casa del Padre Inácio, en Cotia, SP, 1753. (BICCA & BICCA, 2006)	1.15
1.16. Iglesia São Francisco de Assis, del arquitecto Antônio Francisco Lisboa, Ouro Preto, 1765. COSTA (1995)	1.17
1.17. Típica conformación de los tejados de una ciudad colonial brasileña. (COLIN, 2010)	1.18
1.18. Distintas tipologías de los aleros. (COLIN, 2010)	1.19
1.19. Porche falso y porche. (COLIN, 2010)	1.20
1.20. Cercha clásica. (COLIN, 2010)	1.20
1.21. Cercha francesa. (COLIN, 2010)	1.20
1.22. Cercha de San Andreas. (COLIN, 2010)	1.20
1.23- Cercha romana. (COLIN, 2010)	1.20
1.24. Cercha de línea alta. (COLIN, 2010)	1.20
1.25. Casa grande, antiguo ingenio Madalena, Recife, PE, 1880. (BICCA & BICCA, 2006)	1.22
1.26. Dibujo de Lucio Costa de una carpintería con el uso de celosías. (COSTA, 1995)	1.24
1.27. Distintas configuraciones de las ventanas del periodo XXX. (COLIN, 2010)	1.24
1.28. El "Pau-Brasil" con el color rojo de su tronco. (WIKIPEDIA, 2011)	1.25
1.29. Ejemplos de varandas y alpendes tradicionales. (ALBERNAZ& LIMA, 1998).	1.29
1.30. La típica casa tradicional del interior de Brasil. (acervo del autor)	1.30

1.31. Dibujos del Lucio Costa de la hacienda de Boa Esperança donde se utilizaron paredes enteras de celosías. (COSTA, 1996)	1.31
2.1. Apertura de la Avenida Presidente Vargas, antes y después de la inauguración en 1944 (FURTADO & REZENDE, 2008)	2.2
2.2. Museo Histórico Nacional, proyecto de Archimedes Memoria, Río de Janeiro. 1922. (WIKIPEDIA, 2011)	2.3
2.3. La casa modernista de la Calle Itápolis. Gregori Warchavchik, São Paulo, 1930. (disponible en <a href="http://casasbrasileiras.wordpress.com">http://casasbrasileiras.wordpress.com</a> )	2.5
2.4- Casa Fontes, versión moderna. (COSTA, 1995)	2.6
2.5. Casa sin dueño nº 3, década de 30 (COSTA, 1995)	2.6
2.6. Chácara Coelho Duarte, década del 30. Las ventanas corredizas como referencia a los porches de la arquitectura colonial. [COSTA, 1995]	2.7
2.7. El parque hotel, Lucio Costa, 1944/45: la estructura de palos rollizos en una obra moderna. [COSTA, 1995]	2.9
2.8- Vivienda operaria para la Vila Monlevade, Lucio Costa, 1934 [COSTA, 1995]	2.9
2.9- Detalles del proyecto para la Vivienda de la Vila Monlevade. El uso “moderno” de la tapia de mano. (COSTA, 1995)	2.10
2.10-Ministerio de la Educación y Salud. Carlos Leão, Oscar Niemeyer, Affonso Reidy, Ernani Vasconcellos y Jorge Machado Moreira, 1936. Río de Janeiro, RJ (COSTA,1995)	2.11
2.11. Pabellón de Brasil en la Feria Mundial de Nueva York, Lucio Costa y Oscar Niemeyer en 1939. (COSTA, 1995)	2.13
2.12. La trayectoria de la casa brasileña según Lucio Costa.	2.15
2.13.Casa Argemiro Hungría Machado, Lucio Costa, Rio de Janeiro, 1942 (COSTA,1996)	2.16
2.13 y 2.14 . Vista externa e interna del conjunto de los edificios del Parque Guinle, Lucio Costa, Rio de Janeiro, 1948. (COSTA, 1996)	2.18
3.1. Colonia de vacaciones del Instituto de Reaseguros de Brasil, Hermanos Roberto, Rio de Janeiro, 1943. La mezcla de soluciones de cierre en una misma fachada. (ACOWEB, 2011)	3.3
3.2. Portada del catálogo de la exhibición de la arquitectura moderna brasileña en el MOMA, 1943 (GOODWIN, 1943)	3.5
3.3. Edición especial Brésil, del periódico francés Architecture d’Aujourd’hui, GIEDION (1952)	3.7
3.4. La casa modernista de la Calle Itápolis, en São Paulo, Gregori Warchavchik. (GIOIA, 2011)	3.9

3.5. Primera casa moderna en Rio de Janeiro. Gregori Warchavchik, 1930. ( <a href="http://www.urbanocultural.com">http://www.urbanocultural.com</a> )	3.9
3.6. Albergue da Boa Vontade. Afonso Eduardo Reidy y Gerson Pompeu Pinheiro. Rio de Janeiro, 1931. ( <a href="http://www.rioquepassou.com.br">www.rioquepassou.com.br</a> )	3.9
3.7. Nueva sede de la Asociación Brasileña de Prensa (ABI). Marcelo y Milton Roberto. Rio de Janeiro, 1936. (MELENDO, 2004)	3.10
3.6 . Escuela Rural Alberto Torres, arquitecto Luiz Nunes. Recife (PE), 1935. (SMITH e FREITAS, 2008)	3.10
3.7. Edificio de las Naciones Unidas (1947-1950) en Nueva York. Wallace K. Harrison, (arquitecto principal); Nikolai G. Bassov, Gaston Brunfaut, Ernest Cormier, Charles-Edouard Jeanneret, Le Corbusier, Liang Seu-Cheng, Sven Markelius, Oscar Niemayer, Howard Robertson, G. A. Soilleux y Julio Vilamajó. (UNITED NATION, 2011)	3.13
3.8. Lever Brothers House" (1951.1952), Skidmore, Owings and Merrill (HELLO FROM NEW YORK CITY, 2011).	3.14
3.9. Meat Board Building, de 1951, en Pretoria (JOOSTE, 2007).	3.15
3.10. Ilustración del artículo de Calsat sobre el brise-soleil: Associação Brasileira de Imprensa, Edifício de viviendas en Argel y Ministério da Educação e Saúde. (CALSAT, 1945)	3.17
3.11. Pedregulho, Alffonso Reidy, Rio de Janeiro, 1947, brises fijos (GOODWIN, 1943).	3.17
3.12. Protección solar del Edificio Marques de Herval. Hermanos Roberto, Rio de Janeiro, 1952. (BATISTA, 2006)	3.18
3.13. Casa Arthur Coimbra, MMM Roberto, Rio de Janeiro, 1952, brises com telhas onduladas. (OLGYAY & OLGAY, 1976).	3.19
3.14. A la izquierda, interior del la planta tipo. A la derecha, los brises de la fachada norte. (SEGRE, 2009).	3.19
3.15. Los brises del edificio del Ministerio de la Educación y Salud. (COSTA, 1996)	3.19
3.16. Casa da Independência, Edgar Graeff. Passo Fundo (MG), 1960: Muxarabi em madeira. (WAIHRICH et al, 2005)	3.20
3.17. Persiana Copacabana. (BUENO, 2011)	3.21
3.18. Casa del Arquitecto Carlos Ferreira, Nova Friburgo, RJ, 1949: El uso de técnicas coloniales en la construcción de una casa moderna. (CAVALCANTI, 2001)	3.22
3.19. Los azulejos del edificio del Ministerio de Educación y Salud. ( <a href="http://www.viaarte.org">http://www.viaarte.org</a> )	3.23
3.20. Azulejos del edificio del MES. (GOODWIN, 1943)	3.23
3.22. Deposito municipal de água de la ciudad de Olinda (PE), Luiz Nunes, 1934. (TINEM, 2006).	3.25
3.21. Diseños contemporáneos de los Cobogós. (APSAN et al, 2011)	3.25

3.23. Espacio entre los cobogós y las ventanas en el edificio de la Cia Jardins Cafes Finos, Rino Levi, Sao Paulo, 1942 (KON et al, 2001)	3.26
3.24. Los agujeros en medio a los agujeros. Los edificios del Parque Guinle. Lucio Costa. (acervo del autor)	3.26
3.25. SQS 107/108, Edificios de viviendas. Oscar Niemeyer, Brasilia (DF), 1959. (MAGALHÃES, 2010)	3.27
3.26. Panel de cobogós de cerámica vitrificada, Instituto de Antibióticos, Recife (PE), 1953. (FREIRE, 2010)	3.27
3.27. Edificio del CFCH, en Recife (PE), 1955, del Filippo Mellia, cobogós cerámicos en su color natural (FREIRE, 2010).	3.28
3.29. Residencia Antonio Couceiro de Mário Russo, Recife (PE),1954. (COSTA, 2006)	3.28
3.28. Los Buzinotes en el CFCH, en Recife (PE), 1955, del Filippo Mellia (FREIRE, 2010).	3.28
3.30. Residencia Walter Moreira Sales, arquitecto Redji de Campos, Rio de Janeiro, 1951. (CAVALCANTI, 2001):	3.29
3.32.Edificio Louveira arquitecto Vilanova Artigas en São Paulo, 1946: Ventanas en doble piel con apertura total. <a href="http://casaeimoveis.uol.com.br">http://casaeimoveis.uol.com.br</a>	3.30
3.31. Las puertas corredizas en las casas con patio del Rino Levi. (GERRA, 2001)	3.30
3.33 . Ventanas de doble capa y apertura plena. Casa George Hime, Henrique Mindlin, Petropolis, RJ, 1949. (GOODWIN, 1943)	3.31
3.34. Residencia Olivo Gomes, Rino Levi, São José dos Campos, SP, 1940: Ventanas con seis capas (acervo del autor).	3.33
3.35. Hotel en Nova Friburgo (RJ), 1944, Lucio Costa, la arquitectura moderna con materiales tradicionales. (COSTA, 1996)	3.34
3.36. Iglesia de la Pampulha en Belo Horizonte. Oscar Niemeyer, 1943. La primera obra del arquitecto totalmente cubierta por un paraboloide de hormigón. ( <a href="http://www.barkah.org/">http://www.barkah.org/</a> )	3.34
3.37- Lucio Costa, casa del Barón Saavedra, en Petropolis (RJ), 1942.(Costa, 1995)	3.35
3.38. Hotel en Ouro Preto (MG), 1939, Oscar Niemeyer. (COMAS, 2010) El hotel es el que aparece en el segundo plano, no?	3.35
3.39- Casa de Francisco Inácio Peixoto, en Cataguazes (MG), 1940, Oscar Niemeyer hizo un uso moderno del techo colonial. (GILDEON, 1952)	3.36
3.41. Residencia Carmem Portinho, Jacarepaguá, Rio de Janeiro, 1950. Arquitecto Affonso Eduardo Reidy. (GUERRA & RIBEIRO, 2006)	3.38
3.42. Residencia Castor Delgado Perez , Rino Levi, Sao Paulo, 1958. (KON et al, 2001)	3.38
3.43. Casa George Hime, Henrique Mindlin, Petropolis (RJ), 1949: El uso de modernas tejas coloniales (Goodwin, 1943)	3.39

3.45. Hermanos Roberto: Industrias Caterpillar, Niteroi (RJ), 1946: pérgolas de control solar (Olgyay y Olgyay, 1976)	3.40
3.44. La casa del Arquitecto Sergio Bernardes en Río de Janeiro, 1960: las tejas capa y caña diseñadas por él. (BRUAND, 2003)	3.40
3.46- Cubierta de aluminio y paredes en piedra, Sergio Bernardes, Petropolis (RJ), 1951. (GILDEON, 1943)	3.40
4.1. El gráfico de la zona de confort. (OLGYAY, 1976).	4.4
4.2. Grafica demostrativo de los resultados obtenidos con las estrategias ambientales. (OLGYAY, 1976).	4.5
4.3. La casa dominó. (LE CORBUSIER, 1924)	4.6
4.4. Ville Savoye, Le Corbusier. La fachada libre. (BOESIGER, 1995)	4.7
4.5. Ville Savoye, Le Corbusier. Los Pilotes. (BOESIGER, 1995)	4.7
4.6. Ville Savoye, Le Corbusier. Poissy, Franca, 1931. La terraza jardín. (BOESIGER, 1995)	4.8
4.7. Ville Savoye, Le Corbusier. Poissy, Franca, 1931 La ventana longitudinal. (BOESIGER, 1995)	4.9
4.8. Arquitectura energéticamente eficiente, según SERRA & COCH. (1995)	4.14
4.9. Vista aérea de la favela de la Rocinha, Río de Janeiro, tejados en fibrocemento gris. Fuente: imagen del googleearth el 26/06/2009.	4.15
4.10. Edificios de alto estándar en la Barra da Tijuca, Río de Janeiro. Los mismos tejados en fibrocemento gris. Fuente: Imagen del google earth el 24/06/2009.	4.16
4.11. La nueva arquitectura neoclásica brasileña. (WILHEIM, 2006)	6.17
4.12. Edificio en la Ciudad de Baurú, SP. Clima Subtropical de Altitud. (MRV, 2008)	6.18
4.13. Edificio en la ciudad de Vila Velha, ES. Clima tropical. (MRV, 2008)	4.19
4.14. Mapa político de Brasil, con la división por estados y regiones. Fuente: <a href="http://pt.wikipedia.org/wiki/Subdivis%C3%B5es_do_Brasil">http://pt.wikipedia.org/wiki/Subdivis%C3%B5es_do_Brasil</a> .	4.20
4.15. Mapa del país con las distintas unidades climáticas. Fuente: IBGE. Directoria de Geociencias.	4.24
4.16. Mapas de la radiación solar media anual para todo el territorio brasileño, obtenidos mediante el modelo de BRASIL-SR a partir de datos e imágenes de satélite GOES-8 para el año 2000: (A) la irradiación global, (B) la irradiación directa, (C) la irradiación difusa (D) la irradiación global en un plano inclinado con el ángulo de inclinación igual a la latitud local. Fuente: MARTINS et al 2005.	4.26
4.17. Cubierta ventilada (HOLANDA, 1976).	4.33
4.18. El porche como espacio de transición y para la convivencia de los usuarios (HOLANDA, 1976).	4.35
4.19. Protección solar. (HOLANDA, 1976).	4.36

4.20. Hojas largas. (HOLANDA, 1976).	4.37
4.21. Muros agujereados. (HOLANDA, 1976).	4.38
4.22. Integración del espacio externo con el espacio interior.	4.40
4.23. Continuidad espacial (HOLANDA, 1976).	4.41
4.24. Modulación de la estructura (HOLANDA, 1976).	4.42
4.25. Adecuación al medio ambiente (HOLANDA, 1976).	4.44
4.26. La herramienta de control del trayecto del sol. (Autodesk, 2012)	4.49
4.27. La herramienta de superposiciones de las sombras. (Autodesk, 2012)	4.51
4.28. Flujo de trabajo del vídeo: ejecución de simulaciones en túnel de viento (AUTODESK, 2012).	4.52
5.1. Modelos 3d de los ocho edificios: a: ABI, b: MES, c: Residencia Olivo Gomes, d: Residencia del Barão de Saavedra, e: Edificio Bristol, f: Guardería Ernestina Pessoa, g: Escuela Estadual. h.: Edificio Concórdia (Imágenes producidas por el autor).	5.7
5.2. La ubicación del edificio ( <a href="http://www.google.com.br/maps">www.google.com.br/maps</a> . Acceso en noviembre de 2011).	5.9
5.3. La implantación del edificio del ABI en la manzana. (ABI, 2011)	5.10
5.4. Foto coloreada de la ABI en finales de los 50 (DECOUT, 2011).	5.11
5.5. El nuevo edificio y la relación con el espacio	5.12
5.6. Vista interna del acceso al auditorio. (ABI, 2011)	5.12
5.7. Vista interna de los espacios de trabajo con las carpinterías que permiten el cruce del aire por los cuadros superiores y con las puertas correderas de integración con los pasillos externos. (ABI, 2011)	5.12
5.8. Planta baja del edificio de la ABI (1: vestíbulo de acceso; 2: tiendas; 3: plaza interior)	14
5.9. Planta de los pavimentos típicos del edificio de la ABI (1: vestíbulo de acceso; 2: oficinas)	14
5.10. Planta del pavimento de recreación del edificio de la ABI. (1: vestíbulo de acceso; 6: espacios de ocio; 7: terraza cubierta)	15
5.11. Planta del pavimento de reunión del edificio de la ABI (1: vestíbulo de acceso; 2: recibidor; 3: auditorio)	15
5.12. ABI. Secuencia de la insolación en el mes de enero comprobando la eficiencia de los brises. (Modelo 3d producido por el autor)	5.16
5.13. Vista interna de los espacios del pasillo en el uso original ( <a href="http://www.vitruvius.com.br">www.vitruvius.com.br</a> ) y hoy (Acervo del autor), utilizado para las bombas de calor dos aparatos de acondicionamiento.	5.17

- 5.14. La trayectoria solar se representa en color amarillo con la posición del sol en todos los días durante todo un año en la ciudad de Rio de Janeiro. El edificio del ABI está marcado en azul, en el centro, y todos los edificios que hacen sombra en él están representados también. (Simulación producida con Vasari) 5.18
- 5.15. Vista de la sombra durante todo el día del solsticio del verano. Las sombras: las más oscuras en las zonas más sombreadas y las totalmente blancas en las áreas que no reciben ningún tipo de sombra. (Simulación producida con Ecotect) 5.18
- 5.16. La sombra durante todo el día del solsticio de verano sin los brises de protección. (Simulación producida con Ecotect) 5.19
- 5.17. La sombra durante todo el día del solsticio de verano con los brises. Se observa que sigue una pequeña banda de la luz del sol en el pasillo exterior del edificio, el resto de la luz fue bloqueada por estos dispositivos. 5.19
- 5.18. Modelo utilizado para la evaluación de la radiación solar incidente sobre las fachadas principales del edificio de ABI. El conjunto de brises, y el pasillo está diseñado como un elemento a parte para permitir la evaluación con y sin estos dispositivos. (Modelo producido por el autor) 5.20
- 5.19. La piel del edificio fue retirada para evaluar la radiación solar acumulada durante las horas de trabajo durante todo el día del solsticio del verano. En este estudio se considera también la influencia de los edificios vecinos. (Simulación producida con Vasari) 5.21
- 5.2. El conjunto de brises (aquí se presentan semi-transparentes) y su sombreado está considerado en este análisis. El gráfico muestra el resultado en Wh/m<sup>2</sup> acumulada durante todo el día del solsticio de verano. Se observa que prácticamente toda la radiación solar directa se evitó con el conjunto de brises. (Simulación producida con Vasari) 5.21
- 5.21. A partir de la imagen de satélite y datos tridimensionales que se encuentran en Google Earth se hizo el modelo de todos los bloques vecinos a fin de evaluar la penetración real del viento en el bloque en el que está la ABI. (Modelo producido por el Autor) 5.23
- 5.22. El simulador del túnel del viento ilustra un plano horizontal con diferentes velocidades de viento alrededor de los edificios (Simulación producida con Vasari). 5.24
- 5.23. Múltiples planos horizontales sobrepuestos generan una simulación tridimensional de la trayectoria del viento entre los edificios. Los colores rojos indican las velocidades más altas y los azules las más bajas (Simulación producida con Vasari). 5.24

5.24. Plano horizontal que representa la penetración del viento desde el pozo interior de la manzana. Esta penetración ocurre por las presiones negativas en las fachadas principales, pero, como se muestra en la imagen, hay varias zonas de sombra para la ventilación (Simulación producida con Vasari).	5.24
5.25. Vista actual del edificio. (Acervo del autor)	5.25
5.26. La piel del edificio de la ABI. (modelo producido por el autor)	5.26
5.27. La Ubicación del edificio. ( <a href="http://www.google.com.br/maps">www.google.com.br/maps</a> . Acceso en noviembre del 2011)	5.27
5.28. Fachada del Ministerio de la Educación y Salud. (BONDUKI, 2000)	5.28
5.29. Vista interior de los brises del MES. (Acervo del autor)	5.29
5.30. Vista de los “pilotis” y las paredes con mosaicos de azulejos del MES. (ZERRENNER, 2009)	5.29
5.31. Planta Baja del MES. (1: vestíbulo principal; 2: acceso privado; 3: portaría; 4: plaza cubierta; 5: recepción; 6: ascensores del servicio; 7: servicios; 8 exposiciones; 9: auditorio; 10 médico; 11: reserva; vestíbulo público; 13: oficinas; 14: vestíbulo de funcionarios; 15: cocina; 16: terraza-jardín)	5.30
5.32. Segunda planta del MES. (8: exposiciones; 9: auditorio; 10: médico; 11: reserva; 12 vestíbulo público)	5.30
5.33. Planta típica y de cubierta del MES. (12: vestíbulo público; 13: oficinas; 14: vestíbulo de funcionarios; 15 cocina; 16: terraza jardín)	5.31
5.34. Sección del edificio del MES	5.31
5.35. La Terraza Jardín y el paisajismo del Burle Marx (MELENDO, 2005)	5.33
5.36. La trayectoria solar se representa en color amarillo con la posición del sol en todos los días durante todo un año en la ciudad de Río de Janeiro. (Simulación producida con Vasari)	5.35
5.37. Presenta la sombra durante todo un día en verano (a), equinoccio (b) e invierno (c). El Ecotect sobrepone todas las sombras: las más oscuras en las zonas más sombreadas y las totalmente blancas en las áreas que no reciben ningún tipo de sombra.	5.36
5.38. Superposición de las sombras durante todo el día del solsticio de invierno sin los brises de protección. Modelo generado con el Ecotect.	5.37
5.39. La sombra durante todo el día del solsticio de invierno con los brises. Se observa que la incidencia solar directa ha sido casi totalmente impedida. Modelo generado con el Ecotect.	5.37
5.40. Radiación solar en verano en kWh/m <sup>2</sup> . Los brises del edificio fueron retirados para evaluar la radiación solar acumulada durante las horas de trabajo durante todo el día del solsticio del verano. Modelo generado por Vasari.	5.38

5.41. Radiación solar en verano en kWh/m <sup>2</sup> con el conjunto de brises . El gráfico muestra el resultado acumulado durante todo el día del solsticio de verano. Se observa que prácticamente toda la radiación solar directa se evitó con el conjunto de brises. Modelo generado por Vasari.	5.38
5.42. Radiación solar en equinoccio en kWh/m <sup>2</sup> . Los brises del edificio fueron retirados para evaluar la radiación solar acumulada durante las horas de trabajo durante todo el día del solsticio del verano. Modelo generado por Vasari.	5.38
5.43. Radiación solar en equinoccio en kWh/m <sup>2</sup> con el conjunto de brises. El gráfico muestra el resultado acumulado durante todo el día del solsticio de verano. Se observa que prácticamente toda la radiación solar directa se evitó con el conjunto de brises. Modelo generado por Vasari.	5.38
5.44. Radiación solar en invierno en kWh/m <sup>2</sup> . Los brises del edificio fueron retirados para evaluar la radiación solar acumulada durante las horas de trabajo durante todo el día del solsticio del verano. Modelo generado por Vasari.	5.39
5.45. Radiación solar en invierno en kWh/m <sup>2</sup> con el conjunto de brises. El gráfico muestra el resultado acumulado durante todo el día del solsticio de verano. Se observa que prácticamente toda la radiación solar directa se evitó con el conjunto de brises. Modelo generado por Vasari.	5.39
5.46. Radiación solar en invierno, equinoccio y verano en kWh/m <sup>2</sup> . Vista de la fachada sur, acristalada. Modelo generado por Vasari.	5.39
5.47. A partir de la imagen de satélite y datos tridimensionales que se encuentran en Google Earth se hizo el modelo de todos los bloques vecinos a fin de evaluar la penetración real del viento (Modelo producido por el autor).	5.40
5.48. Simulación de túnel de viento. Vista superior con la penetración del viento a partir de la evaluación de la dirección de los vientos. (Simulación producida con Vasari).	5.40
5.49. Simulación de túnel de viento. Múltiples planos horizontales sobrepuestos generan una simulación tridimensional de la trayectoria del viento entre los edificios. Los colores rojos indican las velocidades más altas y los azules las más bajas. (Simulación producida con Vasari).	5.41
5.50. Una amplia gama de soluciones para el cerramiento externo, y las aperturas en un sistema estructural rígido (Acervo del autor).	5.42
5.51. Sistema para la apertura de ventanas y la modulación de los brises (Acervo del autor).	5.42
5.52. Estructura independientemente del sistema de cerramiento y el conjunto de brises (Acervo del autor).	5.42
5.53. La piel del MES (modelo producido por el autor).	5.44

5.54. La Ubicación del edificio. ( <a href="http://www.google.com.br/maps">www.google.com.br/maps</a> . Acceso en noviembre de 2011)	5.45
5.56. La Casa Olivo Gomes, Rino Levi, 1940, en medio a los exuberantes jardines de Burle Max (fondo del autor)	5.46
5.57. Casa Olivo Gomes: detalle de los marcos de las ventanas y del panel de cerámica del Burle Max (GUERRA, 2001)	5.47
5.58. Vistas internas y externa del sistema de apertura de las ventanas de las habitaciones con sus seis capas y operado manualmente. (Fondo del autor)	5.49
5.59. Puertas de acceso a las habitaciones con la ventanilla para cruce de la ventilación y los baños con el techo translucido y las ventanillas para la ventilación natural. (Fondo del autor)	5.50
5.60. Plantas Baja y Superior de la Residencia Olivo Gomes. (1. Pilotis; 2. Salón de fiestas; 3. Garaje; 4. Vestíbulo de acceso; 5. Cocina y apoyos; 6. Comedor; 7. Salón; 8. Terraza; 9. Pasillo; 10. Habitaciones)	5.51
5.61. La superposición de las sombras en verano del espacio interno del salón. A la izquierda, sin la cubierta y, a la derecha, con la cubierta. Modelo producido pcon Ecotect.	5.53
5.62. Radiación solar acumulada en periodo de día de solsticio de verano con y sin la cubierta (Simulación producida con Vasari).	5.54
5.63. Radiación solar acumulada en periodo de día de equinoccio con y sin la cubierta (Simulación producida con Vasari).	5.54
5.64. Radiación solar acumulada en periodo de día de solsticio de invierno con y sin la cubierta (Simulación producida con Vasari).	5.55
5.65. Vista de las ventanas del salón con la radiación solar acumulada en periodo de día de equinoccio de verano con y sin la cubierta (Simulación producida con Vasari).	5.55
5.66. Vista superior del paso del viento alrededor de la casa (Simulación producida con Vasari).	5.56
5.67. Vista del paso del viento en el modelo de la casa. Los colores verdes indican las velocidades más altas y los azules las más bajas (Simulación producida con Vasari).	5.56
5.68. La penetración del viento en la planta principal (Simulación producida con Vasari).	5.57
5.69. El grande voladizo de la cubierta de la varanda sujetado por el alargamiento de las vigas de la loza de cobertura. Se percibe también las grandes luces y la rígida modulación de los pilares (Acervo del autor). .	5.58
5.70. La cubierta del aparcamiento resuelto con una delgada estructura de vigas mixtas en madera y acero. Fondo del autor. .	5.59
5.71. La piel de la Casa Olivo Gomes. (modelo producido por el autor)	5.60

5.72. La Ubicación de la casa. ( <a href="http://www.google.com.br/maps">www.google.com.br/maps</a> . Acceso en noviembre de 2011)	5.61
5.73. Bocetos originales de Lucio Costa para la casa Barão de Saavedra. (WISNIK, 2001)	5.62
5.74- Planta baja y del primer piso de la casa Barão de Saavedra. 1. Pilotis, 2. Entrada, 3. Vestíbulo, 4. Ropas, 5. Comedor, 6. Cocina, 7. Servicio, 8. Habitación de Servicio, 9. Acceso de servicio, 10. Porche, 11. Habitaciones, 12. Salón de Juegos, 13. Salón, 14. Comedor, 15. Porche.	5.63
5.76. Casa Barão de Saavedra, vista da piscina. (fondo del autor)	5.64
5.77. Casa Barão de Saavedra. Las Ventanas horizontales protegidas por una serie de celosías y la vista interna y externa de la ventana de las habitaciones del tipo “confidente”. (CARLUCCI, 2005)	5.64
5.78. Porche de acceso con las puertas acristaladas. (COSTA, 1995)	5.65
5.79. La trayectoria solar se representa en color amarillo con la posición del sol en todos los días durante todo un año en la ciudad de Petrópolis (Simulación producida con Vasari).	5.66
5.80. La superposición de las sombras en verano. Modelo producido por Ecotect.	5.66
5.81. Radiación solar acumulada en periodo de día de solsticio de verano con y sin los brises del porche de acceso (Simulación producida con Vasari).	5.67
5.82. Radiación solar acumulada en periodo de día de equinoccio con y sin los brises del porche de acceso (Simulación producida con Vasari).	5.67
5.83. Radiación solar acumulada en periodo de día de solsticio de invierno con y sin los brises del porche de acceso (Simulación producida con Vasari).	5.68
5.84. La superposición de las sombras del espacio interno del salón en verano. A la izquierda sin los brises del porche y a la derecha con los brises. Modelo producido con Ecotect.	5.68
5.86. La penetración del viento en la planta principal (Simulación producida con Vasari).	5.70
5.85. Vista del paso de viento en el modelo de la casa. Los colores verdes indican las velocidades más altas y los azules las más bajas (Simulación producida con Vasari).	5.70
5.87. Los “pilotis” (Acervo del autor).	5.71
5.88. La racionalización en el diseño de las carpinterías (Acervo del autor).	5.71
5.89. La piel de la Casa Barão de Saavedra. (modelo producido por el autor)	5.72
5.73. La Ubicación de la casa. ( <a href="http://www.google.com.br/maps">www.google.com.br/maps</a> . Acceso en noviembre de 2011)	5.73
5.91. La vista del parque por la ventana del edificio Bristol. (fondo del autor)	5.74
5.92. Boceto con la implantación original propuesta por Lucio Costa. (COSTA, 1996)	5.75
5.93. Distintas tipologías de brises y cobogós utilizadas en el edificio Bristol. (fondo del autor)	5.76

5.94. Planta baja y del sótano del ed. bristol. (1. Garajes; 2. Cámara de descontaminación; 3. Vestíbulo; 4. Medicina; 5. Basura; 6. Abrigo antiaéreo; 7. Ascensor)	5.77
5.95. Plantas impares. (1. Vestíbulo; 2. Vestuario; 3. Ropas; 4. Cocina; 5. Salones; 6. Habitaciones; 7. Oficina; 8. Alpendre del servicio; 9. Terraza; 10. Habitación de servicio)	5.77
5.96. Plantas pares. (1. Vestíbulo; 2. Vestuario; 3. Ropas; 4. Cocina; 5. Salones; 6. Habitaciones; 7. Oficina; 8. Pasillo de servicio; 9. Terraza; 10. Habitación de servicio)	5.78
5.97. Planta ático.	5.78
5.98. Las carpinterías del salón con el sistema integral de apertura y al sombreado en rendijas de la fachada del salón. (COSTA, 1996)	5.79
5.99. La trayectoria solar se representa en color amarillo con la posición del sol en todos los días durante todo un año en la ciudad de Rio de Janeiro (Simulación producida con Vasari).	5.80
5.100. La superposición de las sombras en verano. Modelo producido con Ecotect.	5.80
5.101. Modelo utilizado para el análisis de la radiación solar directa. A la derecha, detalle de los distintos elementos de protección solar que fueron aislados y analizados (Modelo producido por el autor).	5.81
5.102. Radiación solar acumulada en periodo de día de solsticio de verano sin y con las protecciones solares de los porches (Simulación producida con Vasari).	5.81
5.102. Radiación solar acumulada en periodo de día de equinoccio sin y con las protecciones solares de los porches (Simulación producida con Vasari).	5.82
5.103. Radiación solar acumulada en periodo de día de solsticio de verano sin y con las protecciones solares de los porches (Simulación producida con Vasari).	5.82
5.104. La superposición de las sombras del espacio interno del salón inferior en verano. A la izquierda sin los cobogós y a la derecha con ellos. Modelo producido con Ecotect.	5.83
5.105. La superposición de las sombras del espacio interno del salón inferior en verano. A la izquierda sin los cobogós y a la derecha con ellos. Modelo producido con Ecotect.	5.83
5.106. La superposición de las sombras del espacio interno del salón inferior en verano. A la izquierda sin los cobogós y a la derecha con ellos. Modelo producido con Ecotect.	5.84
5.107. La superposición de las sombras del espacio interno del salón inferior en verano. A la izquierda sin los cobogós y a la derecha con ellos. Modelo producido con Ecotect.	5.84
5.108. A partir de la imagen de satélite y de los datos tridimensionales que se encuentran en Google Earth se hizo el modelo de todos los bloques vecinos a fin de evaluar la penetración real del viento (Modelo producido por el autor).	5.85

5.109. Simulación del túnel de viento. Vista superior con la penetración del viento a partir da evaluación de la dirección de los vientos. (Simulación producida con Vasari).	5.85
5.110. Simulación del túnel de viento. Múltiples planos horizontales sobrepuestos generan una simulación tridimensional de la trayectoria del viento entre los edificios. Los colores rojos indican las velocidades más altas y los azules las más bajas. (Simulación producida con Vasari).	5.85
5.111. La penetración del viento en la planta principal (Simulación producida con Vasari).	5.86
5.112. Las distintas soluciones de protección solar empleadas en distintas partes del edificio, (Acervo del autor)	5.87
5.113. La estructura independiente y la libertad de cerramiento y modulación de los elementos de protección solar (Acervo del autor).	5.88
5.114. La piel del edificio Bristol. (modelo producido por el autor)	5.89
5.116. La ubicación del edificio. ( <a href="http://www.google.com.br/maps">www.google.com.br/maps</a> . Acceso en noviembre de 2011)	5.90
5.116. Vista aérea de la guardería en el año de su inauguración. (Acervo del Instituto Jones dos Santos Neves, Vitória, ES)	5.91
5.117. Planta Baja (1. Acceso, 2. Pasillo, 3. Comedor, 4. Aula de Música, 5. Aulas, 6. Patio, 7. Aula multiuso, 8. Depósito,	5.93
5.118. Vista de la fachada principal con la "cubierta mariposa" y la fachada protegida por brises. (Acervo del autor)	5.94
5.119. Vista de la fachada interna con los mosaicos de cerámica y las puertas de acceso a los patios de cada aula. (Foto del arquitecto João Bosco)	5.94
5.120. Trayecto solar anual en la ciudad de Vitória con el modelo representando el 1 de enero a las 10 de la mañana.	5.95
5.121. La superposición de las sombras en verano, equinoccio e invierno. Modelo producido con Ecotect.	5.95
5.122. Radiación solar acumulada en periodo de día de equinoccio sin (a la izquierda) y con (a la derecha) los brises y venecianas (Simulación producida con Vasari).	5.96
5.123. Radiación solar acumulada en periodo de día de solsticio de invierno sin (a la izquierda) y con (a la derecha) los brises y venecianas (Simulación producida con Vasari).	5.96
5.124. Superposición de las sombras del salón del comedor en el día del solsticio de invierno sin (a la izquierda) y con (a la derecha) los brises y venecianas (modelo producido con Ecotect).	5.97
5.125. Visión en perspectiva y en vista superior de la penetración del viento en el solar por medio de los solares y edificios vecinos. (modelo producido con Ecotect).	5.98

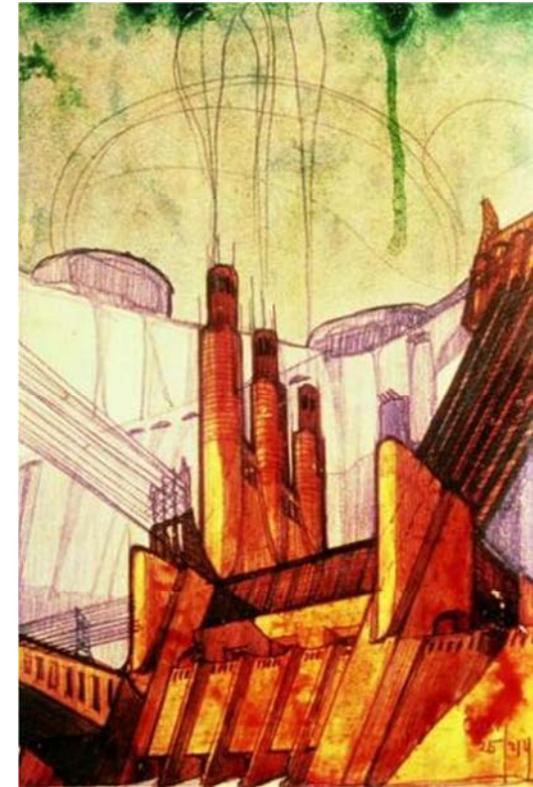
5.126. Penetración de la ventilación deseable en los espacios internos. (modelo producido con Vasari)	5.99
5.127. El movimiento de los brises verticales de madera. (Fondo del autor)	5.100
5.128. Cobogós, rejas, venecianas componiendo la gama de soluciones para la envolvente de la guardería (Acervo del autor).	5.100
5.129. La piel de la guardería Enerstina Pessoa. (modelo producido por el autor)	5.101
5.133. La ubicación del edificio. ( <a href="http://www.google.com.br/maps">www.google.com.br/maps</a> . Acceso en noviembre de 2011)	5.102
5.131. Detalle de los brises. (Fondo Del arquitecto João Bosco)	5.103
5.133. Colegio Estatal: plantas, sección y fachada. (1. Área deportiva, 2. Patio descubierto, 3. Acceso principal, Vestíbulos de servicios, 5. Secretaria, 6. Patio cubierto, 7. Aulas)	5.105
5.134. Vista de los sheds de iluminación del Colegio Estatal. (Fondo del arquitecto João Bosco)	5.106
5.135. Trayectoria solar anual en la ciudad de Vitória con el modelo representando el 1 de enero a las 10 de la mañana.	5.108
5.136. La superposición de las sombras en verano, equinoccio e invierno. Modelo producido con Ecotect.	5.108
5.137. La superposición de las sombras en equinoccio en el bloque administrativo, sin y con los brises. Modelo producido con Ecotect.	5.109
5.138. La superposición de las sombras en verano dentro de una de las clases. Modelo producido con Ecotect.	5.109
5.139. Radiación solar acumulada en periodo de día de solsticio de verano sin (a la izquierda) y con (a la derecha) los brises y venecianas (Simulación producida con Vasari).	5.110
5.140. Radiación solar acumulada en periodo de día de equinoccio sin (a la izquierda) y con (a la derecha) los brises y venecianas (Simulación producida con Vasari).	5.111
5.141. Radiación solar acumulada en periodo de día de solsticio de invierno sin (a la izquierda) y con (a la derecha) los brises y venecianas (Simulación producida con Vasari).	5.111
5.142. La penetración del viento en los <i>sheds</i> (modelo producido con Vasari).	5.112
5.143. Visión en perspectiva y en vista superior de la penetración del viento en el Colegio Estadual. (Modelo producido con Ecotect).	5.112
5.144. Foto de la época de la construcción del colegio. (Fondo del Instituto Jones dos Santos Neves, ES).	5.113
5.145. Visión interna del conjunto de clases, ya en uso, a partir del parque acuático. (Fondo del Instituto Jones dos Santos Neves, ES)	5.113
5.146. La piel del Colegio Estadual. (modelo producido por el autor)	5.114
5.149. La ubicación del edificio. ( <a href="http://www.google.com.br/maps">www.google.com.br/maps</a> . Acceso en noviembre de 2011)	5.115

5.148.. Vista del edificio Concórdia y su inserción en la ciudad (GUERRA, 2001)	5.116
5.150. Vista del pateo interior. (GUERRA, 2001).	5.116
5.151. Planta típica y sección (1. Circulación vertical y baños, 2. Oficinas, 3 Patio)	5.117
5.152. Trayectoria solar anual en la ciudad de São Paulo con el modelo representando el 1 de enero a las 10 de la mañana. (Modelo producido en Vasari)	5.118
5.153. Visión de la fachada frontal con la superposición de las sombras en verano en la planta típica, sin y con los brises. Modelo producido con Ecotect.	5.118
5.154. Visión de la fachada frontal con la superposición de las sombras en verano en la planta típica, sin y con los brises. Modelo producido con Ecotect.	5.120
5.155. Visión de la fachada frontal con la superposición de las sombras en verano en la planta típica, sin y con los brises. Modelo producido con Ecotect.	5.121
5.156. Vista de la fachada frontal con la radiación solar acumulada en periodo de día de verano sin (a la izquierda) y con (a la derecha) los brises y venecianas (Simulación producida con Vasari).	5.121
5.157. Vista de la fachada frontal con la radiación solar acumulada en periodo de día de equinoccio sin (a la izquierda) y con (a la derecha) los brises y venecianas (Simulación producida con Vasari).	5.122
5.158. Vista de la fachada frontal con la radiación solar acumulada en periodo de día de solsticio de invierno sin (a la izquierda) y con (a la derecha) los brises y venecianas (Simulación producida con Vasari).	5.122
5.159. Vista de la fachada del fondo con la radiación solar acumulada en periodo de día de verano sin (a la izquierda) y con (a la derecha) los brises y venecianas (Simulación producida con Vasari).	5.123
5.161. Vista de la fachada del Acervo con la radiación solar acumulada en periodo de día de equinoccio sin (a la izquierda) y con (a la derecha) los brises y venecianas (Simulación producida con Vasari).	5.123
5.161. Vista de la fachada del fondo con la radiación solar acumulada en periodo de día de solsticio de invierno sin (a la izquierda) y con (a la derecha) los brises y venecianas (Simulación producida con Vasari).	5.124
5.163. La penetración del viento en el edificio Concórdia. (Modelo producido con Vasari).	5.125
5.162. Visión en perspectiva y en vista superior de la penetración del viento en el Edificio Concordia. (Modelo producido con Ecotect).	5.126
5.164. La complejidad de la piel del edificio Concórdia (Acervo del Autor).	5.127
5.165. La piel del edificio Concórdia. (modelo producido por el autor)	5.128

## INTRODUCCIÓN

En el segundo año de la carrera de arquitectura nos fue propuesto un tema intrigante en la asignatura de urbanismo: La ciudad del futuro. En los proyectos presentados estaban ciudades exquisitas, coches voladores y puentes con luces increíbles conectando los megaedificios. Sin embargo, aquel tema me llevó a pensar en qué futuro deseaba para nuestras ciudades. Cuando niño, las animaciones de los Jetson en el futuro<sup>1</sup> y los cómics futuristas me encantaban y poco a poco han construido, en mí y en otros niños de mi generación, una visión muy específica del futuro. Ya en la carrera de arquitectura los dibujos de Sant'Elia presentaban un modelo que materializaba aquellas visiones. (fig. 1)

Pero, el trabajo del estudiante Augusto ha sido distinto de las visiones inmediatistas del futuro. La utopía del futuro tenía que ser una ciudad autónoma, con viviendas igualmente autónomas, conectadas por transporte público de gerencia local o a través de vehículos en los cuales el único carburante era el propio usuario: las bicis. En las terrazas, jardines y fachadas de estos edificios, hortalizas y planta fructíferas cultivadas con las más eficientes tecnologías agrícolas, garantizarían parte de los alimentos básicos. En aquel año (1985), antes de la popularización de internet, se imaginaba una antena parabólica en cada vivienda, conectándola al mundo. El



1 - Antonio Sant'Elia. Estudio para Central Eléctrica. (POHL, 2010)<sup>i</sup>

---

<sup>1</sup> Los Jetsons (Los Supersónicos), los famosos personajes del Hanna-Barbera, que viven en un futuro divertido y tecnológico.

trabajo sería realizado desde la propia casa o cerca de ella, y la ciudad sería multifuncional, con la vivienda y las actividades productivas en la misma zona, sin la sectorización de la ciudad moderna. Generadores eólicos, paneles térmicos o fotovoltaicos, micro hidroeléctricas, energía de las olas, producirían la energía en los propios edificios o cerca de ellos, acercando la generación de la demanda, todo con una gerencia local. Aquella utopía de ciudad reduciría el peso de la administración central y por consecuencia del estado nacional. Si las comunidades son más autónomas, se demandan menos inversiones federales y se reduce también el cobro de los impuestos, principalmente por la baja circulación de mercancías. En la contradirección del actual mundo globalizado, los impactos económicos y ambientales serían reducidos por un modelo de ciudad de gran autonomía.

Sin embargo, el joven Augusto no tenía la noción de cuán global se tornaría la cuestión ambiental. Dos años después sería publicado el Informe Brundtland<sup>2</sup> (OUR COMMON FUTURE, 1987) con su preconización casi ingenua, y hasta hoy insustituible por la fuerza de su simplicidad. Pero la satisfacción de las necesidades de las futuras generaciones, principal tema propuesto en el informe, se relaciona más directamente a la cuestión de la finitud de los recursos naturales y no trata del tema que es uno de los grandes retos que estamos dejando para las futuras generaciones: el cambio climático causado por las emisiones de gases de efecto

---

<sup>2</sup> El informe preconizaba que la satisfacción de las necesidades del presente no debe comprometer la capacidad de las próximas generaciones de satisfacer sus futuras necesidades.

invernadero. La ascensión de los países emergentes con el apodo actual del BRICs<sup>3</sup> deja claro que el modelo globalizado, basado en el crecimiento económico continuo y en la explotación indiscriminada de los recursos naturales no funciona cuando una parcela mayor de la población mundial pasa a tener acceso al consumo.

La sostenibilidad es una temática amplia, que merece atención en las más distintas actividades humanas. Pero el cuidado con los edificios y la relación de éstos con la naturaleza ha ganado una importancia cada vez mayor en el tema ambiental. Es muy común la asociación de la polución y el consumo de la energía con la figura de coches envueltos en humo. Pero es rara la asociación de la destrucción de las reservas naturales y la degradación del medio ambiente con el piso o con la casa donde vivimos. Sin embargo, a lo largo de los años, una casa puede consumir mucha más energía y causar un impacto ambiental mayor que un coche, con un agravante: año tras año, la flota de vehículos se renueva por otros más eficientes y menos contaminantes. Los edificios, en cambio, permanecerán por décadas o siglos con las mismas características.

La ciudad utópica imaginada en 1985 por el alumno Augusto es inmensamente distinta de lo que hoy se han transformado las ciudades. En términos energéticos, las políticas de producción y distribución son cada vez más centralizadas. Incluso con el crecimiento, aún incipiente, de las energías renovables, la producción se hace por

---

<sup>3</sup> Brasil, Rusia, India y China.

medio de grandes plantas ubicadas en áreas desérticas (solar) y en lo alto de las montañas o en el mar (eólica). Nada que acerque efectivamente la generación de energía del consumo final, necesitando un gran control nacional, tanto en la producción cuanto en la distribución. Incluso con el gas natural, la distribución está hecha en redes continentales, citando los recientes conflictos políticos y económicos que han generado las interrupciones de suministro por los gasoductos de Bolivia, en Sudamérica, y en Rusia, en los gasoductos del Norte de Europa. El aprovechamiento de los recursos naturales por los edificios está también muy lejos de aquella utopía. Cada vez más se hacen arquitecturas globalizadas, ya sea en su estética, ya sea en la relación del edificio con los recursos naturales: verdaderos edificios invernaderos son construidos en los trópicos y oasis tropicales artificiales son edificados en el oriente medio.

#### 1. El impacto ambiental de las construcciones.

Las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas a las actividades de construcción representan alrededor del 40% del total a nivel planetario y, en países como Brasil, de matriz energética predominantemente renovable, estos valores llegan a cerca de los 50%<sup>4</sup>. ¿Qué hacer para lograr el reto de una construcción de menor impacto? Esa cuestión está relacionada directamente con la gestión del impacto energético que un edificio genera. BORCHGRAEVE et al (1995) presenta la clasificación de dos formas básicas

---

<sup>4</sup> Según datos del Centro de la Tecnología de las Edificación, solamente en el sector del hormigón las emisiones son de 17.8% del total nacional (NEUDING & MOLINA, 2008).

del consumo de energía en un edificio: La energía incorporada y la energía operativa. La Energía Incorporada (EI) es toda la energía necesaria para la producción del edificio, desde la extracción hasta el transporte de los materiales. La EI de los edificios es el cúmulo en toda la EI de toda la materia prima utilizada en la construcción. La Energía Operativa (EO) es la necesaria para el calentamiento o enfriamiento, iluminación y operación de los edificios por toda su vida útil. La EO consumida en un edificio es cerca de diez veces la suma de la EI de los materiales usados en la obra. Las dos formas de energía se pueden convertir en términos de la construcción en  $\text{CO}_2/\text{m}^2$ . Según SOLANAS (2008), debemos analizar las emisiones de cada uno de los procesos de la construcción y el uso de los edificios. Esto se traduciría en una contabilidad energética o de emisiones en  $\text{Kwh}/\text{m}^2$  o  $\text{kgCO}_2/\text{m}^2$ , similar a la contabilidad económica en  $\$/\text{m}^2$ . La reducción del coste ambiental de un edificio es lo que permitiría un rigor en la clasificación de sostenibilidad. Para ello es necesario el desarrollo de métodos de cálculo que permitan hacer previsiones de los consumos energéticos y las emisiones, así como para las debidas a la energía incorporada. Solamente con la evaluación del ciclo de vida completo de un edificio se puede definir las fases que más causan emisiones y las mejores estrategias para reducirlas.

## 2. La arquitectura moderna brasileña como ejemplo de sostenibilidad.

Después de la constatación acerca de la total inviabilidad de aquellas ideas del alumno Augusto llegamos a este punto: la búsqueda por referencias para el presente tema de investigación y la arquitectura sostenible con el foco en las condiciones sociales, económicas y ambientales en Brasil. La revisión bibliográfica de la historia de la arquitectura brasileña nos ha apuntado un camino: el único periodo de la

historia reciente de la arquitectura brasileña, donde los modelos internacionales y los importados del primer mundo fueron aprendidos, transformados y aplicados a la real condición del país en desarrollo y de clima predominantemente tropical fue la arquitectura moderna brasileña.

Los arquitectos modernos brasileños tenían todas las justificaciones para simplemente importar aquella vibrante arquitectura internacional y aplicarla como un nuevo "*modus aedificandi*" en Brasil. El país se encontraba en pleno proceso de industrialización aspirando a lo nuevo. Todo lo llamado "internacional" o "importado", gozaba de gran *status* y era considerado "mejor" que los productos nacionales. Además de eso, el estado brasileño necesitaba producción en larga escala para la atención a la creciente demanda de la población, que emigraba a las ciudades, buscando soluciones industrializadas para garantizar el trabajo y la vivienda de esa significativa masa de población. A los arquitectos les cabía presentar respuestas a esas demandas bajo la influencia de la nueva arquitectura globalizada, posible por las nuevas técnicas constructivas que se popularizaban en el país, principalmente con el rápido predominio de las construcciones en hormigón armado. Sin embargo, la simple adopción de los preceptos modernos descritos por Le Corbusier, Mies Van de Rohe y por los demás maestros de la Bauhaus, no sucedió<sup>5</sup>. En cambio, las soluciones adoptadas por los maestros brasileños cruzaron de vuelta el océano e influenciaron generaciones de arquitectos europeos con el desarrollo que

---

<sup>5</sup> Le Corbusier tuvo gran influencia sobre los arquitectos brasileños en los 50, tras su participación en el proyecto para el nuevo edificio para el Ministerio de la Educación y Salud, en Río de Janeiro, y debido a una serie de conferencias que profirió en dos visitas a Brasil.

la arquitectura tuvo en Brasil. Eso ocurrió principalmente debido a que, en el proceso de “nacionalizar” aquella nueva arquitectura, los profesionales brasileños consideraron un aspecto fundamental: el clima. Las preocupaciones de los racionalistas cuanto al bioclimatismo<sup>6</sup> con foco en las estrategias pasivas de aprovechamiento de la luz natural, de la ventilación, en las protecciones solares y en los sistemas de cubiertas, garantizaron una arquitectura que mucho se acerca a varios conceptos que hoy llamamos sostenibilidad. BRUAND (2003) afirma que las estrategias para el combate del calor y del exceso de radiación solar son seguramente las más importante, porque, además de haber sido empleados con mayor frecuencia, contribuyeron para asegurar carácter propio a la arquitectura contemporánea en Brasil, diferenciándola, así, de la arquitectura de otros países.

En 1952, el periódico francés *Architecture d'Aujourd'hui*, publica una edición especial llamada *Brésil*, donde Siegfried GIEDION (1952), presenta la siguiente cuestión y su respectiva respuesta: ¿Cuál es la contribución de la arquitectura brasileña al movimiento contemporáneo? En su opinión, son tres los elementos fundamentales: en primer lugar, la generosidad del diseño y de la construcción; en segundo, traer soluciones simples a problemas complejos, sin excluir la necesaria organización, pero sin estar dominado por ella; y, por último, la contribución más importante para

---

<sup>6</sup> La actual definición de la arquitectura bioclimática consiste en el diseño de edificaciones teniendo en cuenta las condiciones climáticas, aprovechando los recursos disponibles (sol, vegetación, lluvia, vientos) para disminuir los impactos ambientales, intentando reducir el consumo energético.

la arquitectura contemporánea: el sentido que permite animar las grandes superficies por estructuras vivas y multiformes. Para él, el tema fascinante de esa arquitectura es el diseño de la envolvente, con la variedad de detalles técnicos que definen el proyecto desde el punto de vista estético y formal. Es decir, Giedion califica a la arquitectura brasileña y le atribuye al tratamiento de la envolvente la clave para la calidad que se ha logrado.

### 3. La envolvente como clave para el diseño bioclimático.

Este tema, la envolvente, es el concepto principal tratado por esta tesis: la cara, no necesariamente opaca, no necesariamente fija- que representan las fachadas, cubiertas, carpinterías; todo el conjunto de interrelaciones entre el edificio y el medio que vamos a conceptualizar aquí como "la piel de los edificios modernos brasileños".

La envolvente de los edificios es, muchas veces comprendida, como una barrera entre el exterior y el interior, o sea, algo que aísla, impidiendo el contacto y el paso de las intemperies. Si tomamos la experiencia de la piel humana, hay una relación mucho más compleja que el simple aislamiento. La piel, no nos aísla del entorno, nos protege del frío y del calor excesivo, pero permite el paso de todo lo que necesitamos como la luz, el aire y el calor del sol. Esa función dinámica es mucho más efectiva y elaborada que una simple barrera, pero, necesita un control mucho más sofisticado. La inercia térmica, el control de la luz, el control solar y la gestión de los cambios de la humedad y del vapor son la clave para la definición correcta de la envolvente. (SABATÉ, 2008). La propuesta de Sabaté es lo que pasamos a definir en este estudio como "la piel" para la evaluación de los edificios investigados.

En ningún otro periodo de la historia de la arquitectura brasileña ese concepto ha sido tan bien aplicado cuanto en el período áureo de la arquitectura moderna, entre los años 1930 y 1960. Aunque varios de los conceptos empleados por los racionalistas brasileños sean herencia del periodo colonial de la arquitectura<sup>7</sup> donde diversas soluciones de carácter bioclimático fueron adoptadas. Lúcio COSTA<sup>8</sup> (1995) fue el arquitecto brasileño que se dedicó a presentar esa influencia y la rápida adopción de estos conceptos por los arquitectos modernos. GIEDION (1952) cita el talento de los arquitectos brasileños, la mirada en el pasado colonial y el apoyo del Estado como las principales razones para el desarrollo de la arquitectura moderna en Brasil.

En esta tesis se investiga la arquitectura moderna brasileña, el proceso de adaptación de los conceptos internacionales a las condiciones climáticas brasileñas y la influencia de la arquitectura colonial en ese proceso. Se investigase y se analiza, a partir de los ejemplos seleccionados, los conceptos bioclimáticos aplicados a la arquitectura. Ha sido necesario analizar también el histórico de la arquitectura colonial a través de ejemplos concretos como forma de comprobar esa influencia.

#### 4. Hipótesis principal y objetivos.

---

<sup>7</sup> Periodo comprendido desde el año desde 1500 hasta la independencia del país, en 1822.

<sup>8</sup> Lúcio Marçal Ferreira Ribeiro Lima Costa, fue un arquitecto, urbanista y profesor, pionero de la arquitectura moderna brasileña, reconocido en todo el mundo por el diseño del Plan Piloto de Brasilia

La hipótesis principal de esta tesis es que el cuidado con el clima y el tratamiento de la envolvente fueron elementos de gran importancia en el gran éxito y reconocimiento internacional que tuvo la arquitectura moderna brasileña, especialmente la producida entre los años 1930 y 1960.

El objetivo principal es comprobar que las soluciones adoptadas en la arquitectura moderna brasileña siguen los preceptos de la arquitectura bioclimática que forman parte de las estrategias para lograr la sostenibilidad en la arquitectura.

Los objetivos específicos son:

Investigar la influencia da arquitectura colonial en el proceso de adaptación de los preceptos modernos en el caso brasileño;

Investigar las soluciones bioclimáticas pasivas utilizadas en la arquitectura moderna.

## 5. Metodología.

Con relación a la metodología, esta investigación posee dos partes distintas. Preliminarmente, se ha desarrollado la parte teórica a partir de los levantamientos bibliográficos, siendo entonces la investigación descriptiva y exploratoria. Es una metodología empírica y bibliográfica, por estar basada en libros, periódicos e informaciones que se entienden relevantes para el trabajo. La segunda parte es la investigación descriptiva que busca comprender los hechos observados, registrados y analizados, interpretándolos. A través de datos analíticos se busca obtener informaciones sobre un determinado problema y la conexión entre los distintos datos. En este análisis se utilizan recursos computacionales como el diseño en 3D de las obras estudiadas y recursos de simulaciones de las variables climáticas, como el viento y la radiación solar incidente en las distintas partes de los edificios. Esta

metodología de análisis se basa, pues, en datos de simulación para la evaluación de la envolvente de los edificios.

Con relación al desarrollo del trabajo, esta tesis analiza la arquitectura colonial brasileña, sus componentes constructivos, en especial, los que conforman la envolvente de los edificios, buscando la conexión y la influencia de sus soluciones en la arquitectura moderna. A continuación, estos elementos son aislados y evaluados según los criterios de eficiencia en la función bioclimática pasiva, siempre considerando el concepto de "piel", entendidos aquí como elementos que, en conjunto, pueden crear distintas combinaciones para el control de la interrelación entre el interior y el exterior. A partir de la investigación se ha elegido ocho edificios para aplicar las simulaciones computacionales, en especial, en el estudio del viento y del control de la radiación solar, principales aspectos que necesitan ser controlados en el clima de la mayor parte del país.

## 6. Límites de la investigación.

En términos de delimitación de la investigación, el principal límite está marcado por no considerar el análisis de las cuestiones sociales relacionadas a la arquitectura, y tampoco las relacionadas con la responsabilidad social de los profesionales, quedando investigar, interpretar y analizar las cuestiones relacionadas con la arquitectura moderna brasileña en su proceso de adaptación de los conceptos internacionales a las condiciones climáticas de ese país.

Es posible aún delimitarla de forma temporal y geográfica. Con relación a la delimitación temporal, la investigación está restringida al análisis del histórico de la arquitectura colonial, desde el año 1500 hasta 1822, con énfasis en los aspectos que

influenciaron las soluciones adoptadas por los arquitectos modernos en la producción del periodo entre los años 1930 y 1960 a través de ejemplos concretos de construcción. Esta definición se basa en el análisis previo de la literatura sobre la arquitectura moderna brasileña que define el año 1930 con el inicio de los primeros edificios de características notablemente modernas en Brasil. En 1960 se inauguró la nueva capital, Brasilia, donde todos los conceptos desarrollados durante el período de producción de la arquitectura moderna brasileña se aplican a gran escala, tanto en los edificios, como en el nivel del diseño de la ciudad. En el post-Brasilia, cambios en el paisaje político brasileños, con el golpe militar de 1964<sup>9</sup>, la arquitectura brasileña entra en un período de franca decadencia. La delimitación geográfica abarca el territorio brasileño en términos de ejemplos y factores de influencia internacionales, principalmente de los maestros modernos europeos.

#### 7. Estructuración del trabajo.

Esa tesis está organizada en tres partes, además de la introducción y de las conclusiones. En la introducción es donde se relata el problema a ser investigado, objetivo general y objetivos específicos, metodología adoptada y la delimitación de la investigación. La primera parte trata de las influencias del pasado colonial brasileño en la formación de una arquitectura moderna nacional. El primer capítulo comprende los siguientes tópicos: Las técnicas y soluciones bioclimáticas de la arquitectura

---

<sup>9</sup> El golpe militar de 1964 designa al conjunto de eventos ocurridos en el 31 de marzo de 1964 en Brasil, y que culminó el 1 de abril de 1964, con un golpe de estado que acabó con el gobierno del presidente João Goulart Belchior Marques,

colonial brasileña iniciando con un breve histórico de la arquitectura colonial, presentando las técnicas constructivas del Brasil colonial con énfasis en las soluciones bioclimáticas en aquella arquitectura. El segundo capítulo presenta Lucio Costa como el arquitecto que conecta a través de sus proyectos y de su discurso conceptual, el pasado colonial y la nueva arquitectura moderna. El tercer capítulo presenta la cuestión del clima en el éxito de la arquitectura moderna brasileña, sus precedentes históricos, las innovaciones bioclimáticas en la arquitectura moderna brasileña y la función bioclimática de la capas de la arquitectura moderna brasileña. La segunda parte presenta los criterios cualitativos y cuantitativos para el análisis de los estudios del caso. En el cuarto capítulo se presenta una propuesta para la evaluación de la envolvente de los edificios, definiéndose el concepto de piel en la arquitectura bioclimática. Se describe el clima brasileño y se presenta una metodología de evaluación de la envolvente de los edificios desde los criterios del guión del Arquitecto Armando de Holanda. La tercera parte se constituye de los estudios de caso. En el quinto capítulo se presentan los ocho edificios seleccionados para los estudios de caso a partir de los conceptos estudiados en esta tesis. En siguiente son presentadas las conclusiones, las referencias bibliográficas que fundamentan la presente tesis y los Anexos.

---

**PRIMERA PARTE: EL DESARROLLO DE LA  
ARQUITECTURA COLONIAL Y LA ARQUITECTURA  
MODERNA BAJO LA INFLUENCIA DEL CLIMA  
BRASILEÑO**



Figura de portada: Una hacienda en la provincia de Espírito Santo: la típica casa Colonial (acervo del autor)



**CAPITULO 1. LAS TÉCNICAS Y SOLUCIONES BIOCLIMÁTICAS  
DE LA ARQUITECTURA COLONIAL BRASILEÑA**

## 1.1 BREVE HISTÓRICO DE LA ARQUITECTURA COLONIAL BRASILEÑA

En Brasil, la arquitectura colonial se define como la arquitectura realizada en el actual territorio brasileño desde 1500, año de la llegada de los portugueses a Brasil, hasta su independencia en 1822. La actividad arquitectónica en el Brasil colonial se inició en la década de 1530, cuando la colonización cobró impulso con la creación de las Capitanías Hereditarias (1534) (fig. 1.1) y por la fundación de las primeras ciudades, como San Vicente (SP), fundada por Martim Afonso de Sousa en 1532, e Igarassu y Olinda (PE), fundadas por Duarte Coelho Pereira alrededor de 1535. Más tarde, en 1549, fue fundada la ciudad de Salvador por Tomé de Sousa, siendo la sede del Gobierno General. El arquitecto interpuesto por Tomé de Sousa, Luis Dias, señala a la capital de la colonia, incluyendo el palacio del gobernador, las iglesias y las primeras calles, plazas y casas, además de las fortificaciones necesarias en todo el asentamiento.

Inicialmente, la arquitectura colonial utilizó las técnicas de la tapia, la tapia de mano, de construcción rápida y abundantes materiales utilizados en la colonia: arcilla y madera. En los primeros tiempos, la cobertura de las casas se hacía simplemente con paja, como las chozas de los nativos, que todavía existen en las zonas rurales de Brasil. La teja de arcilla se utilizó inicialmente en los edificios de los ricos, antes de popularizarse. Pronto fue adoptada también la mampostería de piedra o de ladrillos de adobe para construir los muros, lo que permitió la construcción de grandes estructuras y la inclusión de la madera para pisos y techos. La piedra fue utilizada en los edificios más importantes, en general como refuerzo en las esquinas de grandes edificios y los dinteles de las puertas y ventanas. Muy pocos



1.1 - Las capitanías hereditarias (BICCA & BICCA, 2006).

edificios fueron construidos exclusivamente en piedra e incluso en los siglos siguientes pocas iglesias fueron construidas enteramente con fachadas de piedra.

Lemos (2012) señala que al principio de la colonización brasileña muchos factores transformaron la arquitectura traída por los recién llegados. Vinieron a Brasil personas variadas, del Norte o del Sur lusitano, conocedoras de los diversos procedimientos constructivos, o sin conocimiento alguno, así que nunca hubo un consenso sobre la forma de actuar de manera colectiva en el contexto de ese ambiente carente de materiales de construcción de la patria lejana. En Brasil, tuvieron que tomar los recursos del medio ambiente y el "savoir faire" de los indígenas.

En los primeros años de la colonización, una de las principales preocupaciones de la metrópoli era asegurar la posesión del territorio, y los primeros asentamientos fueron fortificados siempre con empalizadas y murallas. La primera fortaleza construida en Brasil, el Fuerte de São Tiago (que todavía sobrevive bajo el nombre de fuerte de Sao João) (fig. 1.2) en Bertioga, está en las tierras bajas de la ciudad de Santos, y data de 1532. Al principio fue una empalizada de madera, renovada más adelante en albañilería, quedando así su configuración actual.

Se planteó entonces una serie de otros fuertes alrededor de la costa y en algunos puntos del interior. Básicamente, se mantuvo el mismo patrón sin grandes cambios durante los siglos, cuadrangulares o poligonales, a veces deformados para encajar en la topografía subyacente. Tenían una base biselada con la piedra desnuda, muros de mampostería, intercalados con torres de vigilancia. De vez en cuando las puertas



1.2. - Fuerte de Sao João de Bertioga, construido en mampostería de piedra de finales del siglo XVII a partir de una empalizada construida en el siglo XVI (fuente: WikimediaCommons).



1.3. - Igreja de Nossa Senhora de Gracia de Olinda, una de las más antiguas de Brasil (finales del siglo XVI) (fuente: WikimediaCommons).



1.4. - Hacienda Pau d'Alho, San José Barreiro, SP, 1818. (Foto Víctor Hugo Mori, Lemos, 2012).

de entrada de las fortalezas se construyeron de forma más o menos elaborada, siguiendo el estilo renacentista o tardo manierista.

Los primeros templos religiosos construidos en Brasil, precisamente, siguieron el estilo de finales del renacimiento o el manierista portugués, conocido como "estilo chão". Esta estética se caracteriza por fachadas compuestas por figuras geométricas básicas, frontones, ventanas y paredes cuadradas marcadas por el contraste entre la piedra y las superficies blancas de carácter bidimensional. La decoración era escasa y generalmente se limitaba a los portales, aunque los interiores eran ricos en altares, pinturas y azulejos (fig. 1.3).

En el siglo XVIII, el barroco y el rococó utilizaron los motivos derivados de la arquitectura clásica, pero los combinaron de una manera dinámica, tratando de crear efectos ilusionistas y las fachadas y los interiores pintorescos. En la segunda mitad del siglo XVIII, Minas Gerais llegó a dominar la arquitectura religiosa en las iglesias como en el Santuario de Bom Jesus de Matosinhos, en Congonhas do Campo (1757-1770), los Clérigos de San Pedro, en Mariana (1771) y la Capilla del Rosario de Ouro Preto. Antonio Francisco Lisboa, el Aleijadinho<sup>1</sup>, principal escultor y arquitecto de la época dejó una vasta obra. Partidario del estilo rococó, sabía mejor que nadie la integración de la arquitectura y la escultura, elaborada decoración de la sobriedad religiosa arquitectura portuguesa.

---

<sup>1</sup> Antônio Francisco Lisboa, más conocido como Aleijadinho (traducción libre para el español: lisiado), fue un importante escultor, entallador y arquitecto del Brasil colonial.

Dentro de la colonia, se multiplicaron los molinos y casas de hacienda (fig. 1.4). Alrededor de São Paulo, todavía hay varios ejemplos del siglo XVII y siglo XVIII. Entre las casas rurales, hay algunas dentro de la megalópolis de São Paulo, como la llamada Casa del Setanista, que data del siglo XVII, y la Cámara de Butantan, de mediados del siglo XVIII. En el siglo XVIII aumentó la cantidad y la calidad de los edificios civiles aunque en general la arquitectura civil produjo muchos menos edificios importantes que la arquitectura religiosa.

El traslado de la corte de Don João VI a Brasil, en 1808, provocó cambios sensibles en la arquitectura. La capital del Reino de Portugal se estableció en la capital del estado de Brasil, entonces en la ciudad de Río de Janeiro, registrando lo que algunos historiadores llaman "inversión metropolitana", es decir, la antigua colonia se convirtió en el gobierno ejercido del imperio portugués en el extranjero. En 1816 llegó a Río de Janeiro la llamada misión francesa, encargada por Don João de la educación artística del pueblo brasileño. La misión artística francesa fue un grupo de artistas y artesanos franceses traídos a Brasil que revolucionó el panorama de las Bellas Artes en el país, que entraron en el sistema de educación superior y fortalecieron el neoclasicismo académico que todavía no se había iniciado. Dirigido por Lebreton, la misión trajo como arquitecto a Auguste Henri Víctor Grandjean de Montigny (1776-1850), quien introdujo el neoclasicismo e hizo adeptos. Ellos fueron los fundadores del arte académico como un estilo en Brasil, un arte cultivado por el Estado y organizado en rígidas líneas metodológicas, con sus propios temas y modelos formales propios.

El período colonial terminó con la independencia de Brasil, proceso que culminó con la emancipación política del territorio brasileño del Reino Unido de Portugal, Brasil y



1.5. - Igreja do Rosário em Ouro Preto, em Minas Gerais, 1785. (fuente: WikimediaCommons).

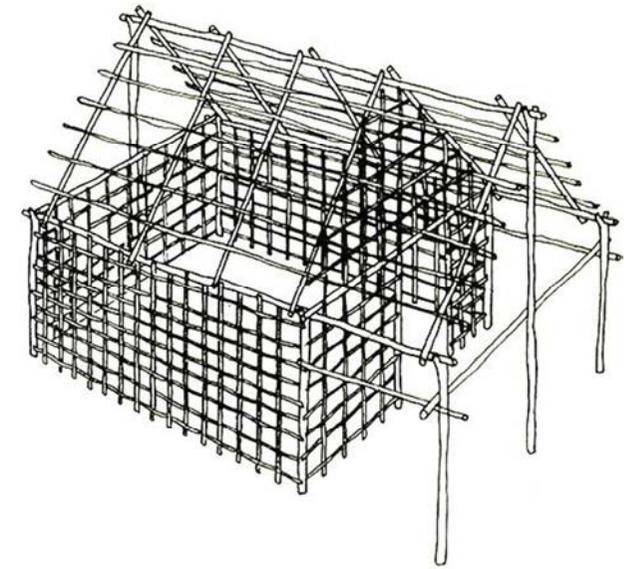
Algarve, en el siglo XIX. Oficialmente, la fecha se celebra el 7 de septiembre de 1822, por causa del llamado "Grito de Ipiranga". Sin embargo, la historiografía moderna en Brasil atribuye el inicio del proceso de independencia a la transferencia de la corte portuguesa. Otras fechas consideradas historiográficamente para la Independencia son la fecha de la coronación del Emperador (1 de diciembre de 1822) o incluso el reconocimiento de la independencia de Portugal y Gran Bretaña (29 de agosto de 1825).

## 1.2 TÉCNICAS CONSTRUCTIVAS DEL BRASIL COLONIAL

Pasaremos a evaluar cada una de las técnicas utilizadas en la arquitectura colonial

en las distintas partes de la construcción. El objetivo es destacar y caracterizar cada una en su función bioclimática pasiva destacando las influencias que tendrán en el desarrollo de la arquitectura moderna brasileña. La falta de buenas canteras y los pocos recursos que se tenían inicialmente hicieron que los constructores de la época colonial utilizaran los materiales más abundantes: la madera para fines estructurales y la tierra con las técnicas de tapia, tapia de mano (fig. 1.6) o ladrillos de adobe para los muros, procesos que hasta hoy se utilizan en construcciones de la zona rural y en las periferias más pobres de las ciudades de Brasil. Pocos fueron los ejemplos de construcciones en piedra al principio de la ocupación del país, limitándose estas técnicas a obras religiosas de gran envergadura como los conventos (fig. 1.7).

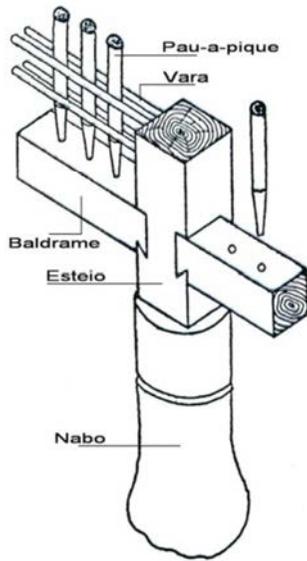
Desde el principio se ve que los diversos materiales disponibles en la naturaleza, no necesariamente conducen a un sólo tipo de construcción. En la costa no había rocas y la cal era fácil de obtener a partir de los montones de conchas y caracoles marinos. Por lo tanto, sin duda, se da la elección del muro de piedra en tapiada continúa sobre la arena del suelo. En São Paulo, en la meseta, por el contrario, había poca disponibilidad de piedra, y la cal era cara de importar de los hornos de



1.6 - Estructura de tapia de mano directamente fijada en el suelo. (COLIN, 2010)



1.6. - Convento de Nossa Senhora da Penha en la ciudad del Vila Velha. Construido por Pedro Palacio, en 1558 (BICCA & BICCA, 2006)



1.7. - Fijación de los esteos en el suelo. (COLIN, 2010)

los jesuitas de la provincia de Cubatão<sup>2</sup>. También hubo dificultades con la madera, por el tema del transporte desde los campos de Piratininga. De todo esto resultó la

adopción de la tapia, la técnica única de São Paulo, utilizada continuamente para explorar el interior de la provincia durante tres siglos y medio. En Minas Gerais, a su vez, fuera de las iglesias importantes levantadas para reemplazar las iniciales capillas modestas, la construcción en general fue hecha parte en arcilla y algunas son de excelente calidad, sobre todo con el uso de la carpintería aprendido en la reconstrucción de Lisboa después del terremoto de 1755. En el sur, de los grandes bosques entremezclados con pinos -destruidos por los colonos alemanes e italianos en el siglo XIX- surgieron los edificios construidos completamente en madera, incluyendo la cubierta con plaquetas que se asemejaban a la pizarra. En una segunda etapa, se perfeccionó esta arquitectura del estilo enxaimel<sup>3</sup>, que llegó a caracterizar la producción de ese pueblo laborioso, hasta llegar a los tiempos del D. Pedro II (Lemos, 2012). A continuación, se presentan las distintas partes de las construcciones clasificadas según su función en el edificio.

### Cimentaciones

<sup>2</sup> Cubatão era una provincia próxima a la costa, donde se obtenía la cal con la trituración de las conchas.

<sup>3</sup> Enxaimel es una técnica de construcción que consiste en muros construidos con barras de madera integrados en posiciones horizontales, verticales o inclinadas, cuyos espacios se llenan generalmente por piedras o ladrillos. Será mejor descrito en este mismo capítulo, más adelante.

El proceso más sencillo utilizado en las cimentaciones ha sido la fijación de los elementos verticales en el proceso de la tapia de mano, aprendido de los indígenas, que lo utilizaban en sus cabañas. Los palos eran fijados directamente en el suelo, cercanos los unos de los otros, y la base era quemada para evitar el pudrimiento por la humedad (fig. 1.8).

Las fundaciones corridas también fueron muy utilizadas como en el zócalo, hecho de piedras "mal puestas" sobre una valla de anchura variable con cerca de 1,5 m de profundidad, en las que recibían las cargas distribuidas de los muros portantes.

Se encontraban también, las estructuras autónomas en madera, o armazón, donde la cava de la fundación, bajo el esteo, solamente para recibir las cargas concentradas. Se abría un agujero en el terreno, se investigaba la resistencia del suelo para poner la mampostería de dimensiones variables y donde se echaba, algunas veces, un mortero hecho de arcilla, cal o algún otro aglutinante. Era común el uso del aceite de ballena pero, sin embargo, investigaciones recientes indican el uso de sobras del cocimiento de la cocina de las casas. El aceite de ballena, más caro, se utilizaría solamente como repelente de la humedad.

### 1.2.1 ELEMENTOS VERTICALES

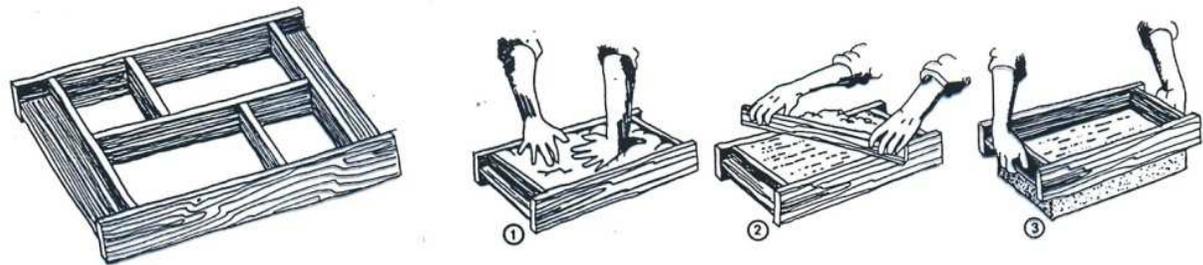
Los elementos verticales se clasifican según sus características estructurales: muros auto-portantes que acumulan las funciones de cerramiento y sustentación, recibiendo las cargas de las cubiertas, de forma distribuida, sobre las cimentaciones; estructura autónoma o armazón, con pilares descargando los esfuerzos de forma concentrada. No es rara la presencia de las dos técnicas en una misma edificación, por condiciones específicas del local o por reformas o ampliaciones.



1.9. - Casa dos Contos en Ouro Preto, 1784. Foto de Jose Gustavo A. Murt, disponible en <http://www.panoramio.com/photo/222290>.

Se observa el predominio del uso del adobe en las paredes portantes. Incluso el uso de la piedra era también complementario al de los ladrillos para los arcos sobre las ventanas y puertas o en arcos en espacios interiores con luces más grandes, como en la Casa dos Contos, en Ouro Preto, MG (fig. 1.9).

Los ladrillos de adobe son paralelepípedos de dimensiones medias de cerca del 0,2 x 0,2 x 0,4 m, macizos y compactos, hechos de arcilla, fibras vegetales y agua, prensados manualmente en moldes de madera (fig. 1.10).



1.10. - Fabricación del adobe. (COLIN, 2010)

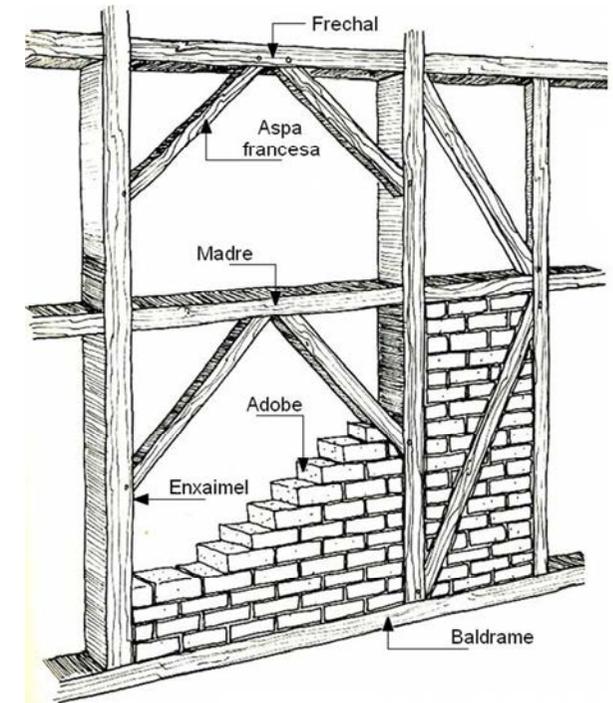
La principal distinción respecto a los ladrillos es que los adobes son secos a la sombra, y después puestos al sol, mientras los ladrillos son cocidos, presentando una mayor resistencia contra la humedad. El uso dependía de la disponibilidad de combustible para la quema. La construcción de los muros no es distinta de los procedimientos contemporáneos: piezas superpuestas con mortero, ajustadas con plomo y niveladas, configurando muros con alrededor de 0,40 m de anchura. Las aperturas se hacían con arcos de descarga o con piezas de madera formando dinteles.

Además del cocimiento, los ladrillos difieren de los adobes por sus menores dimensiones. Su durabilidad rivaliza con la piedra. Desde el siglo XVII, el ladrillo era empleado en Bahía y, en 1711, ya se hallaban registros de fábricas de ladrillos en Ouro Preto, MG. La precariedad de las condiciones de esas fábricas, sin embargo, reservaba la mayor parte de la producción para la tejas. Los muros de ladrillo solamente empezarían a ser comunes en el siglo XIX. En los siglos anteriores tiene más importancia la tapia, la piedra y la cal. Pero, encontramos ladrillos asociados a la piedra en muros de piedra y cal. (COLIN, 2010)

El enxaimel es muy similar a la estructura principal de la tapia de mano, con la diferencia del sistema de cerramiento. En este caso el hueco entre los esteos se rellena con ladrillos o adobe (fig. 1.11). Es una técnica bastante común en la región sur de Brasil, pero utilizada también en otras regiones, principalmente en las que recibieron la influencia de la colonización alemana.

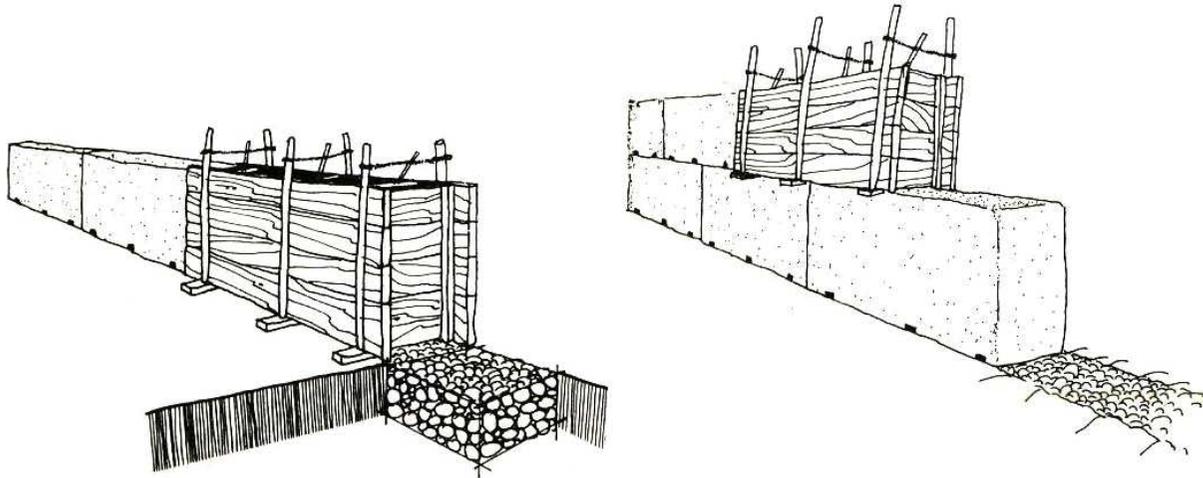
La tapia, una técnica milenaria presente en distintos continentes, también utiliza arcilla, agua, fibras vegetales y algún tipo de aglutinante, sea el estiércol o la sangre de los animales. Los componentes son apilados en moldes de madera, el tapial, confeccionado con tablas de alrededor de 40 cm de altura, dispuestas a lo largo de las cimentaciones.

Tras la preparación del material, la mezcla se dispone dentro de los moldes en capas de 10 a 15 cm, que después de perfectamente apiladas tienen espesores menores. Como las anchuras de los muros varían de 0,3 a 1,2 m. El apilamiento es interrumpido cuando la tapia emite un sonido metálico característico, lo que significa

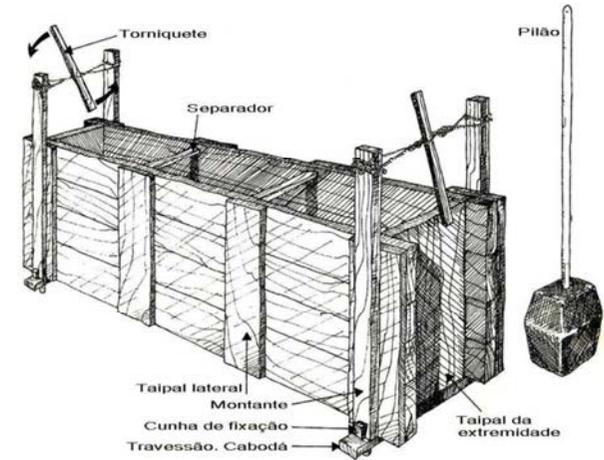


1.8. - Enxaimel. (COLIN, 2010)

la mínima cantidad de vacíos y que se ha logrado la compactación manual máxima (figs. 1.12 y 1.13).



1.9. - Secuencia de ejecución de un muro de tapia. (COLIN, 2010)



1.10. - El molde para la tapia: Taipal. (COLIN, 2010)

La tapia de mano también se utilizó como tabiques internos, por su pequeña anchura, entre 10 y 20 cm, y su ligereza, incluso en construcciones donde la técnica principal era otra (fig. 1.14).



1.11. - Estructura, trama y relleno de la tapia de mano. (COLIN, 2010)

Como en la tapia de mano, los muros deben estar protegidos por los aleros del tejado y por los porches, además de estar contruidos sobre el nivel del terreno, apoyados sobre fundaciones de piedra. "Buenas botas y un buen sombrero" refrán de la sabiduría popular. En las viviendas de la meseta paulista se ha utilizado la técnica de la tapia, incluidos todos estos elementos protectores para el clima tropical, como en la propiedad del Padre Inácio, de finales del siglo XVII. (fig. 1.15)

La piedra fue ampliamente utilizada en las iglesias de Ouro Preto, MG. En las viviendas, la piedra generalmente estaba solamente en las fundaciones o en una especie de barra. Por cantería se entiende el muro de piedra trabajado de manera precisa para que las piezas se ajusten perfectamente las unas sobre las otras, sin necesidad de mortero aglutinante. Actúa como elemento estructural o como ornamentación y, muchas veces, atiende a las dos funciones. (COLIN, 2010)

La piedra natural, al ser un material inmediato y accesible, ha acompañado al hombre desde el período prehistórico hasta hoy y, en su perennidad, ha registrado la trayectoria de las civilizaciones. A principios de la colonización brasileña, aún en el siglo XVI, ya se encuentran construcciones en piedra. Es el caso de la torre que Duarte Coelho edificó en Olinda, en 1535. Fue también largamente utilizada en las iglesias de Ouro Preto.

Cantería y mampostería fueron utilizadas en la Colonia, para las construcciones medianas y grandes. Los muros, más resistentes, pueden llegar a alturas mayores que en otras técnicas menos resistentes. Para las construcciones de porte mediano la anchura estaba entre los 60 y 80 cm. Para los grandes edificios como las iglesias, conventos y las Casas de Cámara y Cadena, su grosor variaba de 1 a 1,5 m.

Los proyectos de los edificios más importantes a menudo venían listos de Portugal y lo mismo sucedía con las piedras, cortadas y numeradas. Estas funcionaban como el lastro para los barcos y se utilizaban en las construcciones en la colonia. Cuarcitas



1.12. - Casa del Padre Inácio, en Cotia, SP, 1753. (BICCA & BICCA, 2006)



1.13. - Igreja São Francisco de Assis, del arquitecto Antônio Francisco Lisboa, Ouro Preto, 1765. COSTA (1995)

fueron utilizadas en Vila Rica y la cantería en cuarcita itacolomi, con acabados finos con encajes con o sin aglutinante fue utilizada en palacios de los gobiernos en el siglo XVIII.

En la tercera fase del uso de rocas en las construcciones empieza el uso del estealito, conocido como "piedra jabón". En las ornamentaciones, su deseada maleabilidad talcosa permitió que Aleijadinho crease sus frontones, portadas y esculturas. A finales del siglo XVIII el trabajo de los maestros de cantería

portugueses y la primera generación de artistas mineros originaron las tipologías distintas que caracterizarán definitivamente la arquitectura colonial de Ouro Preto, MG (fig. 1.16). La decaída del uso de la cantería, con los cambios estilísticos y el desarrollo de nuevos materiales, ocurrió ya en el siglo XX. Las albañilerías revestidas con la blanca cal, son como tela de fondo para la cuarcita rosa de las bases, portales, dinteles, en los contornos de las fachadas y en los ornatos de piedra jabón con la más pura expresión del barroco de Minas Gerais. Con la llegada de la corte de D. Joao VI<sup>4</sup> y la llegada de la misión francesa, la adopción del estilo neoclásico marcó la decaída del uso de la cantería. Con el fin del trabajo esclavo en Brasil, el oficio del cantero llegó prácticamente a extinguirse. Con la pérdida de la mano de obra especializada para el trabajo en piedra, en los días actuales el uso de este material se restringe a los pavimentos de calles, pisos de escaleras y placas rústicas para el revestimiento de muros.

---

<sup>4</sup> Huyendo de las tropas de Napoleón Bonaparte, don João de Bragança, su linaje y la nobleza en torno a él se trasladó a Brasil. Llegaron al país unos catorce buques con cerca de 15.000 personas.

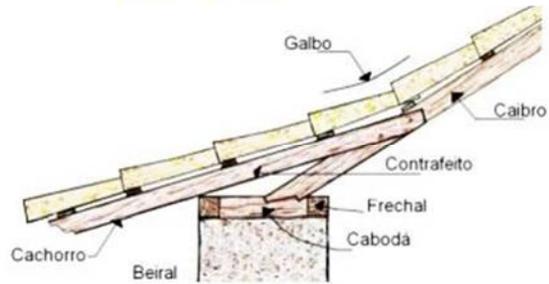
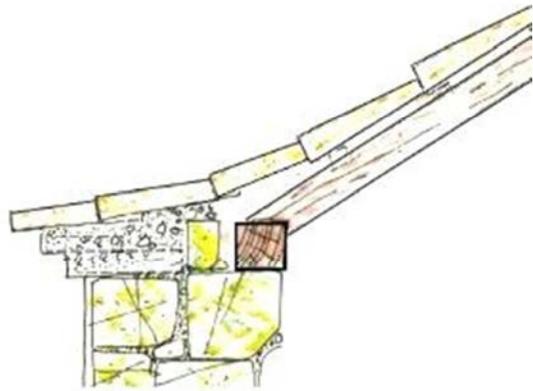
### 1.2.2 CUBIERTAS

La disponibilidad del material, una vez más, determinó la opción para las cubiertas. En un primer momento, se usó la paja, como los indígenas. Pequeñas secciones de las cortezas de los árboles también fueron utilizadas. La paja que se podía quitar de las hojas de las palmas y también de las gramíneas, se secaba y amarraba a la estructura de la cubierta, tradición que todavía persiste en todo el país, incluso en construcciones más sofisticadas.

Con el inicio efectivo de la colonización y la creciente necesidad de construcciones más duraderas, se implantaron industrias para la producción de ladrillos y también de tejas capa-y-pipa o el capa-y-canal, verdadero hito para la arquitectura colonial (fig. 1.17). La fabricación de las tejas era extremadamente rústica y basta. En algunos casos, tras ser elegida con el conocimiento empírico por el responsable de la fabricación, la arcilla era amasada hasta conseguir la pega deseada. A continuación, una porción era separada para que un esclavo la moldease en sus propios muslos.



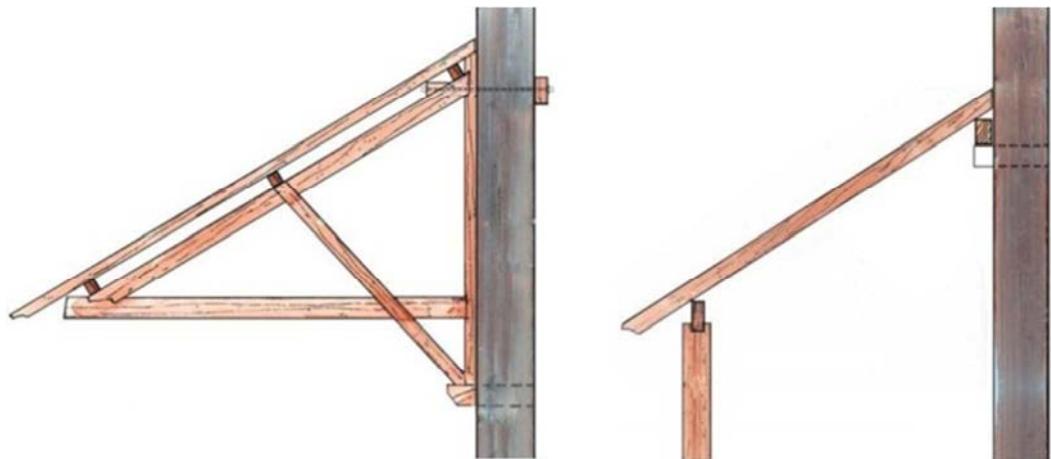
1.14. - Típica conformación de los tejados de una ciudad colonial brasileña. (COLIN, 2010)



1.15. - Distintas tipologías de los aleros. (COLIN, 2010)

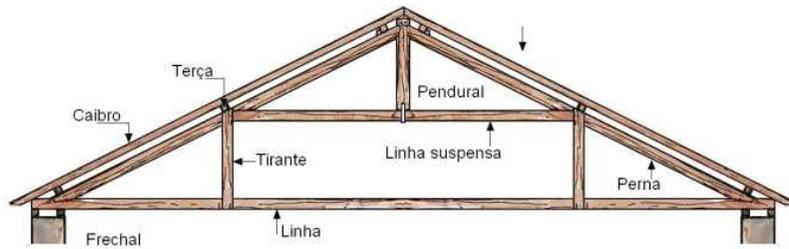
Las tejas se ponían sobre la armazón de la cubierta predominante a dos aguas, principalmente en las construcciones urbanas. Con los límites estructurales de la madera, para la obtención de mayores luces, la solución adoptada fue la descarga del peso del tejado a través de sistemas de puntales o mano francesas. En las naves de las iglesias se utilizaban las cerchas de línea alta, las manos francesas o la cruz de San Andreas (figs. 1.20 a 1.24). El uso de las cerchas como estructura principal con cumbresas, y de las viguetas como estructura secundaria es más complejo y reciente. En las primeras estructuras de cubiertas, se utilizó el sistema de viguetas armadas, o sea, sin cerchas, con cada vigueta recibiendo su carga propia y con el uso de palos rollizos. Podían ser trabajados con el hacha o serrados.

Esta estructura debía ser más resistente que la de las cubiertas de paja, por el gran peso de las tejas cerámicas. Los aleros tenían la función básica de alejar el agua de los muros, que generalmente estaban hechos de materiales poco resistentes a la lluvia. Los aleros pueden tener muchas formas, como en la fig. 1.18.

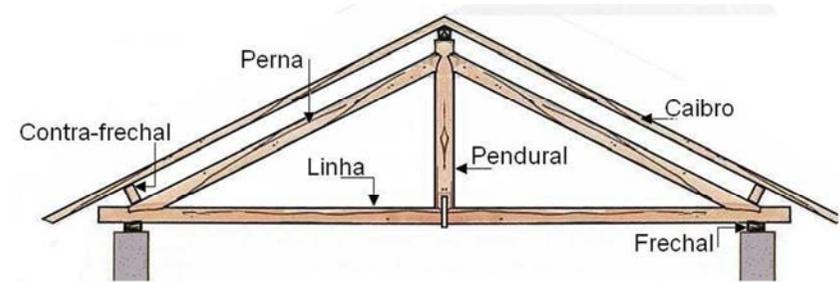


1.16. - Porche falso y porche. (COLIN, 2010)

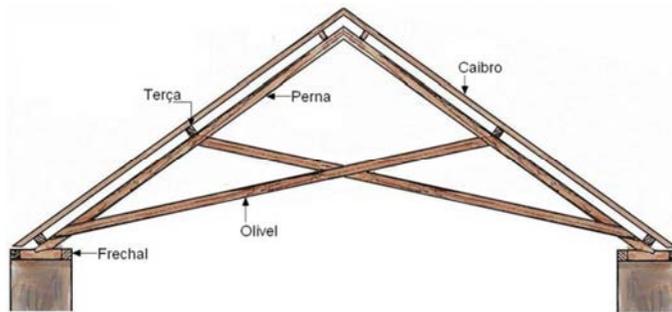
Con la misma función de protección contra la humedad de los aleros, se hacían porches, permitiendo también disminuir la incidencia solar directa sobre las ventanas y puertas (fig. 1.19).



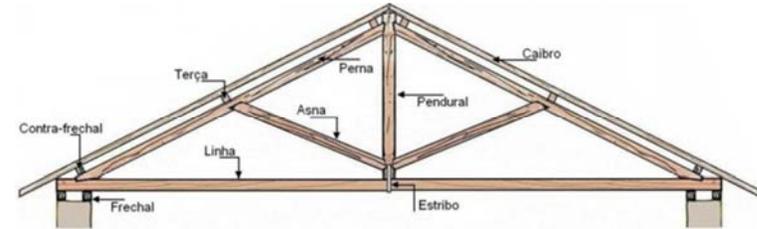
1.17. - Cercha clásica. (COLIN, 2010)



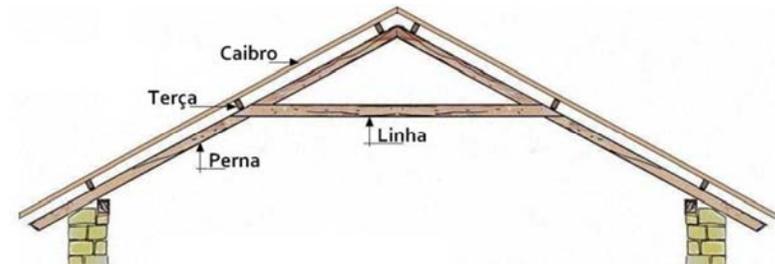
1.18 - Cercha francesa. (COLIN, 2010)



1.19 - Cercha de San Andreas. (COLIN, 2010)



1.20- Cercha romana. (COLIN, 2010)



1.21 - Cercha de línea alta. (COLIN, 2010)

### 1.2.3 REVESTIMIENTOS Y PINTURAS

Hasta el siglo XVIII, cuando sucedieron grandes transformaciones en los acabados de los edificios, poco se alteró en los revestimientos de los muros. Básicamente se aplicaba un mortero de arcilla, después cal y arena y enseguida el blanqueo con la cal producida a partir de la quema de conchas de mariscos. El aspecto dominante, por lo tanto, era el de una ciudad blanca. En contraste con el blanco, las carpinterías eran pintadas con colores vivos, con predominio del azul, granate o amarillo, aislados o combinados entre ellos, a la manera de los pueblos portugueses. Esas pinturas estaban constituidas por alguna pega o aceite vegetal, mezcladas a los colorantes naturales disponibles: el añil (azul), la cochinilla (escarlata), el azafrán (amarillo), el "urucum" (rojo vivo) y el "páu-bauna" (negro). Pau-Brasil

En la arquitectura colonial, hubo incluso un producto ampliamente utilizado en varias regiones de Brasil, bajo la influencia de los colonizadores portugueses: el azulejo. La azulejería en Brasil tuvo su inicio a finales del sistema de las Capitanías Hereditarias, periodo de la centralización de la administración nacional. En 1522, con la llegada del primer Obispo a Salvador se inicia la construcción de las nuevas iglesias y conventos. Así, empieza la importación de una serie de productos como los mármoles, las piedras y ornatos, e incluso los azulejos. En las iglesias del siglo XVII, el azulejo decorativo se convierte en pieza imprescindible ya que los modelos de repetición hechos en Portugal se adaptaban a cualquier edificio. En 1630, con la

llegada de los holandeses al Nordeste de Brasil, miles de ladrillos fueron traídos por iniciativa de la Compañía de las Indias Occidentales<sup>5</sup>.

En 1650, la caña de azúcar era el modelo agrícola de monocultivo en varios núcleos urbanos y por toda la costa este del litoral, dando origen a una forma brasileña de vivienda. Varios factores empiezan a conformar este modelo para el clima tropical húmedo. Los aleros crecieron y la protección de las fachadas con los azulejos ganó importancia. En el siglo XVIII, el azulejo dejó su función predominante de interiorismo y se estampó en las fachadas de los edificios (fig. 1.25).

Este factor climático hizo que la azulejería en Brasil fuera predominante en las ciudades de las regiones Norte y Noreste, principalmente en Bahía, en Recife y en la región Sudeste, en Río de Janeiro. Algunos ejemplos importantes son la Capilla Dorada en Recife (PE); el Monasterio de San Antonio, en Río de Janeiro (RJ), la Iglesia de Nuestra Señora del Rosario, en Cachoeira (BA) y el Convento de San Francisco (BA). En Marañón, todo el centro histórico de la ciudad se caracteriza por el uso casi integral de los azulejos en las fachadas. En Belén (PA), fueron utilizados predominantemente en los edificios más importantes.



1.22- Casa grande, antiguo ingenio Madalena, Recife, PE, 1880. (BICCA & BICCA, 2006)

---

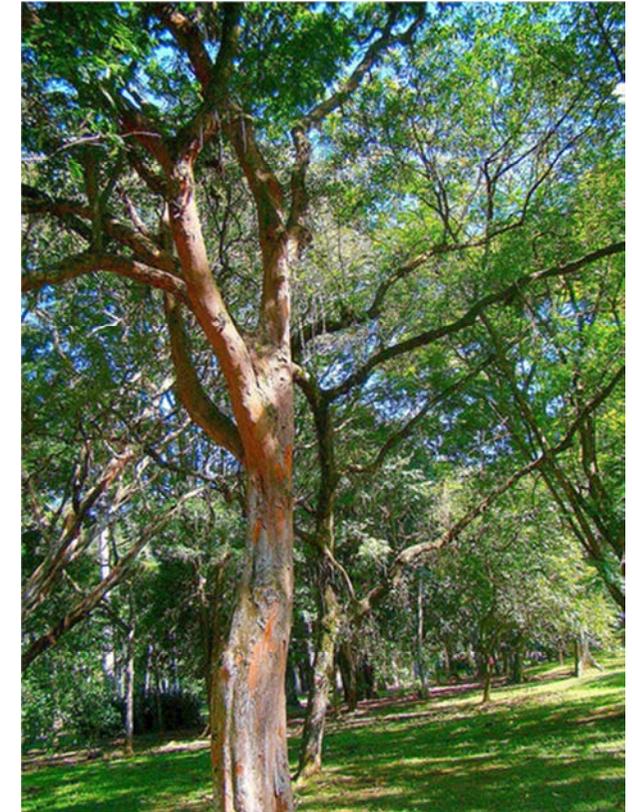
<sup>5</sup> La Compañía Neerlandesa de las Indias Occidentales (en neerlandés: West-IndischeCompagnie o WIC) fue una compañía de la marina mercante de los Países Bajos que operó en Brasil entre los siglos XVII y XVIII.



### 1.3 LAS SOLUCIONES BIOCLIMÁTICAS EN LA ARQUITECTURA COLONIAL

Hablar de preocupaciones ambientales por parte de nuestros colonizadores portugueses es algo, por lo menos, contradictorio. En estos siglos de ocupación del territorio brasileño, todo un rico patrimonio natural fue devastado. Incluso el modelo económico al principio de la ocupación estaba basado en la explotación del “pau-brasil<sup>6</sup>” (fig. 1.28), hasta la casi extinción de esta madera, quedando de ella, casi solamente, el nombre del país. Las comunidades allí existentes fueron esclavizadas o exterminadas. La naturaleza fue, entonces, dominada y quitada del camino de la nueva civilización.

Al contrario de esa la actitud devastadora de los lusitanos, el proceso constructivo y los elementos que constituyeron la arquitectura que hicieron viable la ocupación del territorio mucho se acerca a lo que hoy llamamos construcción sostenible. Quede claro que no por mérito de los ocupantes, sino por una necesidad de adaptación al clima tan distinto de su país de origen, los portugueses tuvieron que buscar materiales y adaptar técnicas, algunas incluso ya conocidas de los amerindios de allí, para garantizar los niveles mínimos de confort y salud para los colonizadores y las nuevas generaciones de esta nueva nación que empezaba a desarrollarse.



1.25 - El “Pau-Brasil” con el color rojo de su tronco. (WIKIPEDIA, 2011)

---

<sup>6</sup> Pau-Brasil es uno de los nombres populares de las especies de *Caesalpiniaechinata* Lam (echinata significa "con espinos"), una leguminosa nativa de la selva atlántica de Brasil. Su nombre deriva de la lengua Tupi: “Ibira pitanga” o “madera roja”. El nombre popular en portugués deriva del color de la resina contenida en la madera de color del carbón caliente, que en portugués significa “brasa”, dando origen al nombre: Brasil.

La inmensidad del territorio y la distancia del reino y del gobierno central, tuvo también una gran influencia en este proceso. Como el transporte en el siglo XVI estaba basado en los barcos, los pesados materiales de construcción debían ser recogidos en las cercanías del local de las construcciones. Con ello, el proceso tenía que ocurrir en un ciclo cerrado donde el sitio tenía que proveer los materiales y la energía necesaria para los edificios, para el calentamiento de los alimentos, la iluminación y para la calefacción, en algunas regiones. Para lograr el confort térmico no existían tecnologías activas necesitando, poco a poco, el desarrollo de técnicas pasivas en los procesos constructivos.

Según CUCHI (2008), las sociedades tradicionales obtenían sus recursos mediante la gestión de la biosfera. Esa dependencia del medio biosférico implica que el sistema de obtención de los recursos permite el mantenimiento de la capacidad productiva del medio, de forma que los residuos se reintegren en él, garantizando la reproducción de los recursos. Además, pone de manifiesto una limitación en la capacidad de producción establecida por la extensión y productividad del sistema biosférico explotado.

Ello genera, en primer lugar, la necesidad de un cambio en las técnicas de construcciones en piedra, por ladrillos de adobe o tapia, lo que ya significa una mejora importante para el clima brasileño. La piedra, de gran inercia térmica, no sería adecuada a largos periodos de calor continuo, típico de varias regiones de Brasil. Las construcciones en tierra, con la arcilla como materia prima, poseen propiedades térmicas más adecuadas, como aislante y con la capacidad de rápido

enfriamiento en el periodo nocturno. La necesidad del estuque para la protección contra la lluvia, utilizaba la cal de color blanco, muy reflectante, haciendo las superficies poco absorbentes a la radiación solar. La misma necesidad de protección hídrica generó, poco a poco, cambios en las cubiertas y el uso más frecuente de los porches, que mucho contribuye a la protección solar de las fachadas.

El antagonismo entre los climas del norte y sur de Portugal, nos lleva a preguntar si los aires variados entre el ecuador y el trópico de Capricornio, darían lugar a la repetición o a cambios en los criterios portugueses de obtener el bienestar ambiental correcto, frente al binomio calor/ frío, ganando aquí la experiencia de la madre patria. Según Lemos (1993):

*“Aquí empezó todo de nuevo. Es que la humedad, y el tema de la temperatura relativa, ha hecho que se adoptasen importantes medidas, por ejemplo, el alejamiento de la cocina, que, en Portugal, nunca ha ocurrido, después las paredes gruesas para absorber el calor y grandes alturas de techo para aumentar el volumen de aire. Paredes internas bajas, incluso en la casa rica, muros sin separación efectiva de ambientes, sino de selección de las actividades. Casas sin cielo raso permitiendo que el aire cruce la casa. Los cielos rasos sólo en las alcobas de las personas ricas, que preferían la incomodidad del desconfort a la promiscuidad acústica y olfativa de la continuidad espacial”. (LEMOS, 1993, p.97)*

Las cubiertas entonces, ganan un destaque en el proceso de aclimatación de la arquitectura colonial. El gran uso de las tejas de arcilla, “hechas en los muslos” de los esclavos tienen características muy favorables al clima. El material, otra vez la

arcilla, de buena capacidad aislante, constituía una barrera importante a la radiación. Su forma imprecisa generaba huecos entre las capas quedando agujeros que permitían el paso del aire por toda la cubierta. En gran parte de las construcciones, las paredes no llegaban al plano de las tejas quedando un espacio entre el techo y el tope de las paredes permitiendo el cruce de la ventilación. Con el desarrollo de las técnicas estructurales para las cubiertas, incluso en construcciones más grandes, había gran conectividad entre los espacios.

LEMOS (1993) también destaca la importancia del porche y destaca la falta de este elemento en la arquitectura portuguesa:

*"Fue desde Bahía hacia abajo, donde surgió, como una necesidad, el porche alrededor de la construcción. El Porche, en las caras soleadas, evitando que las paredes exteriores reciban el calor de los rayos del sol. En raras ocasiones, nos encontramos con un porche en la arquitectura portuguesa, excepto en las capillas rurales. El documentalista Debret con gran precisión y espíritu de observación, señaló que el porche evita el calentamiento de las paredes, por lo que hace el verano soportable dentro de la casa. Al atardecer, la brisa del mar transforma la terraza en un lugar de recreación."*(LEMOS, 1993., P.98)

MARAGNO (2010) define el término Varanda (fig. 1.29), como se utiliza en Brasil:

*"La varanda, denominación que asumen en Brasil los espacios intermedios como porches o galerías abiertas utilizados cotidianamente en las viviendas, se hace presente desde el principio en la arquitectura del país. Fue introducida por los portugueses y ha sido poco a poco adaptada a las condiciones*

*climáticas tropicales. En el siglo XX con la introducción de la arquitectura moderna sufrió un impulso aún mayor”.*



1.26 – Ejemplos de varandas y alpendes tradicionales. (ALBERNAZ& LIMA, 1998).

Otro aspecto importante requerido por las técnicas con uso predominante de tierra, de gran beneficio para los aspectos bioclimáticos, era la necesidad de alejar las paredes y el piso del suelo natural. Los sótanos de las casas de hacienda o los pilotes de las casas de tapia de mano, creaban un hueco entre el piso y la tierra. La protección contra la humedad era muy importante pero, con eso, generó la necesidad del desarrollo de técnicas para la construcción de forjados. Por la abundancia de madera de calidad, esta fue la elección inmediata ya que posee propiedades térmicas también importantes para ese uso. La madera, de baja conductibilidad térmica, funciona como aislante del calor y mantiene una temperatura equilibrada en el suelo. En regiones de invierno más riguroso, la

madera mantiene también un confort al toque, sin mantener el frío como un piso de piedra, por ejemplo. (fig. 1.30)



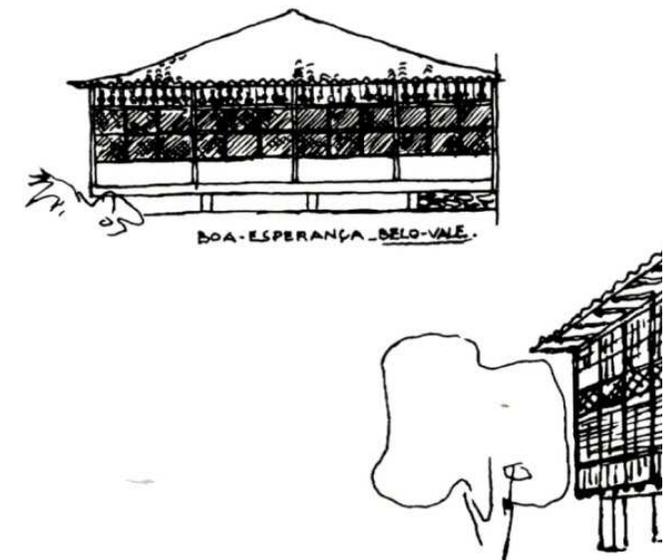
1.27 - La típica casa tradicional del interior de Brasil. (acervo del autor)

No menos importantes en esta cuestión estaban las carpinterías. Una vez más, la escasez de un recurso, en este caso el cristal, llevo a la búsqueda de técnicas alternativas y ambientalmente más interesantes: la celosía. Influencia de la ocupación árabe en la península ibérica, los portugueses trajeron esta técnica para su uso en las ventanas y puertas. Los pequeños agujeros permiten el paso de un porcentaje de la luz y del aire, manteniendo el flujo de ventilación de forma

continua. El uso en las barandillas de los porches o terrazas y, en algunos ejemplos, en paredes enteras, convierte a este elemento en uno de los más importantes desde el punto de vista bioclimático. En varios ejemplos se observa la doble carpintería, lo que amplía la capacidad de control del paso del aire, sin la pérdida de la privacidad. (fig. 1.31)

Algunos trazos originarios del diseño de la arquitectura lusitana también contribuyeron al confort en esta arquitectura. Los pisos de gran altura, la amplitud de los espacios, la generosidad de las aperturas, muy característico de la arquitectura portuguesa, permiten la ascensión del aire caliente y la fluidez por la construcción. Los azulejos también, fueron una gran contribución en términos ambientales. Utilizado inicialmente por cuestiones estéticas, la protección térmica y contra la humedad en las paredes enseguida fue percibida por los constructores y habitantes. Prueba de ello es que su mayor utilización ocurre en las regiones más calurosas y caudalosas como la Norte y la Noreste.

La simplicidad y eficacia de esas soluciones fue una de las mejores influencias para la arquitectura moderna brasileña. Estas técnicas y materiales fueron transformados, modernizados e industrializados a partir de los primeros proyectos racionalistas brasileños. Arquitectos como Lucio Costa lograron el éxito al hacer la conexión con el pasado colonial, filtrando estos buenos ejemplos y empleándolos con maestría en innumerables obras. Se presentan, en el próximo capítulo, las soluciones bioclimáticas empleadas en la arquitectura moderna brasileña bajo la influencia de esas técnicas y características de la arquitectura colonial y la contribución de Lucio en este proceso.



1.28 - Dibujos del Lucio Costa de la hacienda de Boa Esperança donde se utilizaron paredes enteras de celosías. (COSTA, 1996)

La figura 1.32 presenta una infografía con un resumen de todas las técnicas bioclimáticas utilizadas en la arquitectura colonial.

1. La cocina ha sido, poco a poco, alejada del cuerpo de la casa, la proximidad del fuego compromete el confort de la casa.

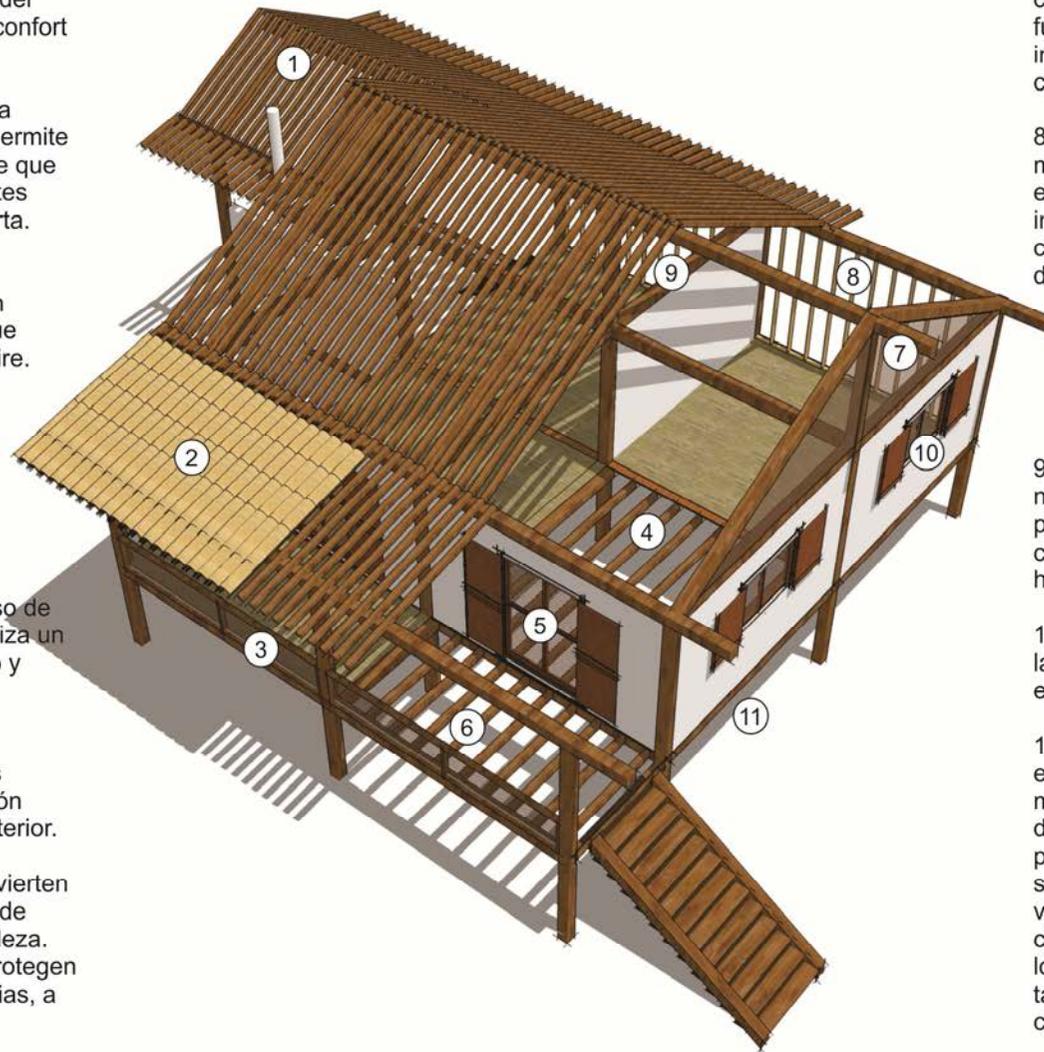
2. Las tejas capa y bica sobre el maderamen permite exaurir del aire caliente que se acumula en las partes superiores de la cubierta.

3. Barandillas de las varandas cerradas con celosías de madera que permiten el paso del aire.

4. El forjado con el maderamen bajo el piso de madera maciza garantiza un buen equilibrio térmico y buenas propiedades aislantes.

5. Las puertas amplias garantizan la integración entre el interior y el exterior.

6. Los porches se convierten en lugar de convivio y de contacto con la naturaleza. Junto con los aleros protegen las paredes de las lluvias, a menudo, torrenciales.



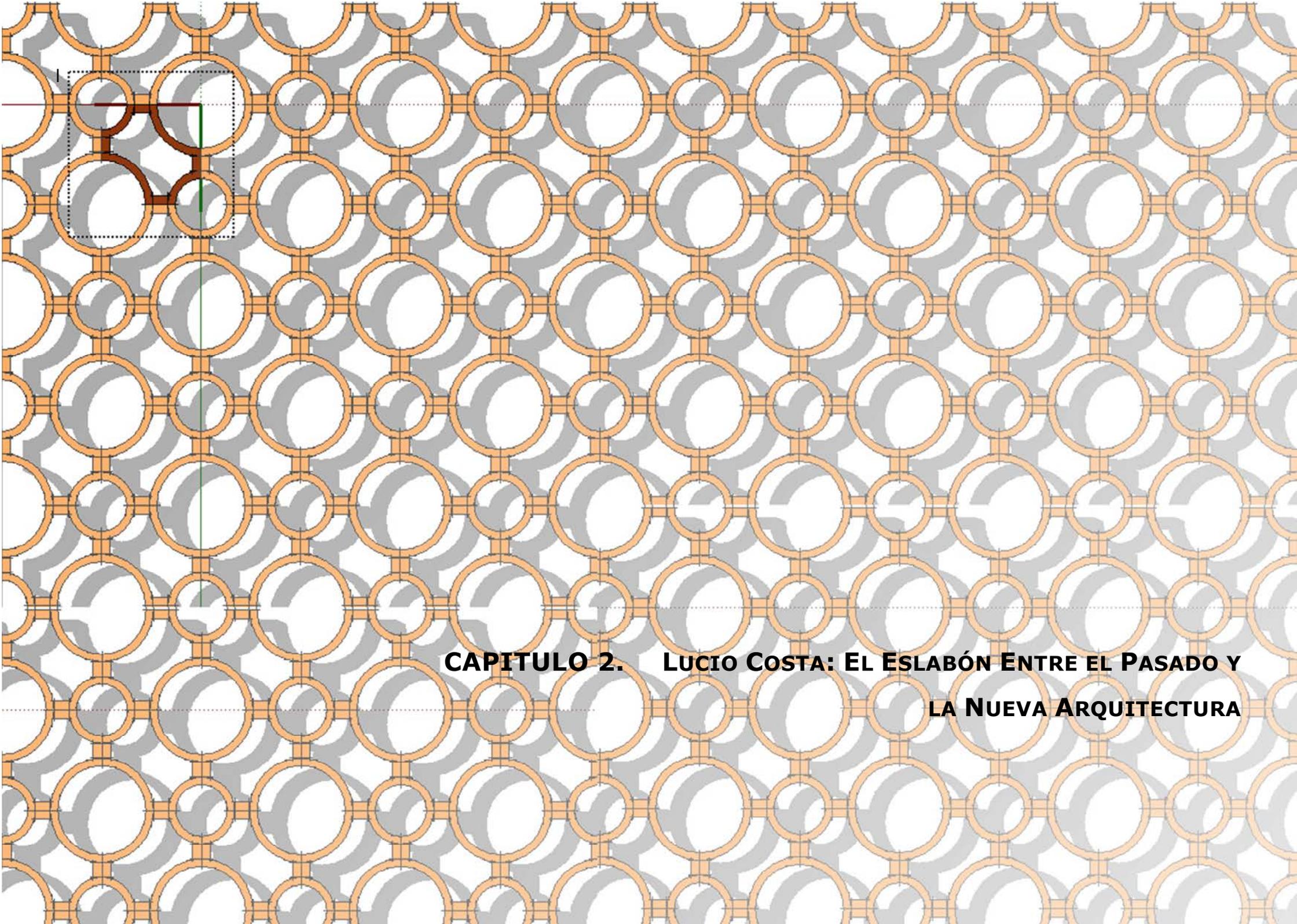
7. Los tímpanos de las fachadas son cerrados con celosías de madera funcionando como una importante área para la circulación del aire.

8. las paredes en tapia de mano no poseen la función estructural, ligeras y de baja inercia térmica, adecuada al clima pero necesita protección de la humedad.

9. La pendiente de la cubierta no es acompañada por las paredes o que permite la circulación del aire por las habitaciones.

10. Ventanas de doble capa, la interna em celosías y la externa en madera opaca.

11. El pilotes, parte de la estructura independiente de madera, aleja la construcción de la gran humedad del solo y permite a implantación en solares con pendientes, as veces acentuadas. La circulación libre del aire bajo la losa de la planta baja es también importante para el condicionamiento pasivo.



**CAPITULO 2. LUCIO COSTA: EL ESLABÓN ENTRE EL PASADO Y LA NUEVA ARQUITECTURA**

## 2.1 PRECEDENTES HISTÓRICOS

Inicialmente se presentan los factores históricos que contribuyeron o hicieron viable el desarrollo del periodo aquí estudiado de la Arquitectura Brasileña (de los 30 a los 60). Su comprensión ha permitido situar las cuestiones climáticas en el contexto de la revolución cultural que significó la arquitectura moderna en el territorio nacional. Esos factores asociados, el contexto político-económico y los condicionantes regionales, culturales y climáticos, demandaron una serie de innovaciones, retratadas en el próximo capítulo, que son la base para la discusión foco de esta tesis: la envolvente bioclimática del racionalismo brasileño<sup>1</sup>.

En las dos primeras décadas del siglo XX, hubo cambios importantes en la estructura urbana de Brasil. Especialmente en São Paulo y Río de Janeiro, el crecimiento de la población obligó al aumento del área urbanizada y a la necesidad de crear nuevas urbanizaciones para la clase media en ascenso. En Río, la reforma urbana impulsada por Pereira Passos<sup>2</sup>, inspirada por el plan de Haussmann en París, en cuatro años transformó la apariencia de la ciudad: de las casas de vecindad (lugares que sirvieron como vivienda para los que estaban muy lejos de la "ciudad limpia") y de las calles estrechas y oscuras, se hicieron grandes bulevares, con imponentes edificios. (fig. 2.1) En São Paulo, las reformas se limitaron a higienizar la zona del Valle de Anhangabaú, lo que se caracterizó más por una mayor expansión de las



2.1 – Apertura de la Avenida Presidente Vargas, antes y después de la inauguración en 1944 (FURTADO & REZENDE, 2008)

---

<sup>1</sup> En Brasil los términos Racionalismo, Modernismo y Moderno suelen referirse a la arquitectura moderna.

<sup>2</sup> Alcalde de Río de Janeiro nombrado por el presidente Rodrigues Alves entre 1902 y 1906. Junto con Lauro Müller, Paulo Frontin y Francisco Bicalho, promovió una reforma importante en la ciudad, con el objetivo de convertirla a los moldes de la capital francesa.

áreas urbanizadas. El gran número de inmigrantes y la efervescencia de la urbanización hizo que el estilo de las construcciones se basase en la arquitectura ecléctica, como un símbolo de la gran mezcla cultural de la sociedad brasileña en ese momento, una imagen que quedaría marcada hasta los años veinte en el paisaje urbano.

La resistencia a la hegemonía del eclecticismo a través de la arquitectura viene con el ascenso del movimiento neocolonial relacionado con la búsqueda de un arte verdaderamente nacional. El marco del lanzamiento del movimiento fue la conferencia "El arte tradicional en Brasil", en 1914, en la Sociedad Cultural Artística de São Paulo por el arquitecto e ingeniero portugués Ricardo Severo. En la conferencia, Severo defendió el estilo colonial de Brasil, de raíces lusitanas como el verdadero estilo nacional, en oposición al eclecticismo de la arquitectura de la época, que, de acuerdo con Severo, representaba estilos distintos de la tradición brasileña. Por lo tanto, el estilo neocolonial sería un movimiento de características tradicionales y modernas. Es importante tener en cuenta que lo neocolonial surgió con la idea de modernidad, con una arquitectura completamente nueva inventada en Brasil, de acuerdo con los principios desarrollados en el período colonial. (MARTINS, 1987)

Muchos arquitectos se adhirieron a lo neo-colonial, como Víctor Dubugras, Heitor de Mello, Arquímedes Memoria y otros. (fig. 2.2) Durante la Semana de Arte Moderno en 1922, dedicada a la búsqueda de un arte nacional, Georg Przyrembel presentó proyectos en dicho estilo. En ese momento, el joven titulado de la clase de 1924, Lucio Costa, diseñaba sus primeros proyectos neocoloniales con un gran rigor formal y coherencia con el proceso de construcción, de acuerdo con BRUAND (2003),



2.2 – Museo Histórico Nacional, proyecto de Archimedes Memoria, Río de Janeiro. 1922. (WIKIPEDIA, 2011)

construyendo el "germen de la evolución que algunos años más tarde lo llevó a la nueva arquitectura".

Incluso después del comienzo de los primeros manifiestos modernistas y proyectos de Levi, Warchavchik, Silva Telles, la ambigüedad entre lo neocolonial y lo moderno permanece. El anacronismo del primero y el carácter demasiado extranjero del segundo conformaron un momento de gran indecisión para la enseñanza y la discusión de la arquitectura de la época. MARTINS (1997) argumenta que lo neocolonial, destacando las operaciones conceptuales de Lucio Costa, empezó a producir uno de los puentes que conecta la aspiración de la modernidad de una vanguardia cultural, formando una transición del eclecticismo hasta el racionalismo moderno.

MARTINS (1997) señala que es justo cuando Lucio Costa viaja en una misión de investigación a Diamantina y a las ciudades históricas de Minas Gerais, en 1924, en un intento de reafirmar la arquitectura colonial como expresión de una arquitectura nacional, cuando se inicia el desarrollo de la crítica de Costa en relación con lo neocolonial. Él reconocía en la arquitectura del pasado un rigor constructivo y su sabia adaptación al clima, al paisaje, y las posibilidades técnicas y constructivas, que no están presentes en la arquitectura neocolonial. Según el propio COSTA (1995): "colonial de invernadero" o "colonial de laboratorio".

Otros dos factores contribuyeron de forma favorable al desarrollo del racionalismo brasileño: uno, de naturaleza cultural, la Semana de Arte Moderno de 1922 y otro, de naturaleza política, la revolución de 1930 (MINDLIN, 2000). La Semana del Arte Moderno, también llamada la Semana del 22, ocurrió en São Paulo, en el año 1922,

los días 13, 15 y 17 de febrero, en el Teatro Municipal. Representó una verdadera renovación del lenguaje en la búsqueda de la experimentación, por la libertad creadora y por la ruptura con el pasado. El evento marcó un hito al presentar las nuevas ideas y los conceptos artísticos modernos y tuvo una inmediata repercusión en la arquitectura brasileña. En ese contexto, Gregori Warchavchik publicó el manifiesto de la arquitectura funcional y, en 1928, construyó la primera casa "moderna" en Brasil (fig. 2.3). Imbuido de ese espíritu modernizador, en 1927, en el concurso para el Palacio del Gobierno de Estado de São Paulo, Flavio de Carvalho, escandalizó al público y a los jueces con un proyecto estrictamente racionalista, que recibió el apodo de refugio antiaéreo.

Ya la Revolución de 1930, fue un movimiento armado, liderado por las provincias de Minas Gerais, Paraíba y Río Grande del Sur, que culminó con el golpe de estado que depuso al presidente de la república, Washington Luís, el 24 de octubre de 1930. Getúlio Vargas asumió el mando del "Gobierno Provisional" el 3 de noviembre de 1930, fecha que marca el final de la República Vieja. Incluso con la supresión de determinados preceptos democráticos en el período de transición política, la República Nueva se imbuyó de un gran espíritu nacionalista y empezó un periodo de reconocimiento de los derechos de los trabajadores con gran impacto en la cultura y en las artes.

En este contexto, el nombramiento de Lucio Costa para la dirección de la Escuela Nacional de Bellas Artes (ENBA) en 1930, generó una gran lucha conceptual y política que permitirá una rápida multiplicación de los conceptos del movimiento moderno en el país. Dicho nombramiento para la ENBA, de carácter eminentemente



2.3- La casa modernista de la Calle Itápolis. Gregori Warchavchik, São Paulo, 1930. (disponible en <http://casasbrasileiras.wordpress.com>)

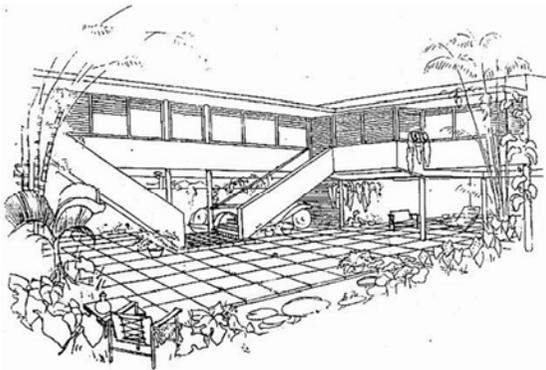


2.4- Casa Fontes, versión moderna. (COSTA, 1995)

político, causó insatisfacción entre el personal docente. Al cabo de sólo un año, Costa terminó depuesto de su cargo. Pero el periodo fue suficiente para que Costa organizara la XXXVIII Exposición General de Bellas Artes, en aquel momento llamado "Salón Modernista", en razón de haber albergado la primera vez, a los artistas de perfil moderno. Celebrada entre los años 1930 y 1931, el Salón evidenció los esfuerzos del arquitecto en la modernización de la enseñanza del arte en el país y en abrir las muestras oficiales, hasta entonces dominadas por los artistas académicos, hacia el arte moderno. La propia composición del comité organizador del Salón indicaba la renovación de su vocación: al igual que Lucio Costa, Manuel Bandeira, Anita Malfatti, y Celso Antonio Candido Portinari, todos ellos vinculados al movimiento moderno. Redireccionar la ENBA y sus exposiciones regulares hacia la investigación contemporánea fue fundamental para el nuevo director.

MARTINS (1987, p.145) señala que:

*La evaluación de la importancia de este breve intento de reforma de la educación se puede comprobar de forma segura con sólo el acompañamiento de la producción de Reidy, Nunes, Correa Lima, Moreira y Vital Brasil, por nombrar sólo a algunos de los ex alumnos que, incluso antes de la llegada de Le Corbusier en 1936, comenzaron a presentar propuestas de calidad constructiva y estética innegable.*



2.5- Casa sin dueño nº 3, década de 30 (COSTA, 1995)

Expulsado en 1931 de la ENBA y sin sus antiguos clientes neocoloniales, Costa se encontró en una situación difícil -incluso económicamente-, pero aprovechó su tiempo en el ejercicio del diseño para las "casas sin dueño" (figuras 2.4 hasta 2.6) y

reflexionó sobre las características de la producción moderna y la perspectiva de la propiedad de sus preceptos para formar una arquitectura al mismo tiempo coherente con el movimiento moderno y "nacional".

Lucio Costa fue el arquitecto brasileño que mejor sintetizó estos dos temas: la adecuación climática y la influencia del pasado colonial. Al contrario de los aún jóvenes maestros modernos, él se dedicó a la búsqueda de esta simbiosis de forma explícita, y se empeñó en crear una discusión teórica a ese respecto. Según BITTAR (2010, p.11),

*Lucio Costa incorpora la síntesis de lo moderno y de lo tradicional, su formación neocolonial, frecuentemente repudiada por él, está presente en sus más notables obras y le hizo exitoso en su trayectoria profesional.*

Estos preceptos no sólo fueron fundamentales en la orientación de toda una generación de arquitectos, sino también para la formulación de una ideología política que fue rápidamente apropiada por un estado nacional ansioso por generar una transformación social, al mismo tiempo modernizante y nacionalista. En "Las razones de la nueva arquitectura", un texto escrito de 1934-1935, Costa expresó su opinión sobre el presente y el futuro, sobre el significado de la tecnología en la transformación de las ciudades, el advenimiento de la industria y la falta de adecuación de la técnica con el arte en un sentido académico, en donde era evidente su admiración por Le Corbusier.:

*Ser moderno es -conocer el pasado con profundidad- ser actual y prospectivo (...) en Brasil, lo fueron sólo aquellos pocos que lucharon por la apertura al*



2.6- Chácara Coelho Duarte, década del 30. Las ventanas corredizas como referencia a los porches de la arquitectura colonial. [COSTA, 1995]

*mundo moderno, que adentraron al país en la búsqueda de sus raíces, de sus tradiciones ... (COSTA, 1997)*

De hecho, Costa sabía que las teorías del maestro no serían totalmente absorbidas por los arquitectos brasileños, sin las adaptaciones y cambios necesarios que enlazaran la realidad local, regional y la tradición a esa nueva arquitectura.

De acuerdo con William Wisnik, Lucio Costa era "el sujeto definidor de una importante singularidad de la historia de la arquitectura brasileña: La relación entre modernidad y tradición". Su encuentro con la vanguardia es ver una coherencia fundamental en el sistema constructivo del pasado, en la relación de dependencia entre los componentes de la construcción y el todo, así como su adecuación al medio ambiente. La calidad de su construcción al construir con rigor y sobriedad, filia a Costa a la modernidad en Brasil..(COMAS, 2002)

CARRILHO (1998) argumenta que, contrariamente a lo que caracterizó otros aspectos del movimiento moderno, sobre todo en la escena europea, la aparición -y la formación de la arquitectura moderna en Brasil- no se hizo en contraposición a la herencia directa del pasado o la persistencia de las formas tradicionales. A pesar de la completa asimilación de los presupuestos del Movimiento Moderno - particularmente la doctrina de Le Corbusier- la formulación de esta nueva forma de concebir y diseñar una arquitectura fue desarrollada en gran medida por su capacidad de revisar y reinterpretar profunda y radicalmente el legado del pasado. Gracias a esta posición es que la arquitectura moderna brasileña encontrará formas de expresión que serán reconocidas como originales y auténticamente brasileñas. Para demostrarlo, basta utilizar los ejemplos más conocidos de trabajos pioneros, en

particular los de autoría de Lucio Costa, como el proyecto de la Vila Monlevade, el Park Hotel en Friburgo o incluso el parque Guinle. (fig. 2.7 y 2.8)

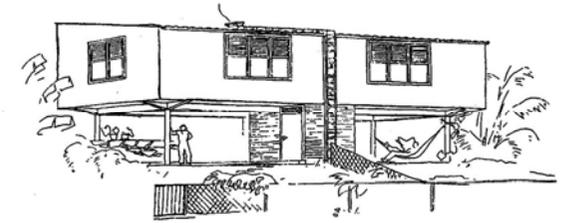
En Brasil, la idea de una escuela y la ausencia de una ruptura entre el pasado y el presente fueron fundamentadas por Lucio en diversos textos. El discurso del arquitecto Henrique Mindlin, en 1945, a los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Mackenzie decía que:

*Con una adaptación profunda a la tierra y al medio ambiente y en completa identificación con el espíritu de la época, los nuevos arquitectos de Brasil están creando la arquitectura del sol. (COMAS, 2002)*

La conexión entre el progreso del país y la arquitectura es obvia. Los artículos de divulgación firmados por Elizabeth MOCK (1944) destacan la similitud entre los elementos de la arquitectura moderna brasileña y aquellos característicos de la arquitectura colonial. La misma existencia en la fachada se encuentra en los perfiles y fachadas talladas de las iglesias barrocas:

*Lo viejo y lo nuevo en la arquitectura de Brasil no son completamente diferentes, ya que ambos confrontan con brillantez las demandas únicas del clima y de la geografía, y reflejan las preferencias de la vida y convicciones estéticas que no han cambiado en 200 años. (COMAS, 2002)*

El paso más importante fue tomado por Lucio Costa: la aceptación conceptual y política de la nueva arquitectura, haciendo la conexión entre lo nuevo y lo tradicional, lo que confirma el momento de transición teórica de la cultura artística de Brasil. Hará falta, sin embargo, que los demuestre a través de sus proyectos.



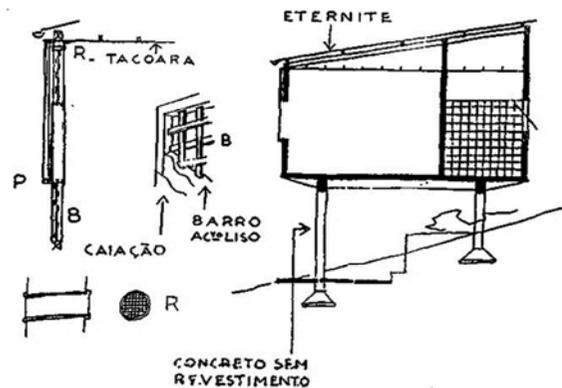
2.8- Vivienda operaria para la Vila Monlevade, Lucio Costa, 1934 [COSTA, 1995]



2.7 - El parque hotel, Lucio Costa, 1944/45: la estructura de palos rollizos en una obra moderna. [COSTA, 1995]

## 2.2 LA ARQUITECTURA DE LUCIO COSTA COMO REFERENCIA PARA LA NACIONALIZACIÓN DE LA ARQUITECTURA MODERNA

El proyecto de Lucio para Monlevade, presentado para el concurso patrocinado por la Siderúrgica Bergo-Mineira, en 1934, es considerado por los historiadores como el primer ensayo de los conceptos propuestos por Le Corbusier. La propuesta urbana, sin embargo, busca una plena integración con el paisaje y en relación a la topografía preexistente, propuestas muy distintas de las intervenciones de gran porte que había hecho Le Corbusier hasta el momento. Ya en las unidades residenciales se adoptan los pilotes, pese a todo, defendidos por Lucio, por su eficiencia en la implantación de las unidades en un sitio de topografía escarpada y como una manera de crear un espacio de servicios y de ocio para los habitantes.



2.9- Detalles del proyecto para la Vivienda de la Vila Monlevade. El uso "moderno" de la tapia de mano. (COSTA, 1995)

Paneles de celosía, cielos rasos con trenzados de madera, madera pintada en color azul y paredes con la cal blanca son las referencias del vernáculo. Las casas gemelas (Fig. 2.9) con un solo plano de tejado la estructura se veda con arcilla: la técnica tradicional se mejora con el alejamiento del contacto con la humedad del suelo y por la estructura de madera aserrada y plana. El hormigón es similar a la tapia, la estructura independiente a la tapia de mano y la ventana horizontal a las ventanas corredizas. (COMAS, 2002)

Hay que distinguir el juicio que Costa hace, en 1937, de la tapia de mano, comparándola al hormigón armado, por dejar la estructura autónoma, restando a las paredes solamente la función de cerramiento:

:

*Su honestidad es tan grande que se confunde con los conceptos modernos de la arquitectura, que podrían ser también aplicados en edificios contemporáneos,...*

*el ingenioso proceso del que está hecha (la casa colonial) – arcilla armada con madera, tiene algo del hormigón armado y, con los debidos cuidados, alejándose el piso del suelo y aplicando la cal en las paredes para evitar la humedad... debería ser adoptada en casas de verano y construcciones de bajo presupuesto”. (COSTA, 1962, p. 89-90)*

Lucio Costa rechazaba los elementos puramente decorativos y buscaba soluciones funcionales en volúmenes claramente definidos. El arquitecto utilizaba soluciones simples y claras, adaptadas al medio y a la función; patios internos, por ejemplo, constituían una buena solución para asegurar una buena ventilación y favorecer la captación de la luz natural. En las dos casas proyectadas por Lucio más contemporáneamente en Gávea, Río de Janeiro, el foco en la implantación y el tracto de la envolvente y en los espacios internos, resultó en soluciones específicas para lograr un mayor confort para las condiciones climáticas calientes y húmedas de esta Ciudad. (FONSECA et al, 2009)

En el entorno de toda esa revolución que acontecía en la enseñanza y en la producción arquitectónica brasileña, en 1935, se anunció el concurso para el nuevo edificio del Ministerio de la Educación y Salud (MES) en el cual solamente se clasificaron proyectos neoclásicos. El ministro de la Educación, Gustavo



2.10-Ministerio de la Educación y Salud. Carlos Leão, Oscar Niemeyer, Affonso Reidy, Ernani Vasconcellos y Jorge Machado Moreira, 1936. Río de Janeiro, RJ (COSTA,1995)

Capanema<sup>3</sup>, bajo la influencia del espíritu de la República Nueva<sup>4</sup>, reunió a Lucio Costa, Carlos Leão, Jorge Moreira, Affonso Eduardo Reidy, Oscar Niemeyer y Ernani Vasconcellos, y les encargó la presentación de un proyecto para el edificio del MES, contribuyendo, de manera incontestable al desarrollo de la arquitectura moderna brasileña. (fig. 2.10) MARTINS 1987, p.163) señala que:

*Detrás de este argumento está la idea de que el Estado Vargasista<sup>5</sup>, sobre todo, por supuesto, a través de su ministro encargado de los asuntos de Educación y Cultura, lo que hace es la elección -consciente y deliberada- del lenguaje moderno, como una expresión visible y en tres dimensiones para la proyección de su carácter y su proyecto de modernización y de formación de la nacionalidad.*

Invitado por el equipo, Le Corbusier evaluó el proyecto que ya se encontraba terminado en 1937, confirmando que el proyecto estaba basado en los cinco puntos propuestos por él. Lucio COSTA (1995, p. 138) describe la importancia del edificio:

---

<sup>3</sup> Persona de gran importancia para el desarrollo del arte y de la arquitectura brasileña, Capanema siempre estuvo apartado de las disputas políticas y bajo la asesoría de su jefe de gabinete, el poeta moderno Carlos Drummond de Andrade.

<sup>4</sup> Bajo el liderazgo del Getulio Vargas, la República Nova fue un gobierno provisional, que se estableció en 1930 y duró hasta 1934.

<sup>5</sup> Relativo al gobierno del presidente Getulio Vargas.

*Este bello edificio del Ministerio es, conforme he dicho, un marco histórico y simbólico. Histórico porque fue en él donde se aplicó por primera vez, en escala monumental, la adecuación de la arquitectura a la nueva tecnología constructiva del hormigón armado (...) y simbólico porque, en un país todavía social y tecnológicamente subdesarrollado fue construido con optimismo y fe en el futuro, por arquitectos aún jóvenes e inexpertos, mientras el resto del mundo se empeñaba en la autoflagelación.*

Todas las referencias a la arquitectura moderna de Sudamérica incluyen el edificio del Ministerio de la Educación y Salud como el paradigma del edificio administrativo para los países tropicales. Las soluciones técnicas para el control climático anticiparon en décadas las actuales búsquedas de eficiencia económica y de la sostenibilidad ambiental. El MES es un ejemplo de la vanguardia y adelanta lo que llamamos arquitectura brasileña y sudamericana (SEGRE et al, 2010). Una vez más, Lucio Costa, a través de la arquitectura, presenta la adaptación climática a la realidad nacional. El edificio está repleto de referencias de la arquitectura colonial, desde los paneles de brises hasta las paredes de azulejos y piedras. La cuestión ambiental, una vez más, marca el orden de la composición del edificio, debido a diferentes tratamientos de las fachadas, como la total transparencia, los paneles de brises, además de las fachadas opacas. La inserción del edificio en la ciudad desvela un gran arrojó, dejando un área pública libre en la planta baja mediante el uso de los pilotes y creando zonas semipúblicas en la terraza de la tercera y décimo segunda planta.



2.11 - Pabellón de Brasil en la Feria Mundial de Nueva York, Lucio Costa y Oscar Niemeyer en 1939. (COSTA, 1995)

Otro importante hito de la arquitectura moderna fue la construcción del Pabellón de Brasil en la Feria Mundial de Nueva York, en 1939, considerado uno de los mejores ejemplos de la arquitectura moderna de la época (fig. 2.11).

La negativa de Lucio Costa a la recepción del premio que le brindó el primer lugar en el concurso para la construcción del Pabellón le facilitó llevar a cabo un nuevo proyecto con Niemeyer, quien fue clasificado en segundo, y fue un hito en su camino. Su altruismo personal, apoyado por una especie de rechazo hacia el éxito y la exposición pública excesiva se ve aquí una vez más. Parece que se sacrifica voluntariamente en el nombre de "la buena causa de la arquitectura."

La construcción del pabellón es un hito, al menos doble. Por un lado el lenguaje moderno deja de ser representante de un sector del aparato del Estado como tal. La innegable calidad artística del proyecto, las innovaciones formales que presenta, incluso en comparación con la producción internacional en ese tiempo, garantiza el reconocimiento de este gran edificio.

La ciudad de Nueva York tiene un clima muy distinto al brasileño y el tratamiento del clima no puede estar considerado en este ejemplo, pero, la plasticidad del edificio fue muy importante para la divulgación de la producción brasileña. A partir de entonces, varios visitantes vinieron a Brasil a conocer las obras modernas, causando entusiasmo, y difundiendo aún más el racionalismo brasileño y abriendo nuevos horizontes. (SILVEIRA et al, 2009)

Lucio Costa es el encargado, en el año 1937, de la posición de experto del recién creado SPHAN - Servicio Nacional del Patrimonio Histórico y Artístico, que le permite empezar el estudio sistemático de la arquitectura tradicional de Brasil. El hecho de

que el instituto tenga como objetivo la preservación del patrimonio histórico que será gestionado por intelectuales comprometidos en la construcción de una nueva modernidad nacional, significa, según MARTINS (1987, p. 173) que *"la proyección de una identidad hacia el futuro, no puede prescindir de crear y sistematizar, por así decirlo, la mirada hacia el pasado."*

La referencia al gradual desarrollo de la arquitectura tradicional brasileña hacia el movimiento moderno se encuentra en la descripción que Costa hace de la evolución de las fachadas en la casa brasileña (fig. 2.12): En las casas más antiguas, en el siglo XVI y a lo largo del siglo XVII, en la relación de las superficies llenas y vacías predominaban las llenas. A la medida en que la vida se hacía más fácil y más controlada, el número de ventanas aumentaba. En el siglo XVIII, llenos y vacíos estaban equilibrados y a principios del XIX, predominan francamente los vacíos. De 1850 en adelante, los umbrales casi se tocan, hasta que la fachada, después de 1900, se presenta prácticamente abierta, con las ventanas compartiendo, muchas veces, los umbrales. Lo que se observa, por lo tanto, es la tendencia de abrirse cada vez más. Los encargados de las obras, todavía en 1910 fieles a las tradiciones portuguesas, ya utilizaban las nuevas posibilidades técnicas modernas, no solamente en las fachadas completamente abiertas sino también por las columnas finísimas de hierro, los pisos de los porches armados con doble T y abovedadas, además de las escaleras en hierro. (COSTA, 1962)

Por lo tanto, la arquitectura civil brasileña del periodo colonial, y también la arquitectura del imperio y a principios de la república, inició el proceso evolutivo en dirección a los principios "genéticos" del movimiento moderno. El incremento



2.12 La trayectoria de la casa brasileña según Lucio Costa.

(Lucio Costa, 1996)



2.13-.Casa Argemiro Hungria Machado, Lucio Costa, Rio de Janeiro, 1942 (COSTA,1996)

gradual de la cantidad de ventanas en la fachada de las viviendas en el sentido horizontal va a generar una ventana horizontal, cuarto de los cinco puntos de Corbu. Por otro lado, en relación a la cuestión de la estructura, la arquitectura civil parte de la armazón de madera, de la tapia de mano, para la estructura de hierro, común en los porches de las casas de jardines laterales del inicio del siglo XX. En la etapa final de la evolución, bastaba incorporar el esqueleto independiente de hormigón armado de la arquitectura moderna, con las ventajas prácticas y funcionales: los pilotes, la planta libre y la fachada libre. (BAETA, 2003)

Una vez más se percibe la gran influencia que el pasado colonial tuvo en el desarrollo de la arquitectura moderna, siempre con el clima como referencia para la utilización y las adaptaciones de los elementos arquitectónicos. Ello permite la creación de innumerables innovaciones por los arquitectos y constructores brasileños. Según CARRILHO (1998), el carácter autóctono de las obras de la arquitectura moderna brasileña no dejó de ser percibido por sus analistas. El curador de la exhibición de la arquitectura brasileña en el MOMA de Nova York de 1943, Bernard Rudovsky, con ocasión de una conferencia pronunciada en Boston, dijo que:

*En la arquitectura brasileña se pueden encontrar una gran cantidad de peculiaridades nativas que elocuentemente descartan cualquier sugerencia de que los arquitectos sigan una fórmula importada.*

En una serie de proyectos de casas, como la Hungria Argemiro Machado (fig. 2.13), la Roberto Marinho y la de la señora del Barón de Saavedra, Lucio Costa ofrece su contribución personal a la cultura arquitectónica brasileña que evoca el repertorio tradicional para el nuevo racionalismo. Se debe resaltar, en los proyectos la

adecuación rigurosa y científica a las condiciones del sol, de la iluminación y de la ventilación a través de los recursos y soluciones constructivas tradicionales.

MARTINS (1987) señala que:

*Hay una preocupación evidente en la estructura de organización de la planta en un núcleo generador llamado patio-terraza, que sirve como un eje de simetría y define un tipo particular de relación dentro-fuera, lo que será uno de los temas clave del desarrollo posterior de la arquitectura brasileña.(...) El porche, además de ser el lugar más agradable en nuestros hogares es por excelencia el espacio de mediación entre los sectores público y privado, entre la cultura y la naturaleza. En la organización de la casa patriarcal, el porche es el lugar donde el "Señor" manejaba el negocio y la justicia, recibía visitas, y después de la comida, se daba a sí mismo el placer de disfrutar de la naturaleza.*

El uso de los recursos tradicionales, la teja colonial, las celosías o muxarabi, la balaustrada en las casas del Barón del Saavedra y de Argemiro Machado, relacionado con los elementos contemporáneos, serán sintetizados en el proyecto desarrollado por Lucio Costa para los edificios del Parque Guinle (Fig.2.14 y 2.15). El proyecto original incluía seis edificios dispuestos alrededor del parque, pero solamente tres fueron construidos. Se observa una gran preocupación por el aprovechamiento de la luz y la ventilación naturales: como la mayoría de las fachadas están orientadas hacia el oeste, por estar orientadas a las vistas del parque, fueron creados elementos de cierre que filtraban la insolación excesiva, pero permitían el paso del aire. Se utilizaron dos elementos básicos: los cobogós cerámicos y los brises verticales. Las carpinterías poseen elementos que funcionan

como brises o estanterías de luz. (OGATA, 2004) La articulación de los brises y de las celosías sorprende por la falta de estandarización. Acerca de la construcción BRUAND (2003 p.137) proclama con entusiasmo:

*Vinculación consiente con la tradición local, sin perjuicio del carácter contemporáneo - estas son las cualidades más destacadas de este trabajo que, sin lugar a dudas, se caracteriza por ser uno de los mayores éxitos de la arquitectura contemporánea en Brasil.*



2.14 y 2.15 - Vista externa e interna del conjunto de los edificios del Parque Guinle, Lucio Costa, Rio de Janeiro, 1948. (COSTA, 1996)

A partir de este trabajo, Lucio Costa, jugará un papel importante en el discurso de la trayectoria urbana nacional con el proyecto de la nueva capital. Algunos autores destacan el proyecto para el Parque Guinle como el precursor del concepto de las supermanzanas de Brasilia. Este gran reto urbanístico significó el cierre del círculo de la gran influencia que Lucio Costa tuvo en la construcción del paisaje urbano de este país.

Lucio Costa tiene en el diseño de los edificios del parque Guinle, una postura de gran coherencia con todo el discurso, al retratar la relación real que conecta la arquitectura moderna con la tradición de lo colonial brasileño. Debido a que es un edificio de alto estándar, con apartamentos de lujo, situado en una zona privilegiada de la ciudad de Río de Janeiro, la confianza de Lucio en la mezcla de materiales y la franca apropiación de soluciones vernáculas, destinada a la protección solar, crearía un nuevo paradigma.

Lo que veremos a continuación es una infografía con una síntesis de todas las innovaciones desarrolladas por Lucio Costa, basado en el proyecto de Costa para la casa del Barón de Saavedra, lo que refuerza la importancia del clima en la formación de la arquitectura moderna brasileña (fig. 2.16).

1. Empieza el uso del Cobogo para el cerramiento de la fachada y en los locales de servicio.

2. Las tejas capa y bica sobre el maderamen tienen la pendiente para el fondo en relación a la fachada principal o que garantiza el lenguaje moderno a la construcción. La pendiente deja todavía, una altura mayor en las habitaciones favorable en el clima caliente.

3. Los porches son los espacios de transición entre interior y exterior y ganan grand importancia como espacios de estar complementario a los salones.

4. La estructura, aun empotrada en las paredes, ja permite el uso del pilotes y el alelamiento de la planta principal del solar, impediendo la entrada de la humedad y permitiendo el paso del aire.

5. Las grandes ventanas en guillotina garantizan una cantidad adecuada de luz para las habitaciones

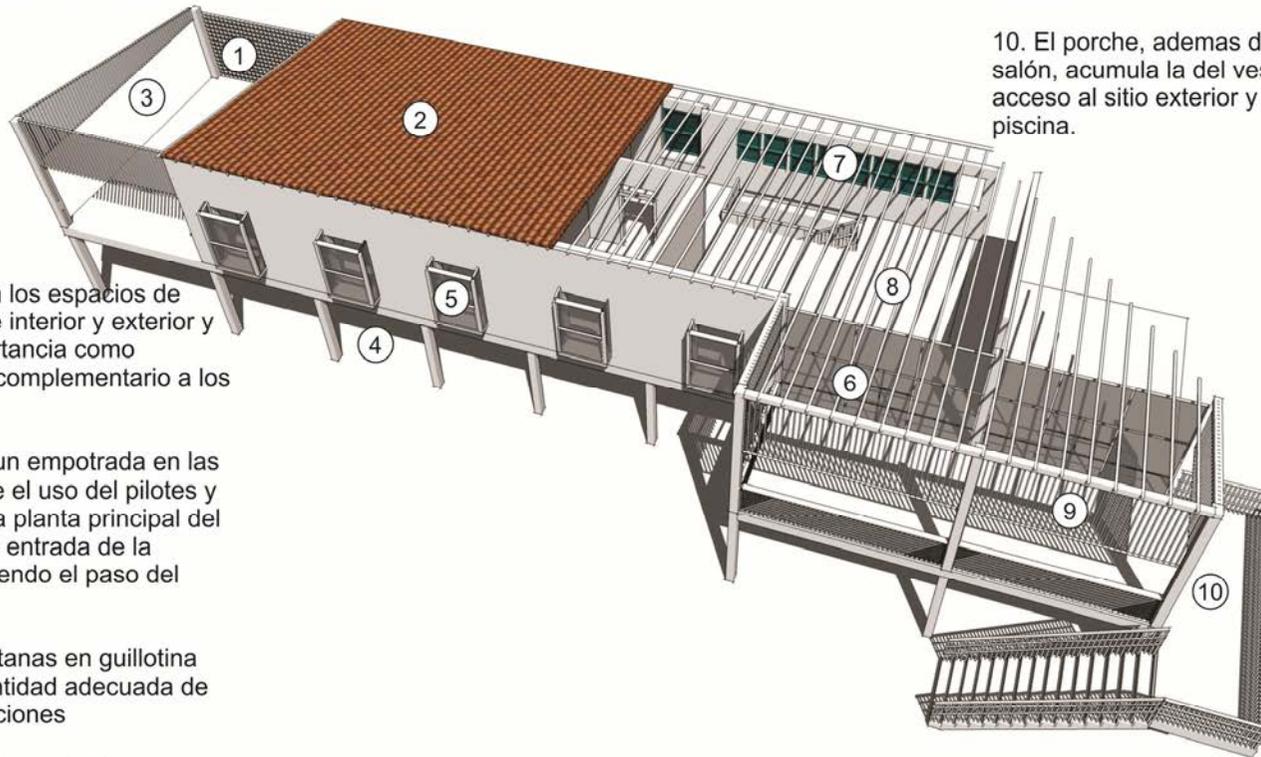
6. Las amplas portas corredizas en cristal, integran la área de los salones a los porches con la apropiación del paisaje.

7. Las ventanas mas expuestas al sol son protegidas con celosías de madera

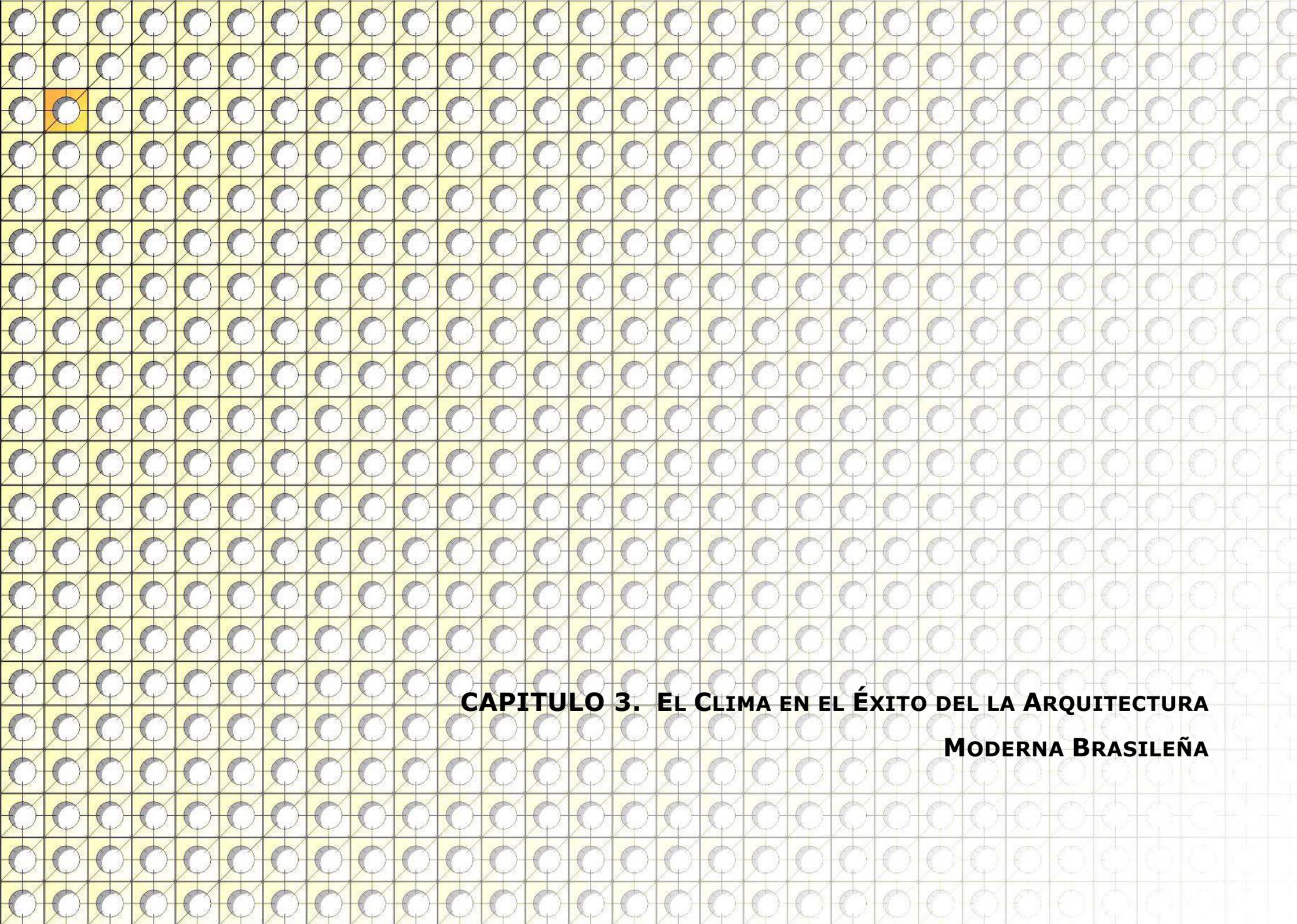
8. Espacios internos amplios e integrados garantizar la circulación del aire.

9. Dos sistemas de protección solar son utilizados en el porche de acceso principal, los brises verticales y celosías.

10. El porche, ademas de la función de salón, acumula la del vestíbulo de acceso al sitio exterior y a la área de piscina.



2.1 - Infografía representando los elementos de la arquitectura colonial brasileña adaptados a la nueva arquitectura moderna, a partir de la Residencia Barão de Saavedra, de Lucio Costa. (modelo producido por el autor)



**CAPITULO 3. EL CLIMA EN EL ÉXITO DEL LA ARQUITECTURA  
MODERNA BRASILEÑA**

### 3.1 EL PROTAGONISMO DE LA CUESTIÓN CLIMÁTICA

Es extremadamente difícil comprender la importancia de la cuestión climática en ciudades como Río de Janeiro o Salvador, sin haber experimentado el intenso calor húmedo del verano tropical, en el cual, incluso a la sombra de un árbol, con poca ropa, la sensación de incomodidad es muy fuerte. Hay que tener en cuenta también, que Carrier<sup>1</sup> construyó la primera unidad de acondicionamiento y renovación del aire en 1902 e inició la producción industrial de los aparatos en la década de cincuenta. En la década de treinta, el aire acondicionado se encontraba muy lejos de su actual popularización, principalmente en el Brasil de aquellos años, que todavía estaba empezando su desarrollo industrial. Así, el confort tenía que ser resuelto solamente por la arquitectura. Los arquitectos lo sabían y comprendían también que ese hecho ya había sido logrado en la arquitectura colonial. La nueva arquitectura moderna que empezaba en Brasil, debía presentar respuestas efectivas a esta cuestión y tenía en el pasado la respuesta para esa búsqueda.

De hecho, las dificultades técnicas no fueron impedimento para el desarrollo de soluciones completamente inéditas o de la aplicación práctica de ideas de países europeos. La inmediata adaptación y modernización de soluciones de la arquitectura tradicional también significó un gran impulso a ese rápido desarrollo. El contexto

---

<sup>1</sup> El primer aire acondicionado eléctrico producido en gran escala fue inventado y presentado al mercado en 1902 por Willis Haviland Carrier.

político y cultural encuentra, en ese país tropical, una gran base para el desarrollo de la nueva arquitectura.

Es notable en todas las citas de la arquitectura brasileña de aquella época, el protagonismo de la cuestión climática y su influencia en la arquitectura. De hecho, la arquitectura moderna en Brasil presentó, desde el principio, una gran preocupación por la adecuación al sitio y al clima, por el reto de combatir la radiación solar excesiva, la gran luminosidad y garantizar la ventilación natural. Estas cuestiones indican a los edificios modernos como ejemplos de soluciones técnicas para estudio, principalmente con las actuales necesidades de conservación de la energía en las edificaciones y de la reducción de uso de la climatización artificial. Los principios de la arquitectura bioclimática y de la adecuación al clima local fue el diferencial en el desarrollo de la arquitectura moderna en Brasil. Aparte de los puntos principales del estilo internacional, como los preconizados por Le Corbusier -la estructura independiente, los pilotes, los volúmenes puros, la planta libre y los grandes muros cortinas, los arquitectos brasileños buscaron también otros elementos: los brises, los cobogós<sup>2</sup>, las marquesinas, los porches, las venecianas y las celosías de madera. (fig. 3.1), (SILVEIRA et al, 2009)



3.1 - Colonia de vacaciones del Instituto de Reaseguros de Brasil, Hermanos Roberto, Rio de Janeiro, 1943. La mezcla de soluciones de cierre en una misma fachada. (ACOWEB, 2011)

---

<sup>2</sup> El término Cobogó, patentado por ingenieros brasileños en 1929, se refiere a elementos en hormigón o cerámica utilizados para hacer muros agujereados.

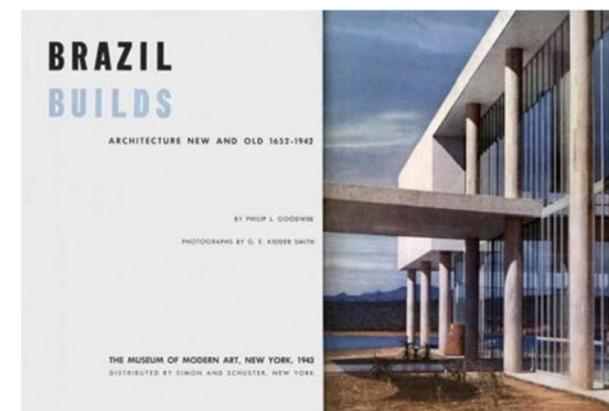
MINDLIN<sup>3</sup> (2000) destaca dos factores que influyeron en el desarrollo de la arquitectura moderna en Brasil: las investigaciones de la insolación en las fachadas (con los problemas térmicos y de deslumbramiento causados por el exceso de radiación solar) y el avance de la técnica del hormigón armado. Estos factores se relacionan con las características citadas arriba como el uso de los brises, los muros agujereados con cobogós de hormigón o cerámica y las venecianas y celosías, siempre como forma de garantizar el sombreado y la ventilación en el clima tropical. Los revestimientos de fachadas con las cerámicas o los azulejos, como en el periodo colonial, también fueron una característica del racionalismo brasileño, en función del clima cálido y húmedo, que demanda fachadas resistentes a la humedad y a la lluvia. La referencia a la arquitectura colonial siempre es citada como una gran influencia de la arquitectura moderna. (OLIVEIRA, 2005) GOODWIN (1943) habla de esa conexión con la tradición pasada, resaltando que los rasgos de sobriedad, equilibrio, proporción, serenidad, uso de materiales locales y adecuación al clima fueran una herencia del pasado barroco. Él también cita el uso de los azulejos, como herencia portuguesa.

---

<sup>3</sup> Henrique Mindlin publicó en inglés, francés y alemán, en 1956, el libro *Arquitetura Moderna no Brasil*, considerado “la biblia” de los arquitectos por ser uno de los estudios más completos sobre la arquitectura brasileña del siglo XX.

COMAS (2002) comenta los puntos de vista de Goodwin, Wiener<sup>4</sup>, Smith<sup>5</sup> y Rudofsky<sup>6</sup>, que delimitan una interpretación fundamental de la arquitectura brasileña en la exhibición del MOMA (fig. 3.2) del material expuesto:

Es una escuela de la arquitectura moderna que surge durante el gobierno de Getúlio Vargas, coincidiendo con una frenética actividad inmobiliaria que cambia la cara de Río de Janeiro y São Paulo, pero tiene antecedentes en la década de 1920. Está influido por Le Corbusier, sin dejar de lado la producción en Italia y Alemania. Su principal contribución está en las innovaciones diseñadas para evitar el calor y el deslumbramiento en las superficies acristaladas por medio de quiebrasoles externos de varios tipos: horizontales y verticales, simples o elaborados, fijos o móviles, tradicionales o innovadores. Le Corbusier pudo haber tenido la idea del quiebrasol, pero son los brasileños los que lo hicieron viable, explotando hábilmente los contrastes de luces y sombras. GOODWIN (1943) observó la producción que integra el movimiento internacional de la arquitectura moderna, y sobre la producción brasileña concluye:



3.2 – Portada del catálogo de la exhibición de la arquitectura moderna brasileña en el MOMA, 1943 (GOODWIN, 1943)

---

<sup>4</sup> Paul Lester Wiener, arquitecto y urbanista estadounidense, trabajó con Le Corbusier e hizo proyectos urbanos para Bogotá y New York.

<sup>5</sup> Robert C. Smith, historiador del barroco brasileño y portugués, profesor de la Escuela de Bellas Artes de la Universidad de Pennsylvania.

<sup>6</sup> Bernard Rudofsky. Arquitecto encargado juntamente con Goodwin de la exhibición en el MOMA.

*En primer lugar, tiene el carácter del país y de los artistas que la lanzaron. En segundo lugar, se ajusta al clima y a los materiales a su disposición. En particular, la protección contra el calor y los reflejos de la luz fue resuelto con brillantez. Y en tercer lugar, todo esto acarrió la evolución completa del movimiento hacia las ideas presentadas en Europa y en Estados Unidos en la guerra de los años 14, Brasil se ha embarcado en una aventura. El resto del mundo puede admirar lo que se ha hecho y esperar cosas aún mejores a medida que pasa el tiempo. (GOODWIN, 1943)*

Los edificios modernos brasileños eran de carácter Corbusiano, pero variados y animados por el uso de piedras nativas y azulejos. En "The Mischievous Analogy", conferencia pronunciada en la Architectural Association de Londres (1941), John Summerson consideraba irrelevante tanto el deseo de un estilo nacional británico como la monumentalidad de la arquitectura moderna. Dos años más tarde, registró, casi celoso de las condiciones de patrocinio en Brasil, y llegó a la conclusión de que el clima es la causa de este repentino florecimiento de la arquitectura: el cielo de Brasil alienta a los hombres a construir fantásticamente y la fantasía del funcionalismo sucede bien a la fantasía del Barroco. (COMAS, 2002)

En la edición especial llamada *Brésil*, del periódico francés *Architecture d'aujourd'hui*, (fig. 3.3) Siegfried GIEDION (1952) defiende que:

*...el tema fascinante de aquella arquitectura es la envolvente,... con la variedad de los detalles técnicos que definen el proyecto desde el punto de vista estético y formal.*

El discurso de Giedion parece orientar toda la temática de aquel periódico, en el cual, los cierres son los objetos destacados en los proyectos, presentados para evidenciar las cualidades plásticas y funcionales. BRUAND (2003), retorna al tema sobre los procedimientos naturales de combate al calor y al exceso de insolación: son seguramente los más importantes, porque, además de haber sido empleados con mayor frecuencia, contribuyeron a asegurar el carácter propio a la arquitectura contemporánea en Brasil, diferenciándola, así, de la producida en otros países.

COMAS (2002, p.6) hace una síntesis apasionada de la producción brasileña:

*La tradición latina de la albañilería se ha incorporado en el hormigón y se acompaña de paredes revestidas de azulejos y de piedra natural o estucadas y pintadas con colores suaves, una gran cantidad de medias-aguas y abundantes espacios intermedios entre exterior e interior, porches, patios y balcones; la planta principal en piso alto se vierte en una constante. Líneas, superficies y volúmenes curvos son usados con propiedad, frecuentemente. La generosidad del espacio, de planta abierta, la audacia de las soluciones de la arquitectura, la atmósfera de gracia y la amabilidad son tomadas por reflexiones verdaderas del carácter brasileño. Se considera ejemplar la adaptación al clima, a la tierra, a la gente.*



3.3 - Edición especial Brasil, del periódico francés *Architecture d'Aujourd'hui*, GIEDION (1952)

Estos autores conducen al tema principal de esta tesis, refiriéndose al clima como protagonista de aquella nueva arquitectura y las soluciones de la envolvente como la respuesta a esa cuestión. Debemos resaltar que, incluso sin las actuales preocupaciones medioambientales de la arquitectura contemporánea, autores que escribieron sobre la arquitectura brasileña en la década de cincuenta, hablan del tema climático con gran frecuencia. Hay que destacar aún el hecho de que muchas de esas soluciones bioclimáticas tuvieron una gran influencia del pasado colonial de la arquitectura brasileña. En el ensayo que introduce *Build in USA*, Elizabeth MOCK (1944, p.??), acentuó los rasgos característicos de la arquitectura moderna brasileña de su arquitectura colonial, vernácula y erudita:

*La ventana horizontal se asemeja a la carpintería corredera, los pilotes reeditan la estructura de la tapia de mano, funcionando como porches, el brise recria la celosía, los balcones, la veneciana. En el pabellón de Nueva York y en el MES (Ministerio de la Educación y Salud), la riqueza y la elegancia de la integración con las artes, valorizando las fachadas, remite a las siluetas de las iglesias barrocas.*

## 3.2 EL RECONOCIMIENTO DE LA ARQUITECTURA MODERNA BRASILEÑA

Muchos fueron los medios para el reconocimiento de la producción arquitectónica de Brasil en el período estudiado y significativo fue el impacto de esta arquitectura y la influencia ejercida en la producción arquitectónica internacional.

En primer lugar, y es de gran importancia, entendemos cuál es la rapidez de la difusión de los conceptos modernos en Brasil, lo que motiva su gran repercusión, incluso internacional. BITTAR (2010), presenta la cronología del inicio del movimiento moderno en Brasil, en la que se percibe la gran velocidad de la difusión del movimiento en aquel periodo histórico y la diseminación de las ideas en importantes centros del país:

- La primera casa moderna en Brasil fue proyectada por Warchavchik en 1927 (fig. 3.4);
- La primera casa moderna en Río de Janeiro fue proyectada por Warchavchik en 1930 (fig. 3.5);
- El primer edificio moderno de uso público en Río de Janeiro fue proyectado por Afonso Eduardo Reidy y Gerson Pinheiro, en 1931 (Albergue da Boa Vontade) (fig. 3.6);
- El primer edificio de gran porte a utilizar los cinco puntos de Le Corbusier fue el edificio de la Associação Brasileira de Imprensa – ABI, proyectado por los Hermanos Roberto, en 1935 (fig. 3.7);



3.4 - La casa modernista de la Calle Itápolis, en São Paulo, Gregori Warchavchik. (GIOIA, 2011)



3.5 - Primera casa moderna en Rio de Janeiro. Gregori Warchavchik, 1930. (<http://www.urbanocultural.com>)



3.6 - Albergue da Boa Vontade. Afonso Eduardo Reidy y Gerson Pompeu Pinheiro. Rio de Janeiro, 1931. ([www.rioquepassou.com.br](http://www.rioquepassou.com.br))



3.7 - Nueva sede de la Asociación Brasileña de Prensa (ABI). Marcelo y Milton Roberto. Rio de Janeiro, 1936. (MELENDO, 2004)



3.8 - Escuela Rural Alberto Torres, arquitecto Luiz Nunes. Recife (PE), 1935. (SMITH e FREITAS, 2008)

- Todavía en 1935, el arquitecto Luiz Nunes proyectó la Escuela Alberto Torres, en Recife (PE), en la cual se incorporaban las influencias de Le Corbusier del Palacio de los Soviets de 1931 (fig. 3.8).

En New York se produce en 1943, en el MoMA, la exposición llamada Brazil Builds. En el catálogo de la exhibición, GOODWIN (1943) destaca la conexión entre el progreso del país y la arquitectura del gobierno de Getulio Vargas, concluyendo que aquella arquitectura tiene un carácter propio del país y de los artistas que la pusieron en marcha, además de ajustarse al clima y a los materiales disponibles. Por primera vez se habla de la relación de la arquitectura moderna con el clima. Él destaca que el problema de la protección del calor y de la luz fue valientemente enfrentado y muchas veces brillantemente resuelto.

Según CARRILHO (1998), en observaciones sobre la exposición en el MoMA, las soluciones que se adaptan a las condiciones tropicales han sido objeto de mucha atención, siempre destacando como uno de los principales aspectos de los progresos realizados. Las referencias a la utilización del brise-soleil y de otros dispositivos para evitar la luz directa del sol y el control, de una manera natural, de los problemas del calor y de la luz brillante apareció en varias ocasiones en los textos de la época. Además, aparecen nuevos datos, en particular el reconocimiento de que una nueva escuela se formó en aquél periodo. Esto es lo que se ve en el análisis de Robert Smith: *La expedición que el señor Goodwin realizó fue inspirada en su curiosidad por descubrir cómo los arquitectos brasileños resolvieron el problema del exceso de calor tropical y de la luz en sus edificios. Pero encontró mucho más. De hecho, fue reconocida como una nueva escuela de la arquitectura moderna,*

*cuyas soluciones inteligentes para ciertos problemas, el desarrollo original de las posibilidades del hormigón y su amplia aplicación, avergüenza a las experiencias cambiantes con la construcción del estilo internacional en los EE.UU., México y Argentina.*

Según CARRILHO (1998), la exposición fue diseñada por Philip Goodwin, a través del Departamento de Arquitectura del museo. La iniciativa contó con la presencia prominente del arquitecto y fotógrafo G. E. Kidder Smith, responsable de recoger la mayor parte de las imágenes que compusieron la muestra. Contó con la colaboración de Alice Carson en las actividades curatoriales y de Bernard Rudovsky en la asistencia para su instalación y en la transferencia de algunos dibujos. El "The New York Times" no sólo cubrió el evento sino que dedicó un espacio a comentarios críticos sobre el conflicto entre lo viejo y lo nuevo:

*La nueva arquitectura pertenece a su lugar y, aunque a veces es imposible evitar el contraste incómodo (entre viejos y nuevos), los difíciles problemas de las aberturas (expuestas a la luz y el calor) parecen haberse resuelto con la lógica e imaginación, de manera muy superior a todo intento en el pasado.*

El impacto positivo de la exposición hizo que, después de la exposición en Nueva York, la misma circulase entre 1943 y 1945 por varias ciudades norteamericanas como Boston, Filadelfia, San Francisco, Pittsburgh, además de Toronto, en Canadá, Ciudad de México y Londres. En Brasil, se expuso inicialmente en Río de Janeiro, seguido más tarde de Belo Horizonte, São Paulo, Santos, Campinas, Curitiba, Florianópolis, Porto Alegre y Jundiaí.

CARRILHO (1998) habla del paso de la exposición del MoMA por Brasil: en São Paulo, debido a varios factores, el impacto del evento fue intenso, con evidentes beneficios para la generación de arquitectos jóvenes comprometidos con las nuevas ideas. Ejemplo de ello es la forma superlativa que utilizó Eduardo Kneese de Mello, el entonces presidente del Departamento de São Paulo del IAB (Instituto de los Arquitectos del Brasil), refiriéndose a la exposición: "La arquitectura moderna brasileña es una de las más avanzadas del mundo". Boosterismos aparte, hay que considerar que, en todas partes, el efecto fue aún más fuerte frente la guerra. No sólo por el hecho de que todos los recursos disponibles estaban inmovilizados para enfrentar el conflicto armado, sino también porque lo pionero de la arquitectura moderna, que se originó en la escena europea, había sido interrumpido de golpe.

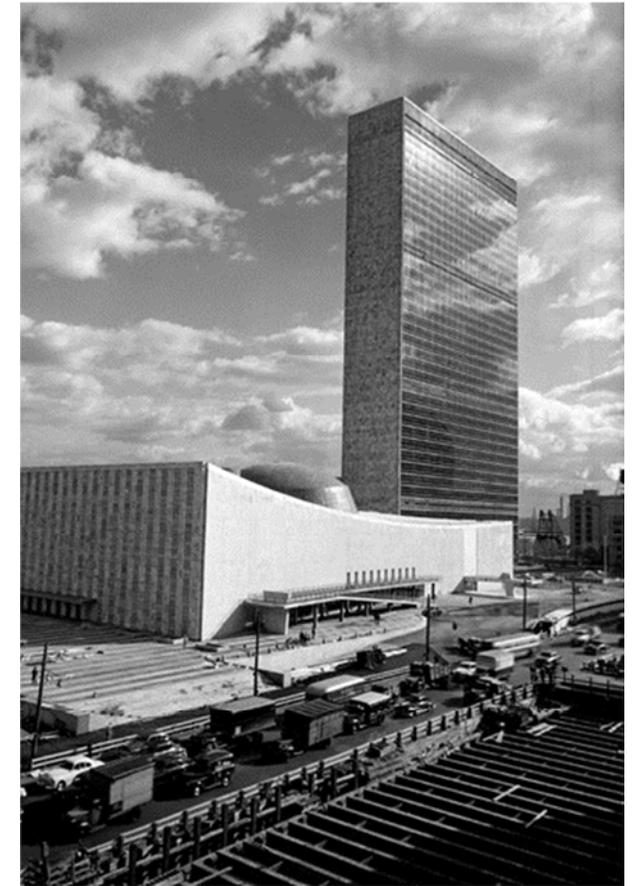
Deben tenerse en cuenta las publicaciones en revistas internacionales como *Architectural Review*, en 1944, y *Architecture d'Aujourd'hui*, Special Edition Brésil, Francia, que dedicó toda la edición 1952 al tema de la arquitectura brasileña. Al final del periodo, con la inauguración de Brasilia, la repercusión se convirtió en una universal consolidación de Brasil como el país con la mayor colección de arquitectura moderna construida de acuerdo a los preceptos preconizados por Le Corbusier.

Según SEGAWA (1998), entre 1943 y 1973 se registran 137 referencias bibliográficas en revistas especializadas con el tema de la arquitectura brasileña y más de 170 sólo sobre Brasilia. Los autores son, no por casualidad, arquitectos, urbanistas y críticos de reconocida producción internacional: Argan, GilloDorfles, Sartoris Iberto, Richard Neutra, Bruno Zevi, entre otros.

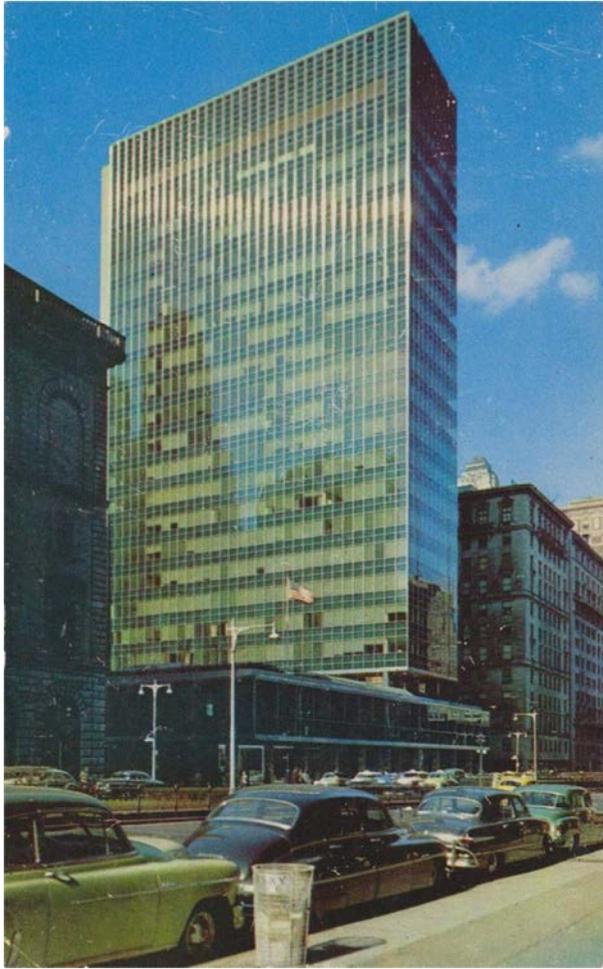
Porosidad, extroversión, exuberancia, ambivalencia y expansividad, se justifican y se ofrecen, por repetición deliberada, como señales del clima y paisaje brasileños. A esta atribución se une la alusión conmemorativa de la arquitectura luso-brasileña descontaminada de la pretenciosidad ecléctica, del paisajismo pintoresco e ingenuo aclimatado al país. La credibilidad de la propuesta gana fuerza porque Lucio Costa la comparte con todo un grupo conciso, condición para la formación de una convención cultural amplia. Lucio compararía, en 1951, esa arquitectura a un milagro y, sin duda, la convergencia de factores y actores que la hizo posible fue realmente inesperada y probablemente irreplicable. (COMAS, 2002)

HARRIS (1987) habla de la múltiple importancia del edificio del Ministerio porque creó un hito para Brasil y su influencia fue más allá de las fronteras de los países de lengua portuguesa: *Este edificio no sólo marcó un hito importante en el desarrollo de la arquitectura en América del Sur, sino también tuvo una gran influencia en el diseño de edificios importantes del mundo.*

Para HARRIS (1987), el edificio del Ministerio de Educación y Salud de Río fue el edificio que garantiza la amplia difusión de la arquitectura brasileña en el exterior, actuando como una influencia directa en la producción internacional. En concreto, la sede del Ministerio de Educación y Salud creó un prototipo para los rascacielos en los Estados Unidos, América Latina y Sudáfrica. El estrecho prisma rectangular de diez o más pisos, con fachada de cristal construida sobre pilotes y contrarrestado por un

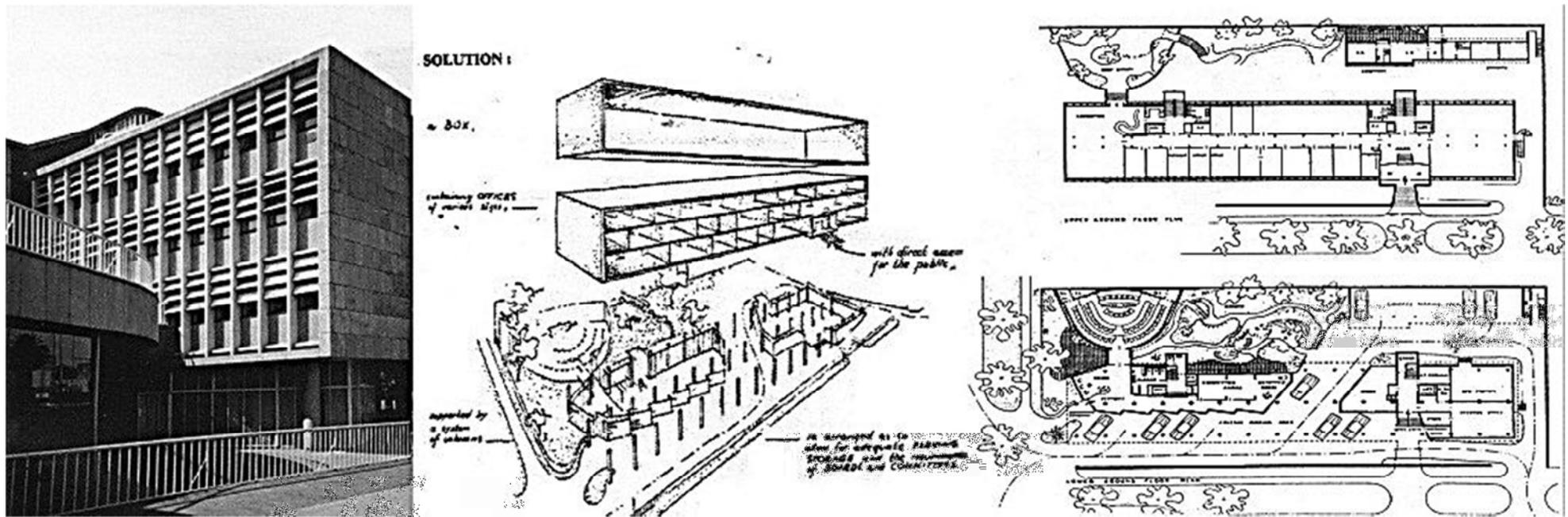


3.9 – Edificio de las Naciones Unidas (1947-1950) en Nueva York. Wallace K. Harrison, (arquitecto principal); Nikolai G. Bassov, Gaston Brunfaut, Ernest Cormier, Charles-Edouard Jeanneret, Le Corbusier, Liang Seu-Cheng, Sven Markelius, Oscar Niemayer, Howard Robertson, G. A. Soilleux y Julio Vilamajó. (UNITED NATION, 2011)



3.10 - Lever Brothers House" (1951-1952), Skidmore, Owings and Merrill (HELLO FROM NEW YORK CITY, 2011).

edificio más bajo, con una o dos plantas, fue reproducido por primera vez en el edificio de las Naciones Unidas (1947-1950) en Nueva York. (fig. 3.7) Más tarde el mismo prototipo se repitió en la "Lever Brothers House" (1951-1952) (fig. 3.8), diseñado por Skidmore, Owings and Merrill, y el " Seagran Building" (1958) de "Mies Van der Rohe. El edificio de la ONU siempre ha sido considerado una fuente importante, pero nunca se menciona la fuente original: la sede del Ministerio de Educación y Salud. La publicidad dada a la sede del Ministerio en Brasil crece con el catálogo de la exposición, influyendo a otros países en desarrollo cuyos climas y características de construcción son similares a los de Brasil. En Sudáfrica, la interpretación brasileña de los principios de Le Corbusier tuvo entusiasta recepción. El mejor ejemplo de Sudáfrica fue el "Meat Board Building" de 1951 en Pretoria (fig. 3.9), cuya luz estaba sobre pilotes y se había cortado las dos caras de quiebrasoles. El proyecto del MES introdujo un tipo de construcción lógica, con la estructura elevada, rara después de la guerra en la arquitectura "del mundo". El edificio impulsó la reputación de Le Corbusier, así como la de Brasil, y demostró que las ideas de los maestros podían adaptarse a diferentes climas.



3.11 – Meat Board Building, de 1951, en Pretoria (JOOSTE, 2007).

Como hemos visto hasta ahora todas las referencias indican que el tratamiento de la envolvente fue la manera a través de la que los arquitectos brasileños resolvieron la cuestión climática, además de dar un carácter propio a la arquitectura brasileña. Por lo tanto, debemos analizar los componentes de esta envolvente y las distintas capas que la forman. Esta tesis se centra en la envolvente de las construcciones modernas, las diversas soluciones que se clasifican de acuerdo con su función en la piel de los edificios:

- Brises y Venecianas, como parte de las protecciones solares que no interrumpen la ventilación, y que pueden moverse, posibilitando una mayor flexibilidad y eficiencia en el control de la luz;
- Paredes y Cobogós, con la función de construcción de muros exteriores opacos, o agujereados, respectivamente;
- Puertas y Ventanas, de función similar a las paredes, pero con la posibilidad de apertura y de paso.
- Cubiertas y Pérgolas, con la asociación de la función de cubierta y de control de la luz solar en las fachadas;

### 3.3 LAS CAPAS DE LA ARQUITECTURA MODERNA BRASILEÑA

#### 3.3.1 BRISES Y VENECIANAS

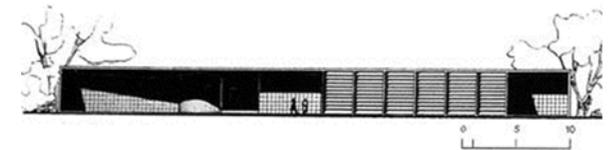
La función de los brises y venecianas se debe confundir en muchos casos con los muros agujerados o con las celosías. La diferencia es que los brises y venecianas pueden ser móviles, garantizando la función dinámica de la piel del edificio. Por esta razón, este estudio agrupa estos elementos y los trata en conjunto.

La primera y más citada innovación está en el uso de los "brise-soleil". Ya en 1933, Le Corbusier recomienda el uso de brises soleil móviles en su proyecto no ejecutado para Barcelona. Sin embargo, fue en Brasil donde, en primer lugar, la teoría fue puesta en práctica. Tal como los arquitectos de Brasil la desarrollaron, estos "parasoles" externos son a veces horizontales, a veces verticales, a veces móviles, a veces fijos. Quiebrasoles es el nombre dado a ellos, pero el término francés "brise-soleil" se utiliza con mayor frecuencia. (GILDEON, 1943)

El primer uso en un edificio de gran porte fue en el de la *Associação Brasileira de Imprensa*<sup>7</sup> – ABI, proyectado por los hermanos Roberto, en 1935. CALSAT (1945) escribe en *L'Architecture d'Aujourd'hui* un artículo didáctico en el que se presentan los tipos más comunes de brises: el nido de abejas, lamas horizontales, lamas verticales y galerías (fig. 3.10). A pesar de resaltar a Corbusier en la presentación

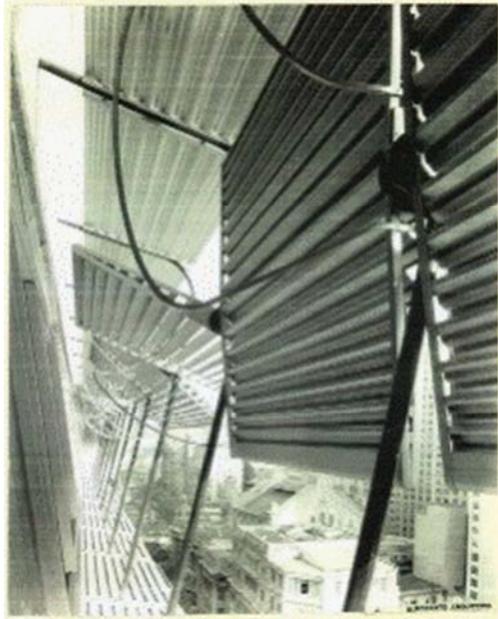


3.12 – Ilustración del artículo de Calsat sobre el brise-soleil: Associação Brasileira de Imprensa, Edifício de viviendas en Argel y Ministério da Educação e Saúde. (CALSAT, 1945)



3.13 – Pedregulho, Alfonso Reidy, Rio de Janeiro, 1947, brises fijos (GOODWIN, 1943).

<sup>7</sup> Asociación Brasileña de Prensa.



3.14 - Protección solar del Edificio Marques de Herval. Hermanos Roberto, Rio de Janeiro, 1952. (BATISTA, 2006)

de este artefacto, es en el ejemplo del edificio brasileño de la ABI, que Calsat detalla el funcionamiento de los "brise-soleil".

Varios arquitectos brasileños desarrollaron exquisitas soluciones del brise-soleil. Se pueden citar como ejemplo las propuestas de Afonso Reidy para el Conjunto Pedregullo (fig. 3.11), o el ingenioso sistema proyectado también por los hermanos Roberto para el Edificio Marquês de Herval (fig. 3.12), o incluso las muchas soluciones inventadas por el propio Lucio Costa.

Este elemento de control solar se compone de paneles externos con el fin de evitar que la luz directa del sol llegue a las superficies internas de los edificios, sobre todo las acristaladas, controlando la cantidad de calor que entra al ambiente. El brise se destaca con el más elevado grado de reducción de la captación solar de los sistemas de protección en uso. Además de protección solar, este dispositivo tiene la capacidad de servir a otros fines como la ventilación, dar privacidad visual, reflejar y distribuir la luz natural.

Los brises más comunes en los edificios están formados por las aletas. Estas pueden ser horizontales o verticales y pueden ser fijas o móviles. En algunas obras se observan complejos sistemas móviles, pero es fácil encontrar simples listones de madera alineados delante de la ventana de una casa cumpliendo su función de brise. Debido a que estos elementos están allí para impedir la entrada de la luz solar directa y como la posición del sol varía durante el día, los móviles serán siempre más eficientes. Los materiales para la fabricación de las aletas son varios: madera, aluminio, hierro, plástico, hormigón y fibrocemento son los más comunes. (fig. 3.13)

Los debates actuales acerca de la importancia del diseño bioclimático ya se plantean en Brasil desde los años veinte. En la memoria descriptiva de los proyectos de la época se observan indicios de la utilización de soluciones pasivas en el diseño de los envoltorios de los edificios. El diseño de los brise-soleil fue parte del proceso de diseño y desarrolló estudios de la luz solar que permite su buen funcionamiento, adecuándose a las necesidades de cada edificio, así como a la variabilidad de las soluciones y la integración de las fachadas. Su uso extrapola esa función y se afirma como un elemento de composición arquitectónica. El resultado plástico formal de este elemento funcional en las construcciones dio una identidad nacional brasileña a la arquitectura. (MELENDO, 2004)

Según GOODWIN (1943), en ningún caso estos dispositivos se han integrado de manera más feliz en la arquitectura que en el edificio del Ministerio de Educación y Salud, en Río de Janeiro (fig. 3.14). El lado sur, menos expuesto al sol, se encuentra libre de protección. En el norte, sin embargo, los pisos de losas de hormigón se extienden hacia afuera hasta un metro y medio ante las ventanas. Similares resaltes verticales, separados por poco más de un metro el uno del otro, rozan la fachada, dándole la característica de una gigantesca grada rectangular. La parte superior de cada franja vertical muestra tres pantallas horizontales de fibrocemento, las tres reguladas por una manija en el lado interior del muro. Estas aletas, pintadas de azul, pueden moverse de acuerdo con el sol, admitiendo la entrada de aire, mientras que dejan fuera toda la luz solar directa, sin perjuicio para la iluminación general de los espacios. Cada uno de estos pequeños planos azules se mueve varios ángulos en



3.15 - Casa Arthur Coimbra, MMM Roberto, Rio de Janeiro, 1952, brises com telhas onduladas. (OLGYAY & OLGAY, 1976).



3.16 - A la izquierda, interior del la planta tipo. A la derecha, los brises de la fachada norte. (SEGRE, 2009).



3.17- Los brises del edificio del Ministerio de la Educación y Salud. (COSTA, 1996)



3.18 - Casa da Independência, Edgar Graeff. Passo Fundo (MG), 1960: Muxarabi em madeira. (WAIHRICH et al, 2005)

diferentes partes del edificio, creando una gran variedad de luces y sombras. (fig. 3.15)

En el Iate Club de Pampulha, Niemeyer repite el sistema en la vertical con el tipo ajustable, utilizado por él por primera vez en la Obra do Berço, en la capital federal. Se trata de un conjunto de aletas de 1,8 metros de alto y treinta centímetros de ancho, que puede ser fácilmente manejado por una persona sin más esfuerzo que el requerido para el cierre de una puerta.

Los hermanos Roberto adoptan el brise fijo vertical en el edificio de la ABI. Los dos lados del edificio expuestos al sol están protegidos por filas de losas planas en diagonal, de ochenta centímetros de profundidad, dos centímetros de espesor, abriéndose hacia un pasillo estrecho y largo. Algunas de las habitaciones disponen de vidrio en la parte interior del pasillo, otros son simplemente abiertos.

Se pueden entender las venecianas externas a las ventanas con una función similar a los brises, pero con una menor dimensión. Las venecianas, a diferencia de los brises, tienden a estar integrados en las carpinterías y no en la estructura del edificio o en la fachada (fig. 3.16). Por lo tanto, existe una gran flexibilidad en los dispositivos para la apertura de las persianas que pueden tener lamas rotatorias, en analogía con los brises móviles, o toda la pantalla de persianas se puede mover, cambiando todo el conjunto de protección solar. Esta última opción es la más habitual hoy en día, especialmente con el desarrollo de complejos sistemas de carpinterías para ventanas de aluminio.

Muchas de estas persianas modernas tienen su origen en Río de Janeiro, a pesar de extenderse a gran parte del país. Hay otros tipos de pantallas más simples, tales como gradas fijas de madera o cemento, formando protecciones contra el sol. (GOODWIN, 1943),

Una variación importante, especialmente en la arquitectura de Río de Janeiro, fue la llamada Persiana Copacabana (fig. 3.17). Se trata de un conjunto de persianas que tiene diferentes configuraciones con gran capacidad de protección solar. Este dispositivo ya era popular en Río de Janeiro antes del movimiento moderno y se encuentra en uso hasta nuestros días. Similares a las modernas persianas integradas en las ventanas, tiene la ventaja de ser tratado como un elemento externo a la ventana y puede ser instalado en bahías no previstas. Otra ventaja es que puede sobresalir como un toldo, lo que permite la protección contra los rayos solares, a la vez que da paso al aire y a la luz, a través de los espacios laterales.



3.19 - Persiana Copacabana. (BUENO, 2011)



3.20- Casa del Arquitecto Carlos Ferreira, Nova Friburgo, RJ, 1949: El uso de técnicas coloniales en la construcción de una casa moderna. (CAVALCANTI, 2001)

### 3.3.2 PAREDES Y COBOGÓS

Desde la popularización del hormigón armado, los muros se han construido de una manera muy homogénea en los edificios brasileños. La configuración de las paredes opacas sigue una tecnología común para la mayoría de las regiones, con el uso extensivo de los ladrillos cerámicos con estuque de arcilla y cal. En los acabados de los muros es donde se encuentran distinciones importantes. El uso de la cerámica en las fachadas ha sido adoptado en muchas obras, no sólo con el objetivo de salvarlos contra los efectos térmicos de la luz solar y las precipitaciones, sino sobre todo, por la adición de valor estético a estas obras. (FREIRE, 2010)

En general, las paredes fueron construidas con ladrillos asentados en la vertical, configurando un muro de baja inercia térmica y aislamiento acústico mediano, características apropiadas para el espacio interno de la doble piel o para el interior de los porches. No obstante, esa solución no posee el desempeño térmico y acústico necesario para los muros exteriores desprotegidos de la luz. Por eso, frecuentemente se da el uso de otro sistema de protección o revestimiento. Se encuentran también algunos ejemplos de utilización moderna de la tapia de mano, en residencias aisladas (fig. 3.18) y en propuestas para viviendas sociales. El uso del ladrillo sin acabado interno o externo aparece en varios ejemplos, principalmente a partir de la década de cincuenta. Esa arquitectura de característica de acabado bruto, donde el hormigón y el ladrillo no llevan revestimiento, fue una de las

características de lo que se pasó a llamar escuela paulista<sup>8</sup>, con arquitectos como Paulo Medes da Rocha o Vilanova Artigas.

El muro tuvo una participación pequeña en los requisitos innovación y en la invención de la envolvente del racionalismo, siendo a veces suprimida o reducida a la altura del pasamanos, en los umbrales, o en fachadas laterales en edificios con una planta larga.

Ya en los acabados aplicados a los muros es donde se percibe una clara influencia de la arquitectura colonial y una preocupación en cuanto a la adecuación climática, no solamente por los bellos paneles de azulejos presentes en diversos ejemplos iconográficos del movimiento moderno brasileño (fig.s 3.19 y 3.20), sino también por la franca preferencia por los colores claros, dejando el destaque colorido para las carpinterías y detalles constructivos. Los muros de azulejos se consolidaron como una marca nacional de la arquitectura moderna, incluso con la promoción de una mayor integración de la arquitectura con el arte mural, que se encuentra en muchos iconos de la época. En los muros expuestos a las intemperies, el uso de las cerámicas tiene una función ambiental importante por la reflexión del calor y por la protección contra la humedad. En el caso de las paredes claras, se destaca su capacidad reflectante y las ventajas para el aislamiento de los espacios interiores.

Hay que señalar además el hecho de que la configuración típica de los muros de la arquitectura moderna brasileña sólo fue posible junto con la viabilidad técnica de la



3.21- Los azulejos del edificio del Ministerio de Educación y Salud. (<http://www.viaarte.org>)



3.22 - Azulejos del edificio del MES. (GOODWIN, 1943)

---

<sup>8</sup> Proveniente de la provincia de São Paulo.

estructura independiente, lo que permitió la ejecución de muros con baja resistencia y bajo coste de los materiales. Lucio Costa reconoce que el esqueleto independiente era el fundamento técnico primordial de esa arquitectura, que permitió la independencia de los muros de la función estructural, proporcionando los cinco puntos enunciados por Le Corbusier: Muro y soporte representan hoy, por lo tanto, cosas distintas, dos funciones claras, inconfundibles... Es éste el secreto de toda la nueva arquitectura. Es decir, el desarrollo de la tecnología del hormigón armado tiene una relación directa con la forma cómo los cerramientos se transformaron en el periodo moderno. (SEINA, 2005).

Los muros opacos o agujereados tienen una función práctica importante en la relación bioclimática de la arquitectura brasileña. Según la posición del muro en relación con la posición de la luz solar, demanda determinadas propiedades. Aislante en la situación de luz solar directa, de baja inercia térmica, si está protegido por los porches o brises, y agujereadas, caso sea necesario, a la permeabilidad del aire. Todas estas funciones fueron utilizadas y experimentadas por los racionalistas brasileños. En varios proyectos, vemos que los muros fueron analizados en relación con su posición, en relación con las cubiertas, y en relación con la exposición al sol y a la lluvia, evaluando los materiales utilizados y sus propiedades. Los muros con elementos huecos son considerados en la evaluación de la cantidad de protector solar y permeabilidad a los vientos predominantes. (LIMA, 1985)

Se hicieron algunos intentos de recuperar la tapia de mano, pero a excepción de casos aislados, no generaron una contribución significativa al desarrollo o a la modernización de esa tecnología. Otros ejemplos aislados, son el uso de muros totalmente ejecutados en hormigón armado in situ o prefabricados. Éstos tropiezan en el problema de los altos costes y no se han popularizado. La industria nacional también desarrolló proyectos específicos para los muros, como las placas industrializadas de fibrocemento o bloques de silico-calcaría. Todos los intentos de mayor industrialización encontraron en el coste la mayor barrera para el desarrollo, a pesar de la gran abundancia de mano de obra barata.

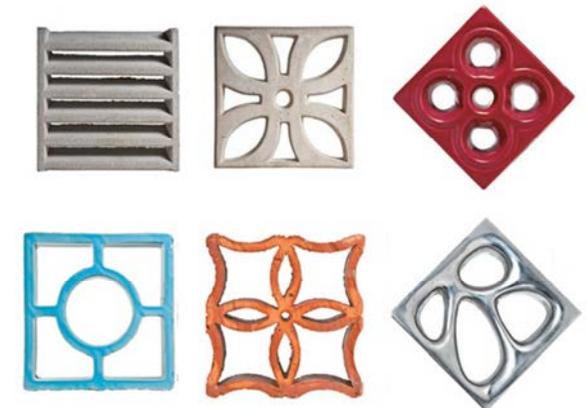
Ya las paredes agujereadas se consolidaron como la gran contribución del movimiento moderno en Brasil respecto al tema del acondicionamiento pasivo de los edificios. De las iniciales de los apellidos de los ingenieros Amadeu Oliveira Coimbra, Ernest August Boeckmann y Antônio de Góis, que trabajaron en Recife y Olinda (en la provincia de Pernambuco), en la primera mitad del siglo XX, nace la palabra "CoBoGó", que fue patentada por ellos en 1929. Fue además acuñada por Aurelio Buarque de Holanda<sup>9</sup> en su compendio, para designar estos elementos huecos utilizados en la construcción. (fig. 3.22)

Originalmente en hormigón o en cerámica, hoy también puede ser de vidrio o porcelana. (fig. 3.21) El cobogó sigue el mismo principio de las persianas de acero modernas o de los elementos de madera de la arquitectura morisca: una solución

<sup>9</sup> Con la popularización del diccionario escrito por Aurelio Buarque de Holanda, el nombre "Aurelio" hoy es sinónimo de diccionario en Brasil.



3.23 - Deposito municipal de água de la ciudad de Olinda (PE), Luiz Nunes, 1934. (TINEM, 2006).



3.24 - Diseños contemporáneos de los Cobogós. (APSAN et al, 2011)



3.25 - Espacio entre los cobogós y las ventanas en el edificio de la Cia Jardins Cafes Finos, Rino Levi, Sao Paulo, 1942 (KON et al, 2001)



3.26 - Los agujeros en medio a los agujeros. Los edificios del Parque Guinle. Lucio Costa. (acervo del autor)

para el cierre de las estructuras que, por ser hueco, permite el paso de la luz y de la ventilación

Una de las primeras obras identificadas con el cobogó es el edificio para la represa municipal de agua del Alto da Sé, en Olinda (1934). También con la producción en serie de los elementos en Brasil, el Cobogó, es reconocido como original de Pernambuco. En Recife se conoce también como "combogó" ortografía también aceptada por las normas de la lengua portuguesa en Brasil.

Con eso, los primeros usos del cobogó están en la ciudad de Recife, donde se creó una generación importante de arquitectos modernos en Brasil, quizás por la dureza del clima tropical o incluso por tratarse de un estado más pobre en recursos que Río de Janeiro o São Paulo, donde los arquitectos tuvieron que buscar alternativas más económicas.

La función de filtro de luz y la permeabilidad al aire son las principales características de los cobogós. En diversas situaciones, principalmente en proyectos de Alfonso Reidy y Rino Levi, los cobogós fueron utilizados formando una doble piel, creando espacios de transición entre el interior y el exterior (fig. 3.23).

La función del cobogó suele ser confundida con la de los brises, pero hay que distinguir su carácter fijo y su incapacidad de generar los efectos de estanterías de luz, tan elogiados en el edificio del MES, por ejemplo. Como estos elementos producen un cierto impedimento a la visión exterior, en varios proyectos agujeros mayores fueron dejados en las capas exteriores, como "ventanas" en medio de la piel externa, para garantizar la apropiación del paisaje. Esa "ventana" en los

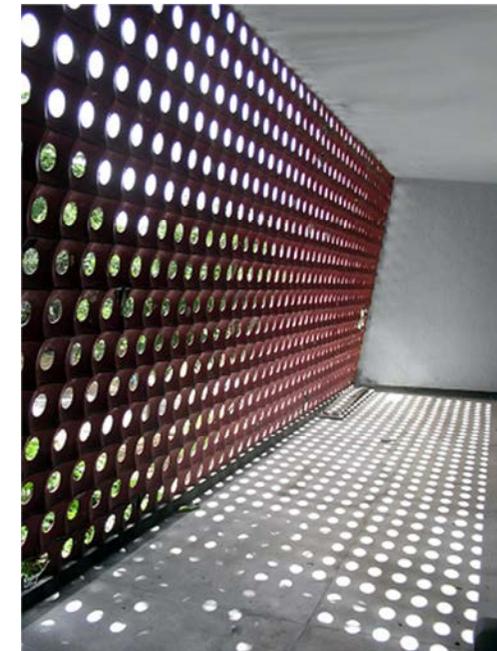
agujeros, fue puesta en práctica primeramente en el Parque Guinle y en el conjunto del Pedregulho, creando una marca, principalmente en los arquitectos de la llamada escuela carioca (fig. 3.24)<sup>10</sup>. La creatividad brasileña nunca se ha estancado con la producción de nuevos diseños de cobogós. A lo largo de la historia, inúmeros modelos en hormigón, cerámica natural, cerámica esmaltada e incluso en vidrio han sido fabricados.

El mismo recurso, las fachadas agujeradas, fue utilizado más adelante por Niemeyer en diferentes edificios de Brasilia (fig. 3.25). Y todavía los utiliza, como en la reciente Biblioteca Nacional (2006). Reidy también utiliza cobogó vitrificado, para componer fachadas expuestas al sol, como en el Instituto de Antibióticos (fig. 3.26) edificio en el que se aplican varias soluciones bioclimáticas de la arquitectura moderna (AFONSO, 2005).

Además del cobogó industrializado, fueron desarrolladas varias soluciones de características más artesanales, pero con una función similar. Dos factores han contribuido al desarrollo de esas soluciones. El primero fue el uso limitado de las técnicas de construcción y materiales para cumplir las necesidades climáticas, la segunda fue la experimentación de los arquitectos, con propuestas casi intuitivas (AMORIM, 2001). Algunas de esas soluciones son barras de hierro en los muros o tuberías colgadas desde el techo, buzinos, ladrillos de vidrio huecos, muros de ladrillo asentados alternadamente formando huecos, antepechos ventilados en las ventanas y la utilización de cerámicas en las fachadas. Los "buzinotes" son agujeros



3.27 - SQS 107/108, Edificios de viviendas. Oscar Niemeyer, Brasilia (DF), 1959. (MAGALHÃES, 2010)



3.28 - Panel de cobogós de cerámica vitrificada, Instituto de Antibióticos, Recife (PE), 1953. (FREIRE, 2010)

<sup>10</sup> La arquitectura producida en Río de Janeiro en el periodo moderno.



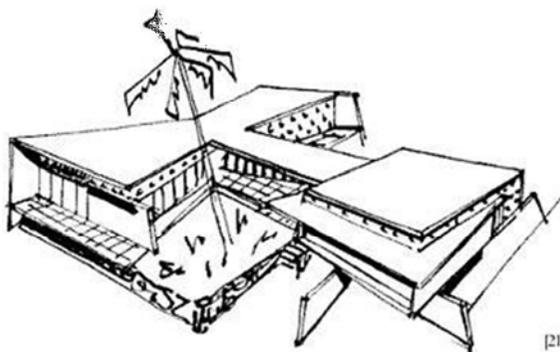
3.29 - Edificio del CFCH, en Recife (PE), 1955, del Filippo Mellia, cobogós cerámicos en su color natural (FREIRE, 2010).



Figura 3.31 - Los Buzinotes en el CFCH, en Recife (PE), 1955, del Filippo Mellia (FREIRE, 2010).

que hechos con tubos de PVC insertados directamente en la albañería con unos 15 cm, que podrían estar ubicados en las paredes por encima del techo, e incluso paredes enteras, responsables de la circulación constante de aire en los ambientes. (figs.3.27 y 3.28)

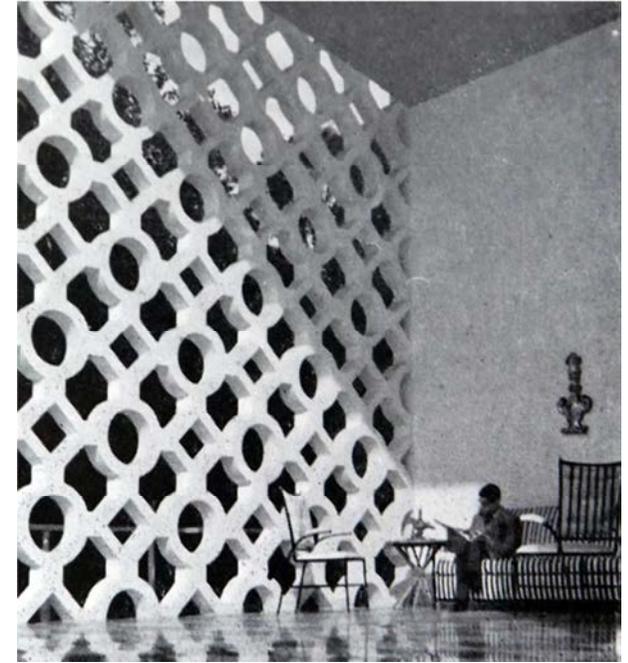
Como ejemplos de la solución en las barras de hierro o buzinotes pueden citarse el Instituto de Antibióticos, (1953) y las residencias John Wechgelaar (fig. 3.35) (1954), Antonio Couceiro (1954) y Sergio Moreno (1954). Alejar los muros del techo permite la lectura individualizada / por separado de los componentes del edificio (sistema estructural y cerramientos), actuando en la definición volumétrica de esos proyectos y, por lo tanto, en la entrada de la luz y en la circulación de aire de los ambientes. (fig. 3.29).



3.30 - Residencia Antonio Couceiro de Mário Russo, Recife (PE),1954. (COSTA, 2006)



El cobogó era una marca de ese periodo de la arquitectura brasileña, más allá de su función bioclimática se percibe la creación de nuevos diseños frecuentemente personalizados para cada obra, como en la residencia Walter Moreira Sales, del arquitecto Redji de Campos, en Río de Janeiro, 1951. (fig. 3.30)



3.32 – Residência Walter Moreira Sales, arquitecto Redji de Campos, Rio de Janeiro, 1951. (CAVALCANTI, 2001):



3.34 – Las puertas correderas en las casas con patio del Rino Levi. (GERRA, 2001)



3.33 - Edificio Louveira arquitecto Vilanova Artigas en São Paulo, 1946: Ventanas en doble piel con apertura total. <http://casaemoveis.uol.com.br>

### 3.3.3 VENTANAS Y PUERTAS

Más que en los muros -aéreas llenas- debemos centrar la evaluación en las aéreas de carpinterías, debido al predominio de los vacíos sobre los llenos en la arquitectura moderna. Es en las aperturas donde las innovaciones fueron más importantes: muros cortinas o ventanas horizontales con protección exterior de venecianas, configurando un conjunto de buen desempeño térmico y gran expresión formal, se presentan en inúmeros ejemplos. Principalmente en las residencias se observan los primeros ejemplos de puertas correderas con múltiples carriles (fig. 3.31), permitiendo la integración total del exterior con el interior, en general, conectando salones o habitaciones con los porches circundantes, creando mucha flexibilidad en el uso. Los porches, espacios de transición utilizados desde la arquitectura colonial, con el uso de esas puertas, son apropiados como una continuidad real del espacio interior.

Otra innovación en las carpinterías está en el uso de ventanas de doble guillotina, con un panel abriendo hacia arriba y otro hacia abajo, con un sistema de contrapeso que conecta las dos partes. En el Edificio Louveira, por ejemplo, ese sistema fue propuesto con dos capas distintas, vidrio y veneciana (fig. 3.32). La apertura total permite el paso integral del aire, al mismo tiempo en que controla la luz. La influencia colonial se hace presente en ventanas donde la capa exterior son celosías, con función similar a la de las venecianas.

Las carpinterías han sido tratadas siempre con mucho cuidado y con gran ingenio en la arquitectura brasileña desde la época colonial, donde aparecen como un

componente importante en la piel de los edificios. Se encuentran principalmente ejemplos de múltiple función, que permiten el control total de la iluminación y ventilación, sin perder la función de protección y privacidad.

Impulsora del progreso tecnológico, la industria de la construcción fue vista con mucho optimismo por los arquitectos modernos. Con la posibilidad de normalización de las puertas y ventanas, los arquitectos establecieron una analogía con la industria automovilística, con la producción de coches en serie, y lograron construir un hogar más cómodo, lo más barato posible, de acuerdo con la estética de la máquina. Warchavchik destacó como sería su naturaleza:

La belleza de la fachada tiene que resaltar la racionalidad del plano de la distribución interior, con la forma de la máquina y determinada por el mecanismo de su alma. (WARCHAVCHIK, 1925).

Varios productos fueron desarrollados por la industria nacional. La ventana de doble guillotina fue llamada del ventana ideal, utilizada en Brasil en los años cincuenta y sesenta, pero cayó en desuso en las últimas décadas. Las dos capas se cierran como una guillotina, pero en el mismo plano. Cuando una abre hacia arriba y la otra hacia abajo, un sistema de contrapesos empotrados en la ventana hace que las dos partes se muevan en conjunto, obteniendo 100% de apertura. Además del edificio Louveira de Vilanova Artigas, en São Paulo, un buen ejemplo de la utilización de este tipo de ventana fue la Casa George Hime, de Henrique Mindlin, que utiliza el sistema con múltiples capas (fig. 3.33). La Residencia Olivo Gomes, de Rino Levi, utiliza un



3.35 – Ventanas de doble capa y apertura plena. Casa George Hime, Henrique Mindlin, Petropolis, RJ, 1949. (GOODWIN, 1943)

sistema similar, pero posibilita también la apertura de la parte inferior y la creación de un balcón. (fig. 3.34)

Cabe señalar que existe una gran importancia en este tipo de solución siempre que el foco sea el bioclimatismo pues la plena apertura garantiza una ventilación completa del ambiente. Las soluciones mezcladas con el uso de persianas externas proporcionan la ventilación y bloquean la radiación directa de ciertas horas del día. Las ventanas y puertas de múltiples carriles permiten la apertura integral del espacio interior hacia el exterior. Ejemplos de esta tecnología se observan en la casa Barão de Saavedra, de Lucio Costa, y especialmente en las casas con patio de Rino Levi. Una vez más, el aspecto y la integración bioclimática entre la casa y la naturaleza están presentes. En diversas condiciones climáticas en Brasil, es posible lograr el confort mediante la ventilación directa. La apertura con restricciones, típica de los sistemas con predominio de áreas llenas sobre las vacías, crea zonas sin ventilación inhabitables en determinados días y horas. Para la familia brasileña, es muy común realizar diversas actividades cotidianas en los porches, al refugio del sol. Los sistemas que permiten la conversión de los espacios interiores en verdaderos porches van en la dirección al modo de vida de las personas.

La doble función de las carpinterías no es una innovación de la época moderna. Desde la época colonial, la asociación entre celosías, que cumplían con el papel que cumple el cristal moderno, y banderas de madera, creaba múltiples posibilidades para desde las primeras horas del día, donde la familia aun está durmiendo, hasta las horas de trabajo, donde la luz y la ventilación son necesarios. Este tema ha sido ampliamente aplicado en la arquitectura moderna.



3.36 – Residencia Olivo Gomes, Rino Levi, São José dos Campos, SP, 1940: Ventanas con seis capas (acervo del autor).



3.37 – Hotel en Nova Friburgo (RJ), 1944, Lucio Costa, la arquitectura moderna con materiales tradicionales. (COSTA, 1996)



3.38 – Iglesia de la Pampulha en Belo Horizonte. Oscar Niemeyer, 1943. La primera obra del arquitecto totalmente cubierta por un paraboloides de hormigón. (<http://www.barkah.org/>)

### 3.3.4 CUBIERTAS Y PÉRGOLAS

La idea de la terraza jardín o de un techo descubierto expuesto al sol y a las lluvias torrenciales en verano, nunca ha estado presente en la arquitectura brasileña, lo que no fue diferente al comienzo de la arquitectura moderna. La terraza jardín se utilizó en algunas obras, pero la mayoría de las veces, parcialmente cubierta. De hecho, la gran innovación de Brasil fue en las distintas tipologías de cubiertas.

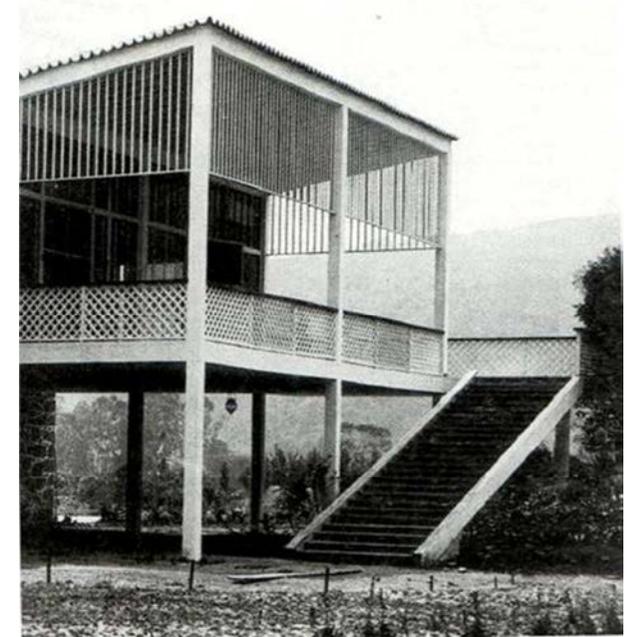
El uso de las tejas coloniales, de amplia aceptación y de uso tradicional en Brasil - hasta hoy- no fueron descartadas por los arquitectos modernos. En varios ejemplos, encontramos un uso "moderno" de esta tecnología. La pendiente opuesta a la fachada principal, o la creación de una cámara de ventilación entre el techo y la construcción, distinguía la cubierta del nuevo embasamiento moderno. Diversos ejemplos del uso "moderno" de las tejas coloniales del tipo capa y bica son encontrados especialmente en el trabajo del Lucio Costa, como el Hotel de Friburgo (fig. 3.35).

En muchos casos, la inclinación de la cubierta pendía al revés en relación con las fachadas principales, acentuando el diseño moderno de la edificación. La rusticidad derivada de las cubiertas, donde, en algunos casos, las tejas son dejadas a la vista sin el cielo raso, lo que tampoco comprometía la atención a los preceptos racionalistas como la gran transparencia y el rompimiento de los límites entre interior y exterior.

Las cubiertas compuestas exclusivamente de curvas en hormigón armado aparecen más intensamente en la obra de Oscar Niemeyer (fig. 3.36). A pesar de la admirada plasticidad de esas soluciones, a menudo la cuestión bioclimática no está bien resuelta en esos edificios. La cubierta en hormigón posee mucha inercia térmica, característica poco recomendable para la mayoría de las regiones brasileñas y presenta soluciones difíciles en cuanto al correr del agua y de la impermeabilización de grandes superficies expuestas al sol.

Lucio Costa fue el arquitecto que mejor utilizó las técnicas coloniales en los edificios modernos. La casa Barão de Saavedra, de 1942 (fig. 3.37), fue un proyecto considerado innovador para la época, con una estética moderna, pero con materiales y elementos de la arquitectura colonial, como tejas coloniales y ventanas con celosía. En el Gran Hotel de Ouro Preto (Fig.3.38), Oscar Niemeyer utilizó el tejado colonial con un discurso de defensa de la simbiosis del nuevo proyecto moderno con el entorno de la ciudad barroca. Cabe señalar, sin embargo, que la cubierta no participa de la estética del edificio, debido a que la posición dominante en este conjunto son los pilotes aparentes y las carpinterías del hotel. La cubierta, con la pendiente hacia los balcones, sólo tiene un papel funcional en la obra.

En la casa de Francisco Inácio Peixoto, en Cataguazes (fig. 3.39), Niemeyer presenta balcones y pasillos de tejas sin falso techo, sostenidos por columnas de acero muy finas, creando un área de gran fluidez y ligereza estética. Se observa la utilización de la cubierta para la creación de balcones alrededor de todo el edificio, generando una gran sombra bajo la cual está la casa. La cubierta de estética tradicional fue utilizada en composición con elementos modernos como forma de hacer posible los



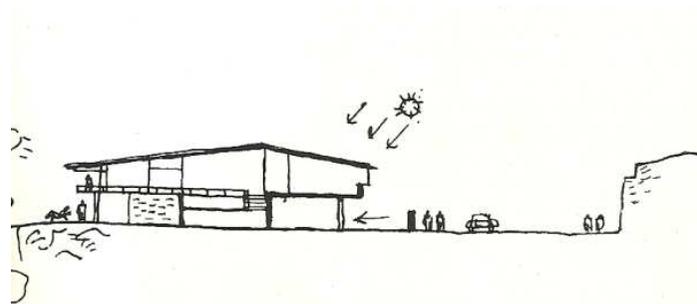
3.39- Lucio Costa, casa del Barón Saavedra, en Petropolis (RJ), 1942.(Costa, 1995)



Figura 3.40 - Hotel en Ouro Preto (MG), 1939, Oscar Niemeyer. (COMAS, 2010) El hotel es el que aparece en el segundo plano, no?

preceptos modernos en sintonía con el clima de aquel lugar. La casa del Hildebrand Accioly, diseñada por Francisco Bolonia en 1949, es uno de los mejores ejemplos de la modernización del tejado colonial. No sólo por la simplicidad de las líneas de la fachada, posible por la inversión de la pendiente del techo, sino por los espacios de transición creados por la cubierta en las grandes salas y balcones-pasillos. Se destaca también la atención a las ventajas, desde el punto de vista climático, de la teja colonial sin el cielo raso. Las irregularidades propias de este tipo de teja permiten el paso de aire a través de las piezas, creando siempre una salida para el aire caliente que se acumula en las partes altas de los espacios internos.

En las cubiertas, una innovación recurrente es el uso de las "cubiertas mariposa",

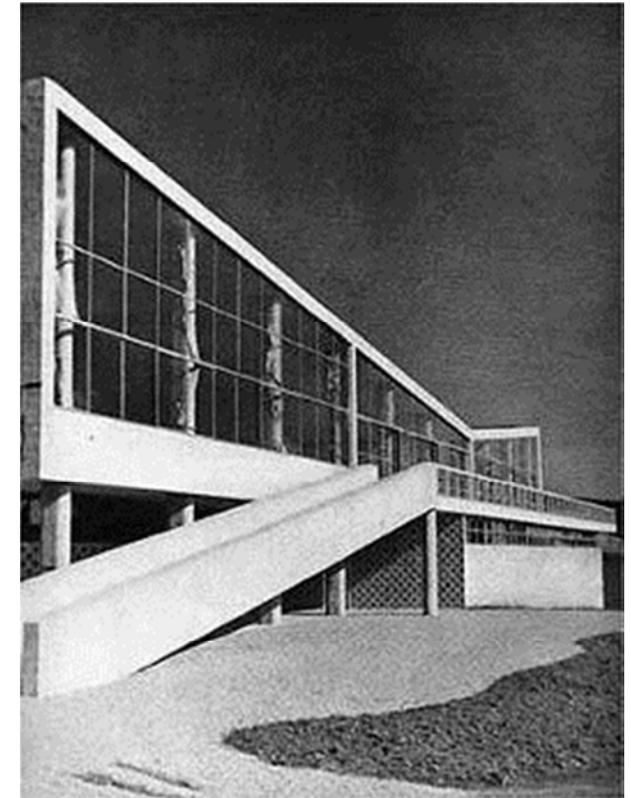


3.42- Casa de Francisco Inácio Peixoto, en Cataguazes (MG), 1940, Oscar Niemeyer hizo un uso moderno del techo colonial. (GILDEON, 1952)

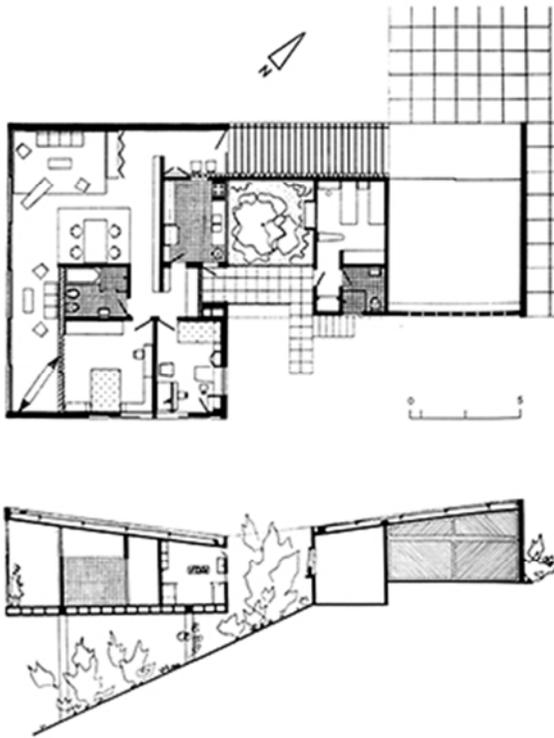
una tipología presente en proyectos de distintos portes. El rechazo al techo plano o al techo jardín -cuarto punto propuesto por Le Corbusier- se debe a las dificultades técnicas de impermeabilización, principalmente si consideramos las especificidades del clima en gran parte de las regiones brasileñas, con elevados índices pluviométricos. La idea de la cubierta articulada en dos pendientes hasta un conducto central aparece en la arquitectura moderna en 1930, en el diseño de la casa Errazurris, en Chile, donde Le Corbusier define una dinámica diferente a la del espacio interior de la "composición cúbica". Cinco años más tarde, utiliza la misma solución en una casa de verano en Les Mathes, en Francia.

Sin embargo, fue en Brasil donde la solución encontró un amplio uso. Allí se llamó "cubierta mariposa" la solución con techo de dos aguas con un canal central. Ésta aparece como una solución de estética moderna, alternativa al techo plano, pues en la mayoría de los casos no se ven los aleros del techo. Los techos tenían pendiente adecuada y un sistema eficiente para la caída y recogida del agua.

La "cubierta mariposa" también aparece varias veces en la obra de Niemeyer, en especial en las de los años cuarenta. En el proyecto de la residencia Passos, una casa de fin de semana, diseñada en 1939, el arquitecto incorpora esta idea de colocar el conducto a un tercio del largo o del ancho de la planta, aprovechando la altura generada en los otros dos tercios para alojar un piso de habitación. Este volumen definido por las dos pendientes de la cubierta, formando un ángulo entrante, fue adoptado en el Iate Club de Pampulha (fig. 3.40), de 1940, que cubre el pabellón de cristal que alberga el restaurante y salón delimitados por el borde de encuentro de los dos planos. Affonso Eduardo Reidy también utilizó la "cubierta



3.40- Iate Clube de Pampulha, Oscar Niemeyer, Belo Horizonte, 1942.(Goodwin, 1943)



3.43- Residencia Carmem Portinho, Jacarepaguá, Rio de Janeiro, 1950. Arquitecto Affonso Eduardo Reidy. (GUERRA & RIBEIRO, 2006)



3.44- Residencia Castor Delgado Perez, Rino Levi, Sao Paulo, 1958. (KON et al, 2001)

"mariposa" en el proyecto de la casa de Carmen Portinho (fig. 3.41), en 1952. Construida sobre un terreno con declive, parte de la casa fue construida directamente sobre el suelo, mientras que el bloque principal se apoya sobre pilotes, y, como en la casa Charles O'Fair, la apertura principal se encuentra en el lado más pequeño del prisma, con vistas al bosque. Tanto en el Centro de Salud del Conjunto Pedregulho, como en el Teatro de Marechal Hermes, dos años antes, Reidy ya había adoptado la cubierta en 'V', creando, en el caso del teatro, un edificio de gran plasticidad. El tema está presente en las obras de los hermanos Roberto (Escuela de Aprendizaje Industrial, 1953), Francisco Bolonha (Guardería Enestina Persona, 1952), Henrique Mindlin (casa de Lauro Souza Carvalho, 1955), entre otros.

El factor climático, asociado al uso intenso de esta solución, se debe a la cuestión pluviométrica. Gran parte del territorio nacional, especialmente en las regiones setentrionales, sufre largas temporadas de lluvia, a menudo torrenciales, que requieren soluciones eficientes para la cubierta y la destinación del agua. Los techos de poca pendiente tienden a acumular agua y permiten la penetración del agua por las franjas de superposición de las tejas. En este aspecto, la "cubierta mariposa" es una solución eficiente que se adapta a esta condición específica. La solución evita una gran área de precipitaciones alrededor de las canaletas del techo y facilita la recogida de las aguas, mientras aleja la cortina de agua de las fachadas, una fuente de posibles problemas en los cerramientos exteriores. Sin embargo, en muchos casos la solución elimina los aleros de la cubierta, dejando la fachada más expuesta al sol. Así, las pérgolas y porches son utilizados como complemento de la solución de cobertura para cumplir la función de sombreado.

Los aleros y pérgolas son ingredientes de gran importancia en relación con los sistemas de cubiertas desde el punto de vista climático. Los aleros, incompatibles con la estética purista de algunos diseños modernos, en muchos casos se sustituyen por las pérgolas. Principalmente para las fachadas donde no hay luz solar directa (norte y sur), las pérgolas evitan que la luz del sol incida directamente por las carpinterías orientadas hacia el norte. Cómo hacen un filtro sin impedir el paso de la luz natural, el resultado es la reducción del ofuscamiento (fig. 3.42 y 3.43).

En el edificio para la industrial Cartepillar (fig. 3.45), los Hermanos Roberto proponen un tipo exquisito de pérgola para la fachada orientada hacia el norte. El uso más eficaz de este recurso, sin embargo, está en la obra de Rino Levi, que utiliza la pérgola como espacio de transición entre el exterior y el interior. La sombra con rendijas y con entrada de ventilación natural fue utilizada por Levi en la serie de casas con patio. Levi integra los patios pergolados con los ambientes internos a través del uso de puertas que permiten la apertura total de la pared acristalada.

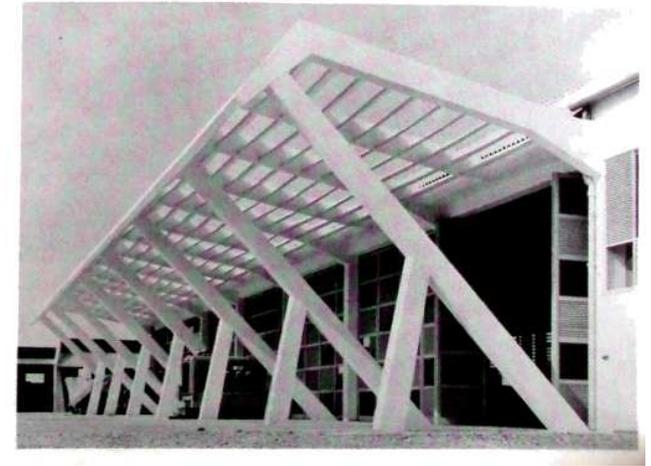
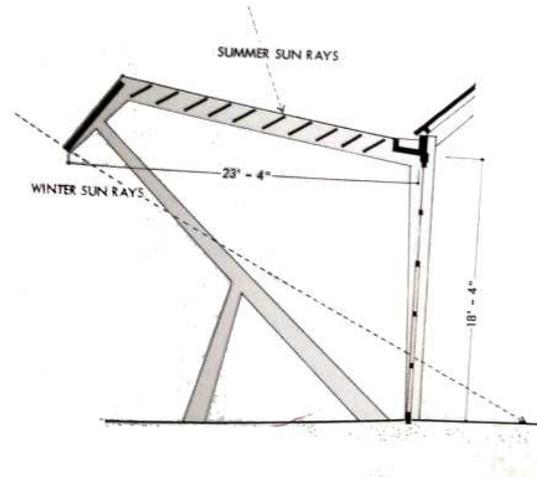
Otra tipología recurrente durante el período de estudio son las cubiertas con una cámara de aire entre las tejas y la losa. Esta solución se utiliza en combinación con varios tipos de cubiertas como las de fibrocemento, como en la casa en Petrópolis, Henry Mindlin y la casa Olivo Gomes, del arquitecto Rino Levi en Sao Jose dos Campos, SP. Desde el punto de vista del clima el espacio ventilado mejora enormemente la eficacia de la cobertura, especialmente cuando la capa superior es aislante o de color claro.



3.45- Casa George Hime, Henrique Mindlin, Petrópolis (RJ), 1949: El uso de modernas tejas coloniales (Goodwin, 1943)



3.47 - La casa del Arquitecto Sergio Bernardes en Río de Janeiro, 1960: las tejas capa y caña diseñadas por él. (BRUAND, 2003)



3.46 - Hermanos Roberto: Industrias Caterpillar, Niteroi (RJ), 1946: pérgolas de control solar (Olgyay y Olgyay, 1976)

La teja de medio tubo de fibrocemento, patentada por Sergio Bernardes e industrializada por Eternit fue, fue utilizada por el arquitecto en varios proyectos, como en su casa en Río de Janeiro (GABRIELE, 2007) (fig. 3.44). Esta solución permite un techo casi plano en una estructura relativamente ligera. Bernardes describe las tejas medio tubo -tal vez el primero de su tipo en el mundo- como "una teja colonial ampliada a seis metros". Esta solución permite una cámara de aire entre la losa de cubierta de una manera sencilla y económica.

El material utilizado en las cubiertas y pérgolas no ha sido nunca una limitación para la atención a los preceptos modernos por los racionalistas brasileños. Bernardes utiliza una cubierta de aluminio y de acero en una casa de muros predominantemente en piedra. (Fig. 3.46).



3.48- Cubierta de aluminio y paredes en piedra, Sergio Bernardes, Petropolis (RJ), 1951. (GILDEON, 1943)

### 3.4 Consideraciones sobre el Capítulo

Cabe destacar el interés de la prensa internacional en su presentación de la arquitectura brasileña, desde los años cincuenta, por las soluciones presentadas en el país. Muchos autores han destacado estas soluciones y el carácter innovador de cada una. Sin embargo, debemos señalar aquí un aspecto poco explorado hasta ahora: las diversas soluciones fueron aplicadas en conjunto, funcionando de manera complementaria. Muros de baja inercia con una piel de brises creando espacios de transición, muros cortinas protegidos por paredes de cobogós o con venecianas integradas al sistema de la cortina de cristales, cubiertas con distintas capas creando cámaras de aire, terrazas y espacios ventilados completados por aleros y pérgolas de control solar, son los principales ejemplos investigados. En estos ejemplos se observa la calificación de "piel" para la envolvente de la arquitectura estudiada, temática de esta tesis. No es raro que encontremos en los edificios una solución distinta para cada una de las fachadas principales e, incluso, soluciones diferentes para fachadas con usos diferentes en las distintas plantas. Esto se puede ver sobre todo cuando el objeto observado es mayor, con variaciones significativas de uso a lo largo de los pisos.

Este hecho generó una demanda original en el proceso de análisis de las soluciones: el análisis cualitativo de la "piel" de los edificios. La profundización del concepto de "piel" y la justificación por la que los arquitectos brasileños hábilmente utilizaron esta estrategia en la envolvente de sus proyectos se discutirán en el próximo capítulo, a través del análisis de los ocho edificios que fueron elegidos por este criterio: el tratamiento adecuado de la envolvente, teniendo en cuenta las demandas

específicas de los edificios frente a sus diferentes usos y las condiciones climáticas del lugar donde se insertan. En seguida, se presenta el iconográfico desarrollado con base en el proyecto de Lucio Costa para el Parque Guinle, presentando la síntesis de las innovaciones de la arquitectura brasileña.

1. El Cobogo se presenta en la fachada principal, no solamente en las zonas de servicio, son utilizados de distintas manera y de distintos modelos en un mismo edificio, como alternativa para control solar.

2. El terrazo jardin sustituye, en algunos casos las tejas, pero parcial o totalmente cubiertos, adecuacion al rigor del clima.

3. Los porches estan en toda la fachada creando una zona climatica de transicion y una extencion plena del espacio interno.

4. Con los porches y los sistemas de proteccion, las paredes son totalmiente sustituydas por carpinterias acristaladas, no solamente una ventana horizontal, mas una pared totalmente transparente.

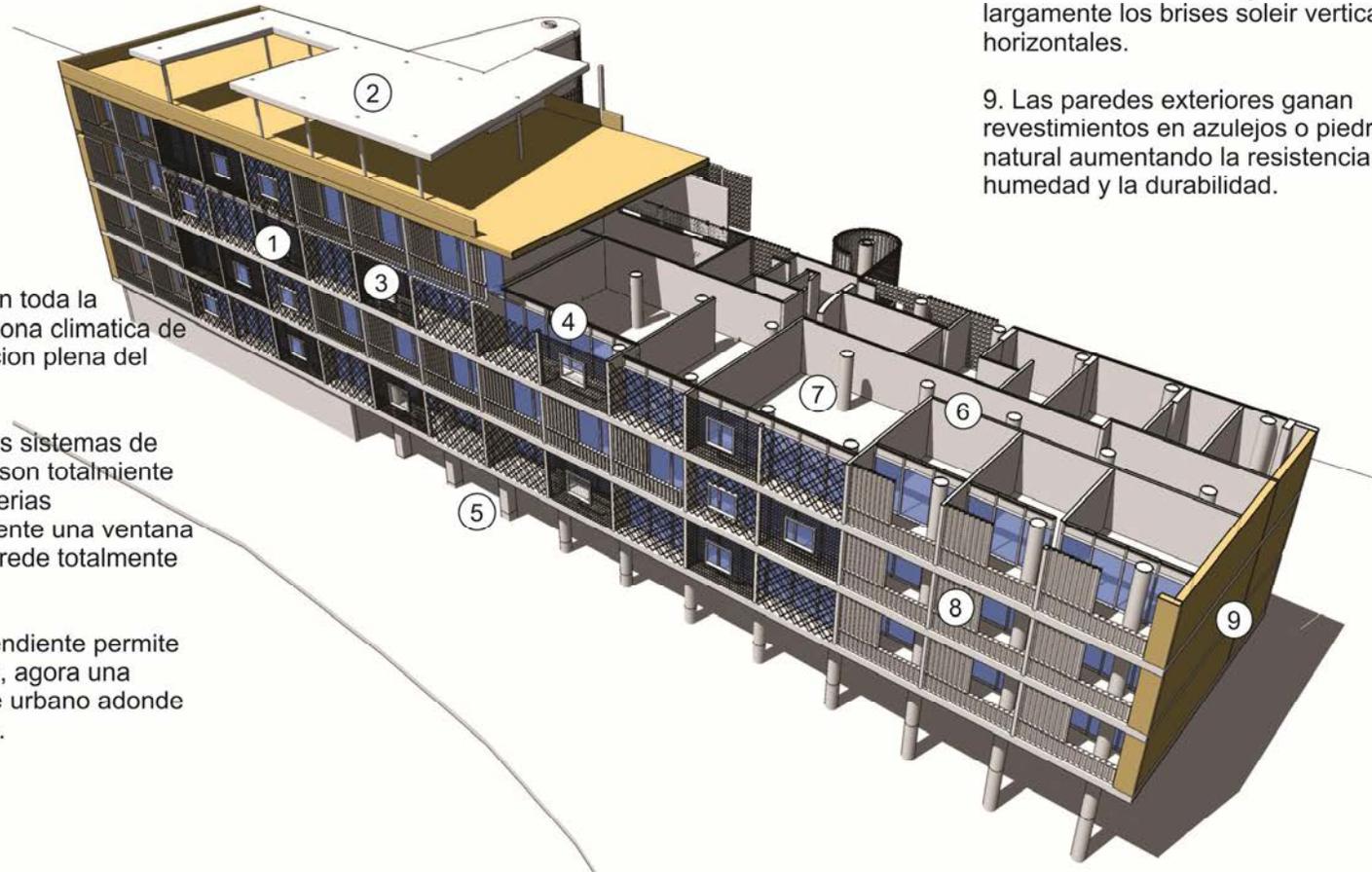
5. La estructura independiente permite el uso pleno del pilotes, agora una extencion del ambiente urbano adonde esta inserido el edificio.

6. Las paredes y la estructura no mas se tocan, ahora totalmente independientes.

7. Espacios internos amplios e integrados pero con una setorizacion rígida entre áreas sociales y de servicio..

8. Ademas de los cobogos se utilizan largamente los brises soleir verticales o horizontales.

9. Las paredes exteriores ganan revestimientos en azulejos o piedra natural aumentando la resistencia a humedad y la durabilidad.



3.45-Infografía representando los elementos de la arquitectura moderna brasileña a partir de una simplificación del proyecto de Lucio Costa para los edificios del Parque Guinle. (modelo producido por el autor) Falta corregir la leyenda!!!

## Conclusiones de la Primera Parte:

Brasil estuvo bajo bandera de Portugal durante 322 años hasta su independencia en 1822. A pesar de este largo período de dominio sobre ese país, se desarrolla una arquitectura colonial propia, influida por su clima, su cultura y por la mezcla de razas que ocurrió aquí. Este hecho se puede ilustrar con los cambios importantes en la arquitectura originaria de Portugal a lo largo de este periodo, tales como la aparición de los balcones, prácticamente inexistentes en las viviendas portuguesas, y también, con el alejamiento de la cocina del cuerpo de la casa, evidentemente la presencia de una fuente de calor en el interior de la casa no es deseable en un clima tropical.

Las técnicas constructivas ilustradas aquí también son influidas por el clima y las condiciones geográficas de Brasil. Son modificaciones de las originales de Portugal para adaptarse a los recursos naturales disponibles en el nuevo país. También indicó una clara influencia de las técnicas indígenas, principalmente observando las estrategias utilizadas para impedir que la humedad tropical deteriore los edificios, sobre todo para las construcciones con el uso de la tierra combinada con la madera.

Es precisamente la tropicalización de estas técnicas oriundas de Portugal lo que hizo que la arquitectura colonial brasileña tenga una gran influencia en el desarrollo de la arquitectura moderna de Brasil. Estos más de 300 años, generan un repertorio de soluciones que no podían ser despreciadas por los arquitectos brasileños, incluso con el desarrollo de las nuevas tecnologías constructivas, siendo la principal la del hormigón armado, y con la diseminación de los conceptos modernos que llegaron desde el extranjero.

Es importante destacar que la mayor parte de las modificaciones realizadas en la arquitectura original de Portugal van a generar una construcción más ligera que se caracteriza por una baja inercia térmica. Allí se encuentra la esencia de la relación entre la arquitectura colonial y la arquitectura moderna en la directriz moderna de la estructura independiente. Reducir la inercia térmica se traduce, entre otras estrategias, en la reducción del grosor de los cerramientos exteriores. Esta necesidad, en la arquitectura colonial, lleva a la adopción de la técnica de la estructura independiente en madera y el uso de las paredes de tapia de mano, que en la arquitectura moderna se convierte en la estructura independiente de hormigón armado con los tabiques de ladrillo.

Los cobogós modernos también ya estaban presentes en muchos elementos de la arquitectura colonial brasileña. Una vez más, la necesidad de una baja inercia térmica, asociado a la directriz de permitir el flujo de aire dentro y a través del edificio, transforma elementos como los muxarabis o celosías, en los modernos cobogós de hormigón prefabricado. Una vez más destacamos la diferencia en la madre patria, donde las bajas temperaturas, determinan que la ventilación no sea deseada en el interior del edificio durante casi todos los meses del año.

Desde estos ejemplos, es evidente que el mismo clima que transforma la arquitectura originaria del Portugal en lo que pasó a llamarse Arquitectura Colonial Brasileña, he transformado la arquitectura moderna importada de Europa, en lo que sería reconocido mundialmente como la Arquitectura Moderna Brasileña.

Lucio Costa fue uno de los grandes responsables por la transposición del repertorio desarrollado durante arquitectura colonial brasileña para la nueva arquitectura

moderna que empezaba. Esto se hace de dos maneras: la primera es la creación de un repertorio conceptual y teórico para utilizar los elementos de la arquitectura colonial en la arquitectura moderna. La segunda es la aplicación de estos principios en sus propios proyectos, con el desarrollo de un repertorio de elementos de construcción sin precedentes, basados en los elementos de la arquitectura colonial. Otros arquitectos también utilizaron y promoverán la modernización de los elementos coloniales, pero fue Lucio quien construye un discurso que sistematiza y defiende esta recuperación. Su compromiso y después crítica del movimiento llamado Neocolonial, fue la razón de la creación de este repertorio teórico que basa el principio de la construcción de la arquitectura moderna en el país.

El gran mérito de Lucio no es sólo la nacionalización de los conceptos modernos utilizando como referencia la arquitectura colonial, sino sobre todo por su postura crítica frente a los preceptos modernos que no eran aptos o adaptables a nuestro clima. Esto ocurre principalmente al rechazar la adopción de las fachadas acristaladas, como en los proyectos para el Ministerio de Educación y en los edificios del parque Guinle. En estos ejemplos las fachadas completamente o en partes, tienen un tratamiento diferente basado en la orientación solar y en el uso de cada sector. En varios proyectos residenciales Lucio utiliza en sus techos las tejas coloniales tipo capa y bica, una afrenta ideológica clara contra el precepto de la terraza jardín.

Lucio también sabía que fue la cuestión climática la que influyó en la transformación de la arquitectura portuguesa en la arquitectura colonial brasileña. Así que, una vez más, fue la adaptación al clima brasileño la clave para nacionalizar la arquitectura

moderna. Este será reconocido y mencionado en varias ocasiones durante el proceso de maduración y difusión de la arquitectura brasileña en todo el mundo.

Al aislar los principales elementos que componen el repertorio moderno brasileño, se da cuenta de que el diseño de cada uno se basa en la atención a los requisitos ambientales de acondicionamiento pasivo. Esto se puede ver en el desarrollo y adopción de brises propuesto por Le Corbusier y también en el desarrollo de los cobogós, que hizo que fuese posible la existencia de paredes huecas completamente permeables al viento. En el diseño de las carpinterías también se percibe la preocupación con el control solar, sea a través de los ejemplos con múltiples capas, o en los sistemas de apertura que permiten una penetración completa de la ventilación.

También encontramos frecuentemente en los sistemas de cubiertas, grandes aleros y balcones que garantizan la protección de las fachadas de la luz solar directa y también de la gran cantidad de lluvia, especialmente de las pesadas tormentas de verano.

Cuando destacamos aquí cada componente de la arquitectura moderna, la atención a las cuestiones del clima queda aún más clara. También señalamos que este repertorio de soluciones, ocurrió de manera inédita en la arquitectura que se producía en el mundo. Como se ha mencionado, los brises soleil de Corbusier se utilizan aquí por primera vez, pero los quiebrasoles eran apenas unos de los elementos inéditos. Los cobogós o las paredes agujereadas, no eran nuevos en la arquitectura mundial, ni una invención de la arquitectura moderna, sin embargo,

aquí esto ha sido comprendido por primera vez como un producto industrial y en el uso sistemático como un protector solar que permite el paso de aire.

La creación de conjuntos complejos de cerramiento, variantes en cada fachada o variantes a lo largo de una misma fachada, justifican el título de esta tesis cuando se refiere a la piel la arquitectura moderna. Esto se destaca por la complejidad de estas soluciones, que no tiene nada que ver con la producción de los paños acristalados estadounidenses e incluso si se compara la producción europea de la misma época, las soluciones eran más homogéneas y repetitivas. La inventiva brasileña produce esta complejidad y permite la atención a las variaciones climáticas y la orientación solar en cada sitio. Como se ve en el ejemplo basado en el diseño del edificio para el Ministerio de Educación y Salud, esta arquitectura cruza de vuelta los océanos y continentes e influye en la concepción de edificios en Europa, África y Estados Unidos.

Este repertorio construido en este período de 30 años que conocemos, en Brasil, como el auge de la arquitectura moderna, representa un patrimonio que debe ser recuperado. No sólo el nivel de repertorio de soluciones bioclimáticas, sino también en relación con la forma compositiva de este repertorio y su funcionamiento conjunto, cumpliendo con todos los requisitos necesarios para el buen funcionamiento de la envolvente de los edificios. Volvemos de nuevo al concepto de piel en la complejidad de los dispositivos para garantizar, al mismo tiempo, la ventilación, protección térmica y el aprovechamiento de la luz, de manera variable y eficientemente a través del día y de las estaciones del año.