



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO  
PPGEP/UFSC**

**A UTILIZAÇÃO DE UMA FERRAMENTA DA  
INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL APLICADA A  
RESOLUÇÃO DE NÃO CONFORMIDADES DO  
SISTEMA DE SAÍDA DE EMERGÊNCIA DAS  
EDIFICAÇÕES.**

**JOÃO RICARDO BUSI DA SILVA  
MESTRANDO**

**Florianópolis (SC), março de 2000.**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO  
PPGEP/UFSC**

**A UTILIZAÇÃO DE UMA FERRAMENTA DA  
INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL APLICADA A  
RESOLUÇÃO DE NÃO CONFORMIDADES DO  
SISTEMA DE SAÍDA DE EMERGÊNCIA DAS  
EDIFICAÇÕES.**

**JOÃO RICARDO BUSI DA SILVA  
MESTRANDO**

Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof<sup>o</sup>. Dr. Luiz Fernando Jacinto Maia.

**Florianópolis (SC), março de 2000.**

**A UTILIZAÇÃO DE UMA FERRAMENTA DA  
INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL APLICADA A  
RESOLUÇÃO DE NÃO CONFORMIDADES DO  
SISTEMA DE SAÍDA DE EMERGÊNCIA DAS  
EDIFICAÇÕES.**

**JOÃO RICARDO BUSI DA SILVA  
MESTRANDO**

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre, Especialidade em Engenharia de Produção, aprovada em sua forma final pelo programa de Pós-Graduação.

Orientador:

-----  
Luiz Fernando Jacinto Maia, Dr.

Banca Examinadora:

-----  
João Bosco da Mata Alves, Dr.

-----  
Harrysson Luiz da Silva, Dr.

**Florianópolis (SC), março de 2000.**

"A luta moderna contra incêndios é uma arte que requer um vasto acervo de conhecimento profissional. É impossível para um indivíduo tratar de adquirir conhecimento e habilidade adequados somente com experiências, a maior parte do conhecimento se adquire através do estudo e treinamento sistemáticos."

Loid Layman

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Grande Arquiteto do Universo pelo dom da vida e por sua constante presença em minha caminhada.

Ao Prof<sup>o</sup>. Dr. Luiz Fernando Jacinto Maia pela orientação neste trabalho. Tenho a certeza de que vossos conselhos, sempre comprometidos na busca do saber, motivou-me a acreditar em minha capacidade.

Aos integrantes do Departamento de Pós-Graduação em Engenharia de Produção pela atenção e apoio.

Aos colegas, amigos e professores pelo conhecimento, incentivo e amizade no decorrer do curso.

Ao Centro de Atividades Técnicas do Corpo de Bombeiros na pessoa de seu chefe Major PMSC Álvaro Maus por disponibilizar toda a infra estrutura necessária para elaboração deste trabalho.

Em especial à minha família, Leonice, Marcel e Leonardo, como reconhecimento pelo apoio recebido.

## **RESUMO**

Esta pesquisa tem por objetivo a modelagem de um sistema de recuperação de soluções empreendidas para a resolução de não conformidades detectadas nos Sistemas de Segurança Contra Sinistros das Edificações. A proposta, baseia-se na sistematização das informações colhidas junto aos profissionais do Corpo de Bombeiros, referentes aos processos da área de Segurança Contra Sinistros em Edificações. Tais informações estruturadas através das técnicas do Raciocínio Baseado em Casos permitem construir um sistema computacional, objetivando o atendimento das necessidades da organização. Demonstramos neste trabalho, a aplicação do Raciocínio Baseado em Casos, através do desenvolvimento de um protótipo denominado “Sistema de Saídas de Emergência”, um dos subsistemas que compõe o Sistema de Segurança Contra Sinistros das Edificações. Na modelagem do sistema estão

detalhados os aspectos relativos à identificação dos processos e das não conformidades detectadas nos sistemas e dispositivos de saídas de emergência das edificações. O sistema desenvolvido contribuirá para recuperação de informações referentes a resolução de não conformidades dos sistemas de saídas de emergência das edificações e, proporcionará aos profissionais do Corpo de Bombeiros, apoio à tomada de decisão. Com a utilização do sistema, o Corpo de Bombeiros poderá gerenciar processos de aprendizagem baseados em casos passados e solucionados. As informações adquiridas através das experiências passadas, possibilitarão ao Corpo de Bombeiros projetar mudanças e ações futuras, bem como, racionalizar o tempo gasto na execução de suas atividades em fiscalização, pesquisa e desenvolvimento de novas soluções.

## **ABSTRACT**

This research has the objective of modeling a recovery system of undertaken solutions for the resolution of non detected conformities in Security Systems Against Constructions Casualties. The proposal, is based on the sistematization of the information obtained with the Fire Brigade professionals, regarding to the processes of the Security Against Casualties in Constructions area. Such informations need to be structured through the Case-based Reasoning technique, which allows the

construction of a computer system, objectifying the attendance of the organization needs. In the present work, we have shown the application of the Case Based Reasoning through the development of a prototype named "Emergency Exit System", one of the subsystems that integrates the Security Against Casualties in Constructions. The aspects related to the processes identification are detailed in the pattern systems. However, the conformities detected in the systems and the exit devices of the emergency constructions are not detailed. The developed system will contribute to the recovery of information concerned to the resolution of the non conformities of the exit systems of construction emergency, and, it will provide, to the Fire Brigade professionals, the support of taking decisions. With the system applicability, the Fire Brigade will be able to manage learning processes based on past and solved cases. The information acquired through past experiences will facilitate the Fire Brigade to project changes and future actions, as well as, rationalize the time spent in the execution of its activities in fiscalization, research and development of new solutions.

# SUMÁRIO

<b>LISTA DE SIGLAS.....</b>	<b>DE</b>	<b>ABREVIATURAS</b>	<b>E</b>	<b>ix</b>
<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....</b>		<b>GERAL</b>	<b>DAS</b>	<b>x</b>
<b>LISTA DE QUADROS.....</b>		<b>GERAL</b>	<b>DOS</b>	<b>xi</b>
<b>INTRODUÇÃO.....</b>				<b>12</b>
<b>Capítulo I – A UTILIZAÇÃO DE UMA FERRAMENTA DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL APLICADA A RESOLUÇÃO DE NÃO CONFORMIDADES DO SISTEMA DE SAÍDA DE EMERGÊNCIA DAS EDIFICAÇÕES.....</b>				<b>22</b>
<b>1.1 – Identificação do Problema de Pesquisa.....</b>				<b>22</b>
<b>1.2 – A Contribuição desta Pesquisa.....</b>				<b>25</b>
<b>1.3 – Objetivos a Atingir.....</b>				<b>26</b>
<b>1.4 – Alcances e Limitações desta Pesquisa.....</b>				<b>27</b>
<b>Capítulo II – REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>				<b>29</b>
<b>2.1 – As Tecnologias do Conhecimento.....</b>				<b>29</b>
<b>2.2 – A Estruturação do Conhecimento.....</b>				<b>31</b>
2.2.1 – A Aquisição de Conhecimento.....				31
2.2.2 – A Representação do Conhecimento.....				32
<b>2.3 – O Raciocínio Baseado em Casos (RBC).....</b>				<b>36</b>
2.3.1 - Aplicações em RBC.....				37
2.3.2 - Metodologias de RBC.....				40
2.3.3 - Vantagens do RBC .....				41
<b>2.4 - As Etapas de Desenvolvimento do Raciocínio Baseado em Casos.....</b>				<b>43</b>
2.4.1 - Representação.....				44
2.4.1.1 - A Estruturação dos Casos na Memória.....				46
2.4.1.1.1 - A Modelagem da Memória de Casos .....				47
2.4.2 – Indexação .....				48
2.4.3 – Recuperação.....				50
2.4.4 - Adaptação .....				55
2.4.5 – Aprendizagem .....				56
<b>Capítulo III – O CENTRO DE ATIVIDADES TÉCNICAS E O SISTEMA ATUAL – “CONTROLE PARECER TÉCNICO” .....</b>				<b>59</b>
<b>3.1 – O Centro de Atividades Técnicas (CAT).....</b>				<b>59</b>
<b>3.2 – O Sistema Atual - “Controle Parecer Técnico”.....</b>				<b>62</b>
3.2.1 – Os Módulos do Sistema Atual- “Controle Parecer Técnico” .....				66
3.2.2 – Problemas na Modelagem do Sistema Atual– “Controle Parecer Técnico” .....				70

3.2.3 – Critérios para Implementação do Sistema Proposto.....	72
<b>Capítulo IV – O RBC APLICADO AO SISTEMA DE SAÍDAS DE EMERGÊNCIA.....</b>	<b>74</b>
<b>4.1 – Definição do Sistema Proposto.....</b>	<b>74</b>
<b>4.2 – A Modelagem do Sistema de Saídas de Emergência.....</b>	<b>78</b>
4.2.1 - O Módulo de Identificação dos Processos .....	79
4.2.2 - O Módulo de Identificação das NC.....	80
4.2.3 - O Módulo de Consulta.....	89
4.2.4 - O Módulo de Relatório.....	90
<b>4.3 – A Representação e a Estruturação da Memória de Casos.....</b>	<b>92</b>
4.3.1 – A Estruturação da Memória de Casos.....	93
4.3.1.1 – Os Pacotes de Organização de Memória (POM's) .....	93
4.3.1.2 – A Memória dos Casos.....	98
<b>4.4 – A Base de Casos.....</b>	<b>99</b>
4.4.1 – A Estrutura da Base de Casos.....	102
4.4.2 – O Diagrama de Entidades e Relacionamentos do SSE.....	105
4.4.3 – A Definição dos Índices.....	107
<b>4.5 – O Modelo e suas Etapas.....</b>	<b>110</b>
4.5.1 – A Etapa de Recuperação dos Casos.....	113
4.5.2 – A Etapa de Adaptação dos Casos.....	117
4.5.3 - A Etapa de Armazenamento dos Casos.....	119
<b>4.6 – O Sistema Saídas de Emergência (SSE).....</b>	<b>121</b>
<b>Conclusões .....</b>	<b>123</b>
<b>Recomendações .....</b>	<b>127</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>1</b>
<b>Anexo A – Tela de Entrada do Sistema .....</b>	<b>1</b>
<b>Anexo B – Tela de Identificação do Processo.....</b>	<b>2</b>
<b>Anexo C – Tela de Identificação da Edificação.....</b>	<b>3</b>
<b>Anexo D – Tela de Identificação das NC (1ª Parte).....</b>	<b>4</b>
<b>Anexo E – Tela de Identificação das NC (2ª Parte).....</b>	<b>5</b>
<b>Anexo F – Tela do Parecer Técnico (Solução).....</b>	<b>6</b>
<b>Anexo G – Tela de Consulta.....</b>	<b>7</b>
<b>Anexo H – Relatório.....</b>	<b>8</b>
<b>Referências Bibliográficas.....</b>	<b>1</b>
<b>Bibliografia.....</b>	<b>7</b>

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

CAT – Centro de Atividades Técnicas

CB – Corpo de Bombeiros

CCI – Centro de Comunicações e Informática

GCC – Gás Combustível Canalizado

IA – Inteligência Artificial

LAN – *Local Area Network* (Rede de Área Local)

LOB – Lei de Organização Básica da Polícia Militar de Santa Catarina

POM's – Pacotes de Organização de Memória – Tradução de *Memory organization Packets (MOPs)*

NBR – Normas Brasileiras Regulamentar

NC – Não Conformidade

NSCI – Normas de Segurança Contra Incêndios – Corpo de Bombeiros/ PMSC

PMSC – Polícia Militar de Santa Catarina

RBC – Raciocínio Baseado em Casos

RE – Registro da Edificação

SAD – Sistema de Alarme e Detecção

SAL – Sinalização de Abandono de Local

SAT – Seção de Atividades Técnicas

SCPT – Sistema de Controle Parecer Técnico

SE – Saídas de Emergência

SHP- Sistema Hidráulico Preventivo

SIE – Sistema de Iluminação de Emergência

SPCDA – Sistema Preventivo Contra Descarga Atmosférica  
SPE – Sistema Preventivo por Extintores  
SSE – Sistema de Saídas de Emergência (programa aplicativo)  
SSCSE – Sistema de Segurança Contra Sinistros em Edificações  
WAN – *Wide Area Network* (Rede de Área Ampla)

## **LISTA GERAL DAS ILUSTRAÇÕES**

Figura 1 – O ciclo do RBC segundo WATSON (1997).	38
.....	
Figura 2 – O Espaço do Problema e da Solução Segundo WATSON (1997)..	39
Figura 3 – A Estrutura Organizacional do CAT.	52
.....	
Figura 4 – Módulos do Sistema de “Controle Parecer Técnico” .....	57
Figura 5 – O Módulo – Sistema de Saídas de Emergência	64
.....	
Figura 6 – A Base de Dados x A Base de Casos	86
.....	
Figura 7 – Diagrama de Entidades x Relacionamentos do SSE	91

.....	
Figura 8 – Níveis de Índices do Sistema Saídas de Emergência .....	93
Figura 9 – O Modelo do Sistema de Saídas de Emergência Utilizando RBC..	95

## **LISTA GERAL DE QUADROS**

Quadro 1 – Estruturação da Memória de Casos que compõem o Sistema de Saídas de Emergência .....	83
Quadro 2 – Entidade Edificação.	88

.....	
Quadro 3 – Entidade Processo.	89
.....	
Quadro 4 – Entidade NC-Saídas de Emergência.	89
.....	

## **INTRODUÇÃO**

As autoridades constituídas têm promulgado regulamentações para diminuir os riscos de incêndio nas edificações. Uma das primeiras regulamentações sobre incêndio, teve sua origem em Roma, na época do Imperador Nero, logo após o gigantesco incêndio. Mais adiante, encontraremos a proibição de cana e palha para coberturas nas casas das cidades da Idade Média, bem como, a obrigação de coberturas em forma escalonada das casas flamengas do século XV.

A vinda da família real para o Rio de Janeiro, em 1808, impulsionou o crescimento das cidades, mas mesmo assim, sem nenhuma regulamentação na área de prevenção de incêndios.

O Brigadeiro Machado de Oliveira, apresentou projeto de lei junto à Assembléia Provincial, decorrente de um incêndio acontecido no ano de 1851, na capital de São Paulo. Este projeto de Lei visava providenciar um código sobre prevenção de incêndio. Nesse código estavam regulamentados os serviços de prevenção e extinção, bem como, de que forma dar-se-ia a participação da população, nas atividades do Corpo de Bombeiros. Infelizmente, o Corpo de Bombeiros acabou não se instalando e não sabemos se a referida Lei foi aprovada. Vale a pena lembrar que o Corpo de Bombeiros da Corte veio a se instalar somente em 2 de julho de 1856 no Rio de Janeiro e, o Corpo de Bombeiros da cidade de São Paulo foi instalado em 10 de março de 1880.

Por sua vez, o Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de Santa Catarina (PMSC), foi criado em 1926, e desde a década de 70, vem desenvolvendo atividades de prevenção contra incêndios. Hoje, cada Unidade do Corpo de Bombeiros, possui a sua Seção de Atividades Técnicas (SAT), coordenada pelo Centro de Atividades Técnicas (CAT), órgão de assessoria do Comando do Corpo de Bombeiros, sediado em Florianópolis, capital do Estado de Santa Catarina.

É imperativo que as atividades de prevenção sejam exercidas de forma prioritária. Os incêndios poderiam ser evitados através de medidas preventivas, com o objetivo de preservar a vida humana e defender o patrimônio. Neste sentido, a legislação vigente prevê atribuições e responsabilidades aos Órgãos de Segurança Pública, onde encontram-se inseridos os Corpos de Bombeiros.

#### Conforme a Constituição Federal:

“Art. 144 - A segurança pública, é dever do Estado, direito e responsabilidade de todos, é exercida para a preservação da ordem pública e da incolumidade das pessoas e do patrimônio (...) (Grifo nosso)

.....  
V - polícias militares e corpos de bombeiros militares.  
.....

§ 5 - (...) aos corpos de bombeiros militares, além das atribuições definidas em lei, incumbe a execução de atividades de defesa civil.

§ 6 - As polícias militares e corpos de bombeiros militares, forças auxiliares e reserva do Exército, subordinam-se, juntamente com as polícias civis, aos Governadores dos Estados, do Distrito Federal e dos Territórios.” (BRASIL, artigo 144, CF, 1988).

#### Conforme a Constituição Estadual, as atribuições do Corpo de Bombeiros são:

“II – através do corpo de bombeiros:

a) realizar os serviços de prevenção de sinistros, de combate a incêndio e de busca e salvamento de pessoas e bens.

b) analisar previamente os projetos de segurança contra incêndios em edificações e contra sinistros em áreas de risco, acompanhar e fiscalizar sua execução e impor sanções administrativas estabelecidas em lei.” (SANTA CATARINA, artigo 107, CE, 1989).

Diante deste contexto, o Corpo de Bombeiros do Estado de Santa Catarina encontra-se legalmente amparado para realizar suas atividades de prevenção, as quais, devem ser difundidas e fiscalizadas em todo o Estado.

Concomitantemente a Constituição Federal e Estadual, o Corpo de Bombeiros realiza suas atividades de prevenção contra incêndios, com base nas Normas de Segurança Contra Incêndios (NSCI), elaboradas internamente e regulamentada através do Decreto Estadual nº 4.909 de 18 de outubro de 1994 e, nas Normas Brasileiras Regulamentar (NBR), elaboradas pelo Comitê Brasileiro nº 24 que trata das Normas Contra Incêndio.

As atividades realizadas pelo Corpo de Bombeiros, na área específica da proteção contra incêndio em edificações, segue a um modelo denominado Ciclo Operacional, que corresponde as seguintes fases:

- Fase Normativa: Fase de estudo, de interpretação de avaliação e elaboração de normas que disciplinam e regulamentam os sistemas de segurança e os procedimentos do Corpo de Bombeiros com relação as atividades técnicas;
- Fase Passiva: Fase em que as concepções normativas saem de uma situação abstrata, para ganhar forma em projetos e se concretizar na execução da obra. É nesta fase que são desenvolvidas as atividades de análise dos processos. Compreendem os processos:
  - O Exame de Projeto: Tem por finalidade, verificar se os sistemas de segurança foram previstos e concebidos em conformidade com o estabelecido nas normas de segurança. A aprovação de um projeto preventivo contra incêndio deve

preceder o início das obras de construção, ampliação, adaptação e/ ou reformas;

- A Vistoria: Tem por finalidade, verificar nas edificações se os sistemas e dispositivos de segurança instalados encontram-se em condições normais de operação e funcionamento, verificando sua adequação às Normas e/ ou ao projeto preventivo aprovado. Obter aprovação na vistoria é pré-condição para emissão do Atestado de Habite-se (para edificações novas); Manutenção (para edificações em geral); e, Funcionamento (para edificações comerciais e/ ou industriais);
- O Parecer Técnico: Tem por finalidade, respaldar decisões deliberativas sobre situações cujas não conformidades detectadas nos dispositivos e sistemas de Segurança Contra Sinistros das Edificações, encontram-se em desacordo com as normas e regulamentos vigentes, ou não estejam amparadas nos textos das mesmas.
- Fase Ativa: Fase em que os sistemas e dispositivos instalados passam a ser utilizados pelos usuários e Bombeiros, tanto em caráter de treinamento, quanto em situação real;
- Fase Investigativa: Fase em que os sinistros ocorridos serão investigados, com a finalidade de se avaliar o comportamento e o desempenho de todas as partes envolvidas no processo, em todas as fases do ciclo operacional.

Nossa pesquisa ater-se-á a segunda fase, chamada fase passiva que lida com a atividade de prevenção contra incêndio. Esta fase trata em especial dos processos da área de Segurança Contra Sinistros em Edificações.

A prevenção contra incêndio como integrante do complexo Segurança Contra Sinistros em Edificações, pode ser definida como a “parte que estuda todas as medidas planejadas antes de ocorrer um incêndio, com vistas a evitar ou minimizar os efeitos deste” (SANTA CATARINA, NSCI, 1992).

Entendemos que a prevenção é a parte mais importante da Segurança Contra Sinistros em Edificações, cabendo ao Corpo de Bombeiros enorme responsabilidade em todos os níveis da prevenção, fiscalizando o cumprimento da legislação vigente, bem como, as ações decorrentes dessa fiscalização, tais como: ação de aprovação, ou exigência de correção, conforme cada caso.

Contudo, para a realização de tais atividades não podemos nos esquecer dos profissionais do Corpo de Bombeiros, que precisam estar em consonância com a realidade. É necessário não apenas investir no aprimoramento técnico desses profissionais, mas também, dar condições dos mesmos realizarem suas atividades de forma eficiente, através da utilização de equipamentos modernos e de sistemas computacionais.

Hoje, o Centro de Atividades Técnicas do Corpo de Bombeiros possui uma seleta equipe técnica, com o domínio do conhecimento sobre as atividades de Segurança Contra Sinistros em Edificações.

Todavia, o atual sistema computacional denominado “Controle Parecer Técnico”<sup>1</sup>, implantado em 1996, com o objetivo de auxiliar as atividades realizadas pelos profissionais do Corpo de Bombeiros, tem apresentado inúmeras deficiências, entre elas: o tempo de resposta a uma consulta solicitada e, a recuperação de informações já adotadas para apoio à tomada de decisão. Constata-se então, que o atual sistema “Controle

Parecer Técnico”, precisa ser modificado ou até mesmo substituído por outro, de forma a atender as necessidades requeridas.

Pretendemos que esta pesquisa venha apresentar soluções para o CAT, no que se refere aos processos da área de Segurança Contra Sinistros em Edificações. Para isto, faz-se necessário a modelagem de um sistema de apoio à decisão, estruturado em técnicas da Inteligência Artificial. Escolhemos o Raciocínio Baseado em Casos (RBC), pois o mesmo proporcionará resolução de não conformidades (NC) detectadas nos sistemas e dispositivos de Segurança Contra Sinistros das Edificações, em específico nos sistemas e dispositivos relacionados com as Saídas de Emergência das Edificações.

Em nosso entendimento, uma NC corresponde ao não atendimento às exigências especificadas, ou seja, ao não atendimento as regras estabelecidas nas normas e resoluções vigentes sobre os Sistemas e Dispositivos de Segurança Contra Sinistros em Edificações. Algumas vezes uma NC não se encontra amparada nas normas, este fato, exige do CAT uma deliberação sobre o caso. Uma NC pode ser corrigida ou não, caso haja possibilidades de correção, o CAT emite um relatório indicando os itens para correção, quando não há possibilidades de correção das NC detectadas, o CAT delibera sobre tal situação, emitindo um documento denominado “parecer técnico”.

A identificação, documentação e recuperação de NC constitui-se portanto, num dos maiores problemas para os profissionais do Corpo de Bombeiros que pretendem implantar um sistema de apoio à tomada de decisão. Cada NC identificada, constitui-se num caso que poderá ser

---

<sup>1</sup> Controle Parecer Técnico – Denominação dada ao atual Sistema Computacional do CAT, responsável pelo registro das não conformidades detectadas nos dispositivos e sistemas de Segurança Contra Sinistros das Edificações, que se encontram em desacordo com as normas e regulamentos vigentes, ou não estejam amparadas nos textos das mesmas.

recuperado para resolver problemas similares. Muitas delas necessitam de desenvolvimento tecnológico para gerar soluções.

As informações sobre as NC estão localizadas nos processos da área de Segurança Contra Sinistros em Edificações, de forma não sistematizada. Neste caso, a identificação das NC deve envolver toda equipe que desenvolve o produto, ou seja, todos os profissionais do CAT.

A resolução de NC configura-se não só numa estratégia que deverá ser orientada por objetivos, preocupada com o fortalecimento da estruturação, análise e solução das NC, mas como ferramenta de apoio à decisão para os profissionais do Corpo de Bombeiros.

Portanto, nosso trabalho tem como foco, a estruturação de uma base de dados sobre as NC dos processos que envolvem os sistemas de Segurança Contra Sinistros em Edificações, considerando inicialmente os atributos dos Sistemas de Saídas de Emergência, um dos subsistemas que integra o Sistema de Segurança Contra Sinistros das Edificações.

Diante deste contexto, dividimos a modelagem do sistema, em duas etapas distintas:

- A primeira etapa – refere-se a descrição semântica das NC, considerando os aspectos da Normas de Segurança Contra Incêndios e os mecanismos de avaliação das informações através do Raciocínio Baseado em Casos;
- A Segunda etapa – trata da estruturação do banco de dados para recuperação de informações através do Raciocínio Baseado em Casos, uma técnica de Inteligência Artificial.

O Raciocínio Baseado em Casos apresenta recursos que maximizam a base de dados que será modelada, pelo fato de adotar as medidas de similaridade e, os mecanismos de avaliação, assuntos estes que serão tratados, no referencial teórico.

A Aplicação do Raciocínio Baseado em Casos tem demonstrado ser eficiente, se comparado com outras ferramentas da Inteligência Artificial, como algoritmos genéticos e redes neurais. Isso se faz sentir, principalmente no tocante às formas com que esta aplicação realiza a busca/recuperação/adaptação e aprendizagem das NC.

Num sistema de Raciocínio Baseado em Casos, as falhas encontradas durante o processo lógico de representação do conhecimento, deverão ser consideradas, como oportunidades de melhoria, em termos de aprendizagem, para novos problemas de entrada.

O Raciocínio Baseado em Casos é uma poderosa ferramenta de apoio à decisão e de desempenho diferenciado em termos de banco de dados sobre outras estruturas de soluções.

O argumento para utilização do Raciocínio Baseado em Casos é simples: nós queremos que os profissionais do Corpo de Bombeiros possam aprender a recuperar soluções complexas, do que ter que repetir trabalhos já realizados. Embora, cada solução possa ser construída a partir de um conjunto de regras, cada vez que o profissional do Corpo de Bombeiros necessita delas, existem custos para seu armazenamento e posterior recuperação.

É sempre útil para o profissional do Corpo de Bombeiros salvar as soluções que ele desenvolve, especialmente em situações nas quais as soluções incluem informações sobre como evitar problemas que eles tendem a enfrentar. Qualquer solução que envolva a utilização de informações, a melhor maneira de abordá-la é fazer uso de uma detalhada representação da sua experiência.

Considerando que a informação é ponto crucial para que o profissional do Corpo de Bombeiros possa tomar decisões de forma eficiente, utilizando-se de uma ferramenta adequada, voltada à resolução

das NC detectadas nos sistemas e dispositivos de Segurança Contra Sinistros das Edificações, temos a certeza de que os resultados oriundos desta pesquisa irá contribuir ao valoroso trabalho realizado pelo Corpo de Bombeiros da Polícia Militar de Santa Catarina.

Procuramos desenvolver a pesquisa, fornecendo subsídios para a modelagem de um sistema em RBC, aplicado ao Sistema de Saídas de Emergência das Edificações. A presente pesquisa encontra-se estruturada da seguinte forma:

- O Capítulo um consiste dos itens de identificação do problema, contribuição desta pesquisa, objetivos a atingir e alcances e limitações;
- O segundo capítulo apresenta o referencial teórico, abordando as tecnologias e a estruturação do conhecimento, bem como, descreve os conceitos e as metodologias que ajudaram na definição da técnica do RBC, aplicado à resolução de problemas;
- O capítulo três identifica o *status* do atual sistema “Controle Parecer Técnico”, utilizado pelo Centro de Atividades Técnicas do Corpo de Bombeiros, para controle dos processos da área de Segurança Contra Sinistros em Edificações;
- O quarto capítulo trata da Modelagem do Sistema Proposto, apresentando uma solução para o caso específico do Centro de Atividades Técnicas, ou seja, a resolução das NC detectadas nos sistemas e dispositivos de Segurança Contra Sinistros das Edificações. O modelo é detalhado, conforme as etapas do RBC. Demonstramos o detalhamento destas etapas, através da modelagem de um protótipo que é parte integrante do Sistema de Segurança Contra Sinistros das Edificações, denominado

“Sistema de Saídas de Emergência”. Entretanto, salientamos que não implementaremos o citado protótipo para sua avaliação;

- Finalizando, ressaltaremos as conclusões e recomendações.

## **Capítulo I – A UTILIZAÇÃO DE UMA FERRAMENTA DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL APLICADA A RESOLUÇÃO DE NÃO CONFORMIDADES DO SISTEMA DE SAÍDA DE EMERGÊNCIA DAS EDIFICAÇÕES.**

Neste capítulo trataremos o problema da resolução de não conformidades dos sistemas e dispositivos de Segurança Contra Sinistros das Edificações, utilizando o Raciocínio Baseado em Casos diretamente em um de seus subsistemas, o “Sistema de Saídas de Emergência das Edificações”. Concomitantemente, será discutido a identificação do problema de pesquisa, suas contribuições, objetivos, alcances e limitações.

### **1.1 – Identificação do Problema de Pesquisa**

O CAT, dispõe de um sistema denominado “Controle Parecer Técnico”. Este sistema permite registrar e emitir soluções (pareceres técnicos) referentes as não conformidades detectadas nos sistemas e dispositivos de Segurança Contra Sinistros das Edificações. Todos os dias,

inúmeros processos sobre pareceres técnicos, são analisados de acordo com as Normas Brasileiras de Combate a Incêndio e, as Normas de Segurança Contra Incêndios de Santa Catarina. Grande parte desses processos analisados possuem suas soluções em outros pareceres técnicos já analisados anteriormente. Mesmo assim, os técnicos do CAT analisam e emitem novo parecer técnico. Essa operação ocasiona desperdício de tempo e exige dos profissionais do Corpo de Bombeiros um considerável conhecimento técnico especializado. Esta situação ocorre, em virtude do atual sistema não ter sido desenvolvido na época, adequado a realidade do problema analisado. Nosso problema de pesquisa é apresentar uma solução viável, de modo a facilitar as operações atuais, através da modelagem de um sistema que facilite a recuperação de soluções empreendidas, possibilitando aos profissionais do Corpo de Bombeiros, tomar decisões com o objetivo de emitir parecer técnico, mediante a resolução de não conformidades (NC) detectadas em cada processo analisado, relacionado aos sistemas e dispositivos de Saídas de Emergência das Edificações. As dificuldades operacionais encontram-se não somente na disponibilidade da informação para apoio à tomada de decisão, como também na sua estruturação e nos métodos de gerenciamento. Com isso, a problemática a ser explorada na pesquisa, pode ser assim sintetizada:

- Que modelo de sistema proporcionará aos profissionais do Corpo de Bombeiros, um melhor desempenho na tomada de decisão?
- Como identificar e estruturar as variáveis de NC dos sistemas e dispositivos de Saídas de Emergência das Edificações, com os padrões e normas já conhecidas pelo CB?
- Como emitir parecer técnico, com base em resoluções já adotadas?

Os problemas acima relatados, nos conduzem a um estudo mais detalhado sobre qual modelo de sistema de apoio à decisão está sendo utilizado hoje pelo Corpo de Bombeiros, com vistas a buscar novos modelos e ferramentas mais adequadas para suprir as necessidades apontadas.

## 1.2 – A Contribuição desta Pesquisa

O CAT, não possui ferramentas aplicadas para recuperação e adaptação de NC detectadas nos sistemas e dispositivos de Saídas de Emergência das Edificações, que integrem estudos de casos na forma de soluções, com recursos da Inteligência Artificial. Através da integração entre os processos da área de Segurança Contra Sinistros em Edificações e Inteligência Artificial, nossa pesquisa proporcionará as seguintes contribuições:

- a utilização de uma ferramenta para recuperar soluções já desenvolvidas para NC dos sistemas e dispositivos de Saídas de Emergência das Edificações;
- a possibilidade de adaptar todas as soluções recuperadas, para as NC identificadas, reduzindo tempo de desenvolvimento de novas soluções;
- um instrumento de apoio à decisão em caso de recuperação de soluções já desenvolvidas, para NC identificadas;
- a utilização de uma base de dados altamente especializada sobre NC detectadas nos sistemas e dispositivos de Saídas de Emergência das Edificações;
- o sistema poderá ser disponibilizado em redes tipo: *Local Area Network (LAN)* e *Wide Area Network (WAN)*, integrando as diversas unidades do CB, possibilitando assim, o crescimento e a especialização da base de dados;
- o sistema possibilitará a edição sempre atualizada de todas as NC na forma de manuais de procedimentos, relatórios e através de acesso *on-line*, para os seus usuários.

### **1.3 – Objetivos a Atingir**

#### **Objetivo Geral:**

Esta pesquisa tem por objetivo geral, a modelagem de um sistema de recuperação de soluções empreendidas para resolução de NC dos sistemas e dispositivos de Segurança Contra Sinistros das Edificações, pelo CAT, utilizando os recursos e os princípios do Raciocínio Baseado em Casos (RBC).

#### **Objetivos Específicos:**

- Definir um modelo de sistema de informação para apoio à decisão no campo específico dos processos que envolvem os sistemas de “Saídas de Emergência das Edificações”;
- Definir os módulos do sistema proposto;
- Identificar e estruturar as variáveis de NC, que serão utilizadas na base de dados especializada, que utilizará o Raciocínio Baseado em Casos;
- Introduzir parâmetros de avaliação para o estabelecimento das medidas de similaridade. Isto proporcionará uma recuperação mais rápida das soluções armazenadas na base de dados, acentuando o desempenho do sistema.

## **1.4 – Alcances e Limitações desta Pesquisa**

Os alcances desta pesquisa poderão ser avaliados, pelo nível de intervenção que a mesma proporcionará no seu objeto de análise, a partir de sua validação. A partir de nossa análise, os alcances desta pesquisa são os seguintes:

- o CAT poderá introduzir inovações em termos de avaliações técnicas, não apenas quando necessário, mas a partir da identificação das NC detectadas pelo sistema;
- a partir da estruturação das variáveis de NC, o CAT poderá orientar seus pareceres técnicos (solução), com maior exatidão;
- através do sistema, o CAT poderá gerenciar processos de aprendizagem baseados em NC passadas e resolvidas, extraíndo as informações necessárias destas experiências passadas, para projetar futuras soluções nos respectivos pareceres técnicos.

As limitações por sua vez, são as condições em que a pesquisa será desenvolvida e que a levarão a determinados resultados. As limitações desta pesquisa, segundo nossa avaliação são as seguintes:

- em razão da complexidade desta pesquisa, decidiu-se em conjunto com os profissionais do CAT, priorizar dentre os subsistemas que integram o Sistema de Segurança Contra Sinistros em Edificações, o desenvolvimento do sistema de “Saídas de Emergência das Edificações”. Diante disso, procurar-se-á modelar e construir um protótipo de sistema, utilizando o RBC aplicado a resolução das NC detectadas nos sistemas e dispositivos das Saídas de Emergência das Edificações. Salientamos também, que

não implementaremos o citado protótipo, com o intuito de obter uma avaliação final;

- o modelo proposto tem por finalidade, a modelagem das NC levantadas em cada um dos processos, que tenham implicações diretas com o Sistema de Saídas de Emergência das Edificações;
- as soluções para as NC, são encontradas em vários níveis dos processos da área de Segurança Contra Sinistros em Edificações, em específico os processos que envolvem os sistemas e dispositivos das Saídas de Emergência das Edificações. Na estruturação das NC procurar-se-á desenvolver uma medida de similaridade, que melhorará o desempenho do sistema.

A partir da identificação dos principais alcances e limitações desta pesquisa, espera-se que o sistema proposto venha a ajudar o CAT em suas atividades na área de Segurança Contra Sinistros em Edificações. O caminho é introduzir a idéia de começar certo, para não precisar corrigir depois e obter respostas mais rápidas às demandas requeridas, facilitando o processo decisório.

Os alcances e as limitações, nos remetem ao problema de estruturação das NC, em termos de modelos abertos aos profissionais do Corpo de Bombeiros.

Todos estes desdobramentos terão por objetivo capacitar os profissionais do Corpo de Bombeiros, com soluções já desenvolvidas para resolver NC semelhantes, impedindo que se formem ilhas de informações e inadequações aos controles pela falta de adaptação ao sistema.

## **Capítulo II – REFERENCIAL TEÓRICO**

Este capítulo aborda as Tecnologias e a Estruturação do Conhecimento, finalizando com os conceitos e metodologias do Raciocínio Baseado em Casos (RBC), aplicados a solução do problema desta pesquisa, tendo em vista a modelagem do sistema proposto.

### **2.1 – As Tecnologias do Conhecimento**

Durante a última década, a Inteligência Artificial (IA), enquanto setor avançado da computação, e a Engenharia de Conhecimento, enquanto metodologia de aplicação nas atividades que exigem conhecimento especializado, estimularam amplos setores de pesquisa sobre a cognição humana e os meios de sua simulação (LE MOIGNE, 1986).

Em decorrência do desenvolvimento da informática e de novas pesquisas em IA, vários ramos de estudo surgiram, tais como: Sistemas Especialistas, Redes Conexionistas, Algoritmos Genéticos, Conjuntos Difusos, Agentes Inteligentes, Linguagem Natural, Raciocínio Baseado

em Casos e outros ligados as ciências cognitivas, sob forma de Engenharia de Conhecimento (RUSSEL, 1995).

A Engenharia de Conhecimento estabelece uma transferência de conhecimento de especialistas para as bases de conhecimento e as máquinas de inferências utilizadas pelos usuários. O engenheiro de conhecimento organiza essa transferência, constrói e refina os sistemas especialistas (SE), de acordo com as necessidades dos usuários (THIOLLENT, 1992).

Os sistemas especialistas baseados em conhecimentos, que ainda não existem em grande escala, podem alcançar um maior grau de complexidade que os convencionais sistemas de informação à medida em que o armazenamento e o processamento propostos não se limitem a dados, e sim incluam conceitos e estruturas de raciocínios, principalmente sob forma de inferências dedutivas, e talvez indutivas, no caso específico de mecanismos automatizados de aprendizagem (KODRATOFF, 1986). Neste sentido, desenvolvem-se conceitos e metodologias, em particular no intuito de combinar métodos da análise de sistemas de informações com métodos cognitivos. Estes métodos, técnicas e mecanismos, consistem em projetar soluções ou desenhar configurações, com base em experiências realizadas e conhecimentos adquiridos, com o objetivo final de apoiar a tomada de decisão.

De modo geral, para trabalharmos com estes novos métodos e técnicas, precisamos inicialmente dar maior ênfase a Estruturação do Conhecimento, ponto relevante que certamente nos conduzirá à escolha do RBC vislumbrando solucionar o problema dos processos que envolvem os Sistemas de Segurança Contra Sinistros das Edificações.

## 2.2 – A Estruturação do Conhecimento

O “conhecimento” <sup>2</sup> encontra-se estruturado de acordo com os modos de percepção e formas, inerentes a cada ser humano. Para resolver seus problemas, os seres humanos vão acumulando conhecimento desde o nascimento, que lhes permite agir de modo inteligente. Geralmente pensa-se que a capacidade dos humanos em resolver seus problemas é simplesmente pela acumulação de conhecimento. Porém, este processo não é tão simples, a armazenagem deste conhecimento envolve um ciclo completo de processamento da informação, que vai desde a coleta do conhecimento pelos sentidos, até seu armazenamento definitivo no cérebro RABUSKE (1995).

A seguir, serão apresentados os conceitos sobre a Aquisição (percepção) e a Representação (forma) do Conhecimento.

### 2.2.1 – A Aquisição de Conhecimento

Segundo KIDD (1987) o conceito de “a aquisição de conhecimento” é geralmente utilizado para designar o momento de extração do conhecimento dos especialistas para a formação de bases de conhecimento especialista. Deve-se salientar que a aquisição de conhecimento não se resolve somente a partir de aplicações técnicas de

---

<sup>2</sup> Conhecimento - Segundo LALLANDE (1993), podemos destacar três sentidos, igualmente aplicáveis ao termo “conhecimento”. O Primeiro, **faculdade** que possibilita ao sujeito o ato de conhecer; o segundo, **o ato do pensamento**, que penetra e define o objeto do seu conhecimento; e, o terceiro, **coisa conhecida**, o conteúdo do conhecimento, muito freqüente, sobretudo no plural – os conhecimentos humanos.

informática, pois ela envolve um importante problema social, cognitivo e comunicacional.

O estudo de processos cognitivos junto à tecnologia pode abranger aspectos de aprendizagem, avaliação, adaptação, transferência ou difusão. Os processos cognitivos que merecem ser pesquisados são relacionados com a percepção, a aprendizagem, as representações e a capacidade de uso de conhecimento na resolução de problemas técnicos (THIOLLENT, 1992). No caso específico da aquisição de conhecimento, as tarefas são executadas por engenheiros do conhecimento com o objetivo de extrair conhecimento especialista para ser representado em sistemas inteligentes (WATERMAN, 1986).

A aquisição de conhecimento em sistemas baseados em mecanismos de inferência inteligente, como utilizado pelo Raciocínio Baseado em Casos, varia de acordo com a tarefa e o domínio da aplicação. No presente trabalho, utiliza-se do conhecimento dos profissionais do Corpo de Bombeiros e do conhecimento já armazenado no atual sistema “Controle Parecer Técnico”, restando apenas definir a representação do conhecimento.

### **2.2.2 – A Representação do Conhecimento**

Reproduzir o conhecimento através dos mecanismos artificiais, como os sistemas computacionais, não é tarefa fácil. Para se obter o sucesso desejado com a manipulação do conhecimento é fundamental descobrir as formas de representá-lo. A representação do conhecimento é uma das áreas mais ativas da IA, envolvendo os maiores desafios (RUSSEL, 1995).

Os trabalhos elaborados por pesquisadores de IA, têm utilizado os resultados alcançados pela psicologia cognitiva, sobre as teorias de como os humanos resolvem seus problemas. O objetivo destas pesquisas é desenvolver técnicas que melhor representem os diferentes tipos de conhecimento humano no computador. Assim, como não existe uma única teoria para explicar a organização do conhecimento humano ou a melhor técnica para representar dados em um sistema computacional convencional, também não há uma estrutura de representação do conhecimento ideal.

Segundo RICH (1993), uma boa representação do conhecimento deve possuir as seguintes propriedades:

- Adequação Representacional: capacidade de representar todos os tipos de conhecimento necessários naquele domínio;
- Adequação Inferencial: capacidade de manipular as estruturas representacionais de modo a derivar novas estruturas que correspondam a novos conhecimentos, inferidos a partir de conhecimentos antigos;
- Eficácia Inferencial: capacidade de incorporar à estrutura de conhecimento informações adicionais que podem ser usadas para focalizar a atenção dos mecanismos de inferência nas direções mais promissoras;
- Eficácia aquisitiva: capacidade de adquirir novas informações facilmente. O caso mais simples envolve a inserção direta, por meio de uma pessoa, de novos conhecimentos na base de dados. O ideal seria se o próprio programa fosse capaz de controlar a aquisição de conhecimento.

Nenhuma pesquisa até hoje desenvolvida, conseguiu reunir em uma só técnica de representação do conhecimento as quatro propriedades acima citadas. Porém, existem várias técnicas para representação do conhecimento (RICH, 1993):

- **Conhecimento Relacional Simples:** a maneira mais simples de representar conhecimento declarativo é através de um conjunto de relações similares aos sistemas de banco de dados relacionais. Este tipo de representação do conhecimento é simples, pois, devido a sua independência fornece capacidades inferenciais muito fracas. Talvez um fator importante deste tipo de representação, seja a vantagem de usá-lo como entrada para mecanismos de inferência mais poderosos;
- **Conhecimento Herdável:** uma das formas mais úteis de inferência é a herança de atributos, onde os elementos de classes específicas herdam atributos e valores de classes mais genéricas em que estão incluídos. Os objetos são definidos a partir de um conjunto de atributos e valores que associados descrevem a base de conhecimento. Para suportar a herança, os objetos precisam organizar-se em classes que precisam ser organizadas em uma hierarquia de generalizações;
- **Conhecimento Inferencial:** a herança é uma forma poderosa de inferência. Porém, algumas vezes é necessário a força da lógica tradicional para descrever as inferências necessárias. Qualquer conhecimento para ser útil necessita de um procedimento de inferência que consiga explorá-lo. O procedimento de inferência deve implementar as regras de inferência lógica padrões. Existem vários procedimentos deste tipo, alguns que raciocinam a partir de fatos para chegar as conclusões e, outros que partem

da conclusão desejada para os fatos fornecidos (comprovação de hipótese). Um dos procedimentos mais comumente usados é a resolução, que explora uma prova através da estratégia da contradição;

- **Conhecimento Procedimental:** o conhecimento procedimental ou operacional especifica o que fazer e quando. Este tipo de conhecimento pode ser representado em programas de diversas maneiras, sendo mais comum, como código sobre como fazer algo. A máquina usa o conhecimento quando executa o código para realizar uma tarefa. Esta forma de representação do conhecimento deixa muito a desejar em relação as propriedades de adequação inferencial e, em relação a eficiência aquisitiva.

No RBC é possível representar conhecimento utilizando-se, das redes semânticas, regras, *frames*, POM's, entre outras:

- Redes semânticas são grafos ligados por nós para representar objetos e conexões que representam a relação entre objetos (QUILLIAN, 1968; BRACHMAN, 1979; DEAN, 1995). Podem ser usadas para representar uma classe, suas instâncias e suas características. Os arcos podem representar relações e atributos.
- Regras são seqüências lógicas de fatos compostos por antecedentes (premissas) e conseqüentes (conclusões). Uma conclusão é disparada toda vez que um antecedente comprova que um fato é verdadeiro. Fatos podem ser conectados pelos operadores lógicos E, OU e NÃO (WEBER-LEE, 1998). As conclusões normalmente atualizam atributos de objetos, disparam métodos ou novas regras (WATERMAN, 1986; DURKIN, 1994).

- Frames são estruturas de dados que representam uma entidade através de suas características e potencialidades (WEBER-LEE, 1998).
- Pacotes de organização de memória (POM's – Memory Organization Packets) é um conceito de representação de conhecimento desenvolvido para representar eventos estereotípicos (SCHANK, 1982). O conceito de POM's é uma evolução no conceito de *scripts* (KOLODNER, 1993). Os POM's são estruturas de conhecimento que representam experiências, onde os eventos são representados por cenas incluindo situações representadas por informação narrativa e descritiva.

Diante da identificação do nosso problema de pesquisa (definido no Capítulo I), associado aos conceitos apresentados até o momento, percebemos a forte interação do RBC com a Aquisição e a Representação do Conhecimento, o que denota o poder desta ferramenta, se comparado com outras da Inteligência Artificial. Isto só vem a corroborar nossa opção em utilizar o RBC, como uma ferramenta para tratarmos nosso objeto de pesquisa.

A seguir, iremos apresentar os conceitos, as metodologias e as etapas de desenvolvimento que fundamentam o Raciocínio Baseado em Casos, para posteriormente aplicá-lo na resolução das NC detectadas nos sistemas de Saídas de Emergência das Edificações.

### **2.3 – O Raciocínio Baseado em Casos (RBC)**

O Raciocínio Baseado em Casos é uma área de conhecimento da IA. Seu objetivo principal é buscar uma solução semelhante para um problema atual, através de uma experiência passada, armazenada na memória de casos, via estabelecimento de regras de similaridade.

Existem vários trabalhos que combinam RBC com outras técnicas, principalmente sistemas baseados em regras. O maior argumento para a utilização do RBC é a experiência. Num processo de modelagem do conhecimento, o especialista coloca sua experiência para ilustrar como desenvolve suas atividades. Muitas vezes, este conhecimento é demonstrado através de exemplos, regras e experiências passadas que justificam a abordagem escolhida para tratar determinado problema. Isso se torna visível, quando compara-se RBC com sistemas baseados em regras, onde o desempenho desejado não é o mesmo.

As raízes do RBC na Inteligência Artificial são oriundas dos trabalhos de SCHANK (1982), sobre memória dinâmica POM's e recuperação de situações passadas. Nesta estrutura, os casos são caracterizados pelos episódios aos quais estão associados e, seus atributos não são apenas nomes próprios, mas atributos das abstrações que juntos modelam o contexto do caso.

### **2.3.1 - Aplicações em RBC**

Os problemas mais comuns utilizados para o desenvolvimento de aplicações em RBC são: interpretação, diagnóstico, análise e elaboração de projetos, formação de preços, desenvolvimento de propostas, planejamento, configuração, monitoramento, consertos, análise

situacional, classificação, instrução, jurisprudências, aprendizagem e controle.

As ferramentas para desenvolvimento e implementação de RBC, não têm a mesma aplicabilidade do que as “Shells” de outras técnicas de IA pela diversidade de estilos de estruturação das bases de dados destes sistemas. Um dos fatores que torna um problema adequado para ser implementado num sistema RBC é o fato de existir um banco de dados com os casos para utilização. Sendo assim, muitas vezes, é mais eficiente desenvolver o sistema compatível com a estrutura de dados existente do que o oposto. Mesmo assim, outras ferramentas servem como plataforma para implementação de sistemas de RBC: *ART-Enterprise; CASE-1; Case-Power; CBR2; CBR Express; The Easy Reasoner; Eclipse; ESTEEN; Induce-It; KATE; MEM-1; ReCall; ReMind; S3-CASE*. Um trabalho que apresenta e compara estas ferramentas foi feito por (WATSON, 1991).

O primeiro sistema de raciocínio baseado em casos, chamava-se CYRUS. Este sistema foi desenvolvido por KOLODNER (1983), na Universidade de Yale, no grupo de pesquisa de (SCHANK, 1982). CYRUS era fundamentado no modelo de memória dinâmica e, na teoria de solução de problemas e aprendizagem POM's. O sistema funcionava basicamente, com pergunta e resposta. Sua base de conhecimento era a agenda de viagens/reuniões do Secretário de Estado Norte-Americano Cyrus Vance.

O modelo de memória de casos desenvolvida para este sistema, foi utilizado mais tarde para muitos outros sistemas de RBC, como o MEDIATOR, desenvolvido por SIMPSON (1985) que tinha por objetivos mediar disputas, num sistema de planejamento e diagnóstico, PERSUADER desenvolvido por SYCARA (1988) utilizado para mediar negociações sindicais. O sistema CHEF desenvolvido por HAMMOND

(1986), para planejamento, JULIA desenvolvido por HINRICHS (1992), para desenvolvimento de projetos e CASEY por KOTON (1989) utilizado para diagnosticar a causa e soluções para problemas cardíacos. PORTER (1986) na Universidade do Texas, desenvolveu um modelo para resolver problemas de aprendizagem com máquinas, através de classificação de tarefas. Este sistema, originou o sistema PROTOS desenvolvido por BAREISS (1989), que utilizava classificação heurística para diagnóstico e, enfatizava a integração geral de domínios do conhecimento, com conhecimento de casos específicos unificados numa estrutura de representação.

A combinação de casos com estruturas de domínios de conhecimento, orientou a criação do sistema GREBE desenvolvido por BRANTING (1991), que é utilizado no domínio do Direito.

As pesquisas de RISSLAND (1983) e de seu grupo de advogados, orientaram pesquisas para precedência de raciocínios fundamentados em resultados de ações judiciais.

Os casos passados não eram utilizados simplesmente para produzir respostas, mais interpretar a situação do júri e produzir argumentos para ambas as partes. Esta formulação de organização interna dos casos, foi também aproveitada para desenvolver o sistema HYPO utilizado para construção de argumentos desenvolvido por (ASHLEY, 1990).

Para VELOSO (1993) a resolução de problemas por analogia, tem mostrado o uso freqüente de experiências passadas na solução de novos problemas. Em alguns casos, RBC e analogia tem sido utilizado como sinônimos.

PLAZA (1990) desenvolveu um sistema de aprendizagem baseado em casos para diagnóstico médico e LOPEZ (1990) investigou a utilização de métodos baseados em casos para níveis estratégicos.

AAMODT (1989) e seus colegas, estudaram aspectos da aprendizagem do RBC no contexto da aquisição do conhecimento e, na manutenção particular de tipos de conhecimentos.

Em outros países, as pesquisas sobre RBC são pontuais, conforme podemos verificar na Índia, com VENKATAMARAN (1993) e no Japão com KITANO (1993).

### **2.3.2 - Metodologias de RBC**

No desenvolvimento de aplicações das metodologias em RBC, foram implementados sistemas que abordam estes passos distintamente. Algumas aplicações por diferenciarem-se significativamente em um ou mais destes passos, adotaram nomes que mais se aproximam do principal enfoque de suas implementações, tais como: raciocínio baseado em memória, raciocínio baseado em instância, raciocínio baseado em analogia e raciocínio baseado em exemplares. Todas são metodologias de RBC, mas formam classes distintas, conforme apresentaremos a seguir, a partir de estudos de (AAMODT, 1993; PLAZA, 1993):

- Raciocínio análogo: esta aplicação prevê que a solução para o problema de entrada, possa ser buscada em universos de conhecimento diferentes do universo do problema de entrada. Como exemplo de aplicação de raciocínio análogo, veja (VELOSO, 1993);
- Raciocínio baseado em memória: caracteriza-se por aplicações com uma memória de dados muito grande, onde sua organização e acesso tornam-se os pontos principais. O raciocínio baseado em memória de STANFILL (1988), por exemplo, decompõe os

problemas de entrada em blocos e, cada um destes blocos ativa elementos da memória paralelamente;

- Raciocínio baseado em exemplares: neste tipo de metodologia não existe adaptação e, os exemplares são classificados na memória. O sistema PROTOS de PORTER (1986) é um exemplo;
- Raciocínio baseado em metas: este modelo agrega metas ao processo de recuperação que podem ser mutuamente exclusivos, (SLADE, 1991);
- Raciocínio baseado em modelos: o objeto básico é um modelo. Os modelos são estruturas de informação a respeito de um domínio de conhecimento expresso em linguagem formal.

Em nossa pesquisa utilizaremos a metodologia do RBC, trabalhando com duas de suas classes: o Raciocínio Análogo e o Raciocínio Baseado em Memória.

Constatamos que estas duas classes, aplicam-se ao modelo que pretendemos construir. Onde parte do modelo busca a solução para o problema de entrada, em um universo de conhecimento similar e, outra parte compreende a estruturação da memória de casos.

### **2.3.3 - Vantagens do RBC**

Para WEBER-LEE (1996) as vantagens do RBC são as seguintes:

- Extração do conhecimento: a extração do conhecimento e sua representação é realizada através dos fatos que descrevem uma experiência;

- **Representação do conhecimento:** a representação do conhecimento resume-se em escolher o tipo de estrutura da base de casos. Em algumas aplicações é necessária a criação de índices;
- **Reutilização do conhecimento:** o conhecimento contido nos casos pode ser utilizado, combinado e adaptado para gerar novas soluções, além das originalmente presentes na memória;
- **Aprendizagem:** a atualização do conhecimento é feita automaticamente na medida que as experiências são utilizadas, assim o sistema pode crescer e, incrementar sua robustez e eficiência;
- **Justificativas:** justificativas são sempre consistentes quando as soluções são as próprias experiências, representando aspectos de proximidade ao comportamento humano do sistema. Além disso, as justificativas podem avisar sobre possíveis riscos que o uso de determinada abordagem pode implicar;
- **Consciência:** se o sistema não encontra casos com a devida similaridade com o caso de entrada, não é gerada solução. Isto evita possíveis problemas gerados por outros sistemas que geram soluções aproximadas;
- **Fácil acesso às soluções:** o RBC reduz o espaço de busca para a solução. O problema pode ser identificado pelo sistema, o suficiente para recuperar soluções, não sendo necessário que o mesmo entenda perfeitamente as condições e circunstâncias para propor uma solução. O RBC também proporciona um meio de resolução de problemas, quando não houver um algoritmo disponível para avaliação e solução do mesmo;

- Raciocínio implícito: a incerteza implícita nas informações contidas nos casos é utilizada sem a necessidade de um tratamento específico.

Verificamos neste item, as vantagens que o RBC poderá proporcionar a um sistema computacional. Para melhor compreendermos o desenvolvimento de suas etapas, passaremos a descrevê-las em detalhes no próximo item.

## **2.4 - As Etapas de Desenvolvimento do Raciocínio Baseado em Casos**

Para a compreensão das etapas de desenvolvimento do RBC, AAMODT (1994) definiu o processo de RBC como sendo cíclico, e composto por quatro etapas distintas:

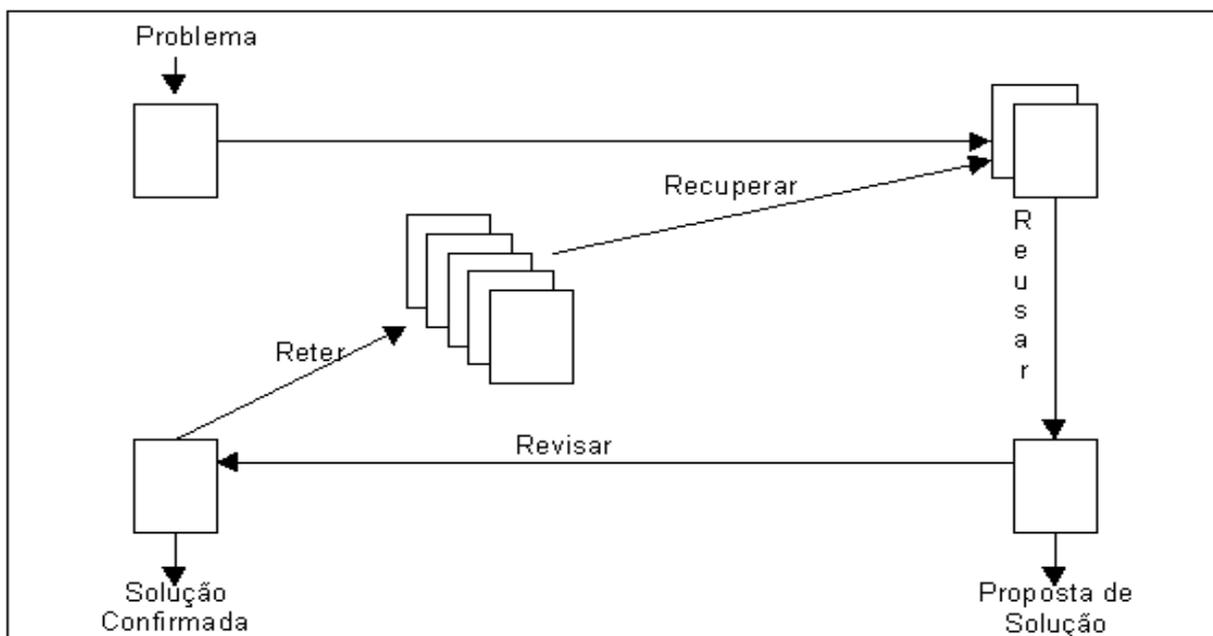
- Recuperação dos casos mais similares (recuperar);
- Reutilização dos casos para resolver os problemas (reusar);
- Revisão das soluções propostas, se necessário (revisar);
- Retenção da nova solução incluindo na base de casos (reter).

Alguns autores apresentam estas etapas com diferentes enfoques. Algumas etapas são difíceis de serem apresentadas isoladamente, daí a razão do agrupamento de algumas delas, em face dos tipos de sistemas implementados. Todavia, estas etapas raramente ocorrem sem a participação de pelo menos uma pessoa (WATSON, 1997).

Muitos sistemas que usam RBC automatizam a primeira etapa do ciclo, ou seja, a recuperação e a reutilização. Já a revisão (adaptação) e a

decisão sobre a retenção do novo caso (aprendizagem) é feita pelo próprio usuário. Ver figura 1.

FIGURA 1 - O ciclo do RBC.



Fonte: WATSON (1997).

### 2.4.1 - Representação

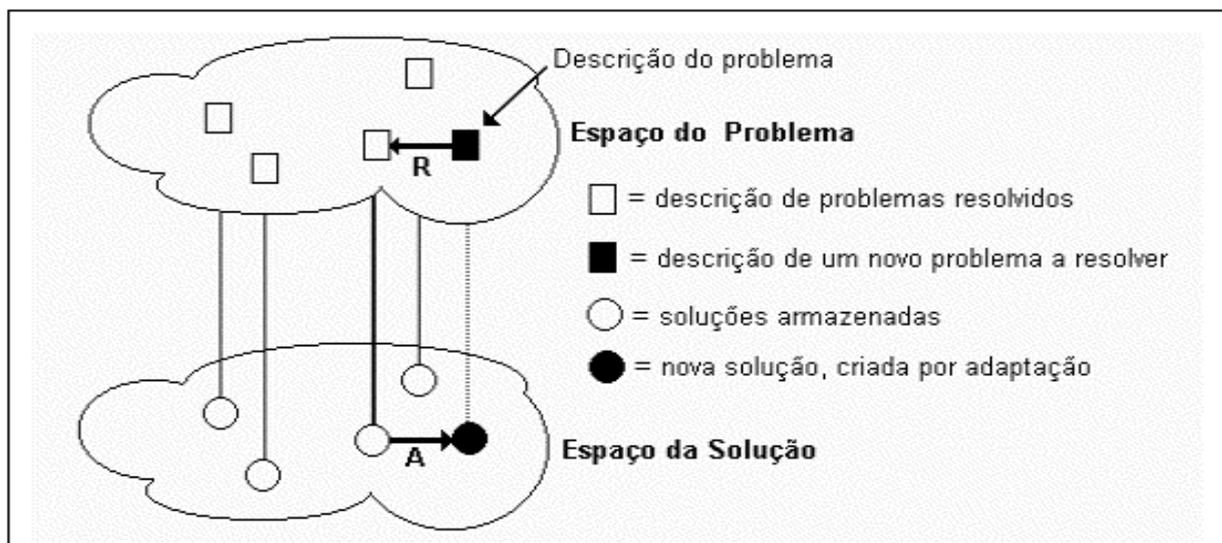
O conhecimento nos sistemas de RBC é essencialmente representado através dos casos. Assim, o problema da representação do conhecimento envolve primordialmente a modelagem dos casos.

Um caso é “a abstração de uma experiência descrita através de atributos devidamente valorados. Estes atributos devem descrever não apenas o conteúdo da experiência, como também, o contexto em que esta se passou” (LEAKE, 1996).

Segundo WATSON (1997), na representação dos casos existem dois componentes básicos: a descrição do problema e da solução, como um algoritmo.

- O Problema: descreve o estado do mundo real onde o caso ocorre;
- A Solução: contém o estado das soluções derivadas para o problema. Pode-se ainda, visualizar o caso pela representação do espaço do problema e pela representação do espaço da solução; conforme figura 2.

FIGURA 2 - O Espaço do Problema e da Solução.



Fonte: WATSON (1997).

KOLODNER (1993), inclui um terceiro componente, o resultado da aplicação da solução ao problema. Entretanto, o resultado da solução é descritivo.

Os casos têm por origem a derivação de um problema e da respectiva solução. As partes dos casos são representadas pelos seus espaços. Quando ocorrer a recuperação, o caso poderá ainda ser adaptado, dando origem a um novo caso que poderá ou não, ser incorporado a base de casos para solucionar novos problemas. Pode-se ainda afirmar, que o modelo RBC assume um relacionamento 1 à 1 no que se refere ao Problema e Solução (LEAKE, 1996).

No capítulo I, quando tratamos do problema de resolução de NC detectadas nos sistemas e dispositivos de Segurança Contra Sinistros das Edificações, utilizando RBC, estávamos na verdade discutindo os problemas de representação do conhecimento, através das três etapas: a constatação e a estruturação das variáveis de NC; a identificação das fases para obtenção da solução das NC e as formas encontradas para resolver as NC detectadas. Diante disto, observamos a enorme importância de bem representar os casos, pois são na verdade as experiências representadas através de atributos devidamente valorados, que englobam o conteúdo e o contexto das experiências.

#### **2.4.1.1 - A Estruturação dos Casos na Memória.**

Estruturar um caso na memória utilizando o RBC, consiste em modelar os casos e, definir o estilo de memória que organize estes casos. A execução destas etapas estão fortemente ligadas entre si e, estas por

sua vez, dependem fortemente das outras etapas do sistema. As etapas de recuperação, adaptação e aprendizagem que devem ser projetadas simultaneamente à representação.

Dependendo do domínio da aplicação do sistema, a estruturação dos casos deverá tomar a forma mais adequada. Cada um destes componentes será composto de acordo com a necessidade. A resolução de tais etapas depende da aplicação do sistema. Portanto, deve-se considerar a viabilidade de representar o conteúdo, o contexto das experiências na modelagem dos casos e, a escolha do tipo de memória.

#### **2.4.1.1.1 - A Modelagem da Memória de Casos**

A memória é a base de casos organizada e, os modelos de memória são estruturas de organização dos casos. O tipo de memória que organizará os casos deve ser cuidadosamente escolhido. As questões de eficiência e tempo computacional são aqui consideradas. Ao modelarmos a memória devemos levar em consideração dois aspectos:

- O primeiro trata-se do tipo de representação que o sistema simula - redes semânticas, memória episódica ou memória dinâmica. A modelagem de memória refere-se ao tipo de modelo de memória utilizada para a representação do conhecimento;
- O segundo aspecto a ser considerado diz respeito a forma de estruturação da memória de casos. O estilo de organização dos casos na memória é escolhido de acordo com a natureza dos dados, com a forma de representação dos mesmos e, com as outras etapas de desenvolvimento do sistema de RBC.

Um dos primeiros modelos de representação de conhecimento na IA, foi o modelo de memória com o uso de redes semânticas. Entretanto, este modelo não é capaz de representar o conhecimento em sua totalidade. O modelo posterior que veio tentar complementar o modelo de redes semânticas, é o modelo de memória episódica de TULVING (1972).

Na busca por melhores alternativas, os pesquisadores de IA buscavam um modelo de representação capaz de representar o conhecimento e, os melhores resultados foram conquistados pela equipe de SCHANK (1982), sobre memória dinâmica. Esta forma de estruturação da memória, tem a qualidade de se transformar ao longo do uso. Sua dinamicidade está principalmente associada a geração automática dos POM's. Neste tipo de estrutura, os casos são caracterizados pelos episódios aos quais estão associados e, seus atributos não são apenas os seus próprios, mas os atributos de suas abstrações e ligações que modelam o contexto do caso.

A memória dinâmica usa estrutura hierárquica de pacotes de organização de memória. Os POM's são caracterizados pelos seguintes objetos: formas, são as características comuns aos casos indexados ao POM; os índices diferenciam os casos indexados ao mesmo POM, por um nome, um valor e os próprios casos.

#### **2.4.2 – Indexação**

A indexação é uma questão que pode ser bastante importante conforme a estrutura e o conteúdo da memória. A memória deve ser indexada para proporcionar uma recuperação e reutilização eficiente das

informações (WEBER-LEE, 1996). As informações são indexadas para que possam mais fácil e rapidamente serem recuperadas.

A indexação é a essência do RBC, pois orienta a recuperação dos casos similares (WEBER-LEE, 1998). A indexação determina o que comparar entre os casos para determinar sua similaridade. Assim, o RBC utiliza-se de índices, com o objetivo de facilitar a rapidez na recuperação.

Segundo LEAKE (1996), a abordagem dada à indexação para criação de índices em RBC é diferente da usada em bancos de dados. Para os bancos de dados, o principal objetivo da indexação é balancear a estrutura organizacional, dividindo o conjunto de dados em partições com tamanhos aproximados. Já para o RBC, a abordagem principal é criar índices para diferenciar um caso do outro atendendo aos vários objetivos das recuperações futuras.

As informações contidas em um caso podem ser de dois tipos (WATSON, 1997):

- Informações indexadas para uso na recuperação;
- Informações não indexadas que fornecem dados não necessários para recuperação.

Bons índices devem satisfazer as seguintes propriedades (KOLODNER, 1993):

- Devem ser suficientemente abstratos a fim de recuperar casos relevantes numa grande variedade de situações futuras;
- Devem ser suficientemente concretos para serem facilmente identificados em situações futuras.

A indexação da memória, depende exclusivamente da correta definição dos índices, para possibilitar a recuperação do caso alvo. Entretanto, a complexidade desta tarefa esta em prever que tipos de

necessidades irão surgir e que tipos de informações serão necessárias para recuperar novos casos.

Vários estudos foram realizados com o objetivo de estabelecer regras gerais de vocabulário de índices em classes particulares nas tarefas do RBC, conforme proposto por (SCHANK, 1990; DOMESHEK, 1992; LEAKE, 1992). Contudo, o vocabulário básico da indexação dos casos é necessariamente o vocabulário do domínio do especialista e dos objetivos do domínio.

### **2.4.3 – Recuperação**

Etapa em que uma função é utilizada para recuperar os casos mais similares. Esta função pode utilizar uma medida, ou pode ser orientada por metas ou restrições.

Uma propriedade importante dos sistemas de RBC é possuir alternativas para identificar os casos a fim de conseguir representá-los e indexá-los. Assim, garante-se que sejam recuperados os casos mais úteis para resolver o problema do usuário. Somente consegue-se alternativas para identificar os casos através de procedimentos de comparação e medição de similaridades (LEAKE, 1996).

A determinação da medida de similaridade é um importante componente para identificar a utilidade do caso. Deve-se considerar também, que o grau de utilidade de um caso depende dos propósitos a que ele se destina e quais dos seus aspectos foram relevantes no passado. Estas considerações habilitam os procedimentos de comparação a determinar em que dimensão é importante para um caso focá-lo no julgamento da similaridade (LEAKE, 1996). Só estão aptos para

desempenhar a avaliação da similaridade, os especialistas que contém conhecimento profundo sobre o problema, suas ligações e inter-relações.

Os métodos de recuperação de casos podem ser variados, tais como: métodos numéricos, métodos eliminatórios, métodos de classificação de casos mais similares; ou ainda uma combinação destes.

Os métodos numéricos são os métodos que se utilizam de uma função para medir o grau de similaridade entre dois casos - o caso problema e o candidato da memória. Estas funções são normalmente conhecidas na literatura de RBC como medida de similaridade. Normalmente, são atribuídas diferentes importâncias às características e métodos de agregação, como a média ponderada, funções matemáticas ou regras.

A medida de similaridade tem por objetivo, dar um valor numérico à similaridade entre os dois casos. Todos os casos da memória são avaliados comparativamente ao problema de entrada. Na prática, entretanto, as aplicações vão um pouco além. A maneira de modelar computacionalmente os diferentes graus de importância das características dos casos, se dão através da atribuição de pesos ou de algum mecanismo similar.

A atribuição de pesos relativos para as características ou índices dos casos é a tarefa que envolve o conhecimento especialista para determinar níveis de importância das características, como a definição do *threshold*. “O *threshold* é um conjunto de medidas que limitam a quantidade de casos que serão recuperados na base de casos” (LEAKE, 1996). O *threshold* representa uma relação de custo-benefício no que tange, a aspectos de eficiência e precisão do sistema. A seleção pode ser realizada através de regras ou com a participação dos usuários. A participação de usuários pode ser tanto para realizar a escolha, como para contribuir com

informações adicionais que proporcionem ao sistema, o conjunto de atributos suficientes para sua revisão.

Este limiar pode ser estabelecido tanto em função do número absoluto de casos que se pretende recuperar, como também pelo intervalo de medida de similaridade que se entende necessária e suficiente.

Em termos absolutos, os resultados de medida de similaridade seriam equivalentes a 1 somente para o próprio caso, assim os muito similares partem para um valor de 0.8. O *threshold* pode definir que o resultado da busca seja somente os casos cujo valor seja superior a 0.5, por exemplo. Se o *threshold* orienta uma recuperação de poucos casos, pode-se deixar de recuperar algum caso relevante.

Os métodos eliminatórios são aqueles que utilizam restrições para reduzir o espaço de busca por casos similares na memória de casos. Estes métodos são utilizados em combinação com outros modelos, como sistemas que se propõe a resolver tarefas distintas, possuindo memórias compostas de várias bases de casos.

Considerando que a definição dos índices retrata todos os aspectos a serem considerados na recuperação, os algoritmos de comparação poderão ser utilizadas para orientar a busca, determinando quais características devem ser focadas no julgamento da similaridade. Qualquer caso pode ser indexado de várias formas. O importante é que o algoritmo de comparação esteja apto a distinguir entre os aspectos relevantes em cada caso específico. No processo de recuperação não se pode falar apenas em comparação e medição da similaridade, precisa-se falar também sobre as estruturas que serão usadas pelos algoritmos para dirigir a busca.

Segundo SCHANK (1982), existem três tipos de busca para identificação das NC:

- A busca orientada por métodos de classificação é apropriada para sistemas onde as memórias sejam estruturadas em categorias ou classes. Este tipo de método pode ser implementado a partir do agrupamento de todos os casos da memória ou podem ser buscados diretamente somente os casos dentro de determinada categoria;
- Na busca direta os casos são modelados através de uma lista de atributos. Entretanto, existem outras formas de modelagem de memória, que criam uma rede de índices para os casos que demandam esta forma de busca;
- A busca num modelo de conhecimento geral deve seguir o estilo de estruturação da memória de casos. Esta busca pode ser apenas uma opção para situações em que não seja possível recuperar um caso similar dentro da base de casos que abrange o domínio do caso problema. Assim que os casos com maior probabilidade são recuperados, um refinamento deste processo realiza a seleção *BEST MATCH*<sup>3</sup>. A seleção do *BEST MATCH* é a etapa final da recuperação. Normalmente, esta seleção é uma etapa mais elaborada, do que a busca do conjunto dos casos mais similares. A importância desta etapa reside no fato de que seu resultado é exatamente a saída do sistema.

Segundo RICH (1993), na recuperação são usadas duas técnicas de busca: Vizinho-mais-próximo e Indutiva.

No tipo de busca do vizinho-mais-próximo os aspectos de definição e identificação dos índices é fator fundamental para uma recuperação de sucesso. Garantidos estes aspectos a técnica de busca indica em qual região do espaço de busca dos problemas, o mesmo está inserido. O

próximo passo é por comparação e valorização das similaridades visando encontrar aqueles casos próximos, (WATSON, 1997).

No tipo de busca indutiva, constroem-se árvores de decisão baseadas em dados de problemas passados. Em sistemas RBC a base de casos é analisada por um algoritmo de indução, que cria a árvore de decisão classificando ou indexando os casos. O algoritmo mais usado pelos sistemas de RBC é o ID3 <sup>4</sup>, (QUILLIAN, 1986). Para que o ID3 construa a árvore de decisão a partir dos casos da base de casos, é necessário passar-lhe os atributos que melhor identificam os casos. Encontrado o primeiro atributo, o ID3 monta o 1º nó da árvore. O passo seguinte é encontrar dois novos atributos que formem os próximos nós e assim por diante. Montada a árvore a partir da base de casos, o próximo passo é percorrer a árvore com o caso em questão. Quando chegar no último nó da árvore teremos os casos mais similares.

Constata-se então, que as técnicas vizinho-mais-próximo e indutiva são boas. Porém, cada uma delas têm características que mais se apropriam para determinados tipos de problemas. A técnica do vizinho mais próximo é mais indicada para problemas com bases de casos pequenos e com poucos atributos indexados, devido ao volume de cálculos necessários para determinar cada um dos atributos indexados em cada um dos casos. A técnica indutiva, por sua vez, é bem mais rápida, somente ficando lenta para bases de casos muito grandes. O principal problema desta técnica é que casos inéditos não recuperarão nenhum caso, (WATSON, 1997).

---

<sup>3</sup> *BEST MATCH* – A melhor escolha, o caso que mais se assemelha ao caso problema.

#### **2.4.4 - Adaptação**

A adaptação no contexto do RBC, significa modificar um caso para solucionar um problema de entrada. A adaptação avalia as diferenças entre o problema escolhido e o problema de entrada. Várias técnicas de IA são consideradas para desempenhar a função de adaptação. O estabelecimento de regras representa uma maneira simples e satisfatória de realização deste ajuste.

No momento em que o caso é recuperado e escolhido para solucionar o problema de entrada, inicia-se a etapa de adaptação.

A adaptação pode ser feita de várias formas (WATSON, 1997):

- Pela inclusão de um novo comportamento à solução recuperada;
- Pela eliminação de um comportamento da solução recuperada ou;
- Pela substituição de parte de um comportamento.

A adaptação antecede a reutilização definitiva do problema escolhido para solucionar o problema de entrada. A adaptação é executada nas dimensões descritas por características de ajuste, que são o conjunto complementar dos índices que orientam a similaridade.

O resultado da adaptação é apontar quais as características de ajuste que apresentam discrepâncias entre o caso escolhido e, o problema de entrada eliminando as diferenças existentes.

A etapa de adaptação depende do contexto e do domínio da aplicação. Poderão haver casos, em que a solução recuperada, seja exatamente a solução para o problema de entrada, nestes casos não haverá adaptação. A verificação da necessidade de adaptação, é realizada através do caso escolhido e de sua adequação ao problema de entrada.

---

<sup>4</sup> ID3 - *Induction of Decision Trees in Machine Learning* (QUILLIAN, 1986).

O RBC apresenta dois tipos de adaptação: a adaptação derivativa e a adaptação transformativa (KOLODNER, 1993; LEAKE, 1996):

- A adaptação derivativa é realizada sobre o método de solução apresentado no caso escolhido. A adaptação derivativa aplica o método descrito no caso escolhido, adaptando-o para aplicá-lo no problema de entrada;
- A adaptação transformativa é aplicada nos sistemas que fazem a reutilização transformativa contida no caso recuperado, transformando-o de modo a solucionar o problema de entrada. Através de heurísticas ou modelos. Os chamados operadores de transformação são construídos em função das diferenças entre o problema de entrada e, o caso escolhido.

Enfim, existem várias alternativas para efetuar a adaptação em sistemas de RBC. Uma delas pode ser, perguntar ao usuário se ele deseja que o sistema faça a adaptação. Se afirmativo, o sistema efetua a adaptação dando em seguida a possibilidade do usuário interagir com as modificações, decidindo por sua adaptação de forma integral, parcial, ou até mesmo optar por sua rejeição.

#### **2.4.5 – Aprendizagem**

Um sistema baseado em casos deve também ser um sistema de aprendizagem, porque ele deve reutilizar suas próprias experiências (KOLODNER, 1993). A aprendizagem feita pelo sistema é realizada

através das lembranças. Um sistema de RBC somente se tornará mais eficiente quando estiver preparado para, a partir das experiências passadas e da correta indexação dos problemas, aprender.

A aprendizagem está diretamente ligada a indexação dos casos na memória. Ela envolve a aprendizagem de características dentro de um domínio que é preventivo contra interações negativas entre as etapas do RBC. Esta habilidade preventiva é utilizada para antecipar certos problemas e, então, procurar por casos na memória projetados para evitá-los. Uma vez prevista, uma NC poderia ser analisada, encontrando uma solução que a evite.

Quando fala-se de aprendizagem, é comum pensar no aprendizado por generalização, tanto pela indução quanto baseado em explicações. Enquanto a memória do RBC informa sobre similaridades entre casos, também informa sobre quando generalizações podem ser formadas. A formação de generalizações indutivas é responsável apenas por algum aprendizado. O RBC obtém a maioria do seu aprendizado de duas maneiras (LEAKE, 1996):

- Pela acumulação de novos casos;
- Pela identificação de que índices utilizar ou não na recuperação.

Segundo LEAKE (1996), quanto maior o número de casos na memória do RBC agrupados por suas similaridades, maior será a contribuição para solucionar um novo caso. Pois os casos que tiveram sucesso em recuperações anteriores e, os casos que não tiveram sucesso, dão maior amplitude de cobertura ao problema.

Concluindo, verificamos que o RBC pode aprender a partir das suas experiências, o que poderá ser muito útil em situações onde a aprendizagem é fundamental à solução. Aproveitando soluções passadas

para resolver novos problemas e, antecipando e evitando erros cometidos melhorará à qualidade da solução. O aprendizado acontece, na sua maior parte, como um subproduto do raciocínio, armazenando novas experiências na memória de casos e, disponibilizando-as para futuros casos. A indexação deve ser feita considerando a aprendizagem, de forma que facilitem o aproveitamento deste conhecimento, para a melhora do processo de planejamento das soluções.

### **Capítulo III – O CENTRO DE ATIVIDADES TÉCNICAS E O SISTEMA ATUAL – “CONTROLE PARECER TÉCNICO”**

Neste capítulo apresentaremos o Centro de Atividades Técnicas (CAT) como órgão de prevenção, supervisão e fiscalização do Corpo de Bombeiros. Iremos também abordar o Sistema “Controle Parecer Técnico” utilizado atualmente em apoio às atividades do CAT. Procuraremos descrever os principais módulos do sistema “Controle Parecer Técnico”, detalhando os pontos importantes para a compreensão da amplitude de seus problemas, em face da proposição do sistema de RBC que propomos para resolver nosso problema de pesquisa.

#### **3.1 – O Centro de Atividades Técnicas (CAT)**

Em 1983, a Lei de Organização Básica (LOB)<sup>5</sup>, estabelece a competência do Corpo de Bombeiros e cria o Centro de Atividades Técnicas, estabelecendo através de sua regulamentação as missões do CAT.

---

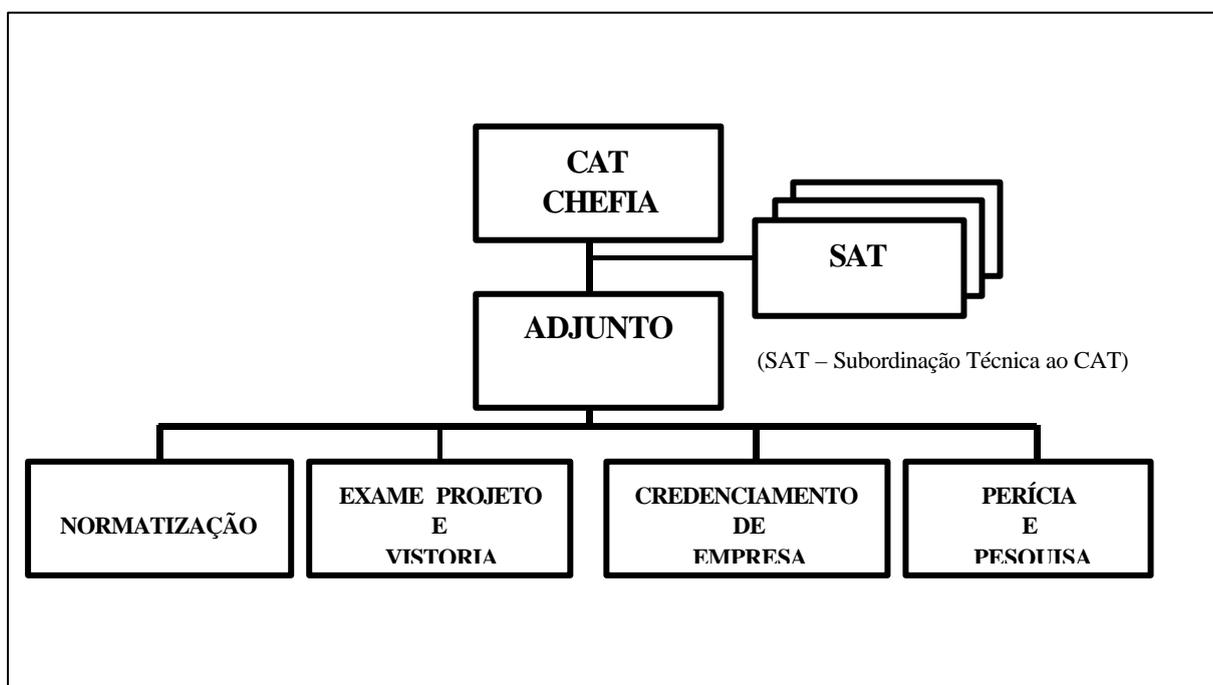
<sup>5</sup> LOB – Lei de Organização Básica da Polícia Militar de Santa Catarina, SANTA CATARINA (LOB, 1983).

Compete ao CAT, normatizar e supervisionar o cumprimento dos dispositivos legais relativos as medidas de Segurança Contra Sinistros em Edificações.

A missão do CAT é manter a segurança pública de forma participativa, prestando serviços profissionais e humanitários que garantam a preservação da vida, do patrimônio e do meio ambiente, visando a melhoria da qualidade de vida da população.

O CAT possui em sua estrutura organizacional, quatro seções (normatização, exame de projetos e vistorias, credenciamento de empresas e perícia/ pesquisa), e tem gerência técnica sobre as Seções de Atividades Técnicas, situadas em vários municípios do Estado, conforme figura 3, a seguir:

FIGURA 3 – Estrutura Organizacional do CAT.



Fonte: Centro de Atividades Técnicas do Corpo de Bombeiros, 1999.

- **Seção de Normatização:**
  - Estudo e elaboração, alteração, revisão, interpretação e difusão de Normas de Segurança Contra Incêndio, Norma Brasileira Regulamentada e outras.
  
- **Seção de Exame de Projetos e Vistorias:**
  - Exame de projetos, realização de vistorias em caráter de assessoria;
  - Padronização de procedimentos de análise e vistorias.
  
- **Seção de Credenciamento de Empresas:**
  - Credenciamento e fiscalização de empresas privadas, que comercializam produtos ou serviços na área de segurança contra incêndio.
  
- **Seção de Perícia e Pesquisa:**
  - Realizar pesquisas, ensaios e testes em equipamentos, materiais e sistemas de segurança;
  - Realizar perícia em locais sinistrados.
  
- **Seções de Atividades Técnicas:**
  - Compete aos SAT, supervisionar e cumprir as disposições legais baixadas pelo seu órgão central - CAT;
  - Proceder o exame de plantas e projetos de construção;
  - Realizar vistorias e emitir pareceres.

As atribuições do CAT e do SAT descrita no artigo nº 30, da Lei nº 6.217/ 83, SANTA CATARINA (LOB, 1983), encontram-se assim definidas: “Analisar projetos; emitir pareceres técnicos, projetos, laudos técnicos, supervisionar as instalações de hidrantes públicos e privados; emitir boletins informativos; elaborar, revisar e interpretar normas; treinar recursos humanos; padronizar procedimentos; proferir palestras; realizar vistorias; realizar perícias; proceder estudos; realizar pesquisas; difundir a política preventivista no âmbito interno e externo; e editar resoluções.”

Dentre as atribuições acima mencionadas, destacamos a padronização de procedimentos como uma das atribuições que estamos buscando realizar através do RBC.

### **3.2 – O Sistema Atual - “Controle Parecer Técnico”**

O Sistema de “Controle Parecer Técnico” é um aplicativo utilizado pelo CAT, com a finalidade de auxiliar as atividades dos profissionais do Corpo de Bombeiros, no que se refere ao gerenciamento dos processos da área de Segurança Contra Sinistros em Edificações. Um processo é composto pela identificação da Edificação e pela identificação das NC detectadas nos sistemas e dispositivos de Segurança Contra Sinistros da Edificação analisada.

Este sistema foi implantado em 1996 no CAT e, é de vital importância para os seus profissionais, pois, além de fácil operação,

propicia a emissão de documentos e a geração de informações estatísticas para apoio à tomada de decisão.

O sistema de “Controle Parecer Técnico” é composto por 210 programas e 12 arquivos. Este sistema foi delineado por uma equipe de analistas de sistemas do Centro de Comunicação e Informática (CCI), orientado por técnicos do CAT. O Sistema de “Controle Parecer Técnico”, foi desenvolvido na linguagem *SuperMumps*<sup>6</sup>, e caracteriza-se por funcionar em um ambiente proprietário, multi-usurário, onde o banco de dados é composto por globais (arquivos de dados), que se encontram dispostas em estrutura de Árvore tipo B\*<sup>7</sup>.

O referido sistema, embora bem elaborado para a época, foi implementado somente no CAT, ficando as 25 Seções de Atividades Técnicas, sem condições de utilizá-lo. Esta situação ocorreu devido a dois fatores básicos:

- O primeiro fator, considerado de caráter administrativo, originou-se devido a ausência de uma política de informática, por parte do Corpo de Bombeiros, inviabilizando assim, a difusão do sistema nas demais seções - SAT;
- O segundo fator foi ocasionado por problemas técnicos no sistema, os quais, surgiram em um curto espaço de tempo, logo após sua implantação no CAT, provocados por uma necessidade iminente de seus usuários. Os problemas foram:
  - A não interação com outros sistemas existentes;

<sup>6</sup> *SuperMumps*- Um dialeto da linguagem *Mumps*, linguagem de programação universal, procedural, orientada para strings, sem declarações e fundamentalmente orientada para comprimentos variáveis; extremamente apropriada para ferramentas CASE, (KIRSTEN, 1996, p.1).

<sup>7</sup> Árvore tipo B\* - Arquivo de árvore hierárquica balanceada. Estrutura de arquivos de índice, onde cada nó da árvore representa o número de níveis percorrido para atingir a informação, (KIRSTEN, 1996, p.132).

- Falhas em rotinas intrínsecas ao sistema;
- Ausência de rotinas que permitissem uma forma mais adequada de recuperar soluções (pareceres técnicos) armazenados na base de dados;
- A não interação com outros ambientes abertos, exemplo: *INTERNET*.

Estes fatores ocasionaram ao CAT, um considerável volume de serviços, pois além de executarem suas atividades, também passaram a resolver problemas inerentes aos pareceres técnicos que seria de responsabilidade das 25 Seções de Atividades Técnicas, situadas nos principais municípios do Estado.

Com referência ao número de documentos armazenados na base de dados do sistema de “Controle Parecer Técnico”, constatamos, um total de 333 processos, referentes ao mesmo número de pareceres técnicos existentes, resultado das análises efetuadas em 260 edificações. Estes dados acham-se armazenados na base de dados do sistema, desde sua implantação e a frequência de entrada destes documentos no CAT, aproxima-se de 2 a cada mês. Isto significa que a base de dados, possui hoje um volume de dados armazenados de aproximadamente 7.306 KB <sup>8</sup>, com uma tendência de crescimento de aproximadamente 202 KB ao mês.

Verificamos que o número de documentos existentes, bem como, sua estimativa de crescimento são baixos. Todavia, o maior problema do CAT, não é o espaço físico ocupado pela base de dados, mas sim, a forma com que estes dados encontram-se armazenados. A estrutura da base de dados, atualmente, não permite recuperar documentos (pareceres técnicos), de

---

<sup>8</sup> KB – *K Bytes* unidade de medida referente a Kilocaracteres, Exemplo: 1 KB corresponde a 1.024 caracteres, (SUCESU, 1985, p.227).

forma rápida, nem mesmo, possibilita efetuar consultas mais criteriosas em busca de respostas a um novo problema analisado.

Para se ter uma idéia de quanto tempo um profissional do Corpo de Bombeiros gasta para analisar um processo (parecer técnico), o CAT realizou uma pesquisa dividindo a análise em três tarefas à serem executadas seqüencialmente:

- Tarefa 1: Tomar conhecimento do conteúdo do documento de entrada, tempo gasto 30 (trinta) minutos;
- Tarefa 2: Pesquisar a base de dados em busca de soluções já empreendidas sobre problemas semelhantes ao problema do documento de entrada, tempo gasto 1 (uma) hora;
- Tarefa 3: Comparação dos problemas pertinentes ao documento de entrada e documento encontrado, bem como, a apresentação da solução (parecer Técnico), tempo gasto 1 (uma) hora.

Notamos que o tempo gasto pelos profissionais do Corpo de Bombeiros na tarefa 2, é considerável se compararmos com os tempos gastos na execução das demais tarefas, as quais, teoricamente exigiriam maior tempo para sua execução, principalmente a tarefa 3. Isto ressalta, as falhas que o sistema atual “Controle Parecer Técnico”, apresenta por não possuir uma base de dados especializada (base de casos) e, pelo fato do sistema não estar modelado adequadamente para atender esta realidade. Um dos nossos objetivos neste trabalho, é minimizar este problema, reduzindo o tempo gasto nesta tarefa para no máximo 15 (quinze) minutos.

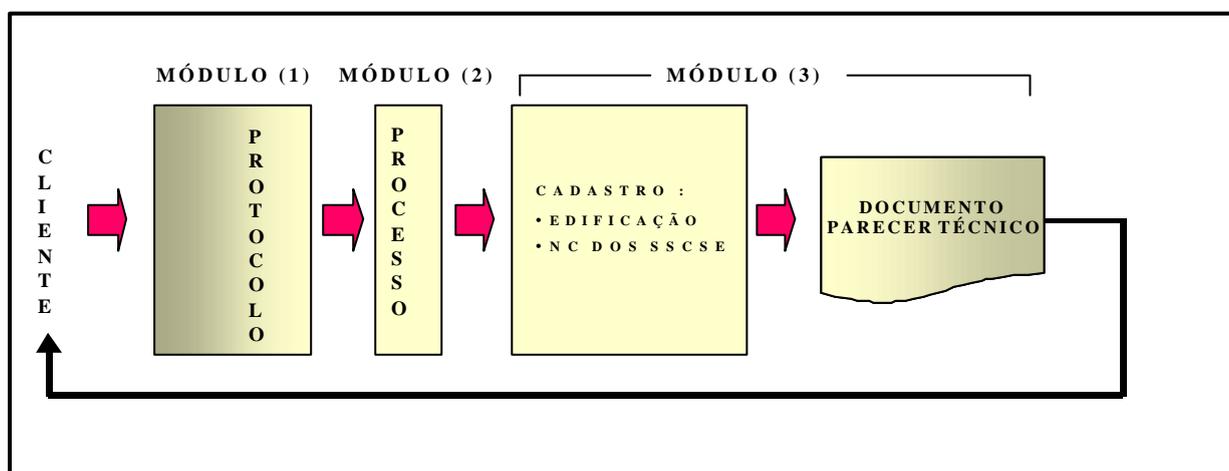
As informações colhidas e analisadas até o presente momento, em observação ao sistema atual “Controle Parecer Técnico”, dar-nos-ão condições de projetar um sistema capaz de estabelecer medidas e critérios

para facilitar o acesso e a recuperação de informações referentes aos pareceres técnicos. No entanto, para melhor entendimento do sistema, passaremos a detalhar cada um de seus módulos.

### 3.2.1 – Os Módulos do Sistema Atual - “Controle Parecer Técnico”

Cada um dos processos, tem seu início através da solicitação do cliente, dirigida diretamente ao SAT ou CAT. O atual sistema, representado a seguir na figura 4, possui 3 (três) módulos básicos, os quais, executam o controle e o gerenciamento de cada uma das etapas dos

FIGURA 4 - MÓDULOS DO SISTEMA ATUAL - “CONTROLE PARECER TÉCNICO”.



Fonte: Centro de Atividades Técnicas do Corpo de Bombeiros - PMSC, 1999.

processos.

▪ **A Estrutura dos módulos do sistema:**

- Módulo (1) – Protocolo: Registro inicial da solicitação do cliente, onde são armazenados dados básicos, tais como: Tipo de processo, número do processo (gerado automaticamente pelo sistema), número do Registro da Edificação (RE) e nome da edificação, nome do solicitante, endereço, situação do processo, data da solicitação e nome do protocolista. É importante salientar que o protocolista através deste módulo, pode efetuar consultas aos processos armazenados, informando aos clientes sobre a situação que se encontra seu processo no CAT;
- Módulo (2) – Processo: Este módulo possui os mesmos campos de informações que o módulo anterior, somente diferencia-se daquele, em razão de seu acesso ser restrito aos profissionais do CAT, responsáveis em avaliar os processos. A função básica deste módulo é oferecer aos profissionais do CAT, informações básicas para dar início as atividades de avaliação do processo (parecer técnico);
- Módulo (3) – Cadastro da Edificação e das NC detectadas nos sistemas de Segurança Contra Sinistros da Edificação: Este módulo é utilizado pelo CAT, com a finalidade de registrar as decisões deliberadas sobre às não conformidades observadas nos dispositivos e sistemas de Segurança Contra Sinistros das Edificações. Neste módulo, também é possível registrar os dados inerentes as edificações. O produto final deste módulo é um documento denominado “parecer técnico”, que é enviado para o cliente, respondendo suas indagações. As informações registradas no parecer técnico, apresentam-se em formato

textual, sem nenhum campo índice que permita recuperá-los utilizando-se mais de uma informação. Isto tem ocasionado morosidade na deliberação dos documentos, pois os técnicos são obrigados a olhar um à um dos pareceres técnicos no sistema, em busca de uma solução mais apropriada a seu caso, já deliberada anteriormente.

Além das informações inerentes aos módulos do sistema, verificamos outras informações pertinentes aos tipos de sistemas e dispositivos de Segurança Contra Sinistros das Edificações, entretanto, não entraremos no mérito em detalhá-los neste capítulo. Iremos somente conceituar cada um destes tipos de sistemas e dispositivos, para melhor compreendermos o que envolve cada um deles. Deixaremos para o capítulo seguinte, a apresentação mais detalhada de apenas um tipo – “Saídas de Emergência”, o qual, servirá de protótipo para aplicação das técnicas do RBC.

É importante também, deixar claro neste item, que a terminologia utilizada pela Norma de Segurança Contra Incêndios SANTA CATARINA (NSCI, 1992), refere-se aos “Sistemas - como um conjunto de equipamentos, instrumentos e instalações aplicados na Segurança Contra Sinistros em Edificações”.

De forma geral, os sistemas e dispositivos de segurança são os seguintes:

- Sistema Preventivo por Extintor (SPE): Este sistema tem por finalidade assegurar condições de se efetuar o primeiro combate a princípios de incêndios tão logo se manifeste, podendo ser utilizado por qualquer pessoa que tenha o mínimo de conhecimento, SANTA CATARINA (NSCI, 1992, p. 24);

- Sistema Hidráulico Preventivo (SHP): Sistema utilizado em grandes edificações. Caracteriza-se por possuir uma canalização específica, ou seja, separada da instalação hidráulica da edificação e por utilizar parte da capacidade da água armazenada no reservatório da própria edificação (reserva técnica), utilizada pelo Corpo de Bombeiros para combate ao incêndio. Inclui-se também neste sistema, os chuveiros automáticos, SANTA CATARINA (NSCI, 1992, p. 28 e 95);
- Gás Combustível Canalizado (GCC): Trata-se de um sistema de canalização específica para conduzir gás combustível no interior da edificação. Esta instalação tem como finalidade, diminuir a carga de fogo no interior da edificação, possibilitar o isolamento da rede de gás de determinados pontos da edificação e evitar riscos de explosão no interior da edificação, SANTA CATARINA (NSCI, 1992, , p. 38);
- Saídas de Emergência (SE): Conjunto de dispositivos, que devem possuir as edificações a fim de que suas populações possam abandoná-las, SANTA CATARINA (NSCI, 1992, p. 57);
- Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPCDA): Sistema destinado à proteção de instalações elétricas ou de telecomunicações, tem como propósito a captação e a dissipação das descargas atmosféricas distribuindo-as no solo, SANTA CATARINA (NSCI, 1992, p. 73);
- Sistema de Iluminação de Emergência (SIE): Conjunto de componentes e equipamentos que, em funcionamento, proporciona iluminação suficiente e adequado para permitir, em caso de interrupção da alimentação normal de energia:

saída fácil e segura do público, execução das manobras de interesse da segurança e intervenção de socorro (atuação dos bombeiros) e continuidade do trabalho naqueles locais onde não deva existir interrupção da iluminação, SANTA CATARINA (NSCI, 1992, p. 82);

- Sistema de Alarme e Detecção (SAD): Sistema constituído por conjuntos de elementos planejadamente dispostos e adequadamente interligados com o objetivo de fornecerem informações de princípios de incêndio, por meio de indicações sonoras e visuais, e controle dos dispositivos de segurança e de combate automático instalados na edificação, tendo como principais funções: alertar as pessoas para o abandono do local e para o combate do incêndio, SANTA CATARINA (NSCI, 1992, p. 92);
- Sinalização para Abandono de Local (SAL): Fornecem mensagens de segurança, orientando e conduzindo as pessoas a locais apropriados e seguros ou ao abandono da edificação (rota de fuga). Esta sinalização funciona em caso de interrupção normal de energia (placas de orientação – luminosas ou não); e
- Outros sistemas e dispositivos de Segurança Contra Sinistros em Edificações, especificados na norma.

### **3.2.2 – Problemas na Modelagem do Sistema Atual – “Controle Parecer Técnico”**

Embora o sistema atual seja importante no apoio às atividades executadas pelos profissionais do Corpo de Bombeiros, como já mencionado, constatamos alguns problemas, conforme apresentado no capítulo I e, caracterizado no item anterior, quando da descrição dos módulos do sistema, em especial, o módulo (3). Veremos agora em detalhes, quais são estes problemas:

- Notamos primeiramente que o parecer técnico é armazenado em uma base de dados, no formato texto, sem a utilização de qualquer tipo de campo que o identifique para uma possível busca futura. Segundo os técnicos, este problema tem criado grandes dificuldades quando necessitam recuperar informações com rapidez e confiabilidade;
- Além disso, grande parte dos pareceres técnicos emitidos, referentes a resolução das NC detectadas nos dispositivos e sistemas de Segurança Contra Sinistros das Edificações, baseiam-se em soluções já adotadas em casos semelhantes acontecidos anteriormente. Infelizmente o sistema atual não privilegia uma forma de recuperar com eficiência, soluções semelhantes já armazenadas, evitando perda de tempo e divergência entre as soluções dadas aos pareceres técnicos;
- Detectamos também, a inexistência deste sistema nas unidades do Corpo de Bombeiros, onde existe um SAT. Este fato ocasiona uma intensa comunicação entre essas seções e o órgão central – CAT, na busca da resolução de problemas inerentes às soluções dos pareceres técnicos. Isto tem gerado um acúmulo de serviço para o CAT. Todavia, notamos que muitas seções – SAT, no intuito de solucionarem tais problemas, estão buscando alternativas independentes, desenvolvendo seus próprios

sistemas. Tal fato é preocupante pois, isto ocasionará o surgimento de ilhas de informações e conseqüentemente a despadroneização nas soluções adotadas em cada parecer técnico.

Os problemas do sistema atual – “Controle Parecer Técnico”, aqui expostos, certamente serão solucionados através do desenvolvimento de um novo sistema computacional, estruturado conforme as etapas do RBC e orientado para integrar as diversas seções – SAT, situadas em pontos estratégicos do Estado de Santa Catarina. Entretanto, existem alguns critérios pertinentes ao desenvolvimento de sistemas na Polícia Militar de Santa Catarina, que devem ser levados em consideração, para que nossos objetivos sejam atingidos.

### **3.2.3 – Critérios para Implementação do Sistema Proposto**

É fundamental para o Corpo de Bombeiros, em especial para os SAT e CAT, que realizam as atividades de prevenção contra incêndios em edificações, que uma proposta de solução gere o menor custo possível, aproveitando toda a tecnologia (sistemas operacionais, linguagens de programação e gerenciadores de banco de dados), já disponível na PMSC. Isto implica em considerar o “*Caché*”<sup>9</sup> como gerenciador de banco de dados e o “*Visual Basic*”<sup>10</sup> como linguagem de programação.

---

<sup>9</sup> *Caché* - Banco de Dados Pós-Relacional, Multidimensional Orientado a Objetos. É dotado de um barramento SQL dedicado de acesso à base de dados. Permitir múltiplas formas de acesso simultâneo, (ACCIOLY, 1998).

<sup>10</sup> *Visual Basic* - Linguagem de programação originária do *Basic*. É uma ferramenta gráfica para desenvolvimento em ambiente *Windows*, capaz de gerar programas em código nativo, criar arquivos executáveis e bibliotecas, (GUREWICH, 1997).

Devemos considerar também, o aproveitamento dos *dados*<sup>11</sup> existentes na base de dados do atual sistema “Controle Parecer Técnico”. Esta base de dados encontra-se centralizada no CAT e envolve um conjunto de dados relativos aos pareceres técnicos, os quais, acham-se armazenados e organizados de acordo com a estrutura atual da base.

Em consonância com os critérios apresentados, nossa proposta de solução é desenvolver um sistema computacional com inferência inteligente, para automatizar os processos da área de Segurança Contra Sinistros em Edificações.

Para cumprir nosso objetivo, iremos aplicar as técnicas do RBC no “Sistema de Saídas de Emergência”, um dos subsistemas que compõe o Sistema de Segurança Contra Sinistros em Edificações.

---

<sup>11</sup> Dados – Qualquer tipo de representação, como sejam os caracteres ou as quantidades analógicas, a que se atribui um significado. São valores fisicamente registrados no banco de dados, (SUCESU, 1985, p. 106).

## **Capítulo IV – O RBC APLICADO AO SISTEMA DE SAÍDAS DE EMERGÊNCIA**

Este capítulo apresentará a modelagem do “Sistema de Saídas de Emergência”. As etapas para sua modelagem partirão da identificação das variáveis de NC, estruturação da base de casos, e a definição dos métodos de recuperação dos casos, tornando possível elaborar um protótipo do sistema para futuras implementações nas unidades do Corpo de Bombeiros do Estado de Santa Catarina.

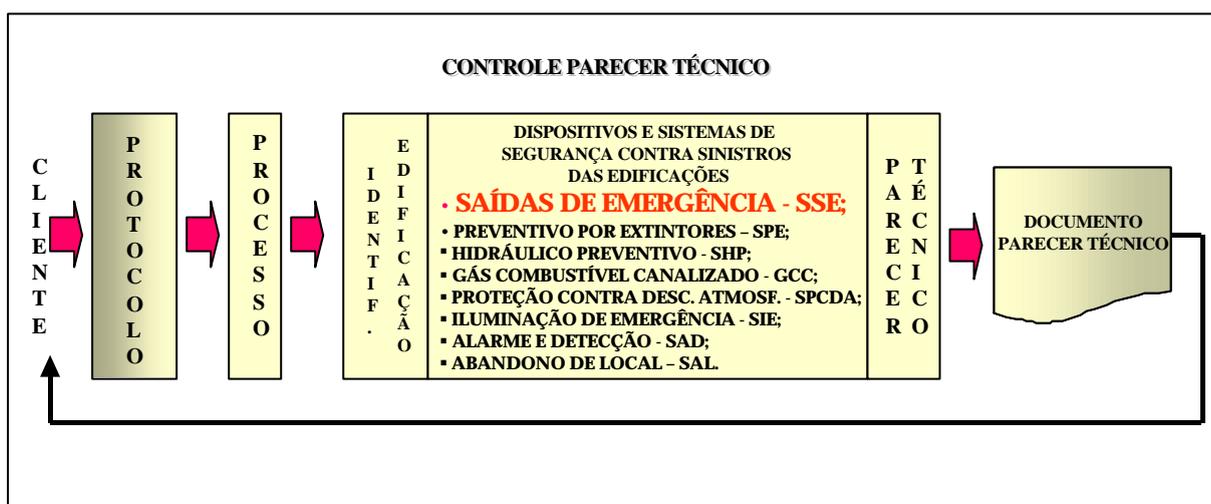
### **4.1 – Definição do Sistema Proposto**

O sistema proposto denominado “Sistema de Saídas de Emergência – (SSE)”, é um módulo do Sistema de Segurança Contra Sinistros das Edificações. Por sua vez, o Sistema de Segurança Contra Sinistros das Edificações, é parte integrante do Sistema Computacional - “Controle Parecer Técnico”, ver figura 5.

Nossa proposta é desenvolver um protótipo do módulo que trata dos dispositivos e sistemas de saídas de emergência das edificações, utilizando-se de uma das metodologias da IA. Este protótipo é responsável

por armazenar informações referentes às NC detectadas especificamente

FIGURA 5 - O MÓDULO - SISTEMA DE SAÍDAS DE EMERGÊNCIA.



Fonte: Sistema atual “Controle Parecer Técnico” do CAT, adaptado por João Ricardo Busi da Silva, 1999.

nos dispositivos e sistemas de saídas de emergência das edificações, bem como, apresentar através de um relatório as soluções dadas aos problemas de NC detectados. Este relatório apresenta às NC detectadas e suas soluções. A solução, compõe o documento final denominado parecer técnico, o qual é emitido aos clientes do CAT e SAT.

O Sistema de Saídas de Emergência, foi desenvolvido utilizando-se das técnicas do RBC. A decisão em utilizar o RBC, esta baseada na fundamentação teórica do capítulo II, e também nas características do

domínio da aplicação do sistema atual “Controle Parecer Técnico”, conforme abordado no capítulo III.

A principal característica deste sistema, é o aproveitamento dos dados contidos na base de dados do sistema atual “Controle Parecer Técnico”, migrando-os para uma base de casos através das etapas de modelagem do RBC.

O sistema tem como função básica, a recuperação dos casos através de inferências sobre os problemas de NC armazenados, para tentar resolver novos problemas trazidos pelos profissionais do Corpo de Bombeiros. Diante disto, ele abrange todas as funções necessárias para possibilitar aos profissionais do Corpo de Bombeiros, informar o problema detectado e obter como resposta os problemas mais similares, já resolvidos.

A utilização do SSE, alterará muito pouco os procedimentos operacionais já executados no CAT e SAT, o que é considerado por parte dos usuários, um ponto positivo, visto que sistemas complexos acarretam conseqüências em sua operacionalização e demandam tempo de treinamento para adaptação dos seus operadores. Por este prisma, o sistema foi concebido de forma a simplificar sua operacionalidade. Seus usuários terão que executar apenas um passo a mais antes da descrição da solução final (parecer técnico). Este passo compreende o preenchimento dos campos que identificam o processo, bem como, os demais campos que definem as NC detectadas em desacordo com as normas vigentes, inerentes ao Sistema de Saídas de Emergência.

Procuramos também, dotar o sistema com outras características importantes, conforme BASTIEN (1993) e PRESSMAN (1995), são elas:

- Utilizabilidade: Facilidade na operação e no aprendizado;

- Evolutibilidade: Flexibilidade para adaptação às mudanças previsíveis, facilidade de alteração e de exatidão em testes de validação;
- Elasticidade: Para trabalhar com pequenas ou grandes quantidades de transações com piques sazonais;
- Portabilidade: Para utilização em ambientes diferentes daquele em que foi construído;
- Conectividade: Possibilidade de conexão com dispositivos de comunicação;
- Modularidade: Divisão do sistema em formato de módulos, com subfunções claramente delimitadas, que podem ser implementadas individualmente;
- Segurança: Continuidade em estar sempre disponível para os usuários, sem qualquer interrupção, sendo concebidas defesas que impeçam as perdas e o acesso as partes restritas do sistema (controle de acesso). Com referência ao controle de acesso, o sistema dispõe de um módulo que gerencia o acesso ao sistema e seus módulos. Este controle é feito através de senhas que identificam os usuários, registrando o nome, a unidade e o município onde trabalha, data/hora, e quais rotinas foram acessadas, resguardando assim a integridade do sistema;
- Robustez: Condições de operação em diversas situações.

As características do aplicativo acima mencionadas, associadas a uma base de dados especializada (base de casos), proporcionará aos profissionais do Corpo de Bombeiros, um sistema capaz de auxiliá-los na tomada de decisão.

A estruturação e a implantação de uma única base de casos centralizada no CAT, evitará gastos para o Corpo de Bombeiros, no que se refere a aquisição de bancos de dados para os SAT e em seu gerenciamento (Administração de Banco de Dados). Os SAT situados em diversos pontos do Estado, poderão acessar seus dados armazenados na base de casos centralizada no CAT, através da *INTERNET*, via rede tipo *WAN - Wide Area Network* (Rede de Área Ampla), ou via rede tipo *LAN - Local Area Network* (Rede de Área Local), para acesso local.

Planejamos o sistema desta forma, com a finalidade de tornar possível sua especialização à nível municipal, regional e estadual.

## **4.2 – A Modelagem do Sistema de Saídas de Emergência**

O modelo em análise foi concebido, para mostrar a possibilidade de recuperar soluções já desenvolvidas para NC detectadas nos dispositivos e sistemas de saídas de emergência das edificações. A modelagem parte de experiências práticas não sistematizadas de procedimentos documentados em normas e resoluções na Área de Segurança Contra Sinistro em Edificações. O modelo tem em seu escopo principal a sistematização das tarefas num algoritmo, capaz de dar suporte para apoio à decisão na elaboração dos pareceres técnicos referentes aos Sistemas de Saídas de Emergências das Edificações.

Nessa perspectiva, a experiência repassada pelos profissionais do Corpo de Bombeiros e pelo estudo de caso realizado no CAT sobre os problemas do sistema atual “Controle Parecer Técnico”, possibilitou reunir um conjunto de informações, que necessitam estar integradas para

que a dinâmica do Sistema de Saídas de Emergência fosse otimizada. Isto denota, que experiência passada acumulada, quando devidamente parametrizada, pode servir de instrumento para o desenvolvimento de sistemas que tem por fundamento o Raciocínio Baseado em Casos.

Para dar suporte ao desenvolvimento do modelo proposto, foram criados 4 (quatro) módulos, que veremos na seqüência.

#### **4.2.1 - O Módulo de Identificação dos Processos**

O módulo de identificação dos processos é o primeiro módulo do sistema, e o ponto de partida para o módulo seguinte, o módulo de identificação das NC.

Este módulo portanto, é pré-requisito para darmos seqüência a modelagem do sistema. Neste módulo, são preenchidos determinados requisitos, os quais, são necessários para caracterizarmos e identificarmos o processo com vistas a sua recuperação, quando se fizer necessário.

Quanto aos requisitos de identificação do processo, temos: O tipo de processo; o número do processo; a data do processo; o nome do solicitante; o telefone do solicitante para contato; o parecer (situação) do processo; o nome do vistoriador que registrou o pedido de abertura do processo e o número do registro da edificação. A seguir apresentaremos as variáveis parametrizadas que compõem o módulo de identificação dos processos:

- **Tipo de Processo:**

O tipo de processo identifica a atividade que o CAT e o SAT realiza para a fiscalização dos projetos, das edificações e das empresas, conforme as normas vigentes, (SANTA CATARINA, NSCI, 1992).

Níveis	TIPO DE PROCESSO
1	Exame de Projeto
2	Vistoria de Habite-se
3	Vistoria de Manutenção
4	Vistoria de Funcionamento
5	Parecer Técnico

▪ **Parecer:**

O parecer (situação do processo), identifica se o processo analisado encontra-se pendente, deferido ou indeferido pelo Corpo de Bombeiros.

Níveis	PARECER
1	Pendente
2	Deferido
3	Indeferido

Este módulo, não será utilizado para o estabelecimento das medidas de similaridade, somente existe para caracterizar e identificar o processo em si.

#### **4.2.2 - O Módulo de Identificação das NC**

Este módulo, é o mais importante do sistema proposto, pois ele será utilizado para o estabelecimento das medidas de similaridade, com a finalidade de recuperar os casos semelhantes armazenados na base de

casos. A modelagem deste módulo, segue a estrutura do RBC. As variáveis que compõem este módulo, são as seguintes:

▪ **Tipo de Ocupação:**

De acordo com o tipo de ocupação é determinada as medidas de segurança contra sinistros em edificações, conforme prescrito na norma, (SANTA CATARINA, NSCI, 1992, p.11-12).

Níveis	TIPO DE OCUPAÇÃO
1	Residencial
1	Comercial
1	Industrial
1	Mista
1	Pública
1	Escolar
1	Hospitalar/ Laboratorial
1	Garagens
1	De Reunião de Público
1	Edificações Especiais
1	Depósito de Inflamáveis
1	Depósito de Explosivos e Munições

▪ **Risco:**

Para efeito de determinação dos níveis de exigências de alguns dos sistemas de segurança contra sinistros em edificações, serão classificadas em função da ocupação, da localização e da carga de fogo, (SANTA CATARINA, NSCI, 1992, p. 23).

Níveis	RISCO
3	Elevado
2	Médio
1	Leve

▪ **Quanto à Natureza da NC:**

A natureza da não conformidade, determina de forma geral, o problema detectado no exame do projeto ou nas vistorias realizadas.

Níveis	NATUREZA DA NC
6	Estrutural
5	Temporal
4	Judicial
3	Política
2	Econômica
1	Estética

▪ **Quanto ao Projeto do Sistema Preventivo:**

O projeto deve ser constituído de plantas, memoriais e outros documentos que facilitem a instalação do SSE, (SANTA CATARINA, NSCI, 1992, p. 12-23).

Níveis	PROJETO DO SISTEMA PREVENTIVO
2	Inexistente
1	Não aprovado pelo Corpo de Bombeiros
0	Aprovado pelo Corpo de Bombeiros

▪ **Quanto à Idade da Edificação:**

Esta variável traz um dado, que é de grande importância para o Corpo de Bombeiros, pois sabemos que as edificações construídas num passado próximo, não dispunham de sistemas de segurança contra sinistros, conforme as normas vigentes. Diante disto, medidas alternativas devem ser providenciadas.

Níveis	IDADE DA EDIFICAÇÃO
3	Anterior a NSCI de 1987
2	Entre 1987 a 1991
1	De 1992 a atualidade

▪ **Quanto à Altura da Edificação:**

Quanto mais vertical for a edificação, maior é o tempo de fuga da população que se encontra no seu interior, esta condicionante é importante para que seja definido maior número de rotas de fuga possíveis.

Níveis	ALTURA DA EDIFICAÇÃO
7	H > 40 metros
6	De 30 à 40 metros
5	De 20 à 29 metros
4	De 15 à 19 metros
3	De 12 à 14 metros
2	De 6 à 11 metros
1	H < 6

▪ **Quanto à Área do Pavimento:**

A área do pavimento determinará a classificação do pavimento, com vistas as rotas de fuga das populações.

Níveis	ÁREA DO PAVIMENTO (m2)
5	Acima de 5.000
4	Entre 1.500 à 5.000
3	Entre 750 à 1499
2	Entre 500 à 749
1	Abaixo de 500

▪ **Quanto à População do Pavimento:**

A população dos pavimentos estão classificadas da seguinte forma: A fixa, as que residem nos pavimentos (pavimento residencial) e a flutuante, as que circulam nos pavimentos (pavimentos comerciais).

Níveis	POPULAÇÃO DO PAVIMENTO
2	Acima do fixado nas normas
1	Abaixo do fixado nas normas
0	De acordo com as normas

▪ **Quanto ao Caminhamento:**

Caminho contínuo, devidamente protegido, a ser percorrido pelo usuário, em caso de sinistro, de qualquer ponto da edificação até atingir a via pública ou espaço aberto protegido do incêndio, permitindo ainda fácil acesso de auxílio externo para o combate ao fogo e a retirada da população.

Níveis	CAMINHAMENTO
12	$C > 65$
11	De 65 à 55
10	De 50 à 54
9	De 45 à 49
8	De 40 à 44
7	De 35 à 49
6	De 30 à 34
5	De 25 à 29
4	De 20 à 24
3	De 15 à 19
2	De 10 à 14
1	$C < 10$

▪ **Iluminação de Emergência:**

É o conjunto de componentes e equipamentos que, em funcionamento, proporciona a iluminação suficiente e adequada para permitir a saída fácil e segura do público para o exterior, no caso de interrupção da

iluminação normal da rede elétrica, (SANTA CATARINA, NSCI, 1992, p.82-83).

Níveis	ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA
2	Inexistente
1	Em desconformidade com as normas
0	Em conformidade com as normas

▪ **Sistema de Alarme de Emergência:**

É composto por um conjunto de dispositivos, tais como: detectores automáticos, acionadores manuais, fonte de alimentação e indicadores sonoros. Todos estes deverão estar localizados em pontos estratégicos de fácil acesso e bem sinalizados, (SANTA CATARINA, NSCI, 1992, p. 92).

Níveis	SISTEMA DE ALARME DE INCÊNDIO
2	Inexistente
1	Em desconformidade com as normas
0	Em conformidade com as normas

▪ **Quanto ao Tipo de Escada:**

As escadas são destinadas as saídas de emergência e devem apresentar determinados requisitos, (SANTA CATARINA, NSCI, 1992, p. 60).

Níveis	TIPO DE ESCADA
2	Inexistente
1	Em desconformidade com as normas
0	Em conformidade com as normas

▪ **Quanto ao Número de Escadas:**

Esta variável é importante no que se refere as saídas de emergência das edificações, pois quanto mais escadas a edificação tiver, maior escoamento populacional terá a edificação, (SANTA CATARINA, NSCI, 1992, p. 60).

Níveis	NÚMERO DE ESCADAS
1	0
1	1
1	2
1	3
1	4

▪ **Quanto à Largura da Escada:**

Esta variável está associada aos condicionantes estruturais das edificações, conforme norma, (SANTA CATARINA, NSCI, 1992, p.62).

Níveis	LARGURA DA ESCADA
1	Inadequada
0	Adequada conforme a norma

▪ **Rampa:**

É obrigatório o uso de rampas principalmente em hospitais, pronto-socorros, casas de saúde e locais onde pessoas requerem cuidados especiais por limitações físicas ou mentais.

Níveis	RAMPA
2	Inexistente
1	Em desconformidade com as normas
0	Em conformidade com as normas

▪ **Quanto à Sinalização:**

A sinalização das rotas de saída permite indicar o caminho a ser seguido pela população para um local externo e seguro da edificação. Cada acesso e cada pavimento deverá apresentar indicações de saídas e o número do pavimento, (SANTA CATARINA, NSCI, 1992, p. 62).

Níveis	SINALIZAÇÃO
2	Inexistente
1	Em desconformidade com as normas
0	Em conformidade com as normas

▪ **Quanto ao Piso:**

As escadas deverão ter pisos incombustíveis e anti-derrapantes, conforme norma (SANTA CATARINA, NSCI, 1992, p.62).

Níveis	PISO
2	Inexistente
1	Em desconformidade com as normas
0	Em conformidade com as normas

▪ **Dimensionamento dos Degraus:**

Os degraus da escada devem obedecer o que preceituam as normas, (SANTA CATARINA, NSCI, 1992, p.63).

Níveis	DIMENSIONAMENTO DOS DEGRAUS
2	Inexistente
1	Em desconformidade com as normas
0	Em conformidade com as normas

▪ **Corrimão:**

Corrimão é um barra, cano ou pega similar, com superfície lisa, arredondada, contínua, localizada junto às paredes ou guardas de escadas, rampas ou passagens para as pessoas nelas se apoiarem ou subir, descer ou se deslocar. O corrimão deve ser contínuo, sem obstruções em seu

corpo, sem arestas vivas, com as extremidades voltadas para a parede e bem fixadas. Os corrimãos devem estar situados em ambos os lados da escada a uma altura entre 80 e 90 cm acima do nível do piso, (SANTA CATARINA, NSCI, 1992, p. 63).

Níveis	CORRIMÃO
2	Inexistente
1	Em desconformidade com as normas
0	Em conformidade com as normas

▪ **Guarda -corpo:**

Toda saída de emergência deve ser protegida de ambos os lados por paredes ou guarda-corpos contínuos, (SANTA CATARINA, NSCI, 1992, p. 62).

Níveis	GUARDA-CORPO
2	Inexistente
1	Em desconformidade com as normas
0	Em conformidade com as normas

▪ **Duto de Ventilação:**

É formado pelo duto de entrada de ar e/ ou pelo duto de saída de ar, a finalidade do primeiro duto é conduzir ar puro (coletado ao nível inferior da edificação) às escadas, antecâmeras ou acessos, mantendo-os ventilados e livres de fumaça, em caso de incêndio; já o duto de saída de ar, permite a saída de gases e fumaça para o ar livre, acima da edificação, (SANTA CATARINA, NSCI, 1992, p. 64).

Níveis	DUTO DE VENTILAÇÃO
2	Inexistente
1	Em desconformidade com as normas
0	Em conformidade com as normas

▪ **Solução:**

Com base nas não conformidades detectadas nos dispositivos e sistemas de saídas de emergência das edificações, o Corpo de Bombeiros emite um laudo técnico ao cliente (solicitante do serviço), para que o mesmo tome providências em corrigir tais problemas. Caso o problema seja incorrigível o Corpo de Bombeiros emitirá um parecer técnico sobre o caso apresentado.

As soluções encontradas para as NC serão descritas, a fim de caracterizar o problema, apontar a solução e os resultados obtidos. Sua descrição deverá seguir a estrutura citada acima, para que preencha os requisitos do RBC. Convém ressaltar que a tela de solução só aparecerá quando da identificação do *best match*, conforme item 2.4.3. A partir daí será realizada a adaptação para o problema de entrada no sistema.

Parecer Técnico: (...)

▪ **Nome do Técnico (analista):**

Nome do técnico, profissional do Corpo de Bombeiros, que analisou ou vistoriou a edificação.

Nome do profissional do Corpo de Bombeiros

### **4.2.3 - O Módulo de Consulta**

O módulo de consulta, é responsável por apresentar os resultados da recuperação dos casos armazenados na base de casos que apresentam medidas de similaridades com o caso de entrada. Este módulo trabalha com os algoritmos que determinam o grau de similaridade entre os casos. As informações apresentadas neste módulo são as seguintes:

- O tipo de processo;
- O número do processo;
- A data do processo;
- O tipo de ocupação da Edificação;

- A natureza da NC.

**Tipo do Processo:**

5	Parecer Técnico
---	-----------------

Nº Processo	Data Processo	Tipo Ocupação	Natureza NC
9999	99/99/9999	AAAAAAAAAA	AAAAAAAAAA
> > 8888	88/88/8888	BBBBBBBBBB B	BBBBBBBBBB

As informações são apresentadas ao usuário no formato de uma tabela, onde o usuário poderá selecionar um processo por vez, em busca da solução desenvolvida para cada um deles. Desta forma, o usuário poderá executar sucessivas consultas a cada processo, até encontrar a solução alvo.

#### 4.2.4 - O Módulo de Relatório

Este módulo apresentará os resultados do caso de entrada já adaptado. O resultado será obtido automaticamente, a partir das definições e escolha dos níveis parametrizados de cada variável analisada. Este relatório está dividido em quatro partes: a identificação do Processo, a identificação da Edificação, a identificação das NC e por último a descrição da solução (parecer técnico).

- As informações pertinentes a identificação do processo são:
  - Tipo do processo;
  - Número do processo;
  - Nome do solicitante (cliente);
  - Endereço do solicitante;
  - Telefone do solicitante;
  - Número de registro da edificação;
  - Situação do processo (situação).

- As informações pertinentes a Identificação da Edificação são:
  - Número de registro da edificação;
  - Nome da edificação;
  - Endereço da edificação (logradouro; número; bairro; cidade);
  - Tipo de ocupação;
  - Número de pavimentos;
  - Número de blocos;
  - Área em (m<sup>2</sup>);
  - Tipo de construção;
  - Situação;
  - Sistemas e Dispositivos de Prevenção Contra Incêndio;
  - Pessoa de contato;
  - Telefone contato.
  
- As informações pertinentes a identificação das NC são:
  - Natureza da NC;
  - Projeto sistema preventivo;
  - Idade da edificação;
  - Altura da Edificação;
  - Área do pavimento;
  - População do pavimento;
  - Caminhamento;
  - Iluminação de Emergência;
  - Sistema de alarme;
  - Escada
  - Número de escada(s);
  - Largura da escada;
  - Dimensionamento dos degraus;
  - Piso;
  - Corrimão;
  - Guarda-corpo;
  - Sinalização;
  - Duto de ventilação;
  - Rampa.
  
- A descrição da solução é o próprio parecer técnico elaborado pelo profissional do Corpo de Bombeiros que analisou o processo.

Após definidos os módulos do Sistema de Saídas de Emergência, daremos seqüência as etapas que envolvem o RBC, iniciando pela representação e estruturação da memória de casos.

### **4.3 – A Representação e a Estruturação da Memória de Casos**

Para representar os casos é necessário o conhecimento sobre o conteúdo e o contexto das experiências que são representadas nestes casos. O conhecimento do Sistema de Saídas de Emergência é originário da base de dados do sistema atual - “Controle Parecer Técnico”, agregado às experiências dos profissionais do Corpo de Bombeiros. A base de dados, nos oferece uma série de atributos <sup>12</sup> valorados que podem assumir diferentes funções, tais como: descrever o caso, indexar o caso para orientar a recuperação, descrever solução e armazenar informações sobre o resultado do uso do caso.

A análise da estrutura das soluções, foi pensada em termos legais, seguindo os padrões, as normas e resoluções vigentes, no tocante aos Sistemas e Dispositivos de Segurança Contra Sinistros das Edificações. Todos os cuidados como vocabulário de dados, tipos de informações, além de problemas de ordem semântica (problemas de parametrização dos atributos) foram pensados, enquanto representação do conhecimento que serão integrados aos casos de memória.

Diante deste contexto, passaremos a descrever como foi estruturado a memória de casos para utilização no sistema proposto.

---

<sup>12</sup> Atributos – Propriedade descritiva que se associa a um nome ou a uma expressão para descrever uma característica de itens de dados de um arquivo, (SUCESU, 1985, p.24).

### **4.3.1 – A Estruturação da Memória de Casos**

A abstração e o processo de resolução de NC se produz por meio da experiência e similaridades. Existem diferentes tipos de estruturas para armazenar a informação. Para o nosso sistema, escolhemos os Pacotes de Organização de Memória (POM's) como estrutura de memória.

#### **4.3.1.1 – Os Pacotes de Organização de Memória (POM's)**

Um POM é uma estrutura de memória, que armazena informação particular sobre NC detectadas nos sistemas e dispositivos de saídas de emergência das edificações. Os POM's representam generalizações ou conclusões de NC para cada situação. A estrutura dos casos das NC estão ligados a um POM e, são visíveis por suas diferenças. Em geral, três tipos de informação podem ser armazenadas nos POM's:

- Informação esperada: Os POM's contém um conjunto de informações esperadas de NC, que pode acontecer sob certas circunstâncias dentro dos mesmos;
- Informação estática: Este é o conhecimento de uma NC que descreve o que está acontecendo, quando um POM é ativado;
- Informação relacional: Esta inclui características de uma NC que ajuda a ligar um POM com outras estruturas da memória.

As estruturas que representam estas NC em domínios independentes são chamadas de “Pacotes de Organização de Memória (POM's)”. Os POM's são responsáveis por nossa habilidade nos seguintes aspectos:

- lembrar casos já resolvidos que ilustram NC específicas;
- lembrar casos passados pelas suas parametrizações;
- mostrar os casos e tirar conclusões;
- aprender informação de uma NC que será aplicada a outra; e
- diagnosticar e predizer o resultado de uma NC.

No processo de resolução de NC aplicado ao sistema de saídas de emergência, os POM's são utilizados para organizar os elementos estruturais que contém as características generalizadas (normas) de um conjunto das NC similares. Isto é necessário, porque as diferentes características de uma NC são indexadas para fornecer uma explicação causal particular, ao invés de usar a descrição de uma explicação causal de uma NC indexada em um POM para trazer as características que as geram.

A função do POM no nosso sistema está dividido em três etapas:

- O sistema usa os POM's para organizar NC nos diferentes módulos. Este utiliza-os para orientar o processo de aprendizagem de novos casos. Cada POM indica na sua estrutura de normas que eles organizam, quais características de uma situação são preditivas (as mais importantes) para um problema determinado. Cada POM armazena uma configuração causal particular, contendo uma informação geral e, os aspectos mais importantes de uma situação, com o objetivo que o sistema possa realizar seu trabalho;
- a segunda resposta à questão da funcionalidade de um POM é a indexação das NC. O sistema indexa as NC num POM e, estes relatam as respectivas características das NC. O diagnóstico de um problema descrito em um POM é usado para encontrar uma

NC que resolve este problema. Desta forma, os POM's mostram ao sistema um conjunto de NC análogos que ajudam a resolver problemas comuns. As diferentes NC indexadas num POM são similares na configuração causal do problema. Cada POM é usado para indexar os casos que tratam com os diferentes exemplos de uma situação causal simples. Assim, cada POM atua como um mecanismo de acesso que liga problemas correntes a casos análogos em memória, com a finalidade de avaliá-los;

- A última parte desta resposta está ligada a idéia básica de usar NC passadas para armazenar informações. No sistema, as NC armazenam um conjunto de informações que descrevem um problema. Os POM's têm uma grande importância na estrutura da memória de NC, ao armazenar informações relevantes na avaliação de uma situação.

No sistema, os POM's organizam um conjunto de características que indicam quais NC são preditivas (as mais importantes) e, como estas estão ligadas a um conjunto de NC passadas, enquanto produto da experiência. Os POM's têm a particularidade de organizar NC que podem avaliar uma situação comum.

Enquanto muitas destas funções poderiam ser implementadas dentro do uso de um POM, outros usam os POM's para descrever situações particulares causais e, para organizar inferências destas situações.

O ganho funcional no uso de um POM é a forma de organizar as estruturas que identificam um conjunto de NC. As NC definidas no nosso sistema, encontram-se organizadas na estrutura de memória, da seguinte forma; conforme apresentado no quadro 1:

QUADRO 1 – Estruturação da Memória de Casos que compõem o Sistema de Saídas de Emergência

<b>Estrutura relativa a Edificação</b>
▪ <b>Tipo de Ocupação</b>
▪ <b>Risco</b>
▪ <b>Quanto à Natureza da NC</b>
▪ <b>Quanto ao Projeto do Sistema Preventivo</b>
▪ <b>Quanto à Idade da Edificação</b>
▪ <b>Quanto à Altura da Edificação</b>
<b>Estrutura relativa ao Pavimento</b>
▪ <b>Quanto à Área do Pavimento</b>
▪ <b>Quanto à População do Pavimento</b>
▪ <b>Quanto ao Caminhamento</b>
▪ <b>Iluminação de Emergência</b>
▪ <b>Sistema de Alarme de Emergência</b>
<b>Estrutura relativa a Escada</b>
▪ <b>Quanto ao Tipo de Escada</b>
▪ <b>Quanto ao Número de Escadas</b>
▪ <b>Quanto à Largura da Escada</b>
▪ <b>Rampa</b>
▪ <b>Quanto à Sinalização</b>
▪ <b>Quanto ao Piso</b>
▪ <b>Dimensionamento dos Degraus</b>
▪ <b>Corrimão</b>
▪ <b>Guarda-corpo</b>
▪ <b>Duto de Ventilação</b>

Fonte: Norma de Segurança Contra Incêndio, SANTA CATARINA (NSCI, 1992), adaptado por João Ricardo Busi da Silva, 1999.

A estrutura acima apresentada, além de definir como o POM encontra-se organizado, define também a ordem seqüencial das variáveis de NC envolvidas no sistema. Isto permite, não somente um ganho funcional para o desempenho do sistema, mas também, facilita a estruturação do algoritmo para a recuperação dos casos.



#### **4.3.1.2 – A Memória dos Casos**

Definir uma memória significa preencher dois requisitos: os fatos a serem armazenados e, a sua organização, isto é, como serão indexados e pesquisados para posterior uso. O vocabulário usado para armazená-los e a máquina de inferência usada para encontrá-los.

Um caso na memória do sistema é indexado pelo menos por suas características. As características descrevem um fato, e sua solução. As características são indexadas pelos fatos que determinam suas utilidades. Para um caso na memória, isto significa, quais são as características que o caso satisfaz. Neste sentido, o sistema usa várias memórias implementadas.

No modelo proposto, as diferentes memórias são colocadas em estruturas independentes. Uma memória é um conjunto de informações agrupadas dentro de um POM e dentro deste se identifica um conjunto de casos.

Todas as memórias dinâmicas do sistema respondem por suas características. Assim, uma NC pode proporcionar informação para reconhecer uma situação, produzir uma explicação e fazer seu diagnóstico. Cada regra tem três elementos: o nome da característica, o valor da característica e, o número de casos indexados que ligam esta característica neste POM.

O mais importante recurso do sistema é sua memória de NC passadas. Ao construir uma NC na memória, duas considerações são importantes: a forma como os objetos são armazenados e o vocabulário usado para seu armazenamento. Neste sentido, os objetos armazenados são casos específicos e, o vocabulário usado para indexá-los é extraído de suas características e, dos problemas que eles evitam.

Armazenar NC de circunstâncias específicas é melhor que armazenar versões generalizadas de situações na memória. A generalização é, justamente o nível das características usadas para indexar melhor os casos. Assim estes podem ser recuperados para serem usados em situações onde eles, parcialmente ou totalmente, satisfazem as características da situação apresentada. Isto significa, que o sistema pode trazer NC, usá-los, modificá-los, armazená-los para voltar a usá-los em outras situações similares.

Passaremos a descrever a seguir, como foi estruturado a base de casos e seus índices, com o objetivo de caminharmos para a modelagem do sistema proposto.

#### **4.4 – A Base de Casos**

A base de casos foi criada e estruturada, de maneira semelhante a base de dados do sistema atual – “Controle Parecer Técnico”. A razão de sua criação, prende-se ao fato de que a base de dados existente do sistema atual - “Controle Parecer Técnico”, não se encontra estruturada de forma a permitir a recuperação de experiências descritas nos pareceres técnicos, que contêm o conhecimento, para serem reutilizadas no intuito de resolver problemas dos atuais casos (LEE, 1996).

Para resolver este problema, adotamos uma solução transparente aos olhos dos usuários do sistema, ver figura 6, que permitirá aos mesmos, continuar utilizando os dados do atual sistema “Controle Parecer Técnico” associados a uma nova estrutura de dados, denominada de “base de casos”. A base de casos é a estrutura usada para armazenar

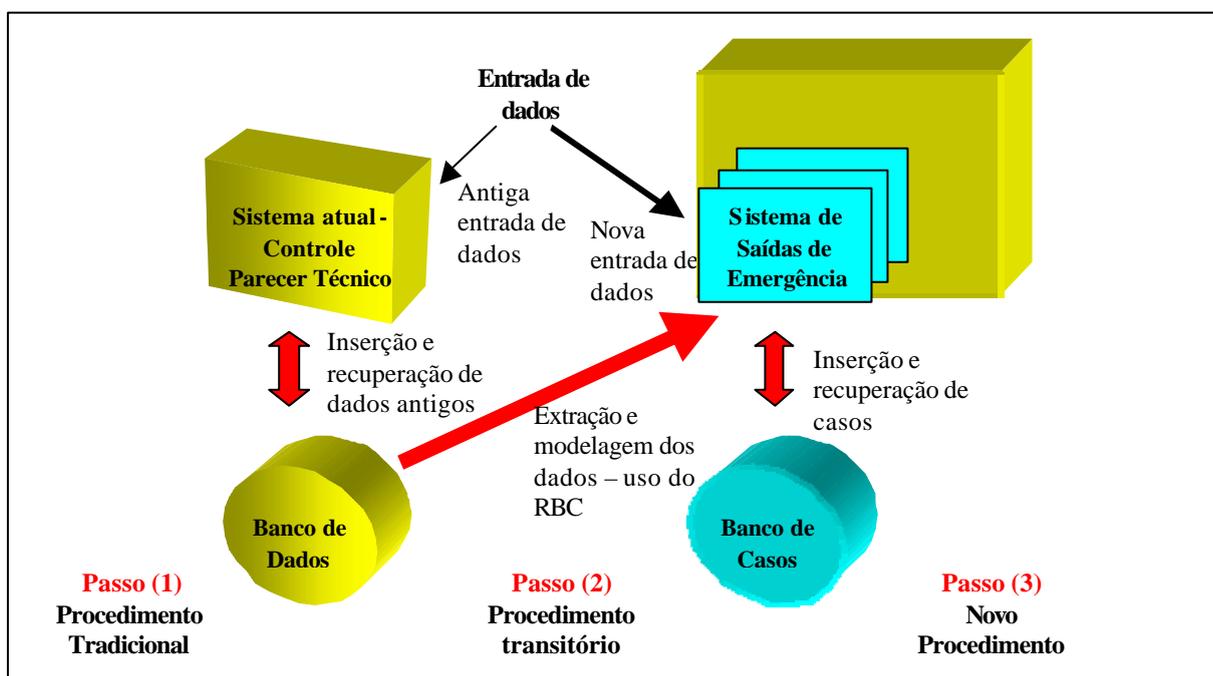
os casos em um sistema RBC. Como visto no capítulo II, o caso é composto de duas partes principais:

- a lição ou lições que ele ensina;
- contexto no qual esta lição pode ser ensinada (os índices).

Logo, a estrutura de uma base de casos é que suporta o registro destas informações, possibilitando que sejam mais tarde correta e rapidamente recuperadas.

As bases de casos, por sua vez, podem usufruir das vantagens de flexibilidade de pesquisa, compartilhamento e gerenciamento de dados usando os bancos de dados, como forma de representar o conhecimento e a experiência contidos nos casos.

FIGURA 6 – A base de dados x A base de casos.



Fonte: Sistema atual “Controle Parecer Técnico”, adaptado por João Ricardo Busi da Silva, para o Sistema de Saídas de Emergências, 1999.

De acordo com a figura acima, observamos os passos necessários para a migração e utilização dos dados, da base de dados para a base de casos:

- Passo (1) - Procedimento Tradicional: É a forma como ocorre a inserção dos dados no atual Sistema “Controle Parecer Técnico”. O registro dos dados referentes aos processos, edificações, e descrição da solução (parecer técnico), obedece a um padrão previamente definido no atual sistema, que é simplesmente o registro, a consulta e a emissão de relatórios. Não pretendemos alterar este procedimento, pois ele existirá enquanto todos os subsistemas de Segurança Contra Sinistros das Edificações - SSCSE, não estiverem prontos. No entanto, percebemos os problemas da atual base de dados, fato este, que nos levou a estruturação da base de casos;
- Passo (2) - Procedimento Transitório: Esta etapa foi idealizada com o propósito de atender a uma situação emergencial, que consiste em aproveitar todos os dados armazenados na base de dados na forma como encontrados no sistema atual “Controle Parecer Técnico”. Neste sentido, modelamos e construímos com base nas técnicas do RBC, uma nova estrutura de dados denominada base de casos, bem como, desenvolvemos um sistema inteligente, capaz de extrair e tratar os dados contidos na base de dados, para serem armazenados na base de casos. É certo que esta etapa, exigirá dos profissionais do Corpo de Bombeiros, um maior empenho, visto que, cada registro da base de dados

precisa ser tratado, antes de ser armazenado na base de casos. Contudo, este esforço não será em vão, pois este trabalho realizado, eliminará etapas subsequentes.

- Passo (3) - Novo Procedimento: Trata-se da modelagem e construção da base de casos do SSE, com o propósito de armazenar casos oriundos da base de casos, utilizando-se dos fundamentos do RBC. A entrada de dados neste sistema, é modelada de forma a recuperar informações de casos similares na base de casos, permitindo assim, aos profissionais do Corpo de Bombeiros analisar através de seus conhecimentos, quais destes casos, mais assemelham-se ao caso atual. Permitindo-lhes assim a emissão de pareceres técnicos sobre as NC detectadas nos sistemas de saídas de emergência das edificações, fundamentadas em experiências já realizadas.

A solução dada a estrutura de dados do Sistema de Saídas de Emergência, certamente é a que melhor se adequa a situação apresentada. Esta solução associada a modelagem do sistema, utilizando-se dos princípios do RBC, atenderá de imediato as necessidades dos profissionais do Corpo de Bombeiros.

#### **4.4.1 – A Estrutura da Base de Casos**

O conhecimento necessário para estruturação da base de casos originou-se através da análise da base de dados do sistema atual –

“Controle Parecer Técnico”. A experiência adquirida, na fase de análise, agregada ao conhecimento transmitido pelos profissionais do Corpo de Bombeiros, facilitou a definição e a estruturação das bases, conforme podemos verificar nos quadros a seguir:

QUADRO 2 – Entidade Edificação

<b>Edificação:</b> Esta entidade armazena os dados das edificações. Os dados aqui armazenados permitem ao Corpo de Bombeiros manter um controle preventivo sobre cada edificações.			
<b>Nome do Campo</b>	<b>Tipo de Dados</b>	<b>Tamanho</b>	<b>Descrição dos Campos</b>
<b>RE</b>	Numérico	8	Registro da Edificação
Nome_Edificação	Texto	45	Nome da Edificação
Logradouro	Texto	45	Nome do Logradouro
Bairro	Texto	25	Nome do Bairro
Município	Texto	25	Nome do Município
Complemento	Texto	30	Complemento do Logradouro
Tipo_Ocupação	Texto	25	Tipo de Ocupação (acessa tabela)
Tipo_Construção	Texto	25	Tipo de Construção (acessa tabela)
Risco	Texto	25	Risco da Edificação (acessa tabela)
Nº_Pavimentos	Numérico	3	Número de Pavimentos
Nº_Blocos	Numérico	2	Número de Blocos
Área	Numérico	10,2	Área em metros quadrados
Situação	Texto	25	Situação da Edificação (acessa tabela)
SPE	Texto	1	Sistema Preventivo por Extintor
SHP	Texto	1	Sistema Hidráulico Preventivo
GCC	Texto	1	Gás Central Canalizado
SE	Texto	1	Saídas de Emergência
SHA	Texto	1	Sistema Hidráulico Automático
DAC	Texto	1	Dispositivo de Acoragem de Cabos
SA	Texto	1	Sistema de Alarme
IE	Texto	1	Iluminação de Emergência
SAL	Texto	1	Sinalização de Abandono do Local
LRA	Texto	1	Local de Resgate Aéreo
PDA	Texto	1	Proteção Contra Descargas Atmosf.
Pessoa_contato	Texto	35	Nome da Pessoa para Contato
Endereço	Texto	45	Endereço de Contato
Telefones	Texto	30	Telefones para Contato
Tipo_Processo	Texto	25	Tipo de Processo (acessa tabela)
Nº_Processo	Numérico	8	Número do Processo
■ - Atributo(s)-chave		Tamanho em (KB): 0,447	Volume de Dados Previsto em (KB): 3.932

Fonte: Sistema Saídas de Emergência – CAT, 1999.

QUADRO 3 – Entidade Processo

**Processo:** Esta entidade armazena os dados dos processos referentes a cada parecer técnico realizado nas edificações. Os dados aqui armazenados permitem ao Corpo de Bombeiros manter um controle sobre as edificações no que se refere aos sistemas de Segurança contra sinistros em Edificações..

Nome do Campo	Tipo de Dados	Tamanho	Descrição dos Campos	
<b>Tipo_Processo</b>	Texto	25	Tipo do Processo (acessa tabela)	
<b>Nº_Processo</b>	Numérico	8	Número do Processo	
Data	Data	8	Data do Processo	
Solicitante	Texto	30	Solicitante do Processo	
Telefone	Texto	20	Telefone de Contato	
Vistoriador	Texto	30	Nome do Vistoriador	
Situação	Numérico	1	Situação do Processo (Parecer)	
RE	Numérico	8	Registro da Edificação	
■ - Atributo(s)-chave		Tamanho em (KB): 0,130	Volume de Dados Previsto em (KB): 1.682	<b>2</b>

Fonte: Sistema Saídas de Emergência – CAT, 1999.

#### QUADRO 4 – Entidade NC-Saídas de Emergência

**NC-Saídas de Emergência:** Esta entidade armazena os dados referentes as não conformidades detectadas nos dispositivos e sistemas de saídas de emergência das edificações. Os dados aqui armazenados permitem ao Corpo de Bombeiros manter uma fiscalização sobre as edificações no que se refere aos sistemas preventivos existentes.

Nome do Campo	Tipo de Dados	Tamanho	Descrição dos Campos	
<b>Tipo_Processo</b>	Texto	25	Tipo do Processo (acessa tabela)	
<b>Nº_Processo</b>	Numérico	8	Número do Processo	
Tipo_Ocupação	Texto	25	Tipo de Ocupação (acessa tabela)	
Risco	Texto	25	Risco da Edificação (acessa tabela)	
Natureza_NC	Texto	15	Natureza da Não Conformidade	
Projeto_SP	Texto	40	Projeto do Sistema Preventivo	
Idade_Edificação	Texto	25	Idade da Edificação	
Altura_Edificação	Texto	25	Altura da Edificação	
Área_Pvto	Texto	25	Área do Pavimento	
População_Pvto	Texto	30	População do Pavimento	
Caminhamento	Texto	70	Caminhamento	
Iluminação_EM	Texto	30	Iluminação de Emergência	
Sistema_Alarme	Texto	30	Sistema de Alarme de Emergência	
Tipo_Escada	Texto	30	Tipo de Escada	
Nº_Escada	Texto	25	Número de Escadas	
Largura	Texto	15	Largura da Escada	
Rampa	Texto	30	Rampa	
Sinalização	Texto	30	Sinalização	
Piso	Texto	15	Piso	
Dimensionamento	Texto	35	Dimensionamento	
Corrimão	Texto	40	Corrimão	
Guarda_Corpo	Texto	25	Guarda-Corpo	
Duto_Ventilação	Texto	25	Duto de Ventilação	
Nome_Técnico	Texto	30	Nome do Técnico (analista)	
Parecer técnico	Memo	Fixo	Descrição – Parecer Técnico (solução)	
■ - Atributo(s)-chave		Tamanho em (KB): 0,673	Volume de Dados Previsto em (KB): 6.747	<b>3</b>

Fonte: Sistema Saídas de Emergência – CAT, 1999.

É importante aqui salientarmos que a fase de estruturação das bases, requer o máximo de cuidado no que se refere a sua elaboração. Definir os atributos e suas características, bem como, dimensionar estas estruturas, não é tarefa muito fácil, devemos estar atentos para não cometermos erros que poderão ocasionar problemas futuros, pois estas mesmas estruturas serão utilizadas pelos módulos que compõem o Sistema de Saídas de Emergência.

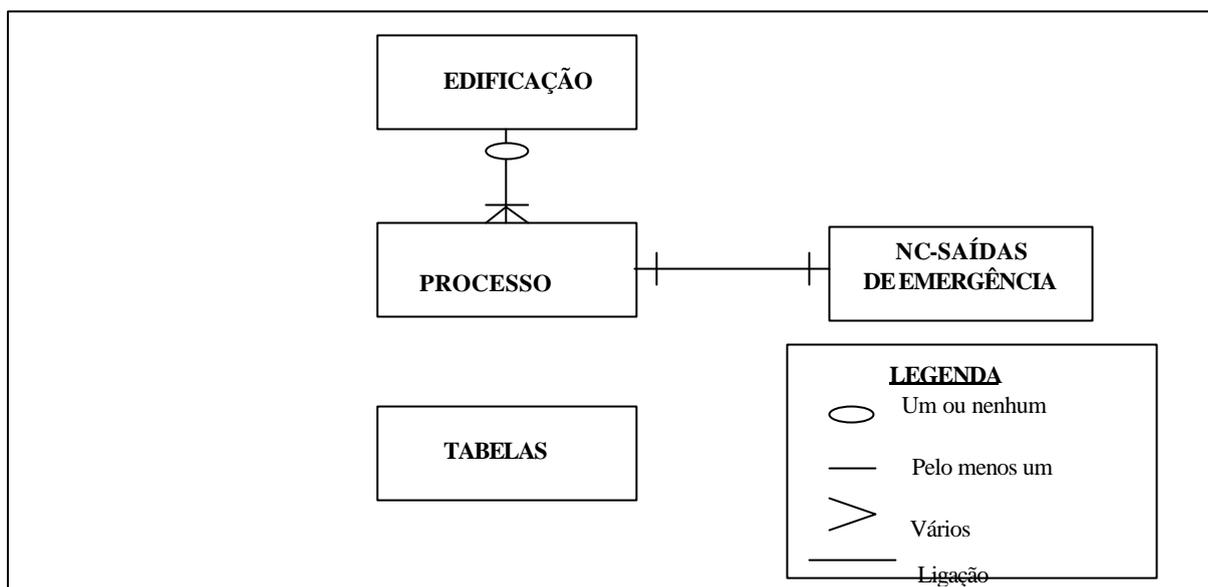
#### **4.4.2 – O Diagrama de Entidades e Relacionamentos do SSE**

As entidades <sup>13</sup> do SSE encontram-se dispostas num mesmo ambiente, de forma estruturada, compondo assim, uma base de dados especializada, com a finalidade de armazenar os dados sobre a edificação, processo, NC dos sistemas de saídas de emergência e tabelas, conforme figura 7. O grau de interação entre tais entidades, está intrinsecamente associada aos atributos comuns existentes entre elas, o que nos permite definir relações de associação para facilitar a recuperação dos dados existentes.

---

<sup>13</sup> Entidade – O mesmo que arquivo, ou seja, conjunto organizado de elementos diferentes que têm características comuns, (SUCESU, 1985, p.165).

FIGURA 7 – Diagrama de Entidades x Relacionamentos do SSE



Fonte: Análise Estruturada de Dados de MARTIN (1991), organizado por João Ricardo Busi da Silva, 1999.

Podemos descrever o relacionamento entre as entidades apresentadas na figura anterior, da seguinte forma:

- **Processo x NC-Saídas de Emergência:** Um processo está associado obrigatoriamente a NC-Saídas de Emergência, e vice-versa, denominamos esta relação de um para um (1:1);
- **Processo x Edificação:** Um processo contém uma ou nenhuma edificação, relação um para um (1:1) ou nenhum;
- **Edificação x Processo:** Uma edificação contém vários ou pelo menos um processo, relação um para um (1:1) ou um para vários (1:N).

A definição das citadas entidades e seus relacionamentos, condicionam ao sistema um meio eficaz para armazenamento e recuperação dos dados.

#### **4.4.3 – A Definição dos Índices**

Após termos definido a base de casos, sua estrutura e seus relacionamentos, iremos definir agora neste item, os atributos que melhor representam o caso (o registro). Estes atributos valorados, identificam um caso dentre vários e são conhecidos como atributos-chave <sup>14</sup>. A seguir, definiremos tais atributos, conforme as entidades já estruturadas.

- **Entidade EDIFICAÇÃO:**

- Índice: **Registro da Edificação (RE)**, este atributo-chave identifica um único registro armazenado na entidade edificação. Este tipo de atributo-chave valorado, constitui a chave principal do registro, ou seja, a única chave que identifica um registro, denominada também de chave simples.

- **Entidade PROCESSO:**

- Índice: **Tipo de Processo**, este atributo-chave compõe a primeira parte do índice que permitirá a identificação de um registro na entidade processo. Este atributo-chave utilizado individualmente, identificará vários registros da entidade processo, referentes a consultada realizada (atributo-chave valorado);

- Índice: **Número do Processo**, trata-se do segundo atributo-chave que associado ao primeiro (atributo-chave Tipo de Processo), identifica um único registro armazenado na entidade processo.

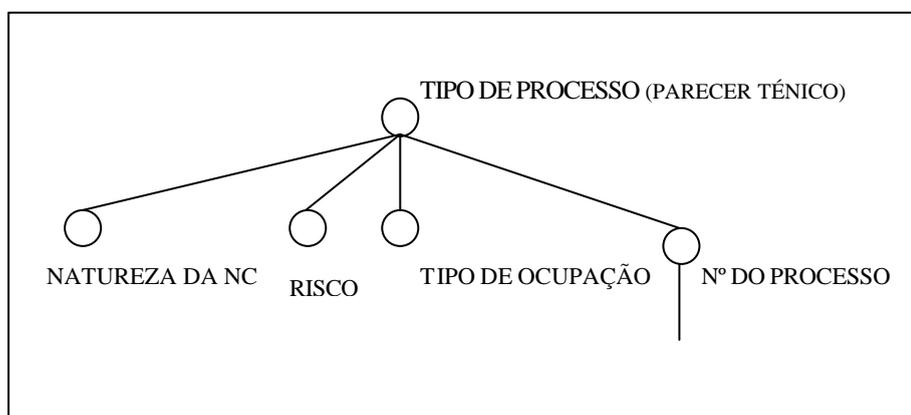
Estes dois atributos-chave associados e valorados, são responsáveis pela identificação de um único registro na entidade processo, a esta associação ou composição de atributos-chave, denominamos de chave composta.

---

<sup>14</sup> Atributo(s)-chave: Índice ou conjunto de índices que caracterizam ou identificam um registro dentro de um arquivo, (SUCESU, 1985, p.200).

- **Entidade NC-SAÍDAS DE EMERGÊNCIA:**
  - Índice: **Tipo de Processo**, este atributo-chave compõe a primeira parte do índice que permitirá a identificação de um registro na entidade saída de emergência. Este atributo-chave utilizado individualmente, identificará vários registros da entidade saídas de emergência, referentes a consulta realizada (atributo-chave valorado);
  - Índice: **Número do Processo**, trata-se do segundo atributo-chave que associado ao primeiro (atributo-chave Tipo de Processo), identifica um único registro armazenado na entidade saídas de emergência.
- **Outros Níveis de Índices da Entidade NC-SAÍDAS DE EMERGÊNCIA:**
  - Índice: **Tipo de Ocupação**, trata-se de um atributo-chave que associado ao atributo-chave tipo de processo, identifica vários registros conforme o tipo de ocupação informada.
  - Índice: **Risco**, trata-se de um atributo-chave que associado ao atributo-chave tipo de processo, identifica vários registros conforme o risco informado.
  - Índice: **Natureza da NC**, trata-se de um atributo-chave que associado ao atributo-chave tipo de processo, identifica vários registros conforme a natureza da NC informada.

FIGURA 8 – Níveis de Índices do Sistema de Saídas de Emergência



Fonte: WATSON (1997) , adaptado por João Ricardo Busi da Silva,  
para o Sistema Saídas de Emergência, 1999.

A definição e a estruturação dos índices descritos acima é de fundamental importância para o armazenamento e a recuperação de soluções futuras.

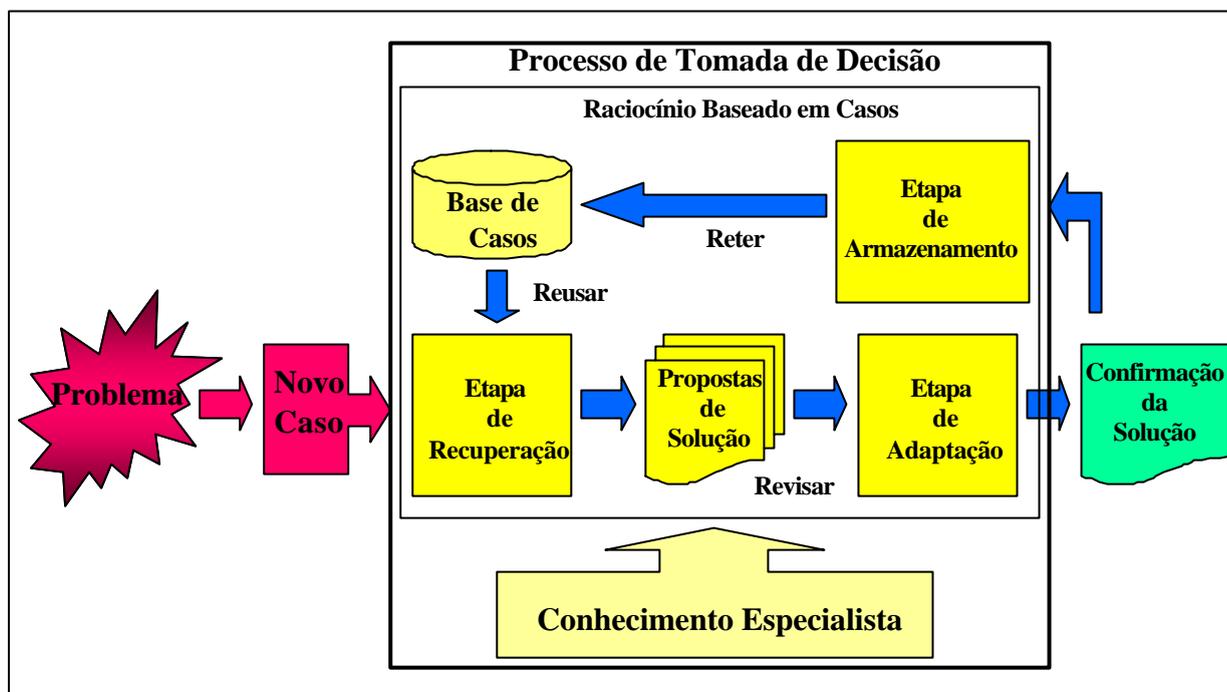
Através destes índices reduz-se sensivelmente o universo de acesso a base de casos, obtendo o desempenho desejado no sistema. Passaremos agora a descrever o modelo propriamente dito detalhando suas etapas.

#### **4.5 – O Modelo e suas Etapas**

Quando identificamos as NC, detectamos também, seu problema de estruturação, soluções encontradas e resultados alcançados de forma parametrizada. A parametrização é fundamental nestes casos, pelo fato de necessitarmos das medidas de similaridade, para fazer o processo de recuperação da solução-alvo. Neste sentido, o processo de identificação das NC usa a informação armazenada, fazendo com que o algoritmo encontre e modifique os casos passados, antes de definir parâmetros para o caso atual.

A configuração básica deste modelo, detalha as etapas do Raciocínio Baseado em Casos. Nosso modelo seguirá a estrutura proposta por WATSON (1997), conforme a figura 9.

**FIGURA 9 – O Modelo do Sistema de Saídas de Emergências Utilizando RBC**



Fonte: De WATSON (1997), adaptado por João Ricardo Busi da Silva, 1999

As etapas do Raciocínio Baseado em Casos aplicadas ao Sistema de Saídas de Emergência, são:

- A etapa de recuperação dos casos;
- A etapa de adaptação dos casos;
- A etapa de armazenamento dos casos.

Cada etapa procurará integrar a estrutura do sistema proposto, com o algoritmo do Raciocínio Baseado em Casos.



### 4.5.1 – A Etapa de Recuperação dos Casos

A recuperação dos casos, já definidos no item 2.4.3, dividem-se basicamente em duas etapas: os métodos de busca e as medidas de similaridade.

- Os Métodos de Busca, são utilizados para reduzir o espaço de busca das NC similares na memória de casos. Para o sistema em questão, o método de busca escolhido é a busca orientada. Esta escolha foi feita em decorrência da estrutura do nosso sistema estar organizada em módulos, que podem ser agrupados, ou agregados aditivamente aos somatórios dos diversos módulos, com vistas a identificação do *best match*, conforme item 2.4.3. A busca inicial começa pelo tipo de informação que o usuário do sistema pretende, ou seja, se a solução está no tipo de processo a ser analisado ou não. Isto pode ser verificado, quando o tipo de processo (parecer técnico) é acionado para fazer a busca da solução-alvo. A critério do usuário do sistema, poderão ser realizadas as seguintes consultas de forma composta:
  - **Busca Orientada I** - Completa: Tipo de Processo + Tipo de Ocupação + Risco + Natureza das NC. Neste tipo de consulta os resultados são completos e, necessitam da integração de todas as etapas.
  - **Busca Orientada II** – Tipo de Processo: NC

Neste tipo de consulta a identificação da NC é indexada pelo tipo de processo a ser analisado pelos profissionais do Corpo de Bombeiros.

- **Busca Orientada III** - NC: NC

Neste tipo de consulta a identificação da NC é independente do tipo de processo.

Pelo fato de existirem três formas de buscas orientadas, não é possível que se tenha um algoritmo resultante de todo o modelo. Existem sim, algoritmos específicos e orientados para cada tipo de busca orientada pelo usuário.

- A Medida de Similaridade, é uma função que define a distância entre dois pontos numa reta. Um dos pontos na reta é a solução do caso de entrada. O outro ponto é o próprio caso de entrada. Os *clusters*<sup>15</sup> em torno de alguns pontos na reta, configuram um conjunto de soluções similares. A medida de similaridade tem por objetivo, estabelecer filtros de significância, a medida que, vamos apurando as soluções mais próximas das necessidades do usuário. Para estabelecermos a medida de similaridade do sistema, valoram-se todas as categorias que seriam utilizadas para a constatação *do best match*, conforme item 2.4.3. Como a recuperação dos casos é uma ação conjunta entre os métodos de busca e, as medidas de similaridade, o algoritmo da recuperação

<sup>15</sup> *Clusters* – Agrupamentos, ou conjunto de pontos (casos), concentrados geograficamente, (HOUAISS, 1987).

da solução-alvo para o nosso sistema, considerando a Busca Orientada I - Completa é o seguinte:

- A primeira parte é a identificação do processo através de sua tipificação. O objetivo do módulo de identificação é a caracterização do processo a ser analisado pelos usuários do sistema;
- Com relação ao processo poderão ser tomadas as seguintes direções:
  - Como o sistema possui uma base de casos, a mesma pode ser disponibilizada para consulta, via rede local – *LAN* ou rede ampla – *WAN (INTERNET)*;
  - Capacitar os usuários do sistema (profissionais do Corpo de Bombeiros) a recuperarem e adaptarem casos do sistema, sem a etapa de armazenamento, que prescindirá de uma avaliação dos analistas que fazem a manutenção do mesmo. Neste caso, deverão ser criadas rotinas para avaliação das consultas realizadas;
  - Considerando o volume de informações e a frequência de acessos (consultas), que um sistema desta natureza gera, acreditamos que a melhor opção seria:
    - treinar equipes de usuários, criando regras de segurança no sistema;
    - receber e realizar as consultas mantendo a integridade do sistema.
- A natureza da não conformidade é um dos atributos-chave para a descoberta da identificação da NC alvo. Para que não haja repetições, será criado um dicionário de dados, para a identificação da natureza da não conformidade. Com relação a natureza da não conformidade, deverá ser colocado o mais

expressivo, ou aquele que está exercendo pressão sobre o processo;

- A descrição da solução adotada no processo deverá seguir a seguinte orientação semântica: descrição da NC, solução encontrada e resultados obtidos. Todas as informações descritas deverão observar as categorias do módulo de identificação das NC. Nesta etapa não haverá necessidade de parametrização. Esta atividade será realizada em cada um dos atributos analisados, para fins de estabelecimento das medidas de similaridade;
- O somatório dos pontos de cada parâmetro analisado, será o valor agregado utilizado para o estabelecimento das medidas de similaridade. O tipo de processo e a natureza da não conformidade serão os outros atributos indexadores, para identificação das NC;
- Toda avaliação parametrizada nas telas de apresentação, quando selecionada, será remetida imediatamente para as posições de definição do relatório de NC detectadas nos sistemas e dispositivos das saídas de emergência;
- Quando o usuário do sistema escolher um dos níveis numéricos correspondentes a cada parâmetro analisado, o sistema deverá ativar seu significado na posição de definição de cada parâmetro na descrição da NC;
- Cada consulta de NC feita à base de casos, resultará em um ou mais casos, similares ao caso de NC de entrada. Os casos selecionados pelo usuário, permanecerá temporariamente na memória até ser adaptado, e novamente armazenado como um novo caso na base de casos;

- A NC recuperada deverá permanecer intacta na memória e sua utilização para resolução de outra NC, não prescinde de sua alteração. Para isto, existirá a adaptação;
- Para flexibilizar a busca das NC deverá ser deixada a possibilidade de uma margem de 5% para mais/menos, caso a solução ótima não seja atendida. Esta regra deverá ser ativada, após o estabelecimento da medida de similaridade, caso numa primeira parte, não seja encontrada uma solução inicial;
- Deverá ser criada a possibilidade de impressão de cada NC de entrada, bem como, a NC adaptada, em forma de documento que possa ser armazenada para futuras pesquisas. Todas as NC deverão estar datadas e indicar o usuário que fez a consulta;
- Deverá também ser criada a possibilidade de impressão de relatórios de NC por data, tipo do processo, número do processo, natureza da não conformidade, registro da edificação e município;

Assim, a primeira forma de busca no módulo de identificação de NC é o tipo de processo, seguido das medidas de similaridade que irão pontuar a solução mais próxima da NC de entrada.

#### **4.5.2– A Etapa de Adaptação dos Casos**

Os casos poderão ser adaptados, de duas maneiras, conforme vimos no item 2.4.4:

- Quando a NC recuperada preencher completamente as necessidades da NC de entrada. Neste caso, somente os dados de identificação do processo deverão ser mudados. Quando falamos em preencher completamente as necessidades da NC de entrada, significa dizer que todos os módulos pesquisados são compatíveis;
- Quando a NC recuperada não preencher os requisitos da NC de entrada. Neste caso será necessário estabelecer regras para se fazer adaptações. Em nosso sistema, acreditamos que não há necessidade de estabelecer regras para se fazer as adaptações, tendo em vista a NC estar embasada nas Normas de Segurança Contra Sinistros em Edificações e no conhecimento especialista dos profissionais do Corpo de Bombeiros.

As adaptações realizadas nos diferentes módulos, também deverão constar das posições de definição de cada parâmetro no relatório de NC automaticamente, após sua validação.

Após a etapa de adaptação, deverão ser estabelecidas as rotinas para reparação dos casos. O caso reparado é o caso pronto para ser armazenado e, ser recuperado para novas consultas e avaliações. Para que o caso reparado esteja completo é necessário:

- O desenvolvimento de um vocabulário de descrição das falhas encontradas nos processos de adaptação;
- As estratégias de adaptação utilizadas;
- Uma descrição detalhada das falhas nos casos adaptados;
- Identificar porque os casos recuperados falharam em seus objetivos de satisfação do usuário.

Todas as etapas citadas anteriormente devem constituir memórias acessórias especializadas com estes tipos de informações, com objetivos de previsão, quando de uma nova consulta. Nesta perspectiva, as etapas descritas anteriormente deverão estar indexadas pelo tipo de processo e pela natureza da NC. Assim, toda vez que o usuário iniciar nova consulta, deverão ser acionados a rotina reparação, indicando os problemas já encontrados, nos casos similares, evitando repetir buscas sob determinadas condições não satisfatórias.

A atividade de reparação é descrita como um processo de identificação dos atributos na qual aparece a NC tratada. O modelo geral das NC é baseado em três mecanismos sucessivos: a abstração dos dados, a aplicação de regras e, o refinamento da informação. O domínio da validade desta concepção, fica às vezes limitado em áreas que existe uma categorização de problemas. Nas situações onde esta condição não é verificada, a atividade de diagnóstico não pode ser colocada como uma simples atividade de classificação.

Neste sentido, o sistema em questão apresenta um diferencial de desempenho, ao proporcionar ao usuário a possibilidade de estabelecer correlações, com consultas já realizadas, problemas encontrados por outras unidades do Corpo de Bombeiros, na análise dos processos que envolvem os sistemas e dispositivos de saídas de emergência.

#### **4.5.3 - A Etapa de Armazenamento dos Casos**

O armazenamento dos casos é a etapa final do processo do Raciocínio Baseado em Casos. O armazenamento só poderá ser realizado, após a estruturação das rotinas de recuperação.

Para efeito de validação do sistema, deverão ser armazenados:

- caso de entrada no sistema, caso não seja encontrado nenhum similar na base de casos;
- caso de entrada adaptado a partir do caso recuperado;
- vocabulário de descrição das falhas encontradas nos processos de adaptação;
  - As estratégias de adaptação utilizadas;
  - A descrição detalhada das falhas nos casos adaptados.

O sistema armazena cada caso resolvido e, sua solução na memória de casos para posteriormente usá-los na resolução de problemas. Novos casos são armazenados na memória indexada, que descrevem um caso e suas soluções.

As NC possuem estruturas no sistema que são usadas para armazenar as informações, em termos de suas características. Os casos são recuperados e armazenados por suas características.

No que concerne as características, os casos são recuperados usando seus estados evidentes. Eles são armazenados usando suas características causais, generalizadas depois que uma explicação causal para o caso é determinada. Um caso é indexado na memória pelas características que lhe identificam. O sistema indexa os casos por suas características.

Para colocar novos casos em memória, a etapa de armazenamento necessita indexá-los pelas mesmas características que a etapa de recuperação usa para encontrá-los: as características que identificam o caso e suas soluções apropriadas.

## 4.6 – O Sistema Saídas de Emergência (SSE)

O Sistema Saídas de Emergência é o produto final, resultante da sistematização das informações fornecidas pelo Corpo de Bombeiros e da aplicação das técnicas do RBC. Este sistema computacional, representa um dos módulos do Sistema de Segurança Contra Sinistros em Edificações. Este módulo ou subsistema, tem como finalidade armazenar e recuperar as NC detectadas nos sistemas e dispositivos das saídas de emergência das edificações, com o intuito de atender as necessidades apontadas pelos profissionais do Corpo de Bombeiros.

O SSE, foi concebido dentro dos padrões tecnológicos disponíveis na Corporação – PMSC, tais como: banco de dados relacional – *Caché*; linguagem de programação orientada ao objeto – *Visual Basic*; e interfaces com ambientes de rede tipo *WAN* e *LAN*. Consideramos também, no desenvolvimento do sistema, os aspectos ergonômicos do *Software*<sup>16</sup>, o qual, encontra-se delineado da seguinte forma:

- Tela 1: Abertura do sistema, onde o usuário deverá informar sua identificação e senha, para acessar os demais módulos, anexo A;
- Tela 2: Identificação do Processo, onde o usuário irá inserir os dados para o registro do processo, anexo B;
- Tela 3: Identificação da Edificação, compreende o registro da edificação, onde são observados os sistemas e dispositivos de segurança contra sinistros existentes na edificação, anexo C;
- Tela 4: Identificação das NC (1ª parte), onde o usuário irá preencher os dados referentes as NC detectadas nos dispositivos e sistemas de saídas de emergências das edificações, anexo D;

<sup>16</sup> *Software* – Conjunto de programas, métodos e procedimentos, regras e documentação relacionados com o funcionamento e manejo de um sistema de dados, (SUCESU, 1985, p.417).

- Tela 5: Identificação das NC (2ª parte), continuação dos requisitos de NC da tela 4, anexo E;
- Tela 6: Parecer Técnico (solução), onde o usuário irá inserir o resultado da análise, e seu do nome para registro do sistema, anexo F;
- Tela 7: Consulta, nesta tela é apresentado o resultado da pesquisa realizada pelo usuário, conforme os parâmetros inicialmente preenchidos. As informações aqui apresentadas, originam-se de um processamento com inferências no RBC. Portanto, as informações resultantes deste processamento, possuem níveis de similaridades com as informações de entrada, anexo G;
- Tela 8: Relatório, documento resultante de um processamento, que segue as mesmas definições do módulo de consulta. As informações são apresentadas no formato de uma listagem (lista de campos). Este relatório é o produto final de um processo, ou seja, uma solução (parecer técnico). Este parecer técnico é entregue ao cliente que solicitou os serviços do Corpo de Bombeiros, anexo H.

Pretendemos no presente sistema, apresentar um modelo dirigido ao Centro de Atividades Técnicas. Nosso objetivo a longo prazo é fazer uma modelagem completa, não só esta que estamos apresentando sobre o Sistema de Saídas de Emergência, mais incluindo outros módulos, tais como: Sistema Preventivo por Extintores, Sistema Hidráulico Preventivo, Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas e outros que compõem os Sistemas de Segurança Contra Sinistros das Edificações.

## **Conclusões**

O Centro de Atividades Técnicas do Corpo de Bombeiros, busca constantemente aumentar o nível de satisfação dos seus clientes, através da rapidez no atendimento e na qualidade dos serviços prestados.

A partir da aplicação da metodologia de RBC em nosso objeto de pesquisa, chegamos as seguintes conclusões:

- Com o uso da modelagem do sistema devidamente implementado será possível reduzir o tempo gasto pelos profissionais do CAT, na resolução de problemas de não conformidades detectados nos sistemas e dispositivos das Saídas de Emergência das Edificações;
- As informações resultantes deste sistema, oferecerão suporte ao processo decisório no que se refere a emissão de pareceres técnicos;
- A metodologia do Raciocínio Baseado em Casos, proporcionou o fundamento tecnológico no desenvolvimento do sistema proposto. Somente com uma metodologia de IA como RBC é possível associar heurísticas, lógica e regras;
- Com o RBC foi possível realizar buscas num espaço onde as semelhanças não estão apenas no conteúdo dos atributos dos casos, mas também em características que somente são identificadas no momento da busca;

- O modelo desenvolvido no RBC é fruto do estudo realizado no CAT e, do aprendizado adquirido através do conhecimento técnico de seus profissionais. Todas as informações, tecnologia e conhecimentos utilizados neste modelo foram considerados na informatização do mesmo;
- A atividade de aquisição do conhecimento é muito intensa e complexa exigindo grande esforço para sua realização. Devido o aproveitamento da base de dados do atual sistema “Controle Parecer Técnico”, esta necessidade de conhecimento ficou bastante reduzida, contribuindo para a estruturação da base de casos. A aquisição do conhecimento basicamente restringiu-se a definição das variáveis de NC e a parametrização das medidas de similaridades;
- A utilização da plataforma de *hardware* e *software* (linguagem de programação e bancos de dados) já existente na Polícia Militar de Santa Catarina, também foi muito importante, pois evitou investimentos para o desenvolvimento do projeto;
- Na modelagem do sistema identificamos as características mais importantes para apresentar as NC na memória. O sistema utiliza uma medida de similaridade para recuperar suas experiências (casos passados). Logo, analisa as diferenças entre as situações passadas e a nova situação e, finalmente, a solução encontrada. Assim, armazenar uma informação é fazer com que este armazenamento seja eficaz. Esta flexibilidade deve permitir a recuperação de qualquer informação integrando nelas as modificações necessárias para adaptá-las a situação apresentada;
- O processo de resolução de NC é uma área pouco explorada enquanto ferramenta de implementação por pesquisadores de IA.

Nossa pesquisa demonstrou que o processo de identificação de NC do Sistema de Saídas de Emergência cumpre um papel importante para melhoria dos processos da área de Segurança Contra Sinistros das Edificações;

- As soluções recuperadas com sucesso, reforçam a necessidade de sistematizar os conhecimentos adquiridos ao longo do tempo, em diversas rotinas operacionais. Muitas vezes não é possível os profissionais do CAT tomarem decisões sob regras gerais, para resolver um problema geral. Pode-se observar que, nestas situações, os mecanismos de resolução de problemas são baseadas em experiências, que apoiam em referências de episódios passados, que foram memorizados e que são reativados em situações julgadas como semelhantes.

Os problemas enfrentados no desenvolvimento deste modelo, foram:

- A definição das variáveis (atributos) de NC, relacionadas aos sistemas e dispositivos de saídas de emergência das edificações, por serem variáveis complexas oriundas de várias normas e resoluções vigentes;
- A elaboração do algoritmo ideal para realizar a busca aos casos similares armazenados na base de casos, ou seja, a identificação de critérios que permitissem julgar o melhor grau de similaridade entre as diferentes situações. Para tornar exeqüível esta operação, utilizamos o somatório dos valores dos níveis encontrados para tornar a busca mais rápida, já que existe uma tendência desta base crescer. Toda a preocupação refere-se a melhoria do desempenho na medida em que operará em rede, LAN e WAN.

Consideramos o modelo do sistema apresentado, uma inovação tecnológica que certamente trará após sua implementação, grandes vantagens para o Corpo de Bombeiros da Polícia Militar de Santa Catarina. Acreditamos ainda, termos avançado no uso desta tecnologia basicamente por dois motivos:

- O primeiro através da criação de uma base de casos altamente especializada, com possibilidades de efetuarmos o armazenamento de soluções (pareceres técnicos) e propiciarmos a recuperação destas soluções com alto grau de eficiência;
- Por último, pela oportunidade que o uso desta técnica, nos trouxe na contribuição de nosso aprendizado em termos de experiências adquiridas sobre os processos que envolvem os sistemas e dispositivos de Segurança Contra Sinistros das Edificações.

Finalizando, acreditamos ter contribuído para o Centro de Atividades Técnicas do Corpo de Bombeiros, no aprimoramento de suas atividades relacionadas aos processos da área de Segurança Contra Sinistros em Edificações.

## **Recomendações**

Entendemos que a presente pesquisa representa mais uma instância no fortalecimento da posição de sistemas de RBC como uma das ferramentas de IA. Além disso, esperamos que a metodologia aplicada no Sistema de Saídas de Emergência, torne-se um marco na implementação para outras aplicações direcionadas ao Centro de Atividades Técnicas do Corpo de Bombeiros.

Esta pesquisa desenvolveu e aplicou o RBC para resolução de NC detectadas nos sistemas e dispositivos de saídas de emergência das edificações, entretanto, julgamos necessário ampliá-la no intuito de desenvolver os demais módulos que compõem os Sistemas de Segurança Contra Sinistros das Edificações, tais como:

- Sistema Preventivo por Extintores – SPE;
- Sistema Hidráulico Preventivo - SHP;
- Gás Combustível Canalizado - GCC;
- Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas - SPCDA;
- Sistema de Iluminação de Emergência - SIE;
- Sistema de Alarme e Detecção - SAD;
- Sistema para Abandono de Local – SAL.

Através do desenvolvimento e da implementação destes módulos, utilizando-se dos princípios do RBC, o Centro de Atividades Técnicas do Corpo de Bombeiros terá uma ferramenta moldada a sua realidade.

## Anexos

### Anexo A – Tela de Entrada do Sistema



**Anexo B – Tela de Identificação do Processo****Identificação do Processo**

<b>Tipo Processo</b>	<b>Nº Processo</b>	<b>Data</b>				
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>				
<b>Solicitante</b>	<b>Telefone/ Contato</b>					
<input type="text"/>	<input type="text"/>					
<b>Vistoriador</b>	<input type="text"/>					
<b>RE</b>	<b>Código Empresa (CGC)</b>	<table border="1"><tr><td><b>Parecer</b></td></tr><tr><td>Pendente</td></tr><tr><td>Deferido</td></tr><tr><td>Indeferido</td></tr></table>	<b>Parecer</b>	Pendente	Deferido	Indeferido
<b>Parecer</b>						
Pendente						
Deferido						
Indeferido						
<input type="text"/>	<input type="text"/>					

**Anexo C – Tela de Identificação da Edificação**

Identificação da Edificação										
RE	Nome da Edificação									
<input type="text"/>	<input type="text"/>									
Logradouro										
<input type="text"/>										
Bairro					Município					
<input type="text"/>					<input type="text"/>					
Complemento										
<input type="text"/>										
Tipo Ocupação			Tipo Construção				Risco			
<input type="text"/>			<input type="text"/>				<input type="text"/>			
N. Pavimentos		N. Blocos		Área (m2)		Situação				
<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>				
<b>Sistemas de Segurança</b>										
S.P.E.	S.H.P.	G.C.C.	S.E.	S.H.A.	D.A.C.	S.A.	I.E.	S.A.L.	L.R.A.	P.D.A.
Pessoa de Contato										
<input type="text"/>										
Endereço							Telefones			
<input type="text"/>							<input type="text"/>			
Tipo Processo				Nº Processo						
<input type="text"/>				<input type="text"/>						

**Anexo D – Tela de Identificação das NC (1ª Parte)****Saídas de Emergência - NC (1)**

Tipo Processo	Nº Processo	Data
<b>1 - Quanto a Natureza da Não Conformidade:</b>		
<input type="text"/>		
<b>2 - Quanto ao Projeto do Sistema Preventivo:</b>		
<input type="text"/>		
<b>3 - Quanto a Idade da Edificação:</b>		
<input type="text"/>		
<b>4 - Quanto a Altura da Edificação:</b>		
<input type="text"/>		
<b>5 - Quanto a Área do Pavimento (m2):</b>		
<input type="text"/>		
<b>6 - Quanto a População do Pavimento:</b>		
<input type="text"/>		
<b>7 - Caminhamento:</b>		
<input type="text"/>		
<b>8 - Iluminação de Emergência:</b>		
<input type="text"/>		
<b>9 - Sistema de Alarme:</b>		
<input type="text"/>		
<b>10 - Quanto a Escada:</b>		
<input type="text"/>		
<b>11- Número de Escada(s):</b>		
<input type="text"/>		
<b>12 - Largura da Escada:</b>		
<input type="text"/>		

**Anexo E – Tela de Identificação das NC (2ª Parte)****Saídas de Emergência - NC (2)****13- Rampa:****14- Sinalização:****15- Piso:****16- Dimencionamento dos Degraus:****17- Corrimão:****18- Guarda corpo:****19- Duto de ventilação:**

## Saídas de Emergência (Parecer Técnico)

Tipo Processo

Nº Processo

Data

Nome do Técnico (analista)

Parecer Técnico:

**Anexo F – Tela do Parecer Técnico (Solução)**

## Anexo G – Tela de Consulta

Lotus SmartSuite 97 - Approach - [PROCESSO.APR:Formulário 18]

Arquivo Editar Exibir Criar Pesquisar Janela Ajuda

Pesquisa Estrutura Novo Reg Procurar Todos os Registros

SSE Processo SSE - 1ª Parte SSE - 2ª Parte SSE - Solução Consulta - NC Relatório Formulário 17 Formulário 18

### Consulta - NC

Tipo Processo

Nº Processo	Data	Tipo Ocupação	Natureza NC

Registro 3 Encontrados 2 de 2 Pesquisa/Modifica Formulário 18

## Anexo H – Relatório

### PARECER TÉCNICO - SISTEMA DE SAÍDAS DE EMERGÊNCIA

#### Identificação do Processo

Tipo Processo	Nº Processo	Data	Solicitante	Telefone/ Contato	Situação

#### Identificação da Edificação

RE	Nome-Edificação	Logradouro	Bairro							
Município	Complemento	Tipo Ocupação								
Tipo Construção	Risco	N. Pavimentos	N. Blocos	Área (m2)	Situação	S.P.E.	S.H.P.	G.C.C.	SE	S.H.A.
D.A.C.	S.A.	I.E.	S.A.L.	L.R.A.	P.D.A.	Pessoa de Contato	Endereço	Telefones		

#### Não Conformidades dos Dispositivos e Sistemas de Saídas de Emergência das Edificações

Natureza NC	Projeto SP	População Pvto	Caminhamento	Iluminação Emergência
Sistema de Alarme	Tipo escada	Nº escada	Largura	Rampa
Sinalização	Piso	Dimencionamento	Corrimão	
Guarda-corpo	Duto ventilação	Altura Edificação	Área Pavto	
Nome do Técnico				

Parecer Técnico

## Referências Bibliográficas

- AAMODT, A., *Towards robust expert systems that learn from experience - an architectural framework*. In John Boose, Brian Gaines, Jean-Gabriel Ganascia (eds.): EKAW-89; *Third European Knowledge Acquisition for Knowledge-Based Systems Workshop*, Paris, July 1989. pp 311-326.
- \_\_\_\_\_, *Explanation-driven retrieval, reuse, and learning of cases*, In *EWCBR-93: First European Workshop on Case-Based Reasoning*. University of Kaiserslautern SEKI Report SR-93-12 (SFB 314), Kaiserslautern, Germany, 1993. pp 279-284.
- AAMODT, A. & PLAZA, E., *Case-Based Reasoning: Foundational Issues, Methodological Variations, and System Approaches*, AI Communications, 7(i), 39-59, 1994.
- ACCIOLY, Bruno, *Banco de Dados Caché*. – Home page da CompScientia-RJ, 1998, <http://www.compscientia.com.br>.
- ASHLEY, K., *Modeling legal arguments: Reasoning with cases and hypotheticals*. MIT Press, Bradford Books, Cambridge, 1990.
- BAREISS, Ray, *PROTOS, a unified approach to concept representation, classification and learning*. Ph.D. Dissertation, University of Texas at Austin, Dep. of Computer Sciences 1988. Technical Report AI88-83, 1988.
- \_\_\_\_\_, *Exemplar-based knowledge acquisition: A unified approach to concept representation, classification, and learning*. Boston, Academic Press, 1989.
- BRACHMAN, R., *On the epistemological status of semantic networks*. In: N. Findler (ed.) *Associative Networks, Representation and Use of Knowledge by Computer*, Academic Press, 1979.
- BRANTING, K., *Exploiting the complementary of rules and precedents with reciprocity and fairness*. In: *Proceedings from the Raciocínio Baseado em Casos Workshop*, Washington DC, May 1991. Sponsored by DARPA. Morgan Kaufmann, pp. 39-50.

- BRASIL, *Constituição da República Federativa do Brasil (CF) – 88, artigo 144*, 1988.
- DEAN, T., Allen, J. & ALOIMONOS. Y., *Artificial Intelligence Theory and Practice*. Addison-Wesley Publishing Company, Menlo-Park, CA, 1995.
- DOMESHEK, E., *Do the Right Thing: A Component Theory for Indexing Stories as Social Advice*. Ph.D. diss, Dept. of Computer Science, Yale University, Also Technical Report, 26, Institute for the Learning Sciences, Northwestern University, 1992.
- DURKIN, J., *Expert Systems: design and development*, Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs NJ, 1994.
- GUREWICH, Nathan & GUREWICH, Ori, *Aprenda em 21 dias Visual Basic 5*. Rio de Janeiro, Campus, 1997.
- HAMMOND, K. J., *CHEF: A Model of Case-Based Planning*. In Proceedings of AAAI-86, Cambridge, MA:AAI Press / MIT Press, 1986.
- HINRICHS, T. R., *Problem solving in open worlds: A case study in design*. Northvale NJ: Erlbaum, 1992.
- HOUAISS, Antônio. *Dicionário Inglês – Português*, Record, Rio de Janeiro, 1987.
- KIDD, A L. (ed.), *Knowledge acquisition for expert systems. A practical handbook*. New York: Plenum Press, 1987.
- KIRSTEN, Wolfgang, *Do MUMPS ANSI à Tecnologia M ISO*, Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 1996.
- KITANO, H., *Challenges for massive parallelism. IJCAI-93, Proceedings of the Thirteenth International Conference on Artificial Intelligence*, Chambery, France, 1993. Morgan Kaufman 1993. pp. 813-834.
- KODRATOFF, Y. *Leçons d'apprentissage symbolique automatique*. Toulouse: Cepadues – Editions, 1986.
- KOLODNER, J., *Case-Based Reasoning*, Morgan Kaufmann Pub. Inc., San Francisco, CA, 1993.

- \_\_\_\_\_, J., *Maintaining organization in a dynamic long-term memory*. Cognitive Science, Vol. 7, s. 243-280, 1983.
- KOTON, P., *Using Experience in Learning and Problem Solving*. PhD. Thesis, Laboratory of Computer Science, Massachusetts Institute of Technology. MIT/LCS/TR-441, 1989.
- LALLANDE, A., *O Conhecimento*, 1993.
- LE MOIGNE, J. L. (org.), *Intelligence des mécanismes/ 'Mécanismes de l'intelligence*. Paris: Fayard/ Fondation Diderot, 1986.
- LEAKE, D. B., *Evaluating Explanations: A Content Theory*, Hillsdale. NJ: Lawrence Erlbaum, 1992.
- \_\_\_\_\_, *Case-Based Reasoning Experiences, Lessons & Future Directions*, AAAI Press/The MIT Press, Menlo Park, CA 94025, 1996.
- LEE, J. S. & XON, Y. X., *A Customer Service Process Innovation Using the Integration of Data Base and Case Base*, Expert Systems with Applications, Vol. 11, No. 4, pp. 543-552, 1996.
- LENZ, M. Burkhard & PIRK, P., *CBR for diagnosis and decision support*, AI Communications 9, 138-146, 1996.
- LOPEZ, Beatriz & PLAZA, Enric, *Case-based learning of strategic knowledge*. Centre d'Estudis Avançats de Blanes, CSIC, Report de Recerca GRIAL 90/14. Blanes, Spain, October 1990 (published in Y. Kodratoff (Ed.) *Machine Learning-EWSML-91*, 398-411. Lecture Notes in Computer Science, Springer Verlag).
- MARTIN, J., *Engenharia da Informação: Introdução*, Ed. Campus Ltda, Rio de Janeiro – RJ, 1991.
- PLAZA, Enric & LOPEZ, R. de Mántaras, *A case-based apprentice that learns from fuzzy examples*. In Z Ras, M. Zemankova, M. L. Emrich (Eds.) *Methodologies for Intelligent System 5*, . pp 420-427. North Holland, 1990.
- PLAZA, E. & ARCOS, J. L., *Reflection and Analogy in Memory-based Learning*, Proc. Multistrategy Learning Workshop., 1993. p. 42-49.

- PORTER, B. and BAREISS, R. PROTOS, *An experiment in knowledge acquisition for heuristic classification tasks*. In: Proceedings of the First International Meeting on Advances in Learning (IMAL), Les Arcs, France, pp. 159-174, 1986.
- QUILLIAN, M.R., *Semantic Memory, Semantic Information Processing*, M. L. Minsky (ed.), MIT Press, Cambridge, Mass, 1986.
- RABUSKE, R. A., *Inteligência Artificial*, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995.
- RICH, E. & KNIGHT, K., *Inteligência Artificial*, Ed. Makron Books, São Paulo, 1993.
- RISLAND, E., *Examples in legal reasoning: Legal hypotheticals*. In: Proceedings of the Eighth International Joint Conference on Artificial Intelligence, IJCAI, Karlsruhe, 1983.
- RUSSEL S. & NORVIG P., *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, Prentice Hall Inc, 1995.
- SANTA CATARINA, *Constituição Estadual (CE) – 1989*, Letra “a” e “b”, inciso II, artigo 107, 1989.
- \_\_\_\_\_. *Normas de Segurança Contra Incêndio (NSCI)*, Corpo de Bombeiros da Polícia Militar. 2ª ed. ver. e ampl. – Florianópolis - SC: EDEME, 1992.
- \_\_\_\_\_. *Lei de Organização Básica - (LOB) da Polícia Militar de Santa Catarina – Lei 6.217 de 10 de Fevereiro de 1983*, Quartel do Comando Geral da PMSC, 1983.
- SCHANK, R., *Dynamic Memory: A theory for learning in computers and people*. New York: Cambridge Univ. Press. 1982.
- SCHANK, R. & OSGOOD, R., *A Content Theory of Memory Indexing*, Technical Report, 2, Institute for the Learning Sciences, Northwestern University, 1990.
- SIMPSON, R. L., *A computer model of case-based reasoning in problem solving: An investigation in the domain of dispute mediation*, Georgia Institute of Technology, School of Information and Computer Science Technical Report No. GIT-ICS-85/18, Atlanta, 1985.

- SLADE, S., *Case-based reasoning: A research paradigm*. AI Magazine Spring 1991, pp. 42-55.
- STANFILL, Craig & DAVID, Waltz, *The memory based reasoning paradigm*. In: *Case based reasoning*. Proceedings from a workshop, Clearwater Beach, Florida, May 1988. Morgan Kaufmann Publ. pp.414-424.
- SUCESU, Sociedade dos Usuários de Computadores e Equipamentos Subsidiários, *Dicionário de informática inglês/ português*. 4<sup>a</sup>. ed., Rio de Janeiro: LTC, Livros Técnicos e Científicos Editora S. A., 1985.
- SYKARA, E. P., *Using Case Based Reasoning for plan adaptation and repair*, in *Proceedings Workshop on Case Based Reasoning (DARPA)*, Clearwater, Florida, San Mateo – CA: Morgan Kaufmann, 1988.
- THIOLLENT, M., *Organização do trabalho intelectual e novas tecnologias do conhecimento*. Quadro do Projeto sobre “O desenvolvimento da Inteligência Artificial e da Engenharia de Conhecimento”. Revista Brasileira de Tecnologia, v. 21, n.1, p. 110-114, 1992.
- TULVING, E., *Episodic an semantic memory*. In: TULVING, E. and DONALD SON, W *organisation and memory*, Academic Press, 1972, p.381-403.
- VELOSO, M.M. & CARBONELL, J., *Derivational analogy in PRODIGY*. In Machine Learning 10(3), pp. 249-278, 1993.
- VENKATAMARAN, S. & KRISHNAN, R. & RAO, K.K., *A rule-rule-case based system for image analysis*. In: First European Workshop on Case-based Reasoning, Posters and Presentations, 1-5 November 1993. Vol. II. University of Kaiserslautern, pp. 410-415.
- WATERMAN, D.A., *A guide to expert systems*. Addison-Wesley Publishing Company, 1986.
- WATSON, I., *Applying Case-Based Reasoning: Techniques for Enterprise Systems*, Morgan Kaufmann Pub. Inc., San Francisco, CA, 1997.
- \_\_\_\_\_, *Case-Based reasoning development tools: a review*. Technical report. In Ian Watson Homepage, publications. [Online] Available <http://www.salford.ac.uk/survey/staff/Iwatson/cbrtools.htm>, 1991.

WEBER-LEE, R., *Case-Based Reasoning. Home page*, EPS-UFSC.BR, 1996.

\_\_\_\_\_, *Pesquisa Jurisprudencial Inteligente*, Tese de Doutorado, Curso de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis – SC, 1998.

## **Bibliografia**

- ACRON, T. & WALDEN, S., *SMART: Support management automated reasoning technology for Compaq customer service*, In Proceedings of the 4th Innovative Application of AI Conference, 1992.
- BARRETO, J. M., *Inteligência Artificial no Limiar do século XXI*, Florianópolis - SC, 1997.
- BASTIEN, Christian & SCAPIN, Dominique. *Ergonomia de Software*. <http://www.labiutil.inf.ufsc.br>, 1993.
- BAYON, R., *La proteccion contra incendios em la construccion*. Barcelona : Editores Técnicos Asociados SA, 1978.
- BITTENCOURT, G., *Inteligência Artificial Ferramentas e Teorias*, Instituto de Computação, UNICAMP, Campinas – SP, 1996.
- BRASIL, (ABNT). *Saídas de Emergência em Edifícios*, ( NBR 9077), 1993.
- \_\_\_\_\_. *Instalações Hidráulicas Contra Incêndio*, (NBR-13714), Rio de Janeiro, 1986.
- \_\_\_\_\_. *Chuveiros Automáticos para Extinção de Incêndio*, (NBR-6135), Rio de Janeiro, 1990.
- \_\_\_\_\_. *Sistemas de Proteção por Extintores de Incêndio*, (NBR-12693), Rio de Janeiro, 1985.
- \_\_\_\_\_. *Execução de Sistemas de Detecção e Alarme de Incêndio*, (NBR-9441), Rio de Janeiro, 1994.
- \_\_\_\_\_. *Sistemas de Iluminação de Emergência*, (NBR-10898), Rio de Janeiro, 1990.
- \_\_\_\_\_. *Sistemas fixos automáticos de proteção contra incêndio com gás carbônico (CO2)*, (NBR-12232), Rio de Janeiro, 1987.
- \_\_\_\_\_. *Sinalização de segurança contra incêndio e pânico (Formas, dimensões e cores)*, (NBR-13434), Rio de Janeiro, 1995.

- \_\_\_\_\_. *Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas*, (NBR-5419), Rio de Janeiro, 1993.
- CARBONELL, J. G. & MICHALSKI, R. S. & MITCHELL, T., *An Overview of Machine Learning*. In *Machine Learning: An Artificial Intelligence Approach*. páginas 3-23. Springer-Verlag, R. S. Michalski, J. C. Carbonell, T. Mitchel, 1984.
- CARBONELL, J., *Derivational analogy; A theory of reconstructive problem solving and expertise acquisition*. In R.S. Michalski, J.G. Carbonell, T.M. Mitchell (eds.): *Machine Learning - An Artificial Intelligence Approach*, Vol.II, Morgan Kaufmann, pp. 371-392, 1986.
- CORRÊA FILHO, Leopoldo A., *A prevenção de incêndios em edifícios altos*, Polícia Militar do Estado de São Paulo, São Paulo, Monografia, 1989.
- DATE, C. J., *Introdução ao Sistema de Banco de Dados*, Ed. Campus Ltda, Rio de Janeiro – RJ, 1991.
- FOGARTY, D. W. & BLACKSTONE, J. H. & HOFFMAN T. R., *Production & Inventory Management*, APICS, New York – NY, 1992.
- GENTNER, D., *Structure Mapping - a theoretical framework for analogy: Cognitive Science*, Vol.7. s.155-170, 1983.
- HAMANO, Kiyoyuki., *Sistemas de prevenção contra incêndios do Japão*, In: *I Fórum de Engenharia de segurança contra incêndios e pânico*, Brasília. CBMDF-JICA, 1994.
- HINRICHS, T. R., *Towards and architecture for open world problem solving*, in *Proceedings: Workshop on Case Based Reasoning (DARPA)*, Clearwater, Florida, San Mateo – CA: Morgan Kaufmann, 1988.
- \_\_\_\_\_, *Strategies for adaptation and recovery in a design problem solver*, in *Proceedings: Workshop on Case Based Reasoning (DARPA)*, Pensacola Beach, Florida, San Mateo – CA: Morgan Kaufmann, 1989.
- KITANO, H. & SHIMAZU, H., *The Experience-Sharing Architecture: A Case Study in Corporate-Wide Case-Based, Software Quality Control*, 1994.

- LAGEMANN, Gerson Volney. *RBC para Problema de Suporte ao Cliente nas Empresas de Prestação de Serviço de Software: O Caso Datasul.*, Dissertação – Mestrado, EPS – UFSC, 1998.
- MALHOTRA, H.L., *Fire Safety in buildings. Building Research establishment.* Department of the Environment. 1986.
- MARTIN, J., *Engenharia da Informação: introdução*, Ed. Campus Ltda, Rio de Janeiro – RJ, 1991.
- PRESSMAN, R.. *Engenharia de Software*, Makron Books, 1995.
- RABUSKE, R. A., *Linguagem Natural*, Trabalho final do XVII curso avançado em sistemas de computação – CASC 17, IBM do Brasil, Rio de Janeiro – RJ, 1990.
- RIESBECK, C. K. & SCHANK, R. L., *Inside Case-based Reasoning.* Hillsdale, NJ:Erlbaum, 1989.
- SÃO PAULO, Instituto de Pesquisas Tecnológicas. *A regulamentação de segurança contra incêndio*, São Paulo, IPT, 1992.
- \_\_\_\_\_. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. *Tecnologia de edificações*, 1ª ed., São Paulo, PINI, 1988.
- \_\_\_\_\_. Escola Politécnica da USP. - *Anais do Seminário para a Otimização da Segurança contra Incêndio.* Centro Brasileiro da Qualidade, Segurança e Produtividade. SOS Incêndio – 94, São Paulo, IPT, 1994.
- SCHANK, R. & ABELSON R., *Scripts, Plans, Goals and Understanding.* Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1977.
- SEITO, Alexandre Itiu., *Regulamentos e normas de segurança contra incêndio.* Seguros e Riscos, São Paulo, Technic Press, out, 1988.
- SILVA, Harrysson Luiz da. *Case-Based Planning aplicado na resolução de não conformidades (NC) ambientais no ciclo de vida de produtos, processos e serviços*, Tese – Doutorado, EPS - UFSC, 1997.
- SIMOUDIS, E. & MILLER, J. S., *Validade Retrieval in Case-Based Reasoning*, Digital Equipment Corporation, Cambridge Research Lab. 1990.

SIMOUDIS, E., *Using Case-Based Retrieval For Customer Technical Support*. In IEEE EXPERT, OCTOBER 1992.

SIMOUDIS, E. & SHUTT, T. S., *COPRA: Computer Operations Problem Resolution Assistant*. IEEE, 1993.

SOUZA, Ubiraci E.L., "*Conceitos básicos*". In: *V Simpósio nacional de instalações prediais: arquitetura e proteção contra incêndios*, São Paulo, EDUSP, 1988.

SOUZA, Ivanildo J.M., *As cidades crescem, os riscos também*. Seguros e Riscos, São Paulo, Technic Press, out, 1988.

SYKARA, E. P., *Resolving adversarial conflicts: An approach to integrating case-base and analytic methods*. Georgia Institute of Technology, School of Information and Computer Science Technical Report No. GIT-ICS-87/26. Atlanta GA, 1987.

TERADA, R., *Desenvolvimento de Algoritmos e Estruturas de Dados*, McGraw-Hill, Makron, São Paulo – SP, 1991.

WITTGENSTEIN, L., *Philosophical Investigations*. United Kingdom:Blackwell, 1953.

ZADEH, L. A., *Fuzzy Sets. Information and Control*, 8:338-353, 1965.

**SILVA, João Ricardo Busi da. A utilização de uma ferramenta da inteligência artificial aplicada à resolução de não conformidades do sistema de saída de emergência das edificações.** Florianópolis, 2000. 127p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina.

Orientador: Luiz Fernando Jacinto Maia

Defesa: 02/03/2000

Esta pesquisa trata da modelagem de um sistema de recuperação de informações referentes à resolução de não conformidades detectadas no sistema de saída de emergência das edificações, com o objetivo de proporcionar aos profissionais do Corpo de Bombeiros, suporte à tomada de decisão. Para sistematização das informações, desenvolveu-se uma ferramenta computacional aplicando as técnicas do Raciocínio Baseado em Casos. Esta ferramenta permitirá ao Corpo de Bombeiros gerenciar os processos de aprendizagem baseados em casos passados e já solucionados. O uso de informações adquiridas através das experiências passadas, possibilita ao Corpo de Bombeiros projetar mudanças e ações futuras,

bem como, racionalizar o tempo gasto na execução de suas atividades em fiscalização, pesquisa e desenvolvimento de novas soluções.

Palavras-chave: Saída de emergência das edificações; Raciocínio Baseado em Casos; Suporte à tomada de decisão.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**TÍTULO: A UTILIZAÇÃO DE UMA FERRAMENTA DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL APLICADA A RESOLUÇÃO DE NÃO CONFORMIDADES DO SISTEMA DE SAÍDA DE EMERGÊNCIA DAS EDIFICAÇÕES.**

**AUTOR: JOÃO RICARDO BUSI DA SILVA**

**ORIENTADOR: DR. LUIZ FERNANDO JACINTO MAIA**

**NÍVEL: MESTRADO**

**PALAVRAS CHAVE: RACIOCÍNIO BASEADO EM CASOS, SISTEMAS E DISPOSITIVOS DE SEGURANÇA CONTRA SINISTROS EM EDIFICAÇÕES, SAÍDAS DE EMERGÊNCIA DAS EDIFICAÇÃO.**

**RESUMO**

Esta pesquisa tem por objetivo a modelagem de um sistema de recuperação de soluções empreendidas para a resolução de não conformidades detectadas nos Sistemas de Segurança Contra Sinistros das Edificações. A proposta, baseia-se na sistematização das informações colhidas junto aos profissionais do Corpo de

Bombeiros, referentes aos processos da área de Segurança Contra Sinistros em Edificações. Tais informações estruturadas através das técnicas do Raciocínio Baseado em Casos permitem construir um sistema computacional, objetivando o atendimento das necessidades da organização. Demonstramos neste trabalho, a aplicação do Raciocínio Baseado em Casos, através do desenvolvimento de um protótipo denominado “Sistema de Saídas de Emergência”, um dos subsistemas que compõe o Sistema de Segurança Contra Sinistros das Edificações. Na modelagem do sistema estão detalhados os aspectos relativos à identificação dos processos e das não conformidades detectadas nos sistemas e dispositivos de saídas de emergência das edificações. O sistema desenvolvido contribuirá para recuperação de informações referentes a resolução de não conformidades dos sistemas de saídas de emergência das edificações e, proporcionará aos profissionais do Corpo de Bombeiros, apoio à tomada de decisão. Com a utilização do sistema, o Corpo de Bombeiros poderá gerenciar processos de aprendizagem baseados em casos passados e solucionados. As informações adquiridas através das experiências passadas, possibilitarão ao Corpo de Bombeiros projetar mudanças e ações futuras, bem como, racionalizar o tempo gasto na execução de suas atividades em fiscalização, pesquisa e desenvolvimento de novas soluções.