



# Las implicancias para simulaciones de energía de la certificación GBC Zero Energy [Zero Energy Buildings]

## The implications for energy simulations of GBC Zero Energy Certification [Zero Energy Buildings]

**Pablo Antonio Hidalgo Sandoval** (Autor principal / Autor de Contacto)

Filiación: Universidade Presbiteriana Mackenzie

Dirección: R. Itambé, 143 - Higienópolis, São Paulo - SP, 01302-907

Correo: pablo@phsee.com

Manuscript Code: 008

Date of Acceptance/Reception: 06.07.2018/31.05.2018

### Resumen

Este ensayo describe la propuesta para obtener una referencia al proceso de modelado de energía en la certificación brasileña "GBC Brasil Zero Energy" para edificios con cero energía neta. La certificación carece de una norma que establezca los pasos necesarios para lograr edificios de alto rendimiento, ya que solo presenta créditos y formularios que pueden cumplirse, en algunos casos, sin una evaluación de modelado de energía. Como metodología, se presenta la utilización del estándar ASHRAE 209-2018 que indica un procedimiento lógico y secuencial para evaluar, calibrar y rastrear el consumo de energía durante todo el proceso de diseño del edificio. Las técnicas del software DesignBuilder son indicadas como pasos necesarios para evaluar un edificio en cuanto a rendimiento energético. Los resultados esperados son la mejora de la calidad y la confiabilidad del diseño energético a lo largo del tiempo y de todos los problemas ambientales involucrados, como la reducción de emisiones de carbono y la energía renovable utilizada. El impacto que la utilización del estándar ASHRAE 209-2018 tendría al ser aplicado en edificios que buscan ser cero energía, provocaría un cambio de paradigma tanto en el proceso de diseño, como en la operación y el funcionamiento de los edificios. El área de simulaciones de energía se vería inmensamente favorecida porque se aprovecharían de la mejor manera las herramientas de análisis de los softwares.

**Palabras claves:** GBC Brasil zero energy, ASHRAE 209-2018, Edificios cero energía neta, DesignBuilder, Modelado de energía de edificios.

### Abstract

This essay describes the proposal to obtain a reference to the energy modeling process in the Brazilian certification "GBC Brasil Zero Energy" for buildings with zero net energy. The certification lacks a standard that establishes the necessary steps to achieve high performance buildings, since it only presents credits and forms that can be fulfilled, in some cases, without an evaluation of energy modeling. As a methodology, the use of the ASHRAE 209-2018 standard is presented, which indicates a logical and sequential procedure to evaluate, calibrate and track the energy consumption during the entire design process of the building. DesignBuilder software techniques are indicated as necessary steps to evaluate a building in terms of energy efficiency. The expected results are the improvement of the quality and reliability of the energy design over time and all the environmental problems involved, such as the reduction of carbon emissions and the renewable energy used. The impact that the use of the ASHRAE 209-2018 standard would have when applied to buildings that seek to be zero energy, would lead to a paradigm shift in the design process, as well as in the operations and functioning of buildings. The area of energy simulations would be immensely favored because they would take advantage in the best ways of software's analysis tools.

**Keywords:** GBC Brasil zero energy, ASHRAE 209-2018, Zero net energy buildings, Design Builder, Building energy modelling.

## Introducción

Dentro del contexto mundial de búsqueda y mejora de la eficiencia energética del Acuerdo de París (COP21), IEA (2018), el World Green Building Council (WGBC) comenzó a trabajar en varios países con los Green Building Council locales para desarrollar nuevos sistemas de certificación de edificios "Zero Net Energy" entre ellos Brasil, y durante los años 2016 y 2017 fue elaborado tal sistema. Por otra parte la organización ASHRAE (American Society for Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) busca conseguir la autonomía energética (cero) y de bajo carbono hasta el año 2030 (Architecture 2030, 2018). Para efectuar la elaboración de la Guía de Referencia fueron invitados especialistas de las áreas de eficiencia energética y simulaciones de energía de la industria de la construcción y de universidades.

Como en la práctica y realidad nacional brasileñas las simulaciones de energía casi nunca son utilizadas como herramientas de apoyo a los proyectistas, la certificación GBC Zero Energy estaría promoviendo esta nueva realidad, pero para ello se hace necesario definir los parámetros que deben regir las evaluaciones. Es en este punto que se abre una oportunidad para hacer crecer la discusión y el conocimiento específico del área. El objetivo principal de este ensayo es desarrollar un modelo de referencia para una implantación inicial dando el apoyo a los proyectistas y simuladores de energía que deban evaluar los edificios que busquen esta certificación voluntaria. ¿Cómo ayudar al proceso de diseño para obtener edificios de bajo consumo de energía / alto desempeño energético (*high performance buildings*) a través de la utilización de software de modelado/simulaciones de energía?

## Estado del arte del problema

En 2017 fue lanzada en Brasil la primera certificación para edificios de consumo cero de energía con el Referencial GBC Brasil Zero Energy. Este sistema tiene aplicación en todo tipo de edificios que tengan una ocupación permanente; residencial, comercial, industrial, etc. Si bien para obtener la certificación es necesario un período de evaluación de desempeño energético de 12 meses después del edificio estar en operación, las ventajas y potencialidades que poseen las simulaciones de energía durante la etapa de proyectos puede ser el gran diferencial para producir edificios energéticamente eficientes, utilizando energías renovables para conseguir la meta de ser “Zero Energy”. Como poderosas herramientas de análisis, las simulaciones de energía sirven para prever futuros consumos e minimizarlos con las modificaciones de proyectos, a través softwares como DesignBuilder (Energyplus). Si bien en el crédito de “Eficiencia Energética Mínima para Generación Off Site” existen referencias a otras certificaciones ambientales que tienen consideradas normas internacionales como ASHRAE 90.1-2010, no hay referencias a normas que ayuden a los proyectistas para producir proyectos de alto desempeño energético, ni que indiquen un camino claro a seguir en este sentido, considerando que el edificio debe conseguir metas altas de eficiencia energética y bajo consumo de energía. Básicamente cualquier tipo de proyecto puede obtener la certificación si demuestra después de 12 meses de operación del edificio que los consumos de energía en KWh/año fueron igualados con los producidos a través de producción de energías renovables y compras de créditos de energía. El tema principal de análisis es cómo un estándar de apoyo específico al modelado de energía unido a las principales herramientas de los softwares de simulación como DesignBuilder (EnergyPlus), pueden ayudar para optimizar los proyectos para que sean más energéticamente eficientes.

## Metodología

La metodología de análisis considera 3 etapas; descripción de la Certificación GBC Zero Energy, Referencia Normativa (ASHRAE 209-2018) y Técnicas computacionales (herramientas DesignBuilder).

### Certificación GBC Zero Energy

La definición de “*Net Zero Energy Building*” indica que el edificio debe demostrar que el consumo de energía local de la operación anual es cero con una combinación de alta eficiencia energética y generación de energía por fuentes renovables. GBC Brasil (2018).

Para la obtención de la certificación GBC Brasil Zero Energy definitiva, todos los emprendimientos deberán tener por lo menos 1 año de operación monitoreado de forma continua con su balance energético anual cero. Edificios nuevos en fase de proyecto, construcción o menos de 1 año de operación que atiendan a los requisitos recibirán la Pre-Certificación.



Figura 1. Logotipo Certificación Zero Energy. Fuente: GBC Brasil, 2017.

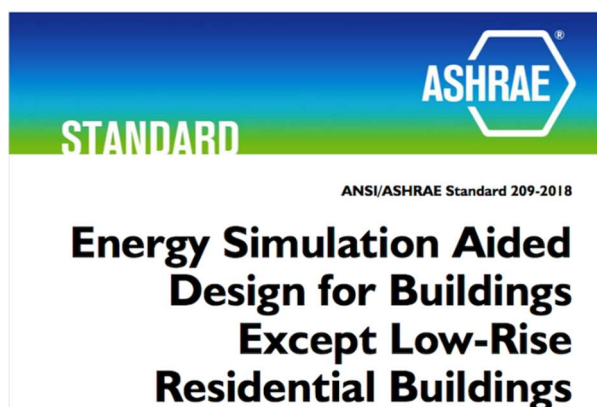


Figura 2. Portada Estándar ASHRAE 209-2018. Fuente: ASHRAE, 2018.

### Requisitos para Certificación:

1. Tiempo de funcionamiento: 12 meses de operación y medición de energía.
2. Tasa de ocupación mínima: Ocupación mínima media del 50% del área construida (no aplicable al residencial)
3. Metraje Mínimo de las Áreas Construidas: 100m<sup>2</sup> (no aplicable al residencial).
4. Tipología: edificio de uso permanente (no temporal).
5. Atención a las legislaciones: tiene que cumplir con la legislación pertinente (nacional, regional y local).
6. Emprendimiento Off Grid: En un máximo de 5% de energía fósil compensada por REC's (*renewable energy certificates*) o 100% de energía renovable.
7. Eficiencia Energética Mínima para Generación On Site: 100% de generación de energía renovable en el sitio.
8. Eficiencia Energética Mínima para Generación Off Site: cualquiera de las opciones mencionadas
  - Proyecto certificado LEED, GBC Brasil casa o condominio, AQUA-HQE, PBE Edifica A.
  - 5% de reducción anual de energía en relación con ASHRAE 90.1- 2010.
  - 18% de reducción de energía en relación con ASHRAE 90.1- 2007.
  - 30% de reducción de energía en relación con el DEO (Desempenho Energético Operacional em Edificações / Desempeño Energético Operacional en Edificaciones) del CBCS (Conselho Brasileiro de Construção Sustentável / Consejo Brasileño de Construcción Sostenible).
  - 15% de reducción de energía en relación con la media de 3 años continuos de los últimos 5 años.
9. Generación de energía renovable en el sitio: 100% de Generación de energía renovable en el sitio, o fuera del sitio, o la compra de créditos (REC's).
10. Generación de Energía Renovable Off Site: 100% de generación de energía renovable fuera de sitio, o compra de créditos.
11. Compra de créditos de energía renovable:
  - REC Brazil limitado al 10% del consumo anual (no aplicable a residencial).
  - REC Brazil para compensación de la tasa de disponibilidad (aplicable para residencial).
  - REC Brazil para compensación de fuentes de energía no eléctricas.
12. Uso de energía no renovable: Compensación del 100% de todas las fuentes de energía no renovable con la compra de créditos.
13. Balance Energético Anual del Emprendimiento:
  - El balance energético anual se ha restablecido por fuentes renovables o compra de créditos.
  - El balance energético anual fue cero con la adquisición de REC Brazil.

### Referencia Normativa (ASHRAE 209-2018)

La Certificación contempla referencias normativas nacionales (brasileñas) o internacionales como ASHRAE 90.1-2010 (utilizada para LEED Versión V4) para el requisito 9 – Eficiencia Energética Generación Off Site - siendo dejado a criterio de cada equipo de proyecto utilizar el tipo de referencia para obtener el resultado deseado. A modo de unificación de criterios y para dar un sentido total al proceso de simulación de energía en todas las etapas de proyecto, se propone utilizar la Norma ANSI/ASHRAE Standard 209-2018 Energy Simulation Aided Design for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings. (Diseño asistido por simulación de energía para edificios, excepto edificios residenciales de poca altura) (ASHRAE, 2018).

### Descripción Norma

Describe una metodología para aplicar el modelado de energía del edificio al proceso de diseño. El estándar fue creado para definir procedimientos confiables y consistentes que promuevan el uso de modelos de energía para cuantificar el impacto de las decisiones de diseño en el momento en que se están realizando. El estándar define los requerimientos generales de modelado acoplado con once ciclos de modelados, cada uno con metas específicas alineadas con las distintas etapas del diseño, construcción o proceso de operación. Cada ciclo es una extensión de los requerimientos generales de modelado, que representa una aproximación de mejores prácticas utilizando el modelado para dar informaciones al proceso de diseño. Siete de los ciclos coinciden con la etapa de diseño del edificio, tres ciclos son aplicados durante la construcción y uno ocurre en la post-ocupación. El análisis de post-ocupación es incluido para ayudar tanto al propietario como al modelador para entender los resultados modelados comparados con el desempeño actual de energía, y de esta manera entregar informaciones a la operación y suposiciones para ser usadas en futuros proyectos.

## Propósito

Definir los requisitos mínimos para proveer asistencia de diseño de energía usando simulaciones de energía del edificio y análisis.

## Funcionamiento

El modelador de energía deberá efectuar el modelado de energía en cada fase de la planificación, diseño, y construcción u operación del edificio según lo indicado en los requerimientos del propietario (*Owner Project Requirements – OPR*) o en un acuerdo entre propietario/modelador de energía utilizando la información obtenida de partes interesadas relevantes, que debe puede incluir al propietario, equipo de proyecto, constructores y operadores. El modelador deberá proveer los resultados de las simulaciones con opiniones y recomendaciones, como es requerido en cada ciclo de modelado siendo evaluado, para informar las decisiones de las partes interesadas (*stakeholders*).

## 11 Ciclos de Modelos de Diseño

### Proyecto

1. Modelado de Cajas Simples: identificación de uso final de energía afectando el diseño conceptual.
2. Modelado de Diseño Conceptual: evaluación de mejoras a forma y arquitectura.
3. Modelado de Reducción de Cargas: evaluación de estrategias para reducir cargas de refrigeración y calefacción.
4. Modelado para Selección de Sistema de Acondicionamiento: identificación de impacto en la demanda y energía anual por sistemas de acondicionamiento climático.
5. Refinamiento del Diseño: evaluación de sistemas del edificio, confirmación de decisiones de diseño y posteriores intervenciones.
6. Integración de Diseño y Optimización: integración de sistemas del edificio a través de un proceso de optimización para conseguir metas de desempeño y explorar interacciones complejas entre múltiples variables.
7. Simulación de Energía para Ingeniería de Valor: provisión de informaciones para implicaciones holísticas de medidas de ingeniería de valor en metas de desempeño.

### Operación y Construcción

8. Desempeño de energía “Como diseñado”: desarrollo de modelo de energía para representación del proyecto final y comparación con las metas de desempeño según lo diseñado.
9. Órdenes de modificaciones: proveer informaciones para los cambios que afectan las metas de desempeño de energía del proyecto.
10. Desempeño de energía “As built”: desarrollo de modelo de energía para representación del proyecto as built y comparación con las metas de desempeño del proyecto.

### Post-ocupación

11. Comparación de desempeño de energía post-ocupación: comparación del desempeño del último modelo de energía con la medición de uso de energía actual y condiciones climáticas del edificio en operación.

## Técnicas computacionales (herramientas designbuilder)

Cálculo de Cargas Térmicas (Heating & Cooling Design): si son utilizados sistemas activos de refrigeración / calefacción, el cálculo de cargas térmicas considerando los aspectos ambientales y constructivos de los proyectos se hace fundamental para mejorar reducir la necesidad de consumo de energía asociado.

Cálculo de Iluminación Natural (Daylighting): A través de la evaluación de iluminación natural es posible reducir el consumo de energía eléctrica asociada, maximizando el uso de iluminación natural. Al probar distintos tipos de sistemas de iluminación artificial, se evalúa el tipo de productos que menos energía consumen y al mismo tiempo atendiendo los requisitos mínimos indicados en las normativas.

Modelado de Paneles Fotovoltaicos (Photovoltaic System - PV): debido a las características necesarias de producción de energía en el local (*On Site*) la herramienta de modelado simple de paneles fotovoltaicos e colectores térmicos solares, es fundamental para modelar edificios de cero energía neta.

**Cálculo de Consumo de Energía (Energyplus Simulation):** obtención de los resultados de consumos en Kwh y de los costos permiten la evaluación, comparación y mejora dependiendo de cada ciclo de estudio en relación a la norma ASHRAE 209-2018.

Si bien la mayoría de los softwares de análisis de energía poseen las herramientas mencionadas, las características “amigables” de la interface gráfica (GUI – Graphic User Interface) unida al poderoso motor de simulación Energyplus (Simulation Engine) (Ibarra & Reinhardt, 2009) hacen a DesignBuilder una plataforma fácil de ser utilizada por los diversos profesionales involucrados en el proceso de diseño de energía de los edificios; arquitectos, ingenieros y evaluadores de energía. De esta forma en los 11 ciclos que el ensayo plantea, se hace más fácil la evaluación total y compatibilidad con sistemas como BIM (*Building Information Modeling*).

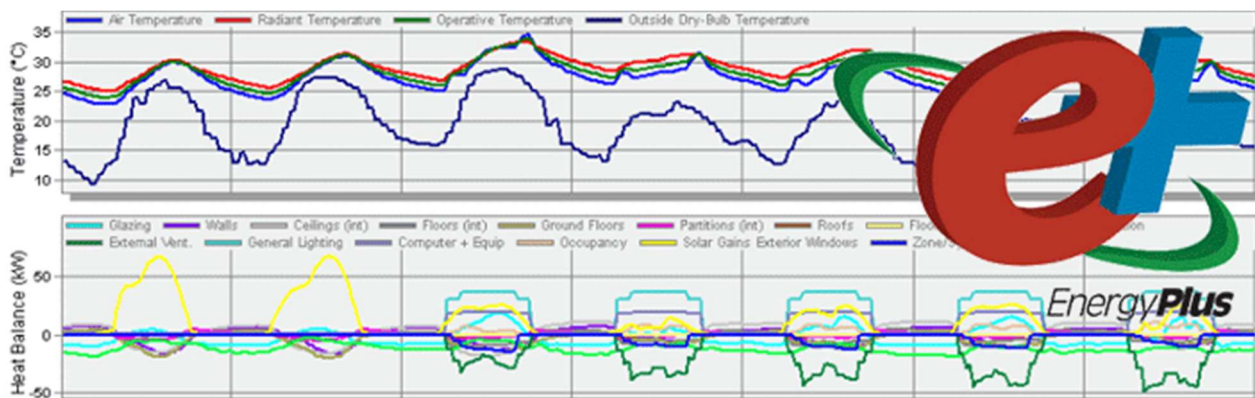


Figura 2. Motor de Simulación Energyplus en Designbuilder. Fuente: www.designbuilder.com, 2018.

## Resultados

Al aplicar la normativa como modelo de orientación práctica, se obtendrán las bases mejoradas de la Guía Net Zero que en la próxima versión considerará la reducción de las emisiones de carbono asociadas al impacto ambiental de los proyectos. Así también se contribuye para elevar el nivel de la calidad técnica de la industria de construcción en Brasil proyectando Edificios de Alto desempeño energético y ambiental (*High Performance Buildings*) ya evaluados a través de simulaciones de energía.

## Discusión y Conclusiones

El área de simulaciones de energía, representado por IBPSA Brasil (e internacional) puede verse inmensamente beneficiada debido al compromiso que debe ser adquirido para que los profesionales de modelado de energía en edificios trabajen en todo el proceso de diseño, desde la etapa conceptual hasta la post-ocupación. De esta forma se obtienen los mejores resultados y desempeño energético de los edificios y se aprovechan al máximo los recursos y herramientas de análisis que los programas computacionales como Designbuilder ofrecen.

## Agradecimientos

A la Sra. Juliana Martins por apoyar este ensayo, al GBC Brasil por invitarme a participar del Comité Técnico en la certificación Zero Energy en 2017 y a la organización IBPSA Latam 2018 por la invitación a desarrollar el tema.

## Referencias

- Architecture 2030 (2018). The 2030 Challenge. Recuperado 17 de Agosto de 2018 de [http://architecture2030.org/2030\\_challenges/2030-challenge](http://architecture2030.org/2030_challenges/2030-challenge)
- ASHRAE (2018). ASHRAE Publishes Energy Simulation-Aided Design Standard. Recuperado 17 de Agosto de 2018 de <https://www.ASHRAE.org/about/news/2018/ASHRAE-publishes-energy-simulation-aided-design-standard>
- DesignBuilder (2018). DesignBuilder - Simulation Made Easy. Recuperado 17 de Agosto de 2018 de <https://www.designbuilder.co.uk>
- GBC Brasil (2017). Comité Técnico. Referencial Net Zero 1ª Edição. São Paulo.
- GBC Brasil (2018). Compreenda o GBC Brasil Zero Energy. Recuperado 17 de Agosto de 2018 <http://www.gbcbrasil.org.br/zero-energy.php>



Ibarra, D., Reinhardt, C. (2009). Desing Builder // Energy plus. Recuperado 17 de Agosto de [http://web.mit.edu/SustainableDesignLab/projects/TeachingResources/EnergyModellingI\\_GettingStarted.pdf](http://web.mit.edu/SustainableDesignLab/projects/TeachingResources/EnergyModellingI_GettingStarted.pdf)

IEA (2018). IEA at COP21. Recuperado 17 de Agosto de <http://www.iea.org/COP21/>

WGBC (2018). Advancing Net Zero.005.