

# Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho na Construção Civil: Novas Abordagens Teóricas e Boas Práticas em Países Iberoamericanos

**Carlos Torres Formoso**  
(organizador)

Coordenação



Realização



Financiamento





**Carlos Torres Formoso**  
(org.)

**Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho na  
Construção Civil: Novas Abordagens Teóricas e  
Boas Práticas em Países Iberoamericanos**

Porto Alegre  
UFRGS  
2020

Dados internacionais de catalogação na publicação  
Rosa Helena Cunha Vidal CRB 10/1906

G393      Gestão da segurança e saúde no trabalho na Construção Civil  
              : novas abordagens teóricas e boas práticas em países  
              iberoamericanos / Carlos Torres Formoso (organizador). –  
              Porto Alegre : Editora da UFRGS, 2020.  
              429 p. : il. color. ; PDF.

ISBN 978-65-86232-51-6

1. Construção Civil. 2. Gestão da segurança. 3. Segurança  
e saúde no trabalho. 4. Engenharia de resiliência. 5. Melhores  
práticas. I. Formoso, Carlos Torres. II. Título. III. Título: novas  
abordagens teóricas e boas práticas em países  
iberoamericanos.

CDD 624

### **Coordenadores do Projeto GESST-IC:**

Prof. Carlos Torres Formoso, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Brasil, Coordenador Geral do Projeto

Prof. Luis Fernando Alarcón, Pontificia Universidad Católica (PUC), Chile

Prof. Salvador García Rodríguez, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), México

Prof. Maria Dolores Martínez Aires, Universidad de Granada, Espanha

Prof. Eugenio Pellicer, Universidad Politécnica de Valencia (UPV), Espanha

Prof. Sheyla Mara Baptista Serra, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Brasil

Prof. Hernando Vargas Caicedo, Universidad de los Andes (UniAndes), Colômbia

Prof. Patrícia Flores Peluffo, Universidad de La República (UdelaR), Uruguai

Prof. José Cardoso Teixeira, Universidade do Minho, Portugal

Prof. Luis Alves Dias, Universidade Técnica de Lisboa (UTL), Portugal

### **Equipe editorial:**

Prof. Carlos Torres Formoso, Editor

Dra. Guillermina Andrea Peñaloza, Apoio Editorial

Rosana Dal Molin, Apoio Administrativo

Zênite-com, Design Gráfico

### **Agências de Fomento:**

Programa Ibero-americano de Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento (CYTED)

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Brasil



## ÍNDICE

### Capítulo 1

APRESENTAÇÃO	13
--------------	----

### Capítulo 2

MARCO DE REFERENCIA EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO: LEGISLACIÓN, TENDENCIAS, COMPARACIÓN DE METODOLOGÍAS	17
---	----

### Capítulo 3

3.1. PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO DAS PRÁTICAS DE GESTÃO DA SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO	76
--	----

3.2. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE ESTRATEGIAS DE IMPLEMENTACIÓN DE MEJORES PRÁCTICAS	109
---	-----

3.3. EVALUACIÓN DE LA UTILIZACIÓN DE PROTECCIONES COLECTIVAS EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN: CONTRIBUCIONES DEL ÁREA DE GESTIÓN DE REQUISITOS	126
---	-----

### Capítulo 4

4.1. COMPROMISO DE LA ALTA GERENCIA	141
-------------------------------------	-----

4.2. CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE MEDICIÓN DE DESEMPEÑO DE SEGURIDAD: PRINCIPIOS DE LA INGENIERÍA DE LA RESILIENCIA	161
--	-----

4.3. CARACTERÍSTICAS DOS INCIDENTES EM CANTEIROS DE OBRAS: ANÁLISE DOS BANCOS DE DADOS DE TRÊS CONSTRUTORAS	177
---	-----

4.4. LOS COSTES RELACIONADOS CON LA SEGURIDAD Y SALUD EN LAS EMPRESAS DE CONSTRUCCION ESPAÑOLA	188
---	-----

4.5. AUDITORIAS DE SEGURANÇA E SAÚDE DO TRABALHO EM OBRAS DE CONSTRUÇÃO	203
--	-----

4.6. PRÁTICAS DE PARTICIPAÇÃO DOS TRABALHADORES NA GESTÃO DA SEGURANÇA E SAÚDE DA CONSTRUÇÃO CIVIL	222
---	-----

4.7. GESTIÓN DE LA SUBCONTRATACIÓN EN UNA EMPRESA CONSTRUCTORA	237
---	-----

4.8. PLAN ESTRATÉGICO DE SEGURIDAD EN CONSTRUCCIÓN: ESTUDIO DE CASO	256
--	-----



4.9. PLANEJAMENTO INTEGRADO ENTRE SEGURANÇA E PRODUÇÃO	271
4.10. SISTEMA ULTIMO PLANIFICADOR	286
4.11. DIRETRIZES PARA IMPLANTAÇÃO DO PROJETO DO CANTEIRO DE OBRAS	297
4.12. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN	320
4.13 PLANO DE SEGURANÇA E SAÚDE EM FASE DE PROJETO	343
4.14. PRACTICAS INTEGRADAS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL EN CONSTRUCTORAS COLOMBIANAS	369
4.15. PROCESOS Y PRACTICAS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL EN UNA EMPRESA CONSTRUCTORA COLOMBIANA	382

## Capítulo 5

5.1. DROGAS Y ALCOHOL	397
5.2. CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO	401
5.3. A INDUSTRIALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO E A SEGURANÇA NO TRABALHO	404
5.4. ÁREA DE OPORTUNIDAD: CULTURA DE LA SEGURIDAD SALUD EN LA CONSTRUCCIÓN	410
5.5. TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN	414
5.6. RESILIÊNCIA PARA LIDAR COM A COMPLEXIDADE: UMA ALTERNATIVA PARA A GESTÃO DA SEGURANÇA NA CONSTRUÇÃO CIVIL	419
5.7. GESTÃO VISUAL	423
5.8. EL TRABAJO CON NANOMATERIALES: UN RIESGO EMERGENTE	430
5.9. PAPEL DE LOS CONTRATANTES	434



## 4.2. CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE MEDICIÓN DE DESEMPEÑO DE SEGURIDAD: PRINCIPIOS DE LA INGENIERÍA DE LA RESILIENCIA

*Tarcisio Abreu Saurin<sup>1</sup>; Carlos Torres Formoso<sup>2</sup>; Camila Campos Famá<sup>3</sup>; Guillermina Andrea Peñaloza<sup>4</sup>  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil <sup>1,2,4</sup>  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Brasil <sup>3</sup>*

### RESUMO

Si bien el uso de sistemas de evaluación de desempeño en seguridad y salud en el trabajo (SEDSST) es una práctica importante, la literatura no ofrece recomendaciones claras sobre cómo pueden ser determinados. Este estudio propone seis criterios para la valoración del SEDSST, basándose en el paradigma de la ingeniería de resiliencia. El uso de dichos criterios es ilustrado mediante dos estudios de caso, en el que el SEDSST de dos empresas constructoras fue evaluado en base a entrevistas, observaciones y análisis de documentos. Se identificaron algunas oportunidades de mejora en los SEDSST de cada empresa, proporcionando evidencia de los conocimientos teóricos y prácticos que podrían ser obtenidos del conjunto de criterios. Estas ideas serían improbables si se obtuviesen a partir de criterios generales para la valoración de los sistemas de medición del desempeño.

### INTRODUCCIÓN

La evaluación del desempeño es un elemento fundamental de los sistemas de gestión empresarial puesto que proporciona informaciones necesarias para el control de procesos, permite determinar metas desafiantes y factibles mejorando la comunicación entre los diferentes niveles de gestión (HALL et al., 1991; NEELY et al., 1997). También auxilia en la orientación de los recursos a aspectos específicos de la empresa (KAPLAN y NORTON, 1992) aumentando la transparencia y tornando visibles aquellos atributos que son imperceptibles dentro del proceso (KOSKELA, 2000). A su vez, la evaluación del desempeño está íntimamente relacionada con cuatro habilidades de los sistemas resilientes, sugeridas por Hollangel (2009): responder, controlar, anticipar y enseñar. En el caso de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST), estas habilidades pueden traer los siguientes beneficios: (a) identificar si la organización está funcionando próximo a los límites establecidos; (b) anticipar y detectar eventualidades con impacto en la SST; (c) identificar y controlar factores que provoquen accidentes (REASON, 1997). Otros de los beneficios, válidos para cualquier dimensión del desempeño, son la determinación de un referencial para la mejora continua y la retroalimentación de las actividades de planificación (SINK; TUTTLE, 1993).

En este sentido, existe un sustancial conocimiento sobre los sistemas de evaluación de desempeño en SST (SEDSST) y sobre los sistemas de evaluación de desempeño en general, ofreciendo recomendaciones de proyecto, operación y validación de los mismos (HOPKINS, 2009; HEALTH, 2006; NEELY et al., 1997; LYNCH; CROSS, 1995). Sin embargo, a pesar de su importancia, la evaluación del desempeño es poco



explorado por las diferentes industrias las cuales se basan en métricas retrospectivas o atrasadas, tales como, índices de frecuencia y costos de accidentes (SGOROU et al., 2010). En general, estos métodos tradicionales no facilitan el rastreo de los costos operacionales (MASKELL, 1991) y muchas veces no se encuentran alineados con los objetivos estratégicos de la empresa (BOURNE et al., 2000).

Si bien, algunas empresas adoptan medidas proactivas como el registro de cursos de capacitación, número de inspecciones (HSE, 2006) o medidas específicas como cuasi-accidentes (CAMBRAIA et al., 2010), la verdad es que el SEDSST no ha sido identificado como una de las mejores prácticas que distingue a las empresas en términos de excelencia en seguridad (ROBSON et al., 2007; HINZE, 2002). La complejidad que implica un proyecto de SEDSST y las deficiencias de implantación, contribuyen para explicar porqué aún no resulta una práctica con fuerte impacto en las industrias. De esta manera las críticas realizadas a los sistemas de evaluación de desempeño se refieren a la inconsistencia entre métricas y estrategias empresariales (NEELY et al., 1997) y al hecho de que sean usados bajo una visión reduccionista, limitándose a la recopilación de medidas cuantitativas y omitiendo el análisis de datos (COSTA et al., 2006). Sin embargo, no resulta fácil analizar esta alineación entre métricas y estrategias cuando la atención es centrada en la seguridad. En este sentido, si analizamos sobre la perspectiva de los SEDSST, las prioridades y valores deben ser definidos en base a un paradigma de SST, implícita o explícitamente adoptado.

Un paradigma de SST comprende una visión dominante de la organización sobre como los accidentes ocurren, porque ocurren y cómo pueden ser evitados (HOLLNAGEL, 2009a). De este modo un paradigma de SST contribuye para que el SEDSST no se limite a medir el desempeño únicamente (¿estamos mejorando o empeorando?), colaborando al mismo tiempo para una mejora continua (¿cómo mejorar?, ¿porque estamos bien o mal?). En este estudio se discute cómo un nuevo paradigma de gestión de SST, denominado Ingeniería de Resiliencia (IR), puede colaborar para mejorar los SEDSST. La IR enfatiza la comprensión de cómo las personas y organizaciones aprenden y se adaptan, creando seguridad en ambientes peligrosos, *trade-offs* y múltiples objetivos (HOLLNAGEL et al., 2006). A pesar de que varios estudios sobre IR focalizan en sistemas socio-técnicos complejos, como plantas de aviación e ingeniería, estudios anteriores muestran los beneficios de la aplicación de IR en la industria de la construcción (SAURIN et al., 2008). Los principios y métodos de la IR son particularmente adecuados para este tipo de ambiente donde la variabilidad del desempeño humano es frecuente y necesaria para un desempeño exitoso (HOLLNAGEL, 2012).

El objetivo de este capítulo propone un conjunto de criterios para la evaluación de los SED, bajo la perspectiva de la IR, destinados a complementar los criterios genéricos que cualquier SED debe atender (NEELY et al., 1997). Este conjunto de criterios fue aplicado en dos estudios de caso realizados en empresas constructoras de la ciudad de Porto Alegre, Brasil.

## **PRINCIPIOS PARA EL PROYECTO DE SEDSST BAJO LA PERSPECTIVA DE LA IR**

Este estudio adopta la suposición de que el proyecto de un sistema resiliente debe basarse en cuatro habilidades básicas recomendadas por Hollnagel (2011). Sin embargo, dichas habilidades resultan genéricas para cualquier aspecto en la gestión de la seguridad, por ello deben traducirse en criterios más específicos para que puedan apoyar la iniciativa de la IR con el propósito de evaluar el SEDSST. A continuación, se

presentan los principios para el proyecto de SEDSST, fundamentados en referencias anteriores a la primera publicación (HOLLNAGEL et al., 2006), la cual acuñó la expresión IR y extendió sus principios en mayor escala.

- es imposible controlar todos los riesgos por medio de un SEDSST: este principio resulta de la imposibilidad de anticipar todos los riesgos en sistemas complejos (RASMUSSEN, 1997). Puede ser considerado un meta-principio, puesto que su conclusión es que ninguno de los otros principios puede ser perfectamente implantado. Además, este principio implica en la dificultad de explicar todos los riesgos que no están siendo monitoreados, una vez que no es posible conocer todos ellos. Así, el conocimiento acerca del estado del sistema es siempre incompleto y fragmentado entre los diversos intervinientes en su gestión y operación (CILLIERS, 2005);
- el SEDSST debe supervisar las estrategias de la organización para adaptarse a la variabilidad: este principio se deduce del anterior, en la medida en que el control de estrategias para adaptarse a la variabilidad es un medio de monitorear los recursos para hacer frente a riesgos imprevistos. La implementación de este principio requiere que la organización identifique estrategias de adaptación a la variabilidad, lo que, en sí, es una tarea difícil. El SEDSST incluso debe ser capaz de discernir la variabilidad positiva de la variabilidad negativa, para que la primera se ha reforzada, y la segunda, minimizado (HOLLNAGEL, 2009b.);
- el SEDSST debe ser resiliente: el SEDSST debe ser capaz de adaptarse a fin de capturar informaciones relevantes frente a los cambios de un sistema complejo. La implementación de este principio requiere que el SEDSST sea alimentado por fuentes de información continuas, ricas y diversificadas (PAGE, 2007), manteniendo afinidad con la variedad de riesgos (CLEGG, 2000). También debe tenerse en cuenta que la seguridad es un constructo social, lo que significa que no es algo que existe independientemente de los individuos ni puede ser evaluado de una manera puramente objetiva (ROCHLIN, 1999). Como resultado, es importante que un SEDSST adquiera mecanismos para capturar percepciones de individuos y grupos sobre SST, que pueden revelar diferentes facetas sobre riesgos y modelos mentales, tal vez conflictivos;
- el SEDSST debe controlar los riesgos en todo sistema socio-técnico: de acuerdo con Hendrick y Kleiner (2001), un sistema socio-técnico está compuesto por cuatro subsistemas (técnico, social, organización del trabajo y ambiente externo), los cuales interactúan entre si y no tienen límites estrictamente definidos. Así, algunos criterios pueden ser usados para definir lo que constituye un sistema socio-técnico de interés para el SEDSST. Por ejemplo, esta definición puede fundamentarse en los criterios propuestos por Hollnagel e Woods (2005) al delimitar lo que debe ser incluido en el análisis de un sistema cognitivo correlacionado (*joint cognitive system*) (Cuadro 1);

	<b>Interfiere en el desempeño de SST</b>	<b>No interfiere en el desempeño de SST</b>
<b>Puede ser controlado por la organización</b>	Debe ser controlado por el SEDSST	Puede ser controlado por el SST
<b>No puede ser controlado por la organización</b>	Puede ser controlado por el SEDSST, a pesar de ser ambiente externo	No debe ser controlado

**Cuadro 4-2-1.** Criterios para identificar el origen de logros y peligros que deben ser controlados por el SEDSST (adaptado de HOLLNAGEL; WOODS, 2005).

- el SEDSST debe, en la medida de lo posible, lidiar con el control en tiempo real: la dinámica de un sistema complejo hace que las informaciones disponibles por el SEDSST estén siempre desfasadas en relación a su estado real. Por lo tanto, cuando se analizan los datos, el sistema ya no es como era en el momento en que los datos fueron reunidos (CILLIERS, 2005; PERROW, 1984). Este principio también implica que, como situación idealizada, exista un flujo continuo de informaciones de SST, en todos los niveles jerárquicos ayudando a reducir el tiempo que transcurre entre los eventos y el análisis de los mismos (WEICK; SUTCLIFFE, 2001);
- la gestión de la SST es inseparable de la gestión de otras dimensiones de la organización: como resultado, el SEDSST debe impregnar todas las áreas y actividades, no sólo aquellas que normalmente se asocian con la SST (DEKKER, 2011). Basándose en este principio, también se puede suponer que los otros sistemas de evaluación del desempeño (por ejemplo, calidad y medio ambiente) pueden, indirectamente, proporcionar informaciones importantes para los SEDSST;
- el SEDSST también debe ser controlado: la IR asume que las presiones de la organización sobre la SST, en mayor o menor medida, son inevitables. En consecuencia, existe la tendencia de que la organización pueda migrar gradualmente al borde de perder el control, con prácticas inseguras siendo incorporadas a la rutina y aceptadas como normales (RASMUSSEN, 1997). De esta manera, hay una necesidad de desarrollar medios para detectar si el propio SEDSST está empeorando, tales como auditorías e indicadores para evaluar su eficiencia y eficacia externa;
- cuanto más complejo resulta el sistema a ser evaluado, más complicado tiende a ser el SEDSST: la evaluación de la SST en sistemas complejos no puede ser sencilla (por ejemplo, centrándose en algunos indicadores y asuntos), de lo contrario no permite captar las facetas que componen la situación (WEICK; SUTCLIFFE, 2001; CILLIERS, 1998). A diferencia de un sistema complejo (como un proyecto de construcción de grande porte), un sistema complicado (como un SEDSST) puede ser completamente descrito, comprendido y controlado, manteniendo la estabilidad a través del cumplimiento de un conjunto de reglas. La principal característica en común de ambos sistemas, consiste en un gran número de componentes que interactúan entre sí (DEKKER, 2011). Por lo tanto, una evidencia de lo complicado que resulta un SEDSST, es el número de indicadores que lo componen. En concreto, un sistema complejo requiere un SEDSST que tenga indicadores proactivos y que ayuden a predecir el rendimiento futuro. Esta necesidad es menor en un sistema estable y lineal, en el cual el rendimiento futuro es, naturalmente, más predecible (PERROW, 1984).

## MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Dos empresas constructoras (A y B) de la ciudad de Porto Alegre, Brasil, fueron seleccionadas para los estudios de caso. Las principales actividades de la empresa A han sido el desarrollo y construcción de proyectos de edificios para clientes o residentes de clase media y media alta, contando con 1.200 empleados, además de un número variable de trabajadores subcontratados. La empresa B se centraba principalmente en la construcción de proyectos complejos y dinámicos como industrias y hospitales. Tenía en torno de 200 empleados además de trabajadores subcontratados. Los sistemas de gestión de seguridad de ambas empresas eran bastante similares, ya que contaban con una serie de prácticas, como, por ejemplo: un especialista en seguridad de tiempo completo en todas las obras de construcción, garantías estandarizadas, un programa para abordar el alcoholismo y reuniones semanales de planificación con la participación tanto del sector de producción como del personal de seguridad. La elección de estas empresas ocurrió en función de tres razones principales:

- ambas operaban en diferentes mercados, permitiendo poner a prueba los criterios en distintos escenarios. Por otro lado, mientras los clientes de la empresa A eran en su mayoría usuarios finales de los edificios de viviendas, poco preocupados con la seguridad en la construcción, algunos clientes de la empresa B eran muy exigentes en términos de seguridad, sobre todo en proyectos industriales;
- ambas poseían indicadores de seguridad que no se limitaban a los exigidos por la normativa y eran aplicados de una manera bastante estandarizada en la mayoría de sus obras. La hipótesis del equipo de investigación fue que, a pesar de las posibles deficiencias, la SEDSST de estas empresas eran mejores que el promedio de la industria;
- durante los últimos quince años, ambas compañías han participado de una serie de proyectos de investigación en colaboración con el equipo de estudio, lo que hizo más fácil el acceso a todos los datos necesarios.

Como los criterios para evaluar un SEDSST desde la perspectiva de la IR (ver sección 3) eran bastante abstractos, fue necesario fragmentarlos en sub-criterios para que puedan ser investigados directamente en los estudios de caso. Por lo tanto, se establecieron quince sub-criterios para orientar la recolección de datos y también fue definido un conjunto de fuentes de evidencias para la evaluación de cada sub-criterio (Tabla 2). Se utilizaron tres fuentes de evidencias: entrevistas semiestructuradas, análisis de documentos y observación participante en los sitios de construcción. Vale la pena señalar que las preguntas formuladas durante las entrevistas se relacionan directamente con cada sub-criterio. La recolección de datos se llevo a cabo de manera similar en ambas empresas. Dos sitios de cada empresa, considerados típicos por sus SEDSST, fueron elegidos para la recolección de datos. En cada emplazamiento, un miembro del equipo de estudio llevó a cabo cuatro visitas, con duración aproximada de dos horas, durante un periodo de dos meses. En la primera visita, basada en entrevistas con el personal de seguridad, el objetivo fue obtener una comprensión global del SEDSST, haciendo hincapié en la identificación tanto de los indicadores adoptados como de los procedimientos típicos de la recolección de datos, análisis y difusión.

En las tres visitas restantes, se aclararon las dudas que surgieron en la primera visita y la investigación se dirigió hacia temas específicos, como la manera

en que los investigadores realizaron las búsquedas sistemáticas de las fuentes de evidencias enumeradas en la Cuadro 2. Después de concluir la recolección de datos, los investigadores prepararon un informe sobre la evaluación del SEDSST, que posteriormente, se discutió en ambas empresas con el sector de producción y el personal de seguridad.

Criterios	Sub-criterios	Fuentes de evidencia
1.El SEDSST debe supervisar las estrategias de la organización para adaptarse a la variabilidad	<p>1.1 El SEDSST genera información basada en el análisis del desempeño cotidiano, en lugar de generar solamente la que surge del análisis de fallas y eventos adversos.</p> <p>1.2 Existe un seguimiento de las estrategias conocidas para adaptarse a la variabilidad, como la adecuación de los procedimientos y la toma de decisiones sobre cuestiones fundamentales de seguridad (por ejemplo, negarse a realizar empleos inseguros) por equipos operativos y personal de niveles intermedios.</p> <p>1.3 El SEDSST es capaz de discernir entre variabilidad positiva (por ejemplo, soluciones eficaces no prescritas por procedimientos) y negativa (por ejemplo, desvíos innecesarios de procedimientos útiles previamente acordados)</p>	<p>Manuales y formularios utilizados para la descripción y recolección de los indicadores.</p> <p>Informes con los resultados de los indicadores e informes de investigación de accidentes.</p> <p>Entrevistas semiestructuradas con los equipos operacionales, personal responsable del SEDSST y personal de niveles intermedios.</p>
2. El SEDSST debe ser resiliente	<p>2.1 Los procedimientos de recolección, análisis y difusión de los indicadores evolucionan con el tiempo</p> <p>2.2 Los indicadores son excluidos, adaptados o incluidos, como resultado de los cambios en los riesgos o de la mejora del SEDSST.</p> <p>2.3 Existen mecanismos para evaluar la eficacia y la eficiencia del propio SEDSST.</p>	<p>Manuales y formularios utilizados para la descripción y recolección de los indicadores.</p> <p>Entrevistas semiestructuradas con los responsables del SEDSST.</p> <p>Observaciones de eventos formales e informales en las que se discuten los resultados de los indicadores</p>
3. El SEDSST debe controlar los riesgos en todo sistema socio-técnico	<p>3.1 Fue adoptado un amplio margen para la identificación de riesgos (por ejemplo, presiones organizacionales, riesgos de seguridad en procesos, riesgos de seguridad personal, riesgos para la salud, efectos secundarios de programas de incentivos vinculados al desempeño de seguridad, etc.)</p> <p>3.2 El SEDSST se ocupa de todo el ciclo de vida del sistema socio-técnico, desde su diseño hasta su desarme / reemplazo.</p>	<p>Manuales y formularios utilizados para la descripción y recolección de los indicadores.</p> <p>Observaciones de eventos formales e informales en las que se discuten los resultados de los indicadores.</p> <p>Entrevistas semiestructuradas con los responsables del SEDSST.</p>
4. el SEDSST debe, en la medida de lo posible, aproximarse el control en tiempo real	<p>4.1 Se proporcionan respuestas a los interesados , posteriormente se recopilan y analizan las informaciones pertinentes sobre seguridad.</p> <p>4.2 Las tareas de recopilación, análisis y difusión de información se distribuyen entre diferentes personas (por ejemplo, trabajadores de primera línea, supervisores, gerentes), reduciendo la dependencia de los mecanismos de control centralizados y posiblemente sobrecargados.</p>	<p>Manuales y formularios utilizados para la descripción y recolección de los indicadores.</p> <p>Observaciones de eventos formales e informales en las que se discuten los resultados de los indicadores.</p> <p>Entrevistas semiestructuradas con los responsables del SEDSST.</p>



<p>5. El SEDSST debe tener en cuenta el desempeño en otras dimensiones empresariales.</p>	<p>5.1 El SEDSST determina cómo la seguridad se está desempeñando en comparación con otras dimensiones de la empresa y proporcionando información sobre el grado de valoración de la misma. 5.2 Los indicadores que no están directamente relacionados con la seguridad (por ejemplo, los de costo, tiempo y calidad) son interpretados desde la perspectiva de seguridad.</p>	<p>Manuales y formularios utilizados para la descripción y recolección de los indicadores. Manuales y formularios relacionados con indicadores los cuales no tienen relación directa con la seguridad. Observación de reuniones en las que se discuten indicadores no relacionados con la seguridad. Entrevistas semiestructuradas con los responsables del SEDSST y de otras áreas de evaluación del desempeño.</p>
<p>6. El SEDSST debe equilibrar el <i>trade-off</i> entre integridad y la facilidad de uso</p>	<p>6.1 Adecuar los recursos (humanos, técnicos y financieros) necesarios para mantener el SEDSST operacional. 6.2 El diseño y prácticas para el funcionamiento del SEDSST son comprendidos plenamente por los responsables de su gestión. 6.3 El SEDSST utiliza los datos cualitativos que se reúnen del cálculo de los indicadores, a fin de proporcionar una visión más rica y precisa del desempeño de seguridad. * Otras ideas relativas a la integridad del SEDSST pueden extraerse de criterio 3 (El SEDSST debe controlar los riesgos en todo sistema socio-técnico)</p>	<p>Entrevistas semiestructuradas con los responsables del SEDSST. Entrevistas semiestructuradas con el personal no directamente relacionado con la gestión del SEDSST (por ejemplo, trabajadores y supervisores). Observación de los procedimientos para recolección de los indicadores y difusión de resultados. Observaciones de eventos formales e informales en las que se discuten los resultados de los indicadores.</p>

**Cuadro 4-2-2.** Criterios y sub-criterios para evaluar el SEDSST desde la perspectiva de la IR.

## RESULTADOS

### PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL SEDSST DE LAS EMPRESAS INVESTIGADAS

En ambas empresas, el SEDSST se ha desarrollado gradualmente y de manera informal, con base en las iniciativas del personal de seguridad, en lugar de ser definido por la alta dirección. Además de incluirse los indicadores requeridos por la normativa (por ejemplo, índices de frecuencia de accidentes), la preocupación se manifestó en el establecimiento de medidas proactivas, pero sin articularlos formalmente, entre sí o con otros elementos del sistema de gestión de seguridad. En el Cuadro 3 se presentan las principales características del SEDSST de cada empresa. Estas características indican una concentración de tareas en los especialistas en seguridad, y una participación muy baja de los altos directivos y gerentes de producción, sobre todo en la empresa A.

Características del SEDSST	Empresa A	Empresa B
¿Cuántos indicadores? Fueron éstos recolectados en todos los sitios?	Ocho indicadores, fueron recolectados en todos los sitios	Siete indicadores, fueron recolectados en todos los sitios. Cinco de ellos eran similares a los reunidos en la empresa A
¿Quién recopila y procesa los datos para el cálculo de los indicadores?	Los especialistas en seguridad, inclusive supervisores, jefes de producción y trabajadores proveen parte de la información requerida por los especialistas	Al igual que en la empresa A
¿Con qué frecuencia se producen los indicadores de resultados y se genera un informe oficial?	Hubo una recopilación mensual de datos de cada sitio y una recopilación mensual utilizando datos de todos los sitios, hecha por un especialista en seguridad asignado en la sede de la compañía	Al igual que en la empresa A
¿Cómo quedó el informe?	Tanto el informe individual de cada sitio como el informe general tenían gráficos y comentarios. También fueron criadas alertas visuales, mediante el uso de colores verde, amarillo o rojo, para indicar el estado del indicador en relación con los objetivos previamente establecidos	Hubo informes, gráficos y comentarios, pero no fueron criadas alertas visuales como en la empresa A
¿Quiénes estuvieron involucrados en la discusión de los resultados de los indicadores?	Sólo los miembros del personal de seguridad, durante una reunión mensual	Personal de seguridad, personal del sector de producción y altos directivos, durante una reunión mensual
Momentos primordiales de análisis y posterior transmisión de cada uno de los resultados de los indicadores	La reunión mensual citada anteriormente con el personal de seguridad; la reunión mensual de un comité de seguridad que es obligatorio según las normas; y las reuniones diarias de entrenamiento de seguridad, coordinadas por el especialista en seguridad. En cada sitio, también hubo un gran tablero que mostraba los resultados mensuales de los indicadores	La reunión mensual citada anteriormente para la discusión de los resultados, la reunión mensual de un comité de seguridad que es obligatorio según las normas; y las reuniones diarias de entrenamiento en seguridad, coordinadas por el especialista en seguridad

**Cuadro 4-2-3.** Principales características del SEDSST de las empresas A y B.

## INDICADORES DE SEGURIDAD UTILIZADOS POR LAS EMPRESAS

El Cuadro 4 presenta los cinco indicadores utilizados en las dos empresas. Mientras que tres de ellos son bastante simples (Índice de Capacitación - IC, Índice de Frecuencia de Accidentes - IFA, Índice de Frecuencia de cuasi-accidentes - IFCA), la aclaración es necesaria para los indicadores designados como PTSc y INR-18. El indicador de paquetes de trabajo de seguridad concluidos (PTSc) fue inspirado en otro indicador adoptado en ambas empresas, denominado Plan de Porcentaje Completo (PPC), propuesto por Ballard (2000) como parte del Sistema *Last Planner* para el Control de la Producción. El sistema *Last Planner* ha sido adoptado por un número importante de empresas de todo el mundo y ha sido objeto de varios estudios académicos. Se considera uno de los medios más eficaces para introducir los principios de fabricación magra o *lean manufacturing* en las obras de construcción (BALLARD, 2000). La seguridad se integra en la planificación de la producción mayormente en el nivel a corto plazo, que generalmente se establece una semana por delante del horizonte temporal. Especialistas en seguridad participaron de las reuniones de planificación, en la que se alentaron discusiones sobre las implicaciones de seguridad en cada paquete de trabajo. Además, los paquetes de trabajo de seguridad se programaron y fueron formalmente incluidos en el plan semanal. Aunque no existe una definición formal sobre paquete de seguridad, las observaciones indican que la preocupación se centraba mayormente en la aplicación de protecciones físicas (por ejemplo, guarda

cuerpos) y equipos de acceso para las estaciones de trabajo, tales como escaleras. Por un lado, son necesarias protecciones físicas para varios paquetes de trabajo, ya que estas son formas genéricas de protección, tales como plataformas en todo el perímetro de la edificación para recoger los materiales que caen de los pisos superiores. Por otro lado, las protecciones físicas pueden ser destinadas a un solo paquete de producción, tales como una línea de vida. En ambas empresas, había un equipo de trabajadores de tiempo completo para llevar a cabo los paquetes de seguridad. El PTSc fue controlado semanalmente, y las causas que llevaron a la no realización de los paquetes de trabajo de seguridad fueron discutidas y registradas. Este indicador evalúa el compromiso sobre la administración de paquetes de trabajo de seguridad, así como la correcta programación de estos paquetes (por ejemplo, dimensionar los equipos, proporcionando los recursos necesarios para llevar a cabo los paquetes).

Nombre del indicador	Fórmula	Ciclo de recolección de datos	Ciclo de procesamiento de datos e informe
Porcentaje de paquetes de trabajo de seguridad concluidos (PTSc)	$\frac{\Sigma \text{ número de paquetes de trabajo de seguridad concluidos}}{\text{número de paquetes de trabajo de seguridad previstos}}$	semanal	semanal
Índice NR-18 (INR-18)	$\frac{\Sigma \text{ de artículos marcados con un sí en la lista de verificación}}{\Sigma \text{ de artículos marcados con sí o con no}}$	mensual	mensual
Índice de Capacitación (IT)	$\frac{\text{número total por mes de horas-hombre de capacitación}}{\text{número de horas-hombre trabajadas por mes}}$	diariamente	diariamente
Índice de Frecuencia de Accidentes (IFA)	$\frac{\text{número de accidentes} \times 10^6}{\text{número de horas-hombre trabajadas por mes}}$	Cada vez que se registra un accidente	mensual
Índice de Frecuencia de Cuasi-Accidentes (IFCA)	$\frac{\text{número de cuasi-accidentes} \times 10^6}{\text{número de horas-hombre trabajadas por mes}}$	Cada vez que se registra un cuasi-accidente	mensual

**Cuadro 4-2-4.** Indicadores utilizados en ambas empresas

El objetivo del índice NR-18 (INR-18) fue evaluar el cumplimiento de la normativa principal brasileña referida a la seguridad en la industria de la construcción, llamada NR-18. El INR-18 se calcula a partir de una lista de verificación que poseía 213 artículos, correspondientes al cociente entre el total de los elementos marcados con un sí (que cumple con la regulación) y el total de los elementos marcados con sí o no, siendo el resultado convertido en una puntuación de 0 a 10. La aplicación de la lista de verificación se realizó una vez al mes por un especialista en seguridad, basado en la observación de las tareas de construcción en el sitio. En el Cuadro 5 se presentan los indicadores que se utilizaron solamente en la compañía A, y el Cuadro 6 los indicadores que se utilizaron únicamente en la compañía B.

Nombre del indicador	Procedimientos de cálculo	Ciclo de recolección de datos	Ciclo de procesamiento de datos e informe
Estimación de multas por incumplimiento de la NR-18	Basado en otra normativa de seguridad brasileña, es posible establecer los pesos para la INR-18, basándose en el valor de las multas por infracciones para cada elemento que incumplía en la lista	mensual	mensual
Índice de desempeño de los subcontratistas (IDS)	Las puntuaciones fueron asignadas a cada subcontratista por su participación en el sistema de gestión de seguridad. Los siguientes ítems fueron evaluados: documentación relativa a la ocurrencia de los accidentes; suministro de los equipos de protección individual (EPI) a los trabajadores; uso y mantenimiento del EPI; uso y mantenimiento de los uniformes; capacitación; mantenimiento de los dispositivos de seguridad; organización y limpieza; mantenimiento de la maquinaria, equipos y herramientas; número de informes de cuasi-accidentes. Para cada ítem, se designaron tres grupos de desempeño (puntuaciones de 0.0, 5.0 o 10.0). Cada ítem tenía descripciones que caracterizaban el desempeño esperado para las tres grupos.	Siempre que los eventos relevantes se relacionaban con los ítems evaluados, eran registrados	mensual
Número de paralizaciones (NP)	El número de paralizaciones de producción internas y externas fue controlado. Las paralizaciones internas se produjeron cuando el especialista en seguridad decidía parar una actividad debido a la falta de seguridad. Las paralizaciones externas se produjeron por actuaciones de los inspectores de seguridad del gobierno	Siempre que las paralizaciones se producían, eran registradas	mensual

**Cuadro 4-2-5.** Indicadores utilizados únicamente en la empresa A

Nombre del indicador	Fórmula	Ciclo de recolección de datos	Ciclo de procesamiento de datos e informe
Índice de Cumplimiento y Compromiso (ICC)	$IAC = \frac{NNC_R + 0,5 \times NNC_{AFP}}{NNC_M}$ <p> <math>NNC_R</math> es el número de notificaciones resueltas dentro del plazo; <math>NNC_{AFP}</math> es el número de notificaciones resueltas más allá de la plazo; <math>NNC_M</math> y es el número total de notificaciones emitidas en el mes. Los especialistas de seguridad llevaron a cabo una inspección diaria de las actividades en el sitio. Cada vez que se detectaba una situación de riesgo, una notificación era entregada al jefe de cuadrilla, informándose el plazo para las acciones correctivas. </p>	diariamente	mensual
Índice de frecuencia de primeros auxilios en accidentes	número de primeros auxilios en accidentes x 10 <sup>6</sup> número de horas-hombre trabajadas por mes	Siempre que los primeros auxilios en accidentes se producían, eran registrados	mensual

**Cuadro 4-2-6.** Indicadores utilizados únicamente en la empresa B

## **EVALUACIÓN DEL SEDSST BASADO EN LOS CRITERIOS PROPUESTOS**

### **EL SEDSST debe controlar el trabajo normal**

Cinco de los diez indicadores existentes en ambas compañías (frecuencia de accidentes, frecuencia de cuasi-accidente, estimación de las multas, frecuencia de primeros auxilios en accidentes y número de paralizaciones por falta de seguridad) se centran en la medición de eventos adversos. En lugar de controlar el trabajo normal (sub-criterio 1.1), se supervisan los eventos infrecuentes que reflejan la falta de seguridad, en vez de su existencia. No obstante, esos indicadores podrían dar ideas sobre el trabajo normal, siempre y cuando las descripciones de los eventos adversos sean comparados con la obra prescrita. Este análisis puede revelar adaptaciones que se han incorporado en la rutina del día a día.

Los otros cinco indicadores (índice de la capacitación, índice de cumplimiento de la NR-18, índice de desempeño de los subcontratistas, porcentaje de trabajo de seguridad concluido y el índice de cumplimiento y compromiso) se centran en el análisis de trabajo normal y supervisan tanto la presencia de seguridad o acciones que se han adoptado para crear seguridad, como la capacitación y planificación. Sin embargo, el índice de cumplimiento y compromiso es el único indicador que implica la observación de personas trabajando, el cual es necesario para la identificación de variabilidad en el rendimiento humano, una de las principales preocupaciones desde la perspectiva de la IR. En efecto, los otros indicadores podrían limitarse a la observación del sistema técnico. A pesar de que la información sobre las fuentes y razones de variabilidad (sub-criterio 1.2) puedan extraerse de los diez indicadores existentes en ambas compañías, tal extracción se limita a las fuentes y causas de variabilidad que conducen a resultados sin éxito. De hecho, al analizar los datos que surgen de todos los indicadores, el personal de ambas empresas se centró en la identificación de lo que salió mal y por qué, en lugar de identificar lo que salió bien y por qué. Los datos recolectados por los investigadores demostraron que las oportunidades de aprendizaje se perdieron por causa de este enfoque, ya que los resultados exitosos no son necesariamente debidos a la adhesión del diseño formal del sistema.

### **El SEDSST debe ser resiliente**

La evaluación de acuerdo con este criterio se vio obstaculizada por la duración del estudio de caso. En realidad, dos meses no fueron suficientes para detectar cambios sustanciales en los procedimientos de recolección, análisis y difusión de los indicadores (sub-criterio 2.1), así como para detectar cambios importantes en las mediciones, tales como inclusiones, exclusiones o adaptaciones (sub criterio 2.2).

Aunque la capacidad de resiliencia del SEDSST podría mejorar en función de las ideas que surgen de la valoración de su eficacia y eficiencia (sub-criterio 2.3), ninguna de las empresas tenía procedimientos para la evaluación de sus SEDSST, las cuales se basaban en intuiciones del personal de seguridad. Sin embargo, el SEDSST proporcionó una gran cantidad de información, que, si interpretada correctamente, podría ser utilizada para este tipo de evaluaciones. Por ejemplo, los elementos de información que se utilizan para el cálculo de los cinco indicadores (índice de frecuencia de cuasi-accidentes, número de paralizaciones, índice de frecuencia de accidentes, índice de cumplimiento y compromiso, y primeros auxilios) podrían señalar los peligros potenciales de cualquier naturaleza. Por lo tanto, los indicadores podrían ser



interpretados como mecanismos de meta-control, ya que proporcionan datos para el seguimiento del mismo SEDSST. En las empresas A y B, por ejemplo, la necesidad del indicador denominado índice de capacitación podría ser cuestionada, ya que la falta de capacitación no fue identificada como un factor importante que contribuye a los accidentes, cuasi-accidentes y al incumplimiento de actividades de seguridad.

### **El SEDSST debe controlar los riesgos en todo sistema socio-técnico**

A pesar de existir ocho indicadores en la empresa A, y siete en la empresa B, la definición implícita de riesgo (sub-criterio 3.1), que debe ser controlado por el SEDSST, era limitada. Algunos indicadores tuvieron un enfoque limitado sobre ciertos ítems y riesgos del sistema socio-técnico, como el índice de cumplimiento de la NR-18, que detecta los fallos relacionados con el sistema técnico, es decir, si se han instalado las protecciones físicas y se mantienen en buenas condiciones. Al contrario, otros indicadores, como fue mencionado en la sección anterior, pueden controlar una amplia gama de riesgos. Desde luego, un análisis exhaustivo de los datos utilizados por estos indicadores sería necesario comprobar el grado en que esto realmente sucede. Por ejemplo, podría darse el caso de que los trabajadores no informen los riesgos que se han incorporado a su rutina, y por tanto, ciertos tipos de riesgos no serían controlados por el índice de frecuencia de cuasi-accidentes.

El análisis de acuerdo con el sub-criterio 3.1 también proporcionó información sobre el control de seguridad del proceso. Esta tarea se llevó a cabo como parte del control de calidad, en la cual se realizaron pruebas sobre el rendimiento de los materiales e inspecciones visuales para comprobar las cargas máximas almacenadas en un piso. Estos procedimientos formaron parte de un sistema certificado de gestión de calidad que era independiente del sistema de gestión de seguridad, el cual se centró en la seguridad personal.

Por lo tanto, el personal de seguridad y los trabajadores no estaban involucrados en el control de los riesgos en seguridad de proceso, ya que no eran conscientes de las consecuencias de seguridad causadas por los procedimientos de gestión de la calidad

Respecto a la seguridad del proceso, también cabe mencionar que ninguna de las empresas tenía un indicador de control de los accidentes con daños materiales. Independientemente de esto, pequeños accidentes de ese tipo parecían ser frecuentes en ambas empresas. Por ejemplo, en una de las visitas a un sitio de la empresa B, los investigadores se dieron cuenta de que una pared se había derrumbado, como resultado de fuertes vientos en la noche anterior. Sin embargo, el especialista en seguridad informó que no estaba preocupado con la documentación y la investigación de este accidente en particular. El especialista dio por sentado que la investigación de este tipo de accidentes requiere conocimientos técnicos en ingeniería civil. No obstante, incluso los ingenieros civiles que estaban legalmente responsables por la obra se mostraron reacios a asumir la responsabilidad de las cuestiones de seguridad de procesos, ya que, a su vez, estaban confiando en el conocimiento de expertos externos, como los responsables de diseñar andamios, zanjas y excavaciones. De esta manera, ninguna persona que trabajó tiempo completo en los sitios de construcción era plenamente consciente de todos los riesgos en seguridad de procesos y en la forma en que deben ser controlados. La posibilidad de controlar el desempeño en seguridad durante todo el ciclo de vida del producto también fue descuidada por ambos SEDSST (sub-criterio 3.2). Esto podría lograrse, por ejemplo, mediante el control de la seguridad durante la fase de proyecto del producto, evaluando la medida en que cada disciplina de diseño (por ejemplo, la arquitectura, los servicios públicos, etc.) está cumpliendo con las buenas prácticas de seguridad en el proyecto.

## **El SEDSST debe aproximarse del control en tiempo real**

El procesamiento de datos y el análisis de los ciclos del SEDSST eran relativamente extensos. Sólo dos de los diez indicadores adoptados por las dos empresas fueron controlados a diario: el índice de capacitación, y el índice de cumplimiento y compromiso. En general, la evaluación basada en el sub-criterio 4.1 señala que la retroalimentación se retrasó en el momento en que se dio lugar a los eventos de interés. Este retraso se debió a: (a) la recopilación de datos de acontecimientos pasados (por ejemplo, accidentes); (b) la recopilación de datos relacionados con situaciones inseguras propensas a permanecer durante bastante tiempo (por ejemplo, la falta de barreras de protección); (c) el hecho de que sólo un empleado en cada sitio (el especialista en seguridad), centralizaba la recolección de datos, análisis y retroalimentación, ocasionando una sobrecarga (esto fue un conflicto con sub-criterio 4.2); y (d) el retraso que implica la elaboración de informes y presentación de los mismos a las partes interesadas.

## **El SEDSST debe tener en cuenta el desempeño de otras dimensiones de la organización**

El SEDSST de ambas empresas no cuenta con mecanismos para evaluar cómo la seguridad se realiza en comparación con otras áreas (sub-criterio 5.1). Sin embargo, el SEDSST existente poseía información que permitió dar algunas sugerencias al respecto. Por ejemplo, el SEDSST podía dar visibilidad al *trade-off* entre la seguridad y la producción, mediante el cálculo entre los indicadores PASC (relacionado con la finalización de las actividades de seguridad) y PAPC (relacionado con la finalización de actividades de producción). Respecto al sub-criterio 5.2, las empresas A y B no interpretaron los indicadores de otras áreas desde una perspectiva de seguridad. Desde luego, algunos indicadores no tenían vínculos relevantes con la seguridad (por ejemplo, número de reclamaciones de los clientes) y la interpretación desde esta perspectiva sería contraproducente. Al contrario, otros indicadores son claramente relevantes para la seguridad. Por ejemplo, ambas empresas tenían indicadores que controlaban las desviaciones de tiempo y las metas de costos. De esta forma, si el tiempo del proyecto y los costos resultan más altos de lo esperado, estos indicadores deberían advertir que la competencia de los recursos disponibles (por ejemplo, dinero, tiempo y mano de obra) es cada vez mayor, y que estos recursos que serían asignados a la seguridad puede ser designados a otra parte.

## **El SEDSST debe equilibrar el *trade-off* entre integridad y facilidad de uso**

El *trade-off* entre integridad y facilidad de uso se administró de forma intuitiva por el personal de seguridad de ambas empresas, los cuales fueron responsables de diseñar el SEDSST. Así, el hecho de que el personal de seguridad sea diseñador y principal usuario del SEDSST, hizo con que sus objetivos y conocimientos los guiaran en este sentido. Por lo tanto, se eligieron indicadores que eran bastante fáciles de obtener y que proporcionan información significativa, desde su punto de vista. Esto puede ser interpretado como una estrategia adecuada adoptada por el personal de seguridad, a fin de mantener el SEDSST compatible con los recursos humanos, técnicos y financieros existentes (sub-criterio 6.1). Sin embargo, la centralización de las tareas en el personal de seguridad ha contribuido para difundir la idea de que la gestión de la seguridad era un tema de interés sólo para los expertos en seguridad.

El único indicador cuyos objetivos fueron mal interpretadas por los gerentes (sub-criterio 6.2) fue el PASC. De esta manera, en lugar de evaluar si las actividades de producción se están llevando a cabo de manera segura, como se creía por la gerencia, la PASC evaluó si se habían terminado las actividades de la instalación de protecciones físicas. Mientras que la facilidad de uso era una preocupación inherente

para los diseñadores del SEDSST, tal preocupación no existía respecto a la integridad. De hecho, la evaluación de la integridad del SEDSST es mucho más difícil que la evaluación de facilidad de uso, ya que es imposible saber y controlar, todos los peligros a que un sistema complejo está expuesto. No obstante, el análisis del criterio (3) reveló vacíos relativos a la integridad del SEDSST de ambas compañías. El carácter incompleto del SEDSST fue también resultado de su excesiva dependencia de los datos cuantitativos producidos por los indicadores (sub-criterio 6.3). El índice de frecuencia de cuasi-accidentes fue un ejemplo de indicador que proporciona datos cuantitativos de poca importancia en comparación con los datos cualitativos necesarios para el cálculo de dicho indicador (por ejemplo, las descripciones de cuasi-accidentes). De este modo, los elementos de evidencia disponibles sugieren que, en ambas empresas, el *trade-off* entre la integridad y facilidad de uso estaban direccionadas a favor de la facilidad de uso.

## CONCLUSIONES

La principal contribución de este trabajo es un conjunto de criterios para la medición de los sistemas de evaluación de desempeño de seguridad basados en el paradigma de la ingeniería de resiliencia. Con base en la perspectiva de la IR, fue posible obtener ideas que no habían sido vislumbradas hasta el momento. De hecho, los seis criterios de evaluación del SEDSST proporcionan una perspectiva complementar en relación a los criterios normalmente utilizados para medir los sistemas de evaluación del desempeño (SED) en general. La utilidad de estos criterios ha permitido detectar una serie de oportunidades de mejoría en los SEDSST de las empresas de construcción en las que fueron aplicados, tales como: (a) los informes sobre el desempeño de seguridad debiendo incluir indicadores claves de otras áreas, tales como los relacionados con el tiempo y el costo de los proyectos, ya que pueden ser medidas que representen la intensidad de las presiones de producción; (b) los indicadores específicos podrían ser diseñados para evaluar el *trade-off* entre seguridad y producción, tales como la relación entre PASC y PAPC; y (c) el SEDSST debe tener una visión más amplia de lo que considera como riesgo, como la seguridad de proceso y riesgos organizacionales que eran desatendidos para controlar los riesgos más visibles enfatizados por las normativas (por ejemplo, caídas, golpes, etc.).

Una variedad de oportunidades para estudios futuros son debatidos en esta investigación, tales como: (a) desarrollar mecanismos para evaluar la importancia relativa de los criterios y sub-criterios, ya que las variaciones considerables pueden ocurrir entre diferentes empresas e industrias - caracterizar el nivel y las dimensiones de los sistemas complejos, podría ser una fuente de ideas para identificar la importancia relativa; (b) investigar cómo los criterios pueden ser usados en conjunción con los métodos existentes para la evaluación de desempeño de seguridad, como auditorías de sistemas de gestión de seguridad; (c) investigar cómo implementar las oportunidades de mejora detectadas a través de la utilización de los criterios, así como su impacto en el funcionamiento de la seguridad; y (d) investigar cómo los SED preocupados con otras dimensiones de la empresa pueden beneficiarse de los criterios propuestos. Por otra parte, existen oportunidades para el desarrollo de investigaciones similares las cuales investigan cómo los principios de la IR pueden contribuir a re-interpretar y mejorar otras prácticas de la gestión de seguridad.

## REFERENCIAS

- Ballard, G. (2000). The Last Planner System of Production Control. PhD Thesis (Doctor of Philosophy), School of Civil Engineering, University of Birmingham.
- Bourne, M.; Mills, J.; Wilcox, M.; Neely, A.; Platts, K. (2000). Designing, implementing and updating performance measurement systems. *International Journal of Operations & Production Management*, 20 (7), 754-771.
- Cambraia, F. B.; Saurin, T. A.; Formoso, C. T. (2010). Identification, analysis and dissemination of information on near miss: a case study in the construction industry. *Safety Science*, 48, 91-99.
- Cilliers, P. (2005). Complexity, deconstruction and relativism. *Theory, Culture & Society*, 22 (5), 255-267.
- Cilliers, P. (1998). *Complexity and Postmodernism: understanding complex systems*. London: Routledge.
- Clegg, C. (2000). Sociotechnical principles for system design. *Applied Ergonomics*, 31, 463-477.
- Costa, D.; Formoso, C.T. (2006). A set of evaluation criteria for performance measurement systems in the construction industry. *Journal of Financial Management of Property and Construction*, 9 (2), 91-101.
- Dekker, S. (2011). *Drift into Failure: from hunting broken components to understanding complex systems*. London: Ashgate.
- Hall, R.W.; Johnson, H.T. and Turney, P.B.B. (1991). *Measuring up: charting pathways to manufacturing excellence*. Homewood, Illinois, Irwin.
- Hendrick, H. W.; Kleiner, B. M. (2001). *Macroergonomics: an introduction to work system design*. Santa Monica: Human Factors and Ergonomics Society.
- Hinze, J. (2002). *Making Zero Injuries a Reality*. Report 160, Construction Industry Institute, Gainesville.
- Hollnagel, E. (2012). *FRAM: the Functional Resonance Analysis Method – modelling complex socio-technical systems*. Burlington: Ashgate.
- Hollnagel, E.; Paries, J.; Woods, D.; Wreathall, J. (2011). *Resilience Engineering in Practice: a guidebook*. Burlington: Ashgate.
- Hollnagel, E. (2009a). The four cornerstones of resilience engineering. In: Nemeth, C.; Hollnagel, E.; Dekker, S. (Eds). *Resilience Engineering Perspectives: preparation and restoration*, v. 2. Burlington: Ashgate, 117-133.
- Hollnagel, E. (2009b). The ETTO Principle: efficiency-thoroughness trade-off. Why things that go right sometimes go wrong. Burlington: Ashgate.
- Hollnagel, E.; Woods, D. D.; Leveson, N. (2006). *Resilience Engineering: concepts and precepts*. London: Taylor & Francis.
- Hollnagel, E.; Woods, D. (2005). *Joint Cognitive Systems: foundations of cognitive systems engineering*. Boca Raton: Taylor & Francis.

- Hopkins, A. (2009). Thinking about process safety indicators. *Safety Science*, 47 (4), 460-465.
- Health & Safety Executive (HSE). (2006). Developing process safety indicators: a step-by-step guide for chemical and major hazard industries. London: HSE books.
- Kaplan, R. S.; Norton, D. P. (1992). The balanced scorecard-measures that drive performance. *Harvard Business Review*, January-February, 71-79.
- Koskela. (2000). An exploration towards a production theory and its application to construction. Espoo, VTT Building Technology, 2000. 296 p. VTT Publications.
- Lynch, R. L; Cross, K. F. (1995). Measure up: yardsticks for continuous improvement. 2nd ed. Cambridge: Blackwell Business.
- Maskell, B. H. (1991). Performance measurement for world class manufacturing: a model for
- Neely, A.; Richards, H.; Mills, J.; Platts, K.; Bourne, M. (1997). Designing performance measures: a structured approach. *International Journal of Operations & Production Management*, 17 (11), 1131-1152.
- Page, S. (2007). *The Difference: how the power of diversity creates better groups, firms, schools and societies*. Princeton: Princeton University Press.
- Perrow, C. (1984). *Normal Accidents: living with high-risk technologies*. Princeton: Princeton University Press.
- Rasmussen, J. (1997). Risk management in a dynamic society: a modeling problem. *Safety Science*, 27 (2/3), 183-213.
- Reason, J. (1997). *Managing the Risks of Organizational Accidents*. Burlington: Ashgate.
- Robson, L.; Clarke, J.; Cullen, K.; Bielecky, A.; Severin, C.; Bigelow, P.; Irvin, E.; Culyer, A.; Mahood, Q. (2007). The effectiveness of occupational health and safety management system interventions: a systematic review. *Safety Science*, 45, 329-353.
- Rochlin, G. (1999). Safe operation as a social construct. *Ergonomics*, 42 (11), 1549-1560.
- Saurin, T.A.; Formoso, C.T.; Cambraia, F.B. (2008). An analysis of construction safety best practices from the cognitive systems engineering perspective. *Safety Science*, 46 (8), 1169-1183.
- Sink D. S.; Tuttle, T. C. (1993). *Planejamento e medição para performance*. Rio de Janeiro: Qualitymark.
- Sgourou, E.; Katsakiori, P.; Goutsos, S.; Manatakis, Em. (2010). Assessment of selected safety performance evaluation methods in regards to their conceptual, methodological and practical characteristics. *Safety Science*, 48 (8), 1019 – 1025.
- Weick, K.; Sutcliffe, K. (2001). *Managing the unexpected: assuring high performance in an age of complexity*. 1. ed. San Francisco: Jossey-Bass.