

See discussions, stats, and author profiles for this publication at:  
<https://www.researchgate.net/publication/299424871>

# Análise e Gestão de Risco: Requisito Fundamental em Projeto Eficaz de Proteção e Combate a Incêndio / Risk Analysis and Management: Fundamental Requirement on Efficient Project and...

ARTICLE · DECEMBER 2015

---

READS

41

4 AUTHORS, INCLUDING:



[Aleska Kaufmann Almeida](#)

Universidade Federal de Mato Grosso do...

5 PUBLICATIONS 0 CITATIONS

SEE PROFILE



[Isabel Kaufmann de Almeida](#)

Universidade Federal de Mato Grosso do...

15 PUBLICATIONS 0 CITATIONS

SEE PROFILE



[Glauber Altrão Carvalho](#)

Universidade Federal de Mato Grosso do...

2 PUBLICATIONS 0 CITATIONS

SEE PROFILE

# Análise e Gestão de Risco: Requisito Fundamental em Projeto Eficaz e Proteção e Combate a Incêndio

## Risk Analysis and Management: Fundamental Requirement on Efficient Project and Firefighting Combat

Aleska Kaufmann Almeida<sup>a\*</sup>; Isabel Kaufmann de Almeida<sup>b</sup>; Glauber Altrão Carvalho<sup>a</sup>;  
Célia Regina Gonçalves Franzoloso

<sup>a</sup>Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais. Centro Universitário Anhanguera de Campo Grande.

<sup>b</sup>Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

\*E-mail: aleskaufmann@hotmail.com

---

### Resumo

A gestão dos riscos possibilita a minimização dos seus impactos nos processos e valores das organizações, proporcionando benefícios de cunho qualitativo e quantitativo. Na segurança do trabalho o gerenciamento de risco é essencial, pois visa assegurar a integridade física do trabalhador. À vista disso, ressalta-se o conjunto de medidas que tratam da prevenção e combate a incêndios. O presente estudo trata das metodologias desenvolvidas para o levantamento dos riscos, destaca os diferentes tipos de dados de entrada, a produção de dados de saída e suas ligações. Tem como objetivo principal, discorrer sobre a importância da caracterização adequada dos riscos para o sucesso do projeto de segurança contra incêndio. Conclui-se que análise e gestão de riscos são primordiais para a elaboração e condução de todo e qualquer projeto, principalmente para o projeto eficaz de combate a incêndio.

**Palavras-chave:** Segurança. Medidas de Prevenção. Gerenciamento.

### Abstract

*Risks management enables the impact minimization on the organization processes and values, providing qualitative and quantitative benefits. In workplace safety, risk management is essential, since it aims at ensuring the worker's physical integrity. In view of this, the set of measures dealing with the prevention and firefighting is emphasized. The current study deals with the methodologies developed for the risks analysis, highlights the different types of input data, output data and its output connections. As a main purpose, it discusses the importance of proper risk characterization for the success of the project fire safety. It is concluded that analysis and risk management are essential for the preparation and conduct of any project, especially for the effective fire fighting design.*

**Keywords:** Security. Preventive Measures. Management.

---

## 1 Introdução

A globalização, aliada às constantes alterações do ambiente e à intensa demanda por redução do tempo para a inovação, em que as alianças estratégicas são cada vez mais frequentes, tornam o ambiente empresarial altamente promissor à utilização das técnicas de gerenciamento. Nesse contexto, destaca-se a gestão de riscos, por ser item de grande importância no gerenciamento de projetos.

Segundo Allen *et al.* (1992), risco é a probabilidade de eventos indesejados acontecerem em um período de tempo específico ou em circunstâncias específicas. Suter (1993) define o risco em termos de uma probabilidade de um efeito danoso específico acontecer ou como a relação entre a magnitude do efeito e sua probabilidade de ocorrência. O Project Management Body of Knowledge – PMBOK – estabelece o risco como sendo um evento ou uma condição incerta que, se ocorrer, tem efeito em pelo menos um objetivo do projeto (PMI, 2009). Para Alencar e Schmitz (2006), um fator de risco é qualquer evento que possa prejudicar, total ou parcialmente, as chances de sucesso do projeto.

Para Santos (2002), a gestão de riscos passou a ser

empregada nas empresas a partir de 1995, ano em que profissionais da área começaram a aparecer nos organogramas das companhias americanas. Atualmente, muitas empresas estão empenhadas em buscar critérios, procedimentos e estratégias eficazes que as auxiliem na tarefa de identificar, eliminar, reduzir, avaliar e controlar eventuais fontes de riscos e permanecer dentro do nível de risco aceitável para seus investidores, clientes ou acionistas. A maneira como as organizações gerenciam seus riscos passou a incidir diretamente sobre as decisões de investidores e o potencial de geração de valor aos acionistas.

Acentua-se a tendência atual no processo de gerenciamento dos riscos quanto à busca pela minimização dos seus impactos nos processos e valores das organizações, já que se refere a uma atividade voltada a agregar valor ao empreendimento e proporcionar benefícios de cunho qualitativos e quantitativos. Ao proteger a empresa das incertezas do mercado e dos ambientes internos e externos que com ela interagem, busca-se garantir certo grau de certeza de obtenção de resultados positivos. No entanto, o risco sempre foi considerado parte vital no gerenciamento da informação financeira de investimentos e seguros. De acordo com Carpenter (1995),

os riscos tecnológicos passaram a ser analisados, durante a Segunda Guerra Mundial, em pesquisas envolvendo operações militares e, mais adiante, foram associados a experimentos nas áreas de energia nuclear e de exploração espacial.

A segurança do trabalho destaca-se, dentre as muitas áreas em que o gerenciamento de risco é essencial para o sucesso do empreendimento, uma vez que compreende o conjunto de medidas adotadas com o objetivo de assegurar a integridade física do trabalhador. Tais medidas objetivam a redução de acidentes de trabalho e de doenças ocupacionais. Estudos referentes ao assunto visam à obtenção de um ambiente de trabalho ideal, ou seja, livre de todos os riscos. À vista disso, ressalta-se o conjunto de medidas que tratam da prevenção e combate a incêndios que, conforme Melhado (1989), abrange as disposições que visam prevenir a eclosão ou reduzir o risco de alastramento do incêndio, evitar perigo para os ocupantes ou para a propriedade.

De acordo com Fundacentro (1981), as técnicas de prevenção contra incêndios tratam das medidas de distribuição de equipamentos de combate a incêndio e dos materiais e estoques pertencentes à organização, visando impedir o surgimento de um princípio de incêndio, dificultar seu desenvolvimento e extingui-lo ainda na fase inicial.

“Os objetivos primordiais da segurança contra incêndio são minimizar o risco à vida humana e reduzir as perdas patrimoniais” (VARGAS; SILVA, 2003, p.5). Nesse caso, entende-se como risco à vida a exposição a produtos da combustão (gases da combustão, chamas propriamente ditas, calor irradiado e fumaças visíveis) por parte dos usuários da edificação sinistrada, bem como o eventual desabamento de elementos construtivos sobre os mesmos ou sobre os integrantes das equipes de combate ao fogo e resgate.

As exigências de segurança contra incêndio aperfeiçoaram-se muito lentamente ao longo dos séculos. Segundo Ono (1997), a ocorrência de incêndios catastróficos, em escala urbana, que prejudicaram muitas cidades desde a Idade Média, tanto na Europa como na Ásia e, posteriormente, na América do Norte, culminou com a preocupação pela abordagem mais científica do fenômeno dos incêndios ao final do século XIX, quando os incêndios urbanos passaram a ser controlados a partir de medidas de planejamento.

Com o advento da Revolução Industrial, surgiram novos materiais e técnicas construtivas. Produtos sintéticos, derivados do petróleo passaram a ser utilizados em larga escala nas empresas, sem que houvesse a preocupação com relação ao comportamento dos mesmos em presença de fogo. Além disso, profundas modificações nos sistemas construtivos, caracterizadas pela utilização de áreas amplas, cobertas e sem divisórias, aumentaram o risco de incêndio nas edificações. Mitidieri e Ioshimoto (1998) afirma que esses riscos levaram a ações com a finalidade de ampliar medidas de proteção contra incêndios e, para obter-se aceitabilidade de segurança contra incêndio, faz-se necessário estudo amplo e profundo

dos fatores envolvidos.

O presente estudo trata das metodologias desenvolvidas para o levantamento dos riscos e sua relação com a prevenção de incêndios, tendo como objetivo principal discorrer sobre a importância da caracterização adequada dos riscos para o sucesso do projeto de segurança contra incêndio, a partir de revisão bibliográfica a respeito do tema.

## 2 Desenvolvimento

### 2.1 A gestão de riscos e seus processos

O tratamento sistemático de risco nas atividades de projeto é chamado gestão de risco. De acordo com Schmitz, Alencar e Villar (2007), essa é a denominação dada ao conjunto de atividades que têm por objetivo, de forma economicamente racional, maximizar o efeito dos fatores de risco positivos e minimizar o efeito dos negativos. A gestão ou gerência de risco define um processo para lidar com imprevistos, fazendo com que os possíveis cenários futuros fiquem dentro de uma faixa de variabilidade aceitável e, caso um evento negativo ocorra, exista uma atitude previamente planejada para diminuir seus impactos no projeto.

Boehm (1991) divide o gerenciamento de riscos em dois blocos principais: avaliação e controle. Segundo o autor, na avaliação, os riscos são identificados e listados e, em seguida, analisados em função de sua ocorrência, gravidade e relacionamentos com outras variáveis e por fim ordenados em ordem de prioridade de tratamento. O controle consiste no planejamento das atividades de gerenciamento de risco e na implementação de ações de resolução do risco, com eliminação do mesmo ou sua minoração, com o constante monitoramento das variáveis identificadas na fase de avaliação.

Em conformidade com o PMBOK, a gestão de risco compreende os processos de identificação, análise (quantificação e qualificação), desenvolvimento de respostas e monitoramento e controle dos riscos do projeto. O processo de identificação dos riscos consiste em enumerar os riscos e relacionar as causas e efeitos dos mesmos sobre os resultados do projeto. Nessa etapa, aplicada durante o início do projeto, o gestor de projetos deve estabelecer as metas e o grau de dificuldade de alcançá-las, questionando os riscos presentes em cada entrega de resultado planejada, registrando as possibilidades de falhas que afetarão diretamente os padrões de qualidade, o cronograma e o orçamento do projeto.

A análise de risco, que pode ser qualitativa ou quantitativa, busca levantar as relações existentes entre os fatores de risco e o resultado desejado de uma variável de interesse do projeto que, por sua vez, afeta um ou mais dos critérios de sucesso. Tipicamente os critérios de sucesso de um projeto estão relacionados ao término do projeto dentro do orçamento, dentro do prazo e atendendo aos requisitos de qualidade do cliente.

As análises de risco qualitativas tendem a ser subjetivas, já que a definição da probabilidade de ocorrência do evento

está intimamente ligada aos conceitos e experiências anteriores do analista. Os métodos qualitativos e quantitativos não se excluem, mas podem ser complementares, de forma a integrar as duas técnicas, a partir do reconhecimento das especificidades e particularidades de cada uma. Os métodos qualitativos contribuem com melhor compreensão dos fenômenos, uma vez que as hipóteses e as variáveis do problema estão claramente definidas por meio de dados quantitativos, e as análises quantitativas dão uma ordem de grandeza do risco vinculado ao fenômeno.

A definição do tipo de análise a ser utilizada está intimamente relacionada à quantidade de informações disponíveis e à própria natureza do problema. Quando a disponibilidade de informação for escassa, é aconselhável fazer uma análise qualitativa ou semi-qualitativa por meio da observação e da avaliação direta dos itens do sistema em estudo. Por outro lado, se existir informação suficiente que permita uma modelagem próxima à realidade, é recomendável fazer análise quantitativa. As análises de riscos devem ser executadas de forma organizada e sistemática e a escolha do método depende da natureza do projeto e do nível de detalhamento requerido na análise, dessa forma é possível aplicar técnicas diferentes em cada fase de um projeto.

As respostas aos riscos desenvolvem procedimentos e técnicas para melhorar as oportunidades e reduzir as ameaças para os objetivos do projeto. Referem-se aos planos traçados para, conforme as categorias citadas pelo PMBOK, evitar, transferir ou mitigar os riscos. Quando é feita a escolha de evitar o risco, a estratégia de eliminação da causa é a mais utilizada, o que, na maioria das vezes, gera impacto principalmente no requisito custo do projeto. Este requisito é afetado, pois, a partir do instante em que a medida de eliminação ou redução significativa dos riscos é adotada, é exigida uma nova abordagem técnica, com mudanças de planos e alteração de recursos.

Ao optar pela transferência dos riscos, o risco não é eliminado, mas ele também não gera impacto sobre o projeto. Esta opção implica em um aumento significativo nos custos, uma vez que há a necessidade de compensação ao terceiro por assumir um impacto negativo. Já ao escolher a opção de mitigar um risco, o gestor poderá afetar todos os critérios do projeto. Ao reduzir o impacto ou as probabilidades de impacto sobre o projeto, a um limite aceitável, poderá alterar o cronograma e o orçamento e aumentar os recursos para o projeto.

O processo de monitoramento e controle de riscos tem a função de identificar novos riscos, executar planos de redução de risco e avaliar sua eficácia durante todo o ciclo do projeto.

Nenhum dos processos citados anteriormente ocorre de maneira isolada. Eles interagem entre si e também com processos de outras áreas, para promover uma gestão de projetos eficaz e eficiente.

## 2.2 Metodologias de análise de risco

O gerenciamento de risco de uma indústria, organização ou projeto, deve ser uma das principais preocupações de seus colaboradores, participantes ou gerentes. Dessa forma, para que a medida mitigadora adequa a solução ao respectivo risco, algumas metodologias de análise de risco foram desenvolvidas por industriais e autoridades competentes. Em uma primeira abordagem, as metodologias podem ser divididas em três fases principais distintas, a saber: fase de identificação, fase de avaliação e fase hierárquica.

A fase de identificação é baseada na descrição do local (atividades, produtos e equipamentos que oferecem algum risco, sendo executadas ou presentes no local). Essa etapa é fundamental para o desenvolvimento correto das etapas posteriores, pois estabelece a base da análise de riscos. Dessa forma os dados levantados durante a identificação de riscos serão os elementos avaliados e/ou hierarquizados. Portanto é necessária a identificação exaustiva para a obtenção dos melhores resultados.

Na fase de avaliação é realizada a quantificação do risco. Tal quantificação pode considerar duas abordagens distintas: uma pela consequência do dano (abordagem determinística), outra pela avaliação da probabilidade de acidentes (abordagem probabilística). A fase de avaliação elucida as consequências prévias dos cenários identificados na fase anterior, no ambiente gerenciado e em seu entorno. A fase hierárquica visa à classificação e ordenação dos riscos obtidos na fase anterior, de forma que as modificações ou medidas corretivas sejam aplicadas, primeiramente, nos sistemas de risco mais graves.

No entanto, as metodologias de análise de risco podem não conter, necessariamente, essas três fases, podendo ser constituídas pelas seguintes combinações: fase de identificação, fase de identificação e avaliação ou fase de identificação, avaliação e hierarquização. Independente da metodologia utilizada para realizar uma análise de risco, três tipos de elementos são necessários: os dados de saída esperados, os dados de entrada disponíveis e a seleção do método a ser empregado. Na prática, os gestores, após uma análise prévia do sistema ou projeto, propõem algumas metas a serem atingidas (dados de saída esperados), em seguida coletam as informações sobre o sistema estudado (dados de entrada disponíveis) e, só então, escolhem o método a ser aplicado (que deverá estar de acordo com os dois elementos anteriores).

## 2.3 Classificação das metodologias de análise de risco

As metodologias podem ser classificadas em dois grupos principais: qualitativas e quantitativas. Cada grupo pode, ainda, ser dividido em três categorias: apenas determinístico, apenas probabilístico e uma combinação de ambos.

Os métodos determinísticos levam em consideração o produto, o equipamento e a quantificação das consequências dos riscos para as pessoas, o ambiente e os equipamentos.

Os métodos probabilísticos baseiam-se na probabilidade ou frequência de aparições de situações de risco ou na ocorrência potencial de acidente. Os métodos probabilísticos são focados, principalmente, na probabilidade de falha de equipamentos ou de seus componentes e são utilizados para realizar a análise em uma parcela restrita da indústria, projeto ou estabelecimento. Por outro lado, o método determinístico e o determinístico e probabilístico combinados são usados para analisar toda a indústria, projeto ou estabelecimento.

A classificação dos métodos baseia-se no tipo de dados de saída. Em cada categoria, os métodos podem ser classificados desde os mais simples, que compreendem apenas um passo, aos mais complexos, que se baseiam em três etapas (fase de

identificação, fase de avaliação e fase de hierarquização).

Os métodos complexos são geralmente compostos por módulos emitidos a partir de métodos simples e outros módulos são adicionados a fim de realizar uma análise de risco mais completa com resultados mais fáceis de analisar.

A grande maioria das metodologias é determinística, pois historicamente operadores e organizações públicas tentaram, inicialmente, quantificar os danos e as consequências dos acidentes potenciais, antes de entender “por que” e “como” eles poderiam ocorrer. Tixier et al. (2002) classificaram 62 metodologias que podem ser empregadas para o gerenciamento de riscos (Quadro 1).

**Quadro 1:** Classificação das metodologias de análise de risco

Classificação	Metodologias de análise de risco			
	Nº	Qualitativa	Nº	Quantitativa
Determinística	1	Análise de erros de ação AEA	31	Análise Hazard de acidentes IAH
	2	Checklist	32	Diretiva SEVESO II
	3	Análise Hazard Conceitual CHA	33	Análise Hazard de índice de reação química RRHI
	4	Conceito de Segurança comentado CSR	34	Índice de exposição química, CEI (Instituto Americano de Engenheiros Químicos)
	5	Análise do modo de falha e efeito FMEA	35	Índice FEI de Risco de Fogo e Explosão (Instituto Americano de Engenheiros Químicos)
	6	Análise orientada e objetiva de falhas GOFA	36	Índice de danos FEDI- Incêndios e explosões
	7	HAZOP de Perigos e Operabilidade	37	Ranking HIRA de identificação de perigo
	8	Hazard Humana e Operabilidade HAZOP Humano	38	Índice de perda fracional instantânea IFAL
	9	Segurança envolvida no processo de redução de risco	39	Metodologia de análise de efeitos de dominó
	10	Manager	40	Métodos de determinação do risco potencial e avaliação
	11	Optimização de Perigos e Operabilidade OptHAZOP	41	Explosão e toxicidade de lareiras e caldeiras - Índice FETI
	12	Análise de Nível de Segurança em Planta - Plsa	42	Metodologia Saaty
	13	Identificação de potencial efeito dominó	43	Índice de danos tóxicos Danos - TDI
	14	Análise Preliminar de Riscos PRA		
	15	Processo de Gestão de Risco de Auditoria PRIMA		
	16	Análise de Desvio PDA		
	17	Segurança para questões relacionadas com computadores de controle de produção		
	18	Seqhaz Mapeamento Hazard SHM		
	19	Análise prévia		
	20	Análise de tarefa TA		
	21	Análise If?		
	22	Organização Mundial da Saúde (OMS)		
Probabilística	23	Precursor de Sequência de Acidentes ASP	44	Método Defi
	24	Técnica Delphi	45	Análise da Árvore de Evento ETA
	25	Segurança de estruturas e instalações em Terremoto	46	Análise Árvore de Falhas FTA
			47	Análise de Manutenção MA
			48	Avaliação de risco resumida SCRA Esta é a sigla? Está em inglês?
		49	Modelo de Análise de Processo de Trabalho – WPAM	



Classificação	Metodologias de análise de risco			
	Nº	Qualitativa	Nº	Quantitativa
Determinística e Probabilística	26	Análise do número máximo de acidentes AMCA	50	AVRIM2
	27	Diagrama de Blocos de Confiabilidade RBD	51	Revisão de Risco Facilitada
	28	Análise de Segurança SA	52	Modo de Falha Efeito e análise de criticidade - FMECA
	29	Segurança de Perigos e Operabilidade SCHAZOP	53	IDEF3
	30	Análise Estrutural de Confiabilidade SRA	54	Grupo de Estudo Internacional sobre Análise de Risco ISGRA
			55	IPO Risco Berekening Methodiek IPORBM
			56	Método Organizado Análise Sistemática de Riscos MOSAR
			57	Gerenciamento de risco otimizado ORA
			58	Análise probabilística de segurança PSA
			59	Avaliação quantitativa de risco QRA
			60	Ranking Rapid RR
			61	Análise de riscos rápida baseada Projeto RRABD
			62	Indicadores de Nível de Risco, Indicadores RLI

Fonte: Adaptado de Tixier *et al.* (2002).

## 2.4 Tipos de dados de entrada

Os dados de entrada podem ser divididos em sete classes, sendo cada classe caracterizada por um determinado tipo de informação: planos ou diagramas estão relacionados com a descrição do local, instalação, unidades, redes de fluidos, barreiras de segurança e os armazenamentos; processo e reações estão relacionados a operações e descrição tarefas, física e características químicas do processo, parâmetros cinéticos e calorimétricos, condições de funcionamento e condições normais de funcionamento; substâncias estão relacionadas com o tipo de substância física e as propriedades químicas, as quantidades e os dados toxicológicos; probabilidade e frequência estão relacionadas com o tipo de falha, a probabilidade e a frequência de falha, a falha humana, a taxa de falha e a probabilidade de exposição; política e gestão estão relacionadas com a manutenção, organização, política de segurança, gestão de segurança do sistema, gestão de transportes e custos de equipamentos; ambiente está relacionado ao meio ambiente local, dados topográficos, densidade de população, ambiente construído; texto e conhecimento histórico estão relacionados com os padrões e regulamentos e conhecimento histórico.

A maior parte das metodologias de riscos existentes baseia-se na descrição geral do local (planos e diagramas) e considera os dados de entrada do ambiente, a saber: plano ou diagrama; processo e reações; produtos. Os dados de entrada do ambiente, assim como determinados dados de entrada mais específicos (política e gestão, meio ambiente e textos e conhecimento histórico) são principalmente empregados em métodos determinísticos. Os métodos determinísticos e

probabilísticos utilizam como principais dados de entrada: probabilidade e frequência; plano ou diagrama; produtos.

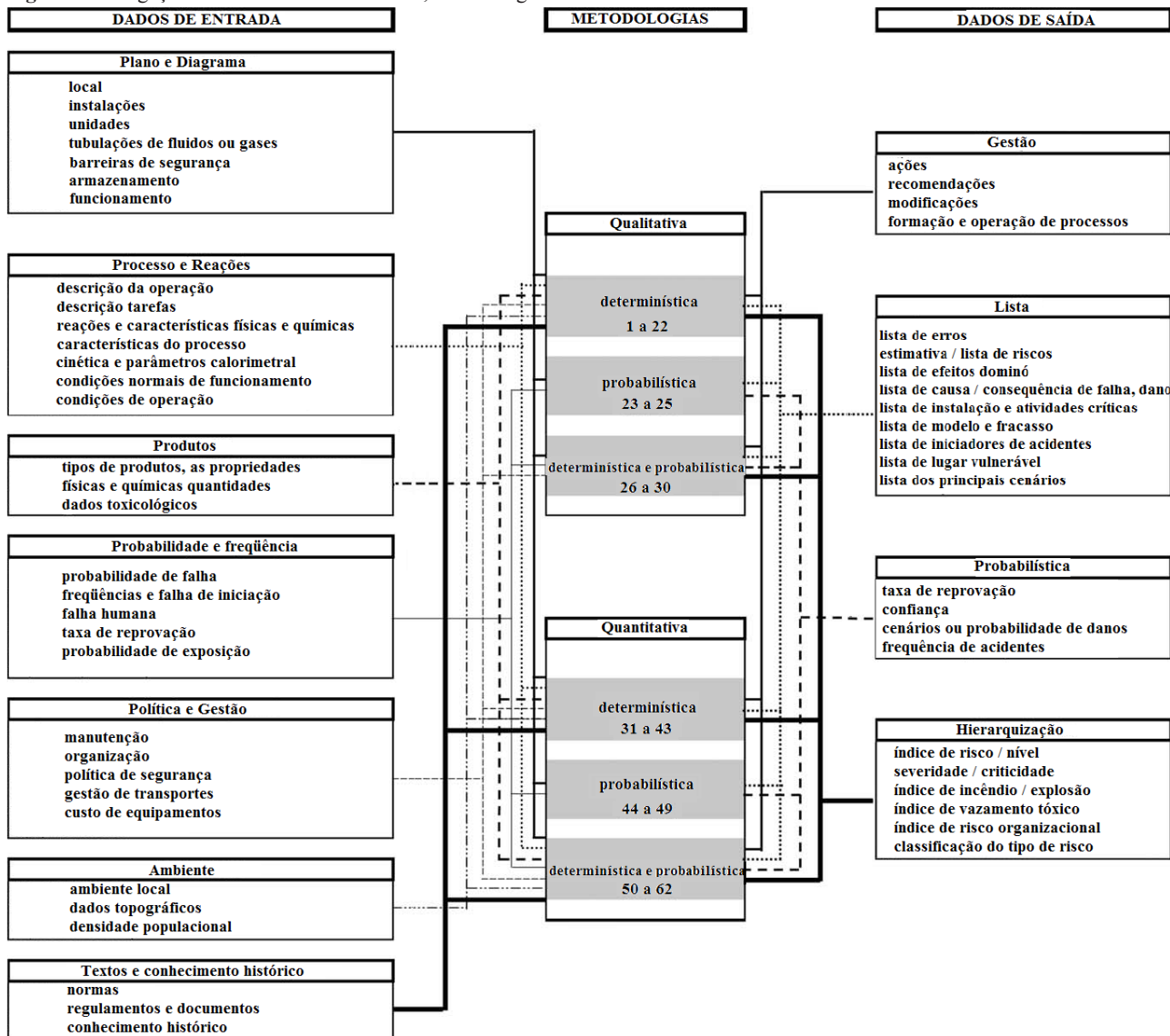
## 2.5 Tipos de dados de saída

Os dados de saída podem ser qualitativos, como recomendações, ou quantitativos, como índice do nível de risco. São propostas quatro classes de dados de saída: gestão, que está relacionada a ações, recomendações, modificações, e formação ou procedimentos de operação; as listas, que estão relacionadas às listas de erros, perigos, efeito dominó, causas / consequências, falhas e danos, atividades críticas, modo de falha, iniciadores de acidentes, lugar vulnerável e os principais cenários de acidentes; a probabilidade, que está relacionada à taxa de falha, confiabilidade, aos cenários ou à probabilidade de danos e frequência de acidentes; a hierarquização, que está relacionada ao índice de nível risco, a gravidade e a criticidade, incêndio, explosão, vazamento índice tóxico, índice organizacional e a classificação de acordo com o tipo de risco.

Dados de saída, como gestão e listas, são baseados em escolhas de especialistas e fornecem resultados qualitativos, enquanto os dados de saída como probabilidade e hierarquização fornecem resultados quantitativos. Os resultados de hierarquização e probabilidade são obtidos, principalmente, na forma de listas. Os métodos determinísticos e probabilísticos podem proporcionar os outros tipos de modelos de saída citados.

A fim de facilitar a escolha do método adequado ao gestor ou projetista, apresenta-se o resumo dos tipos de dados de entrada, tipos dos dados de saída e as metodologias (Figura 2).

Figura 1: As ligações entre os dados de entrada, metodologias e dados de saída



Fonte: Tixier et al. (2002, p.297).

## 2.6 Segurança contra incêndio

A normatização internacional define incêndio como combustão rápida disseminando-se de forma descontrolada no tempo e no espaço (ISO, 1987). Os objetivos fundamentais da segurança contra incêndio são minimizar o risco à vida e reduzir a perda patrimonial. Ao tema, Fitzgerald (2003) acrescenta que os elementos estruturais e arquitetônicos devem impedir a propagação da chama em caso de incêndio, aumentando a probabilidade de sobrevivência dos ocupantes.

O sistema de segurança contra incêndio consiste em um conjunto de meios ativos (como detecção de calor e fumaça, chuveiros automáticos, brigada contra incêndio) e meios passivos (resistência ao fogo das estruturas, compartimentação e saídas de emergência). Tal sistema deve assegurar a fuga dos ocupantes sem que haja risco e garantir tanto a minimização dos danos a edificações adjacentes e à infraestrutura pública, quanto a eficiência do combate a incêndio, quando necessário.

As chamadas medidas de prevenção objetivam evitar

incêndios (união do calor com combustíveis) e serão mais relevantes no projeto quanto maior a quantidade e mais fracionado o combustível (gases, vapores, poeira). Em síntese, são as medidas que trabalham o controle dos materiais combustíveis (armazenamento/quantidade), das fontes de calor (solda/eletricidade/cigarro) e do treinamento (educação) das pessoas para hábitos e atitudes preventivas. Já as medidas de proteção visam dificultar a propagação do incêndio e manter a estabilidade da edificação.

Normalmente são divididas em proteções ativas e passivas, conforme trabalhem reagindo ou não em caso de incêndio. Alguns exemplos de medidas de proteção passiva citadas por Brasil (1995) são as paredes e portas corta-fogo, os diques de contenção, os armários e contentores para combustíveis, afastamentos, proteção estrutural e ainda o controle dos materiais de acabamento utilizados na edificação. Como medidas de proteção ativas citam-se o sistema de ventilação (tiragem) de fumaça e o sistema de chuveiros automáticos.

O combate compreende tudo o que é usado para extinguir incêndios, desde equipamentos manuais (hidrantes e extintores) complementados por equipes treinadas, sistemas de detecção e alarmes, sistemas automáticos de extinção, corpo de bombeiros públicos e privados, condições de acesso à edificação pelo socorro público até reserva de água (e hidrantes públicos).

Normalmente constituído por medidas de proteção passiva, tais como escadas seguras, paredes, portas (corta-fogo), os meios de escape podem incluir proteção ativa, como sistemas de pressurização de escadas. Essa medida de proteção contra incêndio destaca-se das demais devido a sua importância fundamental para garantir a segurança e a sobrevivência dos ocupantes, visto que as equipes de resposta normalmente acessam a edificação e as vítimas por meios de escape.

As ações adotadas para que se alcance segurança adequada em um edifício devem ser coerentes e implantadas de maneira conjunta. A metodologia que considera que essas ações constituem o sistema global de segurança contra incêndio, o qual é particular a cada edifício, denomina-se Metodologia baseada no gerenciamento (Metodologia de gerenciamento ou Projeto gerenciado).

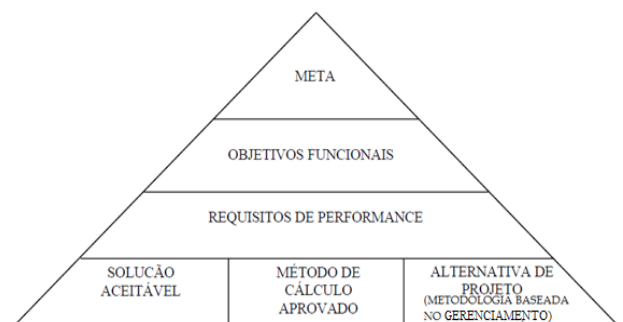
“O conceito de Gerenciamento não é totalmente novo e já foi adotado na Austrália, Inglaterra, Nova Zelândia, Suécia, Japão, Canadá, Finlândia, Noruega, Dinamarca, Hong Kong, Singapura, África do Sul, EUA” (TAVARES, 2009, p.751). Tal conceito possibilita ao projetista a liberdade de selecionar uma grande variedade de sistemas que atendam aos requisitos de segurança. De acordo com Lo *et al.* (2008), a vantagem significativa da metodologia de projeto e construção baseada nos Códigos Prescritivos é que eles são fáceis de implementar e são aplicáveis a edifícios regulares. No entanto, com o rápido desenvolvimento da arquitetura para lidar com as avançadas tecnologias construtivas e com a ousadia dos projetistas, mais e mais países estão abandonando a metodologia “uniformista”

prescritiva para a implementação da metodologia de gerenciamento.

A metodologia de Gerenciamento baseia-se na adequação do sistema de segurança às características construtivas do edifício. Dessa forma, para a aprovação do projeto de incêndio, necessita-se de equipe de especialistas para avaliar se as soluções adotadas pelo projetista correspondem ao nível de segurança recomendado. A elaboração do projeto baseado no Gerenciamento possibilita ao profissional desenvolver um projeto dentro do aceitável e, ao mesmo tempo, exigido pelos códigos, porém com certa liberdade para projetar um sistema que seja mais adequado a cada caso específico.

Ilustra-se, na Figura 2, a relação hierárquica para projeto baseado no Gerenciamento.

**Figura 2:** Relação hierárquica para projeto baseado no Gerenciamento



Fonte: Dados da pesquisa.

## 2.7 Projeto de incêndio eficaz

Os requisitos funcionais que o projetista deve levar em consideração durante a elaboração de um projeto de incêndio eficaz estão ligados às etapas de desenvolvimento do mesmo e aos riscos existentes em cada etapa. No Quadro 2, pode-se observar a relação entre os riscos presentes durante o sinistro e os objetivos que o projetista deve ter em mente para extingui-los ou minimizá-los.

**Quadro 2:** Relação entre os objetivos da segurança e as categorias de risco

Categoria de Risco	Objetivos Gerais	Objetivos Específicos
Risco de início do incêndio	- redução de perdas humanas; - redução de perdas econômicas; - redução de perdas sociais.	- segurança da vida humana; - segurança da propriedade atingida.
Risco do crescimento do incêndio	- redução de perdas humanas; - redução de perdas econômicas; - redução de perdas sociais.	- segurança da vida humana; - segurança da propriedade atingida.
Risco da propagação do incêndio	- redução de perdas humanas; - redução de perdas econômicas; - redução de perdas sociais.	- segurança da vida humana; - segurança da propriedade atingida; - segurança da propriedade adjacente.
Risco à vida humana	- redução de perdas humanas; - redução de perdas sociais.	- segurança da vida humana.
Risco à propriedade	- redução de perdas humanas; - redução de perdas econômicas; - redução de perdas sociais.	- segurança da vida humana; - segurança da propriedade atingida; - segurança da propriedade adjacente.

Fonte: Mitidieri e Ioshimoto (1998).



A Figura 3 foi elaborada com a intenção de demonstrar a relação dos requisitos funcionais que, de acordo com Seito *et al.* (2008), devem ser contemplados no processo produtivo e no uso do edifício para extinguir os riscos. A partir da garantia do atendimento aos requisitos funcionais obtém-se o chamado Sistema Global de Segurança Contra Incêndio.

**Figura 3:** Requisitos funcionais de segurança para obtenção de um projeto eficaz na proteção contra incêndio



Fonte: Baseado em Seito *et al.* (2008).

De acordo com os requisitos apresentados, a segurança contra incêndio precisa ser considerada em todas as etapas de elaboração do projeto de uma edificação.

Segundo Seito *et al.* (2008, p.56),

grande parte da segurança contra incêndio dos edifícios é resolvida na fase de projeto, e se algum dos requisitos funcionais for desconsiderado, o edifício ficará suscetível a riscos de inconveniências funcionais, gastos excessivos e níveis de segurança inadequado.

Contudo, ressalte-se que parte considerável dos problemas com relação à proteção contra incêndio ocorre durante a fase de operação do edifício e depende da caracterização do tipo de ocupação, de usuário e das regulamentações prescritivas existentes.

As medidas de prevenção contra o incêndio se destinam a prevenir a ocorrência do início do incêndio. Já as medidas de proteção contra incêndio são aquelas que visam à proteção da vida humana, da propriedade e dos bens materiais dos danos causados pelo incêndio instalado no edifício. Posto isso, analisando o sistema global de segurança contra incêndio, as medidas de proteção se manifestam quando as medidas de prevenção falham, ocasionando o surgimento do incêndio.

No Quadro 3 são apresentadas as principais medidas de prevenção e de proteção contra incêndio no âmbito do processo produtivo (dispostas com relação aos aspectos construtivos) e do uso dos edifícios (resultantes das fases de operação e manutenção do edifício).

**Quadro 3:** Sistema Global da Segurança contra Incêndio

Elemento	Principais medidas contra incêndio	
	Relativas ao processo produtivo do edifício	Relativas ao uso do edifício
Precaução contra o início do incêndio	- correto dimensionamento e execução de instalações de serviço; - distanciamento seguro entre fontes de calor e materiais combustíveis; - provisão de sinalização de emergência.	- correto dimensionamento e execução de instalações do processo; - correta estocagem e manipulação de líquidos inflamáveis e combustíveis e de outros produtos perigosos; - manutenção preventiva e corretiva dos equipamentos e instalações que podem provocar o início do incêndio; - conscientização do usuário para a prevenção do incêndio.
Limitação do crescimento do incêndio	- controle da quantidade de materiais combustíveis incorporados aos elementos construtivos; - controle das características de reação ao fogo dos materiais incorporados aos elementos construtivos.	- controle da quantidade de materiais combustíveis incorporados aos elementos construtivos.
Extinção inicial do incêndio	- provisão de equipamentos portáteis; - provisão de sistema de hidrantes e mangotinhos; - provisão de sistema de chuveiros automáticos; - provisão de sistema de detecção e alarme; - provisão de sinalização de emergência.	- manutenção preventiva e corretiva dos equipamentos de proteção destinados à extinção inicial do incêndio; - elaboração de planos para a extinção inicial do incêndio; - treinamento dos usuários para efetuar o combate inicial do incêndio; - formação e treinamento de brigadas de incêndio.
Limitação da propagação do incêndio	- compartimentação horizontal; - compartimentação vertical; - controle da quantidade de materiais combustíveis incorporados aos elementos construtivos; - controle das características de reação ao fogo dos materiais incorporados aos elementos construtivos.	- manutenção preventiva e corretiva dos equipamentos destinados a compor a compartimentação horizontal e vertical; - controle da disposição de materiais combustíveis nas proximidades das fachadas;

Evacuação segura do edifício	<ul style="list-style-type: none"> <li>- provisão de sistema de detecção e alarme;</li> <li>- provisão de sistema de comunicação de emergência;</li> <li>- provisão de rotas de fuga seguras;</li> <li>- provisão do sistema de iluminação de emergência;</li> <li>- provisão do sistema do controle do movimento da fumaça;</li> <li>- controle das características de reação ao fogo dos materiais incorporados aos elementos construtivos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- manutenção preventiva e corretiva dos equipamentos destinados a garantir a evacuação segura;</li> <li>- elaboração de planos de abandono do edifício;</li> <li>- treinamento dos usuários para a evacuação de emergência;</li> <li>- formação e treinamento de brigadas de evacuação de emergência.</li> </ul>
Precaução contra a propagação do incêndio entre edifícios	<ul style="list-style-type: none"> <li>- distanciamento seguro entre edifícios;</li> <li>- resistência ao fogo da envoltória dos edifícios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- controle das características de reação ao fogo dos materiais incorporados aos elementos construtivos (na envoltória do edifício);</li> <li>- controle da disposição de materiais combustíveis nas proximidades das fachadas.</li> </ul>
Precaução contra o colapso estrutural	<ul style="list-style-type: none"> <li>- resistência ao fogo dos elementos estruturais;</li> <li>- resistência ao fogo da envoltória do edifício.</li> </ul>	---
Rapidez, eficiência e segurança das operações de combate e resgate	<ul style="list-style-type: none"> <li>- controle da quantidade de materiais combustíveis incorporados aos elementos construtivos;</li> <li>- controle das características de reação ao fogo dos materiais incorporados aos elementos construtivos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- controle da quantidade de materiais combustíveis incorporados aos elementos construtivos.</li> </ul>

Fonte: Berto (1991).

### 3 Conclusão

A utilização de metodologias de análise de risco contribui para a prevenção de acidentes e potencializa a preparação para respostas de emergência.

A análise de riscos eficazmente desenvolvida e gerenciada, além de reduzir os riscos e mitigar os impactos, ajuda a planejar os serviços e etapas do projeto, não havendo prejuízos quanto ao tempo, custo e qualidade exigida pelo cliente.

O bom planejamento e o correto desenvolvimento e condução de projetos, baseados em princípios, técnicas, ferramentas e habilidades, propicia aos gerentes aumentar a efetividade da gestão, alcançando melhores resultados e otimizando as oportunidades possíveis em cada projeto.

Análise e gestão de riscos são primordiais para a elaboração e condução de projeto eficaz de combate a incêndio. O êxito na obtenção da efetiva segurança contra incêndio é dependente do conhecimento prévio dos objetivos dessa segurança e dos requisitos funcionais a serem atendidos.

As ações adotadas para se alcançar a segurança adequada em uma edificação devem ser coerentes e implantadas de maneira conjunta. Essas ações constituem o sistema global de segurança contra incêndio, particular a cada edifício. Sua concepção e seu desenvolvimento cabem a um profissional da área, o qual, após análise de todos os aspectos da edificação, esteja apto a aplicar os requisitos necessários para a obtenção da segurança global contra incêndio.

### Referências

ALENCAR, A.J.; SCHMITZ, E.A. *Análise de risco em gerência de projetos*. Rio de Janeiro: Brasport, 2006.

ALLEN, F.R. *et al. The management: risk to society from potential accidents*. London: Elsevier, 1992.

BERTO, A.F. *Medidas de proteção contra incêndio: aspectos fundamentais a serem considerados no projeto arquitetônico dos edifícios*. 1991. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Paulo.

BOEHM, B.W. Software risk management: principles and practices. *IEEE Software*, v.8, n.1, p.32-41, 1991.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Assistência à Saúde. Série Saúde & Tecnologia Textos de apoio à programação física dos estabelecimentos assistenciais de saúde: condições de segurança contra incêndio. Brasília: MS, 1995.

CARPENTER, R.A. Risk assesment. impact assesment. *Taylor Francis*, v.13, n.2, p.153-187, 1995.

FITZGERALD, R. The anatomy of building fire safety. The Framework Center for Fire Safety Studies, Worcester Polytechnic, 2003.

FUNDACENTRO. Curso de engenharia do trabalho. São Paulo: Fundacentro, 1981.

ISO - International Standardization for Organization. ISO 8421 Part 1. *General terms and phenomena of fire*. Genève: Switzerland, 2000.

LO, S.M. *et al. A simulation model for studying the implementation of performance-based fire safety design in buildings*. Automation in Construction, 2008. Disponível em <<http://www.elsevier.com/locate/autcon>>. Acessado em: 22 fev. 2015.

MELHADO, S.B. *Edifícios de estrutura de aço: segurança contra incêndio e sistemas de proteção da estrutura*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

MITIDIERI, M.; IOSHIMOTO, E. *Proposta de classificação de materiais e componentes construtivos com relação ao comportamento frente ao fogo: reação ao fogo*. Boletim Técnico.

São Paulo: USP, 1998.

ONO, R. *Segurança contra incêndio em edificações: um sistema de coleta e análise de dados para avaliação de desempenho*, 1997. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

PMI - Project Management Institute. *Um guia dos conhecimentos em gerenciamento de projetos* (Guia PMBOK®). Newtown Square: Project Management Institute, 2009.

SANTOS, P.S.M. *Gestão de riscos empresariais: um guia prático e estratégico para gerenciar os riscos de sua empresa*. São Paulo: Novo Século, 2002.

SCHMITZ, E.A.; ALENCAR, A.J.; VILLAR, C.B. *Modelo qualitativo de análise de risco: para projetos de tecnologia da*

*informação*. Rio de Janeiro: Brasport, 2007.

SEITO, A.I. *et al. A segurança contra incêndio*. São Paulo: Projeto, 2008.

SUTER, G.W. *Ecological risk assesment*. Chelsea: Lewis, 1993.

TAVARES, R.M. An analysis of the fire safety codes in Brazil: is the performance-based approach the best practice? *Fire Safety J.*, v. 44, n.5, p.749-755, 2009.

TIXIER, J. *et al.* Review of 62 risk analysis methodologies of industrial plants. *J. Loss Prev. Proc. Ind.*, v.15, p. 291-303, 2002.

VARGAS, M.R.; SILVA, V.P. *Resistência ao fogo das estruturas de aço*. Rio de Janeiro: CBCA, 2003.