

Evaluación de seguridad contra incendio: método alternativo aplicado a edificaciones brasileñas

A. Hahnemann¹, C. Corrêa*², E. Rabbani³

* Autor de Contacto: cristianocorreacbmpe@gmail.com

DOI: <http://dx.doi.org/10.21041/ra.v7i1.178>

Recepción: 02/02/2017 | Aceptación: 18/04/2017 | Publicación: 31/05/2017

RESUMEN

Con el objetivo de proponer la legalización del uso de edificaciones que se encuentran con restricciones en cuanto a la legislación de seguridad contra incendio vigente en Pernambuco, Brasil, algunos métodos de evaluación de incendio basados en el desempeño han sido descritos, y se ha elegido uno de ellos para ser aplicado a dos edificaciones en la ciudad de Recife, comprobando su eficacia. Como resultado se han vislumbrado soluciones seguras y viables, dada la restricción para edificaciones consideradas como patrimonio histórico o construídas con base en leyes anteriores que han sido actualizadas. El método de Gretener, de ser aplicado, podría volverse una práctica interesante, en la medida en que proponga algunas alternativas sin intervenciones estructurales, de bajo costo y seguras, dada la comprobación internacional de su eficacia.

Palabras-clave: seguridad; incendio; legislación; métodos.

Citado como: A. Hahnemann, C. Corrêa, E. Rabbani (2017), “Evaluación de seguridad contra incendio: método alternativo aplicado a edificaciones brasileña”, Revista ALCONPAT, 7 (2), pp. 186-199, DOI: <http://dx.doi.org/10.21041/ra.v7i1.178>

¹Universidad de Pernambuco e Corpo de Bombeiros Militar de Pernambuco, Recife, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civi, Brasil.

²Universidad Federal de Pernambuco e Corpo de Bombeiros Militar de Pernambuco, Recife, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civi, Brasil.

³Universidad de Pernambuco, Recife, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civi, Brasil.

Información Legal

Revista ALCONPAT es una publicación cuatrimestral de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción, Internacional, A. C., Km. 6, antigua carretera a Progreso, Mérida, Yucatán, C.P. 97310, Tel.5219997385893, alconpat.int@gmail.com, Página Web: www.alconpat.org

Editor responsable: Dr. Pedro Castro Borges. Reserva de derechos al uso exclusivo No.04-2013-011717330300-203, eISSN 2007-6835, ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número, Unidad de Informática ALCONPAT, Ing. Elizabeth Sabido Maldonado, Km. 6, antigua carretera a Progreso, Mérida, Yucatán, C.P. 97310.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor.

Queda totalmente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la ALCONPAT Internacional A.C.

Cualquier discusión, incluyendo la réplica de los autores, se publicará en el primer número del año 2018 siempre y cuando la información se reciba antes del cierre del tercer número del año 2017.

Fire safety evaluation: an alternative method for Brazilian buildings

ABSTRACT

With the aim of proposing the legalization of the use of buildings that are subject to restrictions on fire safety legislation in Pernambuco, Brazil, some performance-based fire assessment methods have been described and one of them has been chosen to be applied to two buildings in the city of Recife, proving its effectiveness. As a result, safe and viable solutions have been envisaged, given the restriction for buildings considered as historical heritage or constructed based on previous laws that have been updated. Gretener's method, if implemented, could become an interesting practice, insofar as it proposes some low cost and safe alternatives without structural interventions, given the international verification of its effectiveness.

Keywords: fire; safety; legislation; methods.

Avaliação de segurança contra incêndio: método alternativo aplicado a edificações brasileiras

RESUMO

No intuito de legalizar o uso de edificações que se encontram com restrições de adequações à legislação de segurança contra incêndio vigente em Pernambuco, Brasil, alguns métodos de avaliação de incêndio com base no desempenho são descritos e escolhido um deles para ser aplicado a duas edificações, na cidade de Recife, atestando sua eficácia. Como resultados foram vislumbradas soluções seguras e viáveis, haja vista a restrição em edificações tombadas pelo patrimônio histórico ou construídas baseadas em leis anteriores que foram atualizadas. O Método de Gretener, se aplicado, poderá se tornar uma prática interessante à medida que propõe algumas alternativas sem intervenções estruturais e de baixos custos, e seguras, tendo em vista a comprovação internacional de sua eficácia.

Palavras chave: legislação; segurança; incêndio; métodos.

1. INTRODUCCIÓN

No obstante la preocupación con la preservación de la vida y del patrimonio existente en una edificación, otro factor ha sido adicionado a la búsqueda por la seguridad contra incendio de parte de los propietarios de construcciones: el logro de los Autos de Visita Técnica del Cuerpo de Bomberos (AVTCB), exigidos en Pernambuco, Brasil, por la Ley 11.186 del 22 de diciembre de 1994. Además de salvaguardar a los síndicos de los condominios o a los responsables legales por los edificios de responsabilidad civil o criminal, en caso de que las edificaciones sean afectadas por incendios, y de estos ocurran consecuencias desastrosas, este documento se ha vuelto primordial para la concesión de seguros, participación en licitaciones y liberación de permiso de vivienda de parte de los condados. Se inicia constatando que, en Pernambuco, según datos del Centro de Actividades Técnicas de la Región Metropolitana de Recife, órgano perteneciente al Cuerpo de Bomberos Militar Estatal que realiza fiscalización de los sistemas de seguridad contra incendio, hasta noviembre de 2015, aproximadamente 3000 procesos de solicitud se encuentran pendientes por algún tipo de impedimento. Las razones para eso son diversas: dificultades financieras para la adecuación a la legislación vigente, la duración de la obra para el cumplimiento de las exigencias, o imposibilidad estructural para respetar lo que está prescrito en el Código de Seguridad Contra Incendio y Pánico para el Estado de Pernambuco (COSCIPE).

Al observar que cada unidad federativa de Brasil posee una legislación propia sobre el asunto, además de la reglamentación internacional, se percibe que existen varias formas de establecer criterios de seguridad o de dar fé que determinada edificación presenta las condiciones mínimas para proporcionar seguridad a sus usuarios, y de prevención a la ocurrencia de incendios. En este artículo serán abordados algunos de esos métodos, y escogido uno en particular para que sea comparado con la metodología de evaluación de Pernambuco.

En Brasil, las normas y leyes sobre seguridad contra incendios son muy recientes. La ausencia de grandes incendios que resultasen en considerables pérdidas, ya sea del patrimonio o de la cantidad de vidas perdidas, nunca había permitido, al menos hasta el inicio de la década de los 70, una relevante discusión sobre el tema en el país. Fue a partir de la ocurrencia de siniestros mayores que las autoridades y los investigadores han comenzado a percibir la importancia de la implantación de reglas más rigurosas para las construcciones, con la intención de volverlas más seguras para sus habitantes (SEITO *et al.*, 2008, ZAGO *et al.*, 2015). Siguiendo esa tendencia, después del trágico incendio ocurrido en el condado de Santa María, en Rio Grande do Sul, resultando en 242 víctimas fatales, la discusión para la implantación de un código de seguridad contra incendio nacional, implantada por el Secretario Nacional de Seguridad Pública del momento, Luiz Fernando Corrêa, que resolvió constituir un Grupo de Trabajo, el 14 de junio de 2015, con el objetivo de elaborar estudios y presentar una minuta de proyecto de ley que trate de la seguridad contra incendio y pánico en todo el territorio nacional, ha ganado fuerza, según los datos adicionales que se observan en la Tabla 1, donde impacto externo se traduce en número de muertes en los incendios en Brasil.

Tabla 1. Registros de grandes incendios en Brasil

Local	Fecha	Consecuencias
Gran Circus Norte-Americano (RJ)	15 de diciembre de 1961	503 víctimas fatales y alrededor de 1000 heridos
Industria Volkswagen (SP)	18 de diciembre de 1970	01 víctima fatal y destrucción total de la fábrica
Edificio Andraus (SP)	24 de febrero de 1972	16 víctimas fatales y 336 heridos
Edificio Joelma (SP)	1° de febrero de 1974	179 víctimas fatales y 320 heridos
Tiendas Renner (RS)	1976	41 víctimas fatales y 60 heridos
Boate Kiss (RS)	27 de enero de 2013	242 víctimas fatales y 680 heridos

Fuente: Seito *et al* (2008) y Previdelli (2013)

Teniendo presente esa incipiencia de legislación, no es difícil que los órganos de fiscalización de los sistemas de seguridad contra incendios, representados por los cuerpos de bomberos estatales, se encuentren delante de los problemas encontrados en las edificaciones construidas anteriormente a esas normas. Hasta 1970, en Pernambuco, no había normas que disciplinaran el área, y las exigencias impuestas eran basadas en los códigos de obra de los condados (SILVA, 2006 y 2015). Los conceptos arquitectónicos aplicados a la construcción de escaleras, ventilación y exhaustivación de humo, salidas de emergencia, además de los criterios de exigencia del sistema de combate a incendios, como hidrantes, detección y alarma y duchas automáticas, por ejemplo, son bastante distintos de lo que es practicado hoy en día.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Para Tavares (2002), las exigencias impuestas por los cuerpos de bomberos a las construcciones son consecuencia de la observación de los grandes incendios, que resultaron en los llamados códigos prescriptivos, normas que se utilizan de criterios, tales como área construida, altura de la edificación (sea en metros o en número de pisos) y tipo de ocupación (comercial, escolar, industrial) para prescribir cuales medidas de seguridad deben ser adoptadas por las edificaciones.

Se sabe que está reservada a los Estados-Miembros la llamada competencia legislativa “residual, remanente o reservada”, según la cual le tocaría a los entes innovar el orden jurídico por la expedición de actos normativos infra constitucionales. De esta forma, prescribe la Carta Magna que la seguridad pública constituye en “*deber del Estado, derecho y responsabilidad de todos*”, siendo “*ejercida para la preservación del orden público y de la incolumidad de las personas y del patrimonio*”. Entre los órganos mencionados en su art. 144, se encuentra en el inciso V, “*las policías militares y los cuerpos de bomberos militares*” (BRASIL, 1988).

Como resultado de este dispositivo, legal, se percibe en Brasil una mezcla de códigos de seguridad contra incendio (CORRÊA, *et al*, 2015). Aunque algunos de ellos sean semejantes en sus criterios (a veces incluso copias fieles unos de otros), resaltando la relevancia de las normas del Cuerpo de Bomberos Militar de São Paulo y de la Asociación Brasileña de Normas Técnicas (ABNT) que sirven como base para gran parte de ellos, cada estado posee una normativa propia para tratar del asunto.

Se concluye, pues, teniendo en vista la diversidad de normativas existentes, que no existe una única forma de establecer criterios de seguridad para los edificios. Así siendo, la búsqueda de alternativas diversas de las exigidas en las leyes estatales brasileñas para dar fe que determinada edificación se encuentra en condiciones de proporcionar seguridad para sus ocupantes es el camino para destrabar a los procesos de obtención de AVCB en los órganos de fiscalización de Brasil.

En esa perspectiva, los llamados códigos basados en el desempeño son implantados en algunos países (como Australia, Japón, Inglaterra, Nueva Zelandia, Canadá, entre otros), según Tavares (2002). Para Ono (2007), las evaluaciones basadas en el desempeño permiten una mayor flexibilidad en la elaboración del proyecto, resultando en soluciones más económicas para resolver cuestiones más específicas de seguridad contra incendio. Según ella, los proyectos basados en el desempeño combinan cálculos y el conocimiento técnico de los principios que rigen esa área de la ingeniería.

Tavares (2002) afirma que los códigos basados en el desempeño permiten que objetivos sean trazados y que varios caminos puedan ser recorridos, a criterio del profesional responsable por la evaluación, siempre que la seguridad sea lograda. La Tabla 2 establece un resumen comparativo entre los códigos prescriptivos y los basados en el desempeño, según Tavares (2002).

Delante de la posibilidad y de la observancia de otros medios de verificación de riesgo de incendio, algunos métodos de evaluación son estudiados, practicados y difundidos en otros países. Bukowski (2006) alerta a que se ha generado una carrera al interés de investigar y aplicar los métodos de evaluación de riesgo de incendio con la intención de verificar como se da el desempeño de las edificaciones delante de la ocurrencia de incendios, en detrimento de lo que prescriben los reglamentos de seguridad, volviéndose alternativas al simple uso de los códigos y normativas del área.

Tabla 2. Ventajas y desventajas de códigos prescriptivos y de los basados en el desempeño.

	Códigos prescriptivos	Códigos basados en el desempeño
Ventajas	Interpretación directa con lo establecido en las normas y códigos, sin la necesidad de ingenieros con una calificación más específica en el área para la actuación.	Establecimiento de objetivos de seguridad claramente definidos, quedando a criterio de los ingenieros la metodología para lograrlos; flexibilidad para la introducción de soluciones innovadoras, que vengan a atender a los criterios de desempeño; armonización con normas y códigos internacionales; posibilidad de proyectos más seguros y con costo más pequeño; introducción de nuevas tecnologías en el mercado.
Desventajas	Falta de explicación para las recomendaciones prescritas; estructura compleja; imposibilidad de promover proyectos más seguros y con costo más pequeño; poco flexibles en cuanto a la innovación, y por lo tanto, disponen de un único modo de asegurar la seguridad contra incendios.	Necesidad de entrenamiento para la transición producto del cambio en la aplicación entre los códigos; dificultades en la validación de metodologías usadas en la cuantificación.

Fuente: Tavares (2002).

Para Watts y Hall (2002), los procedimientos de evaluación de riesgos son eminentemente estudios destinados al conocimiento de eventos que no son deseables, utilizando el método de cuantificación de las probabilidades de determinado riesgo. Venezia (2011) resalta que la importancia de la evaluación de riesgo está en la capacidad de identificar a las situaciones que sean determinantes para la percepción y entendimiento del riesgo, y que no sean claros u obvios.

La evacuación de personas de los edificios debe ser estudiada y evaluada en detalle para que el riesgo esté bien proporcionado (HANEY y ALE, 2009; KOBES, et al, 2010).

En Pernambuco, es legalmente permitido al Cuerpo de Bomberos Militar de Pernambuco deliberar sobre casos específicos, acatando soluciones que viabilicen a la seguridad de las edificaciones cuando determinados entabes hayan sido presentados a través de resoluciones técnicas emitidas por la corporación, por solicitud de los propietarios de las edificaciones u órganos interesados, o *ex officio* (PERNAMBUCO, 1997), que, a pesar de la necesidad de algunos de ellos, no es práctica común.

Valentín (2009) dice que el único parámetro válido para determinar cuáles medidas relativas a la seguridad contra incendio hay que aplicar es el conocimiento exacto del grado de riesgo de ese siniestro, sea cuantitativa o cualitativamente. Él también lista los objetivos de la evaluación de riesgo de incendio, teniendo en vista la real necesidad de evaluarlos. Ellos son:

- el riesgo de que un incendio comience;
- el riesgo de propagación del incendio;
- el impacto de un incendio sobre determinada empresa;
- las consecuencias humanas y materiales para terceros, en caso de que el fuego sobrepase los límites hacia otras propiedades;
- las consecuencias humanas de los propios funcionarios de la empresa y sus visitantes.

A continuación, la Tabla 3 presenta algunos de los métodos de evaluación de riesgos de incendio que han sido utilizados en la evaluación de riesgos de incendio en la literatura:

Tabla 3. Métodos de evaluación de riesgos de incendio.

Método	Descripción
Análisis del árbol de fallas	Parte del análisis del acontecimiento de un evento indeseado (incendio, por ejemplo), buscando sus causas y la cadena del desastre.
Análisis del árbol de eventos	Al revés del método del análisis del árbol de fallas, éste evalúa a las consecuencias de daño del evento.
Método FINE (Evaluación Matemática de Control de Riesgos)	Se basa en dos procedimientos: uno para calcular la intensidad relativa de cada riesgo, y otro para medir los costos económicos derivados de las acciones preventivas de estos riesgos.
Método del riesgo intrínseco	Este modelo clasifica a los riesgos de incendio en las edificaciones en tres niveles: bajo, medio y alto. La clasificación es dada en función de la carga incendio existente en función de su ocupación principal, medida en kilocalorías por metro cuadrado.
Método de Edwin E. Smith	El método intenta establecer un grado de peligrosidad para los compartimientos existentes, y presentar un modelo de un posible incendio en la edificación bajo estudio, tomando en consideración factores como: inflamabilidad, calor y humo emitidos y velocidad de propagación de las llamas.
Método de Gretener	Es el método más amplio para evaluar los riesgos de incendio. Ampliamente utilizado para evaluar los riesgos en grandes áreas e instalaciones. Permite evaluar cuantitativamente los riesgos a través de ponderaciones de factores llevados en consideración en la ocurrencia de incendios.

Fuente: Valentín (2009).

Silva y Coelho Filho (2007) resaltan que los métodos de evaluación de riesgos de incendio son importantes instrumentos para la verificación de la seguridad del patrimonio y de la vida. Él afirma que el método más difundido para tal es el Método de Gretener, elaborado por el ingeniero suizo Max Gretener, en 1965, adoptado tres años después por el Cuerpo de Bomberos de Suiza como herramienta para evaluar a los medios de protección contra incendio en las edificaciones.

El procedimiento desarrollado por Gretener tiene como objetivo la determinación de un factor global de seguridad a través de cálculos matemáticos, donde algunos factores reciben una determinada puntuación. Las variantes de este proceso son las más diversas, y muchas de ellas no dependen de las características constructivas de las edificaciones, lo que puede representar a alguna reducción de costos de implantación, y procedimientos no invasivos desde el punto de vista estructural. Son ejemplos de esas variantes: entrenamiento de brigadas de incendio, calidad del cuerpo de bomberos local, distancia de la edificación al cuartel (de bomberos) más cercano, la existencia de vigilancia constante en la edificación, entre otros. Caso este factor global sea igual o superior a 1.00, la edificación puede ser considerada segura.

Siguiendo lo que dicta la Norma Brasileña 14432:00 – exigencias de resistencia al fuego de elementos constructivos de edificaciones – que permite la aplicación del Método de Gretener adecuado a la realidad brasileña, Silva y Coelho Filho (2007) han propuesto algunas adaptaciones al método original. Se ha utilizado una forma analítica de cálculo, al revés de valores tabulares,

con la intención de eliminar algunas discontinuidades existentes en la obtención de determinados valores.

Este método ha sido aplicado, aunque parcialmente, en los cuerpos de bomberos de los estados de São Paulo y Minas Gerais, además de poseer estudios comparativos para justificar su implantación en el estado de Santa Catarina (SOUZA; BACK, 2011). En el estado de Paraná la reglamentación que permite el uso de la evaluación propuesta por Gretener fue decretada en julio de 2000, siendo alterada en marzo del año siguiente. De los 24 ítems verificados por el código de seguridad del cuerpo de bomberos paranaense, 10 están basados en el método en cuestión (CARNEIRO; XAVIER, 2011).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Para subsidiar los estudios del método y las alternativas de evaluación de riesgos de incendio, se han escogido dos edificaciones en la ciudad de Recife como estudio de caso. Una de ellas tiene su construcción fechada en el siglo XVIII, con ocupación definida como templo religioso, y posee restricciones para modificaciones estructurales, dado que ha sido tumbada por el Instituto del Patrimonio Histórico y Artístico Nacional (IPHAN), la Iglesia de la Madre de Dios. Por otro lado, el edificio San Antonio, un edificio con ocupación comercial, que no presenta restricciones por haber sido tumbado, y construido también antes de la implantación del Decreto-Ley 19.644 del 13 de marzo de 1997, que ha instituido el Código de Seguridad Contra Incendio y Pánico para el estado de Pernambuco.

Se han colectado datos de las edificaciones para la utilización del método, y también con la intención de encuadrarlas en la legislación vigente (área construida, altura, cantidad de pisos, entre otros). Además, se han inspeccionado las condiciones de seguridad contra incendio en lo que se refiere a la presencia de equipos preventivos, así como se han hecho algunos cuestionamientos a los responsables por los edificios con la finalidad de verificar el nivel de entrenamiento de sus ocupantes en lo que se refiere a su preparación en caso de incendio.

En la medida en que se han verificado las inconformidades con la legislación vigente y la imposibilidad de corregirlas, ya sea por haber sido construida o por haber sido tumbada, el método alternativo (Gretener) ha sido aplicado y, constatado también el fracaso en la obtención del índice mínimo de satisfacción, algunas modificaciones (sin intervenciones estructurales) han sido propuestas como adecuación, con la intención de puntuar y, consecuentemente, lograr el índice mínimo de seguridad.

4. APLICACIÓN Y RESULTADOS

La Iglesia de la Madre de Dios está clasificada, en el estado de Pernambuco, por la ocupación de Templos Religiosos. Como tal, y de acuerdo con el COSCIP-PE, basándose en su área construida, altura y cantidad de pisos, presenta el diagnóstico explícito de la Tabla 4. Se percibe que la iglesia no se encuadra en los requisitos mínimos exigidos por la legislación vigente en el estado de Pernambuco. Las exigencias a ser cumplidas para la fiel observancia de las especificaciones demandarían grandes intervenciones estructurales (como el cambio del tipo de escalera y la instalación de reservatorio para el sistema de hidrantes). Con la intención de disminuir o eliminar la necesidad de esos cambios, sin que las reglas del tumbamiento sean heridas, y aun así traer beneficios para las edificaciones del alrededor (como la provisión de hidrantes públicos en los alrededores, por ejemplo), se ha analizado la edificación a través del método de evaluación de riesgo de incendio de Gretener.

Tabla 4. Diagnóstico de sistemas preventivos para la Iglesia de la Madre de Dios según el COSCIP-PE.

Ocupación	Templos religiosos (Tipo “P”)
Clase de Riesgo	A
Altura de la edificación (en metros)	21.83
Area construída (en m²)	1,041.83
Número de pisos	3
Sistemas existentes	Extintores de incendio de polvo químico seco y escalera comun
Sistemas exigidos	Extintores de incendio de polvo químico seco, agua y dióxido de carbono, sistema de iluminación de emergencia, señalización de emergencia, sistema de hidrantes, sistema de protección contra descargas atmosféricas, y escaleras protegidas y enclaustradas

Las figuras 1, 2 y 3 ilustran algunos de los factores que interfieren en la obtención del factor global de seguridad según Gretener.



Fuente: Google Earth (2015) y CBMPE (2015).

Figura 1. Hidrante público más cerca de la Iglesia de la Madre de Dios



Figura 2. Aberturas para ventilación y exhaustivación de humo de la Iglesia de la Madre de Dios.



Figura 3. Ausencia de compartimentación vertical en el interior de la Iglesia de la Madre de Dios. A – Balcón y ventanas en el interior de la iglesia; B – Escalera del tipo común; C – Balcón dentro de la propia edificación.

Después de la colecta de datos y de ponderar a los valores de los factores evaluados por el método, se han obtenido los siguientes resultados presentados en la Tabla 5:

Tabla 5. Diagnóstico para la Iglesia de la Madre de Dios, según el Método de Gretener.

Variantes	Medida de protección	Items evaluados	Valor calculado
N	Medidas normales de protección	Extintores, hidrantes, aducción de agua, entrenamiento de la brigada de incendio.	0.218
S	Medidas especiales de protección	Modos de detección, transmisión de alarma, calidad del cuerpo de bomberos y exhaustión de humo.	1.2
E	Medidas constructivas de protección	Tiempo de resistencia al fuego de las estructuras de fachada, planta de hormigón y divisiones.	1.79
R	Riesgo de incendio	Carga de incendio, combustibilidad, humeamiento y toxicidad.	1.44
M	Movilidad	Área y altura del compartimiento y servicio de ocupación de la edificación	1.216
I	Riesgo de activación de incendios	Tipo de uso del edificio	0,85
Factor global de seguridad			0.41

Una vez que la satisfacción de seguridad, de acuerdo con el método, se logra cuando el factor global es igual o superior a 1.00, se verifica también que la Iglesia de la Madre de Dios no presenta los índices favorables sugeridos por Gretener. Para lograrlos, se proponen algunas sugerencias:

- ✓ Redimensionamiento y recarga de los extintores de incendio y su correcto dimensionamiento;
- ✓ Entrenamiento de los funcionarios para situaciones de incendio;
- ✓ Vigilancia nocturna con acceso al teléfono;
- ✓ Instalación de sistema de detección Wi-Fi (sin intervención estructural);
- ✓ Instalación de extinción a gas;
- ✓ Redimensionamiento de la red de hidrantes públicos (beneficios a otras edificaciones).

En caso de que sean aplicadas las soluciones de arriba (que no exigirían modificaciones estructurales a edificaciones tumbadas por el IPHAN), el factor global de seguridad alcanzará el valor de 0.97, que estrictamente no satisface el mínimo exigido, aunque es muy cercano. Sin embargo, la instalación de hidrantes prediales, sin reservorios, y presurizados por vehículos de combate a incendio, conllevaría pequeñas alteraciones estructurales, con instalaciones de plomería aérea, elevaría el índice a 2.11, ultrapasando el mínimo satisfactorio.

En cambio, el edificio San Antonio está clasificado en el COSCIP-PE por la ocupación comercial. Aplicándose los mismos criterios de encuadramiento de la edificación anterior, se tiene la diagnóstico de acuerdo con el método del COSCIP-PE en la Tabla 6:

Tabla 6. Diagnóstico de sistemas preventivos para el Edificio San Antonio, según el COSCIP-PE.

Ocupación	Comercial (Tipo “E”)
Clase de Riesgo	B
Altura de la edificación (en metros)	Aprox. 16 metros
Area construida (en m²)	5,056.58
Número de pisos	5
Sistemas existentes	Extintores de incendio de polvo químico seco, hidrantes (sin condiciones) y escalera común

Sistemas exigidos	Extintores de incendio de polvo químico seco, agua y dióxido de carbono, sistema de iluminación de emergencia, sistemas de hidrantes (mantenido), escaleras enclaustradas, sistema de detección y alarma de incendio y duchas automáticas.
--------------------------	--

Es obvio que el edificio comercial no se encuadra en lo que exige el COSCIP-PE. Las exigencias para la adecuación también conllevarían grandes cambios estructurales. Sucede que esta edificación no posee impedimentos de parte de los órganos de protección del patrimonio histórico, siendo entonces los entresabes para la adecuación solamente cuestiones económicas para el propietario. Tan solo una de ellas, la transformación de la escalera abierta existente en escalera enclaustrada se hace imposible a causa de la arquitectura de la edificación.

Después de la recolección de datos y de ponderar los valores de los factores evaluados por el método, se ha llegado a los siguientes resultados, Tabla 7:

Tabla 7. Diagnóstico para el Edificio San Antonio, según el Método de Gretener.

Variantes	Medida de protección	Ítems evaluados	Valor calculado
N	Medidas normales de protección	Extintores, hidrantes, aducción de agua, entrenamiento de la brigada de incendio.	0.363
S	Medidas especiales de protección	Modos de detección, transmisión de alarma, calidad del cuerpo de bomberos y exhaustivación de humo.	1.785
E	Medidas constructivas de protección	Tiempo de resistencia al fuego de las estructuras de fachada, planta de hormigón y divisiones.	1.576
R	Riesgo de incendio	Carga de incendio, combustibilidad, humeamiento y toxicidad.	1.49
M	Movilidad	Area y altura del compartimiento y servicio de ocupación de la edificación	0.933
I	Riesgo de activación de incendios	Tipo de uso del edificio	1,00
Factor global de seguridad			0.95

Como en el caso anterior, el índice mínimo no ha sido satisfecho, a pesar de haber quedado muy cerca, lo que ya podría ser aceptable. Sin embargo, como la edificación tampoco se encuadra con el legislativo estatal vigente, se sugieren algunas correcciones:

- ✓ Instalación de detectores intercomunicados, según modelo establecido por el COSCIP-PE;
- ✓ Instalación de duchas automáticas.

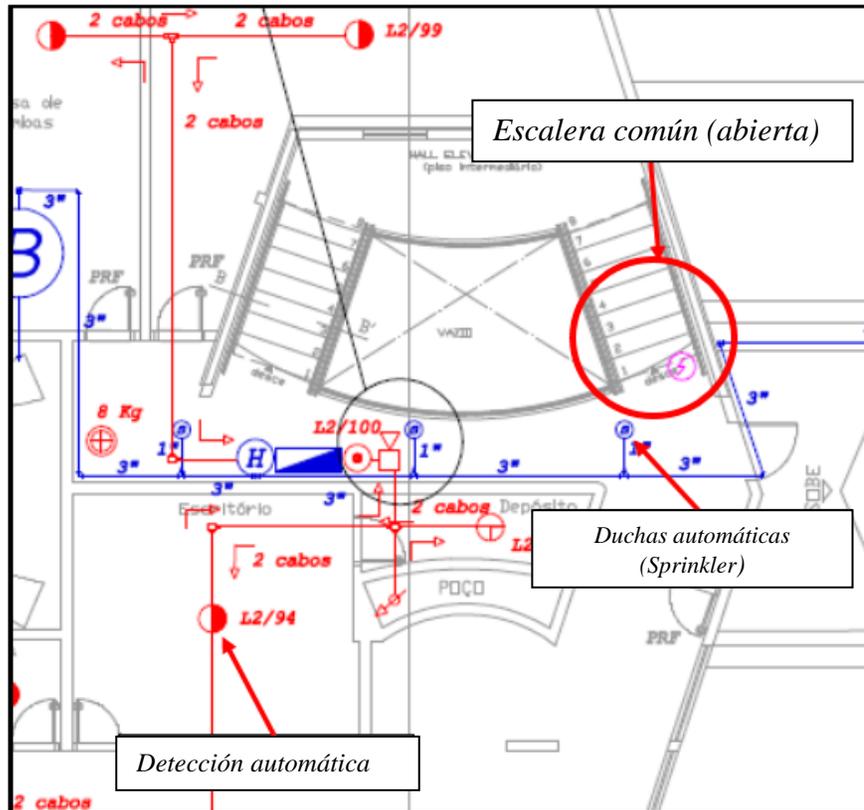


Figura 4. Previsión de detección automática y duchas automáticas en los pisos del Edificio San Antonio.

Con la instalación del modo de detección automática, el factor global de seguridad aumentaría de 0.95 hasta 1.38. Combinado con la instalación de duchas automáticas, pasaría a 2.77. La instalación solamente de las duchas, sin la previsión del sistema de detección aumentaría el factor hasta 2.00.

5. DISCUSIÓN EN LOS RESULTADOS

La elección del método de Gretener se debe al hecho de que, además de alcanzar factores que son base para la formulación de otros métodos, posee variantes palpables y más fáciles de ser ajustadas delante de la conjuntura del planeamiento urbano de Recife y de la estructura del Cuerpo de Bomberos local. Se suma a eso la practicidad de su aplicación, haya visto el simple procesamiento de informaciones (presencia o no de un determinado sistema o actividad en la edificación; distancia hasta cuarteles e hidrantes públicos) traducidas por números en una planilla. El método de Gretener no sólo cuantifica los riesgos de incendio y cargas térmicas (como el método intrínseco y/o método FINE, descritos en este artículo), datos contabilizados en cualquier incendio (evolución y velocidad de Edwin E. Smith, pero añade a esas ideas las características locales (tiempo-respuesta en función del tránsito de cada ciudad; distribución de la red de hidrantes públicos, calidad del Cuerpo de Bomberos de las ciudades, preventivos exigidos o no por la legislación de cada estado), volviéndolo más adaptado a la realidad encontrada.

6. CONCLUSIÓN

Delante de los problemas que suceden con el no cumplimiento de los requisitos mínimos de seguridad de parte de edificaciones (impedimento para la emisión de AVCB y falta de seguridad para las edificaciones), surge la necesidad de que sean vislumbrados nuevos métodos de obtención

de los índices mínimos aceptables como alternativa para el funcionamiento de esas edificaciones, obedeciendo aun así a índices aceptables de seguridad.

Las legislaciones estatales brasileñas poseen, con algunas excepciones, parámetros distintos de evaluación, lo que permite constatar que no existe solamente una forma de asegurar que un edificio es seguro o no contra ocurrencias de incendio. En Brasil y en países de Europa algunos métodos son utilizados, destacándose el elaborado por el ingeniero suizo Max Gretener.

Una vez escogidos dos casos en Pernambuco, se ha comprobado que la aplicación de ese método puede establecer la seguridad en las edificaciones sin que grandes intervenciones estructurales sean necesarias, modificando o ajustándose a factores que, de hecho, son importantes en caso de incendio.

Cuando las operaciones se aplican mediante el método sugerido en estudio, es evidente que se obtiene la tasa mínima de seguridad contra incendios en los dos casos prácticos ejemplificados. Para la Igreja da Madre de Deus, las intervenciones propuestas no dieron lugar a ninguna modificación estructural que, además de interesante desde el punto de vista económico para los administradores del edificio, termina siendo viable desde el punto de vista de la conservación del patrimonio histórico y el cumplimiento legal correspondiente a los edificios caídos. En cuanto a la construcción comercial, la instalación de equipos de detección de alarma contra incendios ya sería suficiente para obtener el índice de seguridad Gretener. En este caso, hay que destacar que la simple aplicación del método (con la estructura que ya existe) muestra que el edificio alcanza el índice, elevando el debate sobre la eficacia de las medidas de seguridad implementadas por las leyes y la viabilidad de utilizar evaluaciones alternativas ya practicadas.

Es importante tener en cuenta que el estudio desarrollado trata de una propuesta de solicitud de viabilidad de los métodos que no han sido adoptadas por el Cuerpo de Bomberos del Estado de Pernambuco. Una vez certificada la eficacia y la viabilidad de su aplicación, la Corporación puede tener conocimientos prácticos y teóricos con el fin de proponer cambios en la legislación de seguridad y fuego de pánico actual.

Esos ajustes son importantes, haya visto que el potencial de uso de edificios que no se encuadran en las legislaciones prescriptivas vigentes no se puede descartar, bajo pena de perjuicios a la economía de las ciudades, y el no aprovechamiento de los inmuebles para finalidades que traigan desarrollo para la sociedad.

7. REFERENCIAS

BRASIL. *Constituição Federal de 1988*. Promulgada em 5 de outubro de 1988. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/ConstituicaoCompilado.htm>. Acessado em: 13 set. 2015.

Bukowski, R. W. (2006), *An Overview of Fire Hazard and Fire Risk Assessment in Regulation*. ASHRAE Transactions: Symposia, v.112, n.1, p.387-393.

Carneiro, L. G., Xavier, A. A. P. (2011), *Adaptação do método de Gretener a legislação de prevenção contra incêndios – proposta para o código do estado do Paraná*. Revista de Engenharia e Tecnologia, v. 3, n. 3, p. 11-23, Paraná.

Corrêa, C., Rêgo Silva, J. J., Pires, T. A., Braga, G. C. (2015), *Mapeamento de Incêndios em Edificações: Um estudo de caso na cidade do Recife*. Revista de Engenharia Civil IMED, vol. 2, nº. 3, p. 15-34.

Hanea, D., Ale, B. (2009) *Risk of human fatality in building fires: A decision tool using Bayesian networks*. Fire Safety Journal, v. 44, n. 5, p. 704-710.

Kobes, M., Helsloot, I., De Vries, B.; Post, J. G. (2010), *Building safety and human behaviour in fire: A literature review*. Fire Safety Journal, v. 45, n. 1, p. 1-11.

Ono, R. (2007), *Parâmetros para garantia da qualidade do projeto de segurança contra incêndio em edifícios altos*. Revista Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 7, n. 1, p. 97-113, jan./mar. 2007

- PERNAMBUCO. Decreto-Lei nº 19.644. *Regulamenta o Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico* (COSCIPE), de 13 de março de 1997.
- Previdelli, A. (2017), *Os maiores incêndios do Brasil antes de Santa Maria*. Exame.com. São Paulo, jan, 2013. Disponível em: <http://exame.abril.com.br/brasil/os-maiores-incendios-no-brasil/>. Acesso em: 02 abr. 2017.
- Seito, A.I. et al. (Ed., 2008). *A segurança contra incêndio no Brasil*. São Paulo: Projeto Editora.
- Silva, A. C. P. (2006), *Gerenciamento de riscos de incêndios em espaços urbanos históricos: uma avaliação com enfoque na percepção do usuário*. 207 pg. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Pernambuco. Recife.
- Silva, V. P., Coelho Filho, H. S. (2007), *Índice de segurança contra incêndio para edificações*. Revista Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 7, n. 4, p. 103-121, out. /dez. 2007.
- Silva, V. P. (2015), *Segurança das estruturas em situação de incêndio- Uma visão da América Latina*. Revista Flammae - seção 3- atas de eventos técnicos científicas-volume nº 01- edição de JAN a JUN 2015.
- Souza, S. P. M., Back, N. (2012), *Risco de incêndio – Estudo comparativo entre o método de Max Gretener e a NSCI/94 – CBM/SC*. Universidade do Extremo Sul Catarinense. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil), Santa Catarina.
- Tavares, R. M., Procoro, A. C., Dayse, S. (2002), *Códigos prescritivos x códigos baseados no desempenho: qual é a melhor opção para o contexto do Brasil? XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção: ENEGEP/ABEPRO*.
- Watts, J., Hall, J. R. (2002) *Introduction to Fire Risk Analysis*. SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 3Th Ed., sec.5, cap.1, Quincy: NFPA, 5/1-7p.
- Valentín, L. R. L. (2009), *La Evaluación del Riesgo de Incendios*. Espanha. Disponível em: <http://www.monografias.com/trabajos71/evaluacion-riesgo-incendios/evaluacion-riesgo-incendios.shtml>>. Acessado em: 13 set. 2015.
- Venezia, A. P. P. G. (2011), *Avaliação de risco de incêndio para edificações hospitalares de grande porte - uma proposta de método qualitativo para análise de projeto*. Tese (Doutorado em Arquitetura). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Zago, C. Da S., Moreno Junior, A. L., Marin, M. C. (2015), *Considerações sobre o desempenho de estruturas de concreto pré-moldado em situações de incêndio*. Revista Ambiente Construído. v.15, n.1, p.49-61.