



**FCTUC** DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL  
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

# **GESTÃO INTEGRADA DO SISTEMA DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIOS EM EDIFÍCIOS E RECINTOS**

DISSERTAÇÃO DO  
MESTRADO EM SEGURANÇA  
AOS INCÊNDIOS URBANOS

**Autor**

**António Braz Leiras**

**Orientadores:**

**Lino José Marques**

**João Paulo Rodrigues**

**Coimbra, 15 de Agosto de 2014**

## **RESUMO**

A evolução Humana e o decorrente desenvolvimento tecnológico, ao constituírem-se como fatores de bem-estar e prosperidade, arrastam consigo invariavelmente novos desafios, no domínio da segurança contra incêndios, para as organizações e sociedades modernas e respetivas comunidades onde de inserem, nas mais diversas vertentes da atividade Humana. Para garantir níveis de segurança aceitável é fundamental existirem sistemas de gestão eficazes da segurança contra incêndios.

Pode dizer-se que a segurança contra incêndios dos edifícios e recintos, na sua versão mais abrangente, se consubstancia num sistema que integra componentes como o projeto de segurança contra incêndios, as organizações no âmbito da prevenção e resposta a emergências, a capacitação das pessoas para o desempenho da atividade de segurança contra incêndios e o controlo do sistema de segurança contra incêndios instalado.

Para uma gestão eficaz desse sistema é fundamental criar ferramentas que permitam planear, executar e controlar as referidas componentes do sistema, numa perspetiva proativa. A presente tese pretende abordar o processo de gestão do sistema de segurança contra incêndios existente em Portugal, estudando as diversas componentes que concorrem para a qualidade e segurança do mesmo, propondo um modelo de gestão que integre, entre outros aspetos, o da avaliação de desempenho do sistema, tendo em conta as componentes acima referidas.

**Palavras-chave:** Gestão, desempenho, qualidade, segurança, auditorias.

## **ABSTRACT**

Human Evolution and the resulting technological development, to constitute themselves as factors of well-being and prosperity, invariably bring with them new challenges in the field of fire safety for organizations in modern societies and in the communities where they are inserted, in various aspects of Human activity. To ensure acceptable levels of safety, it is critical that. To ensure acceptable levels of safety, it is critical that effective management systems exist for fire safety.

It can be said that fire safety of buildings and enclosures, in its most comprehensive, is embodied in a system that integrates the quality and suitability of components such as the design of fire safety project, organizations for fire prevention, the response to emergencies, capability of people to perform the activity of fire safety and for last, the control of the fire safety system installed.

For the effective management of this system is essential to create tools to plan, execute and monitor these system components in a proactive perspective. This thesis aims to address the process of management of the security risk system for fires in Portugal, proposing a management model that integrates, among other aspects, the performance evaluation system of the components referred above.

Keywords: management, performance, safety, quality, regulations, audits;

## **DEDICATÓRIA**

A reflexão é o início do processo criativo que nos pode trazer o imenso prazer da descoberta e da indescritível sensação da autorrealização, como via de partilha inovadora para a construção de um mundo melhor e mais seguro.

Agradecimento aos meus Mestres

## ÍNDICE GERAL

<i>RESUMO</i> .....	<i>ii</i>
<i>ABSTRACT</i> .....	<i>iii</i>
<i>DEDICATÓRIA</i> .....	<i>iv</i>
<i>ÍNDICE GERAL</i> .....	<i>v</i>
<i>ABREVIATURAS</i> .....	<i>viii</i>
INTRODUÇÃO .....	10
<b>1 APRESENTAÇÃO DO TRABALHO</b> .....	<b>12</b>
1.1 Formulação do Problema.....	12
1.2 Justificação .....	13
1.3 Enquadramento e objetivos da dissertação.....	14
1.4 Estado de desenvolvimento da segurança contra incêndios em edifícios e recintos. ....	15
<b>2 CONCRETIZAÇÃO DA SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E DO MODELO DE GESTÃO</b> .....	<b>17</b>
2.1 Constituintes do SASCIE .....	19
2.2 Gestão do Sistema de autoproteção e Segurança contra Incêndios em E/R .....	20
2.3 Teorização do modelo de apoio à gestão do SASCIE .....	26
<b>3 FATORES CRÍTICOS DE ANÁLISE DOS INDICADORES DE PREVENÇÃO E PROTEÇÃO</b> .....	<b>27</b>
3.1 INDICADOR DE PREVENÇÃO (ÍNDICE PREV) .....	27
3.1.1 DOMÍNIO DE AÇÃO “POTENCIAL DE IGNIÇÃO” .....	33
3.1.2 DOMÍNIO DE AÇÃO “POTENCIAL DO CONTEXTO” .....	44
3.1.3 DOMÍNIO DE AÇÃO “POTENCIAL HUMANO” .....	49
3.1.4 DOMÍNIO DE AÇÃO “POTENCIAL DOS EQUIPAMENTOS E SISTEMAS” .....	59
3.2 INDICADOR DE PROTEÇÃO (ÍNDICE PROT) .....	61
3.2.1 DOMÍNIO DE AÇÃO “POTENCIAL DE PROPAGAÇÃO” .....	61
3.2.2 DOMÍNIO DE AÇÃO “POTENCIAL DE DANO” .....	67
3.2.3 DOMÍNIO DE AÇÃO “POTENCIAL DE FUGA DOS OCUPANTES” .....	70
3.2.4 DOMÍNIO DE AÇÃO “POTENCIAL DE RESPOSTA À EMERGÊNCIA” .....	74
3.3 Plano de avaliação e controlo .....	78
3.3.1 Cenários de exercícios .....	82
<b>4 MODELO PARA APOIO À GESTÃO INTEGRADA DO SASCIE</b> .....	<b>83</b>
4.1 Aplicação do modelo proposto em contexto real .....	98
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>101</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>103</b>
Anexo A - Indicadores de gestão .....	104

## Índice de Figuras

<i>Figura 1- Ramos principais da árvore de decisões de segurança contra incêndio (fonte: NFPA 550).</i> .....	18
<i>Figura 2- Constituintes (subsistemas) do SASCIE.</i> .....	19
<i>Figura 3 - Sistema integrado de gestão da SCIE.</i> .....	22
<i>Figura 4 - Domínios de ação do SASCIE.</i> .....	23
<i>Figura 5 - Fatores críticos e domínios de ação dos indicadores de prevenção e proteção.</i> .....	26
<i>Figura 6- Ramos Componentes do ramo da prevenção (fonte: NFPA 550).</i> .....	27
<i>Figura 7 - Condições necessárias para a combustão.</i> .....	28
<i>Figura 8 - Campo de inflamabilidade das substâncias.</i> .....	30
<i>Figura 9 - Energia de ativação.</i> .....	31
<i>Figura 10 - Reação química catalisada.</i> .....	31
<i>Figura 11 - Processo da reação de combustão.</i> .....	32
<i>Figura 12 - Uma abordagem sistemática da formação.</i> .....	50
<i>Figura 13 – Ações de formação e respectivas cargas horárias</i> .....	53
<i>Figura 14 – Componentes da proteção segundo a NFPA (fonte: NFPA 550).</i> .....	61
<i>Figura 15 - Fatores críticos e domínios</i> .....	83
<i>Figura 16 - Fatores críticos e domínios</i> .....	85
<i>Figura 17 – Indicadores de análise de três fatores críticos de desempenho</i> .....	93
<i>Figura 18 – Indicadores de um domínio de ação</i> .....	94
<i>Figura 19 – Indicadores do índice PROT</i> .....	95
<i>Figura 20 – Indicadores globais de desempenho do SASCIE</i> .....	96
<i>Figura 21 – Indicadores de estado de situação do SASCIE</i> .....	97
<i>Figura 22 – Indicadores de análise de desempenho do potencial de ignição</i> .....	99
<i>Figura 23 – Indicadores de gestão do domínio de ação do potencial de ignição</i> .....	104
<i>Figura 24 – Indicadores de gestão do domínio de ação do potencial de contexto</i> .....	105
<i>Figura 25 – Indicadores de gestão do domínio de ação do potencial humano</i> .....	106
<i>Figura 26 – Indicadores de gestão do domínio de ação do potencial de equipamentos e sistemas.</i> .....	107
<i>Figura 27 – Indicadores de gestão do domínio de ação do potencial de propagação do incêndio</i> .....	108
<i>Figura 28 – Indicadores de gestão do domínio de ação do potencial de dano humano e material</i> .....	109
<i>Figura 29 – Indicadores de gestão do domínio de ação do potencial de fuga dos ocupantes.</i> .....	110

<i>Figura 30 – Indicadores de gestão do domínio de ação do potencial de resposta a emergências .....</i>	<i>111</i>
<i>Figura 31 – Indicadores de gestão do indicador de prevenção (PREV).....</i>	<i>112</i>
<i>Figura 32 – Indicadores de gestão do indicador de proteção (PROT).....</i>	<i>113</i>
<i>Figura 33 – Indicadores de gestão totais do SASCIE .....</i>	<i>114</i>
<i>Figura 34 – Indicadores de evolução de estado da SCIE .....</i>	<i>115</i>

## Índice de Tabelas

<i>Tabela 1 – Medidas de prevenção mínimas exigidas pela legislação em vigor.....</i>	<i>57</i>
<i>Tabela 2 – Objetivos das medidas preventivas.....</i>	<i>58</i>
<i>Tabela 3 – Níveis pré definidos de exigência face às categorias de risco das UT.....</i>	<i>84</i>
<i>Tabela 4 – Parâmetros de conformidade .....</i>	<i>86</i>
<i>Tabela 5 – Níveis de gravidade e sua determinação.....</i>	<i>86</i>
<i>Tabela 6 – Níveis de probabilidade e sua determinação.....</i>	<i>87</i>
<i>Tabela 7 – Prioridades de intervenção e sua determinação .....</i>	<i>87</i>
<i>Tabela 8 – Indicadores de gestão do modelo proposto.....</i>	<i>91</i>
<i>Tabela 9 – Fatores de ponderação para efeito de médias ponderadas.....</i>	<i>92</i>
<i>Tabela 10 – Matriz de avaliação da SCIE.....</i>	<i>97</i>

## **ABREVIATURAS**

ANPC – Autoridade Nacional de Proteção Civil.

CDI – Central de Detecção de Incêndio.

CDOS – Comandos Distritais de Operações de Socorro.

CGF - Coeficiente de gravidade do potencial de falha.

CGFS – Coeficiente de gravidade do potencial de falha do SASCIE.

CPF - Coeficiente de probabilidade de falha.

CPFS – Coeficiente de probabilidade de falha do SASCIE.

DAA – Domínio de ação abrangido.

DCIM – Densidade de carga de incêndio modificada.

DL – Decreto-Lei.

DR – Decreto-Regulamentar.

DS – Delegado de Segurança.

EMI – Energia mínima de ignição.

EN – Norma Europeia.

EPI – Equipamento de Proteção Individual.

E/R – Edifício ou Recinto.

EUA – Estados Unidos da América.

FEMA – Federal Emergency Management Agency (EUA).

FCD – Fator crítico de desempenho.

IAD - Indicador de análise de desempenho.

IDD - Índice de desempenho de domínio de ação.

IDES – Índice de desempenho do SASCIE

IDS - Índice de desempenho do SASCIE.

MAP – Medidas de autoproteção.

NC - Não conforme

NEI - Nível de eficácia instalada.

NPI - Nível de prioridade de intervenção corretiva.

NPIS – Nível de prioridade de intervenção corretiva do SASCIE.

NSIS - Nível de segurança instalado no SASCIE.

ORE – Organização de resposta a emergências.

PEI – Plano de emergência interno.

PON – Procedimento operacional normalizado.

PREV – Índice de prevenção.

PROT – Índice de proteção.

PSI – Plano de segurança interno.

RJSCIE – Regulamento Jurídico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios.

ROD - Risco de operação do domínio de ação.

ROPS - Risco de operação do SASCIE.

RTSCIE – Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios.

SASCIE – Sistema de autoproteção e segurança contra incêndios em edifícios e recintos.

SCI – Segurança contra incêndios.

SCIE – Segurança contra incêndios em edifícios e recintos.

SGSC - Sistema de gestão da segurança contra incêndios.

SI – Serviço de incêndio.

SM – Sujeito a melhoria.

SSI – Serviço de segurança contra incêndios.

UT- Utilização tipo.

## **INTRODUÇÃO**

Sendo o fogo uma das principais ameaças ao Homem, sem ele, jamais o mesmo atingiria um tão elevado nível de desenvolvimento, progresso e bem-estar económico e social. Pode dizer-se que a grande diferença entre os benefícios e os malefícios do fogo está “simplesmente” na capacidade e competência que o Homem demonstra para o controlar num determinado contexto espaço temporal. Na ausência do controlo, o fogo pode ganhar dimensão e transformar-se perigosamente em incêndio, com as consequências tantas vezes trágicas e economicamente irreparáveis. É perante esta evidência que a engenharia de segurança contra incêndios ganha dimensão e se torna disciplina indispensável para o desenvolvimento sustentado das sociedades contemporâneas.

É através desta importante disciplina que o Homem tem tentado limitar os efeitos nefastos do risco de incêndio inerentes a esse desenvolvimento tecnológico, social e económico. Destes, é exemplo a cada vez maior exposição das comunidades humanas ao perigo que constituem a maior e mais complexa altimetria e planimetria dos edifícios, os processos industriais cada vez mais complexos e a quantidade cada vez maior de produtos combustíveis manuseados e armazenados nas instalações industriais ou transportados nos mais diversos meios de transporte.

Em toda a atividade humana e na que particularmente diz respeito à construção e exploração dos edifícios e recintos, a SCI é um requisito fundamental para garantir a segurança dos ocupantes, do património e do ambiente. Neste caso, as falhas de segurança podem traduzir-se em pesadas perdas, das quais a morte se apresenta como a situação mais trágica. Para além desta, outras podem advir da perda de património material ou imaterial. Nas empresas, os custos elevados originados pela não continuidade do negócio e pela reparação ou substituição das estruturas afetadas podem ainda levar ao desaparecimento das mesmas, com a consequente perda de postos de trabalho e irremediáveis custos pessoais e sociais.

A fim de evitar tais cenários, o atual regime jurídico de segurança contra incêndios em edifícios e recintos (RJSCIE), apesar das exceções referidas no mesmo, requer a existência de um sistema de autoproteção e segurança contra incêndio (SASCIE). Contudo, o tempo tem-se encarregado de demonstrar que a simples existência desse requisito legal, por si só, não garante níveis aceitáveis de SCIE, se o mesmo não for acompanhado por uma gestão

proficiente, nomeadamente por um efetivo controlo de qualidade de desempenho desse sistema.

Tendo sempre presente que, no caso de E/R, aspetos como altimetria e planimetria dos edifícios, a natureza da ocupação e o risco de incêndio inerente às atividades neles desenvolvidas determinam a dimensão e a dotação do SASCIE, nomeadamente quanto ao tipo de estrutura organizacional, alocação de recursos e níveis de formação, não se pode deixar de referir que o processo de gestão será sempre complexo e exigente, requerendo conhecimentos específicos e apoio técnico especializado, os quais nem sempre estão facilmente acessíveis. Isso é tão mais verdadeiro, quanto mais se quiser reconhecer que esta área de conhecimento, entre nós, ainda não está suficientemente estudada nem desenvolvida, principalmente no âmbito da gestão da emergência e nomeadamente no que concerne à organização implementação e controlo do SASCIE.

De resto, basta comparar as nossas atuais práticas com o que demonstram os estudos desenvolvidos no Reino Unido [1], nomeadamente no desenvolvimento de modelos de sistemas de gestão da segurança [2], para concluirmos que a esse respeito ainda nos encontramos numa fase algo incipiente, se quisermos comparar os nossos padrões de desempenho com o que de melhor se faz a nível internacional.

Ciente da realidade nacional relativamente à segurança contra incêndios em edifícios, é objetivo da presente dissertação, equacionar a problemática da gestão da segurança contra incêndios, propondo um Modelo de Gestão Integrada da Segurança Contra Incêndios em E/R que ajude a manter níveis aceitáveis de segurança contra incêndio nos mesmos. Para isso pretende-se abordar a SCIE nas suas mais diversas dimensões, no sentido de perspetivar um modelo que se constitua como mais uma ferramenta que ajude a gerir o SASCIE e consequentemente a avaliar o seu desempenho. De resto, é a gestão e, dentro desta, o processo de avaliação de desempenho que merecerão o foco das atenções da presente dissertação, uma vez que são estes, eventualmente, os menos abordados e praticados na atual realidade nacional.

# **1 APRESENTAÇÃO DO TRABALHO**

## **1.1 Formulação do Problema**

A engenharia de segurança contra incêndios em Portugal é, não raras vezes, vista como um ramo menor das engenharias, havendo a tendência para minimizar a sua importância e limitar o seu alcance no normal processo de desenvolvimento técnico, científico e mesmo social. Em Portugal a segurança de uma forma geral e em particular a segurança contra incêndios, por regra, está ausente ou não é suficientemente tratada dos primeiros aos últimos ciclos do ensino oficial, facto que se reflete mais tarde na atitude dos mais diversos agentes sociais, desde o cidadão comum até ao mais ilustre governante, passando pelo simples gestor de empresas.

Num quadro desta natureza admite-se como natural a falta de sensibilidade que a população em geral e os decisores em particular possuem acerca dos mais elementares princípios da segurança contra incêndios (SCI), facto este que constitui uma barreira ao desenvolvimento deste ramo da ciência nos âmbitos do ensino oficial e privado.

Quando não se domina uma determinada área do saber, tem-se a tendência para simplificá-la, quando não para negar a importância dessa área do saber. Isto parece ser o caso da segurança contra incêndios em Portugal. Houve-se com relativa frequência nos círculos académicos que não faz sentido uma formação a nível superior em engenharia ao incêndio por esta ser uma área sem conteúdos, havendo mesmo quem a negue como ciência. A realidade em países como os EUA ou o Reino Unido é bem contrária e desmente totalmente essa prática. Talvez por isso a existência, nesses países, de uma visão bem mais abrangente e responsável acerca das questões da SCI.

Obviamente que esta atitude redutora, de resto bem portuguesa, face à SCI se paga caro, principalmente num país como o nosso que se pretende desenvolvido, contudo invariavelmente cego aos riscos inerentes e esse desenvolvimento. Os estudos apontam e a experiência diz-nos que a um maior desenvolvimento social, urbano ou industrial corresponde sempre um aumento do risco de incêndio, tendo, as mais recentes catástrofes, demonstrado que o Homem ao negar este princípio, tem-se vindo a confrontar com a própria negação de si mesmo, do seu património individual e valores coletivos.

Em Portugal a entrada em vigor do Regime Jurídico de Segurança Contra Incêndios, se mais não fizesse, pelo menos teve a virtude de colocar a segurança contra incêndios na ordem do

dia. Face a essa realidade, quer as abordagens mais assentes na análise prescritivas quer as mais assentes na análise de desempenho têm vindo a fazer o seu caminho, apesar da relativa falta de informação acerca das omissões do atual quadro legislativo.

## **1.2 Justificação**

Desde os primórdios da Humanidade que o Homem se tem confrontado com grandes catástrofes e apesar disso nem sempre tem aprendido com os seus próprios erros. Alguns desses exemplos foram o grande incêndio de Roma (No ano de 64 d.C), o grande incêndio de Londres (Reino Unido, 1666); Flixborough (Reino Unido, 1974), San Juanico (México City, 1984), Bhopal (Índia, 1984), incêndio no aeroporto de Manchester (Reino Unido, 1985), Chernobyl (Ucrânia, 1987), Piper Alpha (Reino Unido, 1988), Tunnel Channel (Reino Unido-França, 1995), Torre Windsor (Madrid, 2005), Centro Comercial Palladium (Praga,2008) e mais recentemente o incêndios na boate Kiss (Brasil, 2013) que acabou por matar 240 pessoas.

Esta realidade te vindo a destacar a necessidade de melhorar radicalmente o desempenho dos sistemas de segurança contra incêndios em geral e particularmente as organizações de resposta de resposta a emergências. Por isso, a segurança em geral e a segurança contra incêndios em particular têm-se vindo a tornar temas de crescente importância nos últimos anos, se por mais não fosse, pela exposição que estes tipos de notícias têm tido nos órgãos de comunicação social. A necessidade de maiores mudanças relativamente aos sistemas de gestão da SCI foi enfatizada pelo relatório Cullen [3] relativamente ao incêndio da Piper Alpha.

Como noutros países, também em Portugal, a necessidade de melhorar desempenhos da SCIE tem sido impulsionada não só por incêndios como o do Chiado (1988) ou o da Petrolgal de Leça da Palmeira (2004), mas também pelas mudanças impostas pela própria legislação de segurança, Saúde e ambiente, nomeadamente pelo Regime Jurídico da Promoção da Segurança e Saúde no Trabalho [4]. Contudo, incêndios mais recentes como o Retail Park de Portimão (2012) e ainda mais recentemente o incêndio de um armazém da Conforama (2014), são exemplos de grandes incêndios que têm vindo a reclamar, nem sempre com os melhores resultados, uma abordagem mais cuidada e efetiva à segurança contra incêndio e uma reflexão mais focada no desenvolvimento de modelos que, entre outros aspetos, induzam critérios de qualidade e segurança no processo de gestão do SASCIE.

Nesse sentido, a sociedade portuguesa tem vindo paulatinamente a despertar para os assuntos da segurança contra incêndios e conseqüentemente a desenvolver políticas de maior rigor relativamente à mesma, cujo melhor exemplo é a produção de legislação de segurança contra incêndios específica [5,6]. Também o meio académico tem contribuído para a promoção de melhores condições de SCIE através de alguma discussão, mesmo que pontual, acerca de quais os processos potenciadores de maior eficácia no domínio da gestão da SCIE.

As organizações modernas podem atingir um nível elevado de segurança contra incêndios através de bons programas de gestão em áreas como as inspeções de segurança, formação do pessoal, manutenção dos equipamentos, bem como a prevenção e proteção contra incêndios (Blye e Bacon, 2003). [7]

É em todo este contexto que parece fazer sentido abordar, na presente dissertação, a gestão da segurança contra incêndios, equacionando aquilo a que o autor designa por Domínios de ação e respetivos fatores críticos de desempenho do sistema, e por via disso estudar as suas interdependências, por forma a perspetivar um modelo experimental de gestão integrada do SASCIE.

É expectável que este tipo de abordagem possa promover condições mais favoráveis para o desenvolvimento de modelos especificamente dirigidos para a gestão dos sistemas de segurança contra incêndio dos E/R, sem deixar de atender a requisitos mais amplos no âmbito da segurança, saúde e proteção do ambiente.

### **1.3 Enquadramento e objetivos da dissertação**

A presente dissertação tem como objeto de estudo, a *Gestão Integrada do Sistema de Segurança Contra Incêndios em edifícios e recintos*, de modo a promover uma nova abordagem integradora dos diversos constituintes da SCIE e do seu controlo sistematizado. O foco principal da presente dissertação de mestrado é o estudo, análise e desenvolvimento de um modelo de gestão do SASCIE, bem como o desenvolvimento de metodologias para avaliação do mesmo. O estudo irá materializar-se nos seguintes aspetos:

- Determinação dos requisitos legais e normativos relativamente ao sistema de autoproteção e segurança contra incêndios em edifícios e recintos;

- Estudo dos domínios de ação, fatores críticos e respetivos indicadores de análise, identificando as suas interações e importância relativa para o desempenho do sistema de SCIE;
- Estudo sobre a informação que deve ser considerada crítica para efeito de apoio à gestão, relativamente aos fatores críticos determinados e com base nestes propor *indicadores de gestão*;
- Determinação de fatores de ponderação e posterior proposta de grelha para efeito de controlo e avaliação do desempenho do sistema de segurança contra incêndios;
- Proposta de modelo de apoio à gestão da SCIE e respetiva aplicação num determinado contexto real.

#### **1.4 Estado de desenvolvimento da segurança contra incêndios em edifícios e recintos.**

O RJSCIE determina que o responsável de segurança (RS) estabeleça o sistema de autoproteção e segurança contra incêndios (SCIE) no edifício sob a sua responsabilidade e que para isso poderá nomear um delegado de segurança contra incêndios (DS) em quem delegará essas funções. Embora a legislação não o determine especificamente, a gestão deste sistema requer um conjunto de competências específicas que garanta não só uma efetiva gestão de prevenção contra incêndios no edifício como também uma efetiva gestão da proteção, da qual faz parte a gestão da resposta a emergências. O objetivo do sistema de SCIE é garantir que o edifício se mantenha em condições que garantam a segurança contra incêndio durante toda a sua vida útil. Para que esse objetivo possa ser alcançado em condições aceitáveis, é exigida a elaboração e implementação de medidas de segurança e autoproteção contra incêndio, consubstanciadas em projetos e ou planos de segurança. Para aquisição e manutenção de competências críticas no domínio da SCIE, uma das medidas de autoproteção (MAP) é a exigência de formação para os ocupantes dos edifícios e recintos. Para efeito de controlo do sistema, a entidade reguladora<sup>1</sup> aprova as mesmas e exige que sejam implementadas, realizadas inspeções e vistorias para verificação da manutenção das condições de SCIE e do seu nível de execução. Nesse sentido, um outra MAP é a exigência de realização de simulacros periódicos para avaliar a capacidade da organização e dos ocupantes do edifício para responderem a situações de emergência. Para garantir todos esses requisitos de forma competente será necessário existir capacidade de gestão técnica e operacional do sistema de SCIE.

---

<sup>1</sup> Autoridade Nacional de Proteção Civil (ANPC)

Um problema que se coloca relativamente às MAP é que atualmente parece ser suficiente existir um plano de segurança contra incêndios e o número mínimo de elementos nas equipas de segurança, estipulado por lei, para que os respetivos responsáveis de segurança contra incêndios considerem cumpridas as obrigações legais. No entanto, o RJSCIE refere que os mesmos são responsáveis não só por providenciar a elaboração das MAP, mas também pela sua implementação, não obstante o facto de, não raras vezes, os mesmos se ficarem apenas pela primeira e não queiram ou não saibam levar por diante a segunda.

Outro problema que se coloca, e este relativamente à organização de resposta a emergências, é que o modelo atual permite que a mesma seja validada apenas pela realização do simulacro obrigatório, independentemente dos critérios, nível de exigência e complexidade subjacentes à sua execução ou da capacidade técnica e operacional instalada para efeitos da sua realização, controlo, avaliação e validação dos resultados do mesmo.

Ainda outro problema é saber se efetivamente existem as competências e as ferramentas necessárias e suficientes para efetuar uma gestão criteriosa do SASCIE, de forma a permitir, planear, organizar, dirigir e avaliar o mesmo.

A questão que se pode legitimamente colocar, é se atualmente existem condições para determinar, quantitativa e qualitativamente, a segurança contra incêndio num E/R e se está definido um padrão a partir do qual essa determinação possa ser efetuada.

Infelizmente a realidade no nosso país encarregou-se de demonstrar que o simples facto da lei determinar, por exemplo, que deve existir projeto de SCIE ou medidas de autoproteção, isso, por si só, não garante as condições necessárias e suficientes de segurança dos ocupantes de um determinado E/R, caso o incêndio ou outra situação de emergência aconteça. Tão pouco parece existir uma avaliação qualitativa e quantitativa das diversas componentes que constituem o SASCIE, podendo dizer-se, sem grande margem de erro, que atualmente não existem condições para uma efetiva gestão do mesmo.

Os estudos internacionais mais significativos relativamente a sistemas de gestão da segurança contra incêndios foram desenvolvidos no âmbito da industrial petrolífera [8] e aeronáutica. Os elevados riscos que essas atividades comportam exigem uma gestão da segurança à prova de falha que, acima de tudo, assente no planeamento e controlo das componentes consideradas críticas para a segurança das mesmas.

Em Portugal foram realizados alguns estudos como é o caso do Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra<sup>2</sup> ou o Instituto Superior Técnico.<sup>3</sup>

Apesar disso, o que parece facilmente verificável é que para efeitos de aferição e validação do nível de desempenho do SASCIE seria necessário um modelo de gestão que, entre outras coisas, garantisse ferramentas eficientes de apoio à gestão do mesmo, nas quatro fases do ciclo de gestão [9].

Quanto a isto, parece razoável pensar-se que a solução para os problemas atuais da SCIE deve passar por uma nova abordagem à conceção de modelos integradores dos diversos fatores críticos que possam concorrer para uma adequada gestão da mesma. É nesse sentido que a presente dissertação pretende dar o seu contributo.

## **2 CONCRETIZAÇÃO DA SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E DO MODELO DE GESTÃO**

O conceito de segurança contra incêndio (SCI), apesar de rudimentar, carece de uma análise cuidada e criteriosa, sem a qual será difícil alcançar-se o indispensável rigor para uma adequada abordagem aos temas a ela associada. Fazer um exercício acerca do que de facto é a SCIE e em que medida ela pode ser realmente estimada, poderá ajudar a perspetivar um eventual modelo de gestão.

Um dos conceitos possíveis para definir a segurança contra incêndios poderá ser a ausência ou minimização da probabilidade da ocorrência do incêndio (prevenção da ignição) e a existência de condições para eliminar ou limitar a magnitude dos seus efeitos, caso o mesmo ocorra (proteção contra a sua propagação). Creio que para o cidadão comum a segurança contra incêndio terá muito de intuitivo, sendo a mesma percebida normalmente através do potencial de ignição do incêndio, originado pela atividade desenvolvida num determinado contexto, e as potenciais consequências que o mesmo possa vir a originar, face às condições existentes nesse mesmo contexto, tendo em conta as suas exposições, em contra ponto com os meios de proteção existentes. Sendo a segurança contra incêndio um conceito que advém dum

---

<sup>2</sup> João Emílio Santos Carvalho de Almeida

<sup>3</sup> I. Cabrita Neves

juízo decorrente de uma mera percepção humana, parece muito difícil estimar diretamente a mesma.

A National Fire Protection Association [10] através das árvores de conceitos refere precisamente que a SCI depende da relação entre dois indicadores que são o potencial de ignição do incêndio (prevenção da ignição do incêndio) e as eventuais estratégias de controlo dos efeitos que o mesmo pode originar (controlo da magnitude do incêndio).

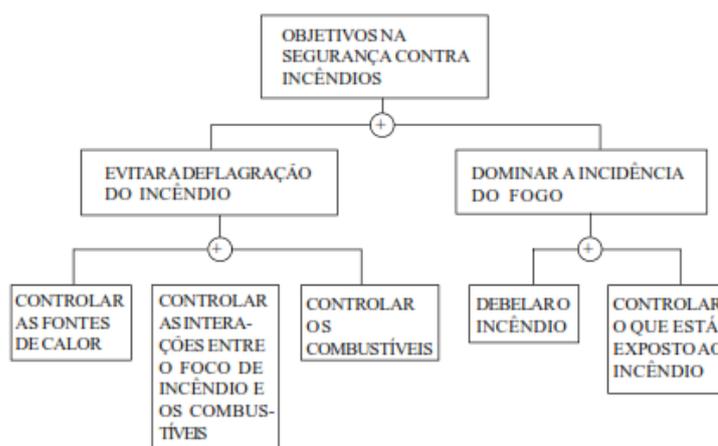


Figura 1- Ramos principais da árvore de decisões de segurança contra incêndio (fonte: NFPA 550).

A mesma entidade refere ainda a necessidade de considerá-los dependentes, devendo ser analisados e tratados em conjunto, para efeito da prossecução dos objetivos e metas a atingir, em termos de segurança contra incêndios. Implicitamente, refere ainda que a segurança contra incêndio deve consistir numa distribuição racional de atribuições e responsabilidades entre proprietários, projetistas e utilizadores (figura 1).

Resta, por isso, equacionar qual a forma mais adequada e eficaz de estimar o nível de SCI através da avaliação de indicadores como a prevenção da ignição do incêndio e a proteção para controlo da magnitude dos seus efeitos. Sabendo que estes indicadores se materializam em aspetos perfeitamente tangíveis, creio que poderá ser através deles que se poderá desenvolver um modelo de gestão da SCIE, restando apenas refletir sobre como eles se relacionam e em que medida é que se consubstanciam, bem como a forma mais adequada de quantificá-los.

Com base nesse raciocínio, poder-se-á pensar num modelo de gestão que se baseie na análise semi-qualitativa de fatores críticos constituintes de domínios de ação que constituem os indicadores relativos à eficácia da prevenção (enquanto meio de reduzir o potencial de

ignição do incêndio) e à eficácia da proteção (enquanto meio de aumentar o controlo sobre os seus potenciais efeitos).

## 2.1 Constituintes do SASCIE

No sentido de perspetivar um modelo de gestão do SASCIE, convém analisar quais podem ser os princípios constituintes do mesmo. Se for levada em conta a atual legislação de SCIE pode dizer-se que o sistema de autoproteção e segurança contra incêndios se constitui pelos subsistemas esquematizados na figura 2. Sendo todos eles importantes, não deixa cada um deles de focar áreas de intervenção e de saberes distintos, que genericamente se podem classificar em:

- i) Qualidade das estruturas (projeto);
- ii) Qualidade das organizações (plano de segurança);
- iii) Qualidade de capacitação das pessoas (plano de formação);
- iv) Qualidade da avaliação e controlo do sistema (plano de auditorias/Inspeções).

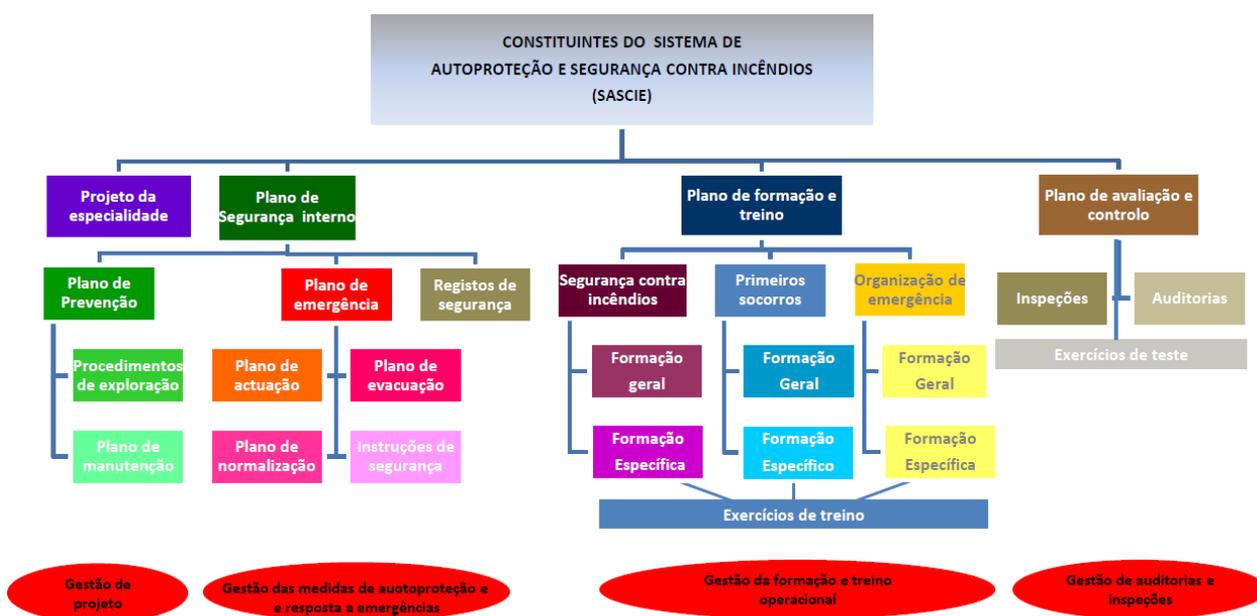


Figura 2- Constituintes (subsistemas) do SASCIE.

O primeiro subsistema, designado por projeto de especialidade de segurança contra incêndios, exige fundamentalmente competências na área de gestão técnica do projeto, podendo dizer-se que, idealmente, será através deste que se deverão garantir as soluções de engenharia mais adequadas à prossecução da SCIE. Este subsistema deve focar aspetos de

planeamento relativamente a soluções de engenharia, como por exemplo, a conceção e instalação de materiais, estruturas, equipamentos, sistemas, etc.

O segundo subsistema, designado por plano de segurança interno contra incêndios (PSI), exige fundamentalmente competências na área de gestão técnica e operacional das organizações de SCIE, podendo dizer-se que é através deste que se devem garantir padrões de comportamento seguros dos ocupantes face aos equipamentos, processos e produtos manuseados, tendo em conta as melhores práticas de prevenção de incêndios e de resposta a emergências. Este subsistema deve focar aspetos de planeamento no âmbito do plano de prevenção e do plano de emergência, bem como da engenharia de segurança, relativamente às organizações e aos equipamentos de resposta a emergência.

O terceiro subsistema, designado por plano de formação e treino, exige fundamentalmente competência de gestão técnica e pedagógica, podendo afirmar-se que é através deste que se garantem a aquisição e manutenção das capacidades e competências dos ocupantes do edifício ou recinto no âmbito da prevenção e resposta à emergência. Este subsistema deve focar os aspetos da conceção, planeamento e execução da formação e treino operacional dos ocupantes em geral e em particular dos que laboram em locais de risco acrescido de incêndio e dos ocupantes que integram o serviço de segurança contra incêndio do edifício (SSI).

O quarto subsistema, designado por plano de avaliação e controlo, exige fundamentalmente competências técnicas de inspeção e auditoria de SCIE, podendo dizer-se que é através desta componente que se efetua o controlo do SASCIE. Este subsistema deve focar os aspetos de controlo e avaliação do desempenho dos diversos domínios de ação do sistema, através de ações como as inspeções de incêndios, auditorias de SCIE e simulacros.

## **2.2 Gestão do Sistema de autoproteção e Segurança contra Incêndios em E/R**

O aspeto fundamental de um sistema formal de gestão do SASCIE é a busca da melhoria contínua do perfil de desempenho do mesmo. É vital para a gestão das organizações em geral e para a gestão da organização de SCIE em particular, identificar claramente um *modelo de governo* assente numa estrutura reconhecida e respeitada, que seja adequadamente focada na missão e assente num conjunto de valores universais partilhados por todos. O melhor caminho para isso é o estabelecimento de um programa formal de SCIE.

Um programa de SCIE baseado num modelo de gestão que gere indicadores de apoio à gestão permite mais facilmente estabelecer um efetivo controlo da qualidade e segurança do sistema. A sua existência também demonstra um compromisso formal, da gestão da entidade que detém ou explora o E/R, com os objetivos da SCIE. Para além do mais, pode ajudar a desenvolver uma maior cultura de segurança, na medida em que valorizará as atitudes proativas relativamente à prevenção e ao controlo do risco de incêndio. Um programa de SCIE bem estruturado permite também ao gestor compreender melhor o seu nível de desempenho, comparando-o com os desempenhos anteriormente alcançados.

Um modelo de gestão concebido para produzir indicadores de desempenho permite, por isso, uma melhor aferição da qualidade da gestão para efeito de avaliação interna ou externa. Um sistema desta natureza deverá ser preponderantemente pró-ativo, ou seja, deverá produzir informação de retorno sobre o desempenho do sistema antes da sua falha.

A gestão enquanto processo não será mais que o conjunto de tarefas que procuram garantir a afetação criteriosa dos recursos disponibilizados pela organização, procurando atingir de forma eficaz e eficiente as metas organizacionais pré-estabelecidas, através das funções de planeamento, organização, direção e controlo.

Esse processo é representado, de uma forma muito genérica pelo já muito conhecido ciclo de gestão referido na figura 3, podendo-se procurar integrar no mesmo as principais componentes do SASCIE. Desta forma, pode perspetivar-se um modelo de gestão através de uma abordagem mais sistematizada relativamente às quatro principais funções do processo de gestão, que no caso concreto podem entender-se como:

**Planeamento:** função que procura determinar antecipadamente o que deve e como deve ser feito. É uma função formal baseada na determinação de objetivos e linhas de ação a prosseguir e dos recursos necessários para alcançá-los. Nesta função deve procurar-se perspetivar a SCIE através de um efetivo programa de segurança contra incêndios que deve incluir, consoante os casos, aspetos como o projeto ou estudo de SCIE, o plano de segurança contra incêndio ou mesmo o plano de avaliação e controlo.

**Organização:** função que procura selecionar e afetar recursos de forma adequada e suficiente, estabelecer relações formais entre esses recursos, de maneira a atingir os objetivos definidos na fase de planeamento. Um dos aspetos fundamentais desta função é assegurar que

as pessoas certas com as qualificações certas estarão disponíveis para as tarefas estabelecidas, com vista ao cumprimento desses objetivos. Nesta função deve procurar-se, por exemplo, seleccionar e afetar os recursos adequados e suficientes, tendo em vista uma execução segura, eficaz e célere das tarefas estabelecidas.

**Direção:** função que procura influenciar e orientar as pessoas para a implementação efetiva dos planos de ação, através de processos eficazes de desenvolvimento, motivação e de comunicação. Esta função permite dirigir adequadamente a implementação de aspetos como o projeto e/ou o plano de SCIE, bem como o plano de formação e treino.

**Controlo:** função que avalia e controla a execução das medidas implementadas e propõe as respetivas ações corretivas face aos desvios verificados. Esta função permite avaliar o desempenho do sistema gestão do SASCIE. É através dela que se detetam eventuais falhas e se elaboram propostas de melhoria que deverão ser adequadamente tratadas no ciclo de gestão seguinte.

Tendo em vista o objetivo da presente dissertação, pode pensar-se o processo de gestão como uma sucessiva e criteriosa integração dos subsistemas acima referidos em determinados domínios de ação, no sentido de estudar as respetivas interdependências e peso relativo que cada um deles representa para a eficácia do desempenho do sistema como um todo. A partir daí poder-se-á perspetivar a modelação de um sistema integrado de gestão da SCIE.

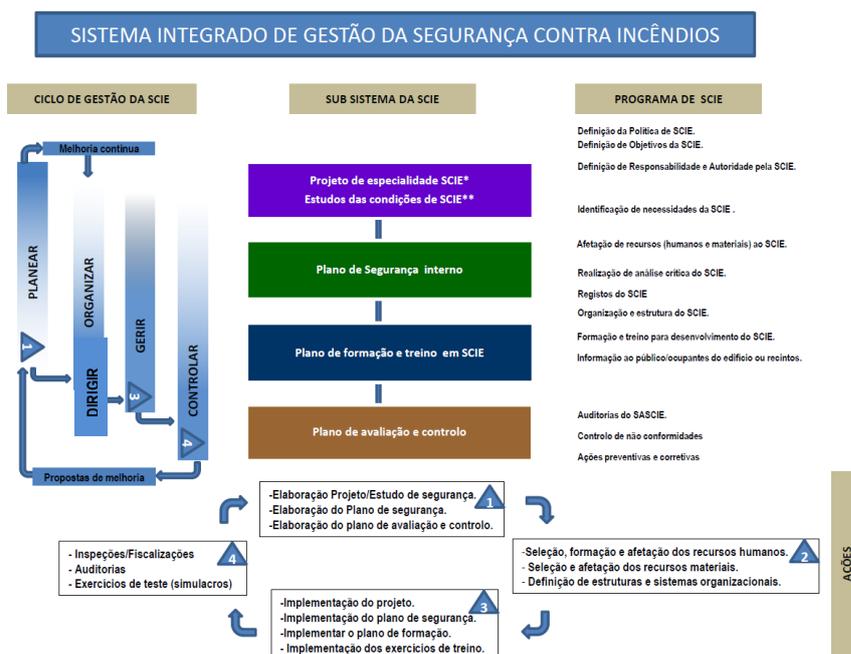


Figura 3 - Sistema integrado de gestão da SCIE.

As abordagens à segurança contra incêndios tendem habitualmente a ser efetuadas segundo processos que preponderantemente se baseiam em modelos prescritivos (PBP) ou que preponderantemente se baseiam em modelos de desempenho (PBD). Para o modelo em estudo o que se pretende é partir do princípio que o sistema, de certa forma, integre essas duas tendências, muito embora se pense que a segunda seja a principal base para o desenvolvimento do mesmo. Entende-se, por isso, que o modelo em perspectiva se deva basear numa conjugação de métodos e cálculos de engenharia com técnicas e princípios normativos que regem a segurança contra incêndio, por forma a estabelecer critérios válidos que sirvam de apoio à gestão do SASCIE.

Assim, pode perspetivar-se um modelo de gestão baseado na seleção, análise e integração de domínios de ação e respetivos fatores críticos de desempenho que sejam considerados efetivamente importantes para um bom desempenho do SASCIE. Pretende-se que esse modelo reflita, de forma ponderada, a importância relativa desses domínios de ação e respetivos fatores críticos no todo que é o SASCIE. Nesse sentido, pode atender-se ao esquema geral da figura 4 para se perspetivar, mais adiante, a integração sistematizada dos fatores críticos de desempenho nos respetivos domínios de ação e estes nos respetivos indicadores de prevenção e proteção contra incêndios.



Figura 4 - Domínios de ação do SASCIE.

Com base no acima referido, para o presente trabalho, assume-se definitivamente que a SCIE dependerá da relação entre dois indicadores que são a prevenção da ignição do incêndio (PII) e a proteção para controlo da magnitude do incêndio (PCI), podendo assim partir-se da análise dos respetivos domínios de ação e dos fatores críticos de desempenho que os constituem, de forma a perspetivar o modelo de gestão a propor.

No sentido de especificar os domínios de ação, pode partir-se do princípio que num determinado contexto, relativamente ao potencial de prevenção da ignição do incêndio, se pode falar em:

O potencial de ignição, que será tanto mais crítico para a SCIE quanto mais eficazes forem as fontes de ignição, sob o ponto de vista energético (relativamente a equipamentos, instalações e processos) e menor a temperatura de inflamação das substâncias presente ou ainda a presença de substâncias com características comburentes ou catalisadoras. Este potencial incrementar-se-á ainda mais na presença de determinadas interações entre as fontes de ignição e os combustíveis.

O potencial humano instalado no edifício ou recinto, que será tanto mais crítico quanto menor forem a organização, os procedimentos de prevenção existentes e efetivamente estabelecidos, relativamente à interação entre esses ocupantes, os equipamentos, sistemas, processos e substâncias em presença. Este domínio de ação dependerá do nível de sensibilização e formação existente e conseqüentemente da qualidade do plano de formação no âmbito da prevenção.

O potencial do contexto da ocupação do E/R, que será tanto mais crítico quanto menor for a sensibilidade da entidade que ocupa o edifício ou recinto para aspetos como a organização do trabalho, da gestão da segurança em geral e da segurança contra incêndios em particular. Este domínio de ação dependerá, desde logo, da política de segurança contra incêndios levada a efeito pela organização que ocupa o espaço, mas também de aspetos como a qualidade do programa de segurança contra incêndios estabelecido.

O potencial dos equipamentos e sistemas, o qual será tanto mais crítico quanto menor for a qualidade dos procedimentos de utilização, a adequabilidade e estado de conservação e manutenção dos mesmos. O estado de conservação e manutenção dos equipamentos e

sistemas depende da qualidade e eficácia dos programas de manutenção e respetivos registos de segurança.

Relativamente ao potencial de proteção para o controlo da magnitude do incêndio pode partir-se do princípio que num determinado contexto se pode falar nos seguintes domínios de ação:

O potencial de propagação do incêndio, o qual será tanto mais crítico quanto maior for a reatividade (constituição química), a energia interna do combustível e a superfície exposta ao comburente, bem como a pressão a que se encontra. O potencial de propagação será tanto maior quanto menor for a energia mínima de inflamação das substâncias presentes, a subdivisão dos materiais combustíveis e o nível de compartimentação ao fogo que o edifício ou recinto possuir.

O potencial de dano do incêndio, o qual será tanto mais crítico quanto maior for a densidade da carga de incêndio modificada, os produtos libertados pela combustão, as exposições ao fogo e quanto menores forem as condições de proteção das potenciais exposições ao fogo.

O potencial de fuga das pessoas, o qual será tanto mais crítico quanto maiores forem a toxicidade e opacidade originada pelos produtos da combustão, os constrangimentos relativos à evacuação e quanto menores forem as condições das vias de evacuação, dos sistemas de desenfumagem e controlo de fumos. Um dos aspetos que contribuem positivamente para o potencial de fuga é a existência de planos de evacuação adequados.

O potencial de resposta a emergências, o qual será tanto mais crítico quanto menor forem as condições gerais dos equipamentos e sistemas de intervenção instalados, a organização e os recursos afetos à resposta à emergência. Um dos fatores que contribui positivamente para o potencial de resposta a emergências é a existência de planos de emergência internos (PEI) adequados e eficazmente implementados.

Partindo-se dos indicadores de prevenção (PREV) e de proteção (PROT), pode então propor-se a integração dos diferentes fatores críticos nos respetivos domínios de ação que se representam na figura 5.

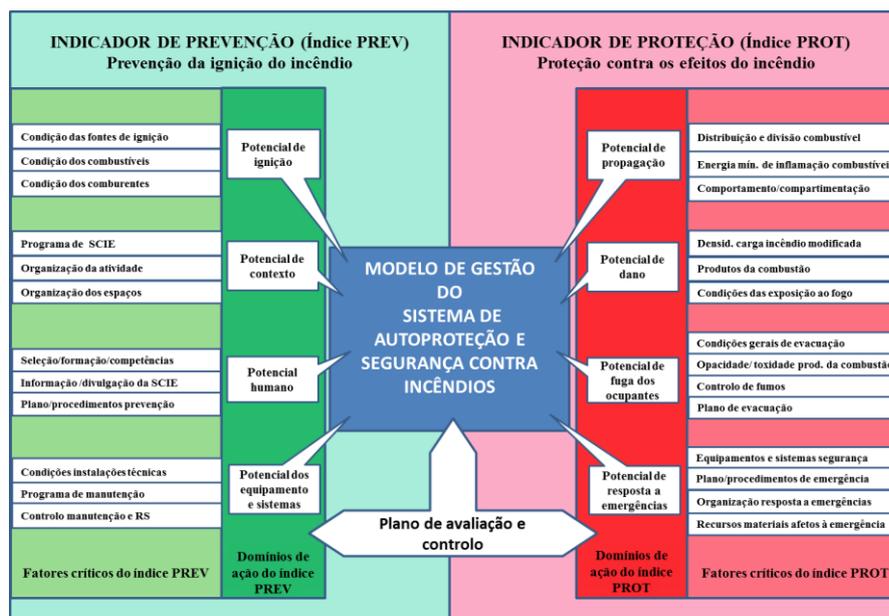


Figura 5 - Fatores críticos e domínios de ação dos indicadores de prevenção e proteção.

### 2.3 Teorização do modelo de apoio à gestão do SASCIE

As organizações de SCIE para serem desenvolvidos adequadamente necessitam de modelos adequados de apoio à gestão, que tenham em conta a complexidade e grau de perigosidade do E/R. Importa perspetivar um modelo modular que, tanto quanto possível, se ajuste a cada caso concreto, que é o mesmo que dizer um modelo ajustável a todos os E/R independentemente da sua natureza e complexidade. Para tanto, o modelo de apoio à gestão a propor deve permitir a integração seletiva dos *indicadores de análise de desempenho* de cada *fator crítico de desempenho* que mais possam contribuir para a eficácia do SASCIE, em função da sua dimensão e complexidade. Deve, para cada caso, levar igualmente em conta o peso relativo de cada um dos *domínios de ação*. Apesar dos domínios de ação e os fatores críticos de desempenho, para efeitos de gestão, deverem ser sempre os mesmos, sendo apenas seletivamente selecionados um número relativo de indicadores de análise de desempenho face a cada caso concreto, será vantajoso que o modelo a propor permita a análise e o controlo de cada um desses 5 componentes separadamente.

Parece também evidente que para a obtenção de uma eficaz gestão do SASCIE será necessário, antes de mais, que os seus responsáveis desenvolvam as competências necessárias para identificar, selecionar e gerir os indicadores de análise que mais se ajustem ao seu caso concreto. Mas se, mesmo assim, isso não acontecer, o modelo deve permitir uma formatação prévia (efetuada por um técnico competente) para as condições exigidas ao E/R em concreto e posteriormente permitir a sua utilização como apoio à gestão do SASCIE. Outro aspeto que o

modelo a propor deve garantir é a sua fácil utilização e consulta por pessoas sem grandes competências na área da SCIE.

No sentido de uma procura da solução otimizada do modelo de apoio à gestão da SCIE propõe uma análise pormenorizada a cada um dos fatores críticos devidamente contextualizados em cada uma das fases do processo de gestão.

### 3 FATORES CRÍTICOS DE ANÁLISE DOS INDICADORES DE PREVENÇÃO E PROTEÇÃO

Os fatores críticos de análise são distribuídos por dois indicadores que o autor define por índice PREV e índice PROT.

#### 3.1 INDICADOR DE PREVENÇÃO (ÍNDICE PREV)

A prevenção é a primeira e mais eficaz oportunidade de garantir um adequado nível de SCIE. Esta componente deve ser levada em conta, desde logo, no projeto. A NFPA [10] indica o controlo das fontes de calor, do combustível e das respetivas interações entre ambos como meios de evitar a deflagração do incêndio (figura 6).

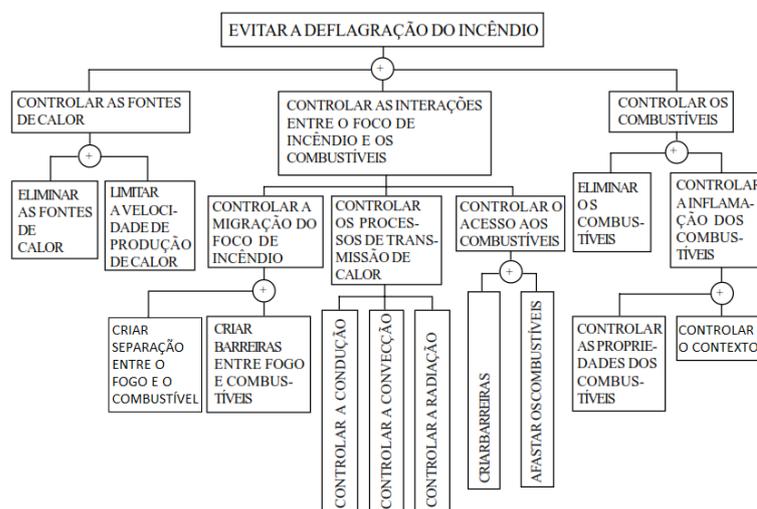


Figura 6- Ramos Componentes do ramo da prevenção (fonte: NFPA 550).

O principal objetivo da prevenção de incêndios é eliminar e se tal não for possível, reduzir o risco de incêndio para níveis aceitáveis. Haverá risco de incêndios quando coexistirem simultaneamente no espaço e no tempo os três elementos que constituem o triângulo do fogo,

em determinadas condições que se considerem ideais para se iniciar a reação química de combustão (figura 7).



Figura 7 - Condições necessárias para a combustão.

Quanto ao risco de incêndio, ele será tanto maior quanto a relação desses três elementos se aproximar das condições ideais para se iniciar a combustão, tendo estas a ver com o teor de oxigénio (comburente) no ar (que deve ser superior a 11%), com o combustível (que deve misturar-se com o comburente do ar dentro dos limites de inflamabilidade) e com a energia fornecida ao sistema (que deve ser igual ou superior à energia de ativação do combustível).

A maior ou menor facilidade com que ocorrerá a formação duma mistura inflamável depende fundamentalmente da energia cinética das moléculas das substâncias combustíveis, a qual determina as temperaturas de acendimento das mesmas. A combustão das substâncias pode-se dar em forma de brasa ou/e em forma de chama. Por exemplo, os líquidos combustíveis ardem em superfície e por isso necessitam a transformação prévia do estado líquido ao gasoso (vaporização) como condição indispensável para a sua posterior ignição. Por isso, relativamente às substâncias combustíveis, uma das características que mais interessa conhecer para efeitos de SCI é as temperaturas designadas por temperaturas de acendimento.

As temperaturas de acendimento são temperaturas características de cada substância acima das quais as ligações intermoleculares se rompem e as moléculas se libertam para a atmosfera em forma de vapor, misturando-se com as moléculas de oxigénio do ar. A partir daí, passa a existir a possibilidade de se formar uma mistura inflamável pronta a entrar em combustão na

presença de uma fonte de ignição (por exemplo presença de uma chama ou faísca). Essas temperaturas características de acendimento são as seguintes:

- ✓ Ponto ou temperatura de inflamação (flash point) – é a temperatura mínima a partir da qual o combustível em questão emite gases ou vapores em quantidade suficiente para formar com o ar misturas que ardem de forma intermitente e não sustentada por ação de uma fonte de energia externa. Nesta situação as taxas de desprendimento de vapores por pirólise (caso dos sólidos), ou por vaporização (caso dos líquidos), são tão baixas que apenas em determinadas regiões muito localizadas do espaço se concentram vapores em quantidades suficientes para se formar uma mistura inflamável (dentro limites de inflamabilidade) e assim se iniciar a combustão (inflamação). Contudo, por ainda se tratar de regiões (atmosfera inflamáveis) descontínuas e as reações em curso produzirem ainda energia calorífica insuficiente para garantir a propagação da chama para os espaços adjacentes, a combustão cessa após a fonte de energia calorífica externa ter sido retirada. Apesar do processo químico de combustão ter sido iniciado, as pequenas misturas de vapores inflamáveis são consumidas rapidamente, não se produzindo, por si só, vapores e energia calorífica suficiente para manter o processo de combustão.
- ✓ Ponto ou temperatura de combustão (fire point) – é a temperatura mínima a partir da qual o combustível emite vapores em quantidades tais que permitem formar com o ar uma mistura que sob a ação de uma fonte de energia calorífica externa entra em combustão autossustentada. Neste caso, uma vez iniciado o processo de combustão a taxa de desprendimento de vapores combustíveis é suficientemente elevada para formar uma atmosfera inflamável (mistura vapor combustível/ar dentro dos limites de inflamabilidade), com quantidade suficiente de vapor combustível para manter esse processo autossustentado (sem necessidade de manter o fornecimento de energia calorífica externa).
- ✓ Ponto ou temperatura de autocombustão (ignition temperature) - é a temperatura mínima à qual um combustível liberta vapores suficientes para, em contacto com o ar, iniciar uma combustão autossustentada sem recurso a fonte de ignição externa.

É com base nas temperaturas de acendimento, nomeadamente na temperatura de inflamação que se pode avaliar o risco de incêndio que as substâncias apresentam, em face de um determinado contexto. É por isso que a classificação das substâncias, sob o ponto de vista do

risco de incêndio, é determinada com base na temperatura de inflamação, sendo uma substância tanto mais perigosa quanto menor for a sua temperatura de inflamação. Com base nesta, as substâncias classificam-se<sup>4</sup> em:

- Muito inflamáveis (temperatura de inflamação igual ou menor que 21°C);
- Inflamáveis (temperatura de inflamação compreendida entre 21 e 55°C);
- Não inflamáveis (temperatura de inflamação é igual ou superior a 55°C).

Pode então dizer-se que numa atmosfera normal o risco de incêndio será tanto maior quanto mais o estado físico do combustível se aproximar do estado gasoso (maior energia cinética das moléculas) e menor for a sua energia de ativação.

Por outro lado, os combustíveis para arderem têm que libertar vapores suficientes para se misturar em quantidades adequadas com o oxigénio do ar, ou seja, os vapores para arderem devem estar misturados com o ar dentro do respetivo campo de inflamabilidade. Pelo que a ignição dessa mistura só acontece se a proporção combustível/ar estiver acima de um limite designado de inferior de inflamabilidade (LII) e abaixo de um limite designado de limite superior de inflamabilidade. Se a concentração de combustível for superior ao LSI (mistura rica) ou inferior ao LII (mistura pobre) a combustão não se verifica. A probabilidade de se encontrar, num determinado local, uma substância no estado gasoso em condições de arder será tanto maior quanto maior for o seu campo de inflamabilidade (figura 8).

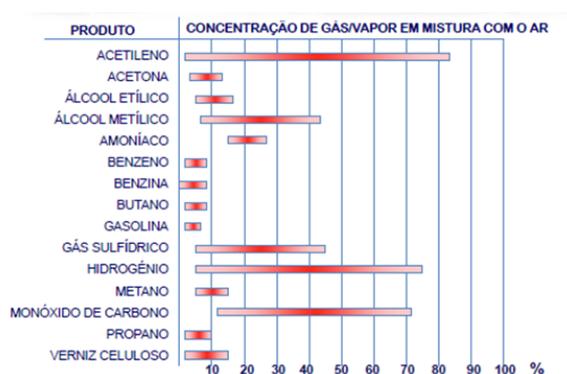


Figura 8 - Campo de inflamabilidade das substâncias.

Outro elemento do triângulo do fogo é a energia de ativação, constituindo-se este como condição necessária para desencadear o processo de combustão. Para que se inicie esse processo reativo, as moléculas do combustível e do comburente que colidem umas contra as

<sup>4</sup> Segundo a norma portuguesa NP 1936.

outras devem possuir uma energia cinética total igual ou superior à energia de ativação. Assim a energia de ativação pode definir como a energia mínima necessária para que as substâncias reajam quimicamente dando lugar ao complexo ativado.

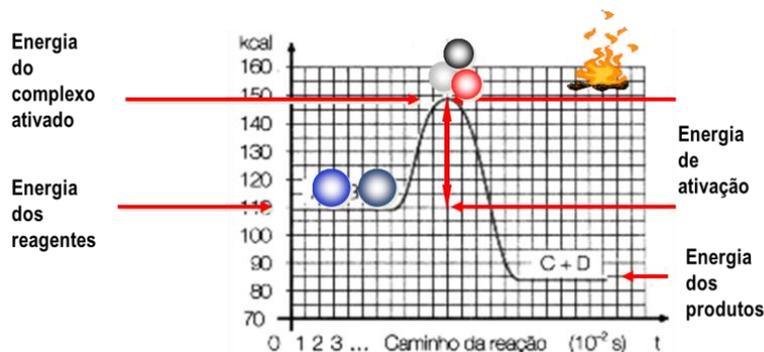


Figura 9 - Energia de ativação.

Como se verifica no exemplo da figura 9 a energia de ativação é a energia que é necessária adicionar à energia dos reagentes, por forma a atingir-se a energia do complexo ativado e a partir daí iniciar-se o processo de ignição. Dito de outra forma, a energia de ativação é a diferença entre a energia dos reagentes e a energia do complexo ativado.

A energia de ativação é uma característica de cada substância, podendo ser reduzida quando estão presentes na reação substâncias catalisadores (figura 10). É por esse motivo que o risco de incêndio é maior quando se misturam substâncias combustíveis com substâncias com características catalisadoras.

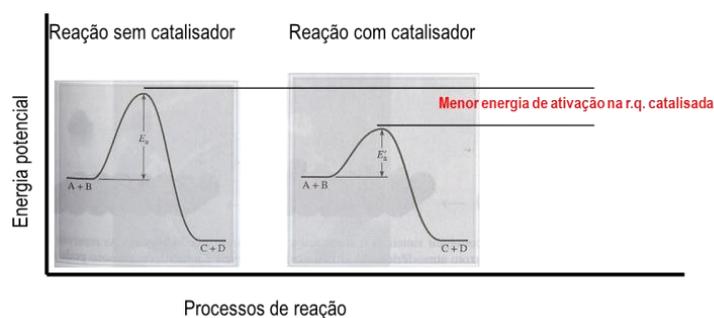


Figura 10 - Reação química catalisada.

O complexo ativado é a estrutura intermediária entre os reagentes e os produtos da reação que permite o processo reativo através das suas ligações intermédias a ambos (figura 11).

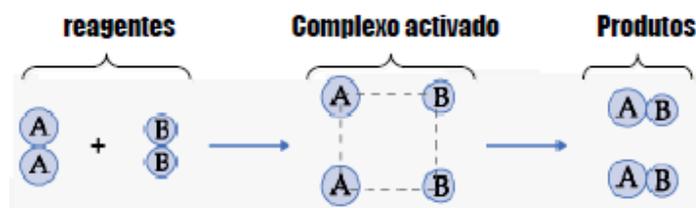


Figura 11 - Processo da reação de combustão.

Desta forma pode dizer-se que o risco de ignição será tanto maior quanto maior for a afinidade química entre as substâncias, quanto mais as concentrações dos reagentes se aproximem da relação estequiométrica (combustível/comburente), quanto maior for o estado de divisão da matéria (relação entre superfície e massa) e quanto menores forem os valores da energia mínima de inflamação (EMI) das substâncias cujas colisões moleculares estão a acontecer.

Outro elemento do triângulo do fogo é o comburente, componente no seio do qual o combustível arde. O processo de combustão acontece pela combinação do combustível com um agente oxidante que habitualmente é o oxigénio do ar. No entanto, há muitos outros agentes para além do oxigénio que contém o ar. Alguns agentes oxidantes, ainda que não compostos por oxigénio, podem provocar reações químicas que libertam calor<sup>5</sup> (mas não necessariamente chama) e que podem considerar-se como fogo. Em geral, os agentes oxidantes que podem afetar as reações de combustão contêm alguns dos seguintes elementos<sup>6</sup>:

- Oxigénio (peróxidos);
- Oxigénio e nitrogénio (nitratos e nitritos);
- Oxigénio e Cloro, Bromo;
- Oxigénio e Enxofre (sulfatos);
- Flúor, Cloro, Bromo.

A NFPA 491<sup>7</sup> apresenta uma vasta compilação de muitos outros agentes oxidantes. Apesar destes, na maior parte das vezes o agente oxidante será o oxigénio contido no ar, devendo referir-se que alguns materiais tais como o nitrato de sódio e o clorato de potássio libertam o

<sup>5</sup> Reações químicas exotérmicas.

<sup>6</sup> Princípios de la química de Protección Contra Incendios; Richard L. Tuve; pág. 41

<sup>7</sup> Manual de reações químicas perigosas.

seu próprio oxigênio durante a combustão, não necessitando do existente no ar para se manterem a arder.

Contudo, a necessidade de incorporar um quarto componente ao triângulo do fogo para descrever completamente os mecanismos de extinção, surgiu por volta de 1960, depois de uma série de ensaios quantitativos de supressão de incêndios realizados por Arthur B. Guise<sup>8</sup>. Imediatamente depois dos trabalhos de Guise, Walter M. Haessler, foi introduzido em 1961 o conceito tridimensional do tetraedro do fogo para descrever graficamente os quatro elementos necessários para explicar os processos de propagação e extinção de um incêndio<sup>9</sup>.

Contudo, os estudos concluíram que para um incêndio ter condições para se desenvolver no espaço e no tempo é necessário que exista um quarto elemento<sup>10</sup> designado por reações em cadeia. Apesar dos cientistas apenas compreenderem parcialmente o que acontece nas reações em cadeia durante a combustão, eles sabem que esta produz vapores que contêm substâncias<sup>11</sup> que se recombina com o oxigênio do ar, mantendo uma velocidade de reação que cresce exponencialmente. Para que a combustão se mantenha de forma sustentada, estas substâncias têm que continuar a ser produzidas para manter os mecanismos de reações em cadeia.

### **3.1.1 DOMÍNIO DE AÇÃO “POTENCIAL DE IGNIÇÃO”**

O “Potencial de ignição” é um domínio de ação que faz parte do índice de prevenção. Em geral, este domínio de ação contribuirá tanto mais para a segurança contra incêndios quanto menor for a probabilidade dos três elementos do triângulo do fogo existirem em simultâneo, num determinado contexto, em quantidades suficientes para se iniciar o processo de combustão e quanto maior for a eficácia do processo de controlo desses mesmos elementos, nomeadamente sobre o combustível e as potenciais fontes de calor.

Como se verá, o processo de ignição pode produzir-se basicamente através dos seguintes mecanismos: a) ignição natural, quando o fenómeno é causado por uma fonte de ignição externa natural, b) ignição induzida, quando o fenómeno é causado por uma fonte de ignição externa não natural ou c) ignição espontânea, quando o fenómeno ocorre sem a ação de

---

<sup>8</sup> Guise, A.B., “The chemical Aspects of Fire Extinguishment”, NFPA Quarterly, National Fire Protection Association, Boston, April 1960.

<sup>9</sup> Haessler, W.M., “The Extinguishment of fire, National Fire Protection Association, Boston, 1974.

<sup>10</sup> Designado por tetraedro do fogo

<sup>11</sup> Radicais livres

qualquer fonte de ignição exterior, sendo o resultado de reações químicas exotérmicas entre dois ou mais reagentes.

Este domínio é composto pelos seguintes fatores críticos de desempenho: *condição das fontes de ignição, condição do combustível e condição do comburente.*

### **3.1.1.1 Condição das fontes de ignição**

O calor é a forma de energia que pode ser descrita como a condição da “matéria em movimento”, causada pelo movimento das moléculas. Toda a matéria contém alguma quantidade de calor, por muito baixa que seja a sua temperatura, devido ao facto das moléculas estarem em constante movimento. Qualquer processo que aumente a velocidade das moléculas de uma substância produz aumento de calor nessa substância. As principais categorias de fontes de calor são:

- Fontes de calor de origem química;
- Fontes de calor de origem elétrica;
- Fontes de calor de origem mecânica;
- Fontes de calor de origem nuclear;
- Fontes de calor de origem solar.

#### **3.1.1.1.1 Fontes de calor de origem química**

O aquecimento de origem química é gerado como resultado de alguns tipos de reações químicas. Os tipos de reações químicas que resultam em produção de calor são:

- Aquecimento de combustão;
- Aquecimento espontâneo;
- Aquecimento de decomposição;
- Aquecimento de solução.

O aquecimento de combustão é a quantidade de calor gerado numa reação de combustão (oxidação). A quantidade de calor gerado pelos materiais que ardem variará de acordo com a natureza química do material. Este fenómeno explica porque se diz que alguns materiais ardem de forma mais quente do que outros.

O aquecimento espontâneo é o aquecimento de uma substância orgânica sem o fornecimento de calor externo. O aquecimento espontâneo ocorre mais frequentemente em locais pouco ventilados e onde a fraca condutibilidade do material combustível evita a dissipação do calor; calor esse produzido por um processo químico de decomposição.

Um exemplo pode ser um monte de desperdícios embebidos em óleo que é atirado em forma de bola para dentro de um contentor do lixo. Não havendo ventilação suficiente para dissipar o calor, eventualmente o calor produzido poderá tornar-se suficiente para atingir a energia de ativação do desperdício e inflamá-lo. A velocidade da reação do processo de aquecimento duplica em cada 10° C de aumento de temperatura.

Para prevenir o aquecimento espontâneo de desperdícios embebidos em óleo devem ser utilizados contentores limitadores de oxigénio para colocar os desperdícios.

O aquecimento por decomposição é a libertação de calor de compostos orgânicos em decomposição, normalmente devido à ação bacteriana. Em alguns casos estes compostos podem ser instáveis e libertar o seu calor muito rapidamente; podem mesmo detonar. Noutros casos, a reação e libertação de calor daí resultante é mais lenta. No dia-a-dia pode-se observar este tipo de reação através da libertação de calor de pilhas de estrume.

Para prevenir este tipo de aquecimento deve evitar-se armazenar produtos orgânicos em decomposição em locais pouco arejados.

O aquecimento por solução é o calor libertado pela dissolução duma substância num líquido. Alguns ácidos, quando dissolvidos na água, produzem reações violentas, projetando água quente e ácido com força explosiva.

Para prevenir este tipo de aquecimento deve evitar-se o armazenamento de substâncias químicas incompatíveis. O armazenamento de substâncias químicas deve obedecer a regras de segurança que evite reações químicas com libertação de calor.

#### **3.1.1.1.2 Fontes de calor de origem elétrica**

Não raras vezes a eletricidade é referida como causa de incêndio em edifícios ou outras estruturas. A eletricidade tem a capacidade de gerar energia calorífica suficiente para inflamar quaisquer materiais combustíveis que se encontrem na vizinhança imediata. O aquecimento de origem elétrica pode ocorrer de várias formas, cujas mais comuns são:

- Aquecimento por efeito de resistência;
- Aquecimento dielétrico;
- Aquecimento por fuga de corrente;
- Aquecimento por arco voltaico (faísca).

O aquecimento por efeito de resistência tem a ver com o calor gerado pela passagem de uma corrente elétrica através dum fio condutor tal ou aparelho elétrico. Quando um condutor é aquecido ao ser percorrido por uma corrente elétrica, ocorre a transformação de energia elétrica em energia térmica. Este fenómeno é conhecido como Efeito Joule. Assim, a energia elétrica é transformada em energia térmica (calorífica).

A Lei de Joule enuncia que a energia elétrica transformada em energia calorífica no circuito elétrico é diretamente proporcional á resistência deste, ao quadrado da intensidade da corrente que o percorre e ao tempo de passagem desta. Esta Lei traduz-se na seguinte fórmula:

$$W=RI^2t$$

Por exemplo, se o fio não tiver diâmetro suficiente para a quantidade de corrente (intensidade) que por ele passa, o aquecimento será tanto maior quanto menor for o diâmetro do fio, devido ao facto de aumentar a sua resistência à passagem da corrente. O aquecimento por efeito de resistência também pode aumentar se o condutor estiver enrolado de forma apertada, devido ao facto dos eletrões enfrentarem maior resistência à sua passagem.

Para prevenir este tipo de aquecimento, as instalações devem ser adequadamente dimensionadas para as potências de serviço, devendo-se evitar as sobrecargas das instalações elétricas, a utilização de cabos elétricos enrolados de forma excessivamente apertados sobre si ou sobre objetos como por exemplos candeeiros. Deve também evitar-se a utilização de cabos elétricos trilhados por mobiliário ou estruturas que dificulte a passagem da corrente elétrica.

O aquecimento dielétrico, usado nos fornos micro-ondas, ocorre como resultado da ação de envio quer de corrente contínua (DC), quer de corrente alterna (AC) de alta frequência sobre um material não condutor. O material não condutor não é tão aquecido pelo aquecimento dielétrico, embora esteja sujeito a aquecido por as suas moléculas terem estado em contato constante com a eletricidade. No aquecimento dielétrico, também conhecido por aquecimento por micro-ondas, existem dois mecanismos principais para a transformação de energia eletromagnética em calor. O primeiro deles é chamado *rotação de dipolo*, e relaciona-se com

o alinhamento das moléculas (que tem dipolos permanentes ou induzidos) com o campo elétrico aplicado. O segundo mecanismo é chamado de *condução iónica*, sendo o calor gerado através de perdas por fricção, que acontecem através da migração de iões dissolvidos, quando sob a ação de um campo eletromagnético.

Em geral, substâncias polares (como água, acetonitrila, etanol) sofrem facilmente aquecimento dialético, enquanto substâncias menos polares (como hidrocarbonetos alifáticos ou aromáticos) ou substâncias com momento de dipolo nulo (como CCl<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>) sofrem menor aquecimento dielétrico. Materiais cristalinos altamente ordenados sofrem também pouco aquecimento dielétrico.

Para prevenir este tipo de aquecimento é necessário evitar expor substâncias combustíveis a fontes emissoras de radiações eletromagnéticas de micro-ondas, que se caracterizam por possuírem uma frequência entre 300 e 300.000 MHz e um comprimento de onda entre 1 mm e 1 m.

O aquecimento por fuga de corrente ocorre quando o isolamento do fio elétrico não está em bom estado e por isso não isola suficientemente a corrente, deixando passar a mesma para fios ou outras superfícies que se encontram a potenciais elétricos inferiores. Esta passagem de corrente produz calor e pode desenvolver energia calorífica suficiente para ativar a combustão dos materiais em contacto.

Para prevenir este tipo de aquecimento é necessário que as instalações elétricas sejam periodicamente inspecionadas e mantidas em bom estado de conservação para que as coberturas e superfícies de isolamento sejam mantidas em bom estado de conservação. Os sistemas de proteção contra excesso de intensidades devem manter-se adequadamente dimensionados, de maneira a desligar o circuito em caso de fugas de corrente.

O aquecimento por arco voltaico é um tipo de aquecimento elétrico que ocorre quando a fluxo da corrente é interrompida. A interrupção pode ser causada pela abertura dum interruptor ou por contactos elétricos com folgas.

O arco voltaico (também chamado de arco elétrico) deve-se a uma descarga elétrica que se forma entre dois pontos submetidos a uma diferença de potencial no seio de uma atmosfera gasosa quando essa diferença de potencial de tensão é maior que a resistência dielétrica (ou isolamento) do meio que os separa, que no caso é o ar. A descarga é produzida pelo fluxo de

eletrões e iões que se movem em sentido contrário no processo de ionização do ar durante a mesma. O choque dos iões gera um calor intenso nos pontos submetidos a diferente potencial elétrico. A temperatura deste arco é elevadíssima, podendo atingir 3.500°C. As altas temperaturas desenvolvidas pelos arcos podem derreter o condutor ou inflamar substâncias combustíveis em contacto.

O efeito de arco é vulgarmente usado em aplicações industriais de soldadura por arco voltaico, sendo este processo a origem de muitos incêndios devido a más práticas de execução e supervisão do mesmo.

Em atmosferas potencialmente explosivas o efeito de arco provocado pela ligação ou interrupção da corrente nos interruptores pode produzir energia calorífica superior à energia de ativação do gás ou vapor inflamável constituinte dessa atmosfera e originar uma combustão extremamente rápida com efeito explosiva.

Para se prevenir o aquecimento por arco voltaico devem manter-se as instalações elétricas em bom estado de conservação. Segundo o RTSCIE<sup>12</sup> devem existir procedimentos de conservação e de manutenção das instalações técnicas, dispositivos, equipamentos e sistemas existentes.

Em atmosferas potencialmente explosivas os interruptores, equipamentos e restante instalação elétrica devem ter características antideflagrantes (Ex) para garantir que a eventual produção de arcos voltaicos só aconteça em atmosfera isolada da atmosfera ambiente.

Segundo o RT-SCIE, os trabalhos que envolvam soldadura por arco voltaico devem ser precedidos de uma autorização prévia para trabalhos perigosos que garanta que estes apenas possam ser realizados se e quando houver condições de segurança contra incêndios para tal<sup>13</sup>.

O aquecimento através da eletricidade estática como fonte de ignição constitui um risco comum numa ampla variedade de atividades e de processos. Contudo a experiência acumulada com um grande número de acidentes fez com que se realizassem estudos de culminaram num conjunto completo de regras relativamente à questão da separação de cargas eletrostáticas. Este conjunto de regras, fundamentado numa ampla experiência industrial, está bem patente num elevado número de normas internacionais de teor e orientações idênticas que

---

<sup>12</sup> Ponto 4 da alínea 3 do art.º 202.<sup>a</sup>

<sup>13</sup> Art.º 197.<sup>a</sup>

se tornaram referenciais no âmbito da segurança, a partir do início da segunda metade do século XX, como é o caso da BS 5958I (1980), API RP (2003) e a NFPA 77.

Para avaliar a inflamabilidade das descargas eletrostáticas, normalmente, compara-se a energia provocada pelas mesmas com a energia mínima de inflamação (EMI) da substância combustível considerada. A energia libertada depende do tipo de descarga eletrostática produzida, podendo acontecer descargas designadas por descarga em *coroa* (corona discharge), descarga em *escova* (brush discharge) e descarga em *faísca* (sparks). Não há um método de geralmente aceite para determinar a inflamabilidade dessas descargas, contudo, a taxa de liberação de energia *das brush discharge* produzidas a partir de corpos não condutores é relativamente baixa devido a que a grande superfície da área em que se inicia essa descarga impede o fluxo concentrado da corrente. No entanto, devido à sua alta densidade de energia, estas descargas costumam possuir uma maior capacidade de ignição do que as *corona discharge*. As *brush discharge propagating* a partir de uma chapa não condutora de alta resistividade, com ou sem revestimento metálico externo, têm uma elevada capacidade de ignição. Quando é necessária uma avaliação precisa da capacidade de ignição das *brush discharge*, devem realizar-se ensaios de ignição específicos relativamente a uma dada mistura inflamável.

A prevenção da formação de eletricidade estática passa genericamente por reduzir a taxa de fluxo dos processos, diminuindo por essa via a produção de carga eletrostática. Um dos métodos de controlo da eletricidade estática é a dissipação das cargas através da ligação equipotencial (chante) entre peças ou objetos isolados e a terra, mantendo-as permanentemente ao mesmo potencial elétrico, permitindo a recombinação controlada das cargas elétricas. Para evitar a acumulação de eletricidade estática em equipamentos condutores, a resistência total do circuito de ligação à terra deverá suficientemente baixa para dissipar cargas eletrostáticas que de outra forma se iriam acumular. A NFPA 77<sup>14</sup> considera geralmente adequada uma resistência igual ou inferior a 1 megaohm ( $10^6$  ohms). Quando o sistema de ligação equipotencial e de ligação à terra é totalmente metálico a sua resistência típica deve ser menor que 10 ohms. Normalmente um sistema de ligação à terra aceitável para circuitos de proteção contra raios é mais que adequado para um sistema de ligação à terra para proteção contra eletricidade estática. Os cabos dos circuitos de ligação à terra não devem ser isolados para melhor detetar possíveis defeitos.

---

<sup>14</sup> Edição 2014

Em determinados contextos como é o caso de determinadas atmosferas explosivas, devido à sua perigosidade, deve ser garantido o controlo das cargas eletrostáticas nos próprios ocupantes dos espaços.

#### **3.1.1.1.3 Fontes de calor de origem mecânica**

O aquecimento de origem mecânica é criado pelo efeito de fricção ou de compressão. O aquecimento por fricção é produzido pelo movimento de duas superfícies, uma contra a outra, resultando deste movimento a produção de calor e ou faíscas. Por exemplo, alguns incêndios são originados por energia calorífica mecânica produzida pelo efeito de fricção em veios metálicos rotativos cujos seus apoios, por falta de lubrificação, aumentam o atrito e devido a isso produzem energia calorífica suficiente para desencadear o processo de combustão de gorduras ou cotões que com o tempo se podem acumular nos mesmos.

O calor por compressão é produzido quando um gás é comprimido. Este mecanismo de aquecimento deve-se ao facto da compressão restringir o movimento das moléculas (energia cinética da moléculas) das substâncias, transformando-se essa energia cinética em energia calorífica, parte da qual se liberta para o meio envolvente.

Em processos industriais a energia desenvolvida por este tipo de aquecimento pode aquecer as substâncias que se encontram em contacto acima da sua temperatura de ignição e desencadear o processo de combustão das mesmas.

Para prevenir incêndios originados por estas fontes de calor é necessário controlar os processos que a possam produzir. Relativamente ao efeito de compressão, deve garantir-se sistemas de arrefecimento adequados e ou efetuar a remoção de todos os produtos combustíveis que possam estar em contacto ou expostos a equipamentos ou sistemas que trabalhem sob pressão. Quanto ao efeito de fricção, deve controlar-se todos os processos que possam produzir o efeito de atrito, por forma a reduzir o aquecimento dos mesmos.

#### **3.1.1.1.4 Fontes de energia de origem nuclear**

O aquecimento de origem nuclear produz-se quando os átomos se dividem (fissão) ou se combinam (fusão). Num processo controlado, a fissão é usada para aquecer a água que aciona turbinas a vapor para produção de eletricidade. Atualmente a fusão não é ainda controlável e

não tem utilização comercial. Para efeito do presente trabalho este tipo de energia não tem relevância, pelo que não vai ser motivo de análise.

#### **3.1.1.1.5 Fontes de energia de origem solar**

O aquecimento de origem solar acontece devido à energia transmitida pelo sol sob a forma de radiação eletromagnética. A energia solar é distribuída de forma quase igual por toda a face da terra e por essa razão, por si só, não é capaz de iniciar um incêndio. Contudo, quando a energia solar é concentrada sobre um ponto específico, tal como acontece através duma lente convexa, pode inflamar materiais combustíveis.

Para prevenir a ocorrência deste tipo de acendimento deve controlar-se as situações que pelas suas características possam concentrar essa energia num determinado ponto sobre uma material combustível.

#### **3.1.1.2 Condição do combustível**

O combustível é outro fator crítico constituinte do domínio de ação do potencial de ignição do índice de prevenção. Em geral, relativamente ao potencial de ignição, este fator será tão mais crítico para a segurança contra incêndios quanto menores forem as temperaturas de acendimento das substâncias combustíveis presentes num determinado local.

O elemento combustível do triângulo do fogo já referido é qualquer sólido, líquido ou gás, que se possa combinar com o oxigénio numa reação química conhecida como oxidação. Um combustível a uma temperatura suficientemente alta inflamar-se-á se em presença de um oxidante.

Uma das questões, que está relacionada com a química da combustão das substâncias, é saber quais são as suas características intrínsecas que fazem com que elas sejam combustíveis (que ardam). Verifica-se que a maioria das substâncias que ardem com mais frequência são aquelas que contêm na sua fórmula química carbono e hidrogénio em diversas proporções. Estes dois elementos formam quase todos os combustíveis mais comuns, tanto sólidos como líquidos como gases, caracterizando-se por libertar grandes quantidades de calor durante o processo de oxidação. Os combustíveis denominam-se por substâncias orgânicas e são as mais comuns na natureza, tendo-se formado através de processos biológicos orgânicos. A madeira, papel, plásticos e os materiais celulósicos como o algodão são exemplo de

combustíveis que podem ser constituídos por compostos de carbono e hidrogénio unidos a outros elementos como o oxigénio, enxofre, potássio, nitrogénio. Também os combustíveis derivados do petróleo como a gasolina e o querosene são líquidos inflamáveis constituídos por hidrocarbonetos.

Os combustíveis gasosos diferem dos líquidos e dos sólidos nas distâncias entre as moléculas que os constituem. Nos sólidos, as moléculas mantêm-se próximas umas das outras, de uma forma ordenada, com pouca liberdade de movimento, sendo este apenas sob a forma de vibrações ou de rotações em torno da posição de repouso. Nos líquidos, as moléculas estão próximas umas das outras mas não se mantêm numa posição rígida e podem, por isso, mover-se umas em relação às outras, sendo este movimento limitado pela densidade elevada. A possibilidade de movimento é reforçada à superfície dos líquidos para o espaço gasoso. É esta a razão por que certas moléculas saem do líquido e produzem à superfície deste último a pressão de vapor. Nos gases, as moléculas estão separadas por distâncias que são grandes quando comparadas com as dimensões das moléculas, sendo o movimento das moléculas relativamente livre em todas as direções. Por exemplo, ao fornecer energia calorífica a um combustível, esta será transformada em energia cinética que se reflete no aumento da velocidade das moléculas, podendo estabelecer-se uma relação entre as duas formas de energia que se designa por equivalente termodinâmica.

Para melhor se perceber as condições para a ocorrência de uma ignição, deve-se ter em conta o facto de quanto menores forem as distâncias intermoleculares, maiores são as forças de coesão entre moléculas e menor é a energia cinética das mesmas, logo possuem menor condição de ignição. A energia cinética média de todas as moléculas de um determinado combustível define-se por energia interna desse combustível. Portanto, quanto maior for a energia interna de um combustível mais preparado ele estará para reagir quimicamente, ou seja para iniciar a ignição. No âmbito da teoria das colisões, para que as moléculas possam reagir, essas colisões devem possuir uma energia cinética total igual ou superior à sua energia de ativação. Aplicando a teoria das colisões à cinética química, pode dizer-se que a velocidade da reação será tanto maior quanto maior for o número de colisões moleculares por segundo. É por isso que quanto menor for a energia de ativação do combustível mais perigoso ele será sob o ponto de vista da SCI.

É com base no tipo de combustível que estão envolvidos no processo de combustão que se determina a seguinte classe de fogos:

- ✓ Fogos de classe A - são fogos que envolvem materiais sólidos, geralmente de natureza orgânica (tais como, madeira, tecidos, papel, borracha e diversos plásticos), em que a combustão se faz normalmente em forma de chama e brasa. Estes combustíveis queimam em profundidade e em superfície, podendo originar reações de combustão extremamente rápidas quando na forma de poeiras.
- ✓ Fogos da classe B - envolvem líquidos ou sólidos liquidificáveis tais como a gasolina, óleo, cola, tinta, diluentes e álcoois. Estes combustíveis queimam apenas em superfície.
- ✓ Fogos de classe C - envolvem gases combustíveis, como o butano, propano, acetileno, etc. Esta classe de fogos, na maior parte das situações origina reações de combustão quase instantâneas com efeitos explosivos.
- ✓ Fogos da classe D - envolvem metais combustíveis, como o alumínio, magnésio, titânio, zircónio, sódio e o potássio. Estes materiais são particularmente perigosos na sua forma em pó. Determinadas concentrações de poeiras de metais no ar podem causar poderosas explosões na presença de uma fonte de ignição.

A NP EN2 define ainda fogos da classe F como sendo fogos envolvendo produtos para cozinhar (óleos e gorduras vegetais ou animais) em aparelhagem de cozinha.

A classe de fogos é um dos aspetos a ter em conta quando se projeta o tipo de meios de proteção a instalar em edifícios e recintos, nomeadamente no que se refere aos meios de extinção.

### **3.1.1.3 Condição do comburente**

O comburente é outro fator crítico constituinte do domínio de ação do potencial de ignição do índice de prevenção. Em geral, relativamente ao potencial de ignição, este fator será tão mais crítico para a segurança contra incêndios quanto mais favoráveis forem as condições para potenciais libertações de substâncias oxidantes e menos favoráveis forem os meios de controlo sobre esses produtos ou substâncias.

Por definição, uma substância oxidante é a que liberta oxigênio rapidamente para sustentar a combustão dos materiais orgânicos ou que gera oxigênio à temperatura ambiente. Quer num caso quer noutra, verifica-se o facto de o oxigênio ser sempre libertado pelo agente oxidante.

Devido à facilidade de liberação do oxigênio, estas substâncias são relativamente instáveis e reagem quimicamente com uma grande variedade de produtos. Apesar da grande maioria das substâncias oxidantes não serem inflamáveis, o simples contacto com produtos combustíveis pode gerar um incêndio, mesmo sem a presença de fontes de ignição.

Outro aspeto a considerar é a grande reatividade dos oxidantes com compostos orgânicos. Geralmente essas reações são vigorosas, ocorrendo grandes libertações de calor, podendo originar incêndio ou explosão. Mesmo pequenas quantidades de um oxidante podem causar a ignição de alguns materiais como é o caso do enxofre, da terebintina, do carvão vegetal, etc.

A libertação de oxigénio pode também criar condições para a formação de atmosferas enriquecidas com o mesmo. Por definição, atmosfera rica em oxigénio é aquela em que a concentração desse elemento é superior a 21% em volume ou em que a pressão parcial do oxigénio é superior a 21,3 kPa ou ainda aquela em que estão presentes as duas condições.

#### **3.1.1.4 Controlo do domínio de ação “POTENCIAL DE IGNIÇÃO”**

A avaliação do desempenho deste domínio de ação requer uma análise às condições instaladas no edifício ou recinto, relativamente aos três elementos que constituem o triângulo do fogo. O controlo das potenciais fontes de ignição originadas por equipamentos, sistemas, processos produtivos ou mesmo por comportamentos individuais são importantes para a segurança contra incêndios. Deve ser permanentemente mantido um efetivo controlo das matérias combustíveis e comburentes através de medidas de prevenção eficazes, durante os processos de produção, manuseamento e armazenamento dos mesmos.

#### **3.1.2 DOMÍNIO DE AÇÃO “POTENCIAL DO CONTEXTO”**

O “Potencial do contexto” é um domínio de ação que faz parte do índice de prevenção. Em geral, este domínio de ação será tanto mais crítico para a segurança contra incêndios quanto maiores forem as indefinições e a falta de organização a nível laboral e menores forem as estruturas organizacionais de controlo e a eficácia das mesmas. Este domínio de ação é composto pelos fatores críticos referidos nas alíneas seguintes.

##### **3.1.2.1 Programa de SCIE**

A gestão integrada da segurança do trabalho nas organizações tem sido inspirada em modelos desenvolvidos por organismos independentes de certificação, baseado nas normas

ISO 9001 e ISO 14001. Se a norma ISO 9001 for conscientemente posta em prática, especialmente em conjugação com a ISO 9004, pode ter-se uma abordagem eficaz a aspetos como a qualidade. Já a norma OSHAS 18001:2007 da Occupational Health and Safety Assessment, com o apoio da Organização Internacional do Trabalho (OHSAS, 1999) deu origem à NP 4397 para dar resposta às necessidades sentidas no âmbito da gestão da Segurança e Saúde do Trabalho (SST), para efeito de certificação dessa atividade. Um outro sistema baseado na norma ISO 9000 para a gestão da qualidade é o Sistema ISA 2000 [15], o qual possui requisitos semelhantes à gestão da SST. Assim, poder-se-á pensar na utilização desses modelos para garantir a qualidade e segurança do SASCIE. Como se tem vindo a verificar que a evolução natural da certificação tem vindo no sentido do produto para o processo e este estará sempre condicionado pelo nível da segurança em geral e pelo da SCIE em particular, parece de todo vantajoso desenvolver uma ferramenta a partir desses referenciais para gerir a SCIE.

Um aspeto fundamental dessa ferramenta é a existência de um programa de SCIE ajustado à utilização tipo e ao nível de risco do E/R, de forma a garantir uma gestão sustentada do respetivo SASCIE, com base na melhoria contínua do mesmo. Para o processo de gestão é importante a existência de um programa de SCIE que oriente a ação e produza informação de apoio ao processo de decisão, por forma a saber-se, em qualquer momento, o nível de eficácia das políticas de segurança implementadas. O programa deve incluir, a) declaração de compromisso assinado pelo responsável da segurança contra incêndios; b) nomeação por escrito do delegado de segurança contra incêndios e dos restantes elementos do serviço de segurança contra incêndios SSI; c) definição da política de SCIE que englobe missão e objetivos (plano de ação) da organização; d) acessibilidade aos procedimentos documentados onde quer que sejam necessários; e) estabelecimento de um sistema que garanta inspeções, simulacros e auditorias de segurança contra incêndios; f) estabelecimento de sistema formal de reuniões periódicas para análise de estado de situação do SASCIE e apresentação de propostas de melhoria tendentes à revisão do sistema de gestão; g) estabelecimento de modelo de avaliação e controlo dos riscos de incêndio; h) estabelecimento do modelo de gestão da formação e treino, bem como de difusão da informação ao público/ocupantes do edifício ou recintos; i) estabelecimento de sistema de controlo de relatórios e registos de segurança; j) estabelecimento de sistema de controlo de inconformidades, de revisão do plano de segurança e de investigação de situações de incêndio; l) estabelecimento de sistema de aquisição e controlo de equipamentos de segurança e de proteção individual.

Um dos requisitos que o programa de SCIE deve garantir é a análise dos resultados obtidos, face aos objetivos inicialmente estabelecidos pela organização, tendo como principais referenciais os normativos legais e os modelos de desempenho previamente estabelecidos.

### **3.1.2.2 A organização da atividade**

A “Organização da atividade” é um fator crítico constituinte do domínio de ação do potencial de contexto que faz parte do índice de prevenção. Em geral, este fator será tão mais crítico para a segurança contra incêndios quanto maior for a disfuncionalidade da organização e da atividade desenvolvida no edifício ou recinto e menor for o nível de normalização dos procedimentos e processos que são desenvolvidos no decurso da atividade desenvolvida.

A organização do trabalho é influenciada pelas fases de planeamento, execução e controlo, sendo estas transversais a todo o processo produtivo. É através do processo organizacional que a gestão prescreve normas que determinam quem vai fazer o quê, como, quando, com que meios e em que prazos é que uma determinada tarefa deve ser executada. O modelo de organização é fundamental para a SCIE em realidades sociais e económicas que determinam ritmos de trabalho cada vez mais elevados e pressões da mais diversa índole, originadas por sistemas de controlo que nem sempre são os mais adequados para a segurança das operações. Algumas vezes o sistema de controlo é contraditório, o que leva à confusão no momento das interações de trabalho entre as pessoas e o meio, com reflexo negativo na qualidade e segurança das atividades desenvolvidas nos E/R.

A forma como se organiza o trabalho é fundamental para garantir níveis de SCIE, principalmente em atividade de alguma perigosidade como é o caso daquelas que envolvem substâncias perigosas ou substâncias combustíveis. Mesmo em atividades ordinárias, os ocupantes de E/R está fatalmente condenado a conviver, paredes meias, com substâncias combustíveis que apesar das propriedades intrínsecas que as caracterizam, o que as tornará mais ou menos perigosas será a forma como elas forem manuseadas e mantidas nos respetivos locais onde se desenvolverá uma determinada atividade.

É indesmentível que quanto maior forem os fatores de risco numa dada atividade, mais eficaz deve ser a organização dos processos produtivos, sejam eles quais forem. Os sistemas e métodos de trabalho devem por isso levar em conta os fatores de risco a que a organização está exposta, devendo o seu rigor aumentar consoante aumenta os riscos da atividade. Seria

desnecessário dizer que a organização do trabalho numa petroquímica deverá ser muitíssimo mais rigorosa que numa fábrica de metalomecânica, não estando mesmo assim excluída a possibilidade de incêndio, por vezes com elevadas consequências, igualmente na segunda. O que se pretende dizer com isto é que, sob o ponto de vista da SCIE, ambas precisarão de uma organização de trabalho eficaz e segura; contudo no primeiro caso a possibilidade de potencial falha será bem mais crítica que no segundo e por consequência o rigor da gestão dos processos produtivos, no primeiro, deve seguir padrões organizacionais de maior exigência.

Nas atividades de maior complexidade e que impliquem maior perigosidade deve existir um manual de operações que inclua os procedimentos operacionais normalizados (PONs) para cada uma das tarefas, a fim de garantir a segurança das operações. Este manual, para além de incluir as tarefas de rotina deve também definir, por exemplo, procedimentos de autorização para a execução de trabalhos perigosos<sup>15</sup> como é o caso de trabalhos pontuais com chama nua ou ainda a obrigatoriedade de cumprir com as instruções de segurança estabelecidas nos respetivos locais de risco<sup>16</sup>.

### **3.1.2.3 Organização dos espaços**

A “Organização dos espaços” é um fator crítico constituinte do domínio de ação do potencial de contexto que faz parte do índice de prevenção. Em geral, este fator será tão mais crítico para a segurança contra incêndios quanto maior for a falta de capacidade para gerir os espaços em condições de segurança, durante a atividade que é desenvolvida no E/R e menores forem os processos de controlo de utilização e manutenção da condição de arrumação e organização desses mesmos espaços.

A adequada gestão dos espaços relativamente à utilização e manutenção é fundamental para a manutenção das condições de SCIE. Quando se trata de atividades que envolvem elevadas quantidades de produtos ou mercadorias combustíveis, essa gestão é verdadeiramente crítica. A utilização tipo do E/R é, na maior parte dos casos, indiciadora da existência de produtos combustíveis a considerar, sendo em algumas delas<sup>17</sup> a quantidade e natureza desses produtos o fator preponderante para determinar a categoria de risco de incêndio.

---

<sup>15</sup> Requisito que cumpre com o exigido no ponto 4 do art.º 197.º da Portaria 1532/2008.

<sup>16</sup> Instruções referidas no art.º 199.º da Portaria 1532/2008.

<sup>17</sup> Nas utilizações tipo XI e XII.

Relativamente a este fator crítico de desempenho, mais do que analisar a densidade de carga de incêndio modificada é importante analisar a disposição, dispersão e arrumação desses produtos nos espaços disponíveis.

Apesar de se saber que não existem dois incêndios iguais, devido ao facto de serem variáveis os fatores que concorrem para a sua ignição e desenvolvimento, pode partir-se do princípio que, para efeito desta análise, os fatores que mais influenciam o incêndio são a) a forma geométrica e dimensões dos espaços; b) a relação massa/superfície dos materiais combustíveis expostos ao ar, c) distribuição e continuidade dos materiais combustíveis no espaço, d) acumulação de produtos combustíveis em espaços de trabalho, e) características físicas e químicas dos produtos, f) potenciais locais de ignição face ao combustível, g) condições atmosféricas<sup>18</sup>, h) ventilação dos locais, i) vãos existentes entre os locais, j) compartimentação e k) medidas de prevenção e proteção contra incêndios.

Durante a utilização e armazenamento de substâncias perigosas não se devem misturar substâncias quimicamente incompatíveis, pelo que deve cumprir-se as informações constantes em tabelas de compatibilidades das substâncias químicas.

Deve ainda levar-se em conta que todos os locais onde se acumulam ou armazenam produtos ou materiais combustíveis devem ser adequadamente dimensionados e estruturados para esse efeitos, bem como manter-se adequadamente arrumados e organizados. Para além do mais, esses locais devem manter-se permanentemente controlados e serem alvo das medidas de prevenção e proteção contra incêndios definidos na legislação de SCIE em vigor.

Em nenhum caso deve ser permitida a cumulação ou armazenamento, nem que por pouco tempo, de produtos combustíveis, ou outros, nas vias de evacuação, corredores de acesso aos meios de proteção contra incêndios e nos espaços de manobrabilidade dos mesmos.

#### **3.1.2.4 Controlo do domínio de ação “POTENCIAL DO CONTEXTO”**

A avaliação do desempenho deste domínio de ação requer, desde logo, uma análise à política e objetivos para a SCIE, à organização dos trabalhos com implicação na SCIE e à organização dos espaços no interior e exterior imediato do E/R. Um programa de SCIE adequado à dimensão e complexidade da atividade desenvolvida no E/R, uma correta

---

<sup>18</sup> Principalmente temperatura e humidade.

organização do trabalho e uma adequada organização dos espaços são requisitos necessários a um efetivo controlo deste domínio de ação.

### **3.1.3 DOMÍNIO DE AÇÃO “POTENCIAL HUMANO”**

O “Potencial humano” é um domínio de ação que faz parte do índice de prevenção. Em geral, este domínio de ação será tanto mais crítico para a segurança contra incêndios quanto maior for a falta de preparação dos ocupantes do E/R para as atividades lá desenvolvidas e menores forem a promoção da SCIE e a capacidade instalada no sistema para formar e informar os mesmos. Este domínio de ação é composto pelos fatores críticos referidos nas alíneas seguintes.

#### **3.1.3.1 Seleção, formação e competências do pessoal**

A “Seleção, formação, e competências do pessoal” é um fator crítico constituinte do domínio de ação do potencial humano o qual faz parte do índice de prevenção. Em geral, este fator será tanto mais crítico para a segurança contra incêndios quanto maior for a ausência de políticas ativas de seleção e formação dos ocupantes dos edifícios e recintos e menores forem as competências para o exercício das funções atribuídas aos mesmos.

Relativamente aos recursos humanos, é importante dizer-se que sendo o ativo mais importante e mais complexo do SASCIE, nem sempre é tratado com o pragmatismo e a clareza necessária. O relativo insucesso das organizações de segurança contra incêndios e nomeadamente das de resposta a emergências, deve-se a toda uma política de recursos humanos assente em pressupostos que, por vezes, minimizam a importância do fator humano face à máquina e ao contexto. Por exemplo, a componente humana não raras vezes é apresentada com base no conceito de número de pessoas eventualmente disponível, em vez do conceito de número de pessoas efetivamente disponível para os serviços de segurança contra incêndios (SSI)<sup>19</sup> do E/R. Contudo, no caso em análise, os recursos humanos devem estar efetivamente disponíveis<sup>20</sup> por forma a obterem-se tempos de resposta adequados face às exigências da proteção contra incêndios. Para que o SASCIE apresente níveis de desempenho aceitáveis é fundamental possuir recursos humanos adequadamente qualificados para a função. Por isso, é importante promover processos de seleção adequados que garantam a

---

<sup>19</sup> Requisito exigido pelo ponto 5 do art.º 200.º da portaria 1532/2008.

<sup>20</sup> Requisito exigido pelo ponto 3, do art.º 200.º da portaria 1532/2008.

seleção de pessoal baseada em perfis de entrada adequados à função. Poder-se-á dizer que para o exercício da atividade de SCIE, os principais aspetos a ter em conta devem ser: a) competências psicossociais, b) competência técnica e operacional e c) aptidão psicofísica. Obviamente que estes aspetos, sendo gerais para o processo de seleção, devem ser tanto mais rigorosos quanto maior for o nível de perigosidade e a complexidade da atividade desenvolvida no edifício ou recinto. Por exemplo, não restarão muitas dúvidas que o processo de seleção de pessoas para o SSI de um recinto com dimensões significativas e que se destine a atividades petroquímicas deverá ser muito mais rigoroso e formal do que para um edifício de pequena dimensão que se destine a atividades administrativas.

Contudo, a um processo de seleção que garanta recursos humanos com potencial de desenvolvimento, deve seguir-se um processo de formação e treino inicial que seja complementado por um processo de formação e treino contínuos, capazes de promoverem eficazmente a aquisição, manutenção e atualização das competências e aptidões dos três principais níveis funcionais<sup>21</sup>. Para garantir isso, deve estabelecer-se um plano de formação que defina os requisitos de seleção, formação e periodicidade da mesma, para cada um dos níveis funcionais.

Tendo sido o processo de seleção já abordado genericamente, o processo de formação requer uma análise mais cuidadosa e pormenorizada acerca do conceito de eficácia e eficiência do mesmo. Uma abordagem sistematizada da formação é apresentada por Roger Buckley e Jim Caple [11] em forma de diagrama que se apresenta na figura 12.

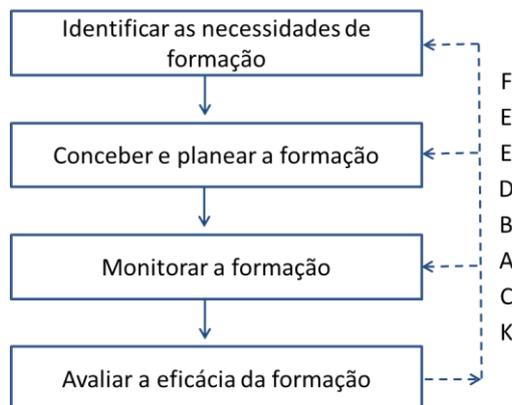


Figura 12 - Uma abordagem sistemática da formação

<sup>21</sup> Os níveis funcionais são o nível de gestão do sistema, o de chefia operacional e o de execução operacional (elementos de da segurança).

Não raras vezes a formação é vista apenas como a exigência do cumprimento de um requisito legal, sendo muitas vezes baseada em conteúdos e cargas horárias escolhidas de forma indiscriminada ou através de pacotes pré-formatados que nada tem a ver com as reais necessidades do sistema, relativamente à qual a única preocupação é a mínima carga horária, independentemente dos seus resultados e do seu maior ou menor contributo para a melhoria do desempenho do SASCIE. Para que a formação não se transforme em mais um custo a somar ao custo da ineficácia do sistema, é necessário saber, antes de mais, quais são as competências necessárias para fazer funcionar um determinado SASCIE específico. Para tanto, há um conjunto de informação que deve ser recolhida previamente, para que a partir dela se possa iniciar um processo criterioso de formatação das respetivas ações de formação. Alguns dos critérios que permitem determinar as competências que devem ser adquiridas e mantidas através da formação são os seguintes:

- ✓ As missões<sup>22</sup> atribuídas ao SSI - que deverão ser aquelas que são determinadas pela legislação aplicável em vigor. Assim, segundo o Regime jurídico da Promoção da Segurança e Saúde no Trabalho<sup>23</sup> as empresas deverão formar em número suficiente (tendo em conta a dimensão da empresa e os riscos existentes) colaboradores para primeiros socorros, combate a incêndios e evacuação. A última alteração a esse regime<sup>24</sup> determina que a empresa ou o estabelecimento, qualquer que seja a modalidade do serviço de segurança e saúde no trabalho, deve ter uma estrutura interna que assegure as atividades de emergência, primeiros socorros, evacuação, combate a incêndios e resgate de trabalhadores em situação de sinistro. Já o RT-SCIE<sup>25</sup> determina que devem possuir formação de SCIE os funcionários e colaboradores das entidades exploradoras dos espaços afetos às utilizações tipo, todas as pessoas que neles exerçam atividade profissional por períodos superiores a 30 dias por ano e os elementos com atribuições previstas nas atividades de autoproteção. Formação de sensibilização de SCIE para todos os ocupantes, formação específica destinada aos elementos que na sua atividade normal lidam com situações de maior risco de incêndio e formação de específica para os elementos que possuem atribuições especiais de atuação em caso de emergência.

---

<sup>22</sup> Por definição, missão é o porquê da existência de uma organização. É aquilo que dá direção e significado a essa existência.

<sup>23</sup> Artigo 20.º da Lei 102/2009

<sup>24</sup> Artigo 75.º da Lei 3/2014

<sup>25</sup> Artigo 206.º da portaria 1532/2008.

- ✓ Os potenciais cenários de emergência<sup>26</sup> - que possam ser razoavelmente previstos para o edifício ou recinto e suas imediações, sendo a partir destas que se determinam as competências técnicas e operacionais necessárias ao desempenho das missões atribuídas. Por exemplo, só fará sentido ministrar formação no âmbito da proteção química se existir o perigo efetivo de acidente químico.
- ✓ Os equipamentos e sistemas de proteção instalados no edifício ou recinto - que deverão ser determinados através de um estudo de SCIE<sup>27</sup>. É a partir destes que se determinam as competências necessárias à sua operação segura em contexto de emergência. Por exemplo, num edifício que só tem meios de primeira intervenção<sup>28</sup> não fará sentido ministrar formação prática sobre operação de bocas-de-incêndio com mangueiras flexíveis (tipo teatro ou outras).
- ✓ Os equipamentos de proteção individual (EPI) - cujo tipo deve ser selecionado a partir das missões atribuídas ao SSI, sendo a partir destes que se determinam as competências necessárias para a operação segura dos mesmos em contexto operacional. Por exemplo, não fará sentido ministrar formação sobre equipamentos de proteção respiratória isolante em casos em que estes equipamentos não estão disponíveis para o SSI.
- ✓ Os níveis funcionais instalados no SSI - que deverão ser pelo menos os três já referidos anteriormente. É a partir destes que se determinam as competências para o desempenho de cada um dos níveis funcionais específicos, principalmente os de gestão e de chefia de equipas.

No processo de gestão da formação, uma vez determinadas as competências necessárias para cada grupo específico, deve partir-se para a definição dos objetivos pedagógicos e a partir destes, para a definição dos conteúdos programáticos e das cargas horárias das respetivas ações de formação.

A definição das ações de formação e das respetivas cargas horárias não estão formalmente definidos em nenhuma legislação. Dos referenciais consultados<sup>29</sup>, apenas a NFPA 1081

---

<sup>26</sup> Os potenciais cenários de emergência que se possam razoavelmente esperar, através da previsão dos efeitos da materialização dos fatores de risco identificados no edifício ou recinto, devem estar definidos no plano de emergência interno.

<sup>27</sup> Os equipamentos e sistemas de proteção instalados no edifício devem constar do projeto de SCIE ou planta de estudo de SCIE.

<sup>28</sup> Extintores portáteis e bocas-de-incêndio tipo carretel.

<sup>29</sup> Portaria 1532/2008, Instituto de Seguros de Portugal (regra técnica nº 5), NFPA 1081-Standard for Industrial Fire Brigade

define, para as brigadas industriais contra incêndios, as ações de formação<sup>30</sup> e respetivos conteúdos programáticos sem, contudo, fazer referência a cargas horárias. Esta entidade recomenda os seguintes níveis de formação: a) formação para brigadas industriais contra incêndios incipientes (avaliação e resposta de 1ª intervenção em fogos de pequena dimensão), b) formação para brigadas industriais contra incêndio exteriores avançados (avaliação e resposta de 1ª e 2ª intervenção em incêndios exteriores de pequena e média dimensão), c) formação para brigadas industriais contra incêndios estruturais interiores (avaliação e resposta de 1ª e 2ª intervenção em fogos interiores de média dimensão com capacidade de busca e salvamento de colaboradores em risco), d) formação para gestão operacional de brigadas industriais contra incêndio.

Tendo em conta tudo aquilo que acima foi descrito e após pesquisas efetuadas a inúmeros referenciais nacionais e internacionais, creio ser razoável pensar-se que, no mínimo, as ações e respetivas cargas horárias devem se as referidas na figura 13.



Figura 13 – Ações de formação e respetivas cargas horárias

Pode dizer-se que um programa de formação deve assentar em ações de formação e treino com conteúdos programáticos de qualidade e de adequabilidade às necessidades específicas do SASCIE. Para além desses requisitos, devem existir facilidades físicas e organizacionais adequadas para um efetivo treino prático. O programa de formação deve contemplar ainda um corpo de formadores com competência e experiência reconhecida, naturalmente adquiridas através de percursos relevantes no âmbito da SCIE.

De referir que nesta atividade, como em qualquer outra, a aquisição das necessárias capacidades e competências só é possível através da formação teórica e do treino prático,

Member Professional Qualifications.

<sup>30</sup> NFPA 1081-Standard for Industrial Fire Brigade Member Professional Qualifications.

devendo estas ser eficazmente desenvolvidas. Também como noutra qualquer atividade, os efeitos produzidos pela formação devem ser consolidados e ampliados através da experiência adquirida no exercício da função em contexto real. No entanto, uma grande parte das situações para que os elementos SSI são treinados não acontece todos os dias e no caso de um incêndio raramente acontece. Daí que, se não é possível adquirir experiência através de situações reais, só resta a possibilidade de adquiri-la através de situações simuladas. Os exercícios práticos são, pois, na maior parte dos casos, a principal ou mesmo única fonte de experiência. É necessário, portanto, dispensar bastante atenção à quantidade, mas principalmente à qualidade do treino e dos exercícios a que deve ser submetido todo o pessoal do SSI. É importante referir que, no mínimo, qualquer sistema de formação e treino deve ter um nível de eficiência capaz de desenvolver a autoconfiança nos operacionais e levá-los a identificar e eliminar o excesso de confiança. Isto pelo simples facto da primeira, assente no conhecimento, ser geradora dos bons e conscientes desempenhos e a segunda, assente na ignorância, ser geradora dos maus, inconscientes e perigosos desempenhos.

### **3.1.3.2 Sistemas de informação e promoção da SCIE junto dos ocupantes**

Os “Sistemas de informação e promoção da SCIE juntos dos ocupantes” é um fator crítico constituinte do domínio de ação do potencial humano que faz parte do índice de prevenção. Em geral, este fator será tanto mais crítico para a segurança contra incêndios quanto maior for a ausência de políticas eficazes de informação e comunicação no âmbito da SCIE e menores forem a abrangência dessas políticas e os meios disponibilizados para esse efeito.

Os sistemas de informação utilizados para divulgar e difundir a informação de SCIE podem ser de natureza geral, particular ou especial. Um exemplo de informação geral será a sinalética instalada no edifício e recinto ou as instruções gerais de segurança. Um exemplo de informação particular pode ser as instruções particulares de segurança ou as fichas de dados de segurança existentes em locais de risco agravado de incêndio. Um exemplo de informação especial pode ser os planos prévios de intervenção ou as instruções especiais de segurança.

Podem considerar-se como principais meios passivos de informação de SCIE, a sinalização de segurança<sup>31</sup>, as plantas de emergência<sup>32</sup>, as instruções de segurança<sup>33</sup>, as instruções de

---

<sup>31</sup> Requisito exigido pelo art.º 108 da portaria 1532/2008.

<sup>32</sup> Requisito exigido pelo ponto 6 do art.º 205 da portaria 1532/2008.

<sup>33</sup> Requisito exigido pelo art.º 199.º da portaria 1532/2008.

funcionamento das instalações técnicas, equipamentos e sistemas<sup>34</sup> e as listas telefónicas de emergência<sup>35</sup>.

Aquilo a que o autor designa por informação ativa de SCIE dependerá muito da política de informação interna das organizações que ocupam os edifícios ou recintos e esta, por sua vez, depende da cultura de segurança instalada nessas mesmas organizações. A postura da gestão de topo no que se refere à comunicação ativa de SCIE deve ser um foco de análise, nomeadamente no que concerne ao seu papel em relação à transparência e eficácia da informação, ao empenhamento exigido a toda a organização, ao apoio dado às respetivas chefias para a divulgação da informação e às intenções claramente expressas em ações concretas do dia-a-dia. Também é importante perceber qual é a identificação da cultura da empresa para questões da SCIE e de que modo ela é percebida por todos os colaboradores internos.

É importante a existência de um plano de comunicação de SCIE e de uma pessoa responsável pela sua gestão. Desde as grandes organizações onde este plano pode ser dirigido pelo próprio diretor de comunicação, passando pelas médias e pequenas empresas onde esta gestão pode ser efetuada pelos respetivos responsáveis de segurança e acabando nas micro organizações onde esta gestão pode ser efetuada pelo próprio empresário (responsável de segurança contra incêndios), em todas deve haver um objetivo comum que é a promoção da SCIE. Uma outra hipótese é recorrer a empresas exterior para gerir o processo de comunicação de SCIE.

Definidos os objetivos do programa de comunicação de SCIE, cabe ao responsável pela sua gestão, identificar os suportes mais eficazes para tornar a comunicação eficaz. A definição dos meios a utilizar na comunicação depende da dimensão da empresa e do orçamento disponível<sup>36</sup>. A estratégia de comunicação pode passar pelo uso de meios orais, meios escritos, meios audiovisuais ou pelas novas tecnologias. A seleção do meio de comunicação para a difusão de uma determinada informação de SCIE vai depender da dimensão da organização, capacidade financeira e meios técnicos instalados, sendo que a sua eficácia é determinante para a SCIE.

---

<sup>34</sup> Requisito exigido pelo ponto 3 do art.º 202.º da portaria 1532/2008.

<sup>35</sup> Requisito exigido pelo art.º 205.º da portaria 1532/2008.

<sup>36</sup> Referências da APECOM (Associação Portuguesa das Empresas de Conselho em Comunicação e Relações Públicas);[www.apecom.pt](http://www.apecom.pt).

### **3.1.3.3 Plano/procedimentos de prevenção**

O “Plano/Procedimentos de prevenção” é um fator crítico constituinte do domínio de ação do potencial humano que faz parte do índice de prevenção. Em geral, este fator será tanto mais crítico para a segurança contra incêndios quanto maior for a ausência de procedimentos de prevenção contra incêndios e menor for o grau de formalização e implementação do plano/procedimentos de prevenção.

O conhecimento exato do comportamento das diferentes substâncias sob ação do fogo levam a compreender os riscos de incêndio e, em consequência, a estudar a maneira de o evitar ou diminuir. Basicamente pode dizer-se que prevenir significa impedir que determinado desfecho indesejado se instale, que no caso pode ser o surgimento de um incêndio, a libertação de vapores inflamáveis combustíveis ou a ocorrência de um curto-circuito elétrico.

De facto, em bom rigor, pode dizer-se que quase todas as medidas de segurança contra incêndios têm, de alguma forma, uma componente de prevenção e uma componente de proteção, consoante o momento da realização da ação concreta seja antes ou após a ocorrência do incêndio. Neste sentido, a prevenção num determinado contexto, tanto pode envolver medidas de comportamento humano que visem prevenir a ocorrência do incêndio, como medidas de engenharia na fase de projeto que visem prevenir a sua propagação, ou ainda medidas de emergência, na fase de planeamento e implementação, que visem prevenir os danos humanos ou materiais originados por ele provocados. Contudo, no presente capítulo será abordada apenas a prevenção primária e dentro desta o plano e os procedimentos de prevenção.

Um requisito fundamental para garantir a autoproteção e a gestão de segurança contra incêndios em E/Rs, durante a exploração ou utilização dos mesmos, é a existência de medidas preventivas, que tomam a forma de procedimentos de prevenção ou planos de prevenção, conforme a categoria de risco<sup>37</sup>. Trata-se de documentos que integram o plano de SCIE, os quais devem definir a organização e os procedimentos a adotar por uma determinada entidade (responsável por um edifício ou recinto), para evitar a ocorrência de incêndios e para garantir a manutenção do nível de SCIE. O seu objetivo é definir as medidas de prevenção consubstanciadas em regras de exploração e de comportamento que devem ser adotadas pelos

---

<sup>37</sup> Requisito exigido pelo art.º 21.º do DL 220/2008.

seus ocupantes para garantir a manutenção das condições de segurança dos mesmos durante toda a sua vida útil. As medidas de prevenção mínimas constam da tabela 1.

Procedimentos de prevenção <sup>38</sup>	Plano de prevenção <sup>39</sup>
Procedimentos de exploração e utilização dos espaços.	Disposições administrativas onde conste a identificação da UT, data da sua entrada em funcionamento, identificação do responsável de segurança, e identificação de eventuais delegados de segurança.
Procedimentos de exploração e de utilização das instalações técnicas, equipamentos e sistemas, instalados, incluindo os de segurança.	Plantas, à escala de 1:100 ou 1:200 com a representação inequívoca, recorrendo à simbologia constante das normas portuguesas.
Procedimentos de conservação e de manutenção das instalações técnicas, dispositivos, equipamentos e sistemas instalados.  Programas com estipulação de calendários e listas de testes de verificação periódica	Constituído pelos procedimentos de prevenção que se referem na coluna ao lado.

Tabela 1 – Medidas de prevenção mínimas exigidas pela legislação em vigor

Assim sendo, pode dizer-se que as principais partes de um plano de prevenção deverão ser as da tabela 2.

<sup>38</sup>Requisito exigido pelo art.º 202.º da portaria 1532/2008..

<sup>39</sup>Requisito exigido pelo art.º 203 da portaria 1532/2008.

Medidas preventivas	Objetivo
Disposições administrativas;	Identificação da UT, do responsável e dos delegados de segurança.
Caraterização dos edifícios ou recinto, onde conste a planta de estudo de SCIE (planta prevenção);	Estudo de segurança do edifício para caraterização dos locais de risco, e determinação, entre outras coisas, da categoria de risco da UT e dos meios de proteção a instalar na mesma.  Apoiar o processo de decisão no âmbito do salvamento e combate a incêndios.
Procedimentos de exploração e de utilização das instalações técnicas, equipamentos e sistemas;	Garantir a operação segura dos equipamentos e sistemas.
Plano de manutenção.	Garantir o bom estado de conservação e funcionamento.

Tabela 2 – Objetivos das medidas preventivas.

De referir que é recomendável a inclusão de plantas de localização do E/R, de implantação/enquadramento. As primeiras devem identificar a localização geográfica do E/R relativamente a pontos de importância para o planeamento da emergência, como é o caso de hospitais, bombeiros, polícia, etc. e os respetivos percursos; as segundas devem possuir informação sobre aspetos como o perímetro exterior do E/R, vias de acesso ao mesmo, cortes de energia exteriores, hidrantes exteriores, ponto(s) de encontro, etc.

#### 3.1.3.4 Controlo do domínio de ação “POTENCIAL HUMANO”

A avaliação do desempenho deste domínio de ação requer, desde logo, uma análise aos meios de informação passivos de SCIE, nomeadamente a aspetos da sinalização de segurança, plantas de emergência, instruções particulares de segurança, listas de telefones de emergência, etc. Quanto aos meios de informação ativa, é necessária uma análise criteriosa à política de informação interna para a SCIE para verificar se estão garantidas as condições mínimas para

que a informação crítica no âmbito da prevenção e da emergência chegue a todos os ocupantes do E/R. Outro aspeto é a identificação do nível de envolvimento e comprometimento da gestão de topo e das chefias intermédias no processo de informação e comunicação da SCIE. Algumas condições necessárias para um efetivo controlo deste domínio de ação são a elaboração e implementação do plano ou procedimentos de prevenção<sup>40</sup>, a adequada seleção e formação do pessoal ou a existências de meios eficazes de informação e divulgação da SCIE.

### **3.1.4 DOMÍNIO DE AÇÃO “POTENCIAL DOS EQUIPAMENTOS E SISTEMAS”**

O “Potencial dos equipamentos e sistemas” é um domínio de ação que faz parte do índice de prevenção. Em geral, este domínio de ação será tanto mais crítico para a segurança contra incêndios quanto maior for a incapacidade da organização para garantir as condições indispensáveis de seleção, instalação e manutenção dos equipamentos e menor for a eficácia dos programas de manutenção e controlo da mesma. Este domínio de ação é composto pelos fatores críticos referidos nas alíneas seguintes.

#### **3.1.4.1 Condições das instalações técnicas**

As “Condições das instalações técnicas” é um fator crítico de desempenho constituinte do domínio de ação do potencial dos equipamentos e sistemas, o qual faz parte do índice de prevenção. Em geral, este fator será tanto mais crítico para a segurança contra incêndios quanto mais deficientes forem as condições de adequabilidade dos equipamentos e sistemas críticos para a SCIE, relativamente à função a que se destinam e menos eficiente for o estado de conservação, de funcionamento e de utilização dos mesmos.

Este fator crítico depende da eficácia dos processos de seleção, aquisição, instalação e operação dos equipamentos e sistemas. Devem ser adequados à função e possuírem certificado de conformidade relativamente à mesma. O seu estado de conservação e regimes de funcionamento devem garantir a ausência de potenciais fontes de ignição, fugas ou derrames de combustíveis. As energias produzidas pelo seu funcionamento devem estar adequadamente controladas, de forma a não se constituir como fonte de potenciais danos materiais ou humanos.

---

<sup>40</sup> A exigência de plano ou procedimentos de prevenção depende da categoria de risco de cada UT específica.

### **3.1.4.2 Plano de manutenção e registos de segurança**

O “Plano de manutenção e registos de segurança” é um fator crítico constituinte do domínio de ação do potencial dos equipamentos e sistemas, o qual faz parte do índice de prevenção. Em geral, este fator será tanto mais crítico para a segurança contra incêndios quanto menor for a qualidade do programa de inspeção, manutenção e teste dos equipamentos e sistemas e maior for o seu grau de incumprimento.

O programa de manutenção deve garantir os procedimentos de conservação, manutenção e teste das instalações técnicas, dispositivos, equipamentos e sistemas críticos e de segurança existentes no edifício ou recinto. Estes devem estipular a tipologia dos níveis de intervenção, calendarização, plano de manutenção e listas de verificação, bem como entidade ou pessoa responsável pela sua execução e registo. O plano de manutenção deve abranger todos os equipamentos definidos na legislação em vigor<sup>41</sup>

O edifício ou recinto deve possuir um caderno de registo de segurança contra incêndio, destinado à inscrição de ocorrências relevantes e à guarda de relatórios relacionados com a SCIE, nomeadamente os referidos na legislação em vigor<sup>42</sup>.

### **3.1.4.3 Sistemas de controlo da manutenção**

Os “Sistemas de controlo da manutenção” é um fator crítico constituinte do domínio de ação do potencial dos equipamentos e sistemas, o qual faz parte do índice de prevenção. Em geral, este fator será tão mais crítico para a segurança contra incêndios quanto maior for a falta de controlo sobre a execução do programa de inspeção, manutenção e teste dos equipamentos e sistemas e menos eficaz for o acompanhamento das medidas corretivas exigidas.

O sistema de controlo de manutenção deve garantir um processo formal relativamente a aspetos como, a) registo obrigatório de anomalias no caderno de registo de segurança, b) reporte de anomalias, c) controlo da execução das medidas corretivas, d) procedimentos de consignação dos equipamentos/sistemas e e) manutenção dos registos de segurança durante 10 anos.

---

<sup>41</sup> Requisito exigido pelo ponto 4 do art.º 202 do RT-SCIE.

<sup>42</sup> Requisito exigido pelo art.º 201.º do RT-SCIE.

### 3.1.4.4 Controlo do domínio de ação “POTENCIAL DO EQUIPAMENTO E SISTEMAS”

A avaliação do desempenho deste domínio de ação requer uma efetiva análise sobre a adequabilidade, qualidade da instalação, estado de conservação, condições de utilização e manutenção dos equipamentos e sistemas, de forma a verificar a garantia de um nível de risco aceitável de operação relativamente à SCIE. A garantia de conformidade dos equipamentos e sistemas relativamente ao projeto, a adequabilidade do programa de manutenção, equipamentos e sistemas corretamente dimensionados e instalados, planos de manutenção adequadamente elaborados e implementados, bem como sistema de controlo da manutenção eficazes, são condições requeridas para um efetivo controlo deste domínio de ação.

## 3.2 INDICADOR DE PROTEÇÃO (ÍNDICE PROT)

Pode dizer-se que a proteção contra incêndios é a segunda oportunidade de garantir a SCIE. Esta componente é crítica, principalmente, no âmbito do projeto. A NFPA<sup>43</sup> indica como principais fatores da proteção contra incêndios, a) o controlo do processo de combustão, b) a extinção do incêndio e c) os elementos construtivos (figura 14).

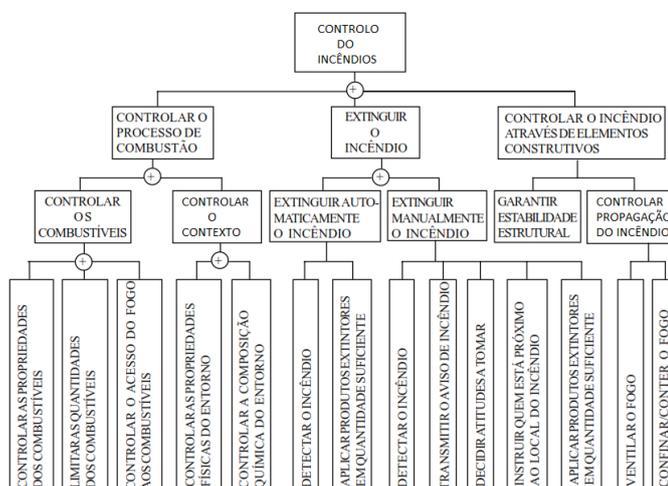


Figura 14 – Componentes da proteção segundo a NFPA (fonte: NFPA 550).

### 3.2.1 DOMÍNIO DE AÇÃO “POTENCIAL DE PROPAGAÇÃO”

O “Potencial de propagação” é um domínio de ação que faz parte do índice de proteção. Em geral, este domínio de ação será tanto mais crítico para a segurança contra incêndios quanto

<sup>43</sup> NFPA 550 Guide to the Fire Safety Concepts Tree.

maior for a velocidade de propagação do potencial incêndio<sup>44</sup>, e menor for o grau de compartimentação e isolamento dos respetivos espaços utilizados para contrariar essa velocidade de propagação. Dois aspetos a ter em conta neste domínio, são as formas de propagação do incêndio e a velocidade da mesma. A propagação do incêndio está associada às três formas características de condução do calor:

- Condução de calor através da matéria de uma região de temperatura elevada em direção a outra região de baixa temperatura;
- Convecção de calor através de meios gasosos ou líquidos com deslocamento de matéria aquecida.
- Radiação de calor sob a forma de ondas eletromagnéticas que se propagam em todas as direções.

Geralmente, num incêndio as três formas de propagação estão presentes, embora em determinadas condições umas sejam predominantes em relação a outras. Para além do efeito de propagação do incêndio associada às três formas de condução do calor, existe ainda o efeito de projeção de partículas em combustão que pode contribuir para a velocidade de propagação do incêndio, estando esta associada, em grande medida, à velocidade do processo de combustão. A combustão é definida como um processo de oxidação rápida vulgarmente chamada de combustão viva (resultando em fogo). Esta oxidação rápida pode ocorrer de duas formas: a) incandescência, que se caracterizam pelo tipo de fogo em profundidade e em superfície (caso dos sólidos combustíveis vulgares) e b) chama, que se caracterizam pelo tipo de fogo apenas de superfície (caso dos líquidos), sendo a taxa de propagação do incêndio significativamente maior nos segundos. Este facto não significa, no entanto, que a oxidação seja sempre rápida. A oxidação pode ser também muito lenta, ou pode ser quase instantânea.

A velocidade com que se produz a reação de combustão mede-se pela quantidade de combustível consumida por unidade de tempo. Quando esta velocidade assume valores quase instantâneos<sup>45</sup> apresentam efeitos explosivos que serão tão mais violentos quanto maiores forem as quantidades de gases produzidos e de calor desenvolvido. Estes fenómenos podem não só provocar danos estruturais significativos como também propagar o incêndio de uma

---

<sup>44</sup> Fator que, como já foi visto, dependerá de aspetos como as características físicas e químicas das substâncias combustíveis e a maior ou menor superfície das substâncias combustíveis exposta ao ar.

<sup>45</sup> É o caso das deflagrações e detonações.

forma dramática. De referir que estes efeitos explosivos se devem a processos químicos, muito embora possam também acontecer propagações extremamente rápidas em casos de fenómenos explosivos físicos, como é o caso do rebentamento de um reservatório de líquido combustível por ação do calor.

### **3.2.1.1 Distribuição, localização e divisão do combustível**

A “distribuição, localização e divisão do combustível” é um fator crítico constituinte do domínio de ação do potencial de propagação, o qual faz parte do índice de proteção. Em geral, este fator será tanto mais crítico para a segurança contra incêndios quanto maior for a subdivisão do combustível e a continuidade física do mesmo no espaço e menor for a distâncias entre os locais de armazenamento ou arrumo dos combustíveis e os caminhos de evacuação ou locais de concentração de ocupantes.

A velocidade de propagação superficial de chama indica a condição de avanço do fogo sobre a superfície dos combustíveis, sendo esta claramente reconhecida com um dos critérios mais importantes que deve ser levado em consideração quando se analisa a propagação do incêndio. Como já foi referenciada, essa velocidade é bastante distinta segundo o estado físico e posição do combustível, sendo menor no caso de este se encontrar na posição horizontal e consideravelmente maior no caso de ele se encontrar posição vertical. Isto, devido ao efeito de convecção, manifestado no primeiro caso, provocar um pré aquecimento da matéria acima do frente de fogo em progressão.

A maioria dos sólidos e líquidos combustíveis possuem mecanismos sequenciais para a sua ignição, havendo algumas exceções a essa regra, como é o caso de alguns sólidos pirofóricos (sódio, fósforo, magnésio etc.), exceções essas que não se regem por esses mecanismos. Apesar disso, pode dizer-se que a velocidade de propagação do incêndio dependerá muito desses mecanismos e das condições existentes para a sua incrementação. Quanto mais rapidamente uma substância passar ao estado de vapor (quanto mais volátil for) tanto maior será a condição ideal para a propagação do incêndio. É por isso que os gases inflamáveis, como o seu estado natural é já o estado gasoso, são sempre mais críticos não só relativamente ao processo de ignição como também à velocidade de propagação do incêndio que são sempre muito críticas para a segurança dos ocupantes do E/R.

Nos fogos que envolvem sólidos e que se desenvolvem no interior de estruturas como é o caso dos edifícios, devido ao seu confinamento, a cumulação dos produtos gasosos da combustão constitui um fator crítico relativamente à taxa de crescimento do incêndio e da propagação da chama.

O incêndio real é modelado por meio de uma curva normalizada associada à elevação da temperatura em função do tempo de duração do incêndio, a qual permite estimar a máxima temperatura atingida pelos gases quentes no meio ambiente interior. A curva do incêndio real apresenta três fases, muito embora para o caso em estudo sejam relevantes apenas a primeira (ignição) e a segunda (crescimento). A ignição é a fase que representa o início da inflamação, com crescimento gradual de temperatura, a qual quase não sofre influência por parte das características do compartimento onde se desenvolve (vãos, compartimentação, etc.). Esta fase inicia-se a partir de uma fonte de ignição, desenvolvendo-se com algum incremento de temperatura libertada pela combustão das substâncias adjacentes ao foco inicial, consoante a disponibilidade de oxigénio no local. Estas condições têm maior probabilidade de acontecer em locais onde fontes de calor se encontram em contacto com materiais combustíveis, levando ao seu progressivo aquecimento e conseqüente decomposição, originando a libertação de vapores que podem vir a inflamar-se posteriormente. Nesta fase incipiente, a quantidade de oxigénio existente no ar não é reduzida significativamente, e o fogo produz fundamentalmente vapor de água (H<sub>2</sub>O), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), anidrido sulfuroso (SO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO) em pequenas quantidades e outros gases com menor expressão, dependendo do combustível envolvido. As temperaturas, nesta fase, dependerão da quantidade de calor que é transmitida ao teto e às paredes, já que os gases fluem sobre eles, podendo rondar valores de temperatura entre 483°C e 649°C [17]. Nesta fase, as condições de propagação são mínimas, não existindo grande risco para os ocupantes ou para as estruturas, fora do compartimento afetado pelo fogo. Se as medidas de proteção ativa forem eficientes, o fogo é extinto rapidamente sem se produzir grande efeito de propagação do mesmo. Contudo, se isso não acontecer o fogo entra na fase de crescimento, caracterizando-se a mesma por um aumento progressivo da temperatura e acumulação de fumo, gases e vapores junto ao teto. Todo o conteúdo do local afetado pelo incêndio é aquecido até ao seu ponto de ignição, havendo a possibilidade da ignição simultânea<sup>46</sup> de todo o conteúdo, com o conseqüente envolvimento total do compartimento ou edifício. Este fenómeno produz uma elevada quantidade de calor

---

<sup>46</sup> Designado pela literatura inglesa com *flashover*.

(pode chegar aos 10.000 kW ou mais) e um grande potencial de propagação do incêndio através de vãos e outras aberturas, podendo esta condição afetar as estruturas e colocar em perigo os ocupantes do edifício ou recinto.

### **3.2.1.2 Energias mínimas de inflamação dos combustíveis**

As “Energias mínimas de inflamação dos combustíveis” é um fator crítico constituinte do domínio de ação do potencial de propagação, o qual faz parte do índice de proteção. Em geral, este fator será tanto mais crítico para a segurança contra incêndios quanto menor forem as energias mínimas de inflamação dos combustíveis existentes no E/R.

A inflamação dos materiais combustíveis depende fundamentalmente da, a) radiação a que o combustível está exposto (nível de exposição), b) constituição física e química do combustível e c) energia mínima de inflamação (EMI).

A energia mínima de inflamação é a quantidade mínima de energia (provocada por chama, faísca, choque, fricção) que é necessário fornecer para inflamar uma mistura vapor/gás no ar, nas condições normais de temperatura e pressão. A EMI é um fator que determina não só o maior ou menor perigo de ativação das substâncias combustíveis, como também a velocidade de combustão da mesma e por consequência a velocidade de propagação da chama numa mistura inflamável.

### **3.2.1.3 Comportamento ao fogo, isolamento, proteção e compartimentação**

Este é um fator crítico constituinte do domínio de ação do potencial de propagação, o qual faz parte do índice de proteção. Em geral, este fator será tanto mais crítico para a segurança contra incêndios quanto menor for o grau de compartimentação, isolamento e proteção dos espaços do edifício e recinto.

Segundo HARMATHY<sup>47</sup> “um edifício seguro contra incêndio pode ser definido como aquele em que há uma alta probabilidade de que todos os ocupantes sobrevivam a um incêndio sem sofrerem qualquer ferimento e no qual os danos à propriedade serão confinados às vizinhanças imediatas do local em que o fogo se iniciou”.

---

<sup>47</sup> (1984, apud BERTO, 1991, p.3)

Os principais objetivos da compartimentação são a) conter o incêndio no local de origem, b) manter as vias de evacuação protegidas contra os efeitos do incêndio e c) garantir a proteção das operações de salvamento e combate ao incêndio. A compartimentação dos espaços cobertos deve, em regra, constituir compartimentos corta-fogo diferentes, sem prejuízo das condições de isolamento e proteção dos locais de risco e estes devem possuir as áreas máximas estabelecidas na legislação em vigor<sup>48</sup>.

Os principais objetivos da resistência ao fogo dos elementos estruturais é garantir a capacidade dos elementos construtivos conservarem as propriedades, durante um período de tempo determinado, de estabilidade e ou de estanquidade, isolamento térmico, resistência mecânica, ou qualquer outra função específica, quando sujeito ao processo de aquecimento resultante de um incêndio. É fundamental que a resistência ao fogo dos elementos construtivos garanta esses objetivos durante todas as fases de combate a incêndio, incluindo o rescaldo<sup>49</sup>.

Os locais de risco, vias de evacuação, vãos interiores, canalizações e condutas, bem como os vãos interiores devem possuir o isolamento e proteção mínimos adequados à utilização tipo e à categoria de risco da mesma.

Por sua vez o comportamento dos materiais construtivos face ao incêndio<sup>50</sup>, podem desempenhar um papel fundamental na propagação de um eventual incêndio. Esse comportamento diz respeito a aspetos acerca de com os materiais entram em ignição, como se decompõem, como sustentam a combustão, como as chamas de propagam pelas suas superfícies e que produtos libertam na sua combustão. A forma como se dispõem no espaço, geometria e localização, são fatores a ter em conta na análise das condições de SCIE.

Os revestimentos das vias de evacuação e câmaras de corta-fogo, dos locais de risco, das comunicações verticais, bem como os materiais de construção e revestimentos dos elementos de decoração e mobiliário fixo devem possuir reação ao fogo adequada e em conformidade com a legislação em vigor<sup>51</sup>. Deste fator crítico fazem ainda parte as condições exteriores de segurança e acessibilidade que devem permitir um fácil acesso ao E/R e às fachadas dos mesmos.

---

<sup>48</sup> Requisito exigido pelo art.º 18.º do RT-SCIE.

<sup>49</sup> Requisito exigido pelo art.º 15.º do RE-SCIE.

<sup>50</sup> Denominada reação ao fogo dos materiais de construção.

<sup>51</sup> Requisito exigido pelo art.º 38.º do RT-SCIE.

### **3.2.1.4 Controle do domínio de ação “POTENCIAL DE PROPAGAÇÃO”**

A avaliação do desempenho deste domínio de ação requer uma efetiva análise às condições de resistência ao fogo dos elementos estruturais, às condições de compartimentação dos espaços cobertos, aos revestimentos e às condições exteriores comuns. Esta análise deve ir no sentido de verificar se essas condições estão em conformidade com a legislação em vigor e se não existem alterações ao projeto inicial de SCIE (se existente). Uma correta distribuição, localização e divisão adequada do combustível, um efetivo controle das substâncias com baixa EMI, bem como uma adequada condição de compartimentação ao fogo, isolamento e proteção ou ainda boas condições exteriores de segurança e de acessibilidade, são indispensáveis para um efetivo controle deste domínio de ação.

### **3.2.2 DOMÍNIO DE AÇÃO “POTENCIAL DE DANO”**

O “Potencial de dano” é um domínio de ação que faz parte do índice de proteção. Em geral, este domínio de ação será tanto mais crítico para a segurança contra incêndios quanto maior forem a carga de incêndio e o potencial de produção de fumos corrosivos e menores as proteções das exposições interiores e exteriores ao fogo. Este domínio é seriamente condicionado pelo domínio de ação anterior, nomeadamente quanto à velocidade e extensão da combustão. Um exemplo disso é o potencial de dano provocado pela ocorrência de um fenómeno explosivo, seja de origem química (detonação) ou física (rebetamento). O presente domínio de ação é constituído pelos fatores críticos de desempenho abaixo descritos.

#### **3.2.2.1 Densidade de carga de incêndio modificada**

A “Densidade de carga de incêndio modificada” é um fator crítico constituinte do domínio de ação do potencial de dano, o qual faz parte do índice de proteção. Em geral, este fator será tanto mais crítico para a segurança contra incêndios quanto maior for a carga de incêndio modificada.

Relativamente a este fator crítico de desempenho, um dos aspetos a ter em conta é o Poder Calorífico dos combustíveis existente no E/R que se define como a quantidade de energia interna contida no combustível, sendo que quanto mais alto for o poder calorífico, maior será a energia potencialmente disponível para ser libertada em caso de incêndio. Os combustíveis são constituídos, sobretudo por hidrogênio e carbono, sendo que o hidrogênio tem um poder calorífico de 28.700 kcal/kg, enquanto o carbono tem apenas 8.140 kcal/kg. Pode, por isso,

dizer-se que quanto mais rico em hidrogênio for o combustível maior será o seu poder calorífico. O poder calorífico das substâncias existentes num espaço específico determina a carga de incêndio desse espaço, uma vez que essa carga não é mais que a quantidade de calor suscetível de ser libertada pela totalidade dos elementos contidos nesse mesmo espaço. É essa carga por unidade de área útil de um espaço (ou para o caso de armazenamento, por unidade de volume) que determina a densidade de carga de incêndio. Quando esta última é afetada dos coeficientes referentes ao grau de perigosidade e ao índice de ativação do combustível, é designada por densidade de carga de incêndio modificada (DCIM).

Para efeito do presente domínio, é a DCIM que deve merecer mais atenção, uma vez que quanto maior ela for maior potencial de dano existirá no espaço, edifício ou recinto em questão. É por essa razão que a DCIM é um fator condicionante de aspetos como a categoria de risco de determinadas UTs ou a classificação dos locais de risco. Esses fatores, por sua vez, condicionarão aspetos como a compartimentação ou as condições gerais de comportamento ao fogo a instalar no edifício ou recinto.

### **3.2.2.2 Produtos da combustão**

Os “Produtos da combustão” são um fator crítico constituinte do domínio de ação do potencial de dano, o qual faz parte do índice de proteção. Em geral, este fator será tanto mais crítico para a segurança contra incêndios quanto mais nocivos forem os produtos da combustão para os elementos estruturais e restantes conteúdos do edifício. Neste particular, as características térmicas e corrosivas desses produtos são as mais relevantes para a análise deste fator crítico.

Quanto mais completa for a combustão, mais calor e menos quantidades de fumos serão libertados. Quando se tem um deficiente aporte de ar à combustão a temperatura e as chamas serão menores, mas neste caso serão libertados maiores e mais nocivas quantidades de produtos da combustão, cuja concentração influencia claramente o potencial de dano humano e material.

O potencial de dano dos produtos da combustão é um aspeto que vem sendo discutido há alguns anos, porém ainda não existem métodos suficientemente precisos e efetivos para a sua correta qualificação e quantificação. Pode, no entanto, dizer-se que o potencial de dano

material dos produtos da combustão são a incrementação da propagação do incêndio, a destruição dos elementos estruturais e a deterioração dos materiais envolvidos.

A capacidade de dano dos produtos de combustão irá depender fundamentalmente da constituição química dos combustíveis presentes no espaço, do estágio de desenvolvimento do incêndio, do calor libertado, do maior ou menor aporte de oxigénio à combustão e das concentrações desses produtos na atmosfera.

### **3.2.2.3 As condições das exposições ao fogo**

As “Condições das exposições ao fogo” é um fator crítico de desempenho constituinte do domínio de ação do potencial de dano, o qual faz parte do índice de proteção. Em geral, este fator será tanto mais crítico para a segurança contra incêndios, quanto menos protegidas estiverem as exposições a um potencial incêndio e menores forem as distâncias destas aos locais de risco agravado de incêndio.

No presente contexto, *exposição ao fogo* é entendida como a condição de tudo o que está ou poder vir a estar exposto aos efeitos de uma situação de incêndio. As exposições podem ser interiores ou exteriores aos edifícios ou recintos.

A proteção das exposições pode fazer-se através do afastamento ou por interposição de medidas de proteção entre a exposição e o potencial ou real incêndio. Por exemplo, um dos aspetos que contribui para o controlo das exposições exteriores é o afastamento mínimo entre edifícios, exigido pela legislação em vigor (medida de afastamento) ou os requisitos relativamente à proteção das fachadas e respetivos vãos (medidas de proteção). Outra medida de proteção das exposições é as limitações à localização de locais de risco agravado de incêndio nos E/Rs.

A exposição das pessoas a locais com maior risco de incêndio e com maior carga térmica devem ser adequadamente protegida por medidas ativas ou passivas de proteção contra incêndios. Em determinados contextos com exposições a múltiplos locais de risco agravado de incêndio devem igualmente garantir-se a proteção às exposições recíprocas, de forma a evitar o famigerado efeito de dominó no caso de ocorrer um incêndio.

As limitações à propagação do incêndio pelo exterior e o afastamento entre edifícios devem ser adequadas à UT e respetiva categoria de risco da mesma. De igual modo, as exigências

legais relativamente à localização dos locais de risco agravado de incêndio nos E/R devem ser cumpridas.

#### **3.2.2.4 Controlo do domínio de ação “POTENCIAL DE DANO”**

A avaliação de desempenho deste domínio de ação requer uma efetiva análise às características das substâncias combustíveis, à carga de incêndio imobiliária e mobiliária, e aos meios de proteção das exposições mais críticas. O seu controlo pode passar pela redução da DCIM (através do seu fracionamento ou isolamento), realocação dos produtos combustíveis mais perigosos em compartimentos exteriores, instalação de sistemas de desenfumagem ou através de medidas ativas ou passivas de proteção das potenciais exposições.

#### **3.2.3 DOMÍNIO DE AÇÃO “POTENCIAL DE FUGA DOS OCUPANTES”**

O “Potencial de fuga dos ocupantes ” é um domínio de ação que faz parte do índice de proteção. Em geral, este domínio de ação será tanto mais crítico para a segurança contra incêndios quanto maiores forem os constrangimentos à evacuação dos locais e menor for a sensibilização e treino dos ocupantes relativamente ao plano/procedimentos de evacuação. Este domínio de ação é constituído pelos fatores críticos de desempenho abaixo descritos.

##### **3.2.3.1 Condições gerais de evacuação**

As “condições gerais de evacuação” são um fator crítico constituinte do domínio de ação do potencial de fuga dos ocupantes, o qual faz parte do índice de proteção. Em geral, este fator será tanto mais crítico para a segurança contra incêndios quanto menos eficientes forem as condições físicas de evacuação do E/R e mais longos forem os caminhos de evacuação a percorrer no mesmo, até alcançar o seu exterior ou uma via protegida. Neste particular, as dimensões, número de saídas e complexidade dos locais são os aspetos mais relevantes para a análise deste fator crítico.

Num incêndio interior, as condições críticas para a preservação da vida instalam-se quando a temperatura excede a 75°C, e/ou o nível de oxigênio cai abaixo de 10% e/ou ainda se as concentrações de monóxido de carbono ultrapassam 5.000 ppm<sup>52</sup>. Por isso, é fundamental que os ocupantes abandonem o edifício antes que essas condições originem o pânico, desorientação ou mesmo morte.

---

<sup>52</sup> The fire service college; principles of fire safety. Ed. The Fire Service College. Moreton-in-Marsh. England. 1995, p. 8.

Para garantir uma evacuação segura dos E/R, os meios de evacuação devem ser adequadamente dimensionados, tendo em conta a densidade de ocupação teórica e as condições gerais de evacuação devem estar em conformidade com a legislação em vigor<sup>53</sup>.

Alguns dos aspetos a ter em conta neste fator crítico de desempenho é o dimensionamento das vias de evacuação e das respetivas saídas, número e distribuição das mesmas, bem como as condições de evacuação dos locais de risco ou ainda as características e estado dos caminhos de evacuação.

### **3.2.3.2 Opacidade e toxidade dos produtos da combustão**

A “Opacidade e toxidade dos produtos da combustão” é um fator crítico de desempenho constituinte do domínio de ação do potencial de fuga dos ocupantes, o qual faz parte do índice de proteção. Em geral, este fator será tanto mais crítico para a segurança contra incêndios, quanto maior for o potencial de produção de fumos e gases produzidos pela combustão dos produtos e matérias existentes no E/R e menor for a capacidade de remoção desses produtos dos caminhos de evacuação.

No caso de um incêndio interior, um dos aspetos a ter em conta são os produtos que se libertam devido ao processo de combustão. A toxicidade e a opacidade derivadas dos produtos de combustão vão depender da constituição química dos combustíveis, do estágio de desenvolvimento do incêndio, do calor libertado, do maior ou menor aporte de oxigénio à combustão e das concentrações desses produtos na atmosfera. De uma forma geral, aos produtos da combustão estão associados os seguintes perigos: a) calor, b) chamas, c) fumo e gases, e d) insuficiência de oxigénio. O calor e o vapor de água libertado pela combustão provocam uma atmosfera interior com elevado teor de calor e humidade que produz a destruição dos alvéolos pulmonares a quem nela respira. As chamas ao irradiarem calor provocam queimaduras e a combustão ao consumir o oxigénio interior pode provocar uma condição de insuficiência de oxigénio que provoca morte por asfixia.

O fumo do incêndio é constituído pela suspensão de pequenas partículas de carbono, alcatrão e pó que flutuam numa mistura de gases aquecidos. Essas partículas fornecem os meios para a condensação de alguns produtos gasosos da combustão, especialmente aldeídos e ácidos orgânicos formados a partir do carbono. Algumas das partículas em suspensão no fumo

---

<sup>53</sup> Título IV do RT-SCIE

são simplesmente irritantes, mas outras podem ser mortais e a quantidade de gases determinará o nível de efeito tóxico. Dependentes dos aspetos acima referidos, algumas dessas substâncias podem ser o dióxido de carbono, monóxido de carbono, ácido prússico, dióxido de nitrogénio e óxido nítrico, foscénio, gás sulfídrico, etc. Os efeitos do fumo e gases nas pessoas que abandonam um edifício ou recintos podem ser, a) a diminuição da visibilidade nos locais e caminhos de evacuação, b) a irritação do trato respiratório, tosse e sufocação, c) o aumento da frequência respiratória e cardíaca, devido ao anidrido carbónico, d) a diminuição da capacidade física e psicológica dos ocupantes em fuga, d) o pânico devido ao referido nas alíneas anteriores.

A diminuição da visibilidade depende da composição e concentração do fumo, do tamanho e distribuição das partículas em suspensão, da eficácia da iluminação e do estado físico e mental dos ocupantes em fuga. A indicação subjetiva de densidade de fumo numa determinada atmosfera está relacionada com a distância que uma pessoa pode ver através desse fumo, sendo esta a principal característica para definir o risco dessa mesma atmosfera.

Aspetos importantes a ter em conta neste fator crítico de desempenho são os produtos da combustão que dependem da característica física e química dos produtos e materiais existentes no edifício e o controlo dos mesmos caso ocorra o incêndio.

### **3.2.3.3 Controlo de fumos**

O “Controlo de fumos ” é um fator crítico de desempenho constituinte do domínio de ação do potencial de fuga dos ocupantes, o qual faz parte do índice de proteção. Em geral, este fator será tanto mais crítico para a segurança contra incêndios, quanto menor for a capacidade instalada em termos de equipamentos de controlo de ventilação e desenfumagem.

Os edifícios devem ser dotados de meios que promovam a libertação para o exterior dos fumos e gases tóxicos ou corrosivos, de forma a reduzir a contaminação e a temperatura dos espaços, bem como a manutenção das condições de visibilidade, nomeadamente nas vias de evacuação<sup>54</sup>. Os métodos de controlo de fumo devem ser adequados às necessidades dos espaços e corretamente dimensionados. Na análise deste fator crítico de desempenho deve

---

<sup>54</sup> Requisito exigido pelo art.º 133.º do RT-SCIE.

levar-se em conta a identificação dos locais e ou instalações que têm exigências legais relativamente ao estabelecimento de instalações de controlo de fumos<sup>55</sup>.

#### **3.2.3.4 Plano de evacuação**

O “Plano de evacuação” é um fator crítico de desempenho constituinte do domínio de ação do potencial de fuga dos ocupantes, o qual faz parte do índice de proteção. Em geral, este fator será tanto mais crítico para a segurança contra incêndios, quanto maior e mais complexo for o E/R e menor for o grau de implementação do respetivo plano.

O plano de evacuação é um documento que faz parte do plano de emergência e no qual devem ser indicados os caminhos de evacuação, zonas de segurança, regras de conduta das pessoas e a sucessão de ações a desencadear durante a evacuação de um local, estabelecimento ou E/R.

O plano de evacuação deve contemplar as instruções e os procedimentos a observar por todo o pessoal da UT, relativos à articulação das operações destinadas a garantir a evacuação ordenada, total ou parcial, dos espaços considerados em risco<sup>56</sup>. Este deve garantir o encaminhamento rápido e seguro dos ocupantes, incluindo os ocupantes com capacidade limitada ou em dificuldade, até ao exterior do E/R ou para uma zona segura. Este plano deve ainda referenciar as vias de evacuação, zonas de refúgio e pontos de encontro respetivos, bem como a confirmação da evacuação total dos espaços e o não retorno aos mesmos, sem prévia autorização.

Outro aspeto que deve ser referenciado no plano de evacuação é a definição dos sistemas de alarme relativamente aos níveis de evacuação. Basicamente, o que este plano deve definir é quem, quando, onde e como é garantido o processo de evacuação.

#### **3.2.3.5 Controlo do domínio de ação “POTENCIAL DE FUGA DOS OCUPANTES”**

A avaliação do desempenho deste domínio de ação requer, desde logo, uma análise às condições gerais de evacuação instaladas no E/R, aos meios de controlo de fumos e ao plano de evacuação. A existência de adequadas condições de evacuação, a instalação de sistemas de controlo de fumos corretamente dimensionados, bem como a elaboração e implementação de

---

<sup>55</sup> Requisito exigido pelo art.º 135.º do RT-SCIE.

<sup>56</sup> Requisito exigido pelo ponto 5 do art.º 205 do RT-SCIE.

um adequado plano de evacuação são condições indispensáveis para o controlo deste domínio de ação.

### **3.2.4 DOMÍNIO DE AÇÃO “POTENCIAL DE RESPOSTA À EMERGÊNCIA”**

O “Potencial de resposta a emergências” é um domínio de ação que faz parte do índice de proteção. Em geral, este domínio de ação será tão mais crítico para a segurança contra incêndios quanto menor for a capacidade instalada de meios de proteção ativa e maior for o défice de planeamento no âmbito da SCIE.

#### **3.2.4.1 Equipamentos e sistemas de segurança**

Este fator crítico de desempenho é constituinte do domínio de ação do potencial de resposta a emergências, o qual faz parte do índice de proteção. Em geral, este fator será tanto mais crítico para a segurança contra incêndios, quanto menor for a capacidade instalada em termos de equipamentos e sistemas de segurança.

Uma das condições indispensáveis para garantir níveis aceitáveis de SCIE é a existência de meios de proteção ativa contra incêndios. Estes devem ser dimensionados em função dos riscos presentes nos espaços a proteger, devendo ter em conta as exigências legais vigor<sup>57</sup>.

Deste fator crítico de desempenho fazem parte os sistemas de iluminação de emergência, deteção, alarme e alerta, meios de 1.<sup>a</sup> e 2.<sup>a</sup> intervenção, sistemas fixo de extinção automática de incêndios, cortinas de água, disponibilidade de água para sistemas de incêndio, bem como as redes de hidrantes exteriores.

#### **3.2.4.2 Plano/procedimentos de emergência**

Este fator crítico de desempenho é constituinte do domínio de ação do potencial de resposta a emergência, o qual faz parte do índice de proteção. Em geral, este fator será tanto mais crítico para a segurança contra incêndios, quanto menos adequado for o plano/procedimentos de emergência às necessidades de resposta e aos cenários de emergência previsíveis no E/R e mais deficiente for a sua implementação.

O plano de emergência interno (PEI) é um documento constituinte do plano de segurança interno (PSI). Um dos aspetos importantes relativamente ao PSI é que ele efetivamente exista

---

<sup>57</sup> Capítulos V, VI, VII do RT-SCIE.

e esteja devidamente aprovado pela ANPC, seja o mais simples possível e suficientemente compreensível por todos os intervenientes no mesmo.

Alguns aspetos que o PEI deve conter são, a) a definição de potenciais cenários de emergência com correspondência com os perigos identificados no processo de avaliação de risco, b) a definição dos níveis de intervenção em emergência<sup>58</sup> para as equipas de intervenção, c) a definição das instruções de segurança em emergência e os planos pré incidentes com correspondência com os potenciais cenários de emergência, que permitam o estabelecimento dos planos de atuação necessários em contexto de emergência, d) a definição dos níveis e dos procedimentos de alarme e alerta, e) a definição dos princípios gerais de atuação em emergência, f) a definição de instruções de utilização dos dispositivos de segurança, g) a existência de organogramas hierárquicos e funcionais, h) definição da missão, função e responsabilidade de todos os níveis funcionais da resposta à emergência, i) o estabelecimento do número de pessoas e equipas necessárias e suficientes para resposta a emergências, tendo em conta a complexidade e dimensão do edifício ou recinto, j) a existência de plantas de emergência. Deste deve fazer parte o plano/procedimentos de normalização e de continuidade de negócio.

### **3.2.4.3 Organização de resposta a emergências**

Este fator crítico de desempenho é constituinte do domínio de ação do potencial de resposta a emergências, o qual faz parte do índice de proteção. Em geral, este fator será tanto mais crítico para a segurança contra incêndios, quanto menos adequada for a organização da emergência ao nível de exigência e à natureza da resposta às emergências previsíveis no E/R.

A organização de resposta à emergência (ORE) é fundamental para a proteção dos ocupantes, o controlo da situação emergente, a preservação da propriedade e a continuidade do negócio. É comumente aceite que essa organização, para cumprirem as missões que lhes são atribuídas, deve possuir estruturas adequadas, meios suficientes e níveis aceitáveis de desempenho.

Para garantir a qualidade de resposta a emergências é necessário, antes de mais, criar condições para definir padrões de qualidade e requisitos de desempenho operacional. Quando se pretende definir padrões de desempenho operacional no âmbito da resposta a emergências,

---

<sup>58</sup> Se 1.º ou 2.º intervenção.

um dos imperativos é a definição daquilo a que o autor designa por fatores de qualidade da resposta. A NFPA<sup>59</sup> define com muito rigor três fatores de qualidade de desempenho que são, a) segurança – que define como sendo a condição de execução de uma tarefa sem causar dano ao executante, a terceiros e ao equipamento, b) competência – como sendo a condição de execução de uma tarefa segundo a técnica e os procedimentos definidos pela entidade competente e c) celeridade – como sendo a condição de execução de uma tarefa num tempo máximo definido pela entidade competente. Estes três fatores, pela ordem citada, são fundamentais para a qualidade e segurança do desempenho das equipas de resposta a emergências.

Um dos aspetos de maior relevância no conjunto das medidas de autoproteção é a capacidade das organizações que ocupam o respetivo E/R para levar por diante a resposta a emergências. A organização de resposta a emergências é um fator crítico para a proteção dos ocupantes, uma vez que deverá manter a sua funcionalidade em situações em que já todas as outras organizações a perderam. É nessa exata medida que se impõe o estabelecimento e manutenção de OREs adequadamente treinadas e com sustentabilidade operacional suficiente para manter a capacidade de resposta em situações de elevado risco e para as quais se exige elevada eficácia e rigor.

No que respeita às OREs, não basta considerar-se cumprido o requisito da sua implementação apenas através da realização dos simulacros obrigatórios. É também necessário que essas organizações possuam capacidade técnica, operacional e organizacional, demonstrável para além desses simulacros. Sabe-se que o simples facto de existir uma determinada organização de resposta à emergência e de serem realizados simulacros, não garante, por si só, os níveis de proteção contra incêndios nem a qualidade e segurança da resposta a emergências. Por isso, será razoável concluir-se que também relativamente a este aspeto seja necessária existir capacidade de gestão que garanta um eficaz desempenho do sistema e com isso níveis de proteção aceitáveis aos ocupantes do E/R.

No domínio da atividade de proteção civil, as recomendações das entidades internacionais do setor vão no sentido das organizações e as pessoas que as constituem deverem garantir a capacidade do primeiro nível de resposta à emergência com meios de sustentabilidade operacional adequada. A importância da qualidade dessa primeira resposta advém do facto

---

<sup>59</sup> NFPA 1001 - Standard for Fire Fighter Professional Qualifications

das decisões que são tomadas nesses primeiros minutos serem precisamente aquelas que, definitivamente, podem fazer toda a diferença entre a vida e a morte dos ocupantes ou entre a afetação parcial do E/R ou a destruição total do mesmo.

Para se atingirem níveis aceitáveis de desempenho das organizações de resposta a emergências, um dos aspetos que deve ser garantido é o efetivo estabelecimento dos níveis funcionais a que o autor, por razões de simplificação, entendeu designar por nível de coordenação da emergência, nível de chefia operacional e nível de execução operacional. Outro dos aspetos igualmente importante é garantir um sistema de gestão da emergência que assente em determinados elementos que forneçam a base para uma comunicação clara e uma execução operacional eficaz, como é o caso, a) estrutura de comando unificado, b) organização operacional modular, c) níveis de controlo viáveis, d) recursos pré-definidos para a emergência, e) planos de atuação consolidados, f) comunicações integradas, g) terminologia comum e h) gestão de recursos compreensíveis. Ainda outro aspeto a merecer referência é o dimensionamento da organização de emergência. Esta deverá depender de fatores como, a) requisitos legais, b) dimensão e complexidade do edifício ou recinto, c) tipo de ocupação e efetivos, d) riscos da atividade, e) capacidade instalada nos corpos de bombeiros da área de implantação.

Por outro lado, para se alcançar uma gestão efetiva deste fator crítico de desempenho é necessário identificar quais são os aspetos mais importantes para um eficaz desempenho dessas organizações. Pode concluir-se que alguns dos que contribuem mais para a sua eficácia são, a) planos prévios de intervenção consolidados e treinados (apoio documental), b) adequabilidade e funcionalidade das estruturas operacionais instaladas (estruturas organizacionais), c) competências e capacidades instaladas ao nível dos recursos humanos disponíveis (capacidades psicomotores e técnicas de execução); d) quantidade e qualidade dos equipamentos e sistemas afetos à emergência (tratado no FCD seguinte) e e) qualidade do sistema de gestão da emergência.

Deve ter-se em conta que para a obtenção de uma gestão eficaz, será necessário que os seus responsáveis identifiquem esses aspetos críticos e, de certa forma, os desenvolvam adequadamente, tendo em conta as necessidades dos potenciais cenários de emergência.

#### **3.2.4.4 Recursos materiais afetos à emergência**

Este fator crítico de desempenho é constituinte do domínio de ação do potencial de resposta a emergências, o qual faz parte do índice de proteção. Em geral, este fator será tanto mais crítico para a segurança contra incêndios, quanto menos adequados forem os equipamentos à disposição da ORE, face às missões que lhe estão atribuídas e aos riscos inerentes às mesmas.

Para um adequado desempenho deste fator crítico é fundamental a existência de equipamentos adequados, em quantidade e qualidade, às necessidades das missões atribuídas e ao nível de intervenção previamente definido no PEI. Alguns desses equipamentos são, a) equipamentos de proteção individual adequados aos riscos a que o pessoal do SSI pode ser exposto, b) equipamentos de comunicações ajustados à natureza das operações e ao contexto onde elas possam ocorrer, c) equipamentos de socorro e assistência em função das missões atribuídas e aos cenários previsíveis e d) equipamentos de apoio e sustentação das operações face aos cenários previsíveis.

#### **3.2.4.5 Controlo do domínio de ação “POTENCIAL DE RESPOSTA A EMERGÊNCIAS”**

A avaliação do desempenho deste domínio de ação requer, desde logo, uma análise às condições gerais dos equipamentos e sistemas de segurança, à conformidade do plano/procedimentos de emergência, à organização de respostas à emergência e aos recursos afetos às mesmas. A existência dos sistemas de segurança necessários e suficientes no E/R, plano/procedimentos implementados e atualizados, o desenvolvimento de uma ORE competente e a disponibilização dos recursos necessários e suficientes para resposta a emergências nos cenários previstos no PEI, são condições indispensáveis para o controlo deste domínio de ação.

### **3.3 Plano de avaliação e controlo**

Para garantir uma gestão criteriosa é crucial existir um processo de avaliação de desempenho. Nesse sentido, o sistema de gestão proposto possui o plano de avaliação e controlo que é constituído por inspeção e vistoria de SCIE, no plano externo e por auditorias operacionais de SCIE, no plano interno.

No atual contexto, o que importará analisar é a utilidade da auditoria operacional ao SASCIE e que valor acrescentado pode ela trazer à SCIE. Já foram feitas referências

anteriores que abonam a favor da sua existência, como é o caso da importância de existirem ferramentas que possam ajudar na melhoria contínua do sistema ou que apoiem o processo de decisão no âmbito da gestão. Contudo, estas podem ainda ter grande utilidade no controlo do SASCIE, por parte das autoridades competentes, uma vez que podem fornecer indícios qualitativos e quantitativos para análise e validação da qualidade da organização auditada e da entidade auditora. Mas para tanto, será necessário pensar num modelo específico de auditoria que garanta uma efetiva uniformização de processos, reconhecimento institucional e eventual certificação. É por aí que se pode perspetivar um processo de auditoria operacional baseado num modelo de avaliação semi-quantitativa de desempenho que abranja os diversos domínios de ação analisados no presente trabalho.

Para se determinar o que em cada E/R deve ser efetivamente avaliado no âmbito de um determinado processo de auditoria é necessário identificar quais serão os referenciais a adotar, a abrangência pretendida e os indicadores de análise de desempenho a utilizar em cada um. Escusado será dizer que quanto maior for a quantidade e a qualidade dos indicadores de análise de desempenho, a quantidade de fatores críticos e de domínios de ação envolvidos maior será a sua abrangência e por consequência maior será a fiabilidade da auditoria. Como devem ser esses domínios de ação avaliados é outro aspeto a que o modelo proposto, de alguma forma, procura dar resposta.

A este propósito, e por ser provavelmente o mais perigoso e subjetivo de avaliar, é importante referir o exemplo do domínio de ação “Potencial de resposta a emergências”. A avaliação deste domínio de ação pode parecer facilmente ultrapassada apenas pelo cumprimento dos requisitos legais que determinam a realização de simulacros periódicos, mas ela pode tornar-se extremamente perigosa para todos quantos nela tomam parte.

Como é um aspeto que a gestão do SASCIE deve dominar, valerá a pena refletir sobre o conceito difuso de simulacro e da sua utilidade como ferramenta de avaliação de desempenho das organizações de resposta a emergências, principalmente nos moldes em que habitualmente é realizado. A designação de simulacro não querará dizer mais do que exercício de simulação, que por facilidade de expressão se passa a designar apenas por exercício de emergência, o qual pode ser definido como sendo uma atividade coordenada e supervisionada, utilizada geralmente para treinar ou testar a capacidade de resposta total ou parcial de um determinado sistema ou organização, com objetivos comuns e um fim específico em vista, que no caso é a resposta à emergência.

Muito embora os exercícios de emergência possam e devam ser uma ferramenta a utilizar para efeito de auditoria ao domínio de ação acima exemplificado, a sua execução para ser segura e eficaz deve ser levada a efeito de forma funcionalmente adequada aos fins em vista. É necessário entender, antes de mais, a orgânica e funcionalidade de cada um dos tipos de exercícios de emergência. Os exercícios podem classificar-se de diferentes maneiras, dependendo da sua natureza, objetivos e complexidade. Contudo, no âmbito aqui discutido fará sentido reconhecer que os exercícios, quanto às metas que se pretendem alcançar, podem designar-se basicamente por exercícios de treino e exercícios de teste. Por razões de segurança e de eficácia é de todo o interesse tentar definir, se bem que genericamente, os principais tipos de exercícios utilizados da resposta a emergências. Pode dizer-se que os de treino se definem da seguinte forma:

- Exercícios para aquisição e desenvolvimento de competências - exercícios que se destinam preponderantemente à aquisição de novas competências, através da exercitação das técnicas de execução por simples demonstração ou com recurso a contexto de simulação, caracterizando-se habitualmente por ter uma elevada componente pedagógica, ser de baixa complexidade, com demonstração e informação prévias. Nestes exercícios, existe liberdade para executar repetições múltiplas, correções em tempo real, devendo ser orientados e controlados por formadores certificados, de forma a adquirir a aptidão desejada.
  
- Exercícios para manutenção e melhoria de competências - exercícios que se destinam preponderantemente a manter os níveis de desempenho, em contexto de simulação. O objetivo é manter ou melhorar as competências ao longo do tempo. Pode ter uma componente de análise e avaliação técnica de desempenho individual ou de grupo, para efeito de ajustamento do programa de treino, caracterizando-se fundamentalmente pela complexidade relativa, com ou sem demonstração e informação prévias. Neste tipo de exercícios, normalmente, não é necessário executar grande número de repetições, mas apenas as necessárias para exercitar e melhorar as aptidões já existentes, devendo ser orientados e controlados por formadores certificados, de forma a melhorar desempenhos.

Relativamente aos exercícios de teste pode dizer-se que os de teste se definem da seguinte forma:

- Exercícios para avaliação de desempenho - exercícios que se destinam, preponderantemente, a avaliar os níveis de desempenho das organizações de resposta à emergência e a testar as capacidades instaladas ao nível das mesmas. Caracterizam-se fundamentalmente por possuir uma elevada componente avaliativa, significativa complexidade, sem demonstração ou informação prévias, devendo ser controlados por avaliadores tecnicamente reconhecidos. Normalmente nestes exercícios não são executadas repetições, tendo como objetivo principal testar desempenhos. Estas avaliações fornecem feedback para a melhoria das organizações de emergência, revisão do plano de emergência ou redefinição de perfis de competências dos intervenientes.

Quanto à sua magnitude, podem ser exercícios de mesa (tabletop), exercícios parciais (que podem ser de nível funcional, orgânico ou logístico) e totais. Já quanto ao aviso do momento do acionamento do alarme/alerta, podem ser realizados com ou sem aviso prévio.

Convém aqui dizer que por razões de segurança, quando se planeiam exercícios, devem seguir-se os seguintes princípios: a) ninguém deve ser envolvido em exercícios de teste sem que antes tenham realizado exercícios de treino suficientes para garantir uma execução segura, b) os primeiros exercícios a efetuar devem ser de baixa complexidade, devendo esta aumentar progressivamente em exercícios seguintes, c) os primeiros exercícios devem ser efetuados com aviso prévio, aumentando progressivamente o tempo entre o momento do aviso prévio e o momento do efetivo acionamento do alarme/alerta. Os exercícios sem aviso prévio apenas devem ser efetuados quando toda a organização estiver reconhecidamente bem treinada.

Quanto à periodicidade com que as organizações de emergência devem ser avaliadas, em casos muito especiais, esta pode ter um cariz mais ou menos permanente (mensal ou trimestral). No entanto, a periodicidade normalmente seguida é a que decorre do estabelecido na legislação em vigor que a determina consoante a UT e a categoria de risco.

Por último, a circunstância em que o exercício de emergência é realizado dependerá dos objetivos que se desejam alcançar e a partir dos quais devem ser determinadas as condições que se pretendem simular e os contextos em que estes devem decorrer, relativamente a aspetos como a natureza da situação de emergência, condições meteorológicas, limitação da envolvimento, condicionalismo horário, etc.

### **3.3.1 Cenários de exercícios**

Outro aspeto que cabe ao gestor do SASCIE é a definição e por vezes a própria preparação dos cenários a estabelecer em contexto de exercício, pelo que fará sentido abordar-se o tema. Pode considerar-se que os cenários, propriamente ditos, no presente contexto pretendem ser a recriação de incêndios ou outras situações de emergência que se preveja que possam vir a acontecer no E/R. Basicamente, o processo parte de uma análise prévia aos fatores de risco existentes no E/R, de forma a prever razoavelmente que tipos de eventuais cenários de emergência nele podem ocorrer (efetuado no âmbito da elaboração do PEI) e destes qual o que se pretender recriar no exercício. A elaboração do plano de exercício determinará a forma como deve ser materializado o cenário escolhido no contexto do exercício.

Os cenários podem ser de natureza puramente descritiva, mediante os quais os participantes imaginam a sua existência e descrevem ou demonstram uma determinada ação sobre os mesmos. Podem basear-se em elementos representativos, previamente apresentados a todos os participantes (fora do contexto do respetivo cenário) e sobre os quais os participantes posteriormente demonstram um determinado conjunto de ações reais ou simuladas. Os cenários podem também consubstanciar-se em determinados elementos reais (por exemplo fogo real), face aos quais os participantes demonstram uma ou mais ações reais de controlo dos mesmos.

Os cenários devem aproximar-se o mais realisticamente possível dos potenciais acidentes validados no âmbito do PEI. Como facilmente se compreenderá, quanto mais realista e complexo for o cenário criado no terreno, maior será a exigência na execução do exercício. O processo de avaliação de desempenho ou de treino será tão mais credível quanto mais o cenário se aproximar da realidade, aspeto que deverá pesar na validação dos processos de treino ou de avaliação.

Relativamente aos cenários a incorporar nos exercícios, porque se podem tornar perigosos, deve existir sempre determinadas exigências na execução e utilização dos mesmos. Alguns deles são a competência e experiência da pessoa responsável pela sua efetiva execução e controlo, a avaliação e controlo dos riscos inerentes à sua utilização, o controlo permanente sobre os cenários e sobre os que com eles interagem. Por razões de segurança, sempre que se utilizem cenários de fogo real ou outros que ofereçam risco significativo para quem com eles

interage, deve existir a garantia da sua desativação imediata no caso de ocorrer uma exposição perigosa e descontrolada aos mesmos.

#### 4 MODELO PARA APOIO Á GESTÃO INTEGRADA DO SASCIE

A questão última relativamente a qualquer sistema de gestão é saber qual a ferramenta mais adequada de apoio à mesma. Já acima foi dito que é importante avaliar o desempenho do sistema para detetar oportunidades de melhoria que ajudem a planear o novo ciclo de gestão. A questão que se deve colocar é como avaliar o desempenho do SASCIE de forma criteriosa e reconhecidamente válida. A credibilidade do modelo de avaliação de desempenho é fundamental não só para o gestor do SASCIE mas também para efeitos de inspeção da autoridade reguladora do setor<sup>60</sup>. Outro aspeto a ter em conta é a validação do processo de avaliação e da veracidade dos resultados obtidos durante o mesmo, tendo em conta os diversos fatores críticos de desempenho atrás referidos. Determinar se um processo de avaliação é credível ou não, é um verdadeiro desafio para as organizações genuinamente preocupadas com a SCIE. Nesse sentido, o modelo proposto para apoio à gestão do SASCIE, relativamente ao controlo do sistema, integra um processo de avaliação de desempenho baseado em auditorias operacionais internas.

As auditorias operacionais internas fazem parte do “plano de avaliação e controlo” que tem como objetivo a avaliação integrada do desempenho do SASCIE, através dos indicadores de prevenção e proteção contra incêndios referidos na figura 15.

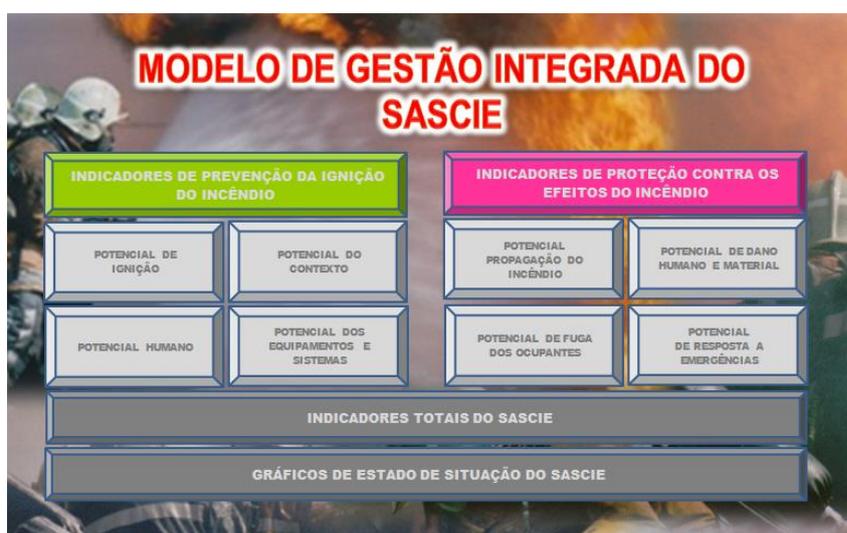


Figura 15 - Fatores críticos e domínios

<sup>60</sup> Autoridade Nacional e Proteção Civil

Para o requisito de funcionalidade do modelo proposto concorrerá a facilidade com que o mesmo pode ser operado e a sua capacidade de gerar indicadores de gestão de forma sistematizada e facilmente compreensível. Já para a desejada fiabilidade e validade do modelo são determinantes a quantidade e abrangência dos inputs fornecidos (indicadores de análise de desempenho), bem como a qualidade e o rigor com que são apresentados os outputs gerados (indicadores de gestão). A fiabilidade e validade dos primeiros dependerão de aspetos como:

- ✓ Nível pré definido de exigência para efeito da auditoria (NPE),
- ✓ Quantidade dos fatores críticos de desempenho abrangidas (FCD).
- ✓ Quantidade de indicadores de análise de desempenho (IAD).

Uma condição prévia para a realização do processo de auditoria é a determinar quais os referenciais a adotar para efeito da mesma e definir o nível pré definido de exigência e a profundidade com que se pretende avaliar o SASCIE. Estes aspetos serão determinados pela dimensão e complexidade do E/R, bem como pelo nível de perigosidade da atividade nele desenvolvido. Este aspetos dependerão de aspetos como:

- ✓ Do tipo de UT e sua categoria de risco;
- ✓ Dimensão em altimetria e planimetria, bem como características de funcionamento e exploração da UT;
- ✓ Tempos de resposta das unidades de ajuda externa<sup>61</sup> mais próximas;
- ✓ Perigosidade da atividade desenvolvida no E/R.

Assim, para efeito do modelo proposto os níveis pré-definidos de exigência para a avaliação de desempenho serão os da tabela 3.

<b>Categorias de riscos</b>	<b>NPE</b>
UT da 1. <sup>a</sup> e 2. <sup>a</sup> Categoria de Risco	Nível 1
UT da 3. <sup>a</sup> e 4. <sup>a</sup> Categoria de Risco	Nível 2
UT que apresentam perigosidade atípica	Nível 3

Tabela 3 – Níveis pré definidos de exigência face às categorias de risco das UT.

<sup>61</sup> Bombeiros, INEM, hospitais, etc.

A quantidade de FCDs abrangidos e os respetivos IADs incluídos em cada um deles para efeitos de auditoria, vão determinar a maior ou menor qualidade e rigor dos resultados da avaliação de desempenho SASCIE.

O modelo proposto gera indicadores relativos, não só, à avaliação de desempenho do SASCIE, como também ao nível pré-definido de exigência (NPE), à extensão e à profundidade do processo de avaliação, para efeito de apoio à gestão e à validação do mesmo.

O modelo proposto assenta, basicamente, na avaliação criteriosa de indicadores de análise de desempenho (IAD) que constituem cada um dos fatores críticos de desempenho (FCD) abrangidos pela auditoria. Após o seu processamento, o modelo gera indicadores de gestão que permitem avaliar e valorar o desempenho do SASCIE nas suas diversas dimensões. Pelo que já foi referido, o modelo permite também autoavaliar a qualidade, profundidade e rigor da auditoria efetuada.

Na prática, o modelo proposto baseia-se em listas de IDAs com as quais os auditores vão analisando e avaliando os respetivos desempenhos, face ao contexto real ou simulado. A partir dessas listas, vão sendo identificados os indicadores de análise que não cumprem com os referenciais adotados (fig.16). Assim, o modelo proposto fornece indicadores qualitativos e quantitativos para apoio à gestão, permitindo o efetivo registo de evidências acerca da própria auditoria.

		Sistema de Gestão Integrada da Segurança Contra Incêndios		Nº					
				Data					
Entidade:		UT XII		Local:					
Indicador:		PREV	CR: 3.ª	NPE: 2					
Domínio de ação:		Potencial de ignição							
Fatores críticos de desempenho:		Fontes de ignição Combustível Comburente							
FC	Ref.	Indicadores de análise de desempenho	Referên.	AVALIAÇÃO					
				C	SM	NC	NA	Prob.	Grav.
	1								
	2								

Figura 16 - Fatores críticos e domínios

Os parâmetros de conformidade que os indicadores de análise de desempenho podem apresentar são os da tabela 4.

Parâmetros de conformidade	
<b>NC</b>	Indicador de análise de desempenho não conforme com os referenciais adotados (valor = 2).
<b>SM</b>	Indicador de análise de desempenho não completamente conforme com os referenciais adotados qualitativa ou quantitativamente (valor = 1).
<b>C</b>	Indicador de análise de desempenho completamente conforme com os referenciais adotados (valor = 0).
<b>NA</b>	Indicador de análise de desempenho não aplicável no âmbito da auditoria em curso.

Tabela 4 – Parâmetros de conformidade

A cada não conformidade será atribuído um determinado nível de gravidade (Grav.) referido na tabela 5, consoante os previsíveis efeitos que a mesma possa ocasionar, e um determinado nível de probabilidade (Prob.), que razoavelmente se possa prever (tabela 6). A relação entre os valores da não conformidade e o do nível de gravidade determina a prioridade de intervenção (Prio.) relativamente ao respetivo indicador de análise de desempenho (IDA) auditado (tabela 7).

Nível de gravidade	Significado	
	Danos pessoais.	Danos materiais
<b>Crítica</b> C	Quando a inconformidade pode ocasionar diretamente lesões muito graves ou morte	Quando a inconformidade pode ocasionar diretamente destruição total do sistema.
<b>Grave</b> G	Quando a inconformidade pode ocasionar, diretamente ou indiretamente, lesões graves que podem ser irreparáveis.	Quando a inconformidade pode ocasionar, diretamente ou indiretamente destruição parcial do sistema.
<b>Média</b> M	Quando a inconformidade pode ocasionar, direta ou indiretamente, lesões com incapacidade temporária.	Quando a inconformidade pode ocasionar, diretamente ou indiretamente paragem do processo para resolver o problema.
<b>Ligeira</b> L	Quando a inconformidade pode ocasionar direta ou indiretamente pequenas lesões que não requerem internamento.	Quando a inconformidade pode ocasionar direta ou indiretamente problemas cuja resolução não exige paragem do processo.
<b>Determinação</b>		
Por estimativa do auditor com base nos critérios estabelecidos.		

Tabela 5 – Níveis de gravidade e sua determinação

Níveis de probabilidade		Significado
Muito Alta	MA	Quando a inconformidade determina uma elevada probabilidade de ocorrer o evento perigoso com exposição constante. A materialização do risco ocorre frequentemente.
Alta	A	Quando a inconformidade determina uma situação com probabilidade de ocorrer o evento perigoso com exposição ocasional ou esporádica. A materialização do risco ocorre em vários momentos do processo.
Média	M	Quando a inconformidade determina alguma probabilidade de ocorrer o evento perigoso. Situação deficiente com exposição esporádica ou situação pouco deficiente com exposição continuada ou frequente. A materialização do risco é esporádica.
Baixa	B	Quando a inconformidade determina uma baixa probabilidade de ocorrer, com exposição ocasional ou esporádica. A materialização do risco não é espectável, ainda que este seja possível.
<b>Determinação</b>		
Por estimativa do auditor com base nos critérios estabelecidos.		

Tabela 6 – Níveis de probabilidade e sua determinação

Níveis	Prioridades	Significado
P 1	Imediata	Correção imediata. Se não for possível a correção a atividade deve ser suspensa.
P 2	Máxima	Corrigir e adotar medidas urgentes de controlo.
P 3	Média	Melhorar as medidas de controlo dentro do possível, tendo em conta a justificação e a rentabilidade.
P 4	Mínima	Monitorar e intervir só se uma análise mais precisa o justificar.
<b>Determinação</b>		
Produto entre o valor da não conformidade =SE(SM;"1";SE(E(NC;"2";SE(E(C;"0")))) e o nível de gravidade=SE(Grav.="M";"2";SE(E(Grav.="L");"1";SE(E(Grav.="G");"3";SE(E(Grav.="C");"4")))); segundo os seguintes critérios: =SE(Prod.=1;"4";SE(E(Prod.=2);"4";SE(E(Prod.=3);"3";SE(E(Prod.=4);"3";SE(E(Prod.=6);"2";SE(E(Prod.=1);"0";SE(E(Prod.=8);"1";SE(E(Prod.=10);"1")))))))))).		

Tabela 7 – Prioridades de intervenção e sua determinação

O modelo proposto, partindo dos indicadores de análise de desempenho de cada um dos fatores críticos, gera os seguintes indicadores de desempenho de apoio à gestão:

Indicador	Significado
Índice PREV/PROV	<p>Indicadores de <u>prevenção</u> da ignição do incêndio (PREV) e da <u>proteção</u> contra os efeitos do incêndio (PROT). Estes indicadores são determinados a partir do NEI dos respetivos domínios de ação abrangidos por cada um desses indicadores.</p> <p>O modelo determina este índice pela média dos NEIs relativos aos DDAs de cada um dos indicadores PREV e PROT.</p> <p>A partir destes dois indicadores, o modelo vai determinar o NSIS no SASCIE através da matriz da tabela 10.</p> <p>Estes índices indicam o nível de eficácia instalada da prevenção e da proteção contra incêndio.</p>
DAA	<p><u>Domínios de ação abrangidos</u> pelo modelo efeito de indicação da quantidade de domínios de ação abrangidos pelo modelo. Se bem que com menor rigor</p>

	de resultados, o modelo permite operar qualquer número de domínios de ação até ao máximo de 8.
FCD	<u>Fatores críticos de desempenho</u> são os fatores críticos incluídos em cada domínio de ação e que permitem avaliar o desempenho dos mesmos. Se bem que com menor rigor de resultados, o modelo permite operar qualquer número de FCDs até ao máximo de 26.
IAD	<u>Indicadores de análise de desempenho</u> são os indicadores constituintes de cada fator crítico de desempenho e que permitem avaliar o desempenho de cada um desses fatores. O modelo permite operar qualquer número de IADs até ao máximo de 640.
IDD	<p>Índice de desempenho de cada domínio de ação. É um indicador que permite avaliar o desempenho de cada domínio de ação a partir dos respetivos fatores críticos e respetivos indicadores de análise. É a partir deste índice que é determinado o NEI de cada domínio de ação. O IDD é determinado através da seguinte expressão:</p> $IDD_i = \frac{2 \times \sum_{i=1}^m IADc_i + 1 \times \sum_{j=1}^n IADsm_j}{2 \times \left( \sum_{i=1}^m IADc_i + \sum_{j=1}^n IADsm_j + \sum_{k=1}^p IADnc_k \right)} \times 100$ <p>Sendo que m é o número de IADs conformes, n o número de IADs sujeitos a melhoria e p o número de IADs não conformes. Qualquer um deles pode variar entre 0 e 73.</p>
NEI	<p>Nível de eficácia instalada. É um indicador determinado a partir do índice de desempenho de cada componente.</p> <p>=SE(CJ166&gt;=95;"MUITO BOM";SE(E(CJ166&gt;80;CJ166&lt;95);"BOM";SE(E(CJ166&gt;=50;CJ166&lt;=80);"SUFICIENTE";SE(E(CJ166&lt;50);"INSUFICIENTE"))))</p>
CPF	<p>Coeficiente de probabilidade de falha. Indicador determinado a partir dos valores médios dos níveis de probabilidade dos indicadores de análise de desempenho incluídos no domínio de ação. Pretende indicar a possibilidade de falha do domínio analisado e é estimado da seguinte forma:</p> $CPF_j = \frac{\sum_{i=1}^n Prob_i}{n}$ <p>Sendo que n pode variar de 0 a 73.</p>
CGF	<p>Coeficiente de gravidade do potencial de falha. Indicador determinado a partir dos valores médios dos níveis de gravidade dos indicadores de análise de desempenho incluídos no domínio de ação. Pretende indicar a gravidade do potencial de falha do domínio analisado e é estimado da seguinte forma:</p> $CGF_j = \frac{\sum_{i=1}^n Grav_i}{n}$

	<p>Sendo que n pode variar de 0 a 73.</p>
ROD	<p>Risco de operação do domínio de ação. Indicador determinado a partir da média do produto entre o nível de gravidade e o nível de probabilidade de todos os indicadores de análise do domínio de ação. Pretende indicar o risco inerente à operação do domínio. Cada IAD tem associado um determinado risco de operação determinado pelo produto da probabilidade que pode tomar os seguintes valores:</p> <p>SE(E(Prob.="MA");"4";SE(E(Prob.="A");"3";SE(E(Prob.="M");"2";SE(E(Prob.="B");"1";SE(E(Prob.=0);"0";))))))</p> <p>E a gravidade que pode tomar os seguintes valores:</p> <p>=SE(E(Grav="M");"2";SE(E(Grav="L");"1";SE(E(Grav="G");"3";SE(E(Grav="C");"4";SE(E(Grav=1);"0";))))))</p> <p>A partir desse produto o ROD é estimado da seguinte forma:</p> <p>=SE(E(&lt;=4);"RESIDUAL";SE(E(&gt;4;PK9&lt;=8);"POUCO SIGNIFICATIVO";SE(E(&gt;8;PK9&lt;=12);"MUITO SIGNIFICATIVO";SE(E(&gt;12);"CRÍTICO"))))</p>
NPI	<p>Nível de prioridade de intervenção corretiva. Este indicador é determinado a partir da média das prioridades de intervenção corretiva (Prio.) de todos os indicadores de análise do domínio de ação da seguinte forma:</p> $NPI_j = \frac{\sum_{i=1}^n Prio_i}{n}$ <p>Sendo que n pode variar de 0 a 73.</p>
IDprot	<p>Índice de desempenho do indicador PROT. É um indicador que permite avaliar o desempenho da prevenção contra incêndios instalada no E/R. É a partir deste índice que é determinado o NEI do indicador PROT. O IDprot é determinado através da seguinte expressão:</p> $IDprot = \frac{\sum_{m=1}^p W_{IDDprot_m} \times IDDprot_m}{\sum_{m=1}^8 W_{IDDprot_m}}$ <p>Sendo que n pode variar de 0 a 4.</p>
CPFprot	<p>Coeficiente de potencial de falha do PROT. É um indicador que permite avaliar o potencial de falha da proteção contra incêndios. É determinado através da seguinte expressão:</p> $CPFprot_i = \frac{\sum_{k=1}^p W_{CPF_k} \times CPF_k}{\sum_{k=1}^p W_{CPF_k}}$ <p>Sendo que p pode variar de 0 a 4.</p>
CGFprot	<p>Coeficiente de gravidade de falha do PROT. É um indicador que permite avaliar a gravidade de falha da proteção contra incêndios. É determinado através da seguinte expressão:</p>

	$CGF_{prot_i} = \frac{\sum_{k=1}^p W_{CGF_k} \times CGF_k}{\sum_{k=1}^p W_{CGF_k}}$ <p>Sendo que p pode variar de 0 a 4.</p>
RODprot	<p>Risco de operação relativo ao PROT. É um indicador que permite avaliar o risco de operação em relação ao indicador de proteção contra incêndios. É determinado através da seguinte expressão:</p> $ROD_{prot_i} = \frac{\sum_{k=1}^p W_{ROD_k} \times ROD_k}{\sum_{k=1}^p W_{ROD_k}}$ <p>Sendo que p pode variar de 0 a 4.</p>
NPIprot	<p>Nível de prioridade de intervenção relativo ao PROT. É um indicador que indica a prioridade de intervenção em relação ao indicador de proteção contra incêndios. É determinado através da seguinte expressão:</p> $NPI_{prot_i} = \frac{\sum_{k=1}^p W_{NPI_k} \times NPI_k}{\sum_{k=1}^p W_{NPI_k}}$ <p>Sendo que p pode variar de 0 a 4.</p>
IDprev	<p>Índice de desempenho do indicador PREV. É um indicador que permite avaliar o desempenho da proteção contra incêndios instalada no E/R. É a partir deste índice que é determinado o NEI do indicador PROT. O IDprev é determinado através da seguinte expressão:</p> $ID_{prev} = \frac{\sum_{n=1}^p W_{IDDprev_n} \times IDD_{prev_n}}{\sum_{n=1}^p W_{IDDprev_n}}$ <p>Sendo que p pode variar de 0 a 4.</p>
CPFprev	<p>Coefficiente de potencial de falha do PREV. É um indicador que permite avaliar o potencial de falha da prevenção contra incêndios. É determinado através da seguinte expressão:</p> $CPF_{prev_i} = \frac{\sum_{k=1}^p W_{CPF_k} \times CPF_k}{\sum_{k=1}^p W_{CPF_k}}$ <p>Sendo que p pode variar de 0 a 4.</p>
CGFprev	<p>Coefficiente de gravidade de falha do PREV. É um indicador que permite avaliar a gravidade de falha da prevenção contra incêndios. É determinado através da seguinte expressão:</p>

	$CGF_{prev_i} = \frac{\sum_{k=1}^p W_{CGF_k} \times CGF_k}{\sum_{k=1}^p W_{CGF_k}}$ <p>Sendo que p pode variar de 0 a 4.</p>
ROD <sub>prev</sub>	<p>Risco de operação relativo ao PREV. É um indicador que permite avaliar o risco de operação em relação ao indicador de prevenção contra incêndios. É determinado através da seguinte expressão:</p> $ROD_{prev_i} = \frac{\sum_{k=1}^p W_{ROD_k} \times ROD_k}{\sum_{k=1}^p W_{ROD_k}}$ <p>Sendo que p pode variar de 0 a 4.</p>
NPI <sub>prev</sub>	<p>Nível de prioridade de intervenção relativo ao PREV. É um indicador que indica a prioridade de intervenção em relação ao indicador de prevenção contra incêndios. É determinado através da seguinte expressão:</p> $NPI_{prev_i} = \frac{\sum_{k=1}^p W_{NPI_k} \times NPI_k}{\sum_{k=1}^p W_{NPI_k}}$ <p>Sendo que p pode variar de 0 a 4.</p>
IDES	Índice de desempenho do SASCIE. É um indicador que pretende determinar o desempenho do sistema. É determinado pela média dos índices de desempenho PROT e PREV.
CPFS	Coeficiente de probabilidade de falha do SASCIE. É um indicador que pretende determinar a probabilidade de falha do sistema. É determinado pela média dos CPFs dos índices PROT e PREV.
CGFS	Coeficiente de gravidade do potencial de falha do SASCIE. É um indicador que pretende determinar a gravidade do potencial de falha do sistema. É determinado pela média dos CGFs dos índices PROT e PREV.
ROPS	Risco de operação do SASCIE. É um indicador que pretende determinar o risco de operação do sistema relativamente à segurança contra incêndios instalada no edifício, face à atividade nele desenvolvida. É determinado a partir da média dos RODs dos índices PROT e PREV.
NPIS	Nível de prioridade de intervenção corretiva. É um indicador que pretende determinar as prioridades de intervenção corretiva para efeito de melhoria do sistema. É determinado a partir da média dos NPIS dos índices PROT e PREV.
NSIS	Nível de segurança instalado no SASCIE. É um indicador global que pretende determinar a segurança contra incêndio instalada no E/R. É determinado a partir do índice PREV e do índice PROT, através da matriz da tabela 10.

Tabela 8 – Indicadores de gestão do modelo proposto.

Domínio de ação abrangidos (DAA)	Fatores de ponderação
Potencial de ignição	1.4
Potencial de contexto	1
Potencial humano	1.4
Potencial dos equipamentos e sistemas	1.3
Potencial de propagação do incêndio	1
Potencial de dano humano e material	1.4
Potencial de fuga dos ocupantes	1.3
Potencial de resposta a emergências	1.4

Tabela 9 – Fatores de ponderação para efeito de médias ponderadas

O modelo proposto, desenvolve-se a partir da análise dos IADs de cada fator crítico de desempenho analisado por domínio de ação abrangido gera indicadores qualitativos e quantitativos para apoio à gestão. Na figura 17 é indicado um exemplo de como o modelo apresenta os indicadores de análise e os respetivos resultados de uma auditoria.

		Sistema de Gestão Integrada da Segurança Contra Incêndios				Nº	1				
Entidade:		XXXXXXX				Data:	02.05.2014				
Estrutura:		Indústria farmacêutica		Local:		Maia					
Indicador:		PREV		CR: 3ª		NPE: 2					
Domínio de ação:		Potencial de Ignição									
Fatores críticos de desempenho:		Condição das fontes de ignição									
		Condição dos combustíveis									
		Condição dos comburentes									
FC	Ref.	Indicadores de análise de desempenho	Referên.	AVALIAÇÃO							
				C	SM	NC	NA	Prob.	Grav.	Prio.	
	1	As reais ou potenciais fontes de ignição estão adequadamente identificadas e controladas.							M	M	4
	2	Não existem sistemas, componentes sobreaquecidos ou superfícies a temperaturas iguais ou superiores a 427° C ou se existem possuem os adequados isolamentos térmicos.									
	3	Não é razoavelmente previsível a formação de fontes de ignição com potencial de ativação dos combustíveis presentes.									
	4	Estão estabelecidos procedimentos de segurança para controlo dos trabalhos a quente ou com chama aberta ou outra forma de potencial ignição.							A	G	2
	5	Não é razoavelmente previsível que sistemas, equipamentos e instalações possam provocar potenciais fontes de ignição									
	6	Não é razoavelmente previsível a formação de fontes de ignição descontroladas, com potencial de ativação dos combustíveis presentes, durante todo os processos produtivos.							M	M	4
	7	Está formalmente definido o procedimento de corte de energia elétrica a equipamentos e sistemas não necessários fora das horas de atividade.									
	8	Está formalmente definido o procedimento de corte de energia elétrica a equipamentos e sistemas não necessários fora das horas de atividade.									
	9	Não existem condições para acumulação de eletricidade estática cuja descarga possa provocar a ignição de matéria combustível.									
	10	Os sistemas de ligação à terra são adequados, estão em boas condições de conservação e de funcionamento, como as inspeções periódicas legais dentro da validade e com valores de resistência de terra em conformidade com a legislação em vigor.									
	11	As instalações estão protegidas contra descargas atmosféricas (raio).									
	12	Os líquidos e gases existentes estão em conformidade com a legislação em vigor.									
	13	Não existe real ou potencial libertação de gases ou vapores inflamáveis para a atmosfera.									
	14	Não existe real ou potencial libertação de poeiras combustíveis para a atmosfera.									
	15	Os sistemas que contêm gases e líquidos combustíveis estão em bom estado de conservação e de utilização, sem possibilidade de fugas ou derrames.									
	16	Os locais com perigo de formação de atmosferas explosivas (ATEX) estão adequadamente identificados e os riscos devidamente controlados, estando cumpridos todos os requisitos legais relativamente a esse perigo (se aplicável).									
		Os locais com perigo de formação de atmosferas explosivas (ATEX) estão adequadamente identificados e os riscos devidamente controlados, estando cumpridos todos os requisitos legais relativamente a esse perigo (se aplicável).									
	18	As instalações de líquidos e gases combustíveis possuem sistemas de corte de emergência e estes estão adequadamente sinalizadas e acessíveis (se aplicável).									
	19	A produção, manuseamento e armazenamento de substâncias combustíveis e outra consideradas perigosas fazem-se com o adequado controlo.							A	M	4
	20	Os recipientes das substâncias e produtos possuem rótulos de identificação, em conformidade com a legislação em vigor.									
	21	As quantidades de substâncias combustíveis e outras consideradas perigosas existentes nos locais de trabalho são as mínimas necessárias para o dia de trabalho e estão em armários adequados.									
	22	A manipulação, utilização e controlo das substâncias combustíveis e outras consideradas perigosas cumprem com o estabelecido nas respetivas fichas de dados de segurança.									
	23	As instalações de distribuição de substâncias líquidas e gasosas estão adequadamente sinalizadas, protegidas contra choques físicos e aumento excessivo de pressão e temperatura.									
	24	Existem condições para confinamento, controlo e neutralização de fugas e derrames de substâncias combustíveis.							A	G	2
	25	Não existem substâncias ou produtos comburentes ou se existem estão devidamente controlados.							M	M	4
	26	Não é razoavelmente previsível a fuga ou derrame de substâncias ou produtos comburentes.							M	G	3
	27	No transporte, manuseamento e produção estão garantidos os princípios de incompatibilidade das substâncias.									
	28	Não é razoavelmente previsível a formação de atmosfera enriquecidas de oxigénio.							M	G	2
				<b>TOTAL</b>							
				19	6	3	1				
Legenda:		NPE - Nivel pré definido de exigência para a avaliação de desempenho,		CR - Categoria de risco da UT.							
Probabilidade de falha:		MA - Muito alta		A - Alta		M - Média		B - Baixa			
Gravidade da falha:		C - Crítica		G - Grave		M - Média		L - Ligeira			
Prioridade de intervenção:		1 - Imediata		2 - Máxima		3 - Média		4 - Mínima			

Figura 17 – Indicadores de análise de três fatores críticos de desempenho

Na figura 18 é indicado um exemplo de como o modelo apresenta os indicadores de cada um dos 8 domínios de ação.

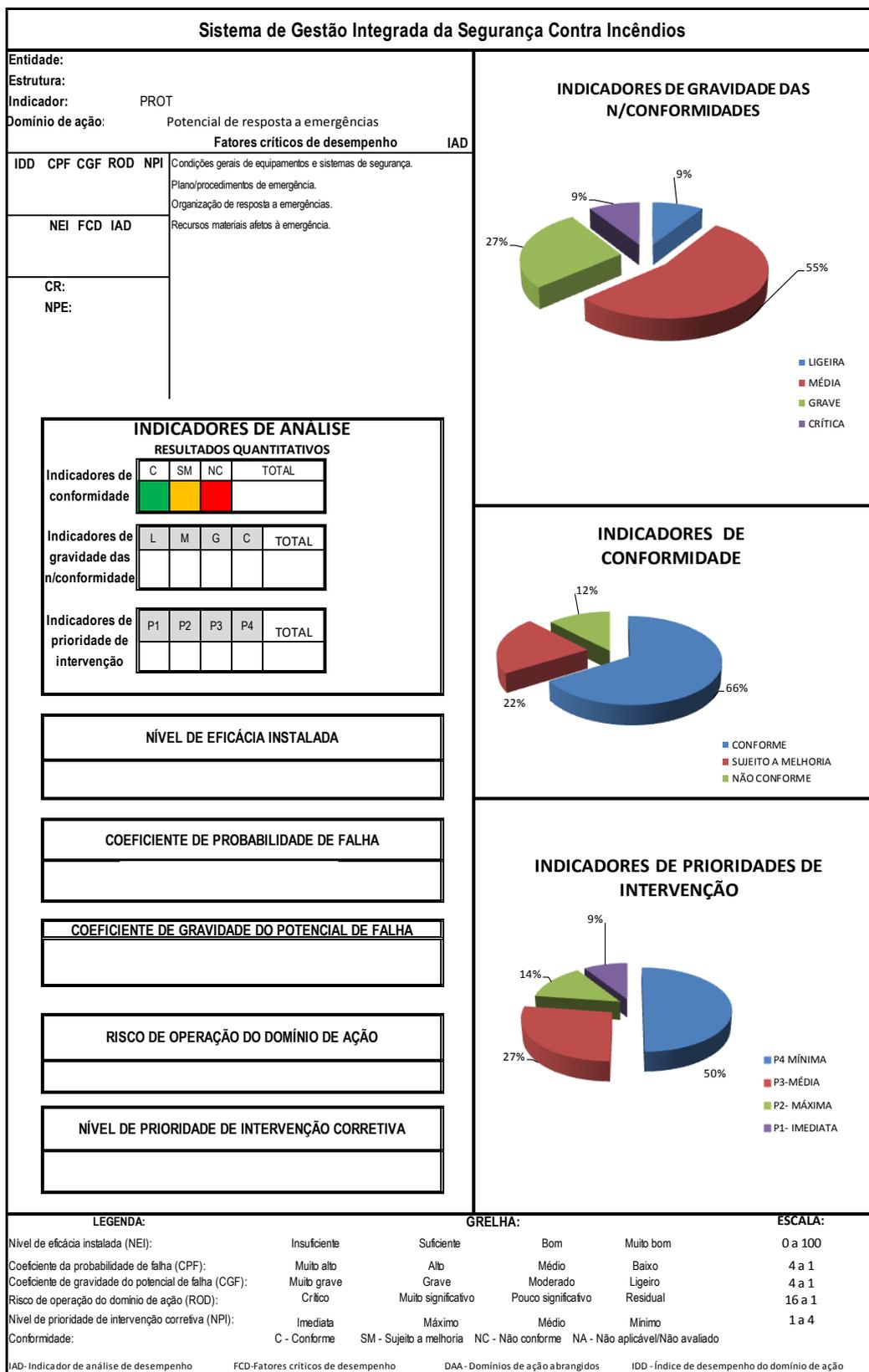


Figura 18 – Indicadores de um domínio de ação

A partir dos indicadores de gestão de cada domínio de ação, o modelo gera indicadores de gestão dos índices de prevenção (PREV) e de proteção (PROT). Na figura 19 é indicado um exemplo de como o modelo apresenta os indicadores de gestão do índice PROT.

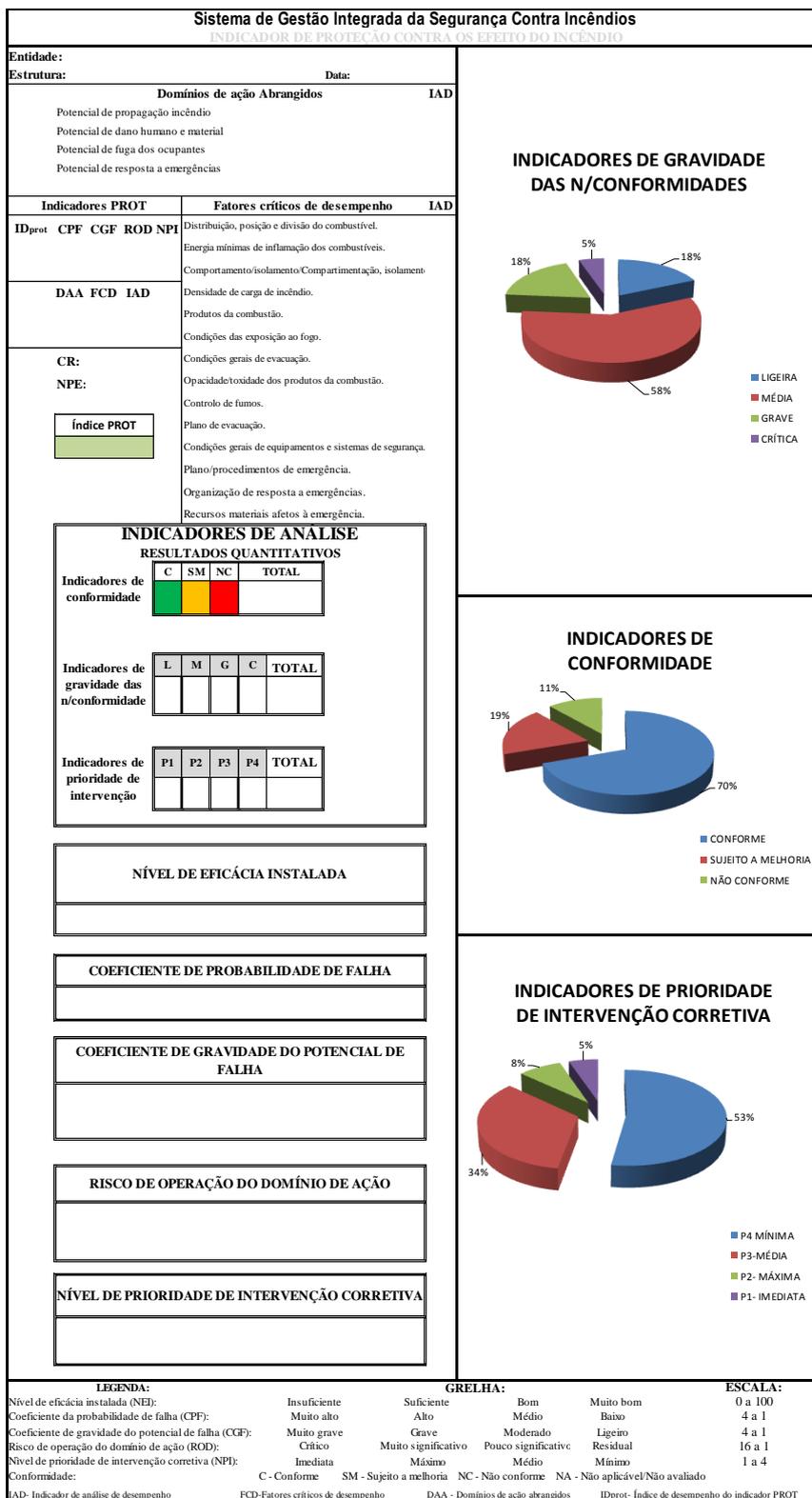


Figura 19 – Indicadores do índice PROT

O modelo a partir dos indicadores de gestão anteriores, gera indicadores de gestão totais acerca do desempenho do SASCIE. Na figura 20 é indicado um exemplo de como o modelo apresenta esses indicadores.

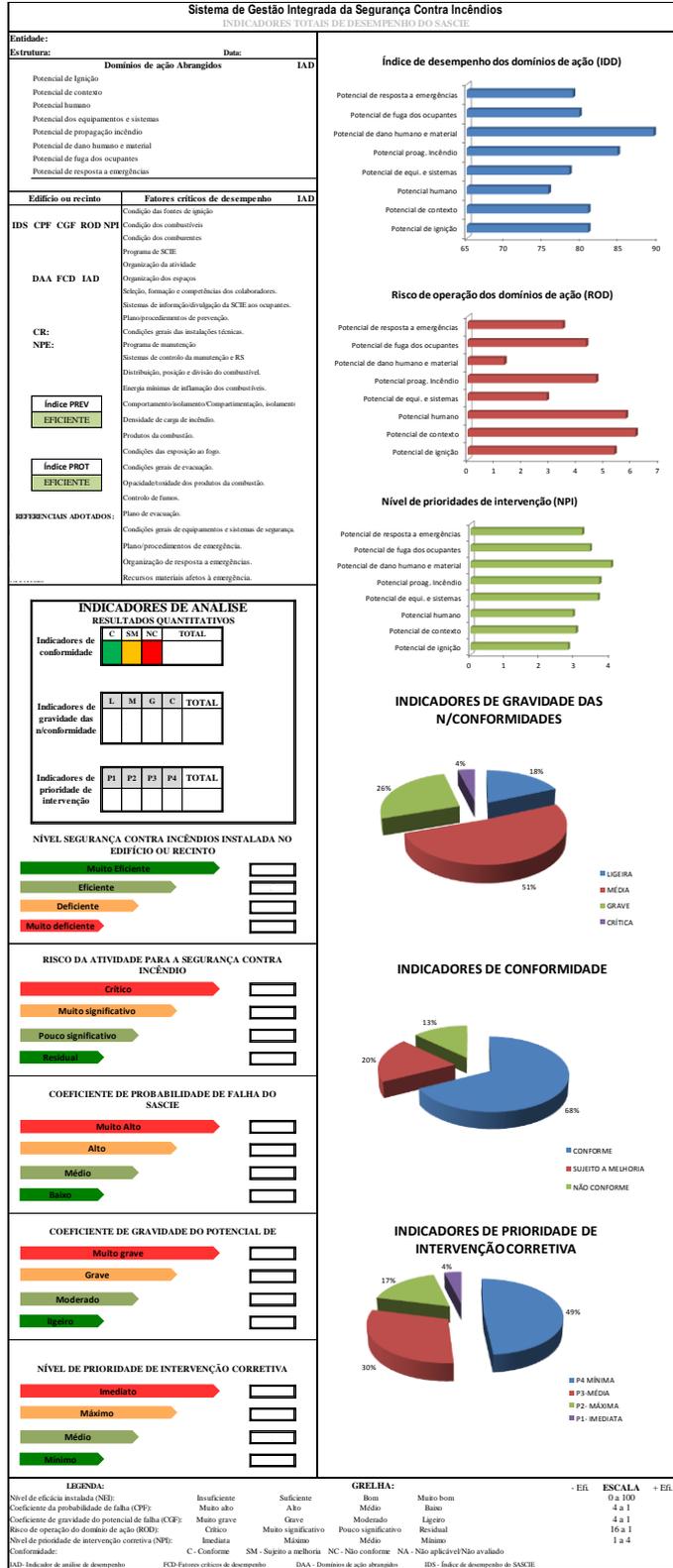


Figura 20 – Indicadores globais de desempenho do SASCIE

O indicador de *segurança contra incêndio instalada* gerado pelo modelo é determinado através da matriz da tabela 10.

SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO INSTALADA				
Indicador de Prevenção (Índice PREV)	Indicador de Proteção (Índice PROT)			
	Muito bom	Bom	Suficiente	Insuficiente
Muito Bom	Muito eficiente	Muito eficiente	Eficiente	Deficiente
Bom	Muito eficiente	Eficiente	Eficiente	Deficiente
Suficiente	Eficiente	Eficiente	Eficiente	Muito deficiente
Insuficiente	Deficiente	Deficiente	Muito deficiente	Muito deficiente

Tabela 10 – Matriz de avaliação da SCIE.

O modelo pode ainda fornecer indicadores de estado de situação e a evolução do desempenho do SASCIE por comparação com resultados obtidos em anteriores auditorias, permitindo ainda avaliar os resultados de eventuais medidas corretivas entretanto implementadas (figura 21).

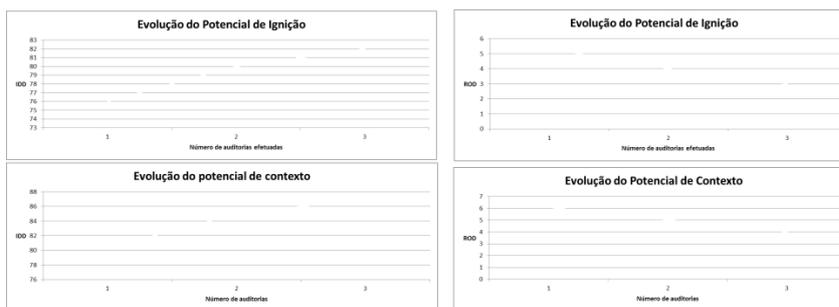


Figura 21 – Indicadores de estado de situação do SASCIE

Muito embora para uma gestão criteriosa do SASCIE se deva utilizar o modelo na sua máxima capacidade (8 domínios de ação), ele permite gerir apenas os domínios que se pretender ou mesmo apenas um fator crítico de desempenho. Essa versatilidade permite a sua utilização em quase todos os casos conhecidos. Apesar disso, e porque para se falar em gestão integrada da SCIE todos os domínios de ação propostos devem ser analisados, o autor testou o modelo proposto para avaliar todos esses domínios através de uma auditoria operacional interna em contexto real.

A metodologia recomendada para utilização (por técnico especializado ou não) do modelo proposto, tendo em conta as respetivas fases de gestão, deverá ser:

- Na fase controlo – utilização do modelo para execução de auditoria ao sistema e posterior análise de resultados;

- Na fase de planeamento – utilização do modelo para simular os resultados da execução das propostas de melhoria priorizadas pelo mesmo e decidir o efetivo planeamento das mesmas, tendo em conta o custo que elas implicam e o benefício de eficácia, em termos de SCIE, identificado pelos resultados da simulação efetuada;
- Na fase de organização – utilização do modelo para, a partir das considerações feitas no âmbito das propostas de melhoria, analisar a necessidade de recursos matérias, humanos e organizacionais e perspetivar a execução das medidas de controlo especificadas no mesmo.
- Na fase de direção – utilização do modelo para, a partir das propostas de melhoria e da capacidade que o mesmo possui para simular os resultados originados pelas eventuais opções de gestão disponíveis, gerir melhor a execução das medidas de controlo em curso.

Com uma periodicidade adequada e sempre que o responsável pelo sistema achar necessário, deve iniciar-se novo ciclo de gestão com outra auditoria operacional interna ao SASCIE. Refira-se que apesar da presente dissertação abordar a GESTÃO INTEGRADA DO SISTEMA DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIOS EM EDIFÍCIOS E RECINTOS, na prática o modelo de apoio à gestão, propriamente dito, apenas vai ser testado na fase de controlo do processo de gestão.

#### **4.1 Aplicação do modelo proposto em contexto real**

Para efeito de experimentação e de aplicabilidade do modelo proposto utilizou-se o mesmo numa auditoria ao SASCIE de uma indústria farmacêutica, relativamente à qual foram posteriormente simuladas correções de algumas das propostas de melhoria recomendadas na mesma. Tal facto pretendeu testar o modelo quanto à sua capacidade de simular a implementação de diversas opções de gestão e a sua modelação gráfica e numérica em relação ao perfil de desempenho do SASCIE. Pretendeu-se também testar a capacidade de registo da evolução de desempenho do SASCIE face à efetiva resolução de propostas de melhoria efetuadas. A indústria onde decorreu a experimentação do modelo situa-se no concelho da Maia, em área urbanizada e inserida numa área de interface entre a faixa urbana e industrial. A sua principal atividade é a produção de determinados gases utilizados na medicina e na industrial. Alguns dos gases produzidos e ou armazenados no estabelecimento são o oxigénio, nitrogénio, amoníaco, acetileno, etc. O E/R é uma UT XII da 4.<sup>a</sup> categoria de risco e a sua data de construção é anterior à data de promulgação do RJSCIE, tendo havido algumas



gerou, por cada domínio de ação abrangido, o segundo nível de indicadores de gestão que podem ser analisados no anexo A (figuras 23 à 30).

Após a determinação do desempenho dos respectivos domínios de ação o modelo gerou o terceiro nível de indicadores de gestão referentes ao indicador de prevenção da ignição do incêndio (índice PREV) e ao indicador de proteção contra o incêndio (índice PROT) que se apresentam nas figuras seguintes.

A partir destes dois índices o modelo gerou o quarto nível de indicadores de gestão que são os resultados totais do desempenho do SASCIE instalado no E/R, modelando graficamente os indicadores de gestão mais significativos, para maior facilidade e rapidez de análise do seu desempenho (figura 33 do anexo A).

Na figura 33 do anexo A pode-se verificar que a auditoria ao sistema abrangeu 8 domínios de ação, 26 fatores críticos de desempenho e 260 indicadores de análise de desempenho. Pode verificar-se que o modelo estimou que o SASCIE possui um nível eficiente de segurança contra incêndio instalada e que apresenta um risco pouco significativo de operação, relativamente à segurança contra incêndios. Verifica-se também que o mesmo apresenta um coeficiente de probabilidade de falha médio e um coeficiente de gravidade do potencial de falha moderado. Com base nestes resultados o modelo determinou que deve ser atribuída uma prioridade de intervenção corretiva média. Verifica-se ainda (através dos resultados obtidos nos índices PROT e PRE) que as condições de prevenção e de proteção contra incêndios no E/R estão muito equilibradas, sendo ambas eficientes.

Para além desses resultados, o autor simulou corrigir algumas das não conformidades e o modelo gerou indicadores de evolução do estado de situação do SASCIE, como é demonstrado no exemplo da figura 34 do anexo A. Nos gráficos verifica-se, como não podia deixar de ser, que ao melhorar o índice de desempenho do domínio de ação “potencial de ignição” diminuiu o risco de operação relativamente ao mesmo.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A fim de garantir a segurança contra incêndios em E/R, o atual regime jurídico de segurança contra incêndios em edifícios e recintos requer a existência de um sistema de autoproteção e segurança contra incêndio. Contudo, o tempo tem-se encarregado de demonstrar que a simples existência desse requisito legal, por si só, não garante níveis aceitáveis de segurança contra incêndios, caso o mesmo não seja acompanhado por uma gestão proficiente. Contudo, para uma gestão efetiva o sistema é necessário existirem gestores responsáveis e tecnicamente competentes, com capacidade para identificar os diversos constituintes e os seus respetivos constrangimentos, bem como as melhores metodologias e meios de os controlar. Para isso é necessário não só conhecimentos específicos como também ferramentas eficazes de apoio à gestão.

Para o autor é crucial o desenvolvimento de modelos de gestão credíveis e efetivamente reconhecidos por todas as partes que integram a segurança contra incêndios em edifícios e recintos. Nesses sentido e com o objetivo de perspetivar um modelo de apoio à gestão, no presente estudo, foram equacionadas as componentes que se julgam ser as que mais podem contribuir para a eficácia dessa gestão, propostos determinados indicadores críticos relativamente à mesma, formuladas várias considerações genéricas acerca desses indicadores e estudadas as suas interações e relevância para a segurança contra incêndios. Foi efetuada uma análise acerca da informação considerada indispensável para efeito de apoio à gestão e estudada a sua integração no modelo proposto. Foram, igualmente, propostos indicadores de análise e de gestão e desenvolvida uma metodologia para utilização do modelo proposto em contexto real, de forma a permitir uma abordagem sistematizada às quatro fases do processo de gestão do SASCIE.

Em suma, pretendeu o autor dissertar sobre a segurança contra incêndios em edifício e recintos e sobre os aspetos que julga serem os mais relevantes para a sua gestão e sobre os quais deve ser exercido um efetivo e permanente controlo, bem como acerca da necessidade de desenvolver um modelo de gestão que se pretende credível, rigorosa e que garanta uma efetiva uniformização de processos. Ao mesmo pretende-se que o modelo possa ser aplicado em qualquer contexto e tipo de E/R.

Finalmente, o modelo foi testado em contexto real para averiguar da sua utilidade e exequibilidade. O modelo demonstrou ser uma ferramenta versátil que permitiu não só

estimar o nível de segurança instalado no SASCIE de uma UT XII da 4.<sup>a</sup> categoria de risco, como também fornecer informação sistematizada para apoio à gestão do sistema, para efeito do processo de tomada de decisão. O modelo proposto permitiu ainda demonstrar (por simulação) a evolução do desempenho do sistema ao longo do tempo e um efetivo registo de evidências acerca da abrangência e rigor da auditoria realizada.

Analisando os indicadores de gestão gerados pelo modelo proposto na auditoria efetuada, verifica-se que o mesmo, a partir da inserção manual de determinados indicadores de análise, gera automaticamente informação qualitativa e quantitativa em forma gráfica e numérica que facilita a compreensão e rapidez de análise, sempre importantes para qualquer processo de gestão.

A auditoria efetuada permitiu estimar e valorar determinados indicadores que permitem dizer que estamos perante um E/R que possui uma condição de segurança contra incêndios eficiente.

Em termos de conclusão pode dizer-se que o modelo proposto demonstrou ser versátil e funcional e que permitiu avaliar criteriosamente o desempenho do SASCIE alvo. Demonstrou, ainda, capacidade de gerar informação crítica para análise à gestão e apresentar essa informação de forma eficaz.

Apesar do modelo de gestão proposto, relativamente a outros consultados no decorrer do presente trabalho, parecer apresentar uma mais-valia que decorre da sua aplicação imediata em contexto real (de resto comprovadamente verificada) e da versatilidade funcional demonstrada durante a sua utilização efetiva; poderá razoavelmente concluir-se que o mesmo apresenta potencial de desenvolvimento e que fará todo o sentido promover estudos mais aprofundados que passem pela sua utilização intensiva em contextos de perigosidade e natureza diversas. Por isso, o possível interesse da sua utilização concreta dependerá de eventuais desenvolvimentos futuros que permitam o estudo mais pormenorizado e focalizado em aspetos como os critérios objetivos de análise, a parametrização dos indicadores de análise de desempenho, os fatores de ponderação, o estudo da razoabilidade das componentes abrangidas, o desenvolvimento da plataforma informática e a análise acerca de possíveis utilizações noutros domínios da segurança.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Health and Safety Executive. *A guide to the offshore installations (safety case) regulations 1992*. Londres: HMSO, 1992.
- [2] HALE, A.R. ; HEMING, B.H.J. ; CARTHEY, J. ; KIRWAN, B. - Modelling of safety management systems. *Safety Science*. Reino Unido: Elsevier. ISSN 0925-7535. V.26 (1)1997, pp.121-140.
- [3] CULLEN, W. Douglas - *The public inquiry into the Piper Alpha disaster*. Reino Unido: H.M.S.O., 1990.
- [4] Regime Jurídico da Promoção da Segurança e Saúde no Trabalho. Lei 102/2009, de 10 de setembro. *Diário da República, 1.ª série*. N.º 176 (2009-09-10) 6167-6292.
- [5] Regulamento Jurídico de Segurança contra Incêndio em Edifícios (RJSCIE): Decreto-Lei nº 220/2008, de 12 de Novembro. Regulamento Jurídico de Segurança contra Incêndio em Edifícios. *Diário da República, 1.ª Série*. N.º 220 (2008-11-12) 7903-7921.
- [6] Regulamento Técnico de segurança Contra Incêndio em Edifícios, (RTSCIE): Portaria nº 1532/2008, de 29 de Dezembro. *Diário da República, 1.ª Série*. N.º 250 (2008-12-29) 9050-9127.
- [7] BLYE, Philip; BACON, Paul - *Fire Protection Handbook*. 18.ª ed. EUA: National Fire Protection Association, 2003.
- [8] CRAWLEY, F.K. - The change in safety management for offshore oil and gas production systems. *Process Safety and Environmental Protection*. Reino Unido: Elsevier. ISSN 0957-5820. V. 77, n.º 3, (Maio 1999) 143-148.
- [9] LEIRAS, António Braz; RODRIGUES, João Paulo C. - Auditorias à segurança contra incêndios em edifícios e recintos. *Segurança*. Lisboa: Petrica. ISSN 0870-8908. A. 49, n.º 220 (maio/jun. 2014). 14-22.
- [10] National Fire Protection Association - *NFPA 550: guide to the fire safety concepts tree*. EUA: NFPA, cop. 2012. ISBN 978-145590364-1(PDF).
- [11] BUCKLEY, Roger; CAPLE, Jim - *One-to-one training and coaching skills*. London : Kogan Page, 1991. ISBN 0-7494-0394-2.

**Anexo A - Indicadores de gestão**

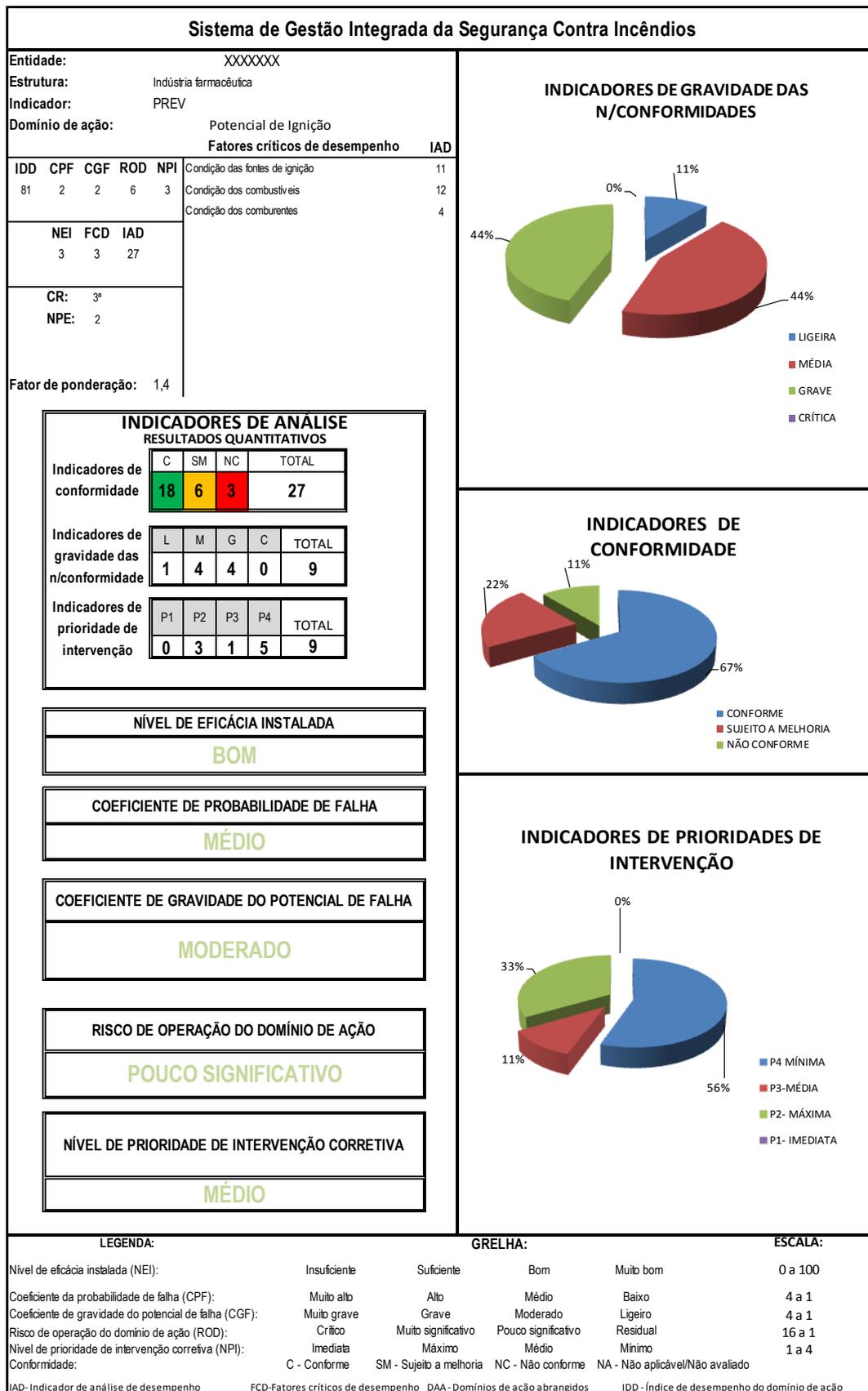


Figura 23 – Indicadores de gestão do domínio de ação do potencial de ignição

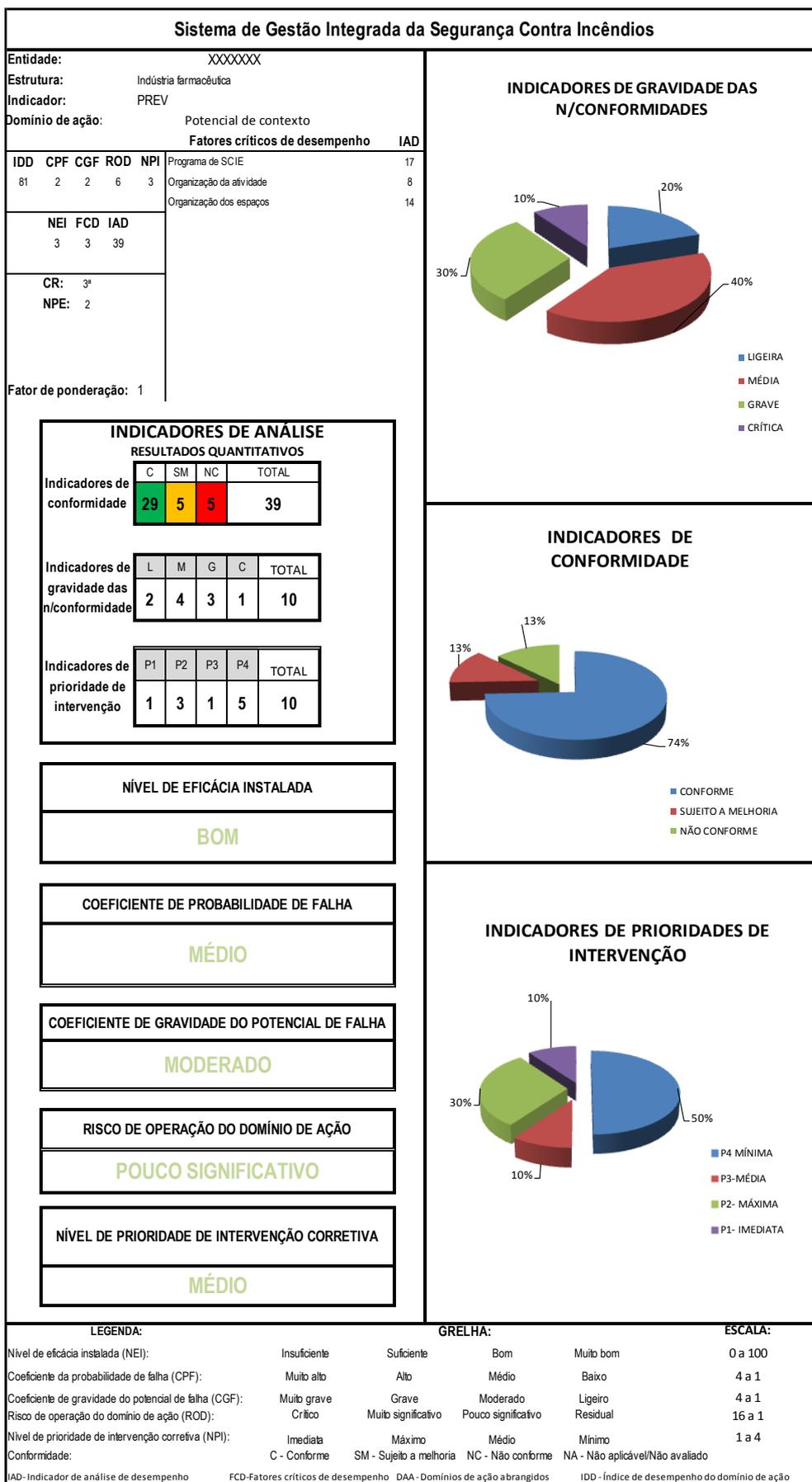
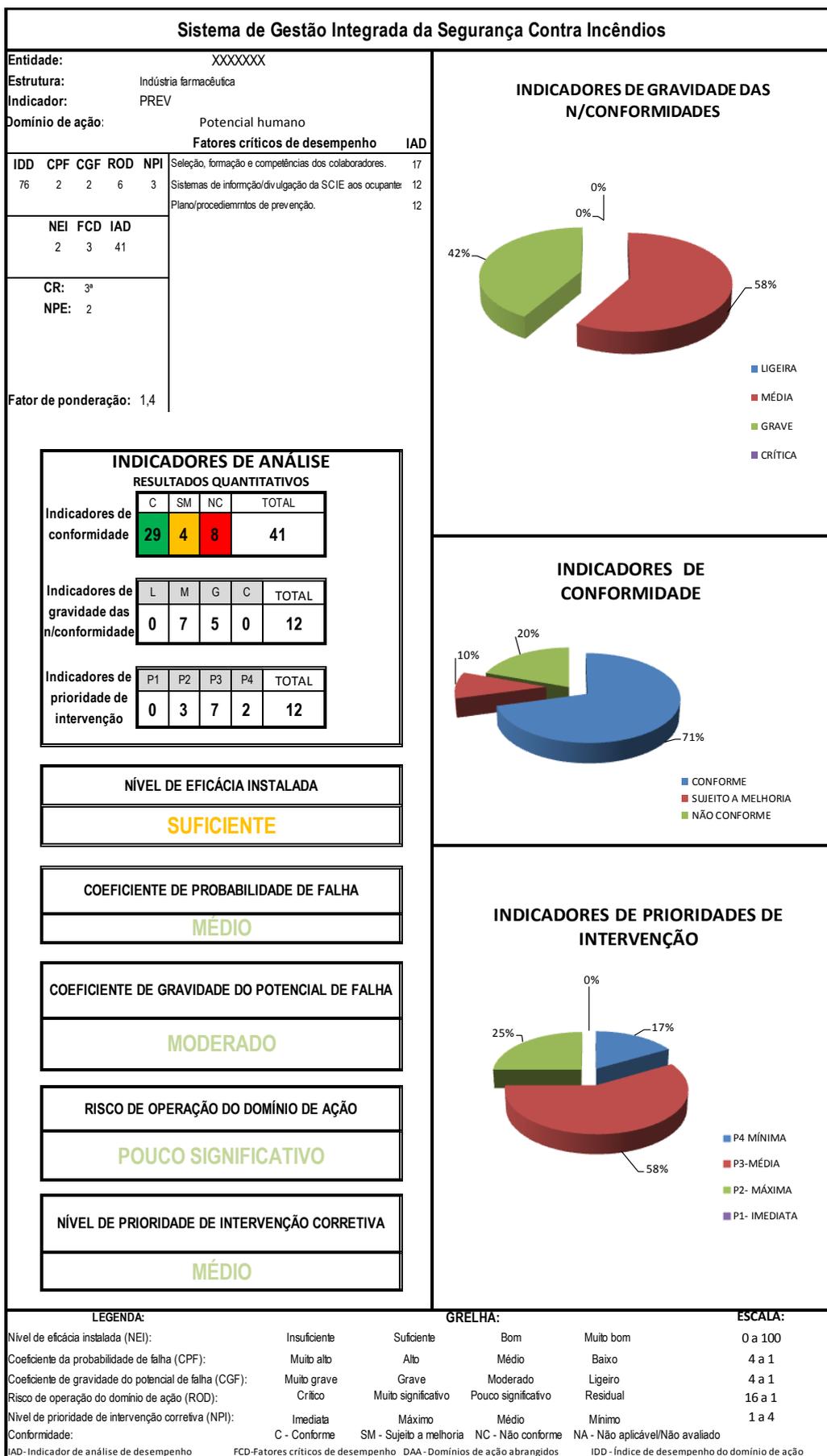


Figura 24 – Indicadores de gestão do domínio de ação do potencial de contexto



NÍVEL DE EFICÁCIA INSTALADA
SUFICIENTE

COEFICIENTE DE PROBABILIDADE DE FALHA
MÉDIO

COEFICIENTE DE GRAVIDADE DO POTENCIAL DE FALHA
MODERADO

RISCO DE OPERAÇÃO DO DOMÍNIO DE AÇÃO
POUCO SIGNIFICATIVO

NÍVEL DE PRIORIDADE DE INTERVENÇÃO CORRETIVA
MÉDIO

<b>LEGENDA:</b>	<b>GRELHA:</b>	<b>ESCALA:</b>
Nível de eficácia instalada (NEI):	Insuficiente      Suficiente      Bom      Muito bom	0 a 100
Coefficiente da probabilidade de falha (CPF):	Muito alto      Alto      Médio      Baixo	4 a 1
Coefficiente de gravidade do potencial de falha (CGF):	Muito grave      Grave      Moderado      Ligeiro	4 a 1
Risco de operação do domínio de ação (ROD):	Crítico      Muito significativo      Pouco significativo      Residual	16 a 1
Nível de prioridade de intervenção corretiva (NPI):	Imediata      Máximo      Médio      Mínimo	1 a 4
Conformidade:	C - Conforme      SM - Sujeito a melhoria      NC - Não conforme      NA - Não aplicável/Não avaliado	
IAD - Indicador de análise de desempenho	FCD - Fatores críticos de desempenho      DAA - Domínios de ação abrangidos	IDD - Índice de desempenho do domínio de ação

Figura 25 – Indicadores de gestão do domínio de ação do potencial humano

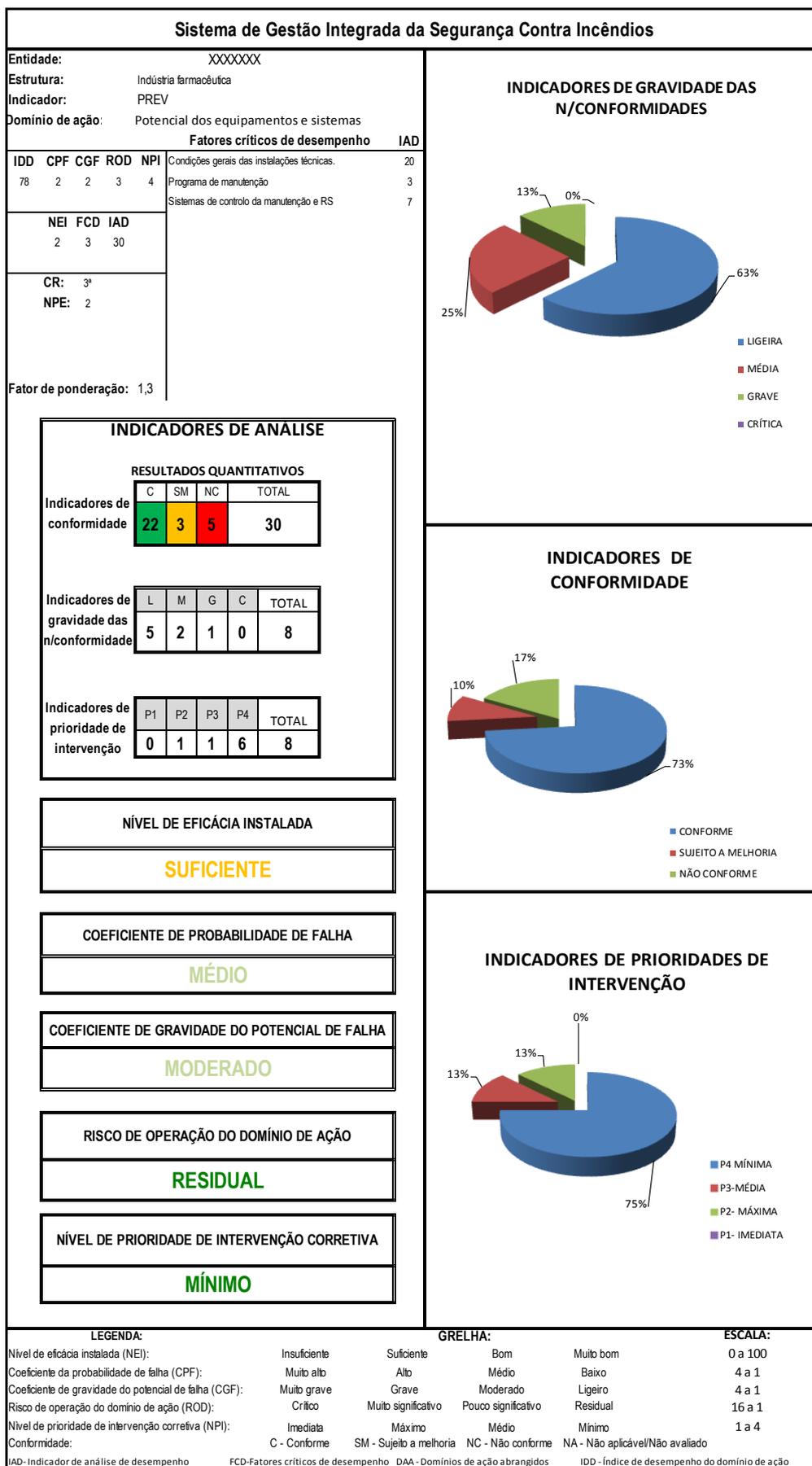


Figura 26 – Indicadores de gestão do domínio de ação do potencial de equipamentos e sistemas.

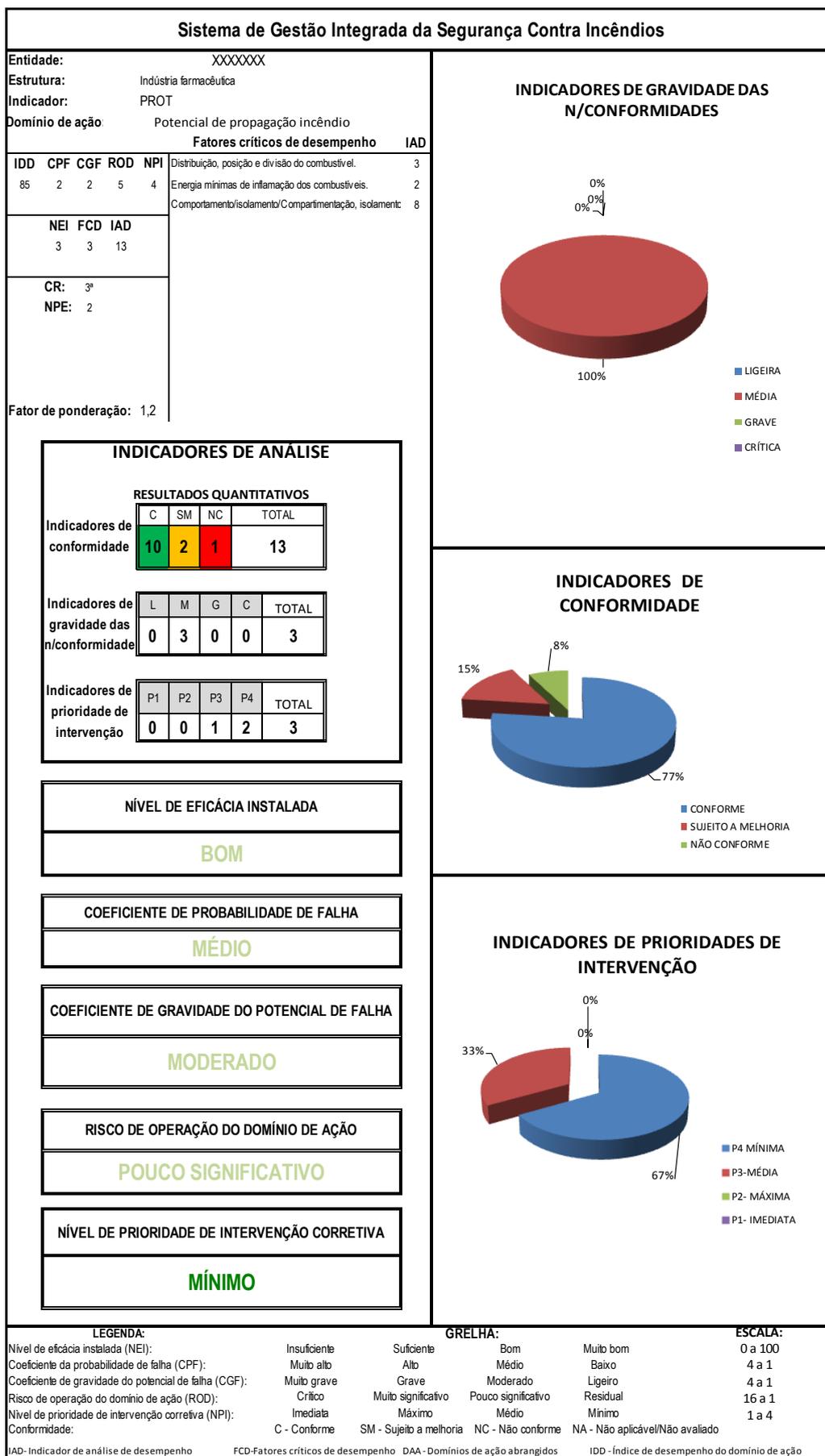


Figura 27 – Indicadores de gestão do domínio de ação do potencial de propagação do incêndio



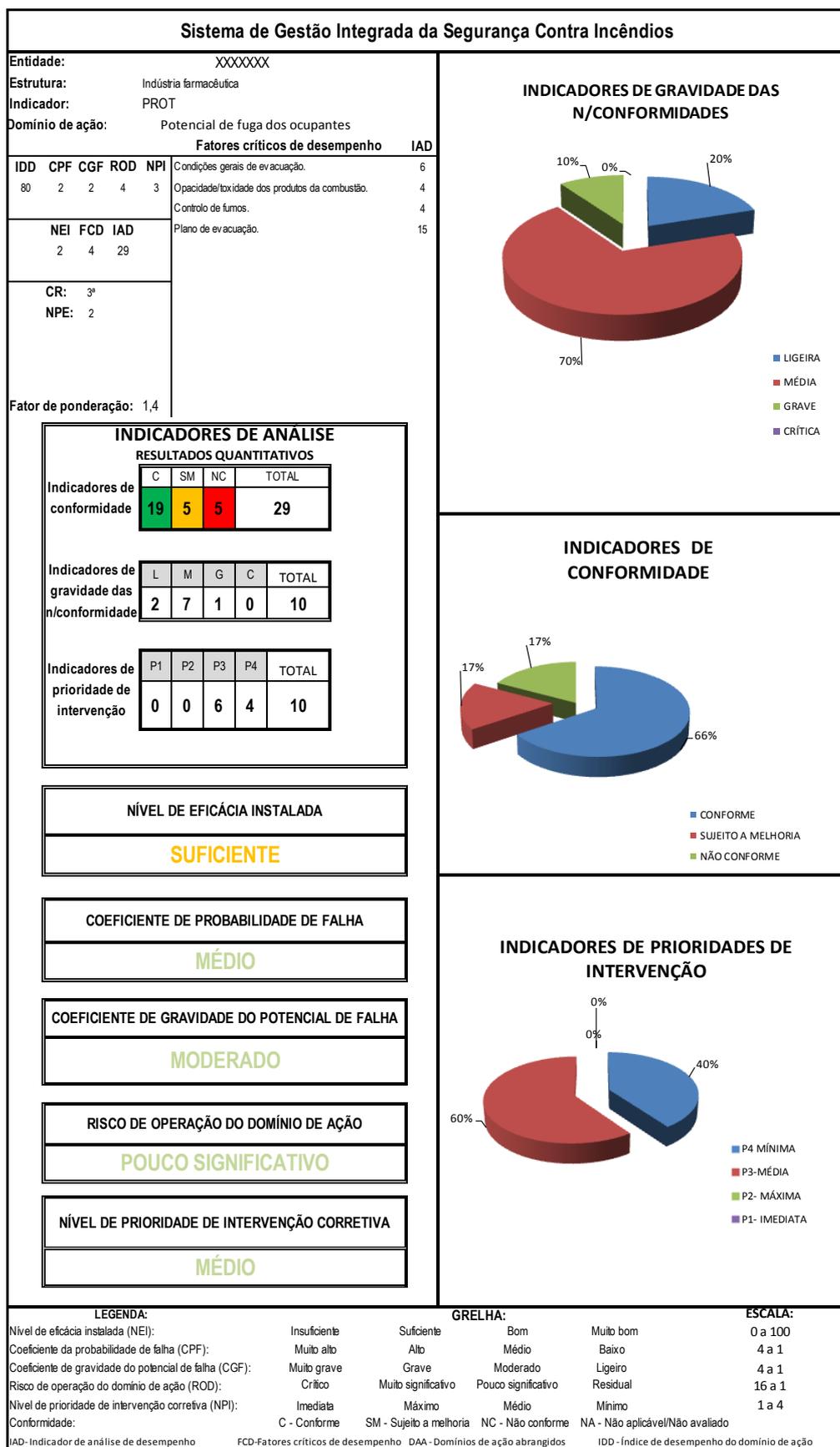


Figura 29 – Indicadores de gestão do domínio de ação do potencial de fuga dos ocupantes.

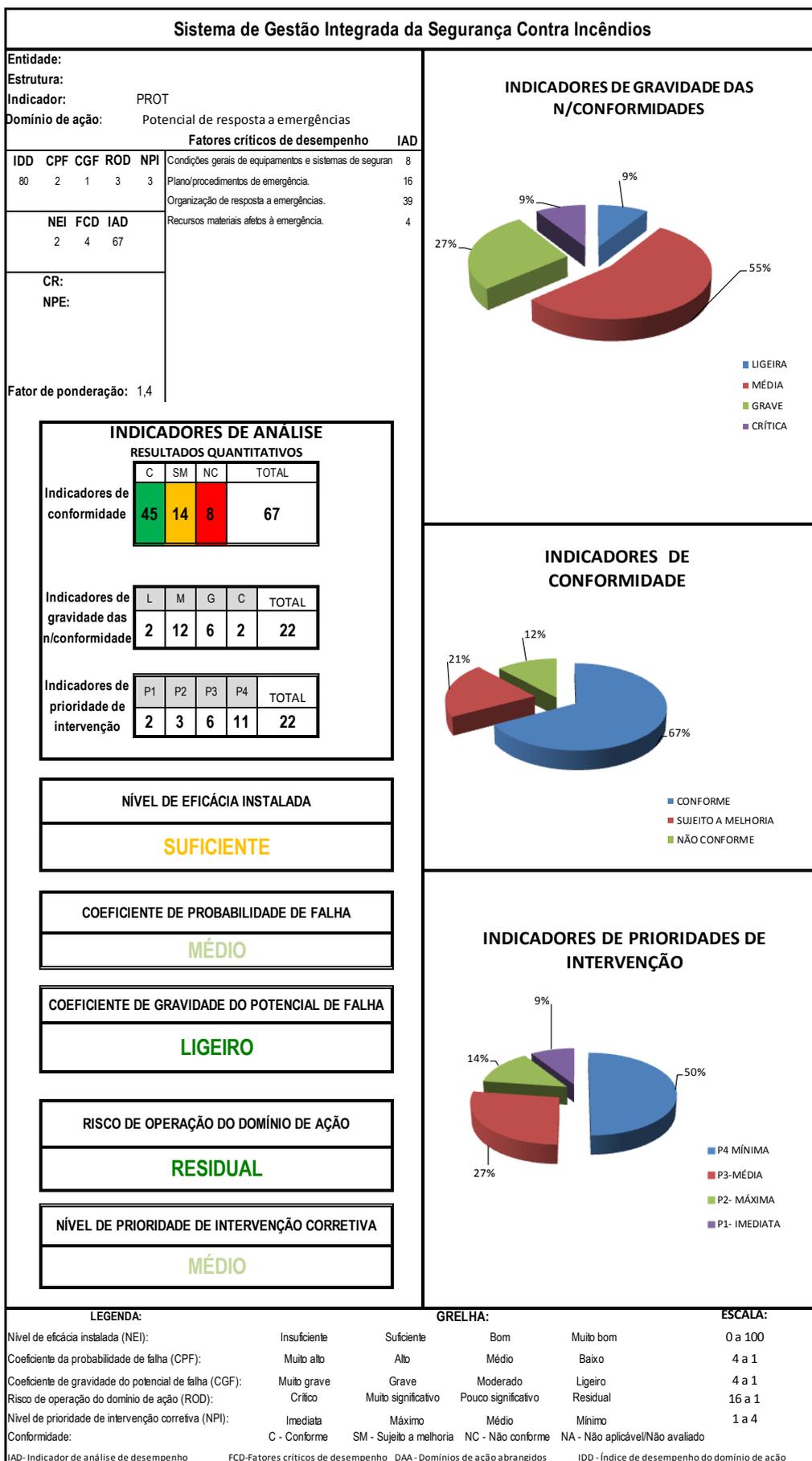


Figura 30 – Indicadores de gestão do domínio de ação do potencial de resposta a emergências

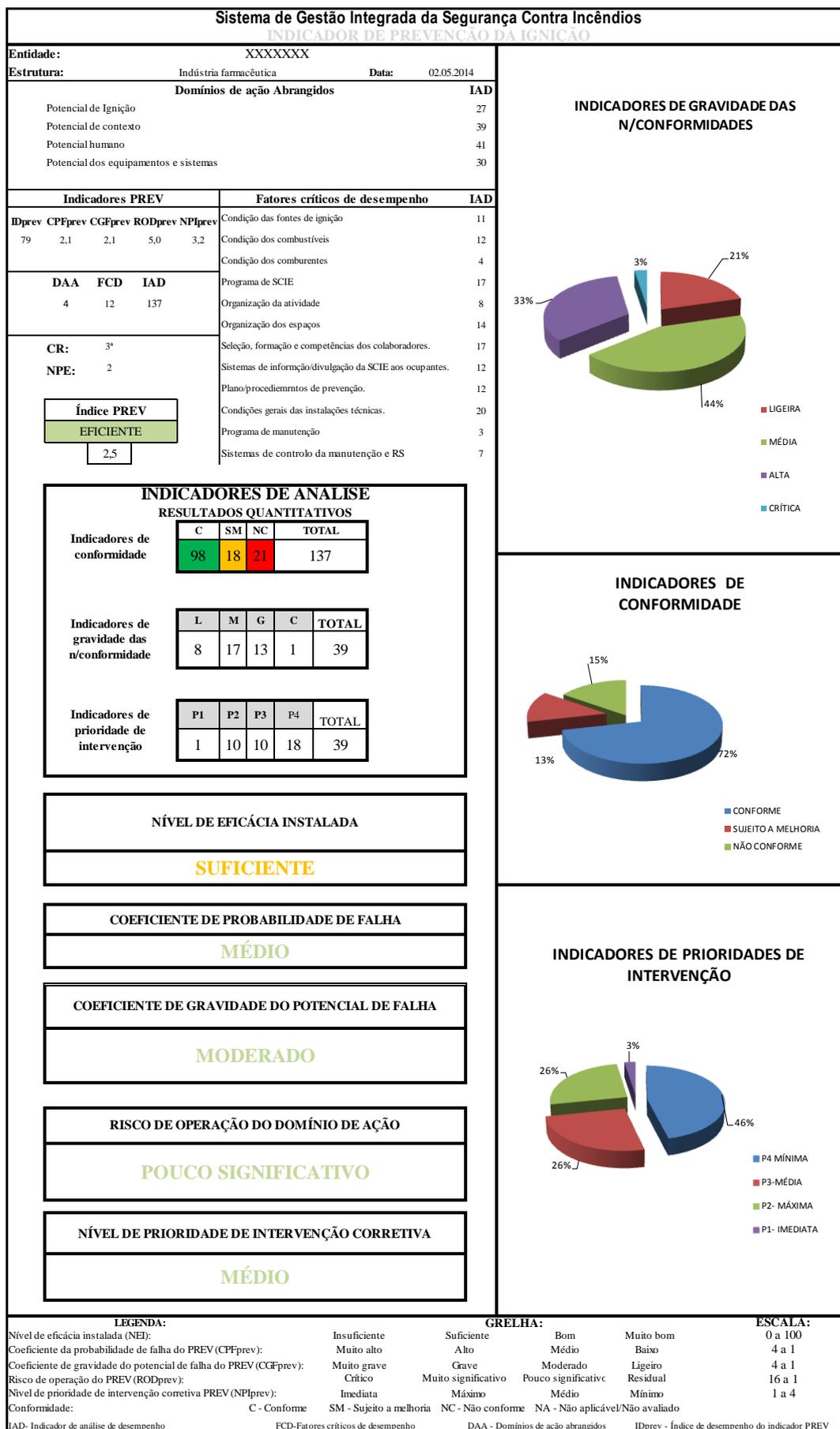


Figura 31 – Indicadores de gestão do indicador de prevenção (PREV)

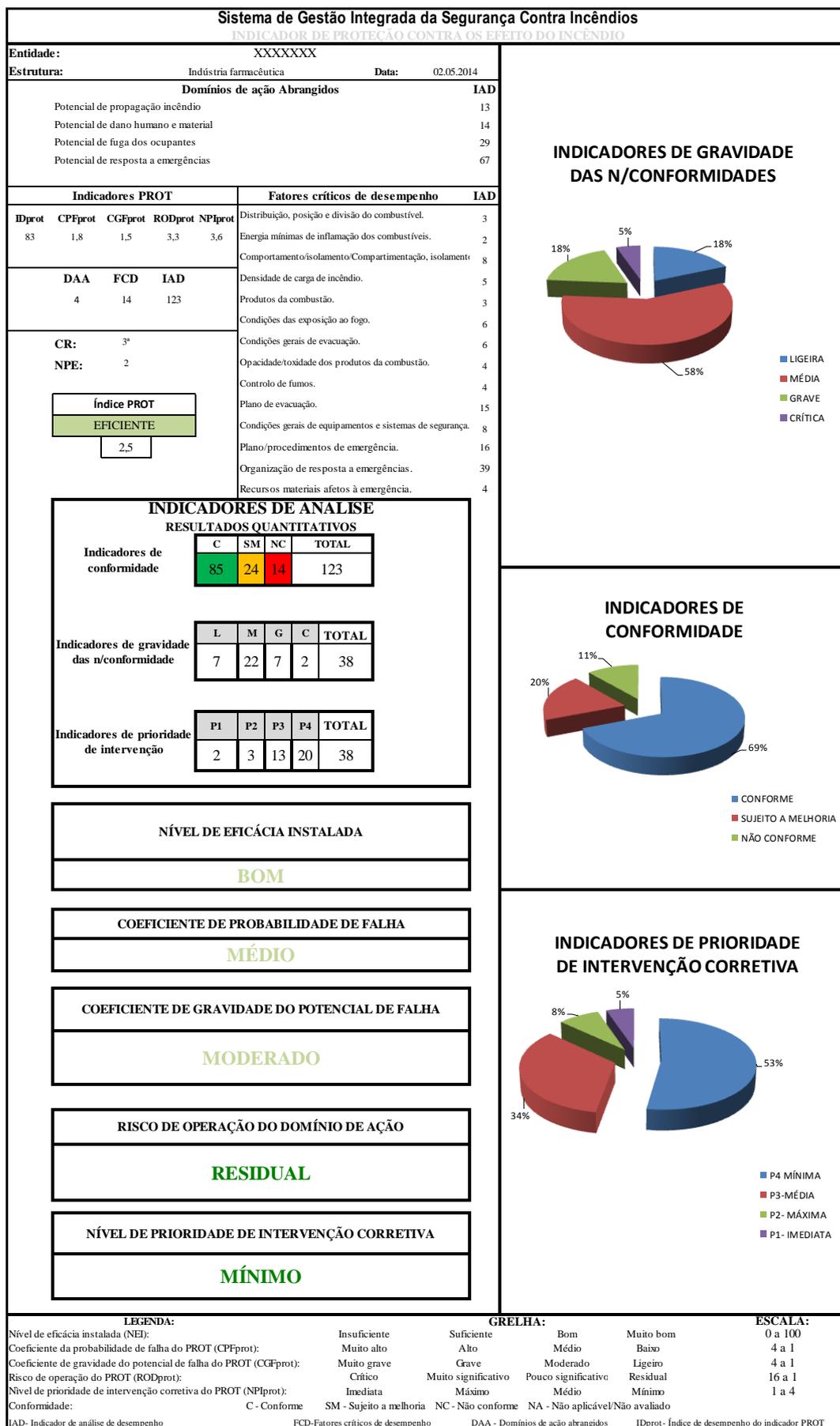


Figura 32 – Indicadores de gestão do indicador de proteção (PROT)

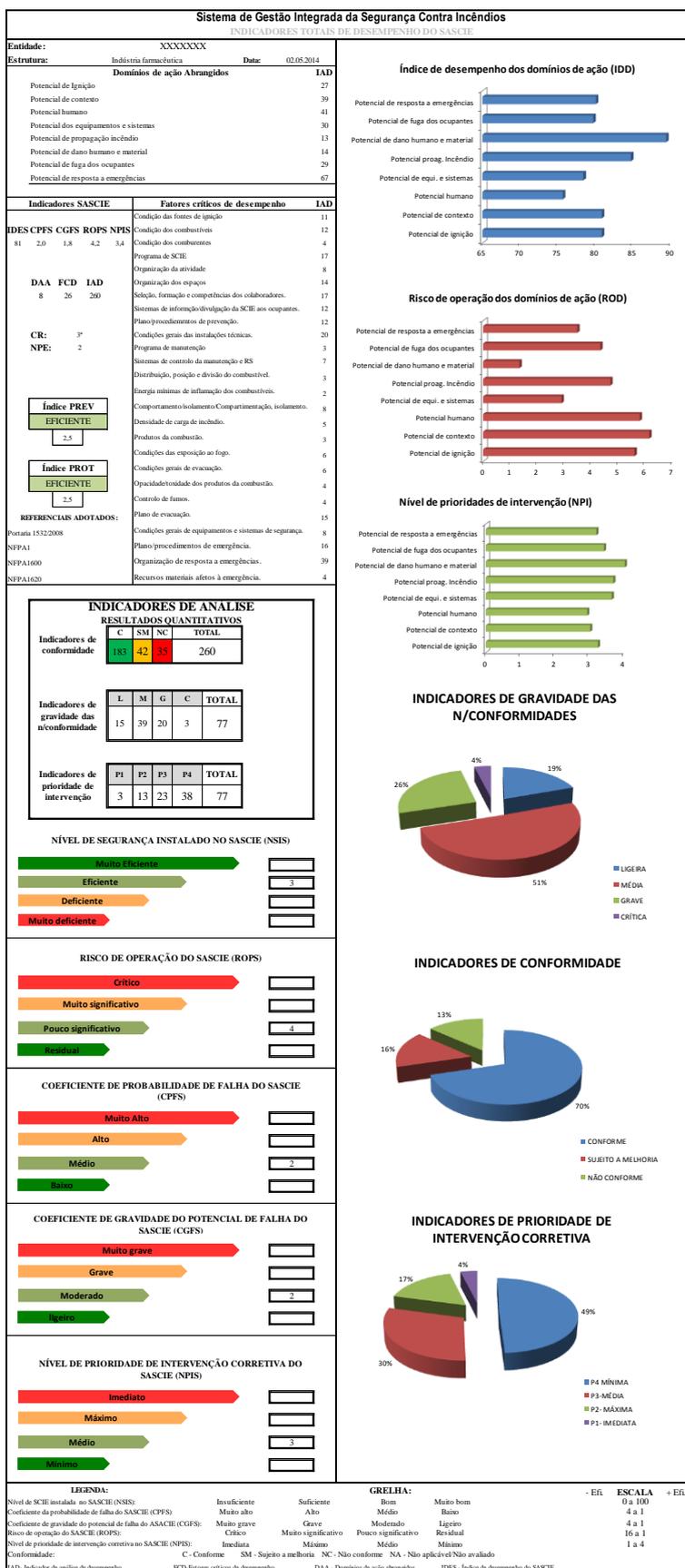


Figura 33 – Indicadores de gestão totais do SASCE

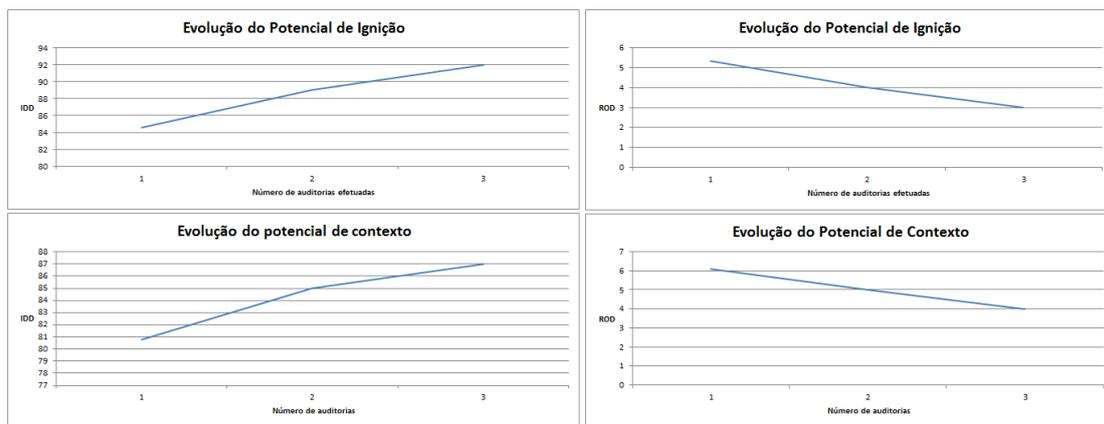


Figura 34 – Indicadores de evolução de estado da SCIE