

MEJORAMIENTO DE LAS CONDICIONES DE HABITABILIDAD HIGROTÉRMICA EN AULAS Y LABORATORIOS DE LA FEG-UNESP.

Díaz Cristian J.¹; Czajkowski Jorge D.²

1 y 2 Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de La Plata
Calle 47 N° 162. CC 478 (1900) La Plata. Tel-fax: + 54 (221) 423-6587 / 90 int. 255
E-mail: diazcristian007@yahoo.com.ar, czajko@gmail.com

Carrocci Luiz R.³

3 Facultad de Ingeniería de Guaratinguetá, Universidad Estatal Paulista "Júlio de Mesquita Filho".
Av. Ariberto P. Cunha, 333. CEP 12516-410 Guaratinguetá. Tel-fax: (12) 31232836
E-mail: carrocci@feg.unesp.br

RESUMEN: Se muestran resultados del comportamiento térmico en condiciones reales de uso, la importancia del ahorro energético en el sector construcción y su posible factibilidad de aplicación de mejoras en edificios públicos ya construidos. Para el desarrollo de este trabajo se tomo como ejemplo uno de los bloques de la Facultad de Ingeniería de la ciudad de Guaratinguetá, del Estado de San Pablo, Brasil. Se realizaron mediciones de habitabilidad higrotérmica, se analizó y calculó el uso de energía para aire acondicionado. Dichos estudios reflejaron que el edificio tenía un gran consumo de energía eléctrica, mayormente destinada al acondicionamiento de los ambientes. Se planteó como hipótesis el alcance que puede tener dar soluciones al diseño actual del edificio para optimizar el sistema de refrigeración del edificio y mejorar la situación de confort.

Palabras clave: Ahorro y uso eficiente de la energía, confort térmico, edificios públicos, aire acondicionado, Brasil.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo formo parte de una beca otorgada por la Cátedra Memorial de América Latina con sede en el estado de San Pablo, Brasil, la cual entre otras actividades, cumple el papel de captar investigaciones concernientes a las cuestiones energéticas en Latinoamérica e incentivar el intercambio de conocimiento y su posterior divulgación, a los interesados en temas del área de la energía y a la sociedad en su conjunto.

Para nuestro trabajo específico el uso eficiente de la energía es una de las principales metas de la arquitectura sustentable, aunque no la única, los arquitectos e ingenieros utilizan diversas técnicas para reducir las necesidades energéticas de edificios y para aumentar su capacidad de capturar o de generar su propia energía. Un edificio energéticamente eficiente es aquel que minimiza el uso de las energías convencionales (en particular la energía no renovable), a fin de ahorrar y hacer un uso racional de la energía. Dado que eficiencia energética surge del cociente entre la energía útil o utilizada por un sistema y la energía total, es necesario establecer un criterio para definir esta última, la cual también se la denomina rendimiento energético. En la medida que el consumo de energía por unidad de producto producido o de servicio prestado sea cada vez menor, aumenta la eficiencia energética. Tanto la tecnología disponible, como los hábitos responsables, hacen posible un menor consumo de energía, mejorando la competitividad de las empresas y la calidad de vida.

Esto puede conseguirse mediante una serie de estrategias, como la que se detallan a continuación:

- Aislamiento térmico en la envolvente (muros, techos y ventanas).
- reducción de las pérdidas de calor por infiltración en invierno.
- adecuada orientación del edificio.
- permitir la entrada del sol en invierno o evitar sombras arrojadas por otros edificios.
- evitar el ingreso del sol en verano o diseñar protecciones solares (fijas, móviles, naturales).
- utilizar sistemas de calefacción y aire acondicionado eficientes a partir de utilización de etiquetas (Brasil es un país avanzado en el tema concerniente al etiquetado de diferentes productos dentro de Latinoamérica).
- en azoteas como regla duplicar el espesor del aislamiento térmico y buscar incorporar elementos que den sombra.
- utilizar iluminación eficiente mediante el uso de lámparas de bajo consumo.

Para lograr que estas estrategias se vean trasladadas a la edificación, es necesario crear normas y códigos de eficiencia energética, por esto en los años '70 cuando ocurrió la primera gran crisis del petróleo la mayoría de los países desarrollados

¹ Becario Doctoral CONICET. ² Profesor Titular FAU-UNLP e Investigador CONICET; ³ Profesor Titular UNESP e Investigador en Taller del departamento de energía.

Implementaron programas para la eficiencia energética edilicia, en particular en países como Suecia, Alemania, Inglaterra y Francia. Estos además implementaron políticas activas para el ahorro de energía en edificios.

Otros países con clima más moderado y no tan energo-dependientes, como España e Italia, establecieron normas de calidad térmica edilicia con estándares bastante más bajos. Entre los países de Latinoamérica, Argentina creó normas a fines de los sesenta, Chile y México a principios de los ochenta y Brasil a fines de la misma década. Ante este panorama vemos la necesidad de no solo hacer una arquitectura sustentable en edificios nuevos, sino también mostrar el alto consumo en los edificios ya construidos y su posible factibilidad de ahorro energético en el desarrollo de mejoras. Para demostrar esta hipótesis tomamos como ejemplo el Bloque I de la Facultad de Ingeniería de la ciudad de Guaratinguetá de la Universidad Nacional del Estado de San Pablo - FEG-UNESP de la ciudad de Guaratinguetá.

INSTRUMENTOS, MÉTODOS Y TÉCNICAS.

Para el inicio de la investigación se tomó como base una tesis de maestría, denominada “*Confort térmico en edificaciones*”, desarrollada por la Ing. Alves de Oliveira Lidiane en el año 2003 en la FEG-UNESP. Quedó demostrado en dicho estudio una alta ineficiencia energética, y poca respuesta en el diseño arquitectónico, con respecto al sitio en donde se encuentra implantado. Se rescata la baja diferencia de temperatura y humedad relativa de los locales con el clima exterior, esto significa que la envolvente tiene alta inercia térmica, incrementando las ganancias por conducción, aumentada, a su vez por la variable de la radiación directa. El actual trabajo pretende reflexionar sobre los aspectos involucrados en la problemática del desarrollo de capacidades tecnológicas necesaria para innovar en materia de URE a través del diseño arquitectónico.

El clima de Guaratinguetá. Características del sitio.

El edificio en estudio localizado en la ciudad de Guaratinguetá, en la latitud 22,45 S y longitud 49,11 W, a 539 msnm, y con una población de 103.433 habitantes, cuenta de acuerdo a la división climática del país con un clima *Tropical Atlántico* (Figura 1). Este clima es característico de las regiones litorales de Brasil, donde las temperaturas medias varían entre 18°C y 26°C. Las lluvias son abundantes (1200 mm/año), concentrándose en verano para las regiones más al sur y en invierno y otoño para las regiones de latitudes más bajas. La amplitud térmica varía entre regiones, más al norte, la semejanza entre las estaciones de invierno y verano (diferenciadas apenas por la presencia de lluvia, más constante en invierno) resulta en bajas amplitudes térmicas a lo largo del año. De acuerdo a latitudes en aumento, crece también la amplitud térmica anual, diferenciando bien las estaciones.

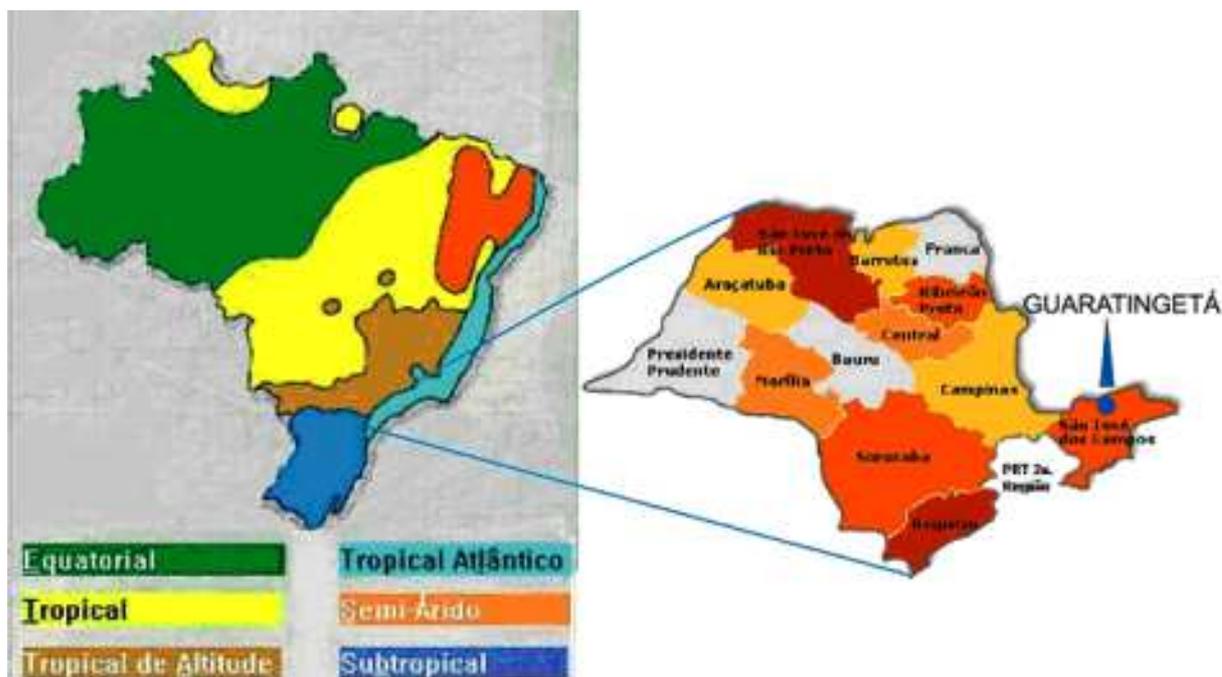


Figura 1: División climática de Brasil (Fuente: Laboratorio de eficiencia energética em edificações. Universidade Federal de Santa Catarina -UFSC).

Para el análisis de dicho edificio se realizó una auditoría energética, la cual estaba constituida por una encuesta a usuarios del bloque analizado, como ser profesores, alumnos y personal administrativo, y mediciones por medio de mini-adquisidores de datos tipo HOBO por un lapso de cuatro días corridos y con una frecuencia de 2,5 minutos. Para los datos del exterior se tomaron los valores climáticos del Centro de Previsión del Tiempo y Estudios Climáticos - CPTEC, cedido por el Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales - INPE.

Los datos extraídos se muestran en una carta bioclimática con las zonas de confort desarrolladas por Dr. Givoni Baruch sobre un diagrama psicrométrico (Figura 2). Cabe aclarar que existe una carta bioclimática adaptada para Brasil, construida sobre

un diagrama psicrométrico desarrollado por un estudio realizado por la Universidad Federal de Santa Catarina - UFSC. (Goulart, S. G.; Barbosa, M. J.; Pietrobron, C. E.; Bogo, A.; Pitta, T.; 1994).

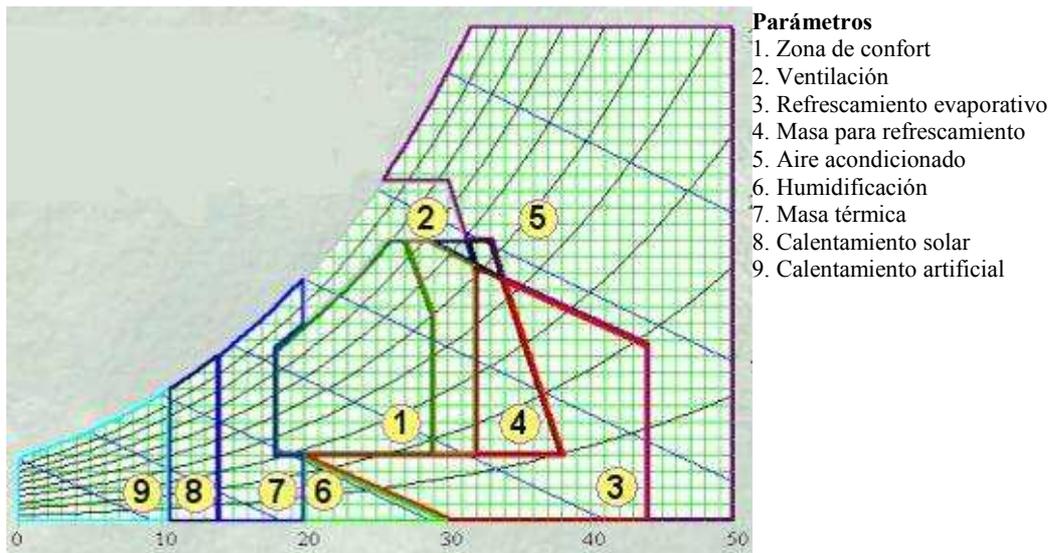


Figura 2: Carta bioclimática adaptada para Brasil.

Características del Bloque I.

El Bloque I fue construido sin una preocupación en aplicar elementos que bloqueasen a la insolación dentro de los espacios internos como pueden ser parasoles, o un diseño del exterior con vegetación de árboles perennes, que protejan el edificio (Figura 3 y 4). El predio recibe una excesiva insolación principalmente en la fachada nordeste que posee ventanas de grandes dimensiones, cubriendo el 50% de la fachada y donde están localizadas las aulas (Figura 5). A su vez las paredes realizadas de concreto, ladrillo macizo y bloque cerámico en planta baja, implican una inercia térmica que, juntamente con el tipo de actividad desarrollada en los ambientes (aulas para un gran número de personas o laboratorios con instrumental con gran disipación de calor), provocan un aumento de la carga térmica, comprometiendo el confort de los ambientes interiores. Se compensa el desconfort con un uso excesivo de aire acondicionado.



Figura 3: Planta baja del Bloque I de la FEG-UNESP y referencias de los diferentes ambientes.



Figura 4: Plantas de arquitetura del primer y segundo piso correspondiente al Bloque I de la FEG-UNESP.

En el esquema de las plantas de arquitectura se representa con una zona grisada los ambientes auditados para el desarrollo del trabajo.



Figura 5: Imágenes de las distintas fachadas del bloque I de la FEG – UNESP.

ANÁLISIS DE AUDITORIAS.

A continuación mostramos el análisis de los diferentes laboratorios y aulas auditadas en una carta psicrométrica, con la zona de confort propuesta por Givoni, a la cual también se le incorporaron los datos del clima exterior de la ciudad de Guaratinguetá, por un periodo de cuatro años (Figura 6 y 7).

Se observa en la figura 6 que la temperatura del interior se encuentra en peores condiciones que la media del exterior, una explicación para esto es la alta inercia térmica de la envolvente y, la incidencia de la radiación directa por el cerramiento vidriado, produciendo un efecto invernadero en los diferentes locales, a su vez aumentado por la imposibilidad de ventilación cruzada.

Para el caso del invierno (Figura 7), se puede observar que el comportamiento térmico de los locales medidos, tiene similitudes a las características climáticas de la ciudad con lo cual afirma la hipótesis anterior. Pero esto nos permite ver que para esta época del año las condiciones climáticas interiores se encuentra en la zona de confort permitiendo que la simple abertura de ventanas logren un ambiente confortable para los usuarios, con lo cual, consideramos que las alternativas de mejoras deben estar centradas a mejorar las condiciones interiores para el periodo de verano ya que es la situación de confort más desfavorable.

A través de los gráficos se observa que todavía la inercia térmica dificulta el cambio de calor en el predio, retardando su calentamiento en el periodo de la mañana y su refrescamiento al final del día. Esta situación se agrava en verano, cuando las temperaturas internas permanecen elevadas después que la temperatura empieza a disminuir. Ya en invierno, la alta inercia térmica es benéfica a los ambientes, pues mantienen las temperaturas internas siempre mayores que la temperatura externa, evitando el posible refrescamiento de los ambientes.

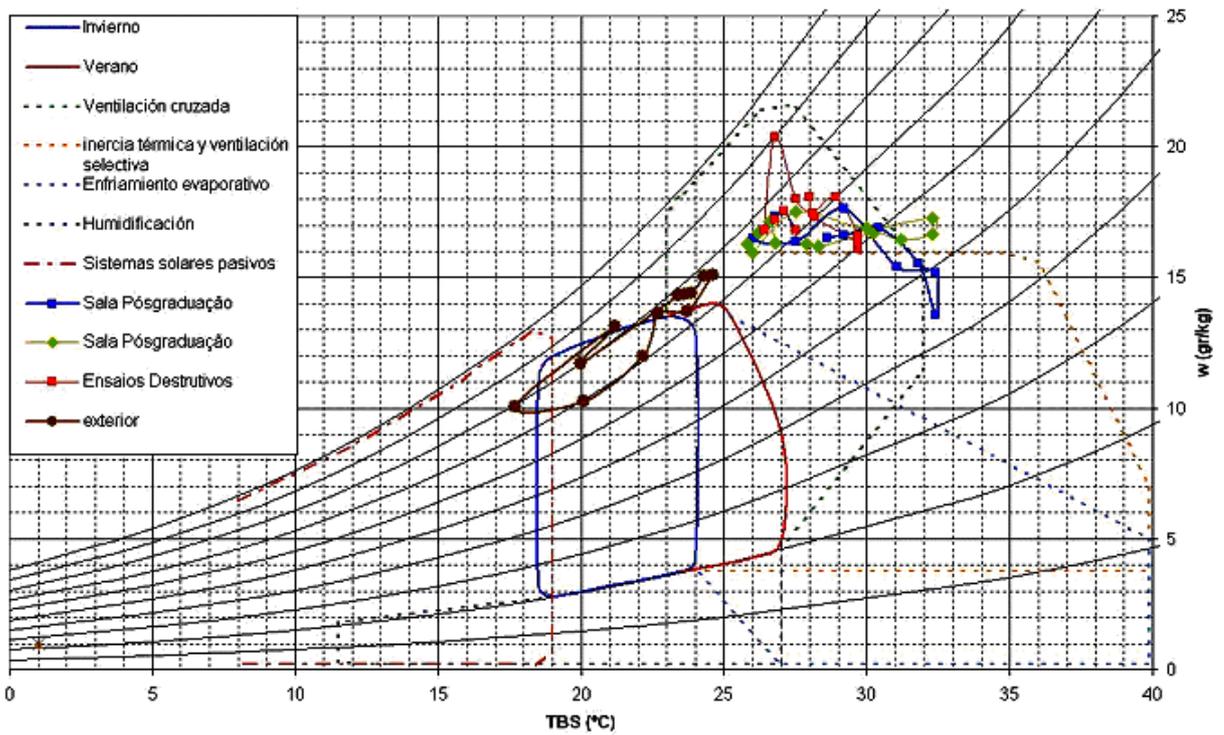


Figura 6: Carta Bioclimática de verano con datos auditados de las salas del FEG-UNESP y exterior de Guaratinguetá.

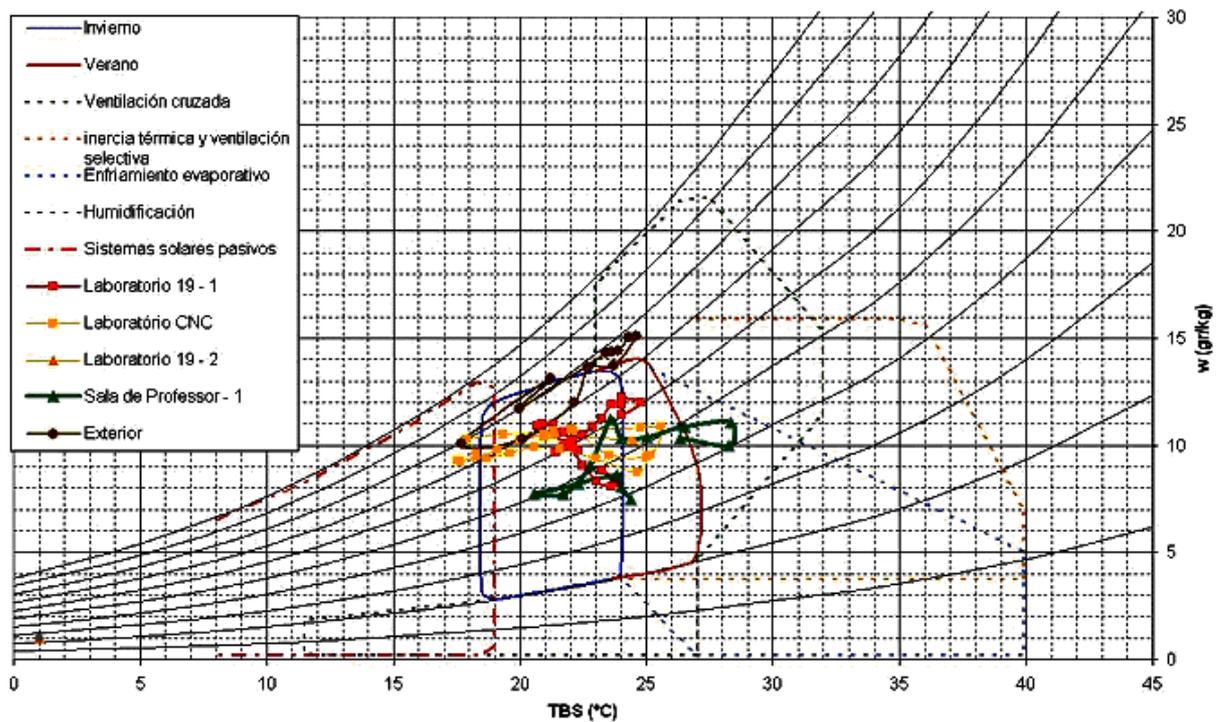


Figura 7: Carta Bioclimática de invierno con datos auditados de las salas del FEG-UNESP y exterior de Guaratinguetá.

En climas muy cálidos como es el caso de Guaratinguetá, los edificios se diseñan para capturar y para encauzar los vientos existentes, particularmente los que provienen de fuentes cercanas de humedad como puede ser en nuestro caso particular los árboles localizados en los espacios intermedios entre bloques.

En las salas de profesores, aulas y laboratorios ubicados en la fachada sureste, se pudo observar la presencia de una abundante vegetación, la cual otorga un “microclima” en ese espacio. Este fenómeno podría ayudar a incorporar aire fresco a los diferentes ambientes, por medio de una ventilación selectiva para todas las estaciones del año, ya que el sol no tiene una incidencia importante sobre los aventanamientos de esta fachada, y se puede aprovechar la circulación de los vientos predominantes, provenientes de esta orientación. (Figura 8).

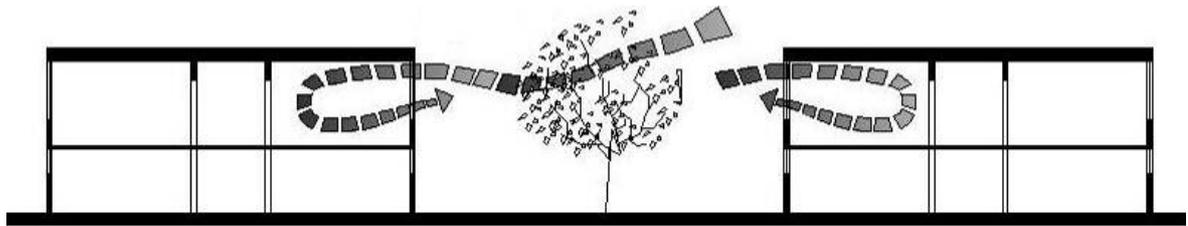


Figura 8: Esquema de refrescamiento pasivo, aprovechando la vegetación entre los bloques del FEG.

La elección de la mejora solo en ventanas esta dada en primer medida porque estas cubren más del 50% de las fachadas, con lo cual la incidencia de la radiación directa es significativa llegando a acumular en la cara más expuesta (NE) una radiación global de 13,06 MJ/m² día de energía, este valor incluye la radiación directa, difusa y reflejada sobre el plano. En segunda medida dadas las condiciones de ser un edificio público, la opción de mejorar el aislamiento térmico de los muros elevaría significativamente el costo de inversión, y la hipótesis de su posterior retorno en el ahorro de energía producida por el aire acondicionado e iluminación se vería afectada.

CONCLUSIONES

No solo la arquitectura sustentable es factible en edificios nuevos, también se puede lograr un gran potencial en edificios ya construidos a partir de innovación y desarrollo de mejoras en la tecnología de los sistemas constructivos.

Para lograr que las estrategias de ahorro en el uso deficiente de energía en el sector de la construcción es necesario establecer y hacer cumplir las normas y códigos sobre eficiencia energética.

Se comprobó que el edificio cuenta con un ineficiente planteo arquitectónico / tecnológico, con respecto al sitio donde se encuentra implantado, necesitando la utilización de refrigeración mecánica durante gran parte del año.

Creemos firmemente que se deben crear normativas de cumplimiento obligatorio, que ayuden a mejorar en el área de la construcción la arquitectura sustentable para obtener un control en el consumo de energía, reduciendo el derroche.

Se debe empezar a entender mejor el hecho de que la energía es uno de los bloques que constituyen las sociedades modernas y que la disponibilidad y el costo de los recursos energéticos son factores claves en el crecimiento económico de un país. La energía no es un fin en sí misma, más es un medio para alcanzar los objetivos de un economía en un ambiente saludable.

Se habla de la importancia en la generación de la energía, ya sea a partir de las no renovables y sobre todo actualmente las renovables, es evidente y no negamos la importancia de estas y acompañamos sobretodo el desarrollo e inversión de esta última; pero creemos firmemente que las investigaciones, estrategias, planificación y normativas para la inserción masiva y apropiación de las renovables este acompañado de políticas de estrategias que deben estar estrechamente ligadas al ahorro energético y uso eficiente de la energía ya sea para el área del transporte, industria, residencial, etc.

ABSTRACT

Results of the thermal behaviour are shown under real conditions of use, the importance of the energy saving in the sector construction and their possible feasibility of application of improvements in public buildings already built.

For the development of this work I take as example one of the blocks of the High School of Engineering of the city of Guaratinguetá, of the State of San Pablo, Brazil. They were carried out mensurations of habitability hygrothermal, it was analyzed and it calculated the energy use for conditioning air. This study reflected that the building had great electric power consumption, mostly dedicated to the conditioning of the atmospheres. He thought about as hypothesis the reach that can have to give solutions to the current design of the building to optimize the system of refrigeration of the building and to improve the discomfort situation.

Key Words: Save and efficient use of the energy, thermal comfort, publics building, conditioning air, Brazil.

REFERENCIAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. *Instalações Centrais de Ar Condicionado para Conforto*, Rio de Janeiro, 1978.
- Alves de Oliveira L. (2003). *Conforto térmico em edificações*. Teses de mestrado. Universidade Estadual Paulista. Campus de Guaratinguetá. Faculdade de Engenharia. São Paulo, Brasil.
- Barros, A. F., Shiffer, S. R. (1988). *Manual de conforto térmico*. São Paulo: Nobel, 1988.
- Camous, R. y Watson, D. (1986). *El hábitat bioclimático De la concepción a la construcción*. Editorial Gili, Barcelona.
- Carrocci. L. R; Alves de Oliveira, L. (2001). *Estudo do conforto térmico de edifício da FEG-UNESP, considerando grandes janelas de vidro nas fachadas e cobertura metálica: Um estudo de caso*. Setembro 2001 disponível na UNESP/Guaráta: <http://www.feg.unesp.br/revistadigital>.
- Coleta de dados ambientais para Guaratinguetá. <http://www.inpe.br>. Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE),

- Cruz da Costa, E. (1999). *Física aplicada á construção. Conforto térmico*. Editora Edgard Blucher. Ltda. São Paulo, Brasil, 1999.
- Czajkowski, J. D. (2006). Programa Psiconf 1.0. Programa psicrométrico con base excel. Inédito. La Plata.
- Czajkowski, J. D; Gomez A. (2006). Trabajos prácticos N° 13, 14 y 15 del taller vertical de instalaciones N° 2 de la FAU.
Disponible: <http://www.arquinstal.com.ar>
- Dutra; Luciano y Lamber Roberto. (Coordinadores) Eficiência energética na arquitectura. Versión CD. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.
- García Chávez, José R. (1996). *Diseño Bioclimático para el ahorro de energía y confort ambiental integral*. Edit Trillas.
- Givoni B, A. (1976) *Man, Climate and Architecture*. Architectural Science Servs. Publishers. Ltd. London.
- Hinrichs, R. A. (2004). *Energía e medio ambiente*. Merlin Kleinbach. Editora Thompson Learning Ltda., 2004.
- IDAE & Institut Cerdá. (1999). *Guía de la edificación Sostenible. Calidad energética y medioambiental en edificación*. Madrid.
- Izard, Jean Louis & Guyot, Alan. (1980). *Arquitectura Bioclimática*. Edit Gili, Barcelona.
- Olgay, Víctor. (1998). *Arquitectura y clima. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. Edit Gustavo Gili, Barcelona.