

Renata Maria Abrantes Baracho Porto

SISTEMA DE RECUPERAÇÃO DE INFORMAÇÃO VISUAL  
EM DESENHOS TÉCNICOS  
DE ENGENHARIA E ARQUITETURA:  
MODELO CONCEITUAL, ESQUEMA DE CLASSIFICAÇÃO E PROTÓTIPO

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação da Escola de Ciência da Informação da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciência da Informação.

Área de concentração: Organização e Tratamento da Informação.

Orientadora: Beatriz Valadares Cendón

Co-orientadora: Lidia Alvarenga

Belo Horizonte

Escola de Ciência da Informação

2007



UFMG

Universidade Federal de Minas Gerais  
Escola de Ciência da Informação  
Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação

FOLHA DE APROVAÇÃO

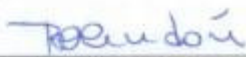
"SISTEMA DE RECUPERAÇÃO DE INFORMAÇÃO VISUAL EM DESENHOS TÉCNICOS DE ENGENHARIA E ARQUITETURA: MODELO CONCEITUAL, ESQUEMA DE CLASSIFICAÇÃO E PROTÓTIPO"

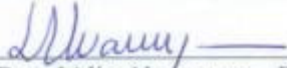
Renata Maria Abrantes Baracho Porto


Tese submetida à Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação da Universidade Federal de Minas Gerais, como parte dos requisitos à obtenção do título de "**Doutora em Ciência da Informação**", Linha de Pesquisa "**Organização e Uso da Informação (OUI)**".

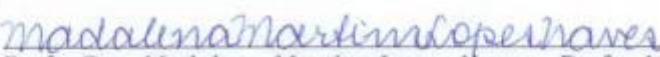
Tese aprovada em: 26 de outubro de 2007.

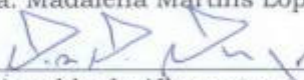
Por:

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Beatriz Valadares Cendón - ECI/UFMG (Orientadora)

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Lidia Alvarenga - ECI/UFMG (Co-Orientadora)

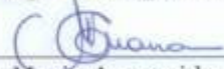
  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Frederico Torres Fonseca - The Pennsylvania State University

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Madalena Martins Lopes Naves - Profa. Aposentada - ECI/UFMG

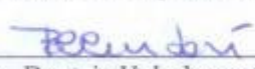
  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Arnaldo de Albuquerque Araújo - ICEX/UFMG

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Ligia Maria Moreira Dumont - ECI/UFMG

Aprovada pelo Colegiado do PPGCI

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Maria Aparecida Moura  
Coordenadora

Versão final Aprovada por

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Beatriz Valadares Cendón  
Orientadora



UFMG

Universidade Federal de Minas Gerais  
Escola de Ciência da Informação  
Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação

ATA DA DEFESA DE TESE DE RENATA MARIA ABRANTES BARACHO PORTO, matrícula:  
2003207362

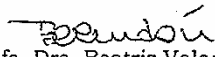
Às 14:00 horas do dia 26 de outubro de 2007, reuniu-se na Escola de Ciência da Informação da UFMG a Comissão Examinadora aprovada *ad referendum* pela Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação em 03/10/2007, para julgar, em exame final, o trabalho intitulado *Sistema de recuperação de informação visual em desenhos técnicos de engenharia e arquitetura: modelo conceitual, esquema de classificação e protótipo*, requisito final para obtenção do Grau de DOUTORA em CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO, Área de Concentração: Produção, Organização e Utilização da Informação, Linha de Pesquisa: Organização e Uso da Informação (OUI). Abrindo a sessão, a Presidente da Comissão, Profa. Dra. Beatriz Valadares Cendón, após dar conhecimento aos presentes do teor das Normas Regulamentares do Trabalho Final, passou a palavra à candidata para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores com a respectiva defesa da candidata. Logo após, a Comissão se reuniu sem a presença da candidata e do público, para julgamento e expedição do resultado final. Foram atribuídas as seguintes indicações:

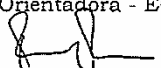
Profa. Dra. Beatriz Valadares Cendón (Orientadora)	APROVADA
Profa. Dra. Lídia Alvarenga (Co-Orientadora)	APROVADA
Prof. Dr. Frederico Torres Fonseca	APROVADA
Profa. Dra. Madalena Martins Lopes Naves	APROVADA
Prof. Dr. Arnaldo de Albuquerque Araújo	APROVADA
Profa. Dra. Lígia Maria Moreira Dumont	APROVADA

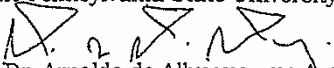
Pelas indicações, a candidata foi considerada APROVADA, tendo a Banca ressaltado a relevância do trabalho para a pesquisa no que se refere à interdisciplinaridade com a Ciência da Computação e a sua importância para a resolução de problemas da sociedade.

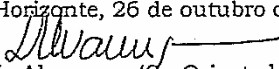
O resultado final foi comunicado publicamente à candidata pela Presidente da Comissão. Nada mais havendo a tratar, a Presidente encerrou a sessão, da qual foi lavrada a presente ATA que será assinada por todos os membros participantes da Comissão Examinadora.

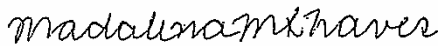
Belo Horizonte, 26 de outubro de 2007.


  
Prof. Dra. Beatriz Valadares Cendón  
Orientadora - ECI/UFMG

  
Prof. Dr. Frederico Torres Fonseca  
The Pennsylvania State University


  
Prof. Dr. Arnaldo de Albuquerque Araújo  
ICEX/UFMG

  
Profa. Dra. Lídia Alvarenga (Co-Orientadora)  
ECI/UFMG

  
Profa. Dra. Madalena Martins Lopes Naves  
Profa. Aposentada - ECI/UFMG

  
Profa. Dra. Lígia Maria Moreira Dumont  
ECI/UFMG

Obs: Este documento não terá validade sem a assinatura e carimbo da Coordenadora.

  
Prof.ª Maria Aparecida Moura  
Coordenadora do Programa de Pós-Graduação  
em Ciência da Informação - ECI/UFMG

*Dedicatória*

*A meus filhos, Patrícia e Pedro Henrique,  
pela própria existência repleta de amor,  
esperança, força e energia.*

*A meus pais, Adherbal e Mirtes,  
pela construção de uma base sólida feita com amor,  
dedicação, sabedoria e exemplo.*

*A Marcelo pelo companheirismo, apoio e  
amor presentes no convívio diário.*

*A meus irmãos Francisco, Fernanda e Rodrigo,  
pelo amor e solidariedade de amigos verdadeiros.*

*A Felipe pela alegria e determinação.*

*A José Alfredo de Oliveira Baracho, pelo exemplo  
de cultura e valorização da arte de aprender e ensinar.*

*A todos os familiares e amigos que, de alguma forma,  
contribuíram para o desenvolvimento desta pesquisa.*



*Agradecimentos*

*À Profa. Beatriz Valadares Cendón, pela orientação, exemplo de saber e amizade, transmitidos com maestria ao longo de todo o percurso.*

*À Profa. Lidia Alvarenga, pela co-orientação, ensinamentos e "insights" proporcionados.*

*Ao Prof. Arnaldo Albuquerque Araújo, por mais de uma década de acompanhamento acadêmico.*

*Ao Prof. Frederico Fonseca, pelas reflexões e pelo apoio nos EUA.*

*A Guilherme Dutra, pela dedicação.*

*Ao Major Carlos Alberto Marques, pela disponibilidade.*

*Aos professores, colegas e funcionários da Escola de Ciência da Informação da UFMG.*

*À Escola de Ciência da Informação da UFMG – ECI / UFMG.*

*Ao College of Information Sciences and Technology – IST / Pennsylvania State University.*

*Ao Departamento de Ciência da Computação da UFMG – DCC / UFMG.*

*À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES.*

*Ao Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais – CBMMG.*

*À TARGA Engenharia Tecnologia.*

*EPÍGRAFE*

*“Que podemos saber?*

*Que devemos fazer?*

*Que nos é lícito esperar?*

*Eis as três questões fundamentais...”*

Kant

## RESUMO

O objetivo da tese foi desenvolver um modelo conceitual, um esquema de classificação e um protótipo de um sistema para organização e recuperação eficaz de desenhos técnicos de engenharia. A dificuldade constatada na recuperação da informação em desenhos técnicos nas empresas de projetos foi a motivação para o desenvolvimento da pesquisa que interfere na melhoria de serviços e na tomada de decisão nas áreas de infra-estrutura, de segurança, de saúde e de educação. O estudo resultou em um sistema que integra conceitos e técnicas de ciência da informação com ciência da computação, unindo a interpretação humana ao processamento automatizado, utilizando metadados textuais e visuais. Priorizando a pesquisa por imagens-chave em uma base de dados de desenhos, o método desenvolvido responde a perguntas tais como: quantos extintores de incêndio existem em um determinado local? A fundamentação teórica engloba conceitos e técnicas de organização e recuperação da informação em imagens na ciência da informação, ciência da computação e engenharia/arquitetura. O estado da arte indica uma lacuna na literatura com a presença de linhas distintas de pesquisa, nas quais a ciência da informação estuda a recuperação de imagens baseada na sua descrição textual, enquanto a ciência da computação o faz com base no conteúdo visual. O método desenvolvido começa com a interpretação do desenho por um indexador que extrai metadados textuais e classifica o desenho segundo três categorias (tipo, processo e forma), que levam a uma tabela de metadados visuais (ícones), os quais são automaticamente localizados, indexados e armazenados. Os arquivos contendo os desenhos e os metadados textuais e visuais compõem o banco de dados do sistema. O usuário recupera a informação através da definição das categorias e da seleção de uma imagem-chave como, por exemplo, de um ícone referente a um extintor de incêndio. O sistema localiza todos os desenhos que contêm essa imagem-chave e, através da interface, os apresenta destacando as ocorrências encontradas. Para validação e verificação do sistema, realizou-se um estudo de caso junto ao Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais e utilizou-se de um *corpus* de 332 desenhos técnicos de projetos de segurança contra incêndio. Apresenta como resultado o tempo de 6,2 segundos, gasto pelo indexador para interpretar, classificar e indexar cada desenho. Com a utilização do modelo, tem-se uma redução de 84% no tempo de processamento computacional, comprovando a eficiência da integração entre o processamento humano e o computacional. A taxa de 98,7% de recuperação da informação através da definição da imagem-chave prova a eficiência do sistema. Dentre as contribuições teóricas e metodológicas, tem-se a união de duas áreas do conhecimento, a qual viabilizou um sistema para recuperação de imagem pela imagem, através do uso de um esquema de classificação, do pré-processamento dos documentos e da criação de um método de desenvolvimento do protótipo, a qual envolveu um processo iterativo entre teoria e prática. O protótipo representa uma contribuição prática para a recuperação de desenhos técnicos em qualquer área da engenharia. O modelo desenvolvido pode ser adaptado para outras situações que envolvam necessidade de recuperação de imagens. Exemplos de aplicações para o CBMMG, utilizados para testar o protótipo, incluem maior facilidade para: calcular a quantidade de extintores de incêndio, calcular o volume de reserva de água, localizar e mapear os extintores, traçar rotas de fuga, orientar o pessoal durante o deslocamento, e mostrar, através dos desenhos, o posicionamento estratégico de cada integrante da guarnição. Assim, as guarnições ganham maior poder de resposta e maior agilidade no atendimento de ocorrências e, com isto, têm maior eficácia em encontrar e resgatar pessoas com vida.

Palavras-chave: Recuperação de imagens; desenhos técnicos; recuperação da informação baseada no conteúdo visual da imagem; indexação de desenhos técnicos.

## ABSTRACT

The objective of this thesis was the development of a conceptual model, a classification scheme and a prototype for the efficient organization and retrieval of engineering technical drawings. The need and difficulty to retrieve technical drawings more efficiently was the motivation to develop this research which can result in better services and decision making in areas such as infrastructure (sanitation, energy and road), security, health and education. The study resulted in a system that integrates concepts and techniques of information science and computer science, joining human interpretation with automatic processing and using textual and visual metadata. Prioritizing image search in a database of technical drawings, the method answers questions such as: how many fire extinguisher are there in a given place? The literature review presents concepts and techniques of organization and information retrieval of images in information science, computer science and engineering/architecture. The state of the art indicates a gap in the literature with the presence of two distinct lines of research, in which information science studies image information retrieval based in textual descriptions while in computer science the research focuses in content-based image retrieval. The method developed starts with the interpretation of the technical drawing by an indexer that extracts textual metadata and classifies the drawing according to three categories (type, process and form) which lead to a specific table of visual metadata (icons) that are automatically located, indexed and stored. Technical drawing files and their textual and visual metadata constitute the database. The user retrieves the information through the definition of the three categories (type, process and form) and the selection of a key-image, for example, the icon of a fire extinguisher. The system retrieves all the drawings that contain the key-image and presents them through the interface, highlighting the hits. To validate and verify the system, a case study at the Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais was conducted and a *corpus* of 332 technical drawings of security projects was used. The research results shows the time of 6.2 seconds, used by an indexer to interpret, to classify and to index the technical drawing. By using the model, an 84% reduction is occurs in the processing time proving the efficiency of the integration human and computer processing. The 98.7% drawing retrieval rate through key-image definition proves the efficiency of the system. Among the theoretical and methodological contributions, is the union of two areas of knowledge which made feasible an image retrieval system based on a classification scheme, on the of key-images, the pre-processing of the drawing and the creation of a method of development of the prototype that involved an iterative process between theory and practice. The prototype is a practical contribution to the recovery of technical drawings in any field of engineering. The model developed can be adapted to other situations involving need for retrieval of images. Examples of applications for Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais are greater efficiency to calculate the number of fire extinguishers, calculate the volume of water reserve, find the position of extinguishers, trace escape routes, instruct the staff during dislocation and show the strategic positioning of equipment thus achieving more agility in responding to emergency calls and increasing the possibility to find live people in fire accidents.

Key-words: Image retrieval; technical drawings; information retrieval based on image visual content; technical drawing indexing.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – Interdisciplinaridade nas áreas da ciência da informação, ciência da computação e engenharia/arquitetura .....	18
FIGURA 2 – Mapa das fontes da fundamentação teórica, conceitual, do estado da arte e da revisão de literatura da tese.....	28
FIGURA 3 – Exemplo de uma planta arquitetônica.....	45
FIGURA 4 – Exemplo de pesquisa por cor, textura e forma .....	53
FIGURA 5 – Esquema CBIR .....	54
FIGURA 6 – (a) Imagem matricial. (b) Eixos de representação de imagem digital .....	56
FIGURA 7 – Representação matricial e vetorial do desenho de uma linha.....	57
FIGURA 8 – Exemplo de máscara utilizada nas imagens .....	59
FIGURA 9 – (a) Imagem original. (b) Contraste .....	60
FIGURA 10 – (a) Imagem original. (b) Filtragem por mediana .....	61
FIGURA 11 – (a) Imagem original. (b) Detecção de bordas .....	62
FIGURA 12 – Exemplo de uma forma original e sua representação CSS.....	62
FIGURA 13 – Transformação do desenho original e sua representação .....	63
FIGURA 14 – Variações possíveis do desenho original.....	63
FIGURA 15 – Exemplo de planta de projeto arquitetônico.....	67
FIGURA 16 – Exemplo de corte e elevação de projeto arquitetônico .....	68
FIGURA 17 – Exemplo de planta de projeto elétrico.....	69
FIGURA 18 – Exemplo de projeto de usina hidrelétrica.....	70
FIGURA 19 – Simulação tridimensional de usina hidrelétrica.....	71
FIGURA 20 – Formato A1 e a respectiva legenda ou carimbo .....	76
FIGURA 21 – Exemplo de carimbo - Prefeitura Municipal de Belo Horizonte.....	78
FIGURA 22 – Tela do <i>software</i> AutoCAD.....	81
FIGURA 23 – Exemplo de biblioteca de ícones utilizados em projetos arquitetônicos...	84
FIGURA 24 – Biblioteca de ícones vista de cima, frontal e lateral .....	85
FIGURA 25 – Esquema geral do modelo e do protótipo.....	92
FIGURA 26 – Sistema de recuperação de informação.....	93
FIGURA 27 – Princípio básico do algoritmo para metadados visuais .....	95
FIGURA 28 – Entendimento interativo do desenho.....	100
FIGURA 29 – Duas etapas de triagem dos desenhos técnicos.....	101
FIGURA 30 – Os três eixos: esquema de classificação.....	106

FIGURA 31 – Sistema híbrido com atributos textuais e visuais .....	107
FIGURA 32 – Exemplo de desenho técnico de projeto arquitetônico.....	114
FIGURA 33 – Ampliação do carimbo da FIG. 32.....	115
FIGURA 34 – Exemplo de uma planta e uma imagem-chave .....	121
FIGURA 35 – Arquitetura do algoritmo .....	122
FIGURA 36 – Exemplo de rotação em um ângulo de 90° .....	122
FIGURA 37 – As rotações e suas abstrações .....	123
FIGURA 38 – Exemplo de fator de escala 2.....	123
FIGURA 39 – Exemplo da função espelho.....	124
FIGURA 40 – Exemplo de planta (a) com interferência e (b) sem interferência.....	124
FIGURA 41 – Exemplo de desvios na imagem .....	125
FIGURA 42 – Exemplo de recuperação da imagem-chave .....	126
FIGURA 43 – Imagem chave e as variações de rotação e espelho .....	127
FIGURA 44 – Sentido o qual a imagem é percorrida.....	128
FIGURA 45 – Otimização para espaços em branco da imagem total .....	128
FIGURA 46 – Tela de saída com o resultado da busca de um computador .....	129
FIGURA 47 – Planta 1 com o resultado da busca pela imagem-chave (pia).....	132
FIGURA 48 – Planta 4 com o resultado da busca pela imagem-chave (louça) .....	134
FIGURA 49 – Planta 7 com o resultado da busca pela imagem-chave (computador)..	136
FIGURA 50 – Planta 5 com o resultado da busca pela imagem-chave (porta).....	139
FIGURA 51 – Modelagem do banco de dados.....	153
FIGURA 52 – Diagrama geral do protótipo para armazenar informação.....	155
FIGURA 53 – Diagrama geral de recuperação do desenho técnico .....	155
FIGURA 54 – Tela principal do protótipo .....	156
FIGURA 55 – Tela de entrada de dados com o passo 1 .....	157
FIGURA 56 – Tela do protótipo com a opção entrada de dados / arquivo.....	157
FIGURA 57 – Tela do protótipo para indexação da categoria Tipo.....	158
FIGURA 58 – Tela do protótipo para indexação da categoria Processo .....	158
FIGURA 59 – Tela do protótipo para indexação da categoria Forma.....	158
FIGURA 60 – Tela para definição da escala.....	159
FIGURA 61 – Tela de entrada de dados dos atributos textuais.....	159
FIGURA 62 – Tela de entrada de dados dos atributos visuais.....	160
FIGURA 63 – Exemplo de duas tabelas de ícones .....	161
FIGURA 64 – Tela Pesquisar dados.....	161

FIGURA 65 – Interface do protótipo para apresentação das imagens encontradas .....	162
FIGURA 66 – Planta do 1º pavimento com os ícones destacados .....	181
FIGURA 67 – Planta do 2º pavimento com os ícones destacados .....	182
FIGURA 68 – Corte AA .....	183
FIGURA 69 – Resultado da busca na planta do 1º pavimento com os ícones .....	185
FIGURA 70 – Resultado da busca na planta do 2º pavimento com os ícones .....	186
GRÁFICO 1 – Tamanho da imagem-chave x Tempo médio de busca - Fase 1 .....	144
GRÁFICO 2 – Porcentagem de acerto x Taxa de verificação (Imagem-chave pia).....	145
GRÁFICO 3 – Porcentagem de acerto x Taxa de verificação (Imagem-chave louça)...	145
GRÁFICO 4 – Porcentagem itens recuperados (Imagem-chave pia).....	146
GRÁFICO 5 – Porcentagem itens recuperados (Imagem-chave louça) .....	148
GRÁFICO 6 – Tamanho da imagem-chave x Tempo médio de busca – Fase 2.....	167
GRÁFICO 7 – Taxa de recuperação - Teste 1 .....	168
GRÁFICO 8 – Taxa de recuperação - Teste 2 .....	168
GRÁFICO 9 – Redução do tempo de processamento – categoria Forma.....	191
QUADRO 1 – Regras de CCAA2 relativas à descrição de desenhos técnicos.....	44
QUADRO 2 – Descrição da planta arquitetônica da FIG.3 de acordo com o CCAA2 ....	45
QUADRO 3 – Elementos caracterizadores de um desenho técnico segundo MARC.....	47
QUADRO 4 – Abordagem qualitativa, quantitativa e híbrida .....	88
QUADRO 5 – Categoria: Tipo .....	102
QUADRO 6 – Categoria: Processo .....	103
QUADRO 7 – Categoria: Forma .....	104
QUADRO 8 – Metadados do desenho técnico da FIG. 32 e do carimbo FIG. 33 .....	116

**LISTA DE TABELAS**

TABELA 1 – Tamanhos de formatos da série A.....	76
TABELA 2 – Ícones utilizados em planta executiva arquitetônica.....	111
TABELA 3 – Ícones utilizados em planta de projeto de prevenção e combate a incêndio.....	112
TABELA 4 – Resultado da busca da imagem-chave “pia” - taxa 70%.....	131
TABELA 5 – Resultado da busca da imagem-chave “louça” - taxa 70% .....	133
TABELA 6 – Resultado da busca da imagem-chave “computador” - taxa 70% .....	135
TABELA 7 – Resultado da busca da imagem-chave “porta” - taxa 70% .....	137
TABELA 8 – Resultado da busca da imagem-chave “pia”- taxa 80%.....	140
TABELA 9 – Resultado da busca da imagem-chave “louça” - taxa 80% .....	141
TABELA 10 – Resultado da busca da imagem-chave “pia” - taxa 50%.....	142
TABELA 11 – Resultado da busca da imagem-chave “louça” - taxa 50% .....	143
TABELA 12 – Resultados obtidos – teste 1: projeto arquitetônico executivo planta ....	164
TABELA 13 – Resultados obtidos – teste 2: projeto elétrico executivo planta.....	165
TABELA 14 – Tamanho do arquivo e classificação dos desenhos pela categoria forma .....	188
TABELA 15 – Número de imagens-chave - candidatas e encontradas.....	193
TABELA 16 – Número de ícones candidatos .....	195



**LISTA DE SIGLAS**

ABNT:	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AACR2:	<i>Anglo-American Cataloguing Rules</i> (Código de Catalogação Anglo-Americano)
CAD:	<i>Computer Aided Design</i> (Projeto Auxiliado por Computador)
CBIR:	<i>Content Based Information Retrieval</i>
CBMMG:	Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais
DLL:	<i>Dynamic Link Library</i>
DWG:	<i>Drawing</i>
IBM:	<i>International Business Machines</i>
IHC:	Interface Homem Computador
INMETRO:	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
ISO:	<i>International Organization for Standardization</i>
MARC:	<i>Machine Readable Cataloging Record</i>
NBR:	Normas Brasileiras
ODBC:	<i>Open Data Base Connectivity</i>
QBIC:	<i>Query by Image Content</i>
PGM:	<i>Portable Graymap</i>
PNG:	<i>Portable Network Graphics</i>
PPCIP:	Projetos de Prevenção Contra Incêndio e Pânico
RAM:	<i>Random Access Memory</i>
RT:	Responsável Técnico
SI:	Sistema de Informação
SQL:	<i>Structure Query Language</i>
SQUID:	<i>Shape Queries Using Image Databases</i>
SRI:	Sistema de Recuperação de Informação
WWW:	<i>World Wide Web</i>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	17
1.1	<b>Delimitação do problema</b> .....	20
1.2	<b>Questões de pesquisa</b> .....	23
1.3	<b>Objetivos</b> .....	24
1.4	<b>A estrutura da tese</b> .....	24
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-CONCEITUAL</b> .....	<b>27</b>
2.1	<b>O Estado da arte</b> .....	29
2.2	<b>Organização e recuperação de informação na ciência da informação</b> .....	31
2.2.1	Sistema de informação e sistema de recuperação de informação .....	31
2.2.2	Representação .....	35
2.2.3	Análise de assunto .....	35
2.2.4	Interpretação do documento.....	36
2.2.5	Categorização.....	37
2.2.6	Classificação .....	38
2.2.7	Indexação .....	40
2.2.8	Metadados no contexto da ciência da informação. ....	42
2.2.8.1	<i>Anglo American cataloguing rules (AACR2)</i> .....	43
2.2.8.2	<i>MAchine readable catalog (MARC)</i> .....	46
2.2.9	Tratamento de imagem na ciência da informação.....	48
2.2.9.1	<i>Representação e organização da imagem</i> .....	50
2.3	<b>Recuperação de informação baseada no conteúdo visual na ciência da computação</b> .....	<b>51</b>
2.3.1	Recuperação da informação baseada no conteúdo visual da imagem.....	51
2.3.2	Metadados no contexto da ciência da computação .....	55
2.3.3	Tratamento de imagem na ciência da computação.....	56
2.4	<b>Organização da informação em projetos de engenharia</b> .....	<b>64</b>
2.4.1	Projetos de engenharia.....	64
2.4.2	Desenho técnico de engenharia.....	71
2.4.3	Representação de desenhos.....	72
2.4.4	Padronização de desenhos técnicos.....	75
2.4.5	Projetos desenvolvidos em <i>software</i> .....	79

2.4.6	Padronização das bibliotecas de ícones para o desenvolvimento de projetos .....	82
2.4.7	Gerenciamento eletrônico de documentos - GED.....	86
<b>3</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO METODOLÓGICA .....</b>	<b>88</b>
<b>3.1</b>	<b>Introdução .....</b>	<b>88</b>
<b>3.2</b>	<b>Metodologia geral do trabalho desenvolvido.....</b>	<b>90</b>
3.2.1	Nível conceitual .....	91
3.2.2	Nível tecnológico .....	94
3.2.2.1	<i>Ferramentas utilizadas no desenvolvimento do protótipo.....</i>	<i>95</i>
3.2.3	Validação do modelo e do protótipo .....	97
<b>3.3</b>	<b>O corpus utilizado .....</b>	<b>98</b>
<b>4</b>	<b>MODELO .....</b>	<b>100</b>
<b>4.1</b>	<b>Definição das categorias .....</b>	<b>101</b>
<b>4.2</b>	<b>O esquema de classificação do modelo .....</b>	<b>105</b>
<b>4.3</b>	<b>Metadados do modelo.....</b>	<b>107</b>
4.3.1	Atributos administrativos.....	108
4.3.2	Atributos técnicos.....	108
4.3.3	Atributos visuais.....	110
4.3.4	Exemplo de uso do modelo.....	113
<b>5</b>	<b>PROTÓTIPO.....</b>	<b>117</b>
<b>5.1</b>	<b>Protótipo - Fase 1.....</b>	<b>118</b>
5.1.1	<i>Corpus utilizado - Fase 1 .....</i>	<i>119</i>
5.1.2	Desenvolvimento – Fase 1 .....	121
5.1.2.1	<i>Taxa de verificação .....</i>	<i>125</i>
5.1.2.2	<i>Algoritmo .....</i>	<i>126</i>
5.1.3	Interface - Fase 1 .....	129
5.1.4	Testes e resultados obtidos – Fase 1.....	130
5.1.5	Avaliação – Fase 1 .....	144
5.1.6	Conclusão – Fase 1.....	147
<b>5.2</b>	<b>Protótipo - Fase 2.....</b>	<b>148</b>
5.2.1	<i>Corpus utilizado - Fase 2.....</i>	<i>149</i>
5.2.2	Banco de dados .....	151

5.2.3	Desenvolvimento – Fase 2.....	154
5.2.4	Interface – Fase 2 .....	156
5.2.5	Testes e resultados obtidos – Fase 2.....	162
5.2.6	Avaliação - Fase 2 .....	166
5.2.7	Conclusão – Fase 2.....	169
<b>6</b>	<b>VALIDAÇÃO: ESTUDO DE CASO, CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS – CBMMG .....</b>	<b>170</b>
<b>6.1</b>	<b>O contexto .....</b>	<b>171</b>
6.1.1	Situação Atual do CBMMG .....	171
6.1.2	Legislação de Segurança Contra Incêndio e Pânico nas Edificações e Áreas de Risco do Estado de Minas Gerais.....	174
6.1.3	Projeto de recuperação de imagens para CBMMG .....	175
<b>6.2</b>	<b>Validação do modelo e do protótipo no CBMMG.....</b>	<b>176</b>
6.2.1	<i>Corpus</i> utilizado – CBMMG .....	177
6.2.2	Desenvolvimento - CBMMG.....	178
6.2.3	Testes e resultados obtidos – CBMMG.....	179
6.2.4	Conclusão – CBMMG .....	200
<b>7</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>201</b>
<b>7.1</b>	<b>Contribuições : teóricas, metodológicas e práticas.....</b>	<b>203</b>
<b>7.2</b>	<b>Limitações.....</b>	<b>205</b>
<b>7.3</b>	<b>Trabalhos futuros e relacionados.....</b>	<b>205</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>207</b>
	<b>APÊNDICE A – Símbolos gráficos – Fase 1 (total impresso e DVD) .....</b>	<b>218</b>
	<b>APÊNDICE B – <i>Corpus</i> utilizado – Fase 1 (total impresso e DVD) .....</b>	<b>219</b>
	<b>APÊNDICE C – <i>Corpus</i> utilizado – Fase 2 (total impresso e DVD) .....</b>	<b>224</b>
	<b>APÊNDICE D – Relatórios – CBMMG (parcial impresso e total DVD).....</b>	<b>233</b>
	<b>APÊNDICE E – Resultados encontrados - CBMMG (parcial impresso e total DVD).....</b>	<b>238</b>
	<b>APÊNDICE F – Glossário .....</b>	<b>247</b>
	<b>ANEXO A – Tabela de símbolos gráficos – CBMMG (total impresso e DVD).....</b>	<b>253</b>
	<b>ANEXO B – <i>Corpus</i> utilizado – CBMMG (parcial impresso e total DVD) .....</b>	<b>257</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a velocidade de produção de informação e o grande volume desta, trazem inúmeros benefícios e, ao mesmo tempo, geram problemas de recuperação e tratamento que os cientistas da informação tentam resolver. Um desses problemas enfrentados pela engenharia é a rápida localização da informação presente em desenhos técnicos. Esse questionamento em torno da eficiência e rapidez para a recuperação da informação em desenhos técnicos de engenharia deu origem ao desenvolvimento desta tese.

O estudo apresenta uma característica interdisciplinar, envolvendo conhecimento nas áreas de ciência da informação, ciência da computação e engenharia. A interseção das três disciplinas aponta para o modelo desenvolvido, conforme a FIG. 1. A área de conhecimento da ciência da informação contribui com os estudos referentes ao conceito de informação; técnicas de definição de assunto através do entendimento do documento; técnicas de organização, tratamento e recuperação da informação; conceitos de indexação e esquemas de classificação. A área de conhecimento da ciência da computação contribui a partir de conceitos e técnicas para a implementação de sistemas automatizados, principalmente de recuperação da informação baseada no conteúdo visual da imagem. A disciplina da engenharia / arquitetura é responsável pela seleção dos documentos; detém o conhecimento técnico, é responsável pela interpretação e classificação do documento e compreende os usuários do processo que recuperam a informação desejada.

De acordo com a FIG. 1, a interface entre as disciplinas da ciência da informação e engenharia, ocorre durante as etapas de seleção, aquisição, representação, descrição e indexação dos documentos técnicos, definindo o modelo de classificação a ser utilizado. A interface entre as disciplinas da ciência da informação e ciência da computação é obtida por meio do desenvolvimento do sistema e definições de implementação, integrando conceitos de recuperação da informação desenvolvidos pelas duas áreas do conhecimento, a fim de conseguir a automatização do processo. A interface entre ciência da computação e engenharia ocorre na utilização do sistema, na validação do protótipo, na simulação, nos procedimentos de busca e recuperação da informação. A intenção desta tese é atingir o intercâmbio entre as três disciplinas de forma integrada, com participação em todas as etapas de desenvolvimento do sistema de indexação e recuperação de informação de desenhos técnicos de projetos de engenharia.



FIGURA 1 - Interdisciplinaridade nas áreas da ciência da informação, ciência da computação e engenharia/arquitetura

Fonte: elaboração do autor.

Com a revisão de literatura, detectou-se o problema de não existir uma base teórica desenvolvida com a aplicação dos conceitos e técnicas das três áreas em busca de uma solução. O estado da arte relativo à área de recuperação da informação de imagens apresenta linhas distintas de pesquisa. Uma linha de pesquisa, baseada na semântica da imagem, procura definições para o entendimento da imagem a fim de extrair o conceito e, normalmente, a descrição da imagem é feita através de relato, ou seja, através de textos. Outra linha de pesquisa, baseada no tratamento sintático da imagem, procura definir o conteúdo por meio de símbolos e ícones existentes na imagem para recuperação da mesma, utilizando recursos

computacionais de processamento digital de imagens. No presente trabalho, essas duas linhas são pesquisadas e analisadas separadamente, para propor um modelo com o objetivo de unir as principais características de cada uma, na busca de um sistema de recuperação de informação mais eficiente. De acordo com Heidorn (1999), Enser (2000) e Smeulders *et al.* (2000) existe uma separação entre as duas linhas de pesquisa e é preciso transpor essa distância na busca de soluções inovadoras para a recuperação de imagens.

Para dar um salto no processo de recuperação de imagem, torna-se necessário unir as duas linhas de pesquisa para ir além do processo binário do processamento computacional e incorporar a percepção humana e vice versa, observar o processamento cognitivo da interpretação humana da imagem e incorporar processos automáticos de recuperação.

Esta tese tem como objetivo, ligar os conhecimentos e técnicas das linhas de pesquisa em ciência da informação e em ciência da computação para propor um modelo de organização e recuperação de desenhos técnicos de engenharia e arquitetura visando à otimização da busca da informação.

Apresenta uma análise conceitual de organização e recuperação da informação com enfoque em imagens, propõe um modelo com esquema de classificação para desenhos técnicos de engenharia e, paralelamente, implementa um protótipo para a recuperação automatizada da informação. A pesquisa desenvolveu-se em três etapas. A primeira constitui-se do estudo conceitual e da construção de um esquema de classificação para desenhos técnicos de engenharia, através da análise semântica da imagem e da definição das categorias dos desenhos técnicos. A segunda etapa inclui a implementação tecnológica com o desenvolvimento do protótipo, garantindo a recuperação automatizada da informação. O protótipo foi desenvolvido em duas fases: a primeira, com um algoritmo de varredura para localizar uma imagem-chave numa base de dados, com o processamento executado no momento da busca, restrita a 10 desenhos. Com os resultados obtidos na fase 1, passa-se à fase 2, com otimizações referentes ao pré-processamento e à utilização do sistema híbrido com metadados textuais e visuais e um *corpus* de 19 desenhos técnicos, representados na forma final de aprovação de projetos; finalmente, a utilização de uma base de dados real e robusta composta de 332 desenhos técnicos relativos a projetos de combate e prevenção a incêndio. A terceira etapa da tese constituiu na validação da eficiência do modelo, através de um estudo de caso com o Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais. Na validação, a amostra pré-estabelecida de desenhos técnicos foi classificada, por meio do esquema de classificação e indexada para compor o banco de dados de imagens do protótipo. Buscas são realizadas através do protótipo para analisar o grau de eficiência do tempo de processamento e

da taxa de acerto na recuperação da informação. Os resultados obtidos comprovam a viabilidade do sistema para organização e busca da informação em projetos de engenharia de forma eficaz e eficiente.

A pesquisa apresenta uma metodologia composta de abordagem qualitativa e quantitativa. Com a pesquisa qualitativa criou-se conceitos e definições sobre uma determinada área através de um estudo exploratório. Com a pesquisa quantitativa com abordagem de um estudo experimental, desenvolveu-se o protótipo e a validação com o estudo de caso.

Dentre as contribuições da tese, têm-se: a revisão de literatura que identificou uma lacuna entre duas linhas distintas de pesquisa referentes à organização e recuperação de imagens digitais; a construção de um sistema híbrido com metadados textuais e visuais; a utilização do conteúdo semântico e sintático da imagem para a elaboração do modelo de classificação para desenhos técnicos de engenharia; a implementação de um protótipo para automatizar e testar o modelo; a validação do sistema de organização e recuperação da informação através do estudo de caso junto ao CBMMG.

Durante o desenvolvimento da tese, são utilizadas algumas palavras técnicas referentes à ciência da informação, ciência da computação e projetos de engenharia que constam no glossário apresentado no APÊNDICE F.

## **1.1 Delimitação do problema**

O problema de recuperação de informação em tempo hábil é premente nos dias atuais. O aumento da produção de documentos e a facilidade de acesso à informação demandam, cada vez mais, o desenvolvimento de sistemas de recuperação de informação mais específicos e eficientes para cada domínio. O espaço digital tem expandido ilimitadamente e os acervos contendo arquivos digitais gerados em âmbitos particulares e institucionais se multiplicaram. Entre esses arquivos, encontram-se textos, imagens, sons digitalizados, das mais variadas naturezas, alguns dos quais passam a requerer diferentes tipos de tratamento, visando-se a uma recuperação de informação mais eficiente e eficaz por parte dos usuários.

A questão de representação e recuperação da informação é uma constante nas empresas de engenharia e escritórios de arquitetura. Atualmente, os sistemas de gerenciamento de documentos que contemplam gerenciamento de desenhos técnicos em empresas de engenharia, utilizam atributos predeterminados os quais descrevem, principalmente, características administrativas do projeto. Esses atributos são compostos de



textos que definem autoria (nome, autor e data), dados técnicos do projeto (localização, área de ocupação), dados do arquivo digital (nome, tamanho, data e localização). Normalmente, não se consideram características visuais presentes no próprio desenho.

Nos últimos anos, as organizações que lidam com projetos e desenhos técnicos de engenharia buscam soluções para otimizar o gerenciamento dos arquivos de projetos e a busca da informação, principalmente devido ao aumento das coleções em formato digital.

Durante a última década, a mudança ocorrida no desenvolvimento de projetos influenciou a forma de organização e recuperação da informação nos desenhos técnicos. O desenvolvimento de projetos passou do processo manual para o automatizado. Ocorreu a substituição da prancheta de trabalho, a qual era usada para o desenvolvimento do desenho técnico, pelo computador com uso de *software* de computação gráfica. Em consequência, atualmente, os arquivos técnicos de projetos de engenharia são constituídos de base de dados formada por documentos físicos e documentos virtuais. Os documentos físicos são arquivos de desenhos feitos à mão, desenvolvidos diretamente no papel com o uso da prancheta e instrumentos de desenho como esquadro e régua. Os documentos virtuais são arquivos gerados diretamente no formato digital, desenvolvidos no computador com uso de *software* gráfico de engenharia.

Os desenhos técnicos desenvolvidos de forma automatizada geram arquivos digitais, conquanto os desenvolvidos de forma manual geram documentos em papel. Atualmente, os arquivos físicos ocupam grandes espaços, precisando, para abrigá-los, de edificações próprias que podem chegar a significativos metros quadrados de área construída, gerando alto custo de armazenamento para as organizações. Com o objetivo de diminuir espaço físico de armazenamento de desenhos técnicos, tornou-se necessário digitalizar os desenhos executados pelo processo manual. A digitalização dos desenhos técnicos significa transformar os documentos físicos em papel, para o formato digital. Os projetos são digitalizados através de *scanners*. Esse processo de digitalização dos desenhos técnicos resolve o problema do espaço físico e também gera bases de dados de tamanho considerável, pois os desenhos necessitam ser escaneados em alta resolução, para garantir uma boa qualidade da imagem armazenada. Independentemente da forma de criação do documento, desenvolvimento manual ou eletrônico, os desenhos técnicos são tratados nesta tese em formato digital.

O desenvolvimento de um projeto produz grande quantidade de informação com dezenas, centenas ou milhares de desenhos técnicos, independentemente do tamanho da obra ou do nível de detalhamento. Atualmente, as instituições de engenharia convivem com um

grande problema referente ao volume de documentos gerados, e à recuperação da informação contida em documentos de projetos executados e arquivados.

O problema de recuperação da informação foi detectado pela autora desta tese através da observação de organizações que lidam com projetos de engenharia, desde pequenos escritórios até grandes empresas de capital privado, público ou multinacional.

A identificação e o arquivamento de projetos são, normalmente, baseados em índices básicos e gerais. Os índices cadastram informações de autor, data, tipo de projeto, ou seja, as informações constantes no carimbo ou legenda de cada desenho técnico. Utilizando o processo atual para a classificação dos projetos em um sistema de informação, é quase impossível conseguir a informação desejada, referente ao próprio desenho, com precisão, em tempo hábil. A recuperação da informação pode ficar dependente de uma pessoa que tenha efetivamente participado no desenvolvimento do projeto para a sua localização. Esse é um grande problema para a empresa que, após a execução de um projeto, fica dependente do capital humano. Se os engenheiros ou técnicos, responsáveis pelo projeto, deixarem a empresa, a informação não será localizada por outro funcionário ou qualquer outro sistema de informação.

Abaixo são relatados casos reais que demonstram a necessidade de se utilizar um sistema de recuperação de imagens capaz de conseguir uma rápida recuperação da informação para a tomada de decisão.

O Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais possui um acervo com mais de 10.000 documentos contendo projetos de arquitetura e respectivos projetos de prevenção e combate a incêndio. No momento, a instituição tem dificuldade de encontrar o documento de uma planta que contenha um dado particular. No escritório, encontra-se dificuldade e lentidão na localização da informação nos projetos de engenharia, principalmente, presente no próprio desenho. Não há um sistema de informação específico de recuperação de documentos dos projetos, sendo assim, existe dificuldade em selecionar documentos com informações de, por exemplo, número de extintores de incêndio localizados em determinados projetos. É necessária a rápida localização desse tipo de informação para tomada de decisão em situações de emergência e, para isso, o Corpo de Bombeiros está dotado de um sistema para transmitir as informações entre escritório e viaturas em campo.

Uma empresa de engenharia responsável pelo projeto de uma usina hidrelétrica, normalmente, lida com centenas ou milhares de documentos de desenhos técnicos em diferentes formatos, representações ou tamanhos. Para consultar um detalhe técnico presente em uma planta, a empresa depende de um engenheiro que participou do projeto para localizá-

lo. Um detalhe técnico pode representar o desenho de um encaixe ou o desenho das turbinas, possibilitando, através da análise do desenho, fazer o levantamento das usinas com um determinado número de turbinas. Se gasta muito tempo na localização de um detalhe, dificultando o processo de tomada de decisão que envolve grandes recursos operacionais e financeiros.

Em um escritório de arquitetura, normalmente, os projetos são arquivados através de pontos de acesso de acordo com data, autor, área, endereço, proprietário, sem referenciar as características visuais, o que torna o processo de recuperação de informação dependente das pessoas diretamente envolvidas no desenvolvimento do projeto.

As empresas de engenharia do setor de mineração apresentam, também, necessidade desse tipo de sistema. É importante considerar que, em Minas Gerais, há uma concentração de empresas de engenharia do ramo de mineração, que desenvolvem projetos nessa área. Da mesma forma que os exemplos anteriores, as empresas de engenharia do ramo de mineração desenvolvem projetos que envolvem centenas ou milhares de desenhos técnicos. Essas empresas apresentam a mesma situação problemática referente à recuperação de desenhos, ou seja, dependência do profissional responsável pelo desenvolvimento do projeto para a localização. Além do objetivo da rápida localização dos desenhos técnicos, existe a necessidade de informatização de procedimentos relacionados à troca de informações entre várias empresas que participam do desenvolvimento do mesmo projeto. Essa distribuição do trabalho gera uma necessidade de troca de informação em grande quantidade e em alta velocidade. Considerando o volume de informação criado diariamente através do desenvolvimento de desenhos técnicos entre departamentos de uma empresa ou entre as empresas terceirizadas, aponta-se para a necessidade, a de organizar e arquivar a informação de forma lógica e normalizada para conseguir recuperá-la com eficiência.

Percebe-se, pelos exemplos acima, a inquietação causada por essa situação problemática envolvendo diversos profissionais de desenvolvimento e gerenciamento de projetos de engenharia, e também, seja concreta ou potencialmente, a recuperação de imagens.

## **1.2 Questões de pesquisa**

De acordo com o exposto, as instituições de engenharia convivem com um grande problema referente à recuperação da informação contida em documentos de desenhos técnicos de projetos desenvolvidos, executados e arquivados. Existem formas tradicionais de

organização de projetos, mas essas não atendem a demanda específica dos usuários. Com essa constatação, chega-se à conclusão de que o problema está presente na forma de interpretação, descrição, representação, indexação e recuperação do documento. Concluindo, é possível levantar questões sobre o problema: 1) Qual a forma eficaz de organizar, indexar e recuperar os desenhos técnicos dos projetos de engenharia/arquitetura considerando o conteúdo visual?; 2) Como conseguir uma eficiente recuperação da informação, auxiliando o processo de tomada de decisão dos profissionais envolvidos com projetos de engenharia?

### **1.3 Objetivos**

O objetivo principal e abrangente desta tese é construir um modelo automatizado de classificação e indexação dos desenhos técnicos de projetos de engenharia/arquitetura, visando-se sua recuperação de forma eficaz e eficiente, envolvendo pontos de acesso relevantes, seja textuais ou gráficos, unindo conhecimento e técnicas da ciência da informação com a ciência da computação.

Os objetivos específicos englobam: 1) estudar os campos de conhecimento que tangenciam a pesquisa, assim como fazer a revisão de literatura e pesquisar o estado da arte de trabalhos relacionados tendo em vista a exaustividade do levantamento sobre a área e as possíveis contribuições desta tese; 2) propor um modelo de classificação para organização e indexação de desenhos técnicos de engenharia; 3) desenvolver um protótipo para testar o modelo; 4) validar o protótipo com um estudo de caso para provar a aplicação prática.

### **1.4 A estrutura da tese**

Esta tese está organizada em sete capítulos complementados com as referências bibliográficas, apêndices e anexos.

O primeiro capítulo compreende a introdução, descreve a situação problemática e a justificativa do problema. Após a apresentação da situação problemática e o relato de casos reais, surge a delimitação do problema de pesquisa. Em seguida, são apresentadas as questões de pesquisa, os objetivos e a estrutura da tese.

O segundo capítulo inclui a fundamentação teórico-conceitual, com a revisão de literatura originada nas investigações sobre conceitos, autores e técnicas das áreas de conhecimento envolvidas. A seção 2.1 apresenta o estado da arte e as áreas distintas de pesquisa em relação ao estudo de imagens. A seção 2.2 apresenta uma descrição das técnicas

de organização e recuperação da informação oriundas da ciência da informação, baseadas em conceitos clássicos da área. A seção 2.3 trata da recuperação da informação baseada no conteúdo visual da imagem, uma área de pesquisa explorada pelos cientistas da computação. A seção 2.4 mostra a situação atual da organização da informação em projetos de engenharia/arquitetura; apresenta o objeto de pesquisa, o projeto de engenharia, representação dos desenhos técnicos e as disciplinas da engenharia; descreve sobre a trajetória da transição do desenvolvimento dos desenhos técnicos da prancheta para o computador, a padronização dos desenhos técnicos e as bibliotecas de símbolos gráficos.

O terceiro capítulo descreve a fundamentação metodológica utilizada no desenvolvimento da pesquisa.

O quarto capítulo apresenta o desenvolvimento do modelo. Descreve-o para classificar os desenhos técnicos de engenharia/arquitetura com a definição das categorias e dos metadados administrativos, técnicos e visuais utilizados no sistema.

O quinto capítulo apresenta o protótipo desenvolvido para testar o modelo. Este capítulo está dividido em duas partes que correspondem às duas fases de desenvolvimento do protótipo. A primeira parte corresponde ao desenvolvimento da fase 1, apresenta o *corpus* utilizado, o desenvolvimento, a interface, os testes e resultados obtidos, as avaliações e as conclusões. Através dos resultados obtidos e das avaliações da primeira fase, implementaram-se melhorias no protótipo, que desencadearam o desenvolvimento da segunda fase. Na seqüência, apresenta o *corpus* utilizado na fase 2, o banco de dados, o desenvolvimento, a interface, os testes e resultados obtidos, as avaliações e as conclusões.

O sexto capítulo apresenta a validação do modelo e do protótipo através de um estudo de caso junto ao Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais. Esta etapa versa sobre a avaliação e análise dos resultados obtidos nas etapas anteriores, confirmando, assim, a aplicação e a viabilidade do estudo desenvolvido.

O sétimo capítulo apresenta as conclusões, contribuições teóricas, metodológicas e práticas alcançadas. Em seguida, cita as limitações encontradas, propostas de trabalhos futuros e relacionados.

Na seqüência, estão as referências bibliográficas.

A última parte apresenta os apêndices e anexos. O APÊNDICE A é o conjunto de símbolos gráficos utilizados na fase 1 do protótipo; o APÊNDICE B contém o *corpus* utilizado no desenvolvimento da primeira fase do protótipo com 10 plantas de projetos arquitetônicos; o APÊNDICE C que complementa o APÊNDICE B com o *corpus* utilizado no desenvolvimento da segunda fase do protótipo com nove formatos de desenhos técnicos; o

APÊNDICE D apresenta parte dos relatórios extraídos automaticamente do protótipo no estudo de caso CBMMG; o APÊNDICE E apresenta partes do resultado obtido no estudo de caso CBMMG com 8 desenhos impressos e o restante gravado em DVD. O APÊNDICE F é um glossário de termos técnicos; o ANEXO A possui a tabela de símbolos gráficos da Legislação de segurança contra incêndio e pânico nas edificações e áreas de risco do Estado de Minas Gerais; o ANEXO B contém o *corpus* utilizado no desenvolvimento da validação junto ao Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais – CBMMG com a impressão de 15 desenhos dos 332 que estão gravados no DVD.

O DVD anexo inclui a totalidade dos dados trabalhados no APÊNDICE A, APÊNDICE B, APÊNDICE C, APÊNDICE D, APÊNDICE E, ANEXO A e ANEXO B.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-CONCEITUAL

Este capítulo compreende a literatura relativa ao quadro conceitual e teórico usado para o desenvolvimento da pesquisa, apresentando conjuntamente estado da arte e a revisão de literatura visando-se detectar trabalhos similares. Começa com uma discussão a respeito do estado da arte e, em seguida, descreve em seções a pesquisa de três áreas do conhecimento e as particularidades de cada uma. A primeira seção aborda organização e recuperação da informação na ciência da informação. A segunda seção apresenta os conceitos e as técnicas utilizadas na recuperação da informação baseada no conteúdo visual da imagem na ciência da computação. A terceira seção apresenta conceitos relacionados a projetos de engenharia e a forma de organização e recuperação da informação na engenharia.

O estudo das áreas separadamente apresenta os três pilares que sustentam a proposta inovadora decorrentes da intersecção entre elas. A presente pesquisa, na literatura em âmbito internacional, não detectou trabalhos que integrem as três áreas e que apresentem solução completa para a questão de pesquisa.

Para organizar e sistematizar os conceitos adquiridos com a fundamentação teórica, o quadro conceitual, o estado da arte e a revisão de literatura, elaborou-se o mapa de literatura de acordo com as diretrizes apresentadas por Creswell (2003), desenvolvido com a indicação das áreas e dos autores pesquisados apresentados na FIG. 2. Os autores estão propositalmente organizados em ordem alfabética para manter a neutralidade da citação e não haver comprometimento em relação à ordem de importância, valores ou grau de referência entre eles. O mapa de literatura é uma ferramenta metodológica para organizar os assuntos e sistematizar a pesquisa elaborada durante a fundamentação e a revisão dos trabalhos similares desenvolvidos.

Através do mapa, pode-se evidenciar que o estado da arte identifica um *gap* existente na literatura de organização e recuperação de desenhos técnicos, considerando o conteúdo visual e justifica a revisão de literatura em áreas distintas. A composição das três áreas forma os pilares teóricos e conceituais da tese ora apresentada.

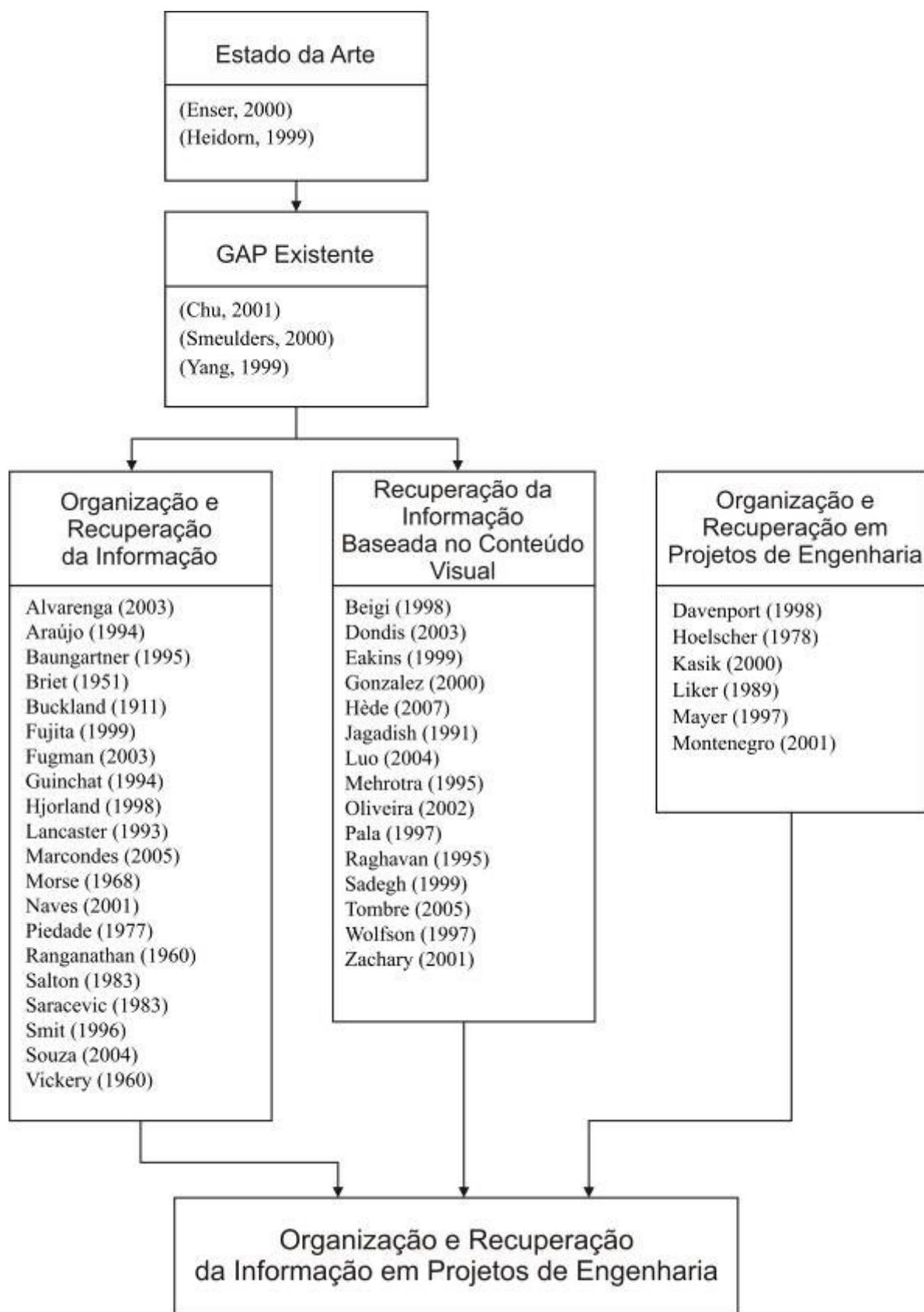


FIGURA 2 - Mapa das fontes da fundamentação teórica, conceitual, do estado da arte e da revisão de literatura da tese

Fonte: elaboração do autor.



## 2.1 Estado da arte

O estado da arte aponta um *gap* na área de recuperação de informação em imagens, com a presença de duas linhas distintas de pesquisa, de acordo com Enser (2000), Smeulders *et al.* (2000), Chu (2001), Heidorn (1999) e Yang e Yang (1999). Uma linha de pesquisa utiliza, para indexação e recuperação da informação, dados descritivos da imagem como, por exemplo, autor, data, local. Descreve o conteúdo da imagem através de relatos ou palavras que são utilizadas como índices em banco de dados. Outra linha de pesquisa, desenvolvida principalmente por cientistas da computação, utiliza características gráficas da própria imagem como índices. Essa definição de duas linhas de pesquisa distintas foi percebida pela autora e está respaldada por pesquisadores que apontam uma falta de solução e uma descontinuidade existente entre as linhas. De acordo com Chu (2001), Enser (2000), Heidorn (1999) e Smeulders *et al.* (2000), existe uma separação entre as duas linhas de pesquisa, e é preciso transpor essa distância na busca de soluções inovadoras para a recuperação da informação.

Segundo Enser (2000), as coleções de imagens consideram o paradigma de recuperação baseada no conceito em que a pesquisa da imagem é verbalizada pelo usuário e resolvida através de operações de texto. O texto é a verbalização da imagem. O autor aponta outro estudo envolvendo recuperação visual baseada no conteúdo, que apresenta crescimento a partir de 1990. Destaca a importância de pesquisas nessa área, através de sistemas híbridos, para transpor a descontinuidade que existe entre o processamento humano de alto nível e o processamento computacional de baixo nível.

O estudo realizado por Smeulders *et al.* (2000) analisa 200 artigos sobre a recuperação de informação visual. Conclui que existe um obstáculo a ser superado no processo de compreensão da imagem, no qual pesquisadores de visão computacional deveriam identificar características requeridas para o entendimento iterativo da imagem; ou seja, o assunto da imagem; além do uso das técnicas automatizadas de comparação entre imagens. Define o *gap* semântico como a falta de coincidência entre a informação que pode ser extraída do dado visual e a interpretação que o mesmo dado tem para o usuário em uma determinada situação. Destaca o crescimento da pesquisa em recuperação da informação baseada no conteúdo (ou seja: forma da imagem) devido à grande disponibilidade de sensores digitais, ao fortalecimento da informação disponibilizada na Internet e à queda do preço de dispositivos de armazenamento. Essa ênfase implica no contínuo aparecimento de novas técnicas e novos modelos para a recuperação da imagem baseada na forma. Entretanto, destaca o autor, é

necessário transpor o problema que envolve a compreensão da imagem. Na recuperação baseada na forma, os atributos são comparados a partir de desenhos, e o significado da imagem raramente está presente. No processamento automatizado, a imagem é recuperada por similaridade de desenhos, ou seja, precisa de uma imagem exemplo para encontrar outra. Tal operação é considerada como sendo uma recuperação sintática. O processamento humano consiste numa semântica imediata e faz a interpretação do conceito ao observar uma determinada imagem.

Estudo apresentado por Chu (2001) confirma que existe um rápido crescimento de dois grupos distintos de pesquisa que empregam abordagens baseadas no conteúdo e na descrição, respectivamente. A abordagem baseada no conteúdo refere-se a técnicas de indexação e recuperação da imagem, com processamento automático da informação, e considera propriedades de cor, textura e forma. O método que se baseia na descrição emprega subtítulos, palavras-chave e outros descritores, envolvendo a interpretação humana. O campo da ciência da computação foca a recuperação do conteúdo, enquanto a comunidade de ciência da informação concentra-se em métodos baseados nos descritores. Conclui que o campo de pesquisa de indexação e recuperação de imagem poderá ter um grande avanço, se ambas forem integradas.

Outra nomenclatura para o mesmo problema foi desenvolvida por Heidorn (1999) que considera a recuperação da informação baseada no texto e baseada no visual. Defende a idéia que recuperação de informação baseada no conteúdo não é uma substituição, mas um componente complementar para a recuperação da imagem baseada no texto. Somente uma integração dos dois pode resultar em melhorias satisfatórias.

Resumindo, constata-se que o estado da arte apresenta duas linhas distintas de pesquisa para a recuperação da informação visual. Uma linha considera a semântica, procura definições para o entendimento da imagem, extração do conceito e, normalmente, a descrição da imagem é feita através de texto. Outra linha de pesquisa considera o tratamento sintático da imagem, procura definir o conteúdo através de símbolos e ícones existentes, para extrair propriedades candidatas à sua interpretação com recursos computacionais de processamento digital de imagens.

De acordo com a revisão de literatura, as duas grandes áreas de pesquisa foram pesquisadas e analisadas separadamente, para se propor um modelo com o objetivo de unir as características principais de cada uma, na busca do sistema de recuperação mais eficiente e eficaz.

## **2.2 Organização e recuperação da informação na ciência da informação**

A primeira parte desta seção aborda conceitos de organização e recuperação da informação definidos na ciência da informação. Descreve os conceitos clássicos de sistemas de informação e sistemas de recuperação de informação. Abrange a análise de assunto, definição de pontos de acesso e a interpretação do documento. Em seguida, analisa o processo de categorização. Na sequência, apresenta a história da classificação e sua influência nas abordagens atuais. A indexação e as linguagens de indexação apontam os fundamentos utilizados na entrada de dados dos sistemas de informação. Finalmente, faz um estudo de como a ciência da informação trata imagem dentro do conceito de organização e recuperação da informação.

### **2.2.1 Sistemas de informação e sistemas de recuperação de informação**

Os termos sistema de informação e sistema de recuperação de informação são, em muitos casos, utilizados como sinônimos. Sistema de informação tem uma concepção mais genérica, com entrada de dados, processamento e recuperação. Sistema de recuperação de informação é um termo mais restrito para sistemas que visam à recuperação da informação.

Turban (2003) define sistema de informação como um conjunto de componentes relacionados entre si, que coleta, processa, armazena, analisa e dissemina informação, com um propósito específico para usuários interessados. O sistema de informação abrange entrada, processamento e saída. Sistemas de informação são aqueles que objetivam a realização de processos de comunicação. Já os sistemas de recuperação da informação constituem exemplos de mecanismos “especificamente planejados para possibilitar a recuperação da informação”, de acordo com Araújo (1994).

Os sistemas de informação e os sistemas de recuperação de informação abordam um conjunto de tarefas relacionadas a localizar, dentro das informações disponíveis, aquelas realmente relevantes através de seleção, análise, indexação e busca da informação. Em todas as etapas, é importante considerar a interação entre usuário e sistema.

Segundo Lancaster (1993), recuperação de informação é o processo de pesquisar uma coleção de documentos a fim de identificar aqueles documentos que tratam de um determinado assunto. Qualquer sistema destinado a facilitar essa atividade de busca de informação pode ser legitimamente chamado de sistema de recuperação de informação.

A preocupação com a recuperação de informação aparece desde o século II A.C., mas o marco moderno da recuperação da informação e, em consequência, da consolidação do sistema de recuperação de informação como entidades, é, em geral, datado das décadas de 40/50. O termo “recuperação da informação” (*information retrieval*) foi criado em 1951 por Calvin Moores.

Na década de 60, Morse (1968) apresenta dois pontos essenciais a serem considerados em sistema de recuperação de informação, referentes ao tamanho das coleções e à necessidade da participação do usuário nas diversas etapas do sistema:

O gigantismo das coleções, que se reflete em grande parte nos subsistemas de organização de arquivos e de armazenamento, e as necessidades dos usuários de encontrarem meios de recuperar, nessas massas crescentes (registros e documentos) com um mínimo de esforço, a informação que necessitam (MORSE, 1968).

De acordo com Lancaster (1986), um sistema de recuperação de informação precisa utilizar vocabulário controlado. O processo de indexação envolve dois passos: análise conceitual e a tradução da análise conceitual em vocabulário. Vocabulário controlado pode ser definido como um conjunto de termos limitados para representar o assunto. Assim, um vocabulário pode ser uma lista de cabeçalho de assunto, um esquema de classificação, um tesouro, ou uma simples lista de palavras-chave ou frases. O processo está completo quando o usuário está satisfeito com o resultado da busca. Em geral, um vocabulário controlado pode ter dois componentes: uma organização sistemática de termos, uma lista alfabética destes termos e os componentes serem separados ou integrados.

Araújo (1994) divide os Sistemas de Recuperação de Informação em subsistema de entrada, subsistema de saída e subsistema de avaliação.

O subsistema de entrada é a etapa na qual ocorre a seleção, aquisição, descrição, representação, organização dos arquivos e armazenamento. Durante a seleção, acontece o processo intelectual de escolha dos documentos que irão integrar o acervo do sistema, tendo como um dos principais componentes a política de seleção. A etapa de aquisição refere-se ao conjunto de procedimentos administrativos para formar a base de dados. O subsistema de descrição objetiva identificar os documentos através de seus descritores (autor, título, local de edição, editor, data, etc.) nos seus aspectos extrínsecos. O subsistema de representação objetiva identificar os aspectos intrínsecos dos documentos, essencialmente sua tematicidade, concernência. A representação, de maneira geral, consiste na indexação dos documentos. O processo de indexação compreende, basicamente, a análise do documento com determinação

de sua tematicidade e a identificação dos conceitos-chave e a tradução desses conceitos para o sistema. A descrição e a representação dão origem a registros que compõem a organização dos arquivos. A organização dos arquivos envolve aspectos físicos, estruturais e lógicos. Aspectos físicos referem-se ao meio físico no qual a informação foi registrada; aspectos estruturais referem-se à organização dos dados de descrição e representação do documento no registro; aspectos lógicos estão ligados à lógica de busca. O armazenamento tem como função a guarda e a manutenção dos documentos.

O subsistema de saída engloba a análise e a negociação de questões, as estratégias de busca, recuperação, disseminação e o acesso ao documento, de acordo com as necessidades de informação dos usuários. Através do subsistema de análise e negociação de questões, o usuário coloca sua demanda de informação através da interface do sistema. De acordo com Pao (1989), o processo de análise de questões envolve a compreensão dinâmica das necessidades do usuário, a técnica de perguntar e a formulação lógica de uma demanda de informação passível de ser encontrada. Saracevic (1983) identifica cinco elementos básicos em situações de busca de informações: o problema, o estado interno de conhecimento, a intenção, a questão e o pedido. O processo de busca à informação apresenta, no início, um problema de informação do usuário que transforma numa necessidade de informação. A existência de um problema de informação não implica, necessariamente, numa necessidade de informação. A propriedade que liga a resposta do sistema à pergunta do usuário é a relevância, já a propriedade que liga a resposta do sistema à necessidade de informação, é a pertinência. Muitas vezes, o usuário não sabe expressar adequadamente sua necessidade de informação quando se refere à busca de um assunto, tema ou problema. A estratégia de busca e a recuperação têm como objetivo, combinar os termos da busca com os termos do arquivo, de acordo com regras definidas. A fase de disseminação e acesso ao documento tem a função de entregar os produtos ao usuário, e termina quando o conjunto de respostas resultante da busca chega ao usuário. A disseminação proporciona a visibilidade do uso dos documentos, ao permitir o acesso aos arquivos. De acordo com Pao (1989), a disseminação sofreu modificações com o impacto das novas tecnologias. A entrega de informação evolui da fase de operações manuais, completamente descentralizadas, para uma fase de operações centralizadas, controladas por computador.

O subsistema de avaliação é responsável pelo julgamento de valor e mérito, processo que envolve o avaliador, o objeto a ser avaliado e algumas premissas associadas ao objeto. Lancaster (1993) distingue três níveis de avaliação: eficácia, custo/eficácia e custo/benefício.

Recuperar dados no contexto de um sistema de recuperação de informação, segundo Baeza e Ribeiro Neto (1999), consiste em determinar os documentos de uma coleção que contém a palavra chave da consulta de um usuário. Frequentemente, isso não é suficiente para satisfazer a necessidade do usuário que procura informação sobre um determinado assunto e não sobre um dado ou uma palavra. Na tentativa de satisfazer a necessidade de informação do usuário, os sistemas de recuperação de informação buscam interpretar os conteúdos de itens de informação de uma coleção. A interpretação implica na extração de informações sintáticas e semânticas dos documentos e das necessidades de informação do usuário.

A recuperação da informação constitui o problema central dos sistemas de recuperação da informação e as linguagens de recuperação de informação, vocabulário controlado, são elementos de suma importância para sua solução.

Os sistemas de informação apresentavam um desenvolvimento linear feito por especialistas de desenvolvimento de sistemas sem a participação efetiva do usuário. Salton (1968) introduz a participação do usuário na definição da pesquisa, estabelece relação com as técnicas de usabilidade, utiliza o conceito de recuperação/precisão e número de documentos relevantes recuperados numa determinada busca. Utiliza um modelo matemático vetorial, no qual cada documento é representado como um vetor que possui um determinado peso (grau de importância). O peso baseia-se no número de ocorrências do termo no documento (frequência). A consulta do usuário também é representada por um vetor, assim, torna-se possível montar uma lista ordenada de todos os documentos e seus respectivos graus de relevância à consulta.

Os métodos atuais de recuperação de informação textual buscam aperfeiçoar os mais antigos, permanecendo a metodologia básica. A comparação em banco de dados, utilizando palavra por palavra já não é mais sustentável, e procuram-se formas mais eficientes de acesso aos documentos. A pesquisa da informação é feita através de perguntas submetidas ao usuário (perguntas que identificam a idéia do usuário), a partir das quais procura a similaridade entre o(s) termo(s) fornecido(s) pelo mesmo e os termos que identificam os documentos contidos na base de dados. Esse processo pode trazer problemas quando a palavra utilizada pelo sistema é diferente da utilizada pelo usuário. O processo de indexação procura solucionar esse problema através de uma lista de descritores que compõem um conjunto de metadados, visando à representação do conteúdo do documento.

Os sistemas de informação e sistemas de recuperação de informação relacionam-se com temas que serão abordados nas seções seguintes, como análise de assunto, interpretação de documento, representação, categorização, classificação, indexação e metadados.

### 2.2.2 Representação

O ato de representação compreende um processo cognitivo. Segundo Alvarenga (2003), a representação primária do documento inclui as etapas de percepção, identificação, interpretação, reflexão e codificação. Na representação primária, os produtos finais são constituídos de conhecimento sobre os seres, conceitos codificados através de uma linguagem simbólica. Na representação secundária, prática essencial aos sistemas de informação documentais, esses conceitos constantes dos registros primários são sucintamente identificados em seus elementos constitutivos fundamentais, escolhendo os pontos de acesso que garantem a representação desse documento para fins de recuperação. Os conceitos constantes dos documentos constituem insumos para a representação secundária e devem ser identificados, requerendo que o profissional, no processo de organização, proceda à identificação dos elementos que poderão ser utilizados pelos usuários nos sistemas de informação, visando à recuperação de documentos desejados.

A construção da base de dados *on-line* envolve a interpretação do documento que será incluído no sistema. Sua descrição, como a de um objeto, requer a condensação de seu conteúdo, a partir dos conceitos nele contidos, contemplando da forma mais perfeita possível a sua essência conceitual. Nesse sentido, a representação tem a finalidade de recuperação. No processo de representação, o documento ou o conjunto de documentos, pode ser substituído por um conjunto de informações, a fim de tornar possível sua localização e recuperação pelo usuário.

### 2.2.3 Análise de assunto

No contexto da ciência da informação, Naves (2001) destaca a análise de assunto como uma das etapas mais importantes para a indexação dos documentos. Define que o responsável pela atividade de indexação é o indexador, que dá início à indexação com subjetividade, conhecimento prévio, formação acadêmica e experiência. O processo compreende duas etapas distintas, sendo a primeira a análise de assunto, quando ocorre a extração de conceitos expressos em linguagem natural, que possam representar o conteúdo de um documento e, em seguida, a tradução para termos utilizados como instrumentos de indexação, que são as chamadas linguagens de indexação. Fugman (1993) afirma que a indexação é o processo que primeiro discerne a essência de um documento e, em seguida, representa essa essência com um grau suficiente de predicabilidade e fidelidade, isto é, num

modo de expressão em linguagem de indexação. O processo de ler um documento para extrair conceitos que representem a sua essência é conhecido como análise de assunto e também como análise conceitual. Após a análise de assunto, passa-se à extração de conceitos que possam representar o conteúdo temático do texto para se chegar à fase de representação, em que são definidos os termos em linguagem natural. Esses termos são denominados frases de indexação por Frohman (1990), os quais passam a ser chamados de descritores de assunto depois de traduzidos para uma linguagem de indexação. A questão primordial para o desenvolvimento do processo de análise de assunto é a compreensão do texto, que faz parte do processamento de informação do ser humano.

De acordo com uma investigação teórica, Hjørland (1992) define o conceito de assunto na ciência da informação e em biblioteconomia. Destaca que conceitos de assunto na literatura não são explícitos e que teorias de indexação e classificação têm o conceito implícito de assunto. Existe uma conexão próxima entre o que é assunto do próprio documento e como nós o interpretamos, daí a subjetividade inerente ao processo.

Um dos objetivos da análise de assunto é a definição dos pontos de acesso. Segundo Hjørland (1998), um dos problemas dos sistemas de informação é a definição de diferentes pontos de acesso em base de dados eletrônica. Considerando que uma base de dados eletrônica pode conter documentos compostos de textos, imagens e outras representações diferentes, essa variação gera um problema teórico de como determinar pontos de acesso para diferentes mídias.

#### 2.2.4 Interpretação do documento

O subitem anterior apresenta a análise de assunto do documento como uma etapa inicial e importante para o processo de organização e recuperação. Neste subitem, discute-se a interpretação do documento com enfoque de como o ser humano o observa e como o interpreta. Alguns autores citam que a interpretação do documento depende de cada ser humano, sendo difícil obter a mesma interpretação por várias pessoas. Cada pessoa utiliza o seu próprio conhecimento no momento da leitura do texto e faz suas próprias interpretações. Pode-se associar que desenhos técnicos possuem normas e metodologias de desenvolvimento que sugerem a padronização e a normalização para a interpretação do documento de uma forma diferenciada.

Em relação à interpretação do documento, segundo Gadamer (1997) uma coisa é estabelecer uma práxis de interpretação opaca como princípio, e outra coisa, é inserir a



interpretação num contexto; ou de caráter existencial, ou com as características do acontecer da tradição na história do ser; em que interpretar permite ser uma compreensão de quem interpreta. Em tudo o que uma linguagem desencadeia consigo mesma, ela remete sempre a além do enunciado como tal. Essa constatação cria uma restrição ao processo de interpretação e recuperação da informação de forma totalmente normalizada e sistematizada. Na busca de se conseguir uma interpretação mais normalizada e sistematizada, o próximo passo é a representação do documento e a definição de categorias existentes, que permitam o processo de seleção e classificação. Apesar da subjetividade nos processos citados para uma recuperação relevante, torna-se necessária uma representação a mais próxima possível da realidade do documento.

#### 2.2.5 Categorização

Categorização envolve processos de memória, linguagem, raciocínio e resolução de problemas. É um processo cognitivo e acontece quando dois ou mais objetos são agrupados devido a uma semelhança entre eles. Nem todos os agrupamentos ou categorias seguem a mesma regra.

Segundo Bruner, Goodnow e Austin (1956), categorizar permite às pessoas interagir com o meio ambiente, ultrapassando a complexidade e a diversidade que lhes são próprias. Essa interação com o meio ambiente raramente é feita em termos de relação com seres únicos e individuais; na maioria das vezes, é feita entre seres membros de uma categoria. O ser humano é capaz de classificar tudo, desde coisas a emoções, do concreto ao abstrato. A categorização é um meio de identificação e classificação de novos objetos, facilitando sua inclusão em categorias já conhecidas. A formação de categorias guia o pensamento e o comportamento.

A etapa de categorização define as principais categorias presentes no documento. Categorias e hierarquias de categorias apresentam uma maneira de organizar o conhecimento para a recuperação. A informação estruturada é mais fácil de ser recuperada do que uma informação desorganizada.

De acordo com Gardner (1996), com o desenvolvimento de estudos na ciência cognitiva, a visão de como categorizamos sofreu modificações. A categorização passou de um processo cognitivo individual a um processo cultural e social de construção da realidade, que organiza conceitos baseando-se, em parte, na psicologia do pensamento. A categorização não

é feita artificialmente, mas sim levando em conta as informações do mundo a que pertencemos e como respondemos a elas.

Para Smit e Medin (1981), a visão clássica envolve contraste entre as categorias definidas por condições necessárias e suficientes, possuindo, assim, estruturas homogêneas com fronteiras bem definidas e, do outro lado, as categorias do mundo real que possuem uma estrutura bem mais complexa com fronteiras difusas e interseções.

Piedade (1977) afirma que este é um processo mental habitual do homem, que, automaticamente, classifica coisas e idéias, a fim de compreender e conhecer.

Após a definição das categorias, segue-se o processo de classificação, que compreende o agrupamento de entidades, atributos em grupos, por uma semelhança.

### 2.2.6 Classificação

Segundo Souza (1976), o homem em suas atividades diárias, das mais simples às mais complexas, é conduzido a ordenar objetos e a coordenar idéias sem se dar conta de que está precedendo o ato de classificar. Isso é uma indicação de que classificar é parte de um processo fundamental da natureza humana e inerente a ela. A capacidade de raciocinar permite ao homem criar diferentes classificações para atender às suas necessidades específicas.

As primeiras classificações científicas documentadas das plantas e dos animais foram feitas pelos gregos da época clássica. A grande revolução nos sistemas de classificação foi devida a dois fatores no século XV: a invenção da imprensa e as grandes navegações. Os filósofos foram os primeiros a se preocupar com uma ordenação sistemática do conhecimento. No início do século XVII, Bacon apresentou uma proposta da história do repertório do conhecimento. Até o século XVIII, foram criados esquemas para o arranjo de documentos. A explosão da informação, resultante da revolução industrial e científica, impôs o estabelecimento de esquemas de classificação baseados em uma ordenação sistemática do conteúdo dos documentos.

Vista como um processo natural e humano, segundo Alvarenga, Moreira e Oliveira (2004), toda classificação é elaborada em função de uma necessidade específica, e são várias as maneiras de classificar os objetos e as idéias. A escolha de um sistema de classificação visa a satisfazer às necessidades do usuário a que se destina. Segundo Costa (1998), as classificações são parte intrinsecamente constitutivas das sociedades. Na sociedade, as classificações estão por todo lado; eruditas, teóricas, técnicas ou institucionais. Na vida social

corrente, os sistemas classificatórios são muitas vezes acionados mais como resultado de um “saber prático” – expressão de Bourdieu.

Quin e Norton (1999) definem o papel da representação e descoberta do conhecimento e exploram a ligação entre classificação e conhecimento. Definem que um esquema de classificação tem propriedades que possibilitam a representação de entidades e relacionamentos em estruturas que refletem conhecimento do assunto que é classificado. O desenvolvimento da habilidade para armazenar e recuperar grande quantidade de informação tem estimulado um interesse em novas formas para desenvolver o conhecimento. Surgem questões de como o processo de classificação possibilita descobrir novos conhecimentos, de que forma possibilita desenvolver classificações e de como vão expandir nossa habilidade de descobrir informações significantes em nossos armazenamentos de dados. Há muitas abordagens para o processo de classificação e a construção do esquema de classificação. Cada tipo de processo de classificação tem diferentes objetivos e cada tipo de esquema de classificação tem diferentes propriedades estruturais com vantagens e desvantagens.

Piedade (1977) apresenta o conceito de sistemas de classificação como um conjunto de classes apresentadas em ordem sistemática, uma distribuição de um conjunto de idéias por um certo número de conjuntos parciais, coordenados e subordinados.

As primeiras classificações surgiram com o objetivo de servir de base para a organização de documentos nas estantes, em catálogos, em bibliografias, como as de Dewey (CDD - Classificação Decimal de Dewey), CDU (Classificação Universal Decimal), Bliss, Cutter e Ranganathan (Classificação Facetada).

Ranganathan produziu, em 1933, sua própria classificação, *Colon Classification* – CC e, durante o seu desenvolvimento, formulou um conjunto de teorias de classificação. Ranganathan estabeleceu princípios como a análise facetada e demonstrou ser esta a abordagem mais próxima para representar o conteúdo do documento. Para a *Colon Classification*, Ranganathan (1985) identificou cinco categorias fundamentais: Personalidade, Matéria, Energia, Espaço e Tempo – PMEST. Segundo Ranganathan (1967), categorias são as classes mais gerais e classe é um conjunto de coisas ou idéias que possuem atributos, predicados ou qualidades comuns. Dentre as categorias fundamentais, talvez a categoria tempo seja a mais fácil de ser identificada pelo seu próprio significado; a categoria espaço usualmente se manifesta como uma área geográfica; a categoria energia conota ação; a categoria matéria refere-se ao material ou algo equivalente, e a categoria personalidade é a mais complexa. Análise de facetas envolve a definição das categorias fundamentais e sua influência é percebida em modernos esquemas de classificação e sistemas de indexação.

Faceta é uma coleção de termos que apresentam igual relacionamento com o assunto global, refletindo-se um princípio básico de divisão. Dentro de cada faceta, os termos que as constituem são suscetíveis de novos agrupamentos pela aplicação de outras características divisionais, dando origem a subfacetas. Ranganathan (1960) introduziu faceta, substituindo o termo características, nos estudos sobre teoria da classificação. Facetas são as categorias de assunto de uma área e o agrupamento de características originadas do mesmo princípio classificatório.

Análise de facetas é definida por Ranganathan como o processo mental, através do qual são enumerados os possíveis conjuntos de características que podem formar as bases da classificação de um assunto. Este processo mental também determina a medida exata na qual os atributos concernentes aparecem no assunto.

Segundo Vickery (1960), uma classificação facetada é um esquema de termos padrões usado na representação dos assuntos de um documento. Uma classificação em facetas é uma tabela de regras (normas, termos normalizados) possíveis de serem utilizadas em uma descrição dos documentos, conforme os assuntos que ele contém.

A classificação é um tipo de linguagem de indexação utilizada no sistema de informação.

### 2.2.7 Indexação

Carneiro (1985) demonstra a importância da indexação para a produção de um sistema de recuperação de informação. A indexação visa fornecer, por meio de termos, representações de conteúdos de documentos que poderão ser recuperados pelo usuário no momento da busca. Uma política de indexação melhora a recuperação da informação.

O processo de indexação compreende, basicamente, duas etapas: análise do documento e identificação dos conceitos-chave, e a tradução desses conceitos para uma linguagem de indexação, que será utilizada em um sistema.

As linguagens de indexação são instrumentos auxiliares no processo de organização e recuperação da informação. A construção de uma linguagem é baseada no estudo amplo de uma área específica, considerando vocabulários, normas, usuários e mapa conceitual.

As linguagens, segundo Guinchat e Menou (1994), são compostas pelas palavras que descrevem as informações e os descritores. Os descritores apresentam relações hierárquicas, de equivalência ou vizinhança. As relações entre descritores são resultantes de seu agrupamento lógico em conjuntos e subconjuntos. As classificações são linguagens

documentais, nas quais os descritores que permitem representar os conceitos e objetos de um campo determinado do conhecimento são ordenados de forma sistemática, em função de um ou vários critérios materiais ou intelectuais. São, portanto, linguagens pré-coordenadas. Fundamentam-se nas relações hierárquicas entre os termos, no seu conjunto ou no nível das diversas classes e subclasses.

O vocabulário controlado é a base para a linguagem documental, desenvolvida para a indexação e recuperação dos documentos em banco de dados. Moreira, Alvarenga e Oliveira (2004) cita a definição do *National Information Standards Organization*, no qual tesouro é definido como um vocabulário controlado organizado em uma ordem conhecida, na qual as relações de equivalência, hierárquicas e associativas entre os termos são claramente exibidas e identificadas por meio de indicadores de relação padrão. Aponta a definição de tesouro para a área da ciência da informação sobre dois aspectos: o estrutural e o funcional. No primeiro caso, como um vocabulário controlado dinâmico de termos relacionados semântica e genericamente, cobrindo um domínio específico do conhecimento. No segundo aspecto, um dispositivo de controle terminológico usado na tradução da linguagem natural dos documentos, dos indexadores ou dos usuários numa linguagem do sistema (linguagem de documentação, linguagem de informação) mais restrita. Vocabulário controlado é utilizado no sistema de recuperação da informação.

Tesouro representa uma forma de organização de linguagem documental. É um conjunto controlado de termos entre os quais são estabelecidas relações hierárquicas e relações de vizinhança que se aplicam a um campo particular do conhecimento e, geralmente, são especializados em um determinado assunto, organizados por tema e/ou faceta, ou por subconjuntos hierarquizados de acordo com Guinchat e Menou (1994).

O tesouro pode ser definido pelo usuário na elaboração de consulta e pelo indexador durante o processo de indexação, auxilia a encontrar o melhor termo ou termos que representem um assunto, sendo um componente importante no sistema de recuperação, por determinar quais termos podem ser usados no sistema.

Em sistemas de informação, Fujita (2003) considera indexação como a parte mais importante porque condiciona os resultados de uma estratégia de busca. Além disso, a indexação pode ser observada em dois momentos distintos dentro do sistema: na entrada, no tratamento temático da informação, e na saída, na busca e recuperação da informação.

Na definição do esquema de classificação são considerados os metadados a serem utilizados na organização e recuperação da informação.

### 2.2.8 Metadados no contexto da ciência da informação

Considerando as transformações ocorridas com o advento da tecnologia e, principalmente, devido à Internet, surgem novas formas de criar índices e estruturas para a recuperação da informação.

Com o processo de interpretação, representação, categorização e classificação dos documentos, cria-se um conjunto de metadados. Segundo Alvarenga (2003), no novo contexto de produção, organização e recuperação de informação digital, as metas de trabalho não se restringem às representações simbólicas dos documentos constantes de um acervo, mas compreendem a criação de novas formas de escrita e, conseqüentemente, dos denominados metadados, muitos dos quais podem ser extraídos diretamente dos próprios objetos, constituindo-se em chaves de acesso. O conceito de metadado, etimologicamente, quer dizer “dado sobre dado” ou “dado estruturado sobre dado”. É o dado que descreve a essência, os atributos de um recurso (documento, fonte, etc.) e caracteriza suas relações, visando o acesso e uso potencial. Metadado pode ser considerado sinônimo de ponto de acesso cujo conceito se amplia na medida em que considera a sua aplicação. Segundo Méndez (2002) “metadados são dados juntos, entre e com os dados. O aumento do uso desse termo se deu através dos sistemas automatizados e do uso da Internet. Surgem padrões de definição de metadados como, por exemplo, o *Dublin Core* e modelos mais completos como o *Anglo American Cataloguing Rules* (AACR2) e o *MAchine Readable Catalog* (MARC), ver seção 2.2.8.1 e 2.2.8.2.

O padrão *Dublin Core* é definido por Souza, Vendrusulo e Melo (2000) como um conjunto de elementos de metadados planejado para facilitar a descrição de recursos eletrônicos. É a catalogação do dado ou descrição do recurso eletrônico. A expectativa é que autores sem conhecimento de catalogação sejam capazes de utilizar o *Dublin Core* para descrição de recursos eletrônicos, tornando suas coleções mais visíveis pelos sistemas de busca e recuperação de informação. O padrão é usado na descrição de elementos básicos para a representação de um documento *online*.

Segundo Marcondes *et al.* (2005), a finalidade principal dos metadados é documentar, com elementos descritores, para permitir a comunicabilidade e a interoperabilidade entre sistemas. A adoção de padrão de metadados permite facilitar o estabelecimento de mecanismos de importação e exportação de informações.

Segundo Souza e Alvarenga (2004) é necessário uma padronização das tecnologias de linguagens e de metadados descritivos, de forma que todos os usuários da *web* obedeçam a

determinadas regras comuns e compartilhadas sobre como armazenar dados e descrever a informação armazenada de modo que esta possa ser utilizada por outros usuários humanos ou não, de maneira automática e não ambígua.

A seguir, são detalhados padrões de definição de metadados: o *Anglo American Cataloguing Rules* (AACR2) e o *MAchine Readable Catalog* (MARC).

#### 2.2.8.1 *Anglo American Cataloguing Rules* (AACR2)

O Código de Catalogação Anglo-Americano (CCAA2<sup>1</sup>) é uma obra desenvolvida para o tratamento da informação e, nestes últimos anos, vem sendo constantemente revisado para adequar-se às novas necessidades que a tecnologia da informação e comunicação proporcionam à área de biblioteconomia e ciência da informação.

O CCAA2 tem a função de auxiliar na decisão sobre o levantamento de informações relativas às características do material. A primeira parte do código trata da descrição bibliográfica de livros, folhetos, materiais cartográficos, manuscritos, músicas, gravações sonoras, filmes, micro formulários, entre outros. A segunda parte trata dos cabeçalhos, títulos uniformes, remissivas, abrangendo a escolha do ponto de acesso, cabeçalhos e nomes geográficos.

O CCAA2 contém regras para determinação dos pontos de acesso para o registro. Pontos de acesso são os pontos de recuperação no catálogo que permitem ao usuário procurar um determinado item. Dentre esses pontos de acesso incluem o assunto, as temáticas tratadas no documento e que não estão previstos no código. Bibliotecários usam listas padronizadas de cabeçalhos de assunto mantendo consistência, de modo a assegurar que todos os itens sobre um determinado assunto estão no cabeçalho de assunto. O registro inclui a classificação ou número de chamada de acordo com a CDD, a classificação da *Library of Congress* ou a CDU. O objetivo do número de chamada é colocar juntos os itens que tratam do mesmo assunto.

Para a utilização do código, pressupõe-se o conhecimento de catálogos de documentos e princípios básicos de catalogação, competências dos profissionais do campo de ciência da informação.

Esta tese não tem como objetivo aprofundar os estudos em relação ao CCAA2 como um todo, e sim focar no tratamento de imagens e especificamente de desenhos técnicos. O CCAA2 define desenho técnico de projetos de engenharia como: “*technical drawing*”, representado

---

<sup>1</sup> A sigla do AACR2 no Brasil, de acordo com a tradução para o português, é CCAA2.

através de uma planta, uma elevação, uma seção, um detalhe, um diagrama, uma perspectiva, etc. feito para usar em engenharia, arquitetura ou outros contextos técnicos. As normas para desenhos técnicos estão descritas no capítulo 8 do livro. O QUADRO 1 apresenta parte do Capítulo 8, com os itens relacionados a desenhos técnicos e suas classificações. O Capítulo 8 da CCAA2 *Revision 2002* é intitulado “*Graphic Materials*”, que inclui, “Desenhos Técnicos”.

## QUADRO 1

### Regras de CCAA2 relativas à descrição de desenhos técnicos

---

<ul style="list-style-type: none"> <li>8.0 - Regras gerais</li> <li>8.0 A. As regras do capítulo 8 cobrem a descrição de materiais gráficos de todo tipo, seja ele opaco (ex: objetos de arte de duas dimensões, gráficos, fotografias, desenhos técnicos) ou para ser projetados ou vistos (ex: filmes, rádio, slide) e coleções de materiais gráficos.</li> <li>8.0 B. Fontes de informação</li> <li>8.0 B1 Principal fonte de informação</li> <li>8.0 B2 Fontes prescritas de informação</li> <li>8.0 C. Pontuação</li> <li>8.1 - Título e área de declaração de responsabilidade</li> <li>8.1. A. Regra Preliminar</li> <li>8.1. B. Título do Proprietário – transcreve as propriedades do título</li> <li>8.1. C. Designação do material geral</li> <li>8.1. D. Títulos paralelos</li> <li>8.1. E. Outras informações de títulos</li> <li>8.1. F. Declaração de responsabilidade</li> <li>8.1. G. Itens sem um título coletivo</li> <li>8.2 - Área de edição</li> <li>8.2. A. Regra Preliminar</li> <li>8.2. B. Declaração de edição</li> <li>8.2. C. Declaração de responsabilidade relativa à edição</li> <li>8.2. D. Declaração relativa à revisão da edição</li> <li>8.2. E. Declaração de responsabilidade relativa à revisão da edição</li> <li>8.3 - Material</li> <li style="padding-left: 20px;">Esta área não é utilizada para materiais gráficos</li> <li>8.4 - Área de Publicação, Distribuição, etc.</li> <li>8.4. A. Regra Preliminar</li> <li>8.4. B. Regra geral</li> <li>8.4. C. Lugar da publicação, distribuição, etc.</li> <li>8.4. D. Nome do autor, distribuidor, etc.</li> <li>8.4. E. Declaração da função do autor, distribuidor, etc.</li> <li>8.4. F. Data de publicação, distribuição, etc.</li> <li>8.4. G. Lugar, nome data</li> <li>8.5 - Descrição física</li> <li>8.5. A. Regra Preliminar</li> <li>8.5. B. Extensão do item (material específico)</li> <li>8.5. C. Outros detalhes físicos (cor)</li> <li>8.5. D. Dimensões (largura e altura em centímetros)</li> <li>8.5. E. Material</li> <li>8.6 - Série</li> <li>8.6. A. Regra Preliminar</li> <li>8.6. B. Declaração de série</li> <li>8.7 - Área de notas</li> <li>8.7. A. Regra Preliminar</li> <li>8.7. B. Notas (forma, língua, variações no título, declaração de responsabilidade, edição, publicação, descrições físicas, material, outros formatos, resumo, conteúdo, número, notas do original)</li> <li>8.8 - Números e termos de avaliação de áreas</li> <li>8.8. A. Regra Preliminar</li> <li>8.8. B. Número <i>standard</i></li> <li>8.8. C. Título-chave</li> <li>8.8. D. Termos de avaliação</li> <li>8.8. E. Qualificação</li> <li>8.9 - Itens suplementares</li> <li>8.10 - Itens feitos de vários tipos de material</li> <li>8.11 - Fax, Fotocópias e outros tipos de reproduções</li> </ul>
---

---

Fonte: CCAA2 *Revision 2*, cap. 8.



O CCAA2 contém regras para indexação de desenhos técnicos, baseadas no conteúdo descritivo da imagem. Faldini (1987) apresenta um exemplo de catalogação dos desenhos de engenharia, na seção materiais iconográficos, onde considera a determinação da autoria das reproduções de obras de arte como o ponto de acesso. A FIG. 3 apresenta um exemplo de uma planta arquitetônica e um quadro, com sua respectiva descrição utilizando o CCAA2.

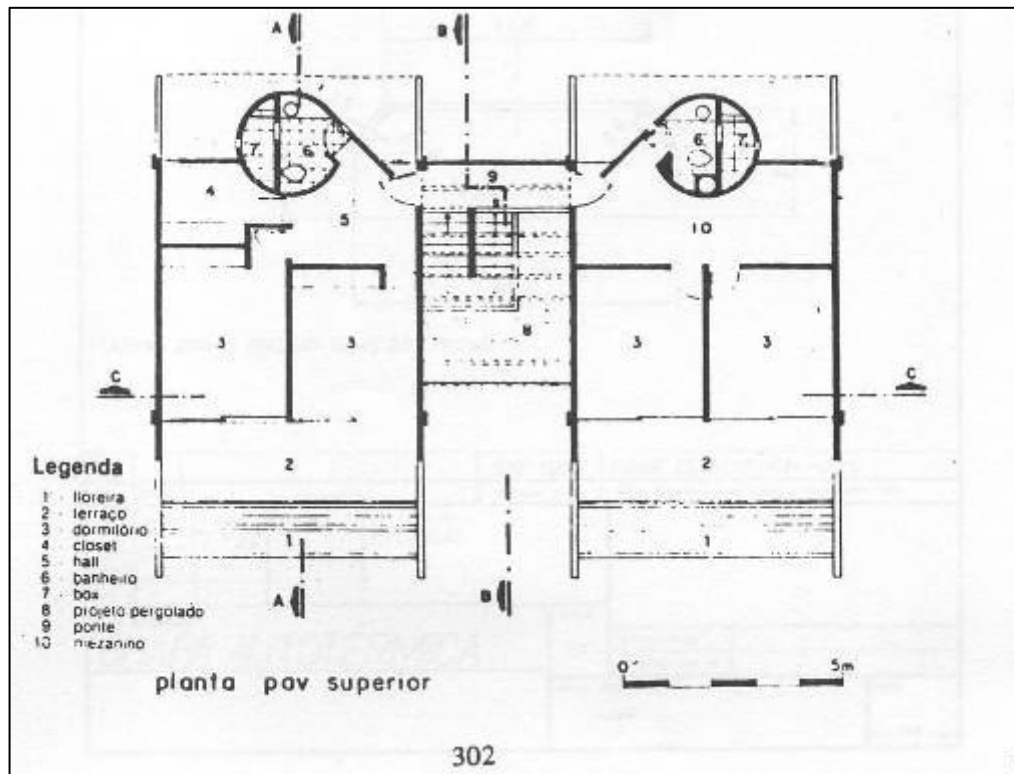


FIGURA 3 - Exemplo de uma planta arquitetônica

Fonte: Casa & Jardim 1983:337, FALDINI, 1987.

## QUADRO 2

Descrição da planta arquitetônica da FIG. 3 de acordo com o CCAA2

---

Bratke, Carlos

[Casa de praia] [material iconográfico] / [Carlos Bratke]. – [19--?].

1 desenho técnico: xerox ; 25 x 19 cm

Plantas do pavimento superior de residência.

---

Fonte: FALDINI, 1987.

O QUADRO 2 apresenta a descrição do desenho técnico apresentado na FIG. 3, de acordo com a classificação do Capítulo 8 do CCAA2. Seguem as descrições dos elementos de catalogação de planta arquitetônica.

- 8.1B2 e 1.1B7: Título fornecido pela pessoa responsável pela catalogação, portanto entre colchetes.

FIG. 3: [Casa de Praia];

- 8.1C1 e 1.1C1: Designação geral do material escolhida da lista 1. FIG. 3: [material iconográfico];
- 8.1F1 e 1.1F1: Indicação de responsabilidade não foi retirada da fonte principal de informação, portanto vai entre colchetes.

FIG. 3: [Carlos Bratke];

- 8.4A2 e 8.4F2: Desenho arquitetônico considerado como material não publicado (original), portanto, dos dados de publicação, é fornecida apenas a data provável de realização.

FIG. 3: [19--?];

- 8.5B1, 8.5C15, 8.5D6: Designação específica do material, número de unidades físicas do item, método de reprodução e dimensões (altura x largura) do item.

FIG. 3: 1 desenho técnico: xerox ; 25 x 19 cm;

- 8.7b1 Nota a respeito da natureza do item.

FIG. 3: Plantas do pavimento superior de residência.

- 21.1A1 e 21.4A Entrada pelo autor responsável pelo item.

Esse modelo, baseado no CCAA2, utilizando a representação de uma planta arquitetônica, será considerado na definição dos atributos textuais do modelo.

#### 2.2.8.2 *MAchine Readable Catalog* (MARC)

A sigla MARC quer dizer *MAchine Readable Cataloging Record*, um registro catalográfico legível por computador. O MARC codifica cada elemento de dado dentro da descrição bibliográfica para a entrada de dados no computador. É um formato bibliográfico de

intercâmbio de dados, desenvolvido e mantido pela *US Library of Congress*, para padronizar a representação descritiva automatizada dos acervos bibliográficos, e é considerado um padrão internacional.

Utiliza-se registro catalográfico, registro bibliográfico, ou a informação tradicionalmente apresentada em uma ficha catalográfica. O registro inclui a descrição de um item usando os elementos apresentados no CCAA2. O registro possui a entrada principal e as entradas secundárias.

O MARC é um meio de interpretar a informação encontrada no registro bibliográfico e dar entrada no sistema. O registro MARC contém um guia para auxiliar esse processo com pequenos "sinalizadores", antes de cada elemento da informação bibliográfica. O local destinado a cada elemento (autor, título) é chamado de campo. Cada registro é dividido em campos e subcampos, os quais contêm um número fixo de caracteres. Possui uma tabela com sinalizadores para ler e interpretar o registro bibliográfico. Os sinalizadores incluem campo, etiqueta, indicador, subcampo, código de subcampo e designador de conteúdo. Cada campo é associado a um número de três dígitos.

Esta tese não tem como objetivo aprofundar os estudos em relação ao padrão MARC como um todo, mas, focar em como as imagens e desenhos técnicos são catalogados. O QUADRO 3 apresenta uma parte do exemplo de classificação de desenho técnico, utilizando o MARC.

### QUADRO 3

#### Elementos caracterizadores de um desenho técnico segundo MARC

---

Campos de controle
001 Número de controle (NR)
003 Identificador do número de controle (NR)
005 Data e hora da última intervenção
006 Características materiais adicionais – arquivo de computador (p8)
006 Características materiais adicionais – material visual (p20)
00 Tipo de código - material bidimensional não projetável
01-03 Tempos de duração para filmes e vídeos
04 Indefinido
05 Público alvo
06-10 Indefinido
11 Publicações Governamentais
12 Formas do item       microfilmes eletrônico
<b>16 Tipos de material visual - desenho técnico</b>
17 Técnica
007 Campos fixos de descrição física – Mapa
01 Designação específica do material
03 Cor
04 Meio físico
007 Campos fixos de descrição física – Arquivo de Computador
01 Designação específica do material
09 Formato do arquivo
008 Campos Fixos de dados – Material visual

---

Fonte: FURRIE, 2000.

### 2.2.9 Tratamento de imagem na ciência da informação

O tratamento de imagens ocupa lugar de destaque na sociedade contemporânea, justamente por ser, reconhecidamente, um dos principais recursos cognitivos. As novas tecnologias facilitaram o tratamento da imagem, vista como um significativo suporte de informação.

De acordo com a investigação feita em alguns dos principais recursos de organização da informação, constatou-se que o tratamento da imagem usa descrição textual. Alguns sistemas consideram o conteúdo da informação extraído através da "leitura" da imagem e sua descrição em texto, normalmente baseada na interpretação do indexador. O objetivo aqui é ressaltar a importância do conteúdo visual da imagem.

O termo imagem tem sua origem na expressão latina *imago*, como a máscara mortuária utilizada pelos romanos. Pode-se, assim, considerar o sentido polissêmico do termo, por permitir vários significados, desde reflexo, sombra, imagens mentais ou signos. A imagem tem perpassado por vários campos do conhecimento humano, desde o religioso, até o científico.

Segundo Joly (1996), a noção de imagem vincula-se estritamente à representação visual: afrescos, pinturas, mas também iluminuras, ilustrações decorativas, desenho, gravura, filme, vídeo, fotografia e até imagens de síntese.

Para Gombrich (1995), a imagem exerce uma função epistemológica na medida em que é o resultado de um processo, durante o qual são utilizados esquemas e correções. Sua construção será influenciada por todo um conjunto de determinantes socioculturais que compõe o repertório sógnico, tanto do seu produtor, quanto da audiência para quem tal imagem é produzida.

Como objetivo de estudar o tratamento de imagens, existe um consenso de que a forma de tratamento de texto não pode ser transposta diretamente para a imagem, e necessita-se considerar o conteúdo informacional da mesma.

De acordo com Rozados (1997), normalmente, as imagens são tratadas pelos sistemas de informação e pelos sistemas de recuperação de informação, juntamente com metadados descritivos já referidos, tais como dados de autoria (autor), dados de localização (local), tipo de imagem (foto), descritores temáticos (assunto, evento).

Uma imagem pode ser definida de diversas maneiras, e a validade da definição depende do contexto em que está inserida.

Cuvillier (1948) diferencia imagens como fenômenos que variam de sensações, visão e imaginação, definindo imagens visuais e mentais:

Dos fenômenos assim designados geralmente, uns são resultados de processos periféricos e são verdadeiramente sensações, ao passo que outros resultam provavelmente de processos centrais cerebrais e são esses as verdadeiras imagens (CUVILLIER, 1948).

As imagens podem ser divididas em visuais e mentais. As imagens visuais são verdadeiras fotografias mentais que se projetam sobre um plano, depois da observação por um determinado período de tempo. As imagens mentais são reproduções na mente na ausência do objeto. A imagem e sua natureza estética têm papel importante nas artes plásticas e na arquitetura, na medida em que remetem à representação visual.

Uma imagem é definida e interpretada de várias maneiras. A imagem pode ser a demonstração de um objeto físico ou uma representação na mente humana. De acordo com Platão, aqueles que se ocupam de geometria, por exemplo, servem-se de "formas visíveis" (*toîs horoménois eídesi proskhrôntai*) para fazer seus cálculos, pensando não exatamente nestas imagens, mas nas coisas às quais elas se assemelham. A imagem confirma uma rede de significações que vão desde o objeto representado até um pensamento ou julgamento sobre uma determinada coisa. Fazendo-se um primeiro recorte no termo imagem, e utilizando-se somente as imagens representadas como documentos, ainda assim, tem-se um vasto campo de estudo e definição sobre as imagens e o comportamento humano diante das mesmas.

A utilização do termo imagem como documento tem respaldo pelas definições de Otlet (1934), Briet (1951) e Buckland (1991). Para Buckland (1991), o termo documento é normalmente usado para denotar texto ou objetos portadores de texto e pode estender para incluir imagens e sons, dando algum tipo de comunicação. Otlet (1934) inclui objetos naturais, artefatos, objetos portadores de traços humanos e trabalhos de arte como documentos.

O termo documento é utilizado tanto com um sentido especializado quanto como um termo genérico para denotar coisas informativas. Briet (1951), documentarista francês, definiu documento como "qualquer indicação concreta ou simbólica, preservada ou registrada, para reconstruir ou para provar um fenômeno, seja físico ou mental".

As imagens representadas em documentos podem variar de fotografias a pinturas, incluindo desenhos e abstrações. Sem se aprofundar nesta pesquisa, a discussão sobre imagens e documentos, considera-se a imagem como um documento, ou parte dele; real

(físico ou digital), que contém representações geométricas de desenhos técnicos referentes a projetos de obras de engenharia e arquitetura.

### *2.2.9.1 Representação e organização da imagem*

Para a interpretação de uma imagem, os seres humanos utilizam aspectos cognitivos e, em nível conceitual, empregam uma variedade de processos sócio-cognitivos, tanto quanto habilidades sensoriais, na avaliação e recuperação de informação visual.

A imagem tem uma representação própria que indica a forma de organização e tratamento. Baumgartner (1995) destacou que organizar imagens não é tarefa tão simples quanto possa parecer, uma vez que as especificidades do suporte, do tipo de informação que ele trás, informação visual, e do escopo do assunto interferem diretamente no sistema a ser adotado. Poucos textos foram encontrados que fornecessem um panorama dos sistemas utilizados e que proporcionassem uma análise comparativa das diversas possibilidades de organização.

A análise da imagem pressupõe um entendimento de sua essência, do que a caracteriza. Segundo Smit (1996), é necessário compreender a imagem, enquanto informação a ser tratada e recuperada. A imagem, como representação, traduz o termo imagem como algo que produz significados e, nesse sentido, pode ser abordada a partir de diferentes níveis de análise, que estão relacionados à natureza da informação. Panofsky (1979) define três níveis informacionais da imagem: nível pré-iconográfico, nível iconográfico e nível iconológico. O nível pré-iconográfico é o que promove a descrição genérica dos objetos entendido como o nível em que se dá a descrição da imagem e seus atributos constitutivos. O nível iconográfico estabelece o assunto secundário ou convencional ilustrado pela imagem, e a determinação do significado sintetizado a partir de seus componentes, entendido como o reconhecimento e/ou estabelecimento da significação da imagem. O nível iconológico, que propõe uma interpretação do significado intrínseco do conteúdo da imagem a partir dos níveis anteriores e do conhecimento do analista, é entendido como o relacionamento entre os significados construídos e a contextualização da imagem e de seu intérprete. Considerando a tríade, Smit (1996) aborda que a imagem pode ser um espelho do real, a transformação do real, e, na atualidade, como traço do real. E essa categorização aproxima a imagem da noção de ícone, símbolo e imagem índice. A imagem, para exercer as funções de representação, deve ser composta de suporte, expressão e conteúdo informacional. O suporte é a técnica utilizada na construção da imagem. A expressão é a composição da imagem e seus elementos. O conteúdo

informacional compreende as formas de interpretação da imagem e a identificação dos elementos.

Com o estudo de como a imagem é tratada na ciência da informação, após apresentação dos conceitos de organização e recuperação da informação na ciência da informação, a próxima seção apresenta o processamento da imagem no campo da ciência da computação.

### **2.3 Recuperação da informação baseada no conteúdo visual na ciência da computação**

Nos últimos anos, o uso de imagens no meio digital aumentou significativamente, devido à facilidade de utilização e distribuição através dos avanços tecnológicos de *hardware* e *software*, incluindo a crescente utilização na Internet e o desenvolvimento das máquinas digitais.

De acordo com o mapa das fontes da fundamentação teórica e conceitual, do estado da arte e da revisão de literatura, FIG. 2, esta seção abordará conceitos de recuperação da informação, baseados no conteúdo visual da imagem, uma área de conhecimento explorada principalmente pelos cientistas da computação. Inicialmente, apresenta o conceito de recuperação da informação com base no conteúdo visual da imagem; em seguida, *Content-Based Image Retrieval* – CBIR, sigla utilizada para um sistema de recuperação da informação com base no conteúdo visual da imagem. Na seqüência, apresentam-se os metadados utilizados na recuperação da informação e, finalmente, como é o tratamento de imagens, considerando-se os atributos visuais, principalmente, em relação à forma dos objetos.

#### **2.3.1 Recuperação da informação baseada no conteúdo visual da imagem**

Resumidamente, as técnicas de recuperação da informação, baseadas no conteúdo visual da imagem, utilizam algoritmos que testam a imagem inteira ou parte dela, para identificar imagens semelhantes. Normalmente, utilizam-se atributos referentes ao conteúdo visual da imagem e não se consideram atributos textuais referentes à descrição ou à interpretação da imagem.

Um sistema *Content-Based Image Retrieval* - CBIR de recuperação da informação, baseado no conteúdo visual da imagem, extrai características da imagem, indexa e processa consultas efetuadas pelo usuário. O princípio básico do CBIR requer que as propriedades

visuais da imagem sejam usadas no lugar da descrição textual para recuperar dado pictorial, com o objetivo da busca em uma base de dados.

De acordo com estudo realizado por Eakins (1999), que revê a situação atual de sistemas CBIR, conclui-se que esses sistemas operam eficazmente através das características sintáticas. Os níveis mais elevados de demanda dos usuários requerem características semânticas de entendimento de imagem, as quais são mais difíceis de extrair. A eficácia dos sistemas CBIR era limitada, pelo fato de operar somente no nível primitivo. Com a evolução tecnológica, os sistemas tornaram-se mais robustos considerando variações da imagem.

As pesquisas CBIR abrangem tópicos como a extração de características (primitivas e semânticas), a indexação e a interface com o usuário. As características primitivas são cor, textura, forma e relacionamentos espaciais (FIG. 4); são quantitativas por natureza e podem ser extraídas, automaticamente, ou de forma semi-automática. As características semânticas ou lógicas são qualitativas e representadas pelos dados visuais em diferentes níveis. A interface com o usuário consiste em mecanismos de navegação na base de dados e no processador de consultas, sendo compostos por palavra-chave (ícone-chave), esboço (*sketching*), imagem exemplo ou categoria.

Segundo Del Bimbo (1999), a recuperação de imagens, de acordo com as características cor, textura e forma, constituem o paradigma básico de recuperação onde, para cada imagem, as características são computadas previamente e as pesquisas são expressas através de exemplos visuais. Para iniciar uma pesquisa, o usuário seleciona a característica que procura e define uma medida de similaridade. A imagem procurada pode ser definida pelo usuário ou extraída de um exemplo, conforme a FIG. 4. O sistema checa a similaridade entre o conteúdo visual da pesquisa e as imagens do banco de dados. Esses exemplos são rígidos, falta flexibilidade para tratar os conceitos e a semântica da imagem.

Um sistema de recuperação baseado na imagem envolve a extração de características da imagem e, sumariamente, segue os seguintes passos: relaciona características visuais da imagem baseadas em cor, textura e forma; faz a classificação das características visuais da imagem, utilizando-as para alimentar o banco de dados; e, posteriormente, a recuperação da imagem procurada. Esta última é alcançada através de comparação por similaridade. O sistema de recuperação envolve percepção, representação, codificação e recuperação da imagem em base de dados.



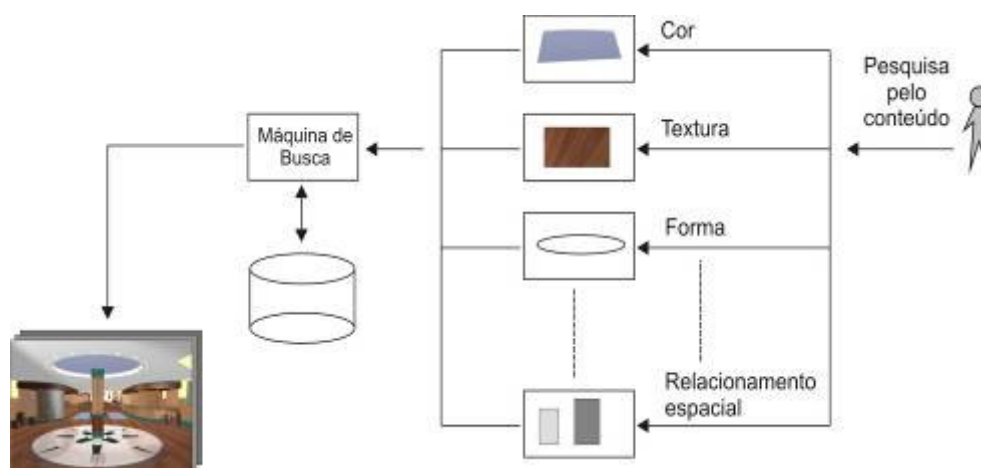


FIGURA 4 - Exemplo de pesquisa por cor, textura e forma  
 Fonte: elaboração do autor.

O primeiro sistema comercial de recuperação da informação baseada no conteúdo visual foi desenvolvido pela IBM e denominado *Query by Image Content - QBIC*. O QBIC é considerado um marco no desenvolvimento de sistemas de recuperação de imagens. Suporta consulta baseada em imagens e realiza o processamento através das características de cor, textura e forma. A característica referente à cor utiliza histograma de cores. A característica textura é baseada na combinação de regularidade, contraste e direção. A característica forma consiste do contorno ou da área dos objetos, formas geométricas e orientações. De acordo com Raghavan (1995), esse sistema ajuda os usuários, mesmo aqueles menos familiarizados com a base de dados, a recuperar imagens relevantes baseadas em índices. Afirma que o aumento do interesse em sistemas multimídia com as técnicas de CBIR atrai a atenção de pesquisa em diversas disciplinas.

Além do sistema QBIC, desenvolvido pela IBM, outros sistemas foram desenvolvidos com o mesmo objetivo: Chabot é um sistema que agrupa informações de texto com histograma de cores citado por Ogle e Stonebraker (1995); Virage, desenvolvido por Gupta e Jain (1997) e o Visual SEEK de Smith e Chang (1996) que agrupa informações do histograma de cores e o relacionamento entre eles; Scarlet de Lee e Kim (2001) baseado na característica forma; entre outros.

O conteúdo visual das imagens é classificado por Guimarães e Araújo (2002) em dois tipos principais: primitivo e complexo. O conteúdo primitivo das imagens de natureza quantitativa refere-se aos elementos básicos que são as características que podem ser extraídas, automaticamente, pelo computador, através de técnicas de análise de imagem, reconhecimento de padrões e visão computacional. O conteúdo complexo das imagens é

aquele percebido por humanos, em geral, não são reconhecidos pelo computador e são de natureza qualitativa. Um problema chave para a indexação é estabelecer relações entre os dois tipos.

A indexação está ligada à consulta. Para recuperar imagens usando-se metadados de conteúdo (cor, textura e forma), as consultas são expressas através de exemplos visuais extraídos das imagens. O sistema verifica a similaridade entre a imagem-chave usada na consulta e as imagens na base de dados.

De acordo com Pala e Santini (1999), aplicações que utilizam a recuperação, pela similaridade da imagem dada, são particularmente restritas. A dificuldade do processo é derivar uma medida de similaridade que envolva as características de acordo com a percepção humana. Zachary e Yengar (2001) destacam que o aspecto fundamental dos sistemas CBIR é a extração e a representação de uma característica visual que seja um discriminante eficaz entre pares da imagem.

Hède *et al.* (2007) apresentam o objetivo de sistemas CBIR de procurar as imagens por similaridade, considerando variações em relação à imagem pesquisada, as quais aumentam o nível de recuperação da informação, conforme apresentado na FIG. 5. Utiliza o processo de assinatura para a recuperação da imagem. A assinatura das imagens, segundo Oliveira *et al.* (2002), faz parte do módulo de extração dos atributos da imagem. Trata-se de uma representação da imagem em um sistema de recuperação. Os componentes das assinaturas são chamados de atributos.

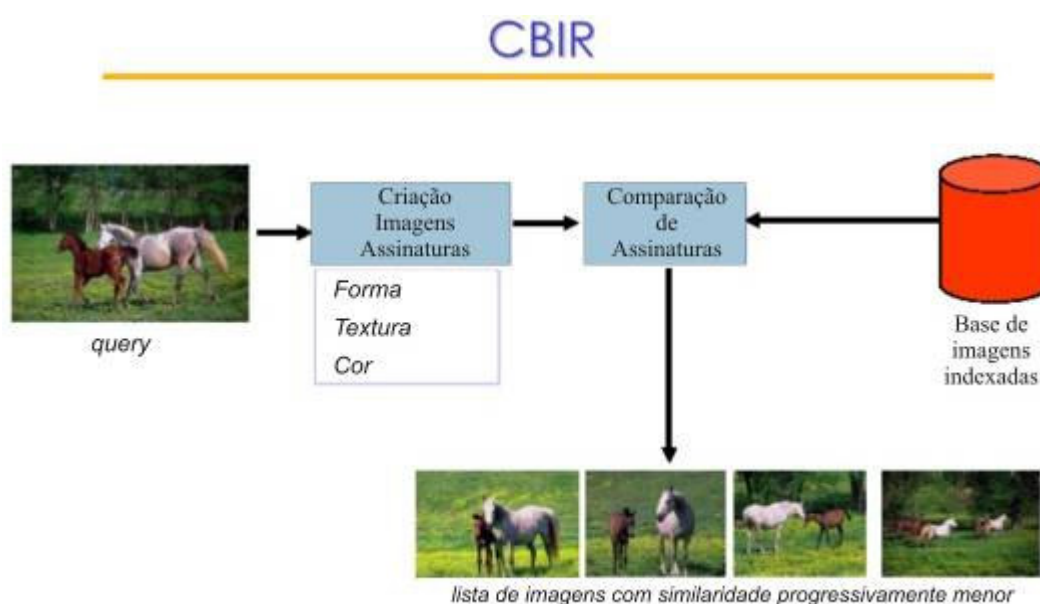


FIGURA 5 - Esquema CBIR.  
Fonte: HÈDE, 2007.

As imagens resultantes de um sistema CBIR não são, necessariamente, imagens idênticas à imagem-chave, e abrangem imagens similares. Essa é a complexidade de um sistema que trabalha com informações baseadas no conteúdo da imagem.

### 2.3.2 Metadados no contexto da ciência da computação

Uma etapa importante para o desenvolvimento de sistemas que envolvem grande base de imagens é a definição dos metadados. Nesse contexto, segundo Guimarães e Araújo (2002), atualmente, com o avanço da tecnologia de digitalização e compressão, sistemas de base de dados digitais são utilizados para armazenar imagens, com seus metadados e taxonomia associados. Metadados incluem informação bibliográfica, condições de captura ou geração de imagens, parâmetros de compressão, etc. Taxonomia é uma hierarquia de classes subjetivas, usada para organizar assuntos de imagens em vários níveis. A seleção apropriada de metadados e taxonomia incorporam características especiais do domínio de aplicação. É, geralmente, o primeiro passo para colocar em funcionamento uma grande base de imagens.

O objetivo de um sistema de recuperação de informação é localizar os documentos em uma base de dados, de acordo com a necessidade do usuário. Requer um esquema de indexação, contendo índices que são significativos e discriminantes, relacionados às consultas dos usuários.

Os índices compostos por metadados, em relação às imagens, podem ser classificados como independentes do conteúdo, dependentes do conteúdo e descritivos do conteúdo. Metadados independentes do conteúdo são aqueles que não estão ligados ao conteúdo iconográfico e, sim, relacionados à imagem como autoria, data e local. Os metadados dependentes do conteúdo são os dados presentes na própria imagem, definidos em relação às propriedades de cor, textura, forma e sua relação espacial na imagem. Os metadados descritivos referem-se à semântica e à relação da imagem com o mundo real. De acordo com essa classificação, a base de imagens desta tese é composta de desenhos técnicos de engenharia, que contém metadados independentes do conteúdo, chamados de administrativos (autor, data, local) e técnicos (área, número de pavimentos), e os metadados dependentes do conteúdo, que estão presentes na imagem através dos ícones.

### 2.3.3 Tratamento de imagens na ciência da computação

As imagens e desenhos técnicos são estruturas bidimensionais (2D) porque são representados em um plano que possui duas dimensões, enquanto os objetos do mundo real são tridimensionais (3D), representados no espaço.

De acordo com Gonzales e Woods (2000), o termo imagem ou imagem monocromática se refere à função bidimensional de intensidade da luz  $f(x, y)$ , na qual  $x$  e  $y$  denotam as coordenadas espaciais e o valor de  $f$  em qualquer ponto  $(x, y)$  é proporcional ao brilho (ou níveis de cinza) da imagem naquele ponto, conforme FIG. 6 (b). Uma imagem digital é uma imagem  $f(x, y)$  discretizada tanto em coordenadas espaciais quanto em brilho. Uma imagem digital pode ser considerada como uma matriz cujos índices de linhas e de colunas identificam um ponto na matriz, e o correspondente valor do elemento da matriz identifica o nível de cinza naquele ponto. Os elementos dessa matriz digital são chamados de elementos da imagem; elementos da figura, *pixels*, abreviação de "picture elements".

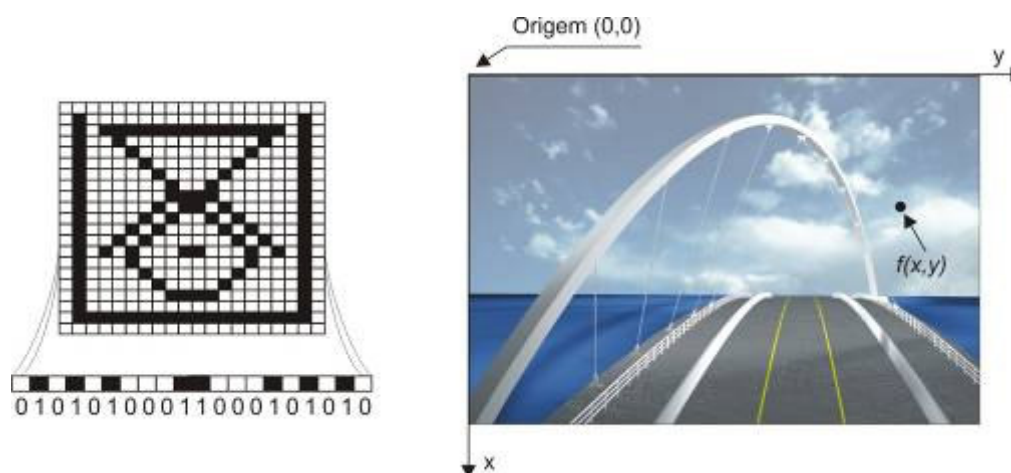


FIGURA 6 - (a) Imagem matricial. (b) Eixos de representação de imagem digital  
Fonte: BARACHO, 1994.

A imagem digital pode ser criada e armazenada em dois formatos: matricial e vetorial.

O formato matricial é um dado gerado diretamente por um sistema computacional ou capturado do mundo real (através de equipamentos específicos: *scanners* e máquinas fotográficas digitais) e armazenada numa estrutura matricial chamada de *raster* ou *bitmap* FIG. 6(a). O processo de conversão do dado analógico em digital é chamado de digitalização. Abstraindo e simplificando um formato matricial, percebe-se a representação de uma linha feita através de pontos pretos marcados em uma matriz como mostrado na FIG. 7. O tamanho

da imagem é composto pelo número de *pixels* que define a resolução quantificada em *dpi* (*dots per inches*), pontos por polegada.

O formato vetorial é composto de linhas e curvas definidas, matematicamente, por vetores. O dado vetorial é um conjunto de pontos associado a uma função matemática, que proporciona uma configuração geométrica para estes pontos. Os sistemas CAD – *Computer Aided Design* trabalham com formato vetorial, por exemplo, uma reta é definida por dois pontos que associados à equação de uma reta, representam-na integralmente. Neste caso, não é necessário armazenar na memória toda a sucessão de pontos que interligam estes dois extremos. A FIG. 7 ilustra as representações, matricial e vetorial do desenho de uma linha. O processamento digital de imagens prioriza o formato matricial.

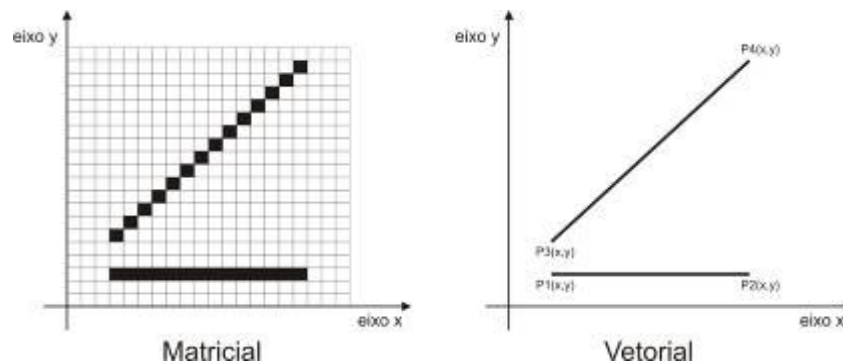


FIGURA 7 - Representações matricial e vetorial do desenho de uma linha  
Fonte: elaboração do autor.

Com um estudo específico, Jagadish (1991) defende a importância de assegurar noções diferentes de similaridade, incluindo mudanças de escala, posição e rotação relativa aos componentes, para a recuperação eficiente de todos os objetos na base de dados, os quais apresentam formas similares ao modelo de busca.

Para obter variações em relação à imagem original, pode aplicar as transformadas básicas de translação, rotação, mudança de escala e inversão. As transformações são expressas em um sistema cartesiano de coordenadas em três dimensões, no qual o ponto tem coordenadas denotadas  $(X, Y, Z)$ . Segundo Gonzalez e Woods (2000), a translação é a tarefa de transladar um ponto de coordenadas  $(X, Y, Z)$  para uma nova posição, usando deslocamentos  $(X_0, Y_0, Z_0)$ . A nova posição  $(X_1, Y_1, Z_1)$  é calculada através das equações:  $X_1 = X + X_0$ ;  $Y_1 = Y + Y_0$  e  $Z_1 = Z + Z_0$ .

$$\begin{bmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ Z_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & X_0 \\ 0 & 1 & 0 & Y_0 \\ 0 & 0 & 1 & Z_0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \\ 1 \end{bmatrix}$$

A rotação é obtida através da rotação de um ponto em torno dos eixos de coordenadas e três transformações são necessárias para rotacionar um ponto em torno de outro ponto arbitrário no espaço: a primeira transformação traslada o ponto arbitrário para a origem, a segunda faz a rotação e a terceira traslada o ponto de volta para a sua posição original.

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} \cos\theta & \sin\theta & 0 & 0 \\ -\sin\theta & \cos\theta & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

A mudança de escala é obtida pelos fatores  $S_x$ ,  $S_y$  e  $S_z$  ao longo dos eixos  $X$ ,  $Y$  e  $Z$  através da matriz de transformação.

$$\mathbf{S} = \begin{bmatrix} S_x & 0 & 0 & 0 \\ 0 & S_y & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S_z & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

As transformadas bidimensionais têm um papel essencial em processamento de imagens, e constitui um tópico de grande interesse devido à sua ampla área de aplicação.

A noção de forma do objeto, apesar de intuitivamente clara, pode ter muitos significados. Os métodos de tratamento de imagens baseados na forma consideram o contorno e/ou a região do desenho e utilizam as transformadas de Fourier como método clássico que possui invariância em relação à rotação e à escala. A transformada de Fourier foi desenvolvida por Jean Fourier em 1822. Usada para a identificação dos contornos de figuras geométricas primitivas de imagens, reduz a imagem de duas dimensões para uma dimensão, e utiliza funções matemáticas para representar e fazer operações nas imagens. A transformada pode ser utilizada na reconstrução bidimensional de imagens em geral. É o mapeamento de *pixel* da imagem no espaço de frequência da imagem espacial.

A transformada de Fourier de uma função  $f(x)$  é definida como:

$$\mathcal{F}[f(x)] \equiv F(w_x) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x)e^{-2i\pi w_x x} dx,$$

E a transformada inversa, que recupera a função original é definida como:

$$\mathcal{F}^{-1}[F(w_x)] \equiv f(x) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} F(w_x)e^{2i\pi w_x x} dw_x,$$

A condição suficiente para a existência da transformada de Fourier de uma função  $f(x)$  qualquer é que a função seja integrável e finita. As imagens são, geralmente, integráveis e finitas.

Em relação ao realce de imagens, Gonzales e Woods (2000) apresentam como requisito de processar uma imagem, quando o resultado do processamento da imagem for mais indicado do que a imagem original em uma aplicação específica. Específica no sentido de que as técnicas de processamento são dependentes da aplicação, por exemplo, técnicas para realçar imagens de raios X podem não ser as melhores para fotos. As abordagens são divididas em métodos no domínio espacial e métodos no domínio da frequência. O domínio espacial refere-se ao plano da imagem e é uma manipulação direta dos *pixels* da imagem. Os processamentos no domínio da frequência são baseados nas transformadas de Fourier das imagens. Técnicas de realce podem unir esses métodos e ser baseadas em processamento ponto-a-ponto (modifica o nível de cinza de um *pixel* independente dos vizinhos) ou baseadas no processamento por máscara. As máscaras definidas como pequenas subimagens são usadas em processamento local, para modificar cada *pixel* na imagem a ser realçada. A FIG. 8 apresenta uma máscara de tamanho 3x3 *pixels* que percorre a imagem nos dois eixos  $x$  e  $y$ , efetuando as operações. A imagem é percorrida *pixel* a *pixel*, da esquerda para direita e de cima para baixo

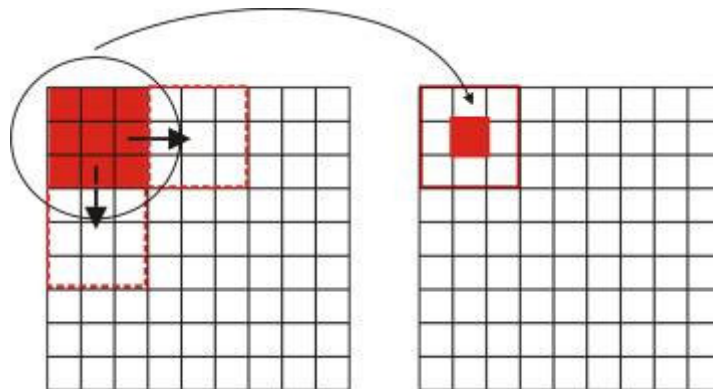


FIGURA 8 - Exemplo de máscara utilizada nas imagens  
Fonte: elaboração do autor.

Métodos no domínio espacial operam diretamente sobre os *pixels* e as funções de processamento de imagens podem ser expressas como  $g(x, y) = T [f(x, y)]$  onde  $f(x, y)$  é a imagem de entrada,  $g(x, y)$  é a imagem processada e  $T$  é um operador sobre  $f$ . A transformação  $T$  produz, por exemplo, uma imagem de maior contraste do que a original e, como o realce de qualquer ponto numa imagem, depende apenas do nível de cinza naquele



ponto. As técnicas são denominadas processamento ponto-a-ponto. São exemplos de algumas transformações simples de intensidade: negativos de imagens (a idéia é reverter a ordem do preto para o branco, de modo que a intensidade da imagem de saída diminua à medida que a intensidade da entrada aumente); alargamento de contraste que consiste no aumento da escala dinâmica dos níveis de cinza conforme FIG. 9; compressão da escala dinâmica (as partes mais claras da imagem tornam-se visíveis na tela de exibição); divisão em níveis de cinza que enfatiza uma escala específica de níveis de cinza e divisão de planos de bits.



FIGURA 9 - (a) Imagem original. (b) Contraste  
Fonte: GONZALES; WOODS, 2000.

O histograma da imagem é uma função discreta que dá uma estimativa da probabilidade de ocorrência do nível de cinza e apresenta um gráfico dessa função para os valores. A forma do histograma de uma imagem apresenta informação sobre possibilidade de realce de contraste. Dentre os métodos para a manipulação de histogramas, têm-se a equalização, a especificação e o realce local.

O uso de máscaras espaciais é, usualmente, chamado de filtragem espacial, e as máscaras chamadas de filtros espaciais. Os filtros espaciais são lineares e não-lineares para realce de imagens. Os filtros de suavização, usados para borrar a imagem e reduzir ruídos, incluem filtragem espacial passa-baixas; filtragem por mediana na qual o nível de cinza de cada *pixel* é substituído pela mediana dos níveis de cinza daquele *pixel*, conforme FIG. 10.

Os filtros de aguçamento têm como objetivo enfatizar detalhes finos ou realçar detalhes que tenham sido borrados, em consequência de erros ou como efeito natural de um método particular de aquisição de imagens, e incluem filtragem espacial passa-altas básicas, filtragem alto reforço, filtros por derivadas.





FIGURA 10 - (a) Imagem original. (b) Filtragem por mediana  
Fonte: GONZALES; WOODS, 2000.

Os fundamentos das técnicas no domínio da frequência é o teorema da convolução, no qual  $g(x, y)$  é uma imagem formada pela convolução de uma imagem  $f(x, y)$  e um operador linear invariante com a posição  $h(x, y)$ , isto é,  $g(x, y) = h(x, y) * f(x, y)$ . A seguinte relação no domínio da frequência é verificada  $G(u, v) = H(u, v) F(u, v)$  em que  $G$ ,  $H$  e  $F$  são as transformadas de Fourier de  $g$ ,  $h$  e  $f$ , respectivamente. Por exemplo, bordas em  $f(x, y)$  podem ser acentuadas através do uso de uma função  $H(u, v)$  que enfatize os componentes de alta frequência de  $F(u, v)$ .

A restauração de imagens é o processo que tenta reconstruir ou recuperar uma imagem que foi degradada. Assim, as técnicas de restauração são orientadas para a modelagem da degradação e aplicação do processo inverso no sentido de recuperar a imagem original. As primeiras técnicas para restauração de imagens digitais foram derivadas, principalmente, dos conceitos de domínio da frequência.

A compressão de imagens trata o problema de reduzir a quantidade necessária de dados, para representar uma imagem digital baseada na redução dos dados redundantes, pois a quantidade de dados pode inviabilizar o armazenamento, o processamento e a comunicação.

A segmentação de imagens é o primeiro passo da análise de imagem através da extração de informação, e subdivide uma imagem em suas partes ou objetos constituintes. O nível até o qual essa subdivisão deve ser realizada depende dos objetos de interesse na aplicação. Os algoritmos de segmentação para imagens são geralmente baseados nas propriedades básicas de valores de nível de cinza de descontinuidade e similaridade. Os três tipos básicos de descontinuidade em imagens digitais são pontos, linhas e bordas. Na prática, a maneira mais comum de procura por descontinuidade é a partir da varredura da imagem por uma máscara. A detecção de pontos isolados em uma imagem pode ser obtida de maneira direta. O próximo nível de complexidade, envolvendo a detecção de linhas e de bordas, é a

abordagem para detecção de descontinuidade significativa nos níveis de cinza, conforme FIG. 11.



FIGURA 11 - (a) Imagem original. (b) Detecção de bordas  
Fonte: GONZALES; WOODS, 2000.

Uma borda é o limite entre duas regiões suficientemente homogêneas, com propriedades relativamente distintas de nível de cinza. A transição entre duas regiões pode ser determinada com base na descontinuidade dos níveis de cinza.

Outro método utilizado com boa *performance* para a recuperação de formas por similaridade em grandes bases de dados é o *Curvature Scale Space* (CSS), que envolve mudança de escala e orientação de um objeto. Sadegh e Mokhtarian (1999) apresentam um estudo com a aplicação do método CSS para reconhecer objetos em diferentes vistas. Para criar uma descrição CSS de uma imagem, deve-se obter o contorno fechado desta imagem, e considerar pontos equidistantes no contorno, formando a representação em um conjunto de arcos. Pode-se considerar que se cria o espelho da imagem em um gráfico, conforme FIG. 12. Após aplicar transformações na imagem, essa apresenta diferenças na forma visual e similaridade no gráfico, conforme FIG. 13. Concluiu-se que variações da imagem original podem ser recuperadas devido à similaridade da representação, conforme apresentado na FIG. 14. Esse estudo mostra a eficácia do método para recuperar não somente os desenhos idênticos, mas também suas possíveis variações.

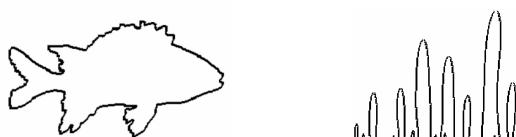


FIGURA 12 - Exemplo de uma forma original e sua representação CSS  
Fonte: ABBASI; MOKHTARIAN, 1999.



FIGURA 13 - Transformação do desenho original e sua representação  
Fonte: ABBASI; MOKHTARIAN, 1999.

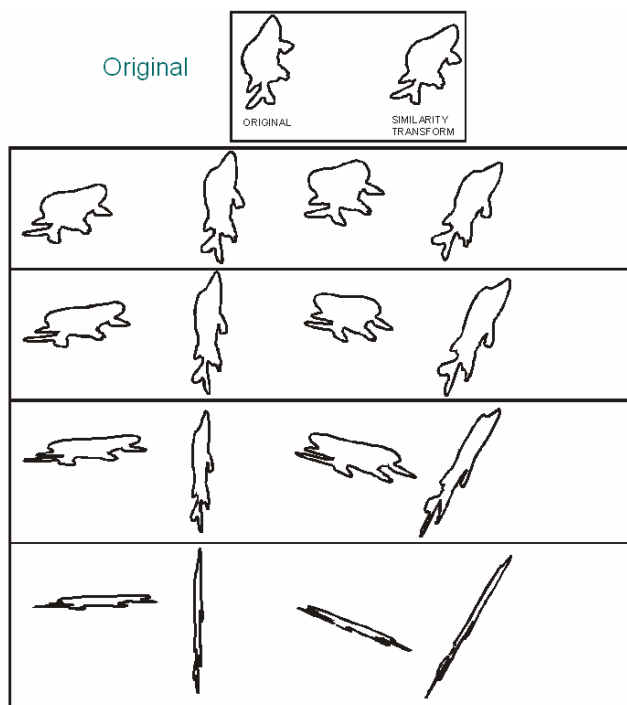


FIGURA 14 - Variações possíveis do desenho original  
Fonte: ABBASI; MOKHTARIAN, 1999.

De acordo com Wolfson (1997), essas técnicas de recuperação foram desenvolvidas, originalmente, na área de visão computacional e diversas aplicações utilizam o método de comparação das características geométricas da imagem com a base de dados. É possível reconhecer objetos na base de dados, quando estão presentes de forma idêntica, com algumas transformações ou parte da imagem, mostrando eficiência na recuperação.

As técnicas de indexação baseiam-se nas três características principais das imagens como cor, textura e forma das quais a referente à forma é utilizada no tratamento de desenhos técnicos, constituindo o objeto de interesse.

A recuperação da informação baseada no conteúdo atinge aplicações na Web. Beigi, Benitez e Chang (1998) destacam a importância desses motores de busca para encontrar imagens por similaridade.

## 2.4 Organização da informação em projetos de engenharia

Para completar a revisão de literatura, esta seção apresenta como é a organização da informação em projetos de engenharia e a situação atual dos sistemas de informação utilizados; mostra conceitos de projeto, definição e representação de desenhos técnicos e as disciplinas da engenharia; explica a evolução dos sistemas de desenvolvimento de projetos com a utilização de *software* gráfico, a padronização dos desenhos e bibliotecas de símbolos gráficos. Na seqüência, apresenta o conceito de sistema de gerenciamento de documentos.

Atualmente, a organização dos projetos de engenharia, com a utilização de sistemas de gerenciamento de documentos, armazena o desenho técnico com informações textuais. Utiliza um sistema de gerenciamento de banco de dados baseado em atributos textuais para indexar e recuperar o desenho técnico do projeto. Os metadados descritivos fazem referência a dados administrativos e técnicos do projeto.

Outro ponto estudado, nesta seção, é a forma de criação e representação dos desenhos técnicos. Apresenta uma discussão em relação à mudança no processo de desenvolvimento de projetos, ocorrida na última década. A transferência do processo manual para o processo automatizado desencadeia uma série de estudos sobre desenhos técnicos desenvolvidos no computador.

Esta seção apresenta um panorama geral do objeto desta pesquisa, o desenho técnico e o projeto de engenharia/arquitetura.

### 2.4.1 Projetos de engenharia

Os projetos de engenharia abrangem conhecimentos científicos e técnicos e incluem vários ramos: engenharia agrônoma, aeronáutica, agrícola, engenharia de alimentos, ambiental, engenharia civil, da computação, econômica, elétrica, eletrônica, estrutural, física, florestal, engenharia mecânica, mecatrônica, metalúrgica, de minas, naval, de produção, química, engenharia sanitária, de segurança do trabalho, de *software*, de telecomunicações, de transporte, entre outras.

Dentre as disciplinas, a engenharia civil é o ramo da engenharia que projeta e executa obras. O engenheiro civil projeta e acompanha todas as etapas de uma construção, incluindo projetos, cálculos estruturais, características dos materiais, do solo, do ambiente. Com base nesses estudos, desenvolve-se o projeto, em relação direta com a arquitetura, como arte e

técnica de projetar e edificar o ambiente para ser habitado pelo homem, responsável pelo desenho de edificações.

Cada ramo da engenharia produz um conjunto de projetos necessários para a construção de um objeto. Especificamente, a engenharia civil engloba o projeto arquitetônico, estrutural, hidráulico, elétrico, de combate e prevenção a incêndio, de ar condicionado, entre outros.

Cada tipo de projeto contém as suas especificidades que, detalhadas, podem desencadear uma série de subdivisões. Por exemplo, os projetos arquitetônicos e civis podem ser classificados de acordo com o tipo de construção que representam, de acordo com a lei de uso e ocupação do solo. Normalmente, essa lei é de âmbito municipal e define as possibilidades de construção civil em um determinado terreno. Os tipos de construção segundo a lei de uso e ocupação do solo de Belo Horizonte são:

- Residência unifamiliar: uma residência de uma família, geralmente as casas particulares;
- Residência multifamiliar: uma residência que agrupa várias famílias, geralmente as casas geminadas;
- Apartamento: uma residência caracterizada por sua construção vertical que contém os apartamentos formando os edifícios;
- Comércio: uma edificação destinada a comércio e suas possíveis variações;
- Indústria: uma edificação destinada à indústria, os galpões e depósitos;
- Serviço: uma edificação destinada à prestação de serviços, consultórios e escritórios em geral.
- Hotel: uma edificação destinada à hospedagem, lazer;

O projeto de engenharia/arquitetura, normalmente, é desenvolvido em etapas bem definidas. As etapas são executadas em uma seqüência linear, e, quando se acaba uma etapa, passa-se à próxima, desde anteprojeto, projeto, projeto executivo, detalhamento e projeto de apresentação.

Cada etapa de desenvolvimento do projeto de engenharia/arquitetura é composta de um conjunto de desenhos técnicos, que representam, através de várias vistas, o objeto a ser construído. Os desenhos técnicos possuem nomenclaturas e normas próprias de desenvolvimento. Dentre os desenhos técnicos de engenharia/arquitetura, tem-se planta, corte ou seção, vistas, elevações, ou fachadas, vista frontal, vista lateral direita, vista lateral esquerda, vista posterior e perspectivas.

As FIG. 15, 16, 17 e 18 apresentam exemplos de desenhos técnicos de engenharia/arquitetura relacionados a diferentes disciplinas. A FIG. 15 apresenta o desenho técnico correspondente a uma planta de projeto arquitetônico. O desenho é uma imagem que representa uma edificação cortada no plano horizontal e contém a representação dos elementos construtivos. Possui normas técnicas de desenho que direcionam e facilitam a interpretação humana através de recursos, por exemplo, de espessura de linha mais grossa para a representação dos objetos cortados que representam as paredes; ícones de peças sanitárias, representando as instalações sanitárias; ícones de carros representando o espaço destinado à garagem; ícones de portas representando os acessos e ligações entre os cômodos; linhas de cota que contêm as dimensões; linhas tracejadas que representam projeções; retícula quadriculada que representa área molhada, entre outros. A FIG. 16 é uma imagem de desenho técnico que representa dois cortes e uma elevação do mesmo projeto da FIG. 15 com as informações referentes à altura dos elementos construtivos, por exemplo: altura da laje, do pé-direito (nome dado à altura do cômodo), do peitoril, da verga (altura da janela em relação ao forro e a laje), posição das janelas, entre outras. Essas duas imagens de planta e de corte contêm as informações necessárias para que o projeto possa ser construído.

A FIG. 17 apresenta a imagem de um desenho técnico contendo duas plantas de um projeto elétrico de uma edificação residencial, e o carimbo com as informações referentes ao projeto, organizados em um formato. Contém as plantas da edificação e os símbolos referentes a equipamentos elétricos como tomadas, interruptores, lâmpadas e as ligações entre eles, representando os circuitos.

A FIG. 18 apresenta uma planta e um corte de um projeto de usina hidrelétrica. Contém a planta do vertedouro (canal artificial), que corresponde a uma parte do projeto da usina hidrelétrica. A FIG. 19 é a simulação tridimensional de uma usina hidrelétrica. Comparando as FIG. 18 e 19, ambas representam uma usina hidrelétrica e pode-se perceber que o desenho técnico (FIG. 18) é a representação bidimensional da realidade e requer um mínimo de conhecimento para ser interpretado, enquanto a simulação tridimensional (FIG. 19) é uma representação de como o objeto é visto no prisma real sendo mais fácil a interpretação por pessoas não especialistas. É importante perceber que a leitura do desenho técnico por um especialista remete à simulação tridimensional na mente, então o leitor consegue simular tridimensionalmente o objeto a ser construído.

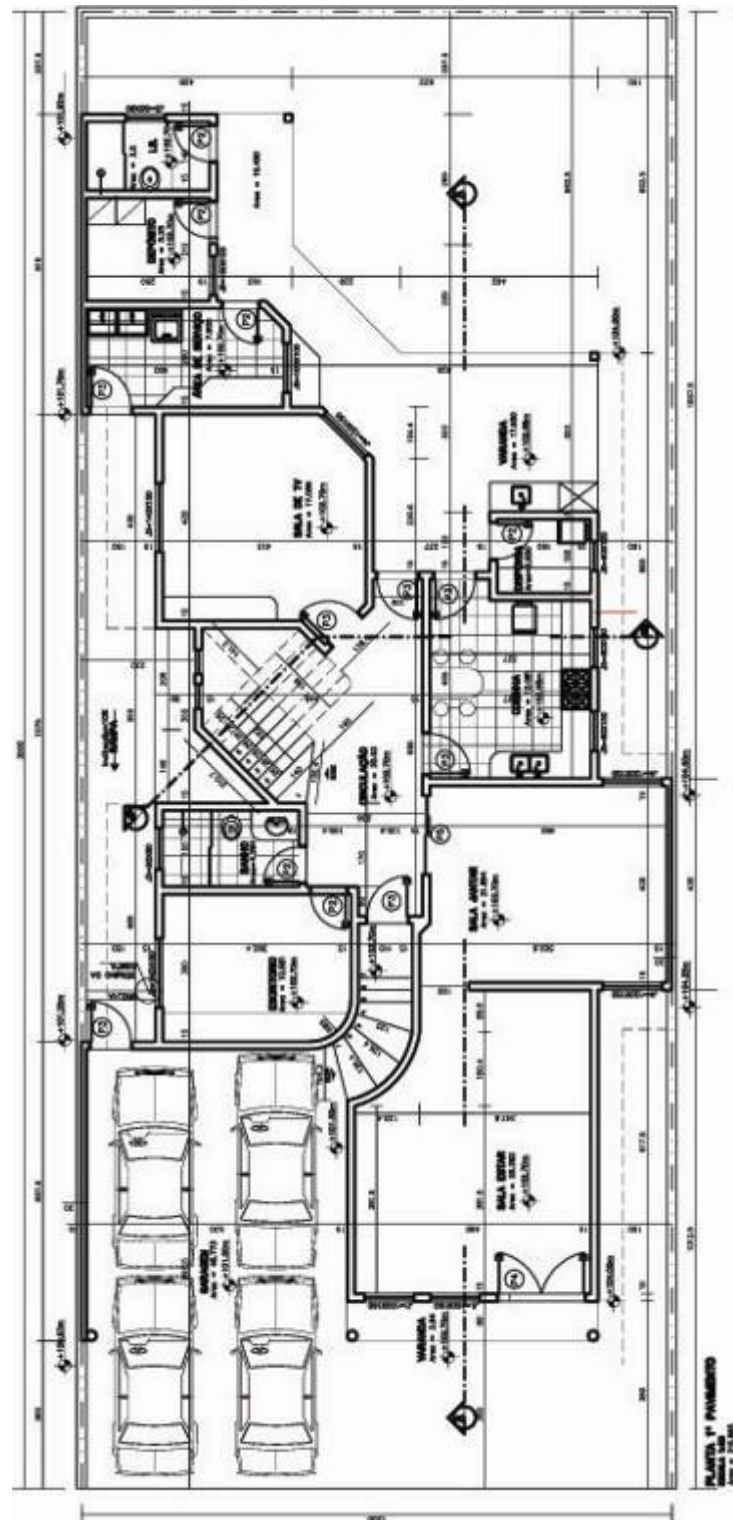


FIGURA 15 - Exemplo de planta de projeto arquitetônico  
Fonte: elaboração do autor.

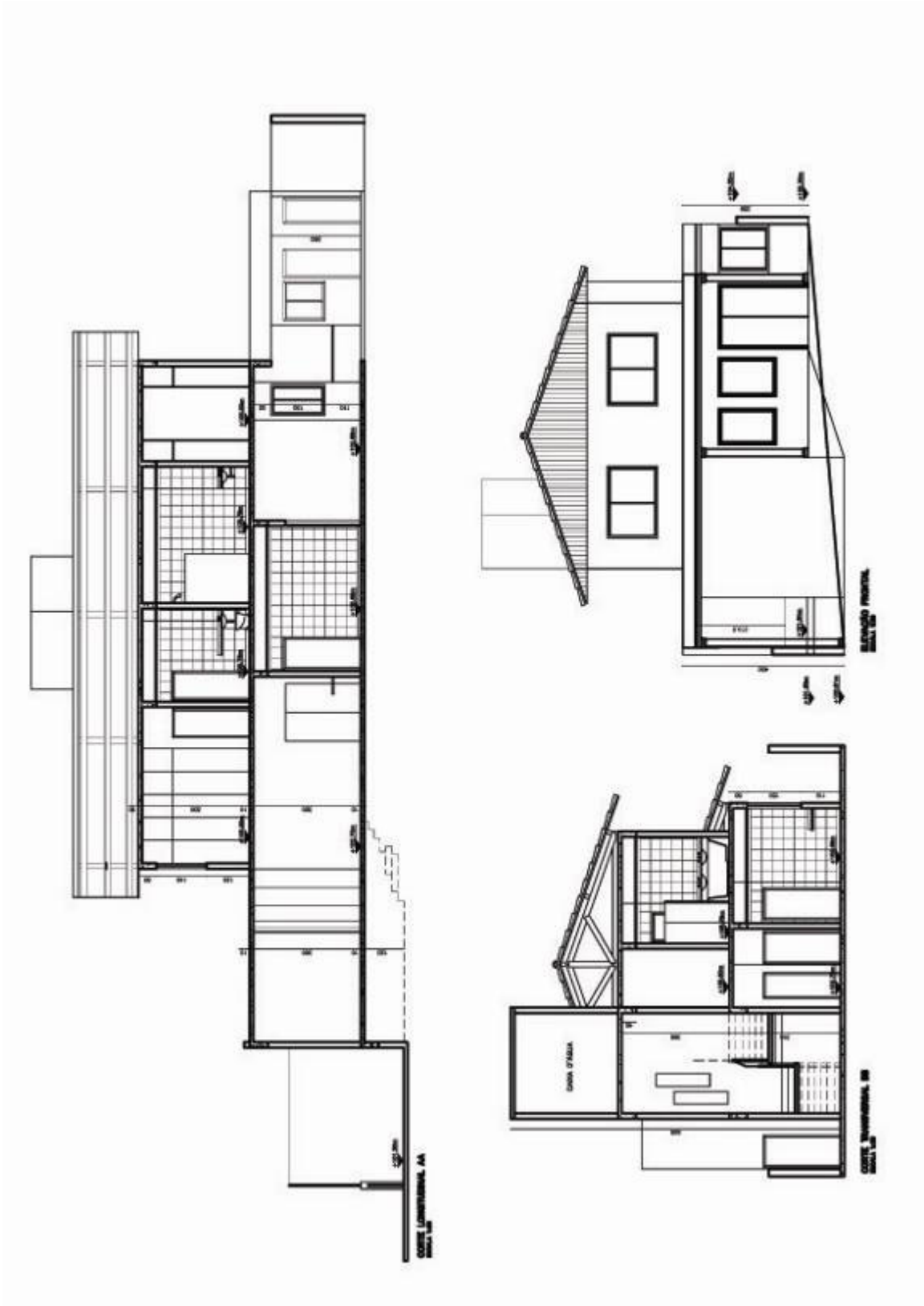


FIGURA 16 - Exemplo de corte e elevação de projeto arquitetônico  
Fonte: elaboração do autor.



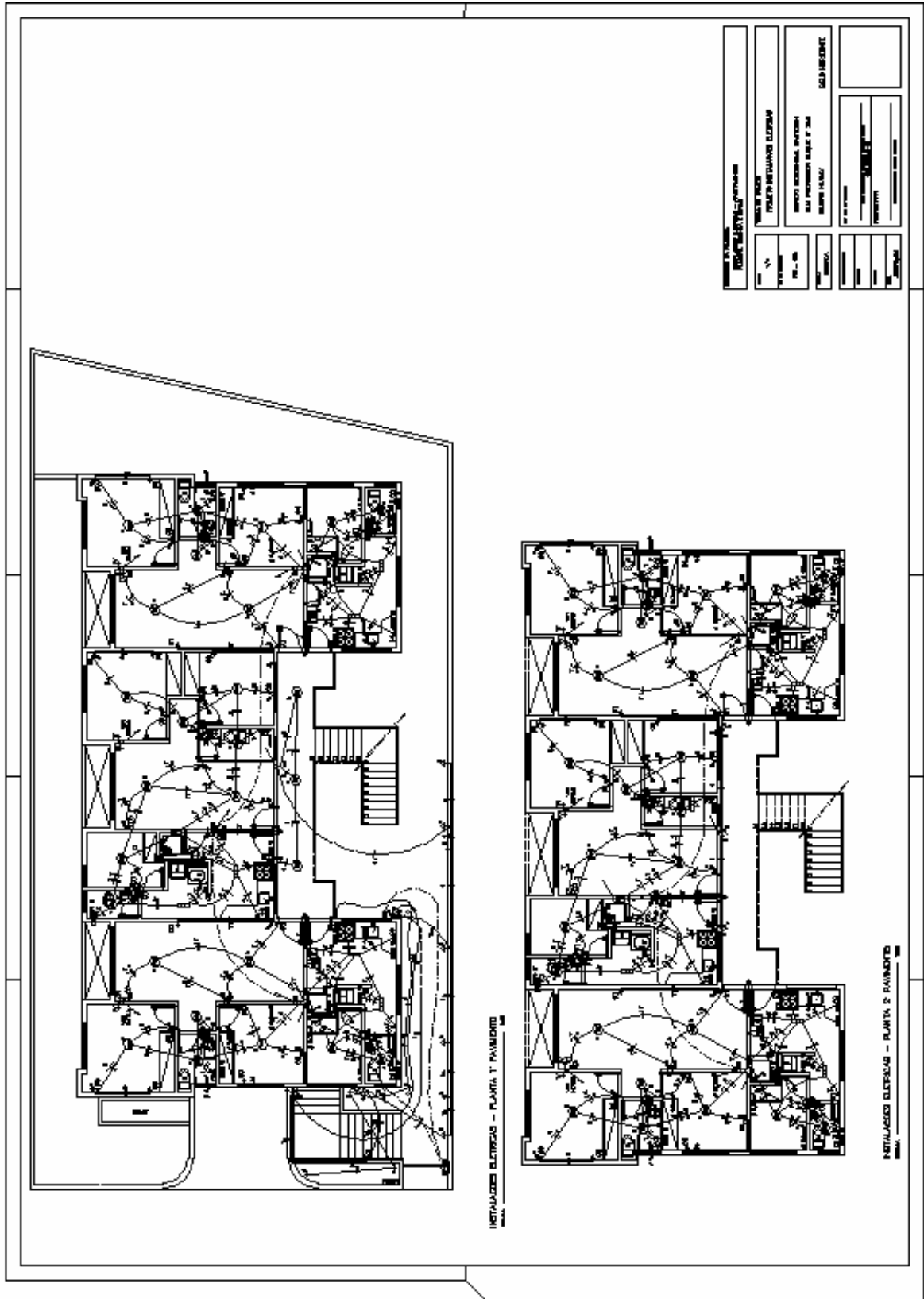


FIGURA 17 - Exemplo de planta de projeto elétrico  
 Fonte: elaboração do autor.

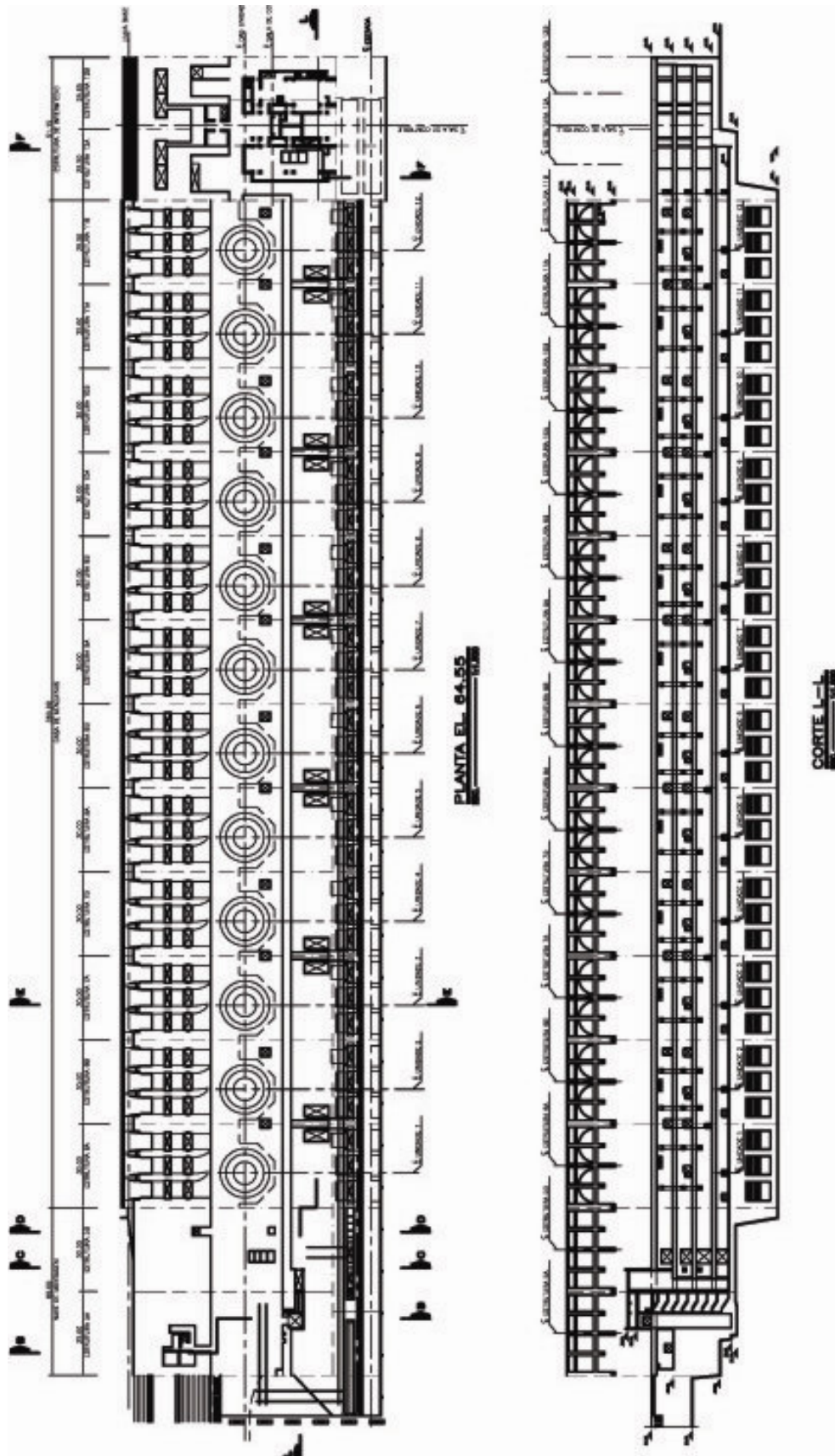


FIGURA 18 - Exemplo de projeto de usina hidrelétrica  
 Fonte: elaboração do autor.

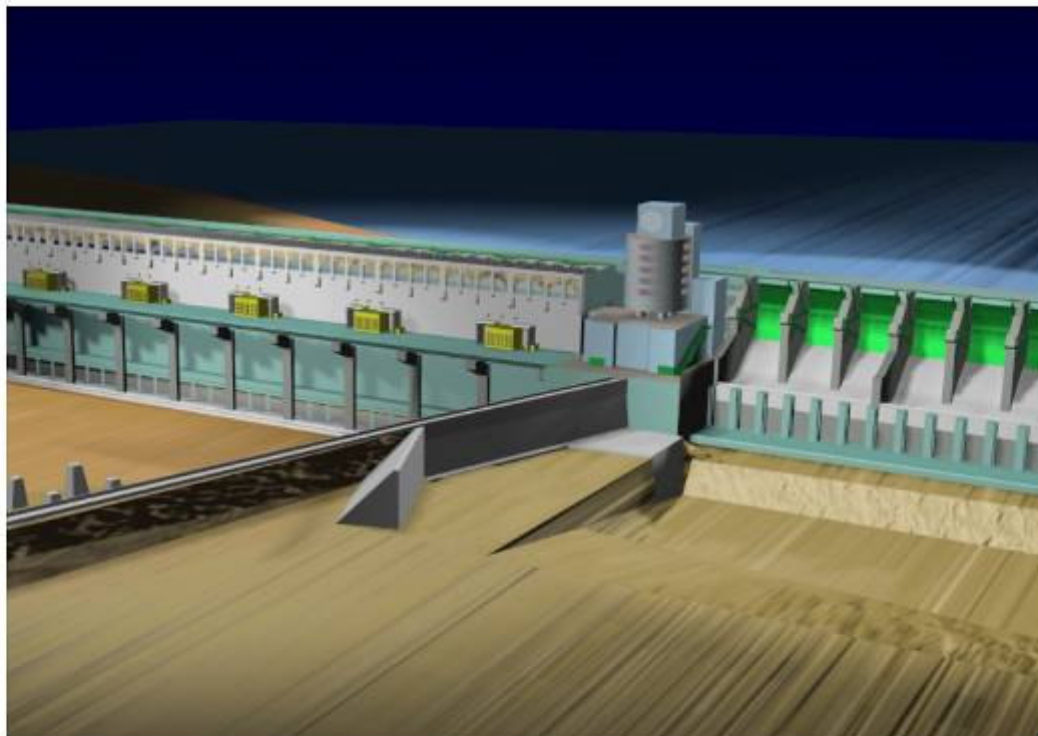


FIGURA 19 - Simulação tridimensional de usina hidrelétrica  
Fonte: elaboração do autor.

#### 2.4.2 Desenho técnico de engenharia

O desenho técnico de engenharia é um documento normalizado voltado à execução e à representação de obras de engenharia. É o conjunto de registros gráficos produzidos por profissionais da área de projeto. É a expressão gráfica que tem por finalidade, a representação de forma, dimensão e localização de objetos, de acordo com as diferentes necessidades das diversas modalidades da engenharia e arquitetura. O desenho manifesta-se como um código para uma linguagem estabelecida entre o emissor (profissional da área de projetos) e o receptor (o leitor do projeto), possibilitando o seu entendimento. Sua interpretação envolve um nível de conhecimento por parte do emissor ou do receptor. O profissional responsável pela execução do desenho técnico tem uma atribuição própria e especializada.

Conforme estudo feito por Hoelscher, Springer e Dobrovolny (1978), um dos exemplos mais antigos do uso de planta e elevação está no álbum de desenhos na Livraria do Vaticano, desenhado por Giuliano de Sangalo em 1490. O desenho técnico começou a ser usado como meio preferencial de representação do projeto, a partir do Renascimento. Ainda não havia conhecimentos sistematizados de geometria descritiva, o que tornava o processo de

produção de desenho técnico mais livre e sem normalização. No século XVII, visando a facilitar as construções de fortificações, o matemático francês Gaspar Monge criou, utilizando projeções ortogonais, um sistema com correspondência biunívoca entre os elementos do plano e do espaço. Esse sistema, publicado em 1795 com o título "*Geometrie Descriptive*", é a base da linguagem utilizada pelo desenho técnico. Com a Revolução Industrial, os projetos das máquinas demandavam maior rigor, e os profissionais precisavam se comunicar com eficiência para evitar erros de produção. Dessa forma, instituíram-se, a partir do século XIX, as primeiras normas técnicas de representação gráfica de projetos, as quais incorporavam os estudos anteriores da geometria descritiva. Tornou-se necessário normalizar a forma de utilização da geometria descritiva, para transformá-la em uma linguagem gráfica que, em nível internacional, simplificasse a comunicação e viabilizasse o intercâmbio das informações. Desta forma, a Comissão Técnica TC 10 da *International Organization for Standardization-ISO* normalizou a forma de utilização da geometria descritiva como linguagem gráfica da engenharia e da arquitetura, chamando-a de desenho técnico. O desenho técnico foi considerado um recurso tecnológico imprescindível ao desenvolvimento econômico e industrial.

Na última década, o desenho técnico passou por uma modificação na forma de execução, feita à mão, para a utilização de *software Computer Aided Design - CAD*.

O desenho técnico é uma imagem composta de representações geométricas que figuram uma parte ou o todo de um projeto de engenharia. O conjunto de desenhos técnicos, através das várias vistas, fornece as representações para a execução do projeto.

Todo o processo de desenvolvimento e criação de projetos de engenharia está ligado à expressão gráfica. Composto por linhas, números, símbolos e indicações escritas, normalizadas internacionalmente, o desenho técnico é definido como uma linguagem gráfica universal da engenharia e arquitetura.

#### 2.4.3 Representação de desenhos

A representação e interpretação do desenho técnico exigem treinamento específico. Os desenhos utilizam figuras planas (bidimensionais) para representar formas espaciais. Para interpretar um desenho técnico, é preciso visualizar o que não está visível e ter a capacidade de entender uma forma espacial a partir de uma representação plana. Esse processo, chamado de visão espacial, depende do conhecimento e da percepção do ser humano, pois perceber

uma forma espacial significa construir o modelo tridimensional na mente, através da observação de desenhos bidimensionais.

Cabe ressaltar que, por um lado, recomenda-se a adequação de normas quando da apresentação de desenhos para fins de execução ou situações oficiais, como quando os profissionais enviam seus projetos à aprovação em órgãos públicos; por outro lado, admite-se algum nível de liberdade em relação a outros contextos. No desenvolvimento do projeto, uma instituição pode utilizar métodos próprios de desenho de acordo com suas necessidades, os quais eventualmente não correspondem exatamente às normas. Esta liberdade se dá pela necessidade de elaborar desenhos que exijam uma maior facilidade de leitura por parte de leigos ou para se adequarem a diferentes publicações.

Para a representação do projeto, utilizam-se instrumentos disponíveis que compreendem a princípios de geometria euclidiana e geometria descritiva. O desenho é formado basicamente de representações geométricas, como linhas e superfícies. Contém duas entidades diferenciadas: uma é o próprio desenho, o objeto representado, e a outra é o conjunto de símbolos, signos, cotas e textos que o complementam.

O desenho técnico pode ser dividido em dois grupos: o desenho projetivo, que é o resultante de projeções do objeto em um ou mais planos de projeção, e que corresponde às vistas ortográficas e às perspectivas, e o desenho não projetivo, que é resultante de cálculos, e compreende gráficos e diagramas. O desenho projetivo é utilizado em todas as modalidades da engenharia e arquitetura, e apresenta variações de nomenclatura para cada área específica como: desenho mecânico, desenho arquitetônico, desenho de estruturas, desenho de máquinas, desenho elétrico, desenho eletrônico, desenho de tubulações, entre outros. É utilizado em projetos de fabricação de máquinas, equipamentos e estruturas nas indústrias de processo e manufatura; em projeto e construção de edificações, com os projetos complementares elétricos, hidráulicos, ar condicionado entre outros; em projeto e construção de rodovias e ferrovias, com detalhes de corte, aterro, drenagem, pontes, viadutos, entre outros; em representação de relevos topográficos e cartas náuticas; em desenvolvimentos de produtos industriais; em projeto e construção de móveis e equipamentos domésticos e promoção de vendas, com ilustração e apresentação do produto.

Um projeto de engenharia e de arquitetura é representado através de desenhos técnicos compostos de planta, corte ou seção, elevação ou fachada e perspectiva. Dentre os desenhos técnicos de um projeto, o mais significativo é a planta. Planta é o nome que se dá a uma vista ortogonal que faz parte do sistema projetivo. Planta baixa de arquitetura é um desenho técnico, que contém informação necessária para que o objeto desenhado possa ser

apresentado, compreendido e executado. É o nome dado ao desenho que representa as particularidades de uma edificação, projetadas numa superfície horizontal, a partir de um corte horizontal a uma distância de 1,40 metro de altura em relação à base. Normalmente, contém informação de elementos construtivos, por exemplo, escala do desenho, posição e medida das paredes, portas, janelas, o nome de cada ambiente e seu respectivo nível. Para complementar a informação que está contida na planta, existem outros desenhos técnicos chamados de corte ou seção, elevação ou fachada, detalhes e perspectivas.

O corte ou seção é o nome dado ao desenho que representa as particularidades de uma edificação projetadas numa superfície vertical, no meio da edificação. O corte pode ser total com um único plano de corte que atravessa todo o projeto. Dentro do sistema de vistas ortográficas, para evitar distorção, o observador está sempre perpendicular ao plano de projeção. Em algumas disciplinas, corte e seção são considerados termos sinônimos, mas pode-se apontar a diferença de que corte representa o que está em contato com o plano de corte mais o que é visto e, as seções representam somente a parte efetivamente cortada.

Elevação ou fachada é o nome dado ao desenho que representa as particularidades de uma edificação, que pode ser vista frontal, lateral esquerda, lateral direita e posterior.

Detalhe é o nome dado ao desenho, normalmente representado em escalas maiores, que representa algumas regiões com mais informação técnica e específica para a construção do projeto.

Perspectiva, imagem 3D ou imagem tridimensional, é o nome dado ao desenho com diferentes distâncias, proporções e ângulos de visualização.

O desenho técnico contém informação referente à escala utilizada no projeto. De acordo com Montenegro (2001), a escala determina uma proporção do desenho, ou seja, quantas vezes o objeto representado no papel equivale ao objeto real. Escala é um método de ordenação de grandezas, que mostra a proporção entre o objeto real e sua representação no papel, é uma relação existente entre as medidas desenhadas com as dimensões reais. Existem escalas padronizadas que variam de pequenas a grandes proporções. Dentre as escalas mais usadas, encontram-se: 1:1 (o objeto desenhado é do mesmo tamanho do objeto real); 1:2 (o objeto desenhado é duas vezes menor do que o objeto real); 1:5; 1:10 (o objeto é desenhado dez vezes menor do que o real); 1:20; 1:25; 1:50; 1:75; 1:100; 1:125; 1:200; 1:250; 1:500; 1:750; 1:100; 1:200; 1:250; 1:500; 1:750; 1:1000; 1:1250; 1:2000; 1:2500; 1:5000; 1:7500 e continua em valores múltiplos. Os valores mais usados estão representados no escalímetro, um tipo de régua, usada para representar diferentes escalas. Contém seis escalas: 1:100, 1:50,

1:20, 1:125, 1:75, 1:25, a partir das quais, consideradas padrão, podem ser geradas outras múltiplas de dez.

As informações referentes a medidas estão presentes no desenho técnico e são chamadas de cotas ou dimensionamento. Cota, a representação gráfica das dimensões, contém o número com a medida do projeto e um traço chamado de linha de cota.

O desenvolvimento dos desenhos técnicos deve seguir normas e padrões.

#### 2.4.4 Padronização de desenhos técnicos

A padronização dos desenhos técnicos é uma etapa importante no sentido de se criar uma linguagem gráfica. Essa padronização é feita através das normas técnicas, que são resultantes do esforço dos interessados em estabelecer códigos técnicos.

A representação gráfica do desenho técnico corresponde a um conjunto de normas técnicas internacionais, e cada recorte geográfico, por exemplo, cada país, possui suas particularidades, criando sua própria versão, adaptada por diversos fatores socioculturais e econômicos. Cada país elabora suas normas técnicas e, normalmente, estas são acatadas em todo o território.

No Brasil, as normas são editadas e aprovadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, fundada em 1940. Órgão responsável pela normalização técnica no País, fornece a base necessária ao desenvolvimento tecnológico brasileiro. Com a finalidade de favorecer o desenvolvimento da padronização internacional e facilitar o intercâmbio de produtos e serviços entre as nações, os órgãos responsáveis pela padronização de cada país, reuniram-se em Londres, em 1947, e criaram a *International Organization for Standardization* – ISO.

As normas que regulam o desenho técnico são editadas pela ABNT, registradas pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO, como Normas Brasileiras - NBR. Abaixo são listadas normas relativas à área de engenharia e arquitetura:

- NBR 5984: norma geral de desenho técnico;
- NBR 10647: desenho Técnico, norma geral cujo objetivo é definir os termos empregados em desenho técnico. A norma define os tipos de desenho em relação aos aspectos geométricos (desenho projetivo e não projetivo), quanto ao grau de elaboração e à técnica de execução;
- NBR 6402: execução de desenhos técnicos de máquinas e estruturas metálicas;

- NBR 10067: princípios gerais de representação em desenho técnico;
- NBR 6492: representação de projetos de arquitetura;
- NBR 10068: folha de desenho, *layout* e dimensões, que normaliza as dimensões das folhas utilizadas na apresentação de desenhos técnicos com as respectivas margens e legendas. Todo desenho deve ser inserido num formato (A0, A1, A2, A3, ou A4), que define o tamanho da folha de papel. No Brasil, a ABNT adota o padrão ISO, utiliza o módulo de um metro quadrado e a proporção equivalente à raiz quadrada de dois, resultando na medida de 841mm x 1189 mm, constituindo o formato A0. A partir do formato A0, derivam-se os outros formatos (a metade do anterior), conforme enumerado na TAB. 1. Os formatos possuem normas para dobras, devem ser arquivados no formato A4.

TABELA 1  
Tamanhos de formatos da série A

<i>Formato</i>	<i>Dimensões</i>	<i>Margem Esquerda</i>	<i>Outras Margens</i>	<i>Comprimento Legenda</i>	<i>Espessura Linhas</i>
A0	1189x841	25	10	175	1,4
A1	841x594	25	10	175	1,0
A2	594x420	25	7	178	0,7
A3	420x297	25	7	178	0,5
A4	297x210	25	7	178	0,5

Fonte: NBR 10068.

A FIG. 20 mostra um formato A1 e a posição do carimbo ou legenda representado fora de escala somente para ilustração.

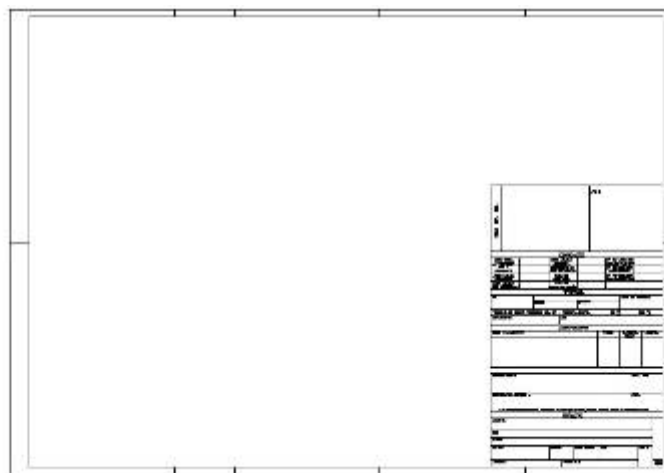


FIGURA 20 - Formato A1 e a respectiva legenda ou carimbo (desenho ilustrativo, fora de escala)

Fonte: elaboração do autor.



Cada desenho possui um espaço no canto inferior direito, reservado para carimbo ou legenda, que contém informações sobre o projeto, como por exemplo: nome do proprietário, nome do autor, data, endereço, número de pranchas, entre outros.

- NBR 10582: apresentação da folha do desenho técnico que normaliza a distribuição do espaço no desenho;
- NBR 13142: dobramento de cópias que fixa o tamanho de todos os dobramentos de folhas de desenho técnico, para facilitar o arquivamento em pastas que são dobradas em formato A4;
- NBR 8402: caracteres para escrita em desenhos técnicos visando à uniformidade e clareza;
- NBR 8403: aplicação de linhas com definição de tipos e larguras;
- NBR 8196: emprego de escalas;
- NBR 12298: representação de área de corte por meio de hachuras;
- NBR 10126: cotas dos desenhos técnicos;
- NBR 8404: indicação do estado de superfície;
- NBR 6158: sistema de tolerâncias e ajustes;

As normas de representações dos desenhos técnicos definem detalhes de cada parte do projeto e como devem ser representados. Os cursos de engenharia e arquitetura possuem disciplinas específicas, dedicadas ao estudo das normas técnicas para representação dos desenhos técnicos.

Com o estudo das normas técnicas utilizadas para o desenvolvimento do projeto, cabe ressaltar que o carimbo constitui o objeto de interesse desta pesquisa, na medida em que contém informações de controle técnico e administrativo do desenho técnico. Nos projetos de engenharia/arquitetura, o carimbo ou legenda é o nome dado a uma área do desenho técnico destinada a informações referentes ao projeto.

O carimbo é normalizado de acordo com o órgão responsável pela execução ou aprovação do projeto e, normalmente, localiza-se no canto inferior direito do desenho (FIG. 20). A FIG. 21 apresenta o carimbo definido por lei, utilizado pela Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, para aprovação de projetos arquitetônicos. Os carimbos podem variar em termos de tamanho, posição e quantidade de dados, de acordo com o interesse da instituição. Por exemplo, a CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais possui o seu carimbo padronizado para aprovação dos projetos elétricos.

USO DA PBH			OBS:	
EDIFICAÇÃO				
ÁREA TOTAL A CONSTRUIR		ÁREA LÍQUIDA ADQUIRIDA		Nº DE VAGAS DE ESTACIONAMENTO
ÁREA A DESCONTAR		COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO		Nº DE UNIDADES RESIDENCIAIS
ÁREA LÍQUIDA RESIDENCIAL		TAXA DE OCUPAÇÃO		Nº DE UNIDADES NÃO RESIDENCIAIS
ÁREA LÍQUIDA NÃO RESIDENCIAL		TAXA DE PERMEABILIZAÇÃO		
TERRENO				
CP	SETOR	QUADRA	ÁREA DO TERRENO	
			360	
TERRENO EM DESCONFORMIDADE COM CP - PORTARIA 511/54			SIM <input type="checkbox"/>	NÃO <input type="checkbox"/>
ZONEAMENTO	ADE			
LOGRADOURO				
NOME / NUMERAÇÃO		CÓDIGO	CLASSIFIC. MÁRIA	LARGURA
PROPRIETÁRIO :		CPF / CGC		
_____				
RESPONSÁVEL TÉCNICO :		CREA		
_____		53.061/D		
É DE RESPONSABILIDADE DO RT O ATENDIMENTO À LEGISLAÇÃO DA VIGOR, ESTANDO O MESMO SUJEITO AS PENALIDADES DA LEI				
PROJETO				
DETALHE				
USO				
TÍTULO				
BAIRRO	CÓDIGO	QUARTEIRÃO	LÓTE	FOLHA
REGIONAL	ÍNDICE IPTU			ARQ

FIGURA 21 - Exemplo de carimbo - Prefeitura Municipal de Belo Horizonte  
Fonte: elaboração do autor.

Um dos objetivos do carimbo e da legenda, além de conter os dados do projeto, é a padronização da informação. Cada espaço, cada campo é preenchido de forma padronizada.

Com o avanço das tecnologias, de acordo ao objetivo de padronização dos desenhos, utiliza-se de forma globalizada o *software* CAD para desenvolvimento de projetos.

Segundo Maher e Rutherford (1997), a produção de documentos é criada usando uma convenção de elementos gráficos ou uma sintaxe comum de simbolismo. Essa informação padronizada aumenta o entendimento do desenho e a colaboração entre os usuários

envolvidos no processo. A informação contida no desenho pode ser reforçada através da semântica explícita ou pelo significado da sintaxe comum do simbolismo. Um dos objetivos das ferramentas CAD é a representação padronizada dos dados.

#### 2.4.5 Projetos desenvolvidos em *software*

O *Software* utilizado para desenvolvimento de projetos de engenharia adota o conceito CAD – *Computer Aided Design*, i.e., “projeto auxiliado por computador”.

Sistemas CAD constituem uma das primeiras aplicações de computação gráfica para engenharia. Na década de 60, a *General Motors* desenvolveu seu próprio sistema CAD, direcionado para uso em *Workstation* (computadores com alta *performance*) e, conseqüentemente, era necessário alto investimento para suportar o processamento de *software* CAD.

O desenho auxiliado por computador consiste da utilização de *software* gráfico, que contém uma série de ferramentas para a construção de entidades geométricas planas (linhas, círculos, polígonos, arcos), e objetos tridimensionais. Possui ferramentas de edição e modificação dos objetos geométricos. Nessas funções de edição e modificação, consistem o diferencial, atribuindo velocidade ao desenvolvimento do desenho. Por exemplo, pode-se fazer cópias, alterar rotação e escala do desenho automaticamente, sem a necessidade do retrabalho. Kasik (2000) define modelagem geométrica de *software* CAD como representação de dados geométricos composto de pontos, curvas, superfícies e sólidos, descritos através de um conjunto de primitivas geométricas (ponto, linha, arco, círculo, polígono) e formas mais gerais (curvas de Bezier, NURBS, entre outras).

Na última década, o processo de desenvolvimento de projetos e engenharia/arquitetura passou por uma grande mudança, do desenvolvimento manual para o desenvolvimento automatizado. Essa mudança ocorreu devido a evolução tecnológica de uma forma geral. Na década de 70, os recursos de *hardware* e *software*, utilizados em computação gráfica, apresentaram grandes avanços, especificamente aqueles voltados para projetos de engenharia/arquitetura. Essa nova tecnologia desencadeou um processo de transição em todas as entidades ligadas ao desenvolvimento de projetos. Aos poucos, os desenhos feitos à mão foram substituídos pelo uso das ferramentas CAD e, com isso, acarretou alteração no espaço de trabalho e nos profissionais envolvidos. Liker e Fleischer (1989) apresentam um estudo sobre o período de transição entre o desenvolvimento do projeto de forma manual para o informatizado, discutem o perfil dos profissionais envolvidos no processo e concluem que

alguns apresentam resistência à mudança, enquanto outros adaptam-se bem às novas tecnologias. Esses profissionais aos poucos foram treinados e integrados ao novo sistema. Atualmente, o uso de ferramentas CAD para o desenvolvimento de projetos está consolidado e é utilizado em todo o mundo.

Com o objetivo de explicar e aprofundar conhecimentos em um *software* CAD, utilizou-se, para esta pesquisa, o AutoCAD, desenvolvido pela empresa Autodesk. O *software* AutoCAD, criado e comercializado pela empresa Autodesk, Inc. desde 1982, é utilizado para o desenvolvimento de desenhos técnicos em duas e três dimensões, em todas as disciplinas da engenharia, arquitetura, *design* e outros ramos da indústria. A primeira versão, em 1982, começou como uma revolução para o desenvolvimento de projetos, a partir da qual se desenvolveram várias versões. Essa versão era composta de *menu* com ferramentas de desenho e edição. A versão dois, em 1984, apresentou grande evolução, principalmente com o comando *undo*, tornando possível voltar um passo atrás e corrigir erros. Em 1985, surgiu a terceira dimensão, com a coordenada Z, e a possibilidade de se utilizar a linguagem *AutoLISP* para programação. A partir de 1987, o AutoCAD começa a ser mais iterativo e, apesar da limitação das máquinas ou do valor elevado de *hardware* para suportar o programa, esse começa a ser utilizado para o desenvolvimento de projetos nos escritórios e indústrias. Apresenta comandos de *zoom* e *pan*, executados com mais eficácia, daí o surgimento das cotas inteligentes. Em 1988, o *Release 10* apresenta novos recursos, e traz a possibilidade de plotar (imprimir) em escala. Em 1990, o AutoCAD começa a se impor como plataforma. A partir do *Release 12*, em 1992, tornou-se estável e padrão no mercado mundial de CAD, quando surge a versão parcialmente para Windows e evolui a interface com o usuário. O *Release 14*, em 1997, tornou-se um marco com a versão em Windows. A partir de 1999, mudou a nomenclatura para AutoCAD 2000 e, na seqüência, foi lançada a versão 2000i, com a publicação do desenho para *Web*. A versão 2002 foi traduzida em 18 idiomas, adotada por milhões de usuários em todo o mundo, e coincidiu com o surgimento de microcomputadores mais robustos. Em 2004, o *software* traz novos recursos de trabalho em rede, o uso de dezesseis milhões de cores e a preocupação com o aumento da produtividade na execução do desenho. A versão 2005 surgiu com o recurso de gerenciamento de vários desenhos de um mesmo projeto e a utilização de tabelas, e a versão 2006 com ênfase na interface e funções de usabilidade, proporcionando mais conforto no desenvolvimento do projeto. O AutoCAD 2007 integra a modelagem tridimensional com recursos paramétricos, a fim de trabalhar em três dimensões e ferramentas para compartilhar e documentar. A versão 2008 entra com conceitos de documentação.

O *software* está em constante evolução, e a criação de uma versão por ano traz novos recursos sempre com o objetivo de melhorar o desenvolvimento de projeto de engenharia e a interface com o usuário. A FIG. 22 apresenta a tela de trabalho do *software* AutoCAD.

O desenho desenvolvido no AutoCAD possui o formato DWG, que é proprietário da Autodesk. Esse formato pode ser lido e utilizado em outro *software*, garantindo o intercâmbio de informações entre os vários sistemas CAD.

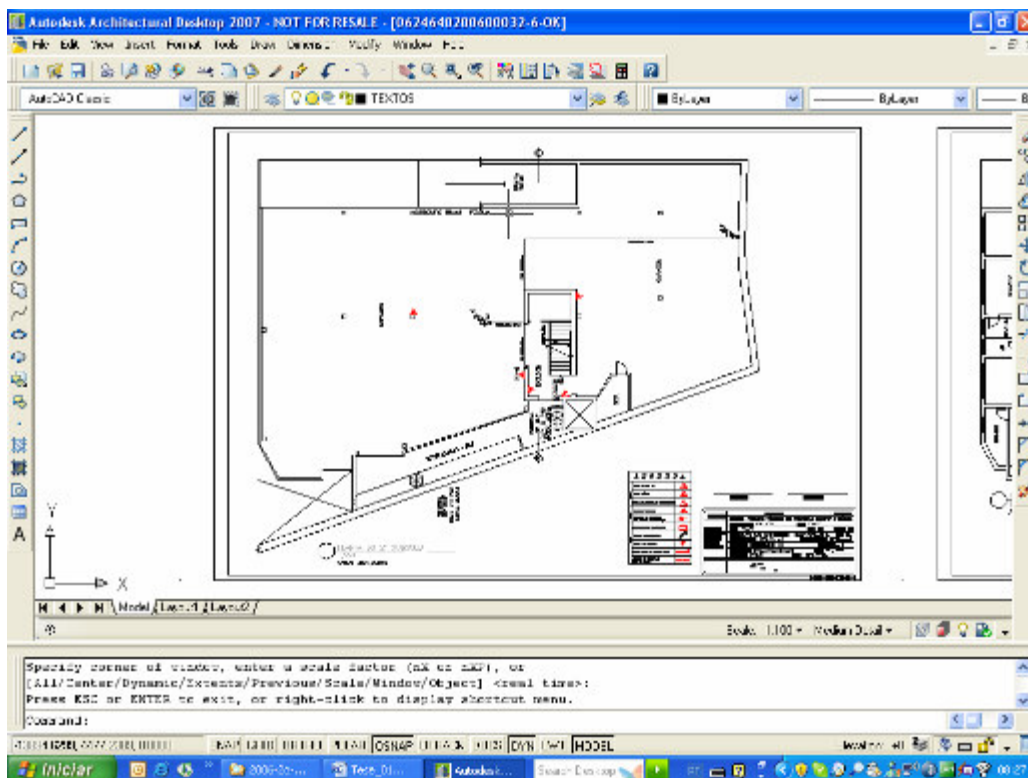


FIGURA 22 - Tela do *software* AutoCAD

Fonte: elaboração do autor.

A história do AutoCAD é um marco no desenvolvimento de projetos de engenharia ao observar-se que, através das inúmeras versões, acompanha os passos da evolução tecnológica. Com isso, pode-se traçar um perfil da evolução do desenvolvimento do projeto automatizado ao longo da última década.

O *software* CAD trabalha com o desenho/imagem no formato vetorial. Tal formato é composto de pontos e vetores matemáticos, através dos quais se torna possível trabalhar os desenhos técnicos com dimensões reais, utilizar escala e dimensionamento, fazer cálculos de área e volume, além de ocupar menos memória de armazenamento.

Nas últimas décadas, assistimos ao processo de tornar virtual a execução dos desenhos desenvolvidos em *software* CAD, associado ao grande crescimento da base de dados eletrônica de projetos.

Cabe ressaltar que *software* CAD surgiu com o objetivo de auxiliar a execução de desenhos geométricos, principalmente em duas dimensões. Atualmente, o *software* torna-se cada vez mais robusto, agregando valores como, por exemplo, o desenvolvimento de projetos em três dimensões e a utilização de banco de dados ligado ao desenho.

O *Software* CAD contribuiu para a normalização dos desenhos técnicos em todas as etapas. Partes do desenho podem ser pré-desenvolvidas e arquivadas em bibliotecas de ícones, as quais podem ser utilizadas várias vezes em um mesmo projeto ou em vários projetos diferentes.

#### 2.4.6 Padronização das bibliotecas de ícones para o desenvolvimento de projetos

Para aumentar a *performance* do uso de *software* CAD, tornou-se necessário desenvolver uma biblioteca de ícones para serem utilizados no desenvolvimento dos projetos, que é composta pelo conjunto de ícones pré-definidos e padronizados, que são utilizados no projeto, e, normalmente, são objetos que se repetem em um mesmo desenho ou em desenhos diferentes e sua definição depende do contexto. Uma mesma biblioteca pode ser utilizada em diferentes projetos, instituições, cidades e estados e, normalmente, cada instituição tem a sua própria. A divisão do uso de diferentes bibliotecas pode ocorrer geograficamente devido as especificidades de cada região. Como a maioria dos *software* utilizados para a execução de projeto é desenvolvida no exterior, principalmente nos Estados Unidos, existe uma tendência em normalizar as bibliotecas de ícones, conseguindo-se um padrão globalizado. Atualmente, não existe, formalmente, essa padronização, principalmente porque cada país tem sua cultura e sua representação particular de cada ícone da biblioteca.

Em 1990, foi desenvolvido, pela autora, um conjunto de ícones que formam uma biblioteca de símbolos gráficos utilizados em desenhos de projeto arquitetônico. A execução dessa biblioteca tornou-se uma necessidade na implantação do uso de *software* nas instituições ligadas a projetos. Se, para cada projeto fosse desenhado tudo que existe nele, o processo de utilização de *software* CAD não traria tantos benefícios. Uma das vantagens do uso de bibliotecas de ícones é reduzir o trabalho repetitivo no desenvolvimento do projeto, na medida em que são inseridos os blocos previamente desenhados e armazenados. Outra tendência é o desenvolvimento das bibliotecas CAD pelos fabricantes e fornecedores de

equipamentos, a fim de torná-las disponíveis para os usuários que desenvolverão os projetos. A FIG. 23 contém a biblioteca de ícones e o seu respectivo significado, a qual foi desenvolvida pela autora em 1990. A biblioteca contém ícones de desenho arquitetônico representados em várias vistas. O uso de tal recurso disseminou-se, tornando-se uma referência em projetos arquitetônicos. Cada tipo de projeto possui a sua própria biblioteca, por exemplo, projeto arquitetônico possui biblioteca de porta, janela, equipamentos hidráulicos (vaso, pia, chuveiro), mobiliário. A FIG. 24 apresenta a biblioteca completa.

A identificação e a observação dos ícones padronizados e presentes no desenho técnico remete a uma série de inferências e conclusões sobre o projeto como um todo. Por exemplo, o símbolo de porta determina o tipo de projeto, a fase de execução do projeto e a forma (o símbolo da porta em planta é diferente do ícone da porta em uma vista lateral ou uma vista frontal, conforme FIG. 24). Além disso, o ícone da porta pode inferir inteligência na observação do desenho, na medida em que permite definir o número de cômodos de um determinado projeto. Outro exemplo, o ícone de carro presente em um desenho técnico pode definir o número de vagas na garagem de um projeto.

Apesar do perceptível avanço tecnológico no desenvolvimento dos projetos, os sistemas de gerenciamento e organização de projetos utilizam conceitos tradicionais. Normalmente, gerenciam os projetos através de atributos administrativos que armazenam dados para controle e não consideram os recursos gráficos presentes nos próprios desenhos.

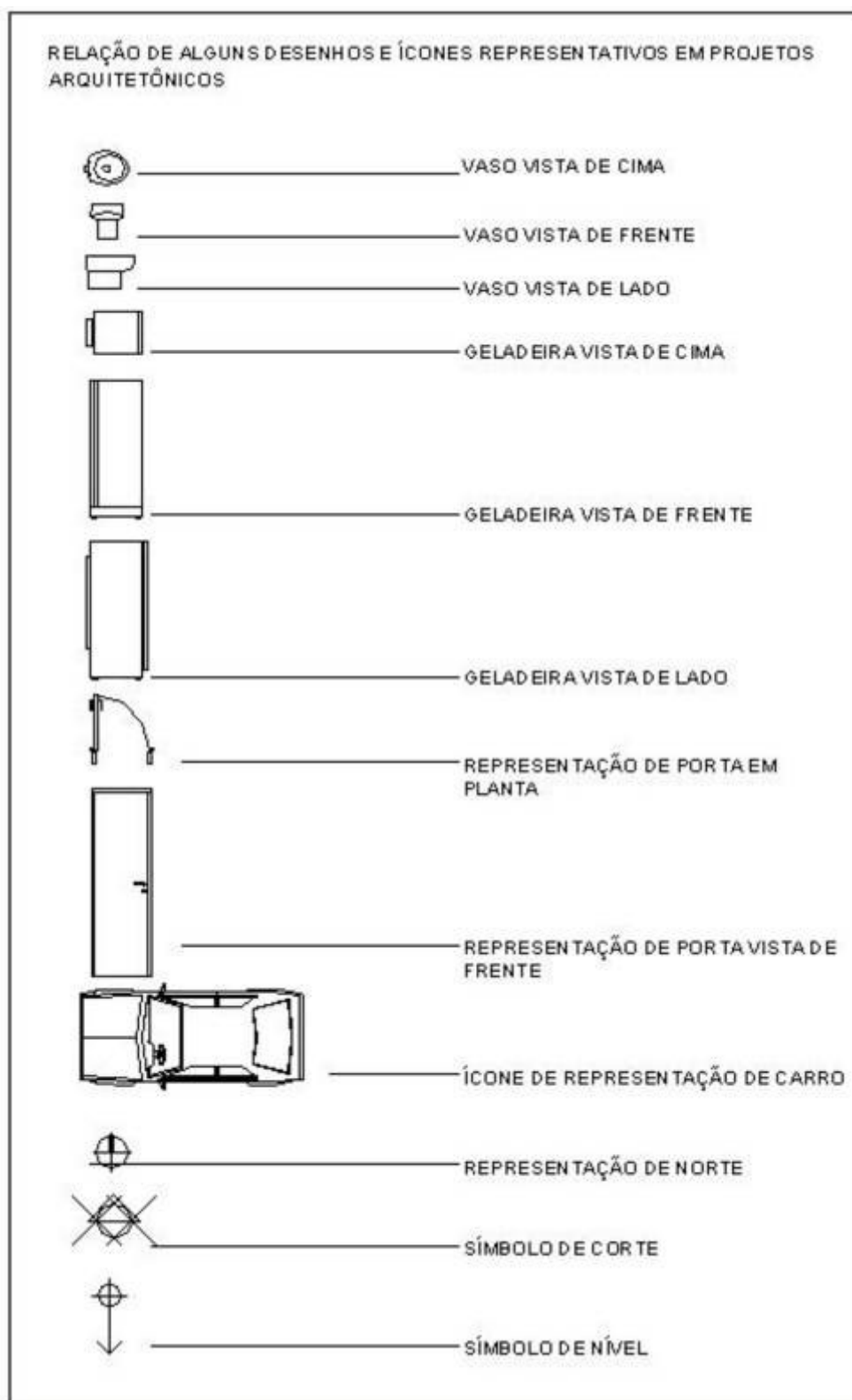


FIGURA 23 - Exemplo de biblioteca de ícones utilizados em projetos arquitetônicos  
Fonte: elaboração do autor.



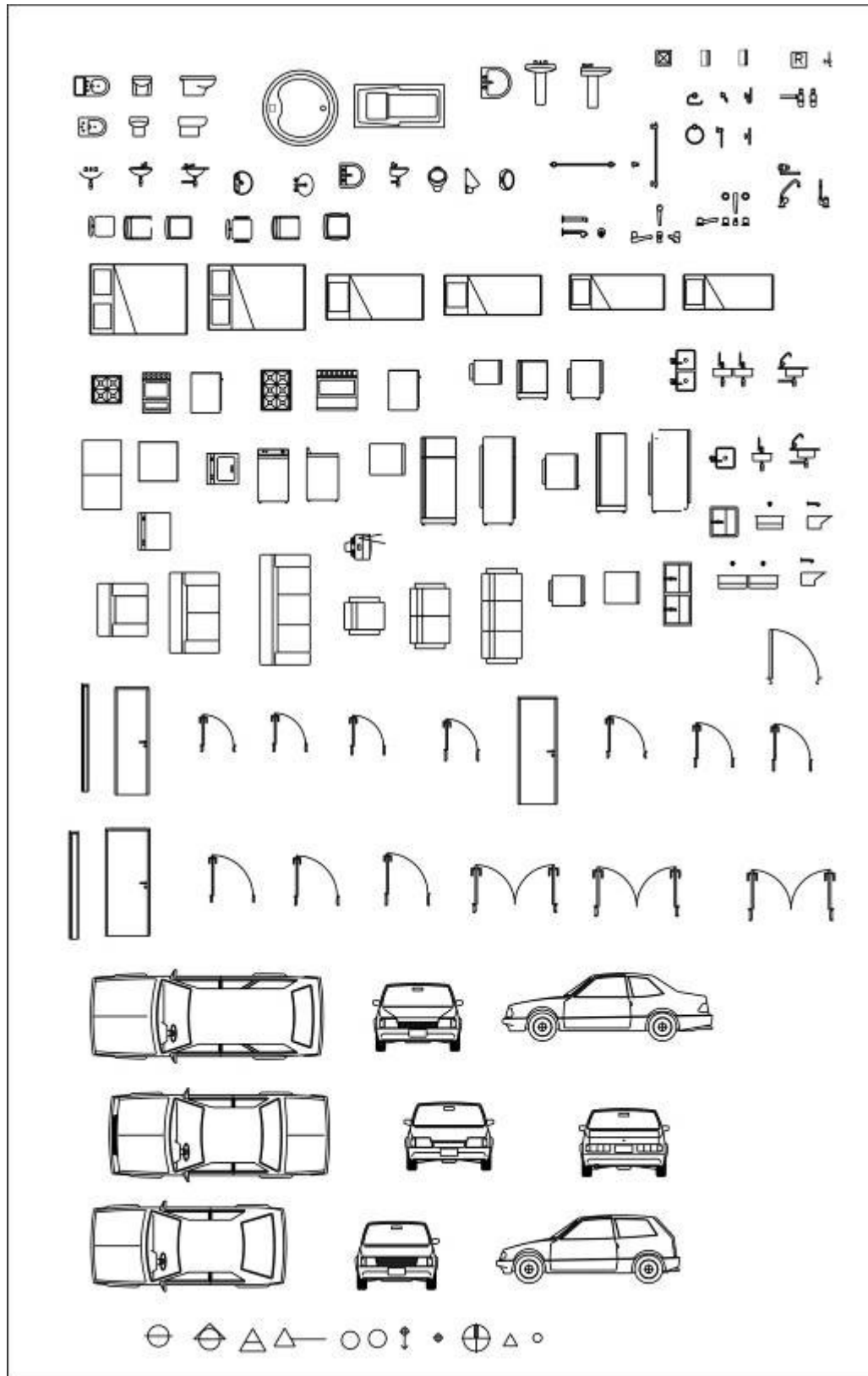


FIGURA 24 - Biblioteca de ícones vista de cima, frontal e lateral  
 Fonte: elaboração do autor.

#### 2.4.7 Gerenciamento Eletrônico de Documentos - GED

O gerenciamento Eletrônico de Documentos - GED é utilizado para gerenciar, armazenar, arquivar e disseminar informação. Abrange catalogação e o armazenamento de arquivos digitais incluindo texto, imagens, desenhos de engenharia, CDs e outras mídias. Possui ferramentas para o cadastro lógico e ordenado dos documentos, garantindo a realização de consultas e o acesso à informação. Normalmente, os sistemas possuem ferramentas que podem ser adaptadas a uma necessidade específica e permitem visualizar a informação encontrada em arquivos eletrônicos e o local físico dos documentos armazenados em papel. O sistema GED tem, como objetivo, aumentar a velocidade de localização dos documentos, obter segurança dos dados, controle de acesso, alcançar múltiplos usuários e criar um canal de comunicação entre os profissionais envolvidos no projeto.

A informação é considerada como um recurso de importância estratégica nas organizações, e o seu gerenciamento eficiente e eficaz tornam-se prioridade. O gerenciamento da informação deixa de ser uma função de suporte e passa a ser uma atividade estratégica, planejada para melhorar o desempenho e a produtividade das organizações, aumentando, assim, o uso de ferramentas GED.

A gerência da informação, segundo Davenport (1998), trata de um conjunto estruturado de atividades que incluem o modo como a empresa obtém, distribui e utiliza a informação e o conhecimento. O processo de gerenciamento da informação inclui quatro passos. O primeiro, a determinação das exigências, é conhecer as necessidades de informações dos usuários. O segundo, após a definição das informações necessárias, é a obtenção da que envolve exploração do ambiente informacional, classificação da informação, formatação e estruturação. O terceiro, a distribuição, é definir a estratégia de distribuição, que questiona se a informação deve ser divulgada aos usuários ou procurada por eles. Uma estratégia que privilegia a procura pelo usuário garante que a informação seja distribuída com maior eficiência. O quarto passo, o uso da informação, em que a recuperação da informação deve atingir uma determinada utilidade.

Algumas empresas de engenharia adotam sistemas GED para a gestão da informação e para a organização de documentos de projetos. Normalmente, a execução de um projeto envolve vários tipos de documentos, tais como, relatórios, tabelas, gráficos e desenhos técnicos.

Um dos objetivos dos sistemas GED é conseguir integrar toda a base de dados de uma organização em um único banco de dados central, onde os usuários podem ter acesso a todas

as informações, incluindo o controle de acesso com determinação de prioridades e permissões.

É importante considerar a tecnologia GED, desenvolvida para gerenciar os documentos de projeto, e apresenta proposta de ser complementada, destacando o conteúdo visual dos desenhos técnicos. Atualmente, os sistemas GED não consideram o conteúdo visual dos desenhos, utilizam atributos textuais, apenas alguns mais avançados, permitem display de imagens.

O importante é complementar a tecnologia existente e não substituir uma tecnologia por outra, ou seja, considerar os atributos visuais complementando e dando mais eficiência aos sistemas que consideram os atributos textuais.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO METODOLÓGICA

Este capítulo apresenta a fundamentação metodológica com uma discussão das abordagens de pesquisa qualitativa, quantitativa e híbrida. Em seguida, descreve a metodologia geral usada ao longo do desenvolvimento do trabalho, incluindo o nível conceitual com a elaboração do modelo, o nível tecnológico com a implementação do protótipo e as ferramentas utilizadas. Na seqüência, apresenta a validação do modelo e do protótipo como estratégia de pesquisa para comprovar a eficiência e aplicação do sistema. Finalmente, exhibe o corpus utilizado e os critérios de seleção da amostra.

#### 3.1 Introdução

Segundo Creswell (2003), existem três abordagens de pesquisa: qualitativa, quantitativa e híbrida (qualitativa e quantitativa). O método híbrido envolve as características qualitativa e quantitativa através de coleta e análise de dados em um único estudo, que engloba métodos de campo como observação (abordagem qualitativa) e levantamento de dados (abordagem quantitativa). O QUADRO 4 apresenta algumas características das três abordagens.

QUADRO 4  
Abordagem Qualitativa, Quantitativa e Híbrida

<i>Método de Pesquisa Qualitativa</i>	<i>Método de Pesquisa Quantitativa</i>	<i>Método de Pesquisa Híbrido</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Dados de entrevista e observação</li> <li>Dados áudio visuais</li> <li>Pesquisa Exploratória</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Instrumentos baseados em questões</li> <li>Coleta e observação de dados</li> <li>Experimentos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Múltiplas formas de tratamento de dados</li> <li>Análise de dados qualitativa e quantitativa</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Análise de texto e imagem</li> <li>Questionários de questões abertas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Análise estatística</li> <li>Dados numéricos</li> <li>Questionários de questões fechadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Análise de texto e imagem e análise estatística</li> <li>Questionários de questões abertas e fechadas</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Pesquisador traz valores pessoais ao estudo</li> <li>Estuda o contexto ou o conjunto dos participantes</li> <li>Valida a exatidão das descobertas</li> <li>Faz interpretação dos dados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Testa ou verifica teorias</li> <li>Identifica as variáveis para estudo</li> <li>Relaciona as variáveis em questões</li> <li>Usa padrões de validação e confiabilidade</li> <li>Observa e faz medições de informação numérica</li> <li>Usa abordagens imparciais</li> <li>Emprega procedimentos estatísticos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Coleta dados qualitativos e quantitativos</li> <li>Desenvolve uma análise racional, base lógica de um fato</li> </ul>

Fonte: CRESWELL, 2003.

Em um projeto de pesquisa qualitativo, o autor descreve um problema de pesquisa que poderá ser entendido através do desenvolvimento do estudo ou do fenômeno. A pesquisa qualitativa apresenta, dentre as suas características, o estudo de um conceito imaturo devido a uma lacuna na literatura, e pesquisa prévia ou a detecção de que a teoria disponível é inapropriada, identificando a necessidade de desenvolver o fenômeno e a teoria. Uma característica para induzir uma pesquisa qualitativa é o estudo exploratório, ou seja, se não existe literatura sobre o tópico que está sendo estudado, o pesquisador procura ouvir os participantes e construir uma compreensão baseada em suas idéias.

Na pesquisa quantitativa, o problema é conduzido por fatores e variáveis que influenciam os resultados obtidos através de taxas e números. Utilizam-se experimentos, coleta e observação dos dados.

A presente pesquisa utiliza métodos qualitativos e quantitativos, enquadrando-a como híbrida. De acordo com Creswell (2003), a pesquisa híbrida inclui parte da pesquisa qualitativa e da quantitativa separadamente ou combinadas. O problema de pesquisa pode apresentar a necessidade de ambas, pode explorar um tópico em profundidade e estudar o relacionamento entre as variáveis. Miles e Huberman (1994) citam a combinação dos métodos qualitativos e quantitativos com o objetivo de enriquecer a base contextual para interpretação e validação dos resultados.

Segundo a classificação de Gil (1991), a pesquisa pode ser: exploratória, que visa a proporcionar familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses; descritiva, que pretende descrever as características de determinada população, envolvendo técnicas padronizadas de coleta de dados; explicativa, que visa a identificar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenômenos (explica a razão das coisas). Uma parte desta pesquisa enquadra-se como exploratória, principalmente, em relação à elaboração do modelo e à criação de conceitos.

Segundo Tripodi *et al.* (1975), o propósito desses estudos exploratórios é demonstrar a viabilidade de um determinado programa ou técnica como uma solução em potencial para problemas práticos. Uma variedade de procedimentos de coleta de dados pode ser empregada, e técnicas de observação podem ser desenvolvidas durante o transcurso da pesquisa.

Em outra classificação de Gil (1991), a pesquisa pode ser: bibliográfica, quando elabora a partir de material já publicado; documental, elaborada a partir de material que não recebeu tratamento analítico; experimental, quando determina um objeto de estudo; levantamento, quando a pesquisa envolve a interrogação direta das pessoas cujo

comportamento se deseja conhecer; estudo de caso, quando envolve o estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos; pesquisa *expost-facto*, quando o experimento se realiza depois dos fatos; pesquisa-ação, quando concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema; pesquisa participante, quando se desenvolve a partir da interação entre pesquisadores e membros das situações investigadas.

### **3.2 Metodologia geral do trabalho desenvolvido**

De acordo com o exposto na seção anterior, a presente tese segue a metodologia híbrida com abordagens qualitativa e quantitativa.

A presente pesquisa engloba o processo investigativo, a elaboração de um sistema conceitual, para ser tratado por um sistema computacional, e foi desenvolvida em partes. A primeira parte do desenvolvimento a caracteriza como uma pesquisa qualitativa, com a elaboração de conceitos a fim de ampliar o conhecimento sobre uma determinada área. Enquadra-se a pesquisa como exploratória, resultando na elaboração do esquema de classificação, na elaboração do modelo e na definição dos metadados. A segunda parte, através do desenvolvimento do protótipo, a pesquisa se enquadra como quantitativa, com foco no levantamento de dados e modo experimental. O projeto experimental diz respeito ao planejamento e à condução do experimento, além da análise dos dados de saída para conseguir conclusões válidas e objetivas. Selecionam-se as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definem-se as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto e inclui um estudo de caso para a verificação da proposta. Stake (1995) define estudo de caso como um estudo no qual o pesquisador explora em profundidade um programa, um evento, uma atividade ou um processo. Os pesquisadores coletam informações detalhadas usando uma variedade de procedimentos de coleta de dados em um período de tempo. A terceira parte do desenvolvimento desta tese corresponde ao estudo de caso junto ao Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais, para a validação e a verificação do modelo e do protótipo. A pesquisa engloba, portanto, conceitos e procedimentos de pesquisa qualitativa e quantitativa, resultando no método composto pelas duas metodologias.

De acordo com as premissas da ciência da informação, a pesquisa tem o caráter interdisciplinar, envolvendo conceitos e técnicas de três áreas do conhecimento: ciência da informação, ciência da computação e engenharia/arquitetura, na proposta de uma solução completa para recuperação de desenhos técnicos. Segundo Saracevic (1995), a ciência da informação possui três características: é naturalmente multidisciplinar, está conectada à

tecnologia da informação e é um campo ativo na evolução da sociedade. Smith (1992) diz que interdisciplinaridade representa uma integração de vários campos do conhecimento em uma entidade nova e coerente. Segundo González de Gómez *et al.* (2003), interdisciplinaridade designa a geração de conhecimento através de diferentes modalidades de interação entre especialidades, visando à integração de conceitos, métodos, dados, assim como às abordagens epistemológicas de múltiplas disciplinas articuladas em torno de uma idéia, problema ou questão.

Segundo Laville e Dionne (1999), os dados que o pesquisador tem em mãos, no primeiro momento, são matéria bruta que, trabalhados, formam a construção do conhecimento.

A FIG. 25 apresenta o esquema geral do modelo, do esquema de classificação e do protótipo com as etapas desenvolvidas. A primeira parte compreende o desenvolvimento do nível conceitual considerando a interpretação e a classificação dos documentos. A segunda parte compreende o nível tecnológico com a implementação do protótipo, incluindo os conceitos desenvolvidos no nível conceitual e a implementação do esquema de classificação.

A análise dos dados consiste na constatação da eficiência do modelo e do protótipo. A análise dos resultados se deu em três momentos distintos. O primeiro, após a execução do protótipo na fase 1, o segundo após o desenvolvimento da segunda fase e o terceiro após a validação e a verificação com o estudo de caso.

Durante a fase de análise dos resultados, podem-se usar testes de usabilidade com a participação do usuário para confirmar os resultados obtidos. Para Nielsen (1993), a implementação de testes centrados nos usuários é uma forma de confirmar se os objetivos foram atingidos e de identificar novas oportunidades.

### 3.2.1 Nível conceitual

O nível conceitual consiste na elaboração do esquema de classificação, considerando o conceito e a interpretação do documento. O modelo começa pela seleção dos desenhos que compõem o *corpus*. A seleção dos desenhos corresponde à base de desenhos que serão submetidos ao sistema, selecionados de acordo com uma necessidade específica de um usuário ou uma organização. Em seguida, através da interpretação dos desenhos, faz-se a definição das categorias de cada desenho técnico. Quando o ser humano observa um desenho técnico, ele é capaz de interpretar e identificar as categorias. As categorias foram identificadas, pela autora, que através da observação dos desenhos e com base em

Ranganathan, define-se as categorias de conceitos dos desenhos técnicos que representam características intrínsecas e classificatórias. As categorias correspondem ao tipo de projeto, o processo de desenvolvimento e a forma de representação do projeto que estão representadas no desenho técnico e podem ser definidas através da observação.

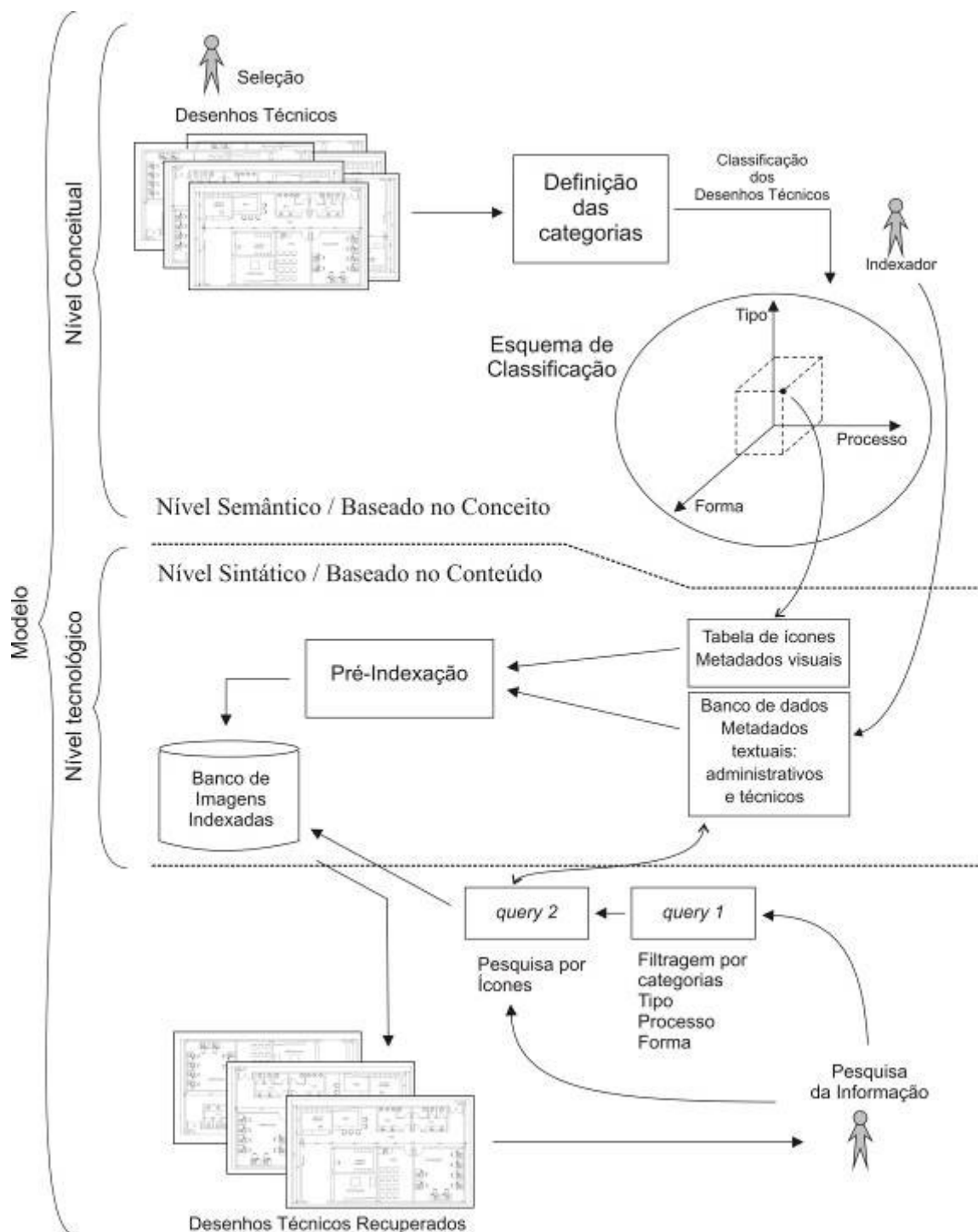


FIGURA 25 - Esquema geral do modelo e do protótipo  
Fonte: elaboração do autor.



As três categorias de tipo, processo e forma são identificadas por um indexador, compõem o esquema de classificação, e funcionam como um filtro para identificar os desenhos a serem pesquisados. O filtro trabalha de forma eficiente à medida que seleciona os desenhos candidatos dentro de uma base de dados, e desconsidera os que não satisfazem à condição, reduzindo o tempo e o custo de processamento. Segue a indexação, feita pelo indexador, que observa o desenho e identifica as três categorias. O indexador necessita de um conhecimento prévio de interpretação de projetos de engenharia ou de um treinamento específico para executar essa função. De acordo com as categorias, cada desenho técnico é submetido ao esquema de classificação. O esquema de classificação é um esquema tridimensional composto de três variáveis cuja combinação define um ponto no gráfico. O ponto definido no esquema de classificação aponta para a tabela de metadados visuais possíveis de serem recuperados. Os metadados visuais são extraídos do desenho, automaticamente, através do protótipo, e referenciados no banco de dados juntos aos metadados textuais e administrativos. O banco de dados contém as categorias, os atributos visuais e os atributos textuais (administrativos e técnicos) de cada desenho técnico. O usuário submete pesquisas diretamente através da definição das categorias e dos atributos visuais com a seleção de uma imagem-chave a ser pesquisada. O protótipo faz a pesquisa no banco de dados e retorna às ocorrências, mostrando os desenhos selecionados e as respectivas imagens-chave destacadas.

A elaboração do esquema de classificação para o sistema de recuperação segue os conceitos de Lancaster (1986), que define esquema de classificação como um dos três componentes do sistema de informação conforme FIG. 26. A etapa inicial, chamada descrição e indexação, constitui a entrada de documentos, seleção, aquisição e análise conceitual. A segunda inclui a tradução da linguagem natural para linguagem do sistema, indexação, através de um vocabulário controlado que é um esquema de classificação. A terceira inclui a participação do usuário para a busca da informação constituindo a pesquisa.

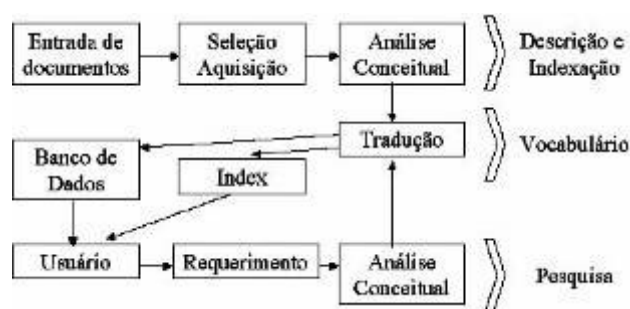


FIGURA 26 - Sistema de recuperação de informação  
Fonte: LANCASTER, 1986.

Depois da seleção dos desenhos e da análise conceitual do documento (texto ou imagem), utiliza-se o esquema de classificação para a tradução desta análise conceitual em vocabulário como um conjunto de termos, imagens, figuras ou ícones.

Em um sistema de recuperação de informação é necessário utilizar vocabulário controlado. O processo de indexação envolve dois passos: análise conceitual e a tradução da análise conceitual em vocabulário, vocabulário controlado como um conjunto de termos limitados para representar o assunto. Assim um vocabulário pode ser uma lista de cabeçalho de assunto, um esquema de classificação, um tesouro, ou uma simples lista de palavra chave ou frases. (LANCASTER, 1986).

### 3.2.2 Nível tecnológico

Paralelamente ao estudo conceitual, desenvolveu-se um protótipo para automatizar o modelo. O desenvolvimento do protótipo define um conjunto de procedimentos, estruturas, tecnologias e artefatos necessários para concebê-lo, desenvolvê-lo, implementá-lo e mantê-lo. Nesta pesquisa, optou-se pelo desenvolvimento do protótipo, e não pelo sistema de informação, por caracterizar-se como um sistema desenvolvido para estudar, demonstrar e testar uma proposta e não constituir um produto final ou um *software* completo. Utilizou-se a prototipação como metodologia para implementar um módulo de um sistema que poderá ser melhorado num desenvolvimento futuro.

Pressman (1995) explica que uma idéia é formulada e evolui para um protótipo, que é usado para demonstrar conceitos básicos e define prototipação da seguinte forma:

A prototipação é uma metodologia voltada à aceleração do desenvolvimento de sistemas, com a participação ativa do usuário, para implementar um protótipo de trabalho que execute algum módulo funcional de um sistema futuramente desejado ou que realize parte da função de algum sistema já existente e que tenha outras características que não possua esse sistema, mas que serão necessárias e que poderão ser melhoradas num esforço de desenvolvimento futuro (PRESSMAN, 1995).

O protótipo foi implementado em duas fases, e consiste no sistema de organização e recuperação de informação em desenhos técnicos de engenharia que utiliza os metadados textuais (administrativos e técnicos) e visuais.

A primeira fase considera a recuperação da informação processada no momento da busca. Através da definição do ícone-chave, o algoritmo faz uma varredura nas imagens à procura de ícones idênticos e mostra os resultados encontrados conforme FIG. 27.

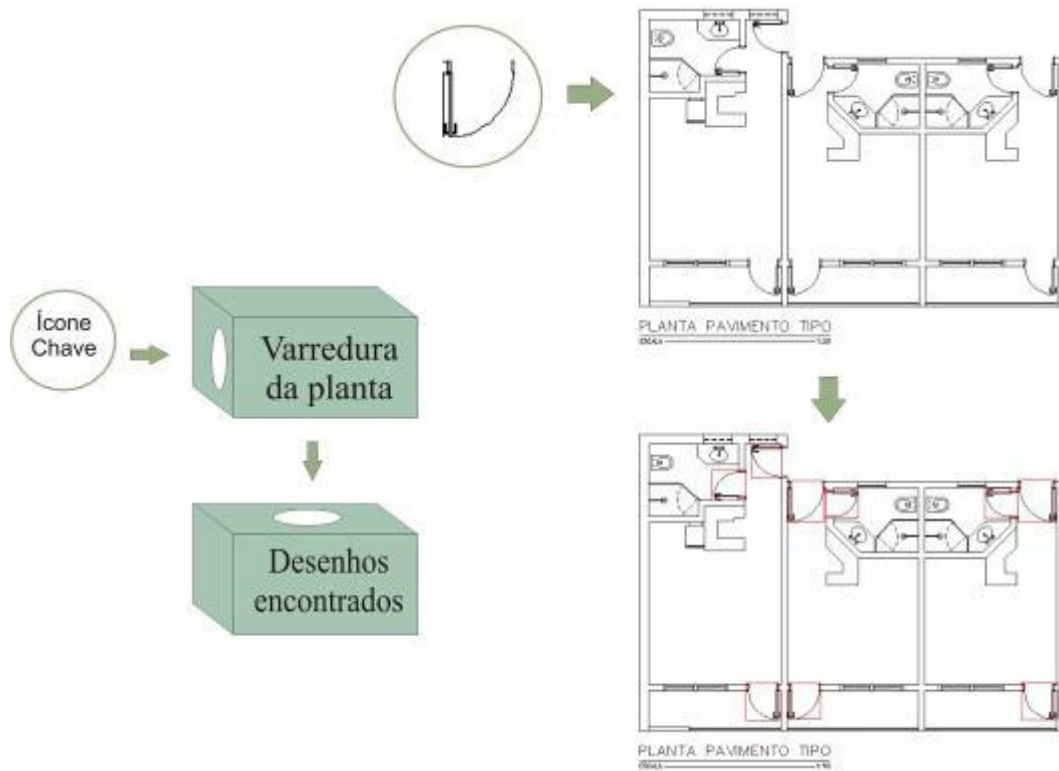


FIGURA 27 - Princípio básico do algoritmo para metadados visuais  
 Fonte: elaboração do autor.

A segunda fase do protótipo inclui o pré-processamento dos desenhos e a utilização de banco de dados, tornando a recuperação mais eficiente. Foram implementadas otimizações decorrentes dos resultados obtidos na fase um, e foram executados testes em uma base de imagens que representam desenhos técnicos completos e finalizados.

### 3.2.2.1 Ferramentas utilizadas no desenvolvimento do protótipo

Um ponto importante no desenvolvimento do protótipo foi a utilização de conceitos e técnicas de interface homem-máquina e de usabilidade empregada nas etapas de entrada de dados, de consulta e de visualização do resultado. Brown (1989) destaca a necessidade da participação do usuário e das técnicas de interface homem-máquina no desenvolvimento do sistema de informação. As técnicas de interface surgem para facilitar a integração, o acesso do usuário ao sistema de informação e envolvem estudos com teorias de comportamento humano e fatores cognitivos. Têm como objetivo reduzir as operações de processamento mental, usar códigos e aumentar o uso de recursos multimídia de imagens e símbolos. O objetivo é tornar o uso de sistemas computacionais mais simplificados para resolver as tarefas humanas.

Segundo Shneiderman e Plaisant (2004), as características para conseguir uma boa interface são: o sistema deve apresentar mensagem de espera com processador do tempo

representando o percentual executado; orientar o usuário indicando mensagem de como prosseguir no sistema; apresentar as opções disponíveis; “o que você obtem é o que você vê”, expressão usada para o *preview* de impressão, onde o usuário pode ver exatamente como ficará impresso; desenvolver telas com títulos consistentes com a palavra do menu; selecionar as funções por botões que incluem mensagens para indicar o que deve ser feito.

A disciplina interface homem-máquina inclui as técnicas de usabilidade para conseguir tecnologias cada vez mais acessíveis a uma grande variedade de usuários em um amplo conjunto de tarefas. Para Nielsen (1993), a comunicação com o sistema torna-se tão importante quanto a computação realizada. As metodologias de usabilidade requerem a participação dos usuários no desenvolvimento do sistema. Usabilidade é definida, na norma ISO 9241 Parte 11, como um produto que pode ser utilizado por usuários específicos para atingir seus objetivos com eficácia, eficiência e satisfação dentro de um contexto. Eficiência é a relação entre os recursos necessários e os consumidos para atingir um objetivo. Eficácia é a qualidade com que o usuário atinge os objetivos. Satisfação é como o usuário se sente na utilização do sistema, permitindo um contentamento subjetivo na utilização.

As técnicas de interface e usabilidade foram utilizadas no desenvolvimento do protótipo. O conjunto de *software* utilizado para a implementação do protótipo inclui as linguagens *Java*, *C++*, a plataforma *Windows XP* e o *software AutoCAD 2007*. Foi utilizada a plataforma *Microsoft Windows XP Professional Versão 2002, Service Pack 2*.

O *software AutoCAD 2007* foi utilizado como padrão para o desenvolvimento dos desenhos técnicos, de acordo com a justificativa apresentada na revisão de literatura. As imagens foram capturadas através do formato *DWG*, proprietário da *Autodesk*, fabricante do *AutoCAD*. Os desenhos foram manipulados, editados e ajustados no *AutoCAD*. Através do menu *plot* foram configurados o tamanho, a escala, o formato da impressão e foi gerado um arquivo de impressão com extensão *PNG* utilizado no protótipo.

O formato *Portable Network Graphics – PNG* é uma imagem *bitmap*, utilizado para a edição de imagens, que permite a compressão sem perda de qualidade, e é um formato livre. *PNG* é um formato de dados utilizado para imagens, que surgiu em 1996 para substituir o formato *GIF*, que é um formato patenteado. O formato *PNG* é livre, suporta canal alfa (define a opacidade do pixel e permite transparência na imagem), não tem limitação de profundidade de cores e possui alta compressão sem perda de qualidade, podendo ser usado na maioria dos programas de imagens.

No desenvolvimento do protótipo, foi utilizado o compilador *Java* que é uma linguagem de programação orientada a objetos, de alto nível, independente de plataforma, segura, robusta e

bem estruturada. O ambiente de desenvolvimento usado foi o *Borland Jbuilder 3 university*, versão livre para aplicação estudantil.

A linguagem de programação C++, utilizada no processamento mais pesado de varredura da imagem, é caracterizada por ser uma programação em classes, orientada a objetos.

O software *Irfanview for WinNT, Win9x, Win2000, WinXP, Version 3.97* desenvolvido pela *Vienna University of Technology*, foi utilizado para a conversão do arquivo *Portable Network Graphics - PNG* em *Portable Graymap - PGM*.

Para a fase 2 do desenvolvimento do protótipo, utilizou-se o Microsoft Access, que é um sistema de administração de banco de dados da Microsoft e faz parte do pacote Microsoft Office Professional. É compatível com *Open Data Base Connectivity - ODBC*, que é uma tecnologia padrão para acesso a banco de dados, independente da linguagem, e utiliza uma biblioteca de funções SQL. *Structure Query Language - SQL* é uma linguagem de consulta estruturada para banco de dados relacional, desenvolvida pela *International Business Machines - IBM*.

O hardware utilizado para desenvolvimento e teste do protótipo em todas as fases foi um microcomputador *Sony Electronics Inc., VAIO Computer, CPU Intel, T 2400, 1.83 GHz, 2,00 GB* de memória RAM e disco rígido de 80 gb. A configuração do computador interfere nos resultados à medida que define o tempo de processamento gasto na execução das tarefas.

### 3.2.3 Validação do modelo e do protótipo

O modelo e o protótipo podem ser aplicados a qualquer instituição ligada ao desenvolvimento de projetos de engenharia/arquitetura. Para ampliar o grau de confiabilidade e aplicabilidade do modelo e do protótipo, propôs-se a validação e verificação com um *corpus* mais robusto, mais consistente e a aplicação em uma situação real.

Para a validação e a verificação do modelo e do protótipo desenvolvidos nesta tese, fez-se o estudo de caso junto ao Corpo de Bombeiros Militar de Belo Horizonte. A escolha em aplicar o experimento no Corpo de Bombeiros Militar de Belo Horizonte se deu por dois motivos. Primeiro, a instituição manifestou o interesse em desenvolver um sistema de recuperação de informação de desenhos técnicos, desde 2003, a partir de questionamentos e consulta à autora da pesquisa. Segundo, a autora elegeu a instituição que melhor representa o retorno do investimento, dentre as possibilidades de instituições públicas e privadas de capital nacional e multinacional. A escolha de uma instituição pública, focada no setor de segurança,

na qual a busca de novas tecnologias oferece benefício para toda a população, em todos os aspectos sócio-econômicos e culturais, representa um retorno do investimento público realizado na pesquisa. É uma aplicação real para auxiliar, de alguma forma, na solução de problemas relacionados à segurança.

### 3.3 O *corpus* utilizado

O *corpus* é composto dos desenhos técnicos tratados como documentos. Segundo Laville e Dionne (1999), os documentos sonoros e visuais são portadores de informações ainda que ocupem menos espaço no campo da pesquisa. Dentre esses documentos, estão discos, fitas magnéticas, fotos, pinturas, desenhos, filmes, vídeos entre outros, os quais aportam informação diretamente. A coleta da informação resume-se em reunir os documentos e efetuar uma primeira ordenação das informações para selecionar aquelas que parecerem pertinentes.

A população dos documentos a serem analisados é composta por um conjunto de desenhos técnicos que refletem uma parte do todo dentro da variedade existente.

Nem sempre é fácil nem mesmo possível alcançar assim toda uma população. Diversos embaraços freqüentemente levam a se trabalhar apenas com uma parte, uma amostra dessa população. Salvo que se desejem, ainda assim, conclusões que se apliquem ao conjunto: é preciso, portanto, uma amostra que seja representativa da população, isto é, que forneça dela uma imagem fiel. (LAVILLE, 1999).

Para Laville e Dionne (1999), a amostra pode ser probabilística ou não-probabilística. O tipo probabilístico é uma escolha ao acaso, exige que todos os membros da população sejam considerados; é uma amostra aleatória simples, formada por sorteio; a amostragem por grupos é baseada ao acaso. O tipo não-probabilístico pode ser:

- Amostra acidental, na qual a população é escolhida diretamente dentro de um limite temporal;
- Amostra típica é uma escolha explícita do pesquisador, a partir da necessidade de seu estudo, de modo que seleciona casos julgados exemplares ou típicos da população alvo;
- Amostra por cotas, nas quais o pesquisador intervém para obter uma representação mais fiel possível da população estudada, selecionando um número de características conhecidas dessa população e determinando a proporção de cada uma no conjunto total.

No desenvolvimento do protótipo, incluindo as fases 1 e 2, definiu-se a população de desenhos técnicos a serem analisados através do método de amostra não-probabilística do tipo amostra típica, em que o pesquisador define de acordo com a necessidade de seus estudos e seleciona casos típicos da população-alvo.

O *corpus* utilizado na validação, através do estudo de caso, é composto por uma amostra não-probabilística do tipo amostra acidental, na qual a população é escolhida dentro de um limite temporal. Dentre os milhares de desenhos técnicos contidos no acervo, foram selecionados aqueles aprovados no ano de 2006, que constituem projetos de combate e prevenção de incêndios do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais. Os projetos são reais, mas não são identificados em relação à autoria, à responsabilidade técnica, à empresa executora e a localização, para se preservar a identidade dos envolvidos e por não constar, o tratamento desses dados, do objetivo da pesquisa. Portanto, utilizaram-se nomes e dados genéricos para a composição dos metadados administrativos e técnicos no transcorrer dos testes.

O *corpus* utilizado na fase 1 do desenvolvimento do protótipo é composto por 10 desenhos técnicos apresentados no APÊNDICE B. A segunda fase do desenvolvimento do protótipo utiliza 19 desenhos, sendo 10 plantas da primeira fase e 9 desenhos compostos de projetos técnicos completos apresentados no APÊNDICE C. O *corpus* utilizado na validação contém 332 desenhos técnicos de projetos de combate e prevenção contra incêndios do CBMMG aprovados em 2006 (ANEXO B).

Após a fundamentação metodológica, a seguir, os capítulos 4, 5 e 6 descrevem os processos de implementação do modelo, do protótipo e da validação, contendo as etapas de desenvolvimento, os testes executados e os respectivos resultados encontrados.

#### 4 MODELO

O modelo compreende a união da interpretação humana do desenho técnico com o processamento automatizado, através da definição de três categorias (tipo, processo e forma) e do processamento automático de imagens-chave. As categorias compõem o esquema de classificação que define os metadados visuais e, junto com os metadados textuais, formam o banco de dados do sistema. A recuperação do desenho é feita pelo usuário, com a definição das categorias e dos atributos visuais a serem localizados.

O modelo emprega metadados textuais e visuais que serão utilizados para indexação e a recuperação dos documentos com a interpretação semântica e sintática, somando o conceito e o conteúdo do desenho conforme FIG. 28.



FIGURA 28 - Entendimento iterativo do desenho

Fonte: elaboração do autor.

Considerando-se os aspectos cognitivos para a interpretação da imagem, quando uma pessoa observa um desenho técnico de engenharia ela faz uma rede de conexões para identificar símbolos e inferir sobre o desenho. Com um nível de conhecimento especializado, o usuário faz o modelo mental do que está representado no desenho. Todo esse processo acontece no momento da interpretação do desenho. Sistematizando esse processo, o modelo apresenta a interpretação do desenho técnico em duas etapas. A primeira compreende o entendimento iterativo do desenho, a extração do seu assunto no nível semântico e a sua análise para definir o que ele representa. A segunda etapa constitui-se da interpretação sintática dos metadados com a definição dos atributos administrativos, técnicos e visuais do desenho, conforme FIG. 29.



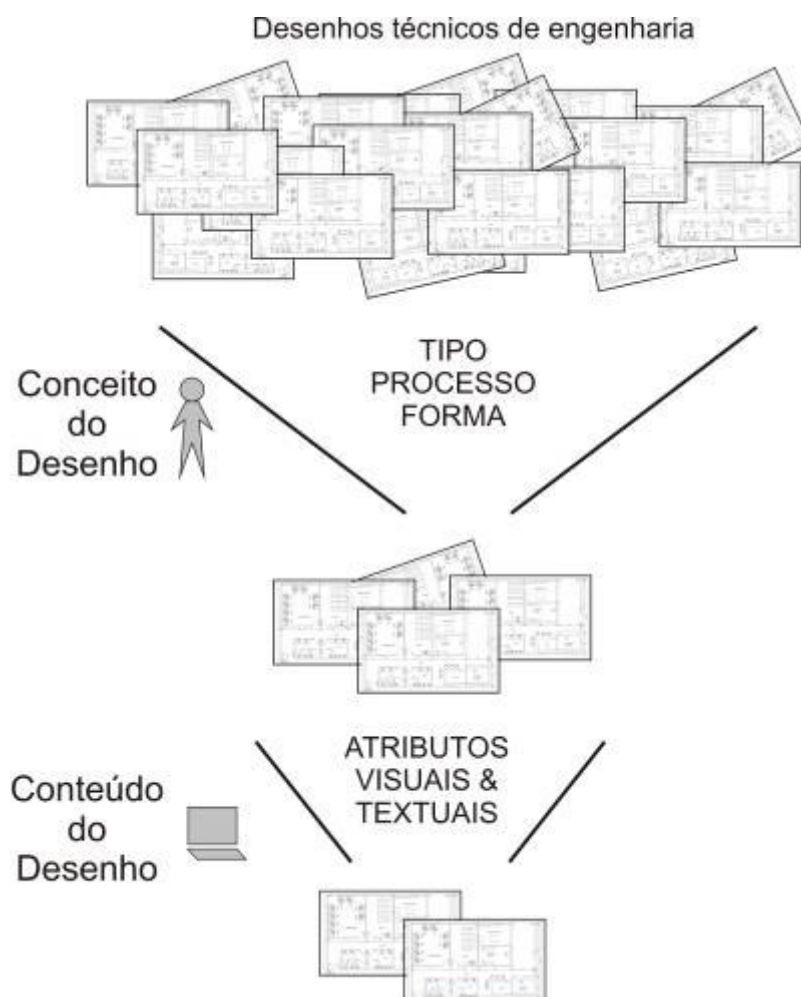


FIGURA 29 - Duas etapas de triagem dos desenhos técnicos  
Fonte: elaboração do autor.

#### 4.1 Definição das categorias

O esquema de classificação compreende as categorias formais dos desenhos técnicos de projetos de engenharia/arquitetura. A categoria formal, dentro da teoria da classificação, tem a propriedade de ser excludente, de modo que cada documento pode pertencer somente a uma categoria no momento da organização e recuperação da informação. Dessa forma, o esquema de classificação funciona como um funil que filtra os desenhos técnicos. As três categorias presentes no esquema de classificação do desenho técnico são: tipo, processo e forma. Após a classificação do desenho no esquema de classificação, com a combinação das

três categorias, é definido um ponto que enquadra o documento em um gráfico tridimensional, e aponta para o conjunto de metadados icônicos possíveis de serem utilizados no desenho, conforme FIG. 30. As três categorias podem ser definidas como pontos de acesso, de acordo com Hjørland (1992). A primeira categoria chamada Tipo, define o tipo de projeto que está representado no desenho, dentre as várias disciplinas da engenharia. O filtro Tipo define se o projeto é arquitetônico, estrutural, elétrico ou hidráulico. Conforme o QUADRO 5, existe um campo "outros" para tornar o esquema de classificação mais abrangente, ou seja, se o projeto for diferente daqueles listados, ele se enquadra como outros. O mesmo conceito de outros pode ser utilizado na classificação Processo, conforme QUADRO 6, e Forma, de acordo com o QUADRO 7.

QUADRO 5  
Categoria: tipo

<b>TIPO</b>	
	Projeto arquitetônico
	Projeto estrutural
	Projeto elétrico
	Projeto hidráulico
	Projeto de prevenção contra incêndios
	Projeto mecânico
	Outros

Fonte: elaboração do autor.

Um projeto de engenharia/arquitetura pode ser classificado pelo tipo. O tipo de projeto executado possui uma rede de símbolos e representações que o definem. Um especialista, ao observar o desenho técnico, consegue identificar de qual tipo é o determinado projeto. Os tipos podem ser:

- arquitetônico: compreende o projeto e a representação dos elementos a serem construídos (relativo à construção civil) e a definição de espaços;
- estrutural: compreende as informações relativas à estrutura que será executada, pilares, vigas e outros meios estruturais;
- elétrico: compreende as informações relativas a circuitos elétricos, distribuição e alimentação de energia no produto;

- hidráulico: compreende as informações relativas a toda a rede hidráulica que será lançada (de chegada) e à distribuição de água e esgoto;
- prevenção contra incêndios: compreende as informações relativas à prevenção e ao combate a incêndios, de acordo com as normas colocadas pelo Corpo de Bombeiros;
- mecânico: compreende as informações necessárias à execução de peças mecânicas;
- outros: é importante sempre deixar um campo em aberto para indexar uma forma diferente das listadas acima, caracterizando o esquema como aberto, para acrescentar informações ou categorias ao sistema.

A segunda categoria chamada Processo define o estágio do desenvolvimento do projeto. Define-se o processo através da interpretação do nível de detalhamento do projeto, se ele está na fase de projeto preliminar, projeto executivo, projeto de detalhamento ou projeto de apresentação, conforme QUADRO 6.

QUADRO 6  
Categoria: processo

<b>PROCESSO</b>	Anteprojeto Projeto preliminar Projeto executivo Projeto de detalhamento Projeto de apresentação Outros
-----------------	--

Fonte: elaboração do autor.

Os projetos de engenharia/arquitetura, na maioria, são divididos em fases. O ciclo de desenvolvimento do projeto envolve várias etapas. Normalmente, essas etapas são independentes e seguem uma ordem linear, de modo que, quando termina uma etapa, passa-se para a próxima. As fases de desenvolvimento de projetos podem variar de acordo com o tipo de projeto e o tipo de usuário. Um projeto arquitetônico completo deve conter as seguintes etapas:

- anteprojeto: geralmente, é o primeiro estudo feito e apresentado do desenvolvimento do projeto. Nesta etapa, são definidos os parâmetros e formas gerais do projeto a ser desenvolvido. É considerado um esboço e está sujeito a alterações;

- projeto preliminar: projeto propriamente dito com todas as definições prontas do que será executado. Normalmente, este projeto é submetido a departamentos ou órgãos públicos responsáveis pela aprovação dos projetos, também chamado de projeto legal ou projeto de licenciamento;
- projeto executivo: projeto utilizado na obra, contém um nível de detalhamento maior com uma complexidade adequada à realização da construção;
- detalhamento: projeto também utilizado na execução da obra, contém mais informações do que os anteriores e, normalmente, são partes específicas do projeto em escala maior;
- projeto de apresentação: tipo de projeto utilizado em apresentação para clientes e pessoas não especialistas. São os projetos com representações gráficas mais fáceis de serem interpretadas, utilizados também para venda e divulgação;
- outros: é importante deixar sempre um campo em aberto para indexar uma forma diferente das listadas acima, caracterizando o esquema como aberto para acrescentar informações ou categorias ao sistema.

A terceira categoria chamada Forma define a representação gráfica do desenho. A representação gráfica do projeto se subdivide em vista, planta, corte, perspectiva e outros, conforme QUADRO 7.

QUADRO 7  
Categoria: forma

<b>FORMA</b>	Planta, vista de cima, vista superior Corte, seção Fachada, elevação, vista frontal Vistas, vista lateral direita, vista lateral esquerda Perspectiva, vista tridimensional, 3D Outros
--------------	---

Fonte: elaboração do autor.

Cada etapa do desenvolvimento do projeto gera uma série de desenhos técnicos. Essa série pode conter uma ou várias representações, de acordo com a posição do objeto a ser

representado no espaço. Por exemplo, um projeto arquitetônico durante o desenvolvimento do projeto executivo poderá conter alguns ou todos os desenhos técnicos listados a seguir:

- planta é a parte do projeto mais representativa e contém mais informações. É a representação vista de cima, define um corte a 1,40m do piso e representa as informações cortadas e vistas neste plano;
- vista de cima é a representação do objeto visto totalmente de cima, como se fizesse um ângulo de 90° em relação ao plano de vista;
- seção é a representação do objeto cortado na posição vertical e contém informações relativas a alturas do projeto;
- elevação é a representação do objeto visto de fora e de frente ou de lado;
- vista frontal é a representação do objeto visto de frente;
- vista lateral direita é a representação do objeto visto da lateral direita;
- vista lateral esquerda é a representação do objeto visto da lateral esquerda;
- vista posterior é a representação do objeto visto de trás;
- perspectiva é a representação do objeto visto de um determinado ângulo, que define a visão em perspectiva;
- outros: é importante sempre deixar um campo em aberto para indexar uma forma diferente das listadas acima, caracterizando o esquema como aberto, para acrescentar informações ou categorias ao sistema.

As categorias são utilizadas para classificar o desenho técnico e apontar os metadados a serem utilizados.

## 4.2 O esquema de classificação do modelo

A combinação das três categorias tipo, processo e forma, de um determinado desenho, apontam as especificações que caracterizam a classificação do projeto e da tabela de metadados icônicos, conforme FIG. 30. Por exemplo, um projeto com tipo, projeto arquitetônico; processo, projeto executivo; forma, planta, pode ser referenciado como um desenho técnico de uma planta de projeto executivo arquitetônico e possuir ícones de representação de vista de cima das paredes, portas, janelas, *layout*, áreas impermeáveis específicas dessa classificação, diferente dos atributos de uma planta de projeto executivo elétrico, que possui símbolos de tomada, de lâmpadas, de circuitos, entre outros.

Os três eixos do gráfico possuem a opção "outros" tornando, assim, uma arquitetura aberta, possível de ser estendida e aplicada a outras categorias que não estiverem discriminadas em cada eixo. Essa característica torna o esquema de classificação aberto e possível de ser adaptado a outros contextos.

Cada combinação dos três eixos aponta uma tabela de metadados diferente.

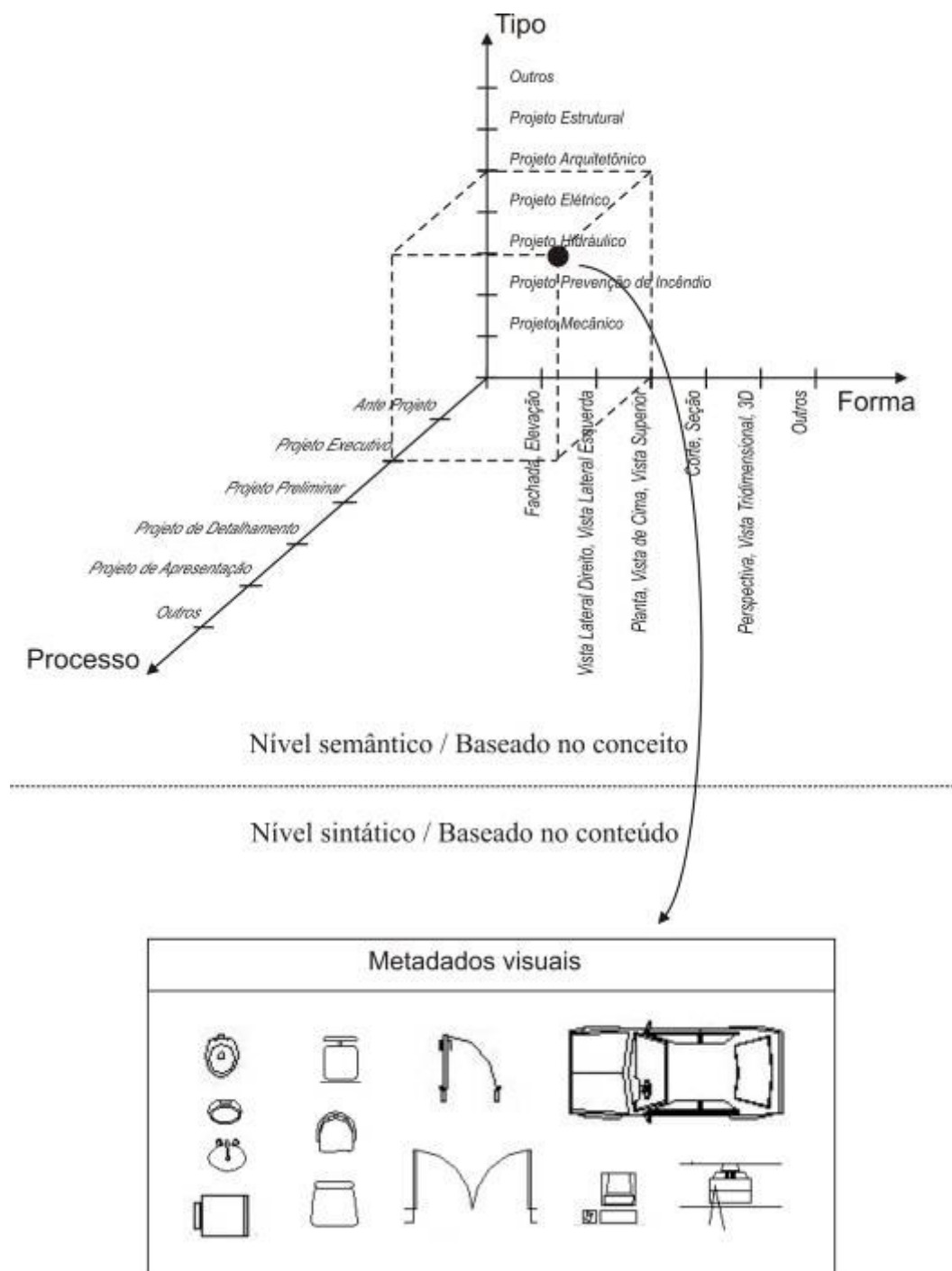


FIGURA 30 - Os três eixos: esquema de classificação  
Fonte: elaboração do autor.

### 4.3 Metadados do modelo

Os metadados dos desenhos técnicos são compostos por atributos administrativos, técnicos e visuais, conforme FIG. 31. O modelo considera um sistema híbrido, formado por dados textuais e visuais para classificação e recuperação da informação, utilizando técnicas desenvolvidas pelos cientistas da informação e da computação, a fim de transpor a lacuna existente no campo da pesquisa de acordo com Chu (2001), Enser (2000), Heidorn (1999) e Smeulders *et al.* (2000).

Os metadados textuais são compostos pelos metadados administrativos e técnicos, e são indexados com a participação humana de um indexador. A extração e a entrada de dados de atributos textuais podem ser automatizadas com técnica de *Optical Character Recognition* – OCR, que é um sistema usado para reconhecer o texto em uma imagem matricial e transformá-lo em um texto a ser editado. O conceito de sistema OCR não foi implementado no protótipo, por ainda apresentar muitos obstáculos para o funcionamento ideal. Seria um desvio de recursos e é sugerido como desenvolvimento futuro.

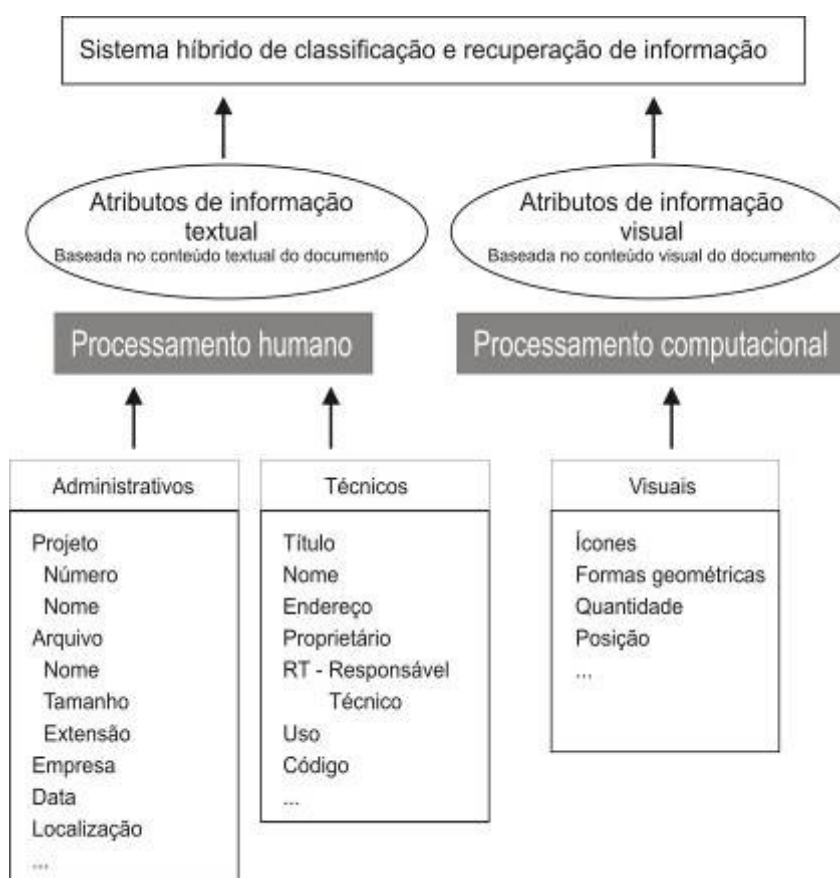


FIGURA 31 - Sistema híbrido com atributos textuais e visuais  
Fonte: elaboração do autor.

Os metadados visuais são compostos pelos ícones que estão presentes no desenho, de acordo com a FIG 24. A extração dos ícones é processada automaticamente de acordo com as técnicas de processamento digital de imagem para recuperação da informação baseada no conteúdo visual, utilizando a extração da característica de contorno dos desenhos.

#### 4.3.1 Atributos administrativos

Atualmente, sistemas de gerência de documentos utilizam os atributos administrativos como variáveis de entrada e de saída do sistema. Os atributos administrativos contêm dados referentes ao projeto que, normalmente, são usados para controle administrativo. Fazem parte desses atributos:

- projeto
  - número do projeto - normalmente número seqüencial utilizado para acompanhar o processo dentro da organização;
  - nome do projeto - nome geral do projeto, principalmente para circulação interna dos dados;
- arquivo: faz referência aos dados do arquivo digital como localização e nome
  - nome - nome do arquivo digital;
  - tamanho - tamanho do arquivo;
  - extensão - extensão do arquivo;
- empresa
- data
- localização
  - endereço

#### 4.3.2 Atributos técnicos

Os atributos técnicos fazem referência às características técnicas do projeto. As três categorias utilizadas no esquema de classificação fazem parte deste conjunto de metadados. Os metadados utilizados no arquivamento de desenhos técnicos de engenharia são extraídos do carimbo.

Um projeto é aprovado em um órgão público ou numa determinada instituição. No momento da aprovação do projeto, os desenhos técnicos devem ser apresentados de acordo



com as normas da instituição e possuírem um carimbo contendo os atributos técnicos relacionados ao projeto. Segue a relação dos atributos técnicos utilizados, por exemplo, pelo setor de aprovação de projetos arquitetônicos da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte:

- tipo: define o tipo de projeto dentre as disciplinas;
- processo: define o estágio de desenvolvimento do projeto;
- forma: define a vista apresentada no desenho técnico;
- escala: define o tamanho da representação do desenho no documento;
- instituição: nome da instituição detentora do projeto;
- dados relacionados ao proprietário:
  - nome;
  - CPF / CNPJ.
- dados relacionados ao responsável técnico:
  - nome;
  - CREA.
- dados relacionados ao projeto:
  - uso: define o tipo de uso da edificação - residência unifamiliar, multifamiliar, apartamento, comércio, indústria, serviço, hotel;
  - título: nível de aprovação, por exemplo, aprovação inicial;
  - bairro: referente à localização da obra;
  - código: referente à localização da obra;
  - quarteirão: referente à localização da obra;
  - lote: referente à localização da obra;
  - regional;
  - índice IPTU;
  - folha: faz referência ao número do desenho e ao total de desenhos do projeto;
  - tipo de projeto;
- dados relacionados ao logradouro:
  - nome / numeração;
  - código;
  - classificação viária;
- dados relacionados ao terreno:
  - CP;

- setor;
- quadra;
- área;
- zoneamento;
- ADE.
- dados relacionados à edificação:
  - área total a construir;
  - área a descontar;
  - área líquida;
  - coeficiente de aprovação;
  - taxa de ocupação.

Esses atributos fazem parte da tela de entrada do protótipo, os quais devem ser preenchidos na indexação, com os dados de cada desenho técnico.

#### 4.3.3 Atributos visuais

















































A tabela de atributos icônicos varia de acordo com a definição das três categorias que definem o tipo, o processo e a forma.

Durante o desenvolvimento da pesquisa, foram utilizadas duas tabelas de metadados visuais, uma para o desenvolvimento do protótipo e outra para a etapa de validação e verificação.

Para o teste do protótipo, foi utilizado um exemplo de desenho técnico, cuja categoria tipo é um projeto arquitetônico, a categoria processo é um projeto executivo, a categoria forma é uma planta e a tabela de ícones, TAB. 2. Essa tabela é composta por uma parte dos ícones apresentados na FIG. 24.

A tabela de ícones foi desenvolvida pela autora e atualmente é utilizada em várias instituições ligadas ao projeto, principalmente, na cidade de Belo Horizonte. Por não existir normas que padronizam os ícones utilizados no projeto, fica a cargo de cada instituição desenvolver a sua própria tabela. Este cenário muda à medida que aumenta a produção de projetos automatizados e, conseqüentemente, a necessidade de padronização e normalização dos desenhos técnicos e de seus ícones.

TABELA 2  
Ícones utilizados em planta executiva arquitetônica

LOUÇA – VISTA SUPERIOR ARQUIVO: VAS-S-PL.DWG		GELADEIRA PEQUENA – VISTA SUPERIOR ARQUIVO: GEL-P-PL.DWG	
VASO SANITÁRIO – VISTA SUPERIOR ARQUIVO: BID-A-PL.DWG		FRIGER HORIZONTAL PEQUENO – VISTA SUPERIOR ARQUIVO: FRIZ-H-P.DWG	
BIDE – VISTA SUPERIOR ARQUIVO: BID-S-PL.DWG		FRIGER VERTICAL PEQUENO – VISTA SUPERIOR ARQUIVO: FRIZ-V-G.DWG	
BANHEIRA REDONDA – VISTA SUPERIOR ARQUIVO: BANHE-C.DWG		FRIGER VERTICAL GRANDE – VISTA SUPERIOR ARQUIVO: FRIZ-V-P.DWG	
BANHEIRA RETANGULAR – VISTA SUPERIOR ARQUIVO: BANHE-K.DWG		GELADEIRA GRANDE – VISTA SUPERIOR ARQUIVO: GEL-G-PL.DWG	
PIA – VISTA SUPERIOR ARQUIVO: LVT-C-PL.DWG		MAQUINA DE LAVAR – VISTA SUPERIOR ARQUIVO: LAR-C-PL.DWG	
PIA – VISTA SUPERIOR ARQUIVO: LVT-E-PL.DWG		PIA DE COZINHA – VISTA SUPERIOR ARQUIVO: PA-D-PL.DWG	
PIA – VISTA SUPERIOR ARQUIVO: LAVAT-E.DWG		PORTA DE 60 P/ PAREDE DE 10 – PLANTA ARQUIVO: P60-PL10.DWG	
PIA – VISTA SUPERIOR ARQUIVO: LAVAT-SP.DWG		PORTA DE 60 P/ PAREDE DE 13 – PLANTA ARQUIVO: P60-PL13.DWG	
MIQUITÓRIO – VISTA SUPERIOR ARQUIVO: MIC-PL.DWG		PORTA DE 60 P/ PAREDE DE 15 – PLANTA ARQUIVO: P60-PL15.DWG	
CADEIRA – VISTA SUPERIOR ARQUIVO: CAD-1.DWG		PORTA DE 60 P/ PAREDE DE 20 – PLANTA ARQUIVO: P60-PL20.DWG	
CADEIRA – VISTA SUPERIOR ARQUIVO: CAD-2.DWG		PORTA DE 70 P/ PAREDE DE 10 – PLANTA ARQUIVO: P70-PL10.DWG	
CADEIRA – VISTA SUPERIOR ARQUIVO: CAD-3.DWG		PORTA DE 70 P/ PAREDE DE 15 – PLANTA ARQUIVO: P70-PL15.DWG	
CADEIRA – VISTA SUPERIOR ARQUIVO: CAD-B1.DWG		PORTA DE 70 P/ PAREDE DE 20 – PLANTA ARQUIVO: P70-PL20.DWG	
CADEIRA – VISTA SUPERIOR ARQUIVO: CAD-B2.DWG		PORTA DE 80 P/ PAREDE DE 10 – PLANTA ARQUIVO: P80-PL10.DWG	
CADEIRA – VISTA SUPERIOR ARQUIVO: CAD-B3.DWG		PORTA DE 80 P/ PAREDE DE 15 – PLANTA ARQUIVO: P80-PL15.DWG	
CAMA DE CASAL GRANDE – VISTA SUPERIOR ARQUIVO: CAMA-C-G.DWG		PORTA DE 80 P/ PAREDE DE 20 – PLANTA ARQUIVO: P80-PL20.DWG	
CAMA DE CASAL PEQUENA – VISTA SUPERIOR ARQUIVO: CAMA-C-F.DWG		PORTA DE 120 P/ PAREDE DE 10 – PLANTA ARQUIVO: P120-PL10.DWG	
CAMA DE VIVO GRANDE – VISTA SUPERIOR ARQUIVO: CAMA-E-G.DWG		PORTA DE 120 P/ PAREDE DE 13 – PLANTA ARQUIVO: P120-PL13.DWG	
CAMA DE VIVO PEQUENA – VISTA SUPERIOR ARQUIVO: CAMA-E-P.DWG		PORTA DE 120 P/ PAREDE DE 15 – PLANTA ARQUIVO: P120-PL15.DWG	
CAMA DE SOLTEIRO GRANDE – VISTA SUPERIOR ARQUIVO: CAMA-S-G.DWG		PORTA CORTA FOGO DE 90 – PLANTA ARQUIVO: PCF-90.DWG	
CAMA DE SOLTEIRO PEQUENA – VISTA SUPERIOR ARQUIVO: CAMA-S-P.DWG		CARRO FERVA – VISTA SUPERIOR ARQUIVO: CAR-G.DWG	
FOGÃO 4 BOCAS – VISTA SUPERIOR ARQUIVO: FDS-4-PL.DWG		CARRO SEDã – VISTA SUPERIOR ARQUIVO: CAR-M.DWG	
FOGÃO 6 BOCAS – VISTA SUPERIOR ARQUIVO: FDS-6-PL.DWG		CARRO COMPACTO – VISTA SUPERIOR ARQUIVO: CAR-P.DWG	

Fonte: elaboração do autor.

Pelo fato de a autora ter criado um conjunto de ícones na década de 90, época em que existia pouco ou, praticamente nada feito na área, essa tabela foi replicada e utilizada por diversos profissionais ligados ao projeto. Essa afirmação pode ser constatada pela confirmação da utilização da mesma tabela de ícones na maioria projetos de combate e prevenção contra incêndios no Corpo de Bombeiros Militar de Belo Horizonte.

O Corpo de Bombeiros lançou uma norma para a padronização dos ícones utilizados nos projetos de prevenção e combate a incêndios. Para a verificação e validação do modelo e do protótipo, foi utilizada a tabela de ícones padronizada pelo Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais, conforme TAB. 3, que é uma parte da tabela completa apresentada no ANEXO

A. Os ícones utilizados nos projetos de combate a incêndio e pânico estão padronizados na Legislação de Segurança Contra Incêndio e Pânico nas Edificações e Áreas de Risco do Estado de Minas Gerais (2006). O Governo do Estado, com o sancionamento da Lei nº. 14.130 e do Regulamento de Segurança Contra Incêndio e Pânico, possibilitou ao Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais, adotar procedimentos concretos e efetivos, sendo um deles, a publicação das Instruções Técnicas (IT), que apresentam as medidas atuais de segurança contra incêndio e pânico, de acordo com a realidade de nossas edificações e das áreas de risco. Das trinta e seis Instruções Técnicas constantes da Legislação de Segurança, a IT 02 apresenta Terminologia de proteção contra incêndio e pânico, e a IT 03 apresenta os símbolos gráficos para projeto de segurança contra incêndio e pânico. Com base na IT 03, os símbolos gráficos foram padronizados, tornando-se um documento formal da normalização dos ícones utilizados nos projetos de todo o Estado e tem como objetivo, alcançar a padronização nacional. Essa normalização vem ao encontro do interesse desta pesquisa, pois define a padronização dos ícones utilizados na indexação e recuperação dos projetos.

A padronização de ícones utilizados nos projetos de prevenção contra incêndio e pânico - PPCIP está em conformidade com a norma do Estado de São Paulo e segue uma tendência nacional. O Comitê Brasileiro de Incêndio (CB-24) é responsável pela padronização dos elementos visuais de sinalização dos elementos de combate a incêndio em nível nacional.

TABELA 3  
Ícones utilizados em planta de projeto de prevenção e combate a incêndio

EXTINTORES	EXTINTORES PORTÁTEIS	CARGA D'ÁGUA	
		CARGA DE ESPUMA MECÂNICA	
		CARGA DE DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)	
		CARGA DE PÓ BC	
		CARGA DE PÓ ABC	
		CARGA DE PÓ D	
EXTINTORES SOBRE RODAS		CARGA D'ÁGUA	
		CARGA DE ESPUMA MECÂNICA	
		CARGA DE DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)	
		CARGA DE PÓ BC	
		CARGA DE PÓ ABC	
		CARGA DE PÓ D	
SISTEMAS DE HIDRANTES		HIDRANTE SIMPLES	
		HIDRANTE DUPLO	
		HIDRANTE URBANO DE CÔLUNA	
		HIDRANTE URBANO SUBTERRÂNEO	
		MANGOTINHO	
		REGISTRO DE RECALQUE COM VÁLVULA DE RETENÇÃO	
		REGISTRO DE RECALQUE SEM VÁLVULA DE RETENÇÃO	
		ACIONADOR DE BOMBA DE INCÊNDIO (BOTONEIRA TIPO LIGA-DESLIGA)	
BOMBA DE INCÊNDIO			
RESERVA DE INCÊNDIO			

#### 4.3.4 Exemplo de uso do modelo

A seguir, apresenta-se um exemplo completo do uso dos elementos do modelo em um desenho técnico.

A FIG. 32 apresenta o desenho técnico de uma planta de projeto arquitetônico utilizada como exemplo para a definição das categorias, dos atributos administrativos, técnicos e visuais. Esse desenho técnico faz parte do projeto arquitetônico de uma residência unifamiliar, aprovado na Prefeitura Municipal de Belo Horizonte em 2002. O projeto completo é composto por quatro formatos de desenhos técnicos, sendo o primeiro composto pelas plantas do primeiro e do segundo pavimento (FIG. 32).

A FIG. 33 apresenta a ampliação do carimbo da FIG. 32, com os atributos técnicos, que compreendem dados relativos à edificação, terreno, logradouro, projeto, proprietário e responsável técnico. Alguns campos estão preenchidos com dados reais e outros estão em branco, propositalmente, para preservar dados particulares e por não interferirem nos testes realizados.

O QUADRO 8 apresenta a classificação do projeto com a definição das categorias e atributos presentes no desenho técnico da FIG. 32 e o respectivo carimbo da FIG. 33. Alguns atributos preenchidos do QUADRO 8 são dados reais e outros são fictícios para efeito de exemplificação.

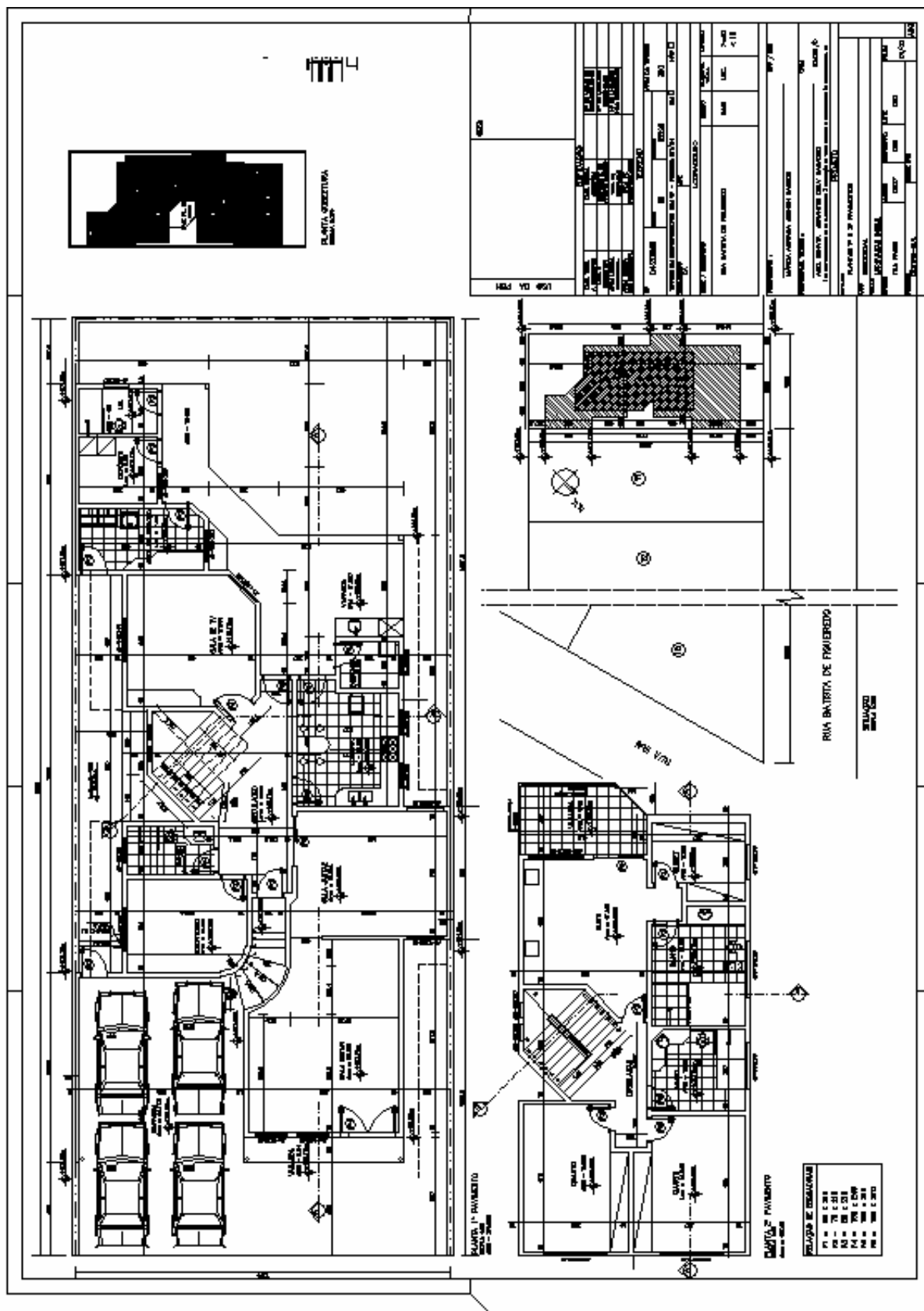


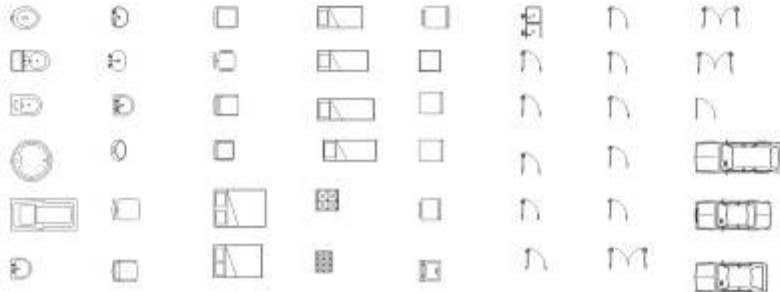
FIGURA 32 - Exemplo de desenho técnico de projeto arquitetônico  
 Fonte: elaboração do autor.

USO DA PBH			OBS:	
	EDIFICAÇÃO			
ÁREA TOTAL A CONSTRUIR		ÁREA LÍQUIDA ADQUIRIDA		Nº DE VAGAS DE ESTACIONAMENTO
ÁREA A DESCONTAR		COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO		Nº DE UNIDADES RESIDENCIAIS
ÁREA LÍQUIDA RESIDENCIAL		TAXA DE OCUPAÇÃO		Nº DE UNIDADES NÃO RESIDENCIAIS
ÁREA LÍQUIDA NÃO RESIDENCIAL		TAXA DE PERMEABILIZAÇÃO		
TERRENO				
CP	0420861	SETOR	OR	ÁREA DO TERRENO
			QUADRA	360
			C222R	
TERRENO EM DESCONFORMIDADE COM CP - FORTARIA 511/54				
			SIM <input type="checkbox"/>	NÃO <input type="checkbox"/>
ZONEAMENTO ZA	ADE			
LOGRADOURO				
NOBRE / NUMERAÇÃO		CÓDIGO	CLASSIFIC. VIÁRIA	LARGURA
RUA BATISTA DE FIGUEIREDO		8421	LCC	>= 10 < 15
PROPRIETÁRIO : _____ CPF / CC0				
MÁRCIA ADRIANA JUNCUN BARROS				
RESPONSÁVEL TÉCNICO : _____ CREA				
ARQ. RENATA ABRANTES COUJ BARAHO 53.06 /D				
E DE RESPONSABILIDADE DO RT O ATENDIMENTO A LEGISLAÇÃO EM 1969, ESTANDO O MESMO SUJEITO AS PENALIDADES DA LEI				
PROJETO				
DETALHE				
PLANTAS 1ª E 2ª PAVIMENTOS				
USO RESIDENCIAL				
TÍTULO APROVAÇÃO INICIAL				
BAIRRO	CÓDIGO	QUARTERÃO	LOTE	FOLHA
VILA PARIS	0327	008	010	01/02
REGIONAL CENTRO-SUL	ÍNDICE RTU			ARQ

FIGURA 33 – Ampliação do carimbo da FIG. 32

Fonte: elaboração do autor.

QUADRO 8  
Metadados extraídos do desenho técnico da FIG. 32 e do carimbo FIG. 33

<b>Metadados</b>	
<b>Classificação do Projeto</b>	
Tipo:	<i>Projeto Arquitetônico</i>
Processo:	<i>Executivo</i>
Forma:	<i>Planta</i>
<b>Atributos Administrativos</b>	
Projeto	Arquivo
Número: <i>00051</i>	Nome: <i>prancha1</i>
Nome: <i>Residência Vila Paris</i>	Tamanho: <i>1.386 Kb</i>
Empresa responsável	Software: <i>AutoCAD</i>
Nome: <i>Targa Engenharia Tecnologia</i>	Extensão: <i>.DWG</i>
Endereço: <i>Rua Bernardo Guimarães</i>	
Data: <i>10/06/2002</i>	
<b>Atributos Técnicos</b>	
Escala: <i>1:50</i>	Logradouro:
Edificação:	Endereço: <i>Rua Batista de Figueiredo</i>
Área total a construir: <i>328.10 m<sup>2</sup></i>	Código: <i>8421</i>
Área a descontar:	Classificação viária: <i>loc.</i>
Área líquida residencial:	Proprietário:
Área líquida não residencial:	Nome: <i>Márcia</i>
Coefficiente de aproveitamento:	CPF/CNPJ:
Taxa de ocupação:	Responsável técnico:
Taxa de permeabilização:	Nome: <i>Renata</i>
Terreno:	CREA:
CP:	Projeto:
Setor:	Detalhe: <i>Planta 1º e 2º Pavimentos</i>
Quadra:	Uso: <i>Residencial</i>
Área:	Título: <i>Aprovação inicial</i>
Zoneamento:	Bairro: <i>Vila Paris</i>
ADE:	Código: <i>0327</i>
	Quarteirão: <i>008</i>
	Lote: <i>010</i>
	Regional: <i>Centro-Sul</i>
	Folha: <i>01/02</i>
<b>Atributos Visuais</b>	
	

Fonte: elaboração do autor.



## 5 PROTÓTIPO

O protótipo é a implementação do modelo e foi desenvolvido em duas fases.

Na primeira fase, a recuperação do desenho técnico é processada no momento da busca, através da pesquisa com a definição de uma imagem-chave, automatizado e sem a intervenção humana. O algoritmo de varredura percorre os desenhos de um determinado diretório para localizar as ocorrências da imagem-chave procurada. Para essa fase, foram utilizadas 10 plantas de desenhos técnicos selecionadas como amostra típica, a critério da pesquisadora e, propositalmente, são desenhos simples e sem interferências. Esse algoritmo em que o processamento ocorre no momento da busca é eficiente, considerando a recuperação do desenho, mas compromete a eficácia, devido ao tempo gasto para processar e recuperar o documento. Para vencer esse obstáculo, foram implementadas otimizações na segunda fase. Com os resultados obtidos na fase 1, com o objetivo de melhorar a *performance* do algoritmo, passa-se à segunda fase, que faz o pré-processamento dos metadados, arquiva em um banco de dados, utiliza metadados textuais (compostos de atributos administrativos e técnicos) e visuais (compostos por uma tabela de ícones), para a indexação e recuperação dos desenhos técnicos.

Na segunda fase, os desenhos são indexados de acordo com as suas categorias tipo, processo e forma, e pela entrada dos atributos administrativos e técnicos, com a participação humana de um indexador. Em relação aos atributos visuais, esses são capturados de forma automatizada, através do algoritmo que funciona como um motor de busca, que percorre toda a imagem e identifica os ícones procurados. De acordo com as técnicas de recuperação de informação baseadas no conteúdo visual da imagem, o algoritmo percorre o desenho com um ícone chave e identifica os ícones idênticos e suas possíveis variações (rotação, escala e espelhamento), e grava as coordenadas espaciais ( $x$ ,  $y$ ) da localização e o tamanho de cada ícone encontrado. Essas informações ficam referenciadas e gravadas em um banco de dados para a futura recuperação. Como os desenhos foram indexados, o tempo de resposta na hora da busca é imediato, gerando resultados satisfatórios de acordo com os objetivos apresentados.

A principal diferença entre as duas fases do protótipo é que, na primeira, o processamento é no momento da busca e, na segunda, o documento é pré-processado, ou seja,

ocorre a indexação dos atributos que ficam armazenados, possibilitando, posteriormente, uma rápida localização.

De acordo com os resultados dos testes realizados na segunda fase, o protótipo executa a recuperação da informação atingindo os objetivos propostos. Para validar o protótipo em uma base de imagens mais consistente, e verificar a aplicação em situação real, desenvolveu-se o estudo de caso junto ao Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais.

## 5.1 Protótipo - Fase 1

O objetivo do protótipo na fase 1 é implementar um método de recuperação automática de desenhos técnicos, considerando as informações textuais de atributos administrativos e técnicos e informações baseadas na imagem, através de formas padronizadas de ícone-padrão e suas possíveis variações. Para isso, foi desenvolvido um algoritmo de varredura que, através da seleção de ícones-chave, encontra os desenhos técnicos que possuem esse ícone em uma base de imagens. A idéia central é um algoritmo que, a partir de uma forma predeterminada detecte formas similares dentro de um contexto maior. O algoritmo é robusto na procura de similaridade de imagem para obter resposta em tempo hábil.

A imagem, utilizada em sistemas digitais, pode estar no formato matricial ou vetorial. A lógica desenvolvida nesta tese considera a imagem matricial independente da forma de criação do desenho, que pode ser vetorial ou matricial. O protótipo utiliza o formato matricial, de modo que os arquivos criados através de *software* CAD (processamento vetorial) são exportados para o formato matricial. O protótipo foi desenvolvido no formato matricial e é justificado por algumas especificações: a área de conhecimento de processamento digital de imagens utiliza, em sua maioria, imagens em formatos *raster*; o formato matricial amplia a utilização em grande base de dados por ser acessível independentemente do *software* utilizado; tanto a imagem gerada em *software* CAD, quanto a desenvolvida à mão, podem se transformar em imagem matricial. Os projetos antigos, desenvolvidos de forma manual, devem passar pelo processo de digitalização, ou seja, transformação das imagens analógicas para forma digital em arquivo matricial.

O formato digital do desenho técnico utilizado no algoritmo é uma imagem matricial monocromática.

### 5.1.1 *Corpus* utilizado - Fase 1

O *corpus* utilizado na fase 1 do protótipo é composto por uma amostra de 10 plantas de projeto executivo arquitetônico (APÊNDICE B), selecionadas de acordo com a metodologia apresentada e com a necessidade da pesquisa. Para utilizar o mesmo quadro de atributos visuais, propositalmente, as dez plantas possuem as mesmas categorias:

- Tipo - projeto arquitetônico;
- Processo - projeto executivo;
- Forma - planta.

Todas as plantas foram enquadradas na escala 1.0 para que os ícones fossem utilizados na mesma escala. Cabe ressaltar que o protótipo aceita a variação de escala: de acordo com a definição do usuário, o algoritmo pode pesquisar várias escalas proporcionais à original e isso implica em mais processamento computacional. No momento da indexação, o indexador define a escala 1.0 como padrão (valor *default*) e suas variações, por exemplo, 0.5 (metade do tamanho do desenho original), 2.0 (duas vezes maior que o desenho original).

Cada planta representa um tipo de edificação (ANEXO B):

- Planta 1 - planta de uma residência unifamiliar de um pavimento com três quartos, dois banheiros, uma sala e uma cozinha;
- Planta 2 - pavimento tipo de um prédio contendo dois apartamentos, cada um com dois quartos, uma sala, um banheiro e uma cozinha; representa, na parte central, a escada e o elevador de acesso aos demais pavimentos;
- Planta 3 - pavimento tipo de um edifício de apart-hotel contendo seis unidades por pavimento; cada unidade com um quarto, um banheiro e uma varanda; na parte central, os corredores e a escada de acesso aos pavimentos;
- Planta 4 - planta de um apartamento contendo três quartos, dois banheiros (sendo um suíte), uma cozinha, uma sala de jantar e uma sala de visitas;
- Planta 5 - primeiro pavimento de uma residência unifamiliar, uma casa com uma ampla sala de visita e jantar, um lavabo, uma cozinha, área de serviço, um quarto e banheiro ligados à área de serviço que caracteriza um quarto de empregada. Apresenta duas escadas de acesso aos outros pavimentos;
- Planta 6 - parte da planta de uma biblioteca contendo um laboratório, uma sala de vídeo, um cômodo destinado à entrega de livros, um guarda-volumes, um

espaço destinado ao café e dois vestiários, sendo um masculino e um feminino.

- Planta 7 - um conjunto de três laboratórios de informática e dois vestiários;
- Planta 8 - um escritório contendo duas salas de gerente, dois espaços para logística, uma assessoria e uma sala de reuniões. Apresenta maior número de detalhes com linhas tracejadas que representam as vigas do projeto estrutural e as linhas de cota com o dimensionamento do projeto;
- Planta 9 - planta de residência unifamiliar, uma casa, contendo uma ampla sala de estar e jantar, um cômodo destinado ao uso variado entre TV e quarto de hóspede, um banheiro social e um depósito/*closet*, uma cozinha, área de serviço e dependência completa de empregada. Apresenta uma escada de acesso aos outros pavimentos;
- Planta 10 - planta de uma residência unifamiliar, uma casa contendo uma sala de estar, sala de jantar, ampla varanda, cozinha e área de serviço, um quarto com banheiro social. Apresenta escada de acesso aos outros pavimentos.

As plantas escolhidas apresentam variedades de uso, sendo seis compostas de plantas de projetos residenciais, uma de apart-hotel e três de uso comercial.

As cotas podem passar dentro ou fora do desenho da planta. A situação ideal para o protótipo é posicionar-se do lado de fora do desenho conforme as plantas 1, 2, 3 e 7. Algumas cotas dentro do desenho como nas plantas 4, 5, 6 e 9 não representam limites para o processamento do algoritmo porque apresentam poucas interferências. As plantas 8 e 10 apresentam mais linhas de cota e são consideradas interferências que podem alterar a *performance* dos resultados. Considerando que a posição das linhas de cota é uma escolha de quem cria o desenho, pode-se direcionar a sua colocação do lado externo do desenho da edificação principal, visando a uma maior taxa de acerto do algoritmo.

O *corpus* foi propositalmente escolhido com essas variações de linhas de cota, para testar as possíveis situações. Os autores ou os responsáveis técnicos (profissionais responsáveis pelo desenvolvimento do projeto) foram omitidos intencionalmente pela ética da pesquisa e pela informação não interferir no objetivo do uso dos documentos.

Todas as plantas utilizam a mesma tabela de atributos visuais, de acordo com a TAB. 2.

As plantas foram manipuladas, impressas e adaptadas ao padrão adotado no protótipo, através da utilização do *software* AutoCAD, pela disponibilidade da autora e por ter uma boa

porcentagem de utilização entre os desenvolvedores de projeto. As plantas selecionadas foram extraídas do acervo de projetos desenvolvidos pela autora, que foram modificados e adaptados de acordo com o interesse da pesquisa.

### 5.1.2 Desenvolvimento - Fase 1

O protótipo desenvolvido é um algoritmo que procura a imagem-chave dentro de uma imagem. A imagem-chave é um metadado visual que se faz presente no desenho, de acordo com a TAB. 2 de metadados visuais, e sua definição depende das três categorias: Tipo, Processo e Forma. A FIG. 34 apresenta um exemplo de uma planta de projeto executivo arquitetônico e de uma imagem-chave.

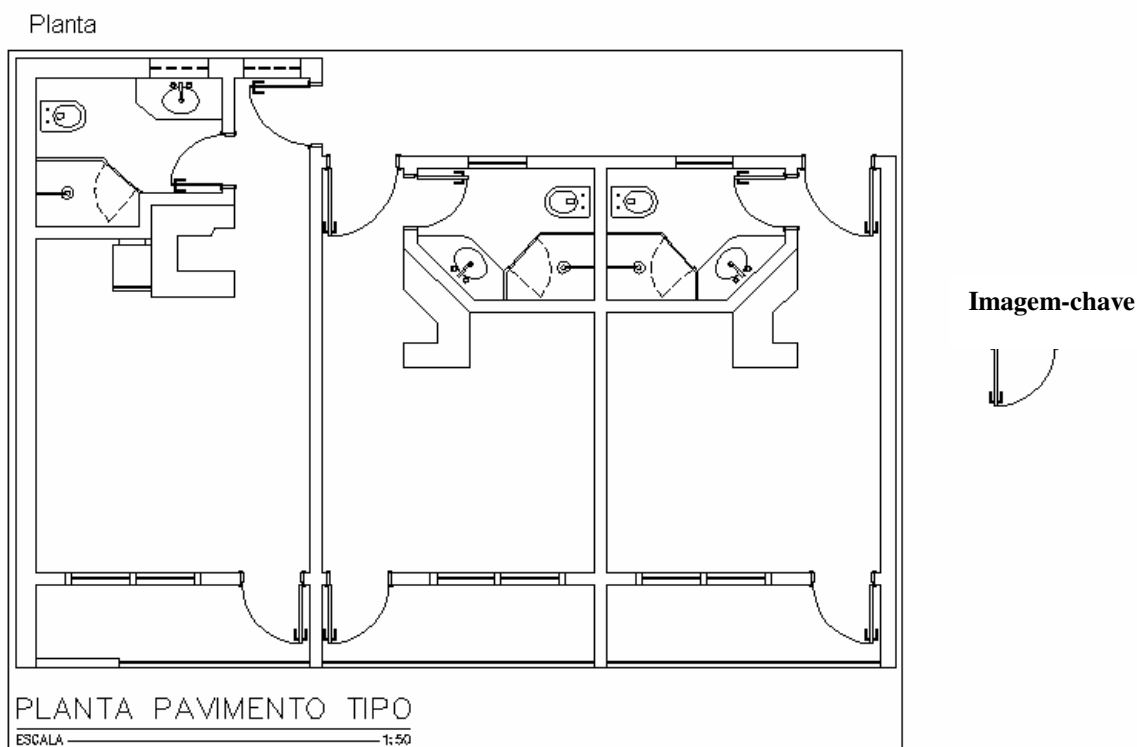


FIGURA 34 - Exemplo de uma planta e uma imagem-chave  
Fonte: elaboração do autor.

O primeiro passo é a escolha da imagem-chave (ícone), que está previamente armazenada em uma tabela de ícones padrão, de acordo com o modelo e apresentado na TAB. 2. A imagem-chave é armazenada em formato PGN, e em seguida, é definido o diretório para busca da imagem. O diretório contém um conjunto de desenhos técnicos, os quais serão percorridos à procura da imagem-chave. Após o processamento, a interface mostra as plantas

com um retângulo vermelho em torno das imagens-chave encontradas. Paralelamente, mostra-se um quadro da estatística das imagens-chave encontradas, com os respectivos tempos de processamento.

O algoritmo foi desenvolvido na linguagem C, considerando que esta apresenta o melhor desempenho implementado em uma DLL (*Dynamic Link Library*) e a interface gráfica desenvolvida em *Java*. Conforme FIG. 35, o algoritmo utiliza uma imagem-chave e o diretório onde estão as plantas que serão pesquisadas como entrada de dados. Através da interface gráfica desenvolvida em *Java*, faz uma chamada à DLL que processa os dados e retorna o resultado do processamento de varredura para a interface *Java* apresentar os resultados.

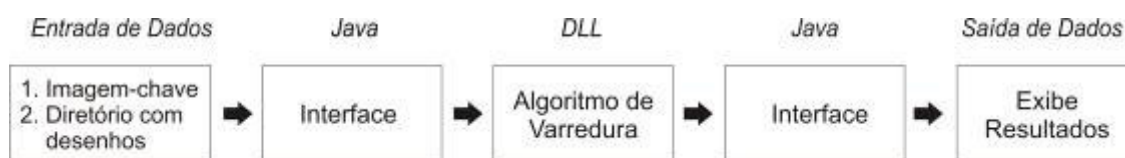


FIGURA 35 - Arquitetura do algoritmo

Fonte: elaboração do autor.

O algoritmo é um processo de varredura em que a imagem-chave é procurada por toda a imagem, a fim de localizar onde ela se encontra. A imagem-chave é uma matriz de pontos que percorre a imagem completa, procurando por uma imagem-chave idêntica. A pergunta de busca, ou *query*, é expressa pela imagem-chave padronizada e normalizada, de acordo com o projeto. A idéia básica do algoritmo consiste em percorrer toda a imagem principal procurando pela imagem-chave, que pode estar na sua forma natural ou com alguma transformação. As três transformações da computação gráfica incluem rotação, escala e espelhamento.

Por rotação, entende-se a função de rotacionar uma imagem em um determinado valor de grau em relação ao seu eixo original, conforme FIG. 36.

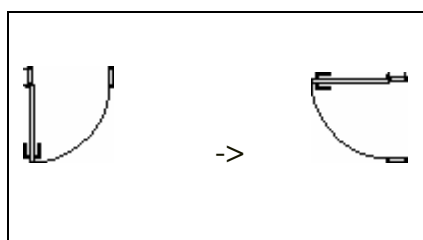


FIGURA 36 - Exemplo de rotação em um ângulo de 90°

Fonte: elaboração do autor.

Em relação à rotação da imagem-chave na fase 1 do desenvolvimento, foram definidas as rotações 0°, 45° e 90°. O cálculo das rotações se restringe ao intervalo de 0° a 89°. Uma rotação fora desse intervalo, em outro quadrante, é uma abstração da rotação de 0°, 45° e 90°, e o algoritmo é capaz de reconhecer automaticamente essa abstração em 0°, 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, 270°, 315° e 360°, como mostrado na FIG. 37. Considerando-se todas as variações de ângulos de rotação dentro do círculo de 360°, essas podem ser infinitas, dependendo do número de casas decimais. Devido ao fato de ser infinito o número total de opções, foram definidas as principais posições dos ícones que representam uma porcentagem significativa para projetos. Outra alternativa é a definição do ângulo de rotação pelo próprio usuário no momento da indexação ou da busca, evitando que todas as possibilidades sejam calculadas. Esse recurso de o usuário definir a rotação foi implementado na fase 2 do desenvolvimento do protótipo.

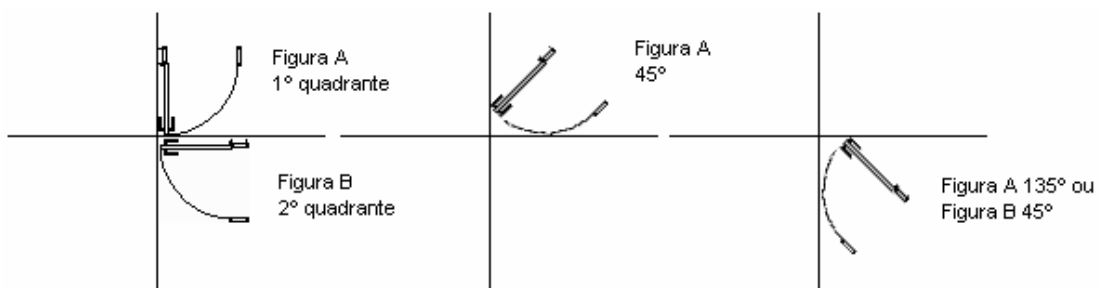


FIGURA 37 - As rotações e suas abstrações  
Fonte: elaboração do autor.

Escala é a função de alterar o tamanho da imagem aumentando-o ou diminuindo-o. O fator de escala utilizado no protótipo considera valores uniformes para x e y, ou seja, aumentam ou diminuem proporcionalmente, conforme FIG. 38. O fator de escala 2 é a duplicação do desenho original.

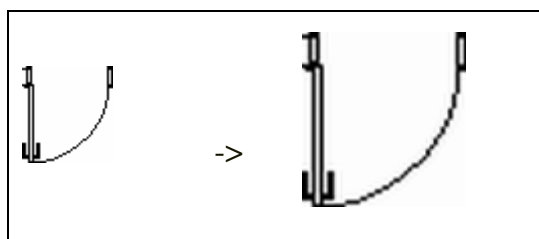


FIGURA 38 – Exemplo de fator de escala 2  
Fonte: elaboração do autor.

Em relação à alteração de escala da imagem-chave, existe uma limitação da Fase 1 corrigida na Fase 2. As alterações de escala representam um grande desafio e, na Fase 1, as escalas são processadas uma a uma por comparação, sem otimização computacional.

Espelhamento é a função que inverte o desenho em relação a um eixo e produz a imagem invertida, conforme a FIG. 39.

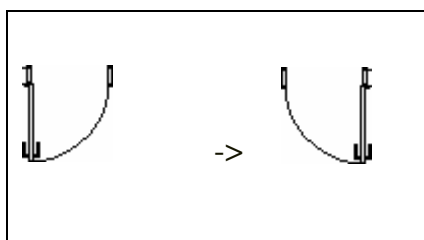


FIGURA 39 – Exemplo da função espelho  
Fonte: elaboração do autor.

Em relação ao espelhamento, o algoritmo é capaz de perceber as três formas de espelhamento: vertical, horizontal e vertical com horizontal, simultaneamente. Para reconhecer os espelhamentos, o algoritmo percorre a matriz de maneira invertida, e efetua as comparações.

Além das transformadas, outro fator que influencia no processamento do algoritmo são as interferências. O algoritmo identifica interferências e busca a imagem-chave, considerando interferências de outras linhas. Interferência são linhas e/ou caracteres, os quais não fazem parte da imagem-chave e podem sobrepor-se aos ícones chave; representam linhas de cota, linhas de dimensionamento do projeto, textos entre outros, conforme FIG. 40.

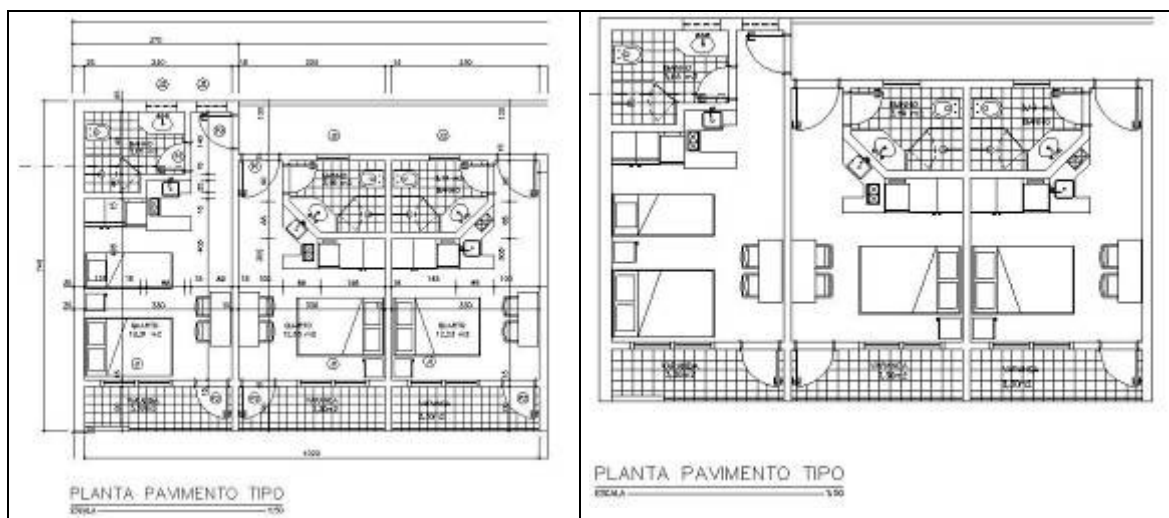


FIGURA 40 – Exemplo de planta (a) com interferência e (b) sem interferência  
Fonte: elaboração do autor.



A primeira fase do protótipo não considera as interferências, devido ao esforço computacional, tendo sido deixado para trabalho futuro, e implementado na fase 2 do protótipo.

#### 5.1.2.1 Taxa de verificação

Taxa de verificação é um valor estipulado pelo usuário para definir a porcentagem de semelhança entre a imagem-chave e a imagem encontrada. O valor ideal seria 100% de semelhança, mas, de acordo com os testes realizados, devem-se considerar as interferências e diferenças de resolução entre a imagem-chave e a imagem inteira. Portanto, podem-se ocorrer pequenas alterações que tornariam as imagens não idênticas, causando desvios no resultado da busca pela imagem idêntica, conforme FIG. 41.

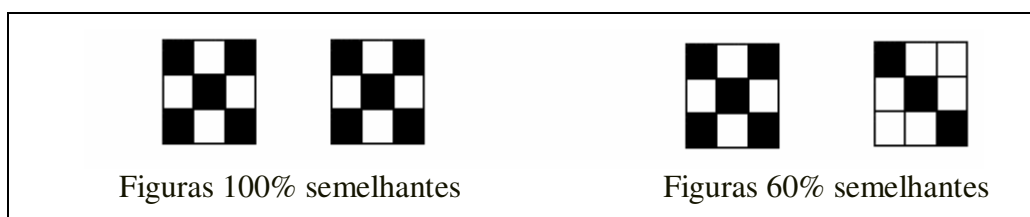


FIGURA 41 - Exemplo de desvios na imagem

Fonte: elaboração do autor.

A taxa de verificação é definida como parâmetro para o algoritmo e especifica o quão semelhante deve ser a imagem-chave de uma possível localização na planta. Taxas de verificação entre 50 % e 70 % mostram bons resultados. Taxas inferiores a 50 % costumam apresentar fortes índices de resultados negativos (o algoritmo encontra falsas imagens-chave), conforme FIG. 42.

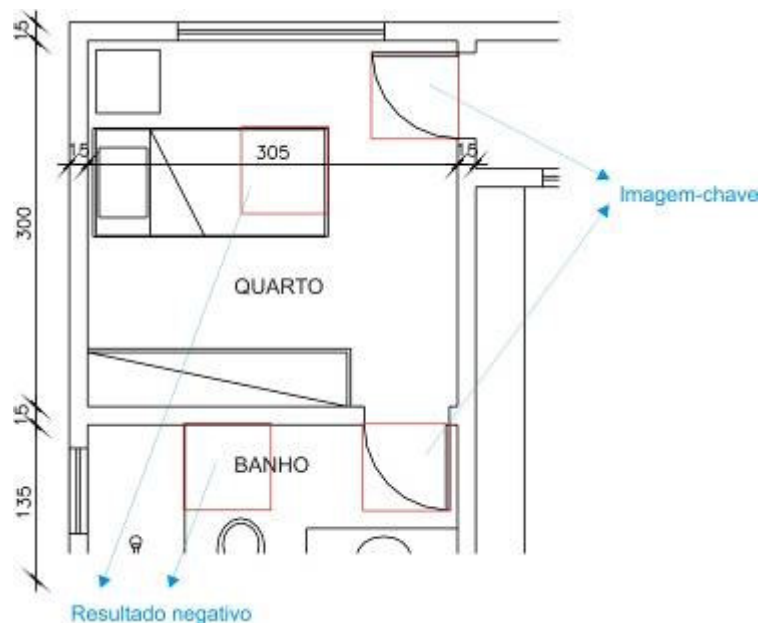


FIGURA 42 - Exemplo de recuperação da imagem-chave  
 Fonte: elaboração do autor.

#### 5.1.2.2 Algoritmo

Com a definição da imagem-chave, o algoritmo percorre a imagem total. A imagem-chave é utilizada como uma máscara para percorrer a imagem total, que começa com a comparação do primeiro ponto do ícone com o primeiro ponto da imagem e, se for igual (preto), guarda a posição do *pixel* no contador; se não (branco), desconsidera e passa para o próximo. A máscara percorre a imagem no sentido da esquerda para a direita e de cima para baixo.

Considerando as doze posições possíveis de um ícone chave em relação às principais rotações e espelho, quatro delas se repetem, formando um total de oito diferentes como mostrado na FIG. 43. Para encontrar todas as opções de rotação e espelhamento da imagem-chave, são necessárias oito maneiras diferentes de procura, e o algoritmo percorre duas vezes, processando quatro opções em cada uma. Na primeira vez, o processamento percorre primeiro a linha e depois a coluna, procurando quatro posições e, na segunda vez, percorre primeiro a coluna e depois a linha, procurando mais quatro opções.

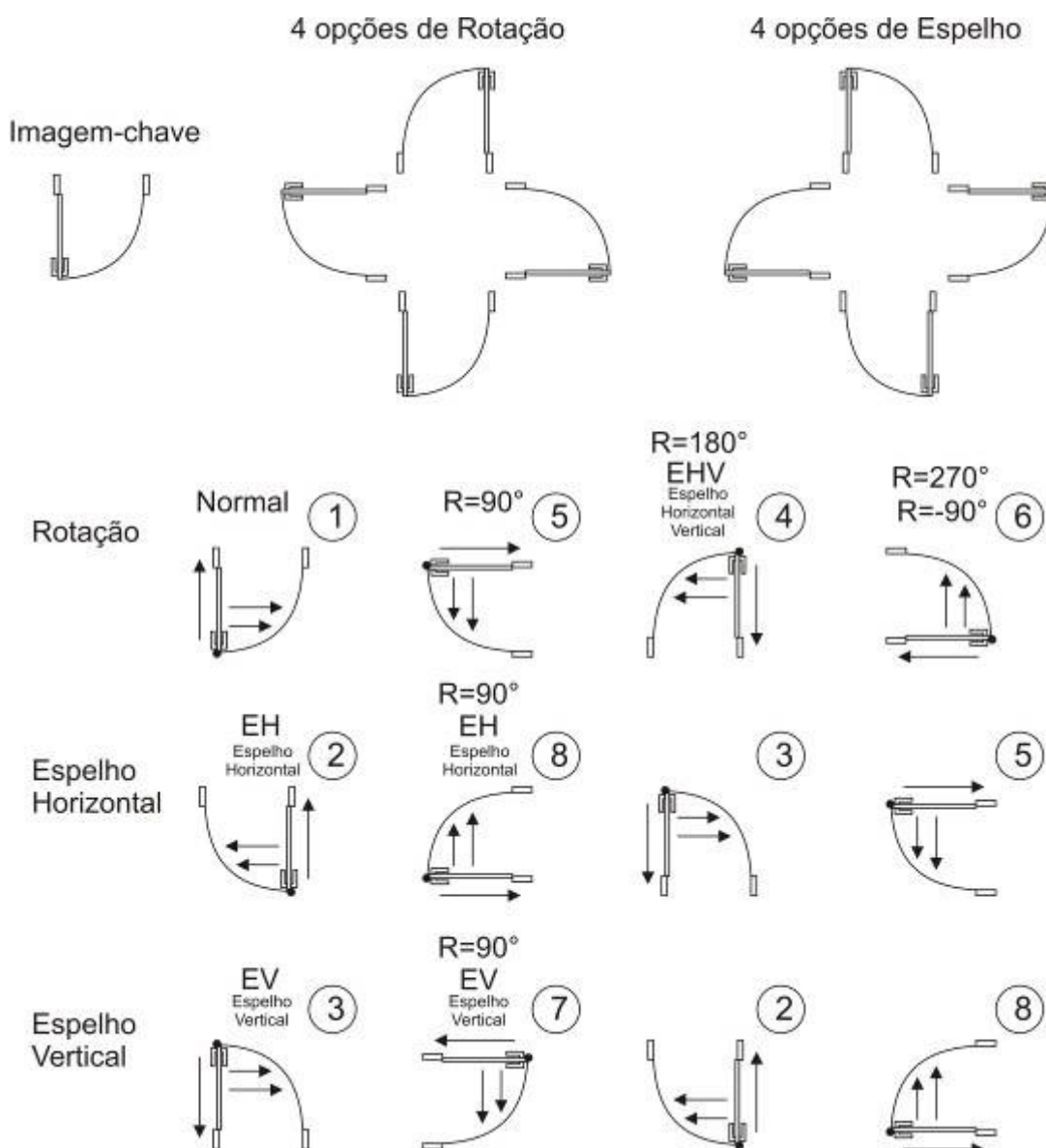


FIGURA 43 - Imagem chave e as variações de rotação e espelho  
 Fonte: elaboração do autor.

De acordo com o sentido no qual a imagem é percorrida, encontra-se imagem-chave em diferentes rotações com o mesmo percurso, conforme FIG. 44. Se o algoritmo percorrer, como mostra a imagem-chave 1, com o sentido das setas, da esquerda para direita e de cima para baixo, é equivalente a percorrer, como mostra a imagem-chave 2, de baixo para cima e da esquerda para direita.

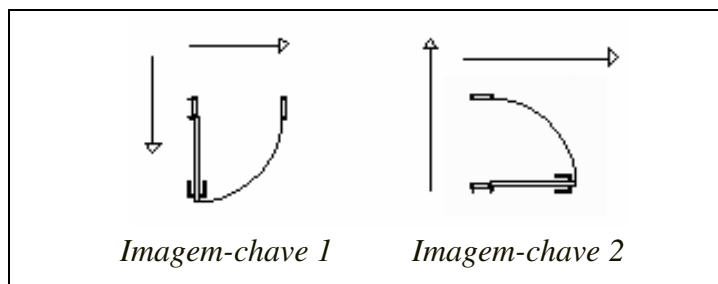


FIGURA 44 - Sentido o qual a imagem é percorrida  
Fonte: elaboração do autor.

Ao longo do desenvolvimento do algoritmo, tornou-se necessário fazer alguns ajustes, com o objetivo de evitar redundâncias e buscar a melhoria da *performance* computacional, através de otimizações.

A primeira otimização diminui o tempo de processamento à medida que elimina os espaços em branco. Se uma posição onde a área correspondente à imagem chave é toda branca, o algoritmo salta um número de colunas igual ao comprimento da amostra, eliminando, assim, um processamento desnecessário, conforme FIG. 45.

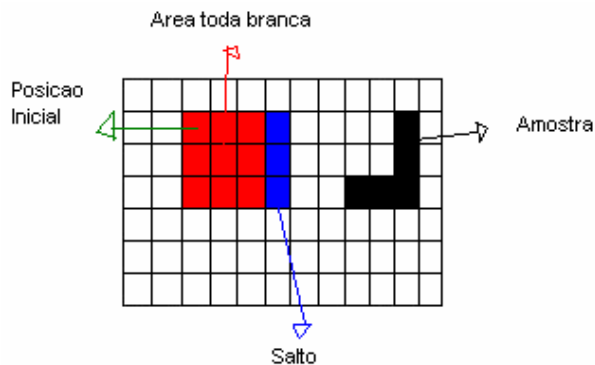


FIGURA 45 - Otimização para espaços em branco da imagem total  
Fonte: elaboração do autor.

A segunda otimização desconsidera as bordas da imagem total. No processo de varredura da imagem, se uma coluna ou uma linha da imagem-chave (máscara) sair da imagem, o restante da área é desconsiderado.

A terceira otimização desconsidera os espaços encontrados anteriormente. Se numa dada posição do desenho técnico, uma imagem-chave já foi encontrada, essa determinada posição não participará mais da busca.

### 5.1.3 Interface - Fase 1

A interface desenvolvida auxilia na entrada e saída de dados do algoritmo, com o objetivo de tornar o protótipo inteligível e de fácil utilização. No menu superior, onde fica a tabela de ícones, há a opção ícones, e o usuário pode escolher qual ele deseja procurar. Em seguida, o usuário informa em qual diretório estão os desenhos técnicos a serem pesquisados.

A FIG. 46 mostra a interface gráfica de saída do algoritmo, contendo a imagem-chave, o desenho técnico com as imagens-chave encontradas destacadas com um retângulo vermelho e um quadro com o nome do arquivo, número de ícones encontrados e tempo decorrido. Nesse exemplo, utilizou-se um computador visto de cima como imagem-chave, e foram encontrados os computadores existentes em uma determinada planta, dentro de um diretório específico.

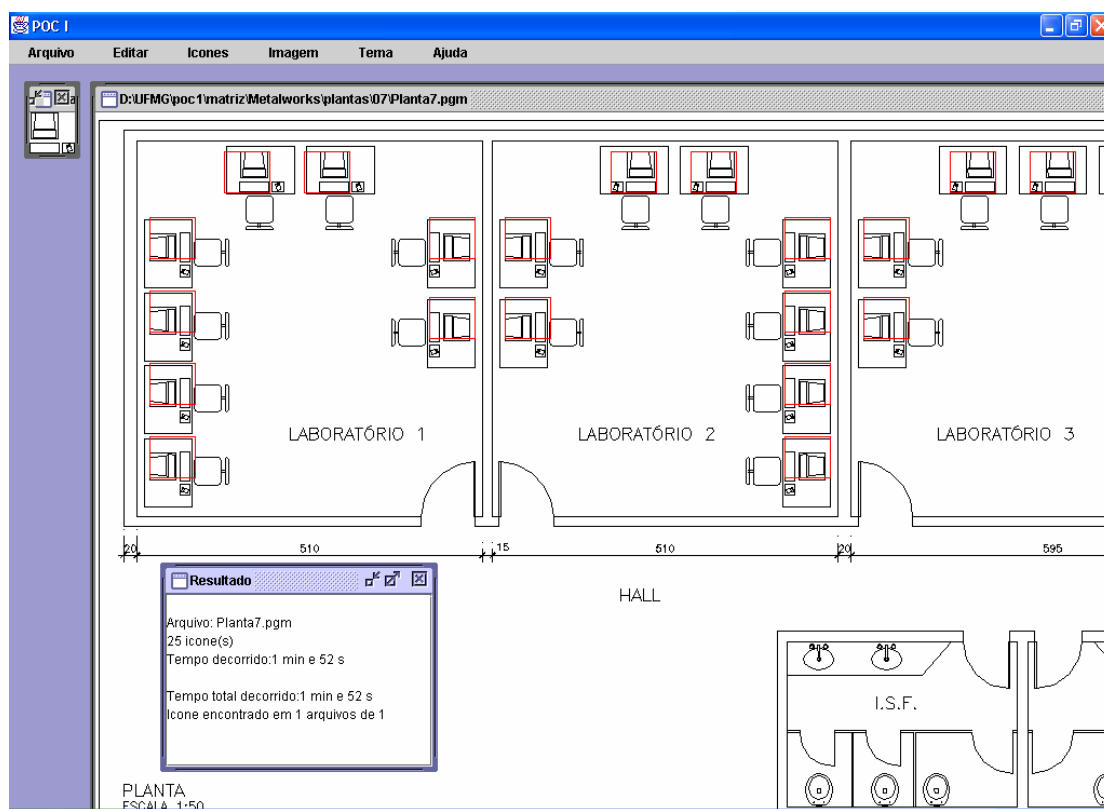


FIGURA 46 - Tela de saída com o resultado da busca de um computador  
Fonte: elaboração do autor.

#### 5.1.4 Testes e resultados obtidos - Fase 1

Foram realizados oito testes com as dez plantas e definidos alguns parâmetros sobre quantas imagens-chave serão pesquisadas e o número total de desenhos técnicos presentes no diretório. É importante definir as escalas e as rotações de acordo com as especificações, para que o processamento não se torne infinito, e definir o tamanho das plantas para que todos os ícones estejam impressos com a mesma medida. A taxa de verificação é a porcentagem de fidelidade da imagem chave com a imagem padrão. Esses parâmetros podem ser arbitrados em valor *default*, ou definidos pelo usuário.

No experimento, foram definidos de maneira genérica os parâmetros abaixo, e cada teste tem a sua especificidade:

- quatro imagens-chave para serem pesquisadas (pia, louça, computador e porta);
- dez plantas de projeto executivo arquitetônico, arquivadas em um único diretório, estão apresentadas no APÊNDICE B;
- os desenhos técnicos estão nas escalas de 1.0, 0.75 e 0.875;
- as rotações definidas em 0 °, 45 °, 90 ° e as variações nos quatro quadrantes;
- as imagens-chave com escala 1.0;
- a taxa de verificação igual a 70%.
- cada imagem contendo um desenho técnico com dimensão de 1148 X 699 *pixels*.

A seguir, são apresentados os testes executados e os resultados obtidos. As tabelas apresentam o resultado da busca de uma imagem chave nas dez plantas, mostra o tempo gasto para processar e apresentar o resultado, o número de amostras encontradas, o número de amostras existentes e os resultados negativos, ou seja, regiões marcadas como encontradas e que não correspondem ao ícone procurado.

Os testes foram feitos em duas etapas, sendo a segunda etapa para identificar o melhor valor da taxa de recuperação.

### Teste 1 (Fase 1): 1ª Etapa

Imagem-chave: pia. O ícone pia é o recipiente utilizado para lavagem de rosto e utensílios que representa peça colocada em áreas molhadas (banho) de projeto arquitetônico. A identificação de um ícone-chave de uma pia, automaticamente, representa um cômodo destinado a banho, lavabo ou simplesmente um lavatório para as mãos. A presença desse ícone na planta identifica uma instalação do projeto hidráulico.



Para este teste, o ícone está na dimensão: 25 X 29 *pixels*.

Parâmetros utilizados:

Escalas 1.0 – Rotações: 0° e 45° – Taxa de verificação: 70%.

Os resultados da busca pela imagem-chave estão listados na TAB. 4. A primeira linha da tabela mostra o tempo gasto no processamento. A segunda linha apresenta o número de imagens-chave encontradas e o número total de imagens-chave existentes no desenho. A terceira linha apresenta os resultados negativos.

TABELA 4  
Resultado da busca da imagem-chave "pia" - taxa de verificação 70%

	<i>Planta 1</i>	<i>Planta 2</i>	<i>Planta 3</i>	<i>Planta 4</i>	<i>Planta 5</i>	<i>Planta 6</i>	<i>Planta 7</i>	<i>Planta 8</i>	<i>Planta 9</i>	<i>Planta 10</i>
Tempo	43s	43s	43s	44s	43s	50s	45s	44s	48s	48s
I/T	2/2	2/2	0/6	0/2	0/2	1/3	2/4	0/0	1/2	1/1
RN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tempo: tempo gasto para processar a imagem

I / T: imagens-chave encontradas / total de imagens-chave reais do desenho

RN: resultados negativos encontrados.

Fonte: elaboração do autor.

De acordo com a TAB. 4, o resultado teve 100% de acerto nas planta 1, 2 e 10. As plantas 3, 4 e 5 obtiveram resultados insatisfatórios à medida que não se recuperou nenhum dos ícones presentes no desenho, devido aos ícones estarem em escala e rotação diferentes das especificadas. A busca na planta 8 obteve 100% de acerto, 0/0 significa que não se encontrou

nenhuma imagem-chave e não existia nenhuma na planta. Os resultados das buscas nas plantas 7 e 9 obtiveram 50% de acerto, e na planta 6 obteve 33%.

O tempo gasto no processamento variou o intervalo entre 43 a 50 segundos. O teste 1 não apresentou qualquer resultado negativo, ou seja, todas as imagens-chave encontradas estão corretas e correspondem ao ícone procurado.

A FIG. 47 apresenta o resultado da busca pela imagem-chave (pia) na planta 1 do APÊNDICE B. Mostra uma taxa de recuperação da imagem-chave com 100% de acerto, tendo em vista que o protótipo encontrou todos os ícones referentes à busca. De acordo com a interface, os ícones encontrados aparecem destacados por um retângulo vermelho.

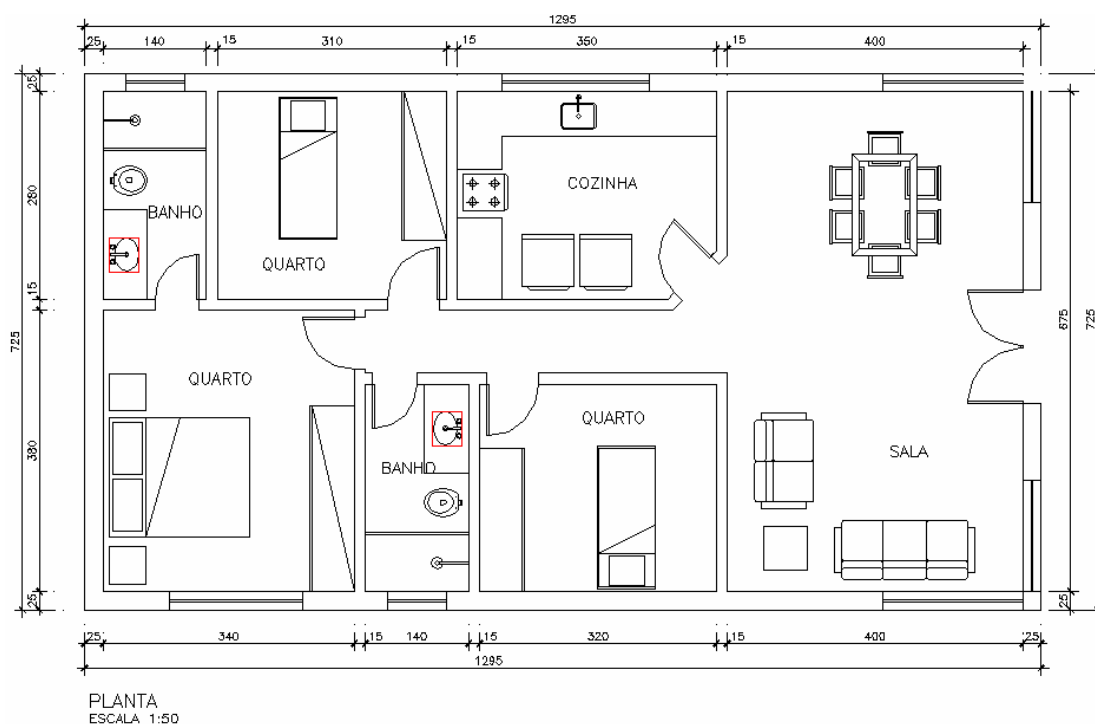


FIGURA 47 - Planta 1 com o resultado da busca pela imagem-chave (pia)

Fonte: elaboração do autor.



### Teste 2 (Fase 1): 1ª Etapa

Imagem-chave: louça. O ícone louça é uma peça sanitária que representa áreas molhadas (banho) de projeto arquitetônico. A identificação de um ícone chave de uma louça, automaticamente, representa um cômodo destinado à instalação sanitária. A presença desse ícone na planta identifica uma instalação do projeto hidráulico.



Para este teste, o ícone está na dimensão: 32 X 26 pixels.

Parâmetros utilizados:

Escala 1.0 – Rotações: 0° e 45° – Taxa de verificação: 70%.

Os resultados da busca pela imagem-chave estão listados na TAB. 5.

TABELA 5  
Resultado da busca da imagem-chave "louça"- taxa de verificação 70%

	<i>Planta 1</i>	<i>Planta 2</i>	<i>Planta 3</i>	<i>Planta 4</i>	<i>Planta 5</i>	<i>Planta 6</i>	<i>Planta 7</i>	<i>Planta 8</i>	<i>Planta 9</i>	<i>Planta 10</i>
Tempo	46s	44s	45s	53s	51s	54s	48s	49s	52s	50s
I/T	1/2	2/2	0/6	1/2	2/2	4/4	4/4	0/0	1/2	0/1
RN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tempo: tempo gasto para processar a imagem

I / T: imagens-chave encontradas / total de imagens-chave reais do desenho

RN: resultados negativos encontrados.

Fonte: elaboração do autor.

De acordo com a TAB. 5, o resultado teve 100% de acerto nas plantas 2, 5, 6 e 7. A planta 3 obteve resultado insatisfatório tendo em vista que não recuperou nenhum dos seis ícones presentes no desenho, pelo fato de estarem em escala diferente das especificadas. O ícone aparece reduzido em relação ao original, o que levou à perda de resolução para a recuperação da imagem-chave. A busca na planta 8 obteve 100% de acerto, 0/0 significa que não encontrou nenhuma imagem-chave e não existia nenhuma na planta. O resultado da busca nas plantas 1,4 e 9 obtiveram 50% de acerto. O tempo gasto no processamento variou no intervalo 44 a 54 segundos.

De acordo com o resultado obtido no teste 2, não foi observado qualquer resultado negativo, ou seja, todas as imagens-chave encontradas estão corretas e correspondem ao ícone procurado.

A FIG. 48 apresenta o resultado da busca pela imagem-chave (louça) na planta 4 do APÊNDICE B, o que mostra uma taxa de recuperação da imagem-chave com 50% de acerto. O protótipo encontrou metade dos ícones procurados. De acordo com a interface, os ícones encontrados aparecem destacados por um quadrado vermelho.

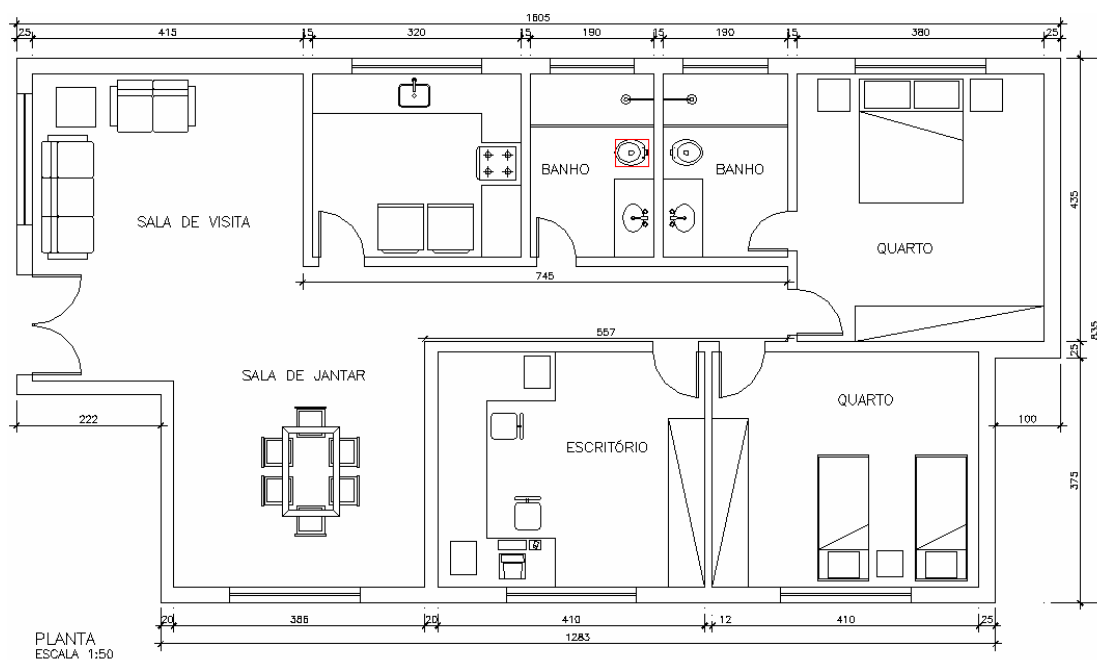


FIGURA 48 - Planta 4 com o resultado da busca pela imagem-chave (louça)  
Fonte: elaboração do autor.

### Teste 3 (Fase 1): 1ª Etapa

Imagem-chave: computador. O ícone computador representa um equipamento eletrônico que necessita de instalações elétricas específicas e interfere diretamente na construção do projeto arquitetônico. A presença desse ícone na planta identifica uma instalação do projeto elétrico.



Para este teste, o ícone está na dimensão: 42 X 38 pixels.

Parâmetros utilizados:

Escala 1.0 – Rotações: 0° e 45° – Taxa de verificação: 70%.

Resultados da busca pela imagem-chave estão listados na TAB. 6.

TABELA 6  
Resultado da busca da imagem-chave "computador"- taxa de verificação 70%

	<i>Planta</i> <b>1</b>	<i>Planta</i> <b>2</b>	<i>Planta</i> <b>3</b>	<i>Planta</i> <b>4</b>	<i>Planta</i> <b>5</b>	<i>Planta</i> <b>6</b>	<i>Planta</i> <b>7</b>	<i>Planta</i> <b>8</b>	<i>Planta</i> <b>9</b>	<i>Planta</i> <b>10</b>
Tempo	2min 20s	2min 40s	2min 30s	2min 29s	2min 21s	2min 25s	2min 7s	3min 4s	2min 27s	3min 10s
I/T	0/0	0/0	0/0	1/1	0/0	8/8	25/25	11/20	1/1	2/4
RN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tempo: tempo gasto para processar a imagem

I / T: imagens-chave encontradas / total de imagens-chave reais do desenho

RN: resultados negativos encontrados.

Fonte: elaboração do autor.

De acordo com a TAB. 6, o resultado teve 100% de acerto nas plantas 4, 6, 7 e 9. O resultado da busca nas plantas 1, 2, 3 e 5 obteve 100% de acerto, 0/0 significa que não encontrou imagem-chave onde não existia. O resultado da busca nas plantas 8 e 10 obteve 50% de acerto. A planta 8 apresenta 20 ícones de computador e, propositalmente, a planta contém interferências de linhas de cota e viga e alguns ícones com rotação de 45°.

O tempo gasto no processamento variou no intervalo de 2 minutos e 4 segundos a 2 minutos e 30 segundos, mostrando que o nível de complexidade e o tamanho do ícone afetam diretamente o tempo de processamento.

De acordo com o resultado obtido no teste 3, este não apresenta nenhum resultado negativo, ou seja, todas as imagens-chave encontradas estão corretas e correspondem ao ícone procurado.

A FIG. 49 apresenta o resultado da busca pela imagem-chave (computador) na planta 7 do APÊNDICE B. Mostra uma taxa de recuperação da imagem-chave com 100% de acerto. O protótipo encontrou todos os ícones procurados. De acordo com a interface, os ícones encontrados aparecem destacados por um quadrado vermelho.

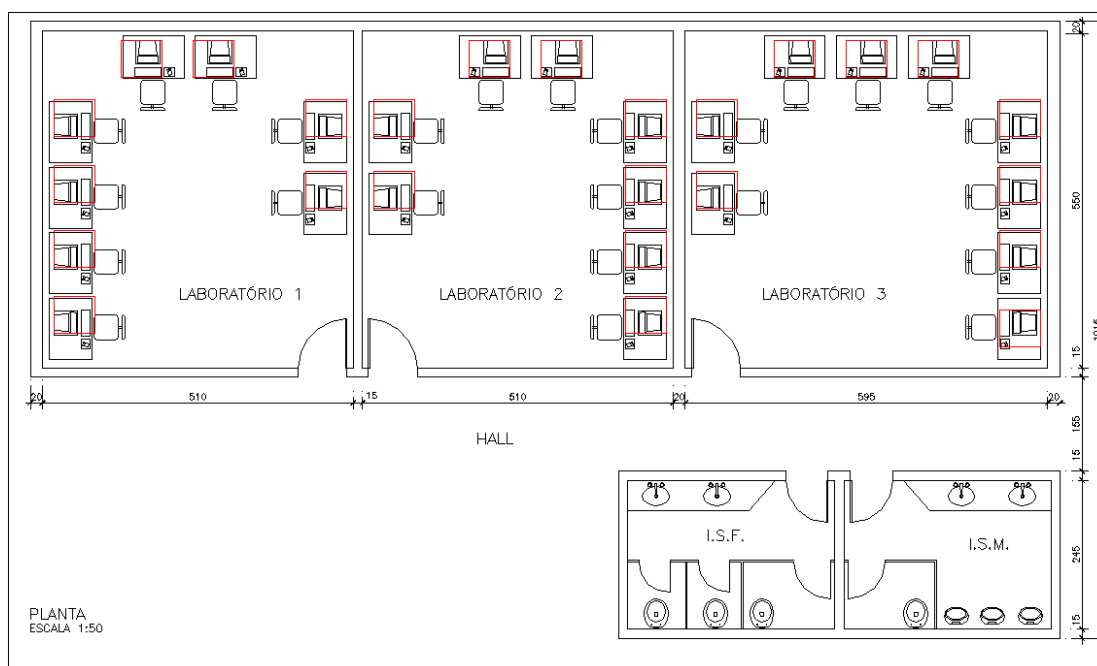
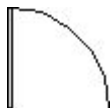


FIGURA 49 - Planta 7 com o resultado da busca pela imagem-chave (computador)  
Fonte: elaboração do autor.

### Teste 4 (Fase 1): 1ª Etapa

Imagem-chave: porta. O ícone porta representa o acesso aos diferentes cômodos de uma edificação. A presença desse ícone na planta identifica os acessos e interligações entre os cômodos.



Para este teste, o ícone está na dimensão: 51 X 51 *pixels*.

Parâmetros utilizados:

Escalas 1.0, 0.875 e 0.75 – Rotações: 0° e 45° – Taxa de verificação: 70%.

Os resultados da busca pela imagem-chave estão listados na TAB. 7.

TABELA 7  
Resultado da busca da imagem-chave 'porta' - taxa de verificação 70%

	<i>Planta</i> <b>1</b>	<i>Planta</i> <b>2</b>	<i>Planta</i> <b>3</b>	<i>Planta</i> <b>4</b>	<i>Planta</i> <b>5</b>	<i>Planta</i> <b>6</b>	<i>Planta</i> <b>7</b>	<i>Planta</i> <b>8</b>	<i>Planta</i> <b>9</b>	<i>Planta</i> <b>10</b>
Tempo	6min 9s	5min 57s	5min 34s	6min 21s	6min 19s	6min 24s	6min 6s	6min 13s	6min 26s	6min 10s
I/T	8/8	9/10	2/18	8/8	8/10	6/10	5/9	0/0	8/8	2/4
RN	3	4	18	13	2	4	4	32	2	0

Tempo: tempo gasto para processar a imagem

I / T: imagens-chave encontradas / total de imagens-chave reais do desenho

RN: resultados negativos encontrados.

Fonte: elaboração do autor.

De acordo com a TAB. 7, o resultado mostra 100% de acerto nas plantas 1, 4 e 9. Os resultados das plantas 2, 5, 6 e 7 apresentaram satisfatórios e encontraram acima de 60% do esperado. O resultado da planta 10 apresenta 50% de acerto. O resultado da busca na planta 8 obteve 100% de acerto, 0/0 significa que não encontrou qualquer imagem-chave onde realmente não existia. A planta 3 apresenta resultados insatisfatórios, encontrou 2 ícones onde existem 18. Esse resultado ocorreu principalmente devido à variação de escala e rotação, sendo que os ângulos de rotação e os valores de escala são diferentes dos especificados dentro do intervalo, portanto, não há parâmetros para o algoritmo encontrá-los.

O tempo gasto no processamento variou no intervalo de 5 minutos e 34 segundos a 6 minutos e 26 segundos, mostrando que o nível de complexidade e o tamanho do ícone afetam diretamente o tempo de processamento. Este teste aponta outro fator que interfere no tempo de processamento, que é a quantidade de ícones presentes nos desenhos.

Os resultados obtidos no teste 4 mostraram resultados negativos, ou seja, foram encontradas algumas imagens que não correspondem à imagem-chave. Esse fato ocorre porque o ícone não tem uma forma detalhada como as imagens-chave dos testes anteriores, dando margem a encontrar imagens semelhantes na forma, podendo comprometer os resultados. As plantas 1, 2, 5, 6, 7 e 9 apresentam resultados negativos aceitáveis, com baixa porcentagem. A planta 10 não apresenta resultado negativo. A planta 3 apresenta alto índice de resultado negativo, devido à variação de escala e rotação que não foram especificadas. A planta 8 apresenta alto índice de resultados negativos devido ao nível de interferências de linhas de cotas e vigas presentes no desenho.

A FIG. 50 apresenta o resultado da busca pela imagem-chave (porta) na Planta 5 do APÊNDICE B. De acordo com os resultados apresentados na TAB. 7, pode-se perceber, na FIG. 50 que o índice de imagens-chave encontradas, dividido pelo número total de imagens-chave existentes no desenho de 8/10, significa que existem 10 imagens-chave de portas e foram encontradas 8. Observando a FIG. 50, verifica-se que existem duas imagens-chave de porta que não foram encontradas pelo protótipo: uma está na parte superior e a outra na parte inferior do desenho. Apresenta dois resultados negativos, marcando como imagem-chave recuperada, uma parte da cama e uma parte do banho onde não existe a imagem-chave. Esses resultados negativos são encontrados quando ocorre um erro de processamento do algoritmo e então ele localiza imagens próximas à imagem-chave que não representam as procuradas. Essa fragilidade foi reavaliada e foram implementadas melhorias na segunda etapa do protótipo, reduzindo-se essa recuperação negativa.

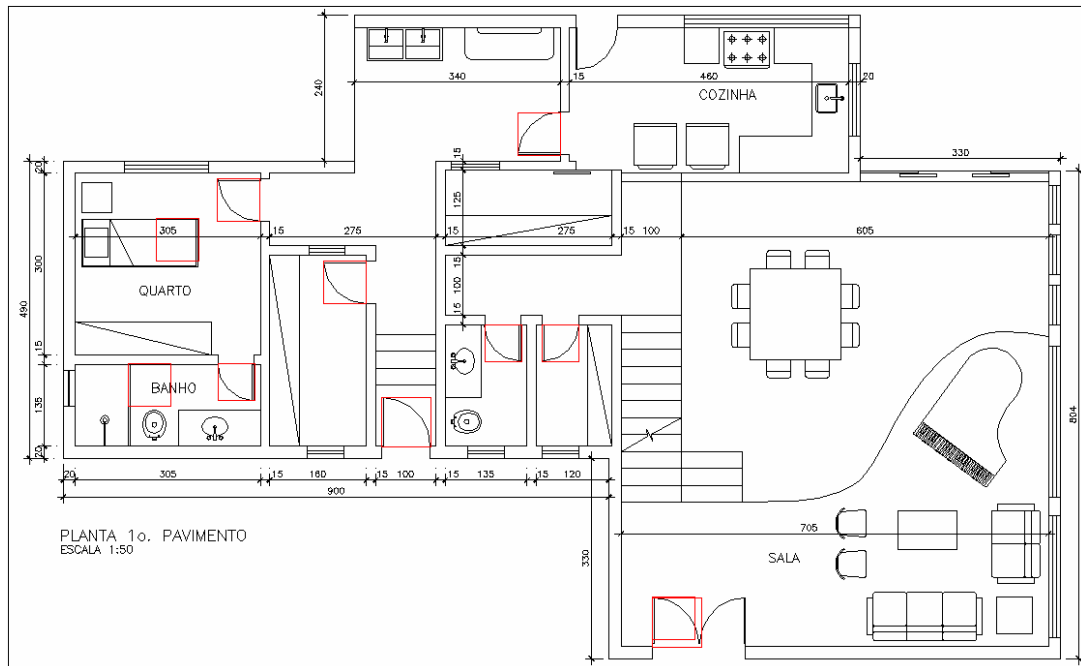


FIGURA 50 - Planta 5 com o resultado da busca pela imagem-chave (porta)  
Fonte: elaboração do autor.

### Teste 5 (Fase 1): 2ª Etapa

O teste 5 utiliza a mesma imagem do teste 1 para identificar o melhor valor da taxa de recuperação.

Imagem-chave: pia.



Para este teste, o ícone está na dimensão: 25 X 29 *pixels*.

Parâmetros utilizados:

Escala 1.0 – Rotações: 0° e 45° – Taxa de verificação: 80%.

Os resultados da busca pela imagem-chave estão listados na TAB. 8. Este teste comprova a influência da porcentagem da taxa de verificação em comparação com o teste 1, que utiliza os mesmos parâmetros em relação ao tamanho da imagem-chave, escala e rotações.

TABELA 8  
Resultado da busca da imagem-chave "pia" - taxa de verificação 80%

	<i>Planta</i> <b>1</b>	<i>Planta</i> <b>2</b>	<i>Planta</i> <b>3</b>	<i>Planta</i> <b>4</b>	<i>Planta</i> <b>5</b>	<i>Planta</i> <b>6</b>	<i>Planta</i> <b>7</b>	<i>Planta</i> <b>8</b>	<i>Planta</i> <b>9</b>	<i>Planta</i> <b>10</b>
Tempo	43s	43s	43s	44s	43s	50s	45s	44s	48s	48s
I/T	1/2	1/2	0/6	0/2	0/2	0/3	0/4	0/0	0/2	0/1
RN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tempo: tempo gasto para processar a imagem

I / T: imagens-chave encontradas / total de imagens-chave reais do desenho

RN: resultados negativos encontrados.

Fonte: elaboração do autor.

Comparando os resultados da TAB. 8 com a TAB. 4, verifica-se que a taxa de verificação altera diretamente os resultados encontrados. Aumentando a taxa de verificação de 70% no teste 1 para 80% no teste 5, o número de resultados encontrados em relação ao total diminui. Isso prova que não adianta aumentar a taxa de verificação, pois ela pode gerar resultados negativos.

O tempo gasto no processamento do teste 1 e 5 manteve-se o mesmo, comprovando que o valor da taxa de verificação não afeta o tempo. O mesmo ocorre com o número de resultados negativos, que não foram afetados pela alteração da taxa de verificação.



### Teste 6 (Fase 1): 2ª Etapa

O teste 6 utiliza a mesma imagem do teste 2 para identificar o melhor valor da taxa de recuperação.

Imagem-chave: louça.



Para este teste, o ícone está na dimensão: 32 X 26 pixels.

Parâmetros utilizados:

Escalas 1.0 – Rotações: 0° e 45° – Taxa de verificação: 80%

Resultados da busca pela imagem-chave estão listados na TAB. 9. Da mesma forma que o teste 5, o teste 6 comprova a influência da porcentagem da taxa de verificação em comparação com o teste 2 e utiliza os mesmos parâmetros em relação ao tamanho da imagem-chave, escala e rotações.

TABELA 9  
Resultado da busca da imagem-chave "louça" - taxa de verificação 80%

	<i>Planta</i> <b>1</b>	<i>Planta</i> <b>2</b>	<i>Planta</i> <b>3</b>	<i>Planta</i> <b>4</b>	<i>Planta</i> <b>5</b>	<i>Planta</i> <b>6</b>	<i>Planta</i> <b>7</b>	<i>Planta</i> <b>8</b>	<i>Planta</i> <b>9</b>	<i>Planta</i> <b>10</b>
Tempo	46s	44s	45s	53s	51s	54s	48s	49s	52s	50s
I/T	1/2	0/2	0/6	1/2	1/2	0/4	0/4	0/0	1/2	0/1
RN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tempo: tempo gasto para processar a imagem

I / T: imagens-chave encontradas / total de imagens-chave reais do desenho

RN: resultados negativos encontrados.

Fonte: elaboração do autor.

Comparando os resultados da TAB. 9 com a TAB. 5, comprova-se que a taxa de verificação altera os resultados. A taxa de verificação de 70% utilizada no teste 2 foi alterada para 80% no teste 6 e diminui o número de resultados encontrados em relação ao total.

O tempo gasto no processamento dos testes 1 e 5 manteve-se o mesmo, comprovando que o valor da taxa de verificação não afeta o tempo. O mesmo ocorre com o número de resultados negativos que não foram afetados pela alteração da taxa de verificação.

### Teste 7 (Fase 1): 2ª Etapa

O teste 7 utiliza a mesma imagem do teste 1 e do teste 5 para identificar o melhor valor da taxa de recuperação.

Imagem-chave: pia.



Para este teste, o ícone está na dimensão: 25 X 29 pixels.

Parâmetros utilizados:

Escalas 1.0 – Rotações: 0° e 45° – Taxa de verificação: 50%.

Os resultados da busca pela imagem-chave estão listados na TAB. 10. O teste 7 comprova o melhor resultado com a taxa de verificação de 50% em comparação com os testes 1 e 5, utilizando os mesmos parâmetros em relação ao tamanho da imagem-chave, escala e rotações.

TABELA 10  
Resultado da busca da imagem-chave "pia" - taxa de verificação 50%

	<i>Planta</i> <b>1</b>	<i>Planta</i> <b>2</b>	<i>Planta</i> <b>3</b>	<i>Planta</i> <b>4</b>	<i>Planta</i> <b>5</b>	<i>Planta</i> <b>6</b>	<i>Planta</i> <b>7</b>	<i>Planta</i> <b>8</b>	<i>Planta</i> <b>9</b>	<i>Planta</i> <b>10</b>
Tempo	43s	43s	43s	44s	43s	50s	45s	44s	48s	48s
I/T	2/2	2/2	0/6	2/2	2/2	4/4	4/4	0/0	2/2	0/1
RN	0	4	0	0	3	0	0	2	0	4

Tempo: tempo gasto para processar a imagem

I / T: imagens-chave encontradas / total de imagens-chave reais do desenho

RN: resultados negativos encontrados.

Fonte: elaboração do autor.

Comparando os resultados da TAB. 10 com a TAB. 4 e TAB. 8 chega-se à conclusão de que a taxa de verificação de 50% obteve o melhor resultado. Este chega perto da situação ideal de 100% de recuperação dos desenhos. Apresenta resultados fora da situação ideal na planta 3, que é composta por um desenho técnico com diferentes escalas e rotações em relação à imagem-chave. Portanto, o resultado da planta 3 deve ser descartado, por não ser possível processá-lo dentro dos parâmetros estabelecidos no protótipo.

A taxa de verificação influencia o número de resultados negativos, pois considera ícones que não são idênticos à imagem-chave.

### Teste 8 (Fase 1): 2ª Etapa

O teste 8 utiliza a mesma imagem do teste 2 e do teste 6 para identificar o melhor valor da taxa de recuperação.

Imagem-chave: louça.



Para este teste, o ícone está na dimensão: 32 X 26 pixels.

Parâmetros utilizados:

Escalas 1.0 – Rotações: 0° e 45° – Taxa de verificação: 50%.

Os resultados da busca pela imagem-chave estão listados na TAB. 11. Da mesma forma que o teste 7, o teste 8 comprova o melhor resultado com a taxa de verificação de 50% em comparação aos testes 2 e 6, utilizando os mesmos parâmetros em relação ao tamanho da imagem-chave, escala e rotações.

**TABELA 11**  
Resultado da busca da imagem-chave "louça" - taxa de verificação 50%

	<i>Planta</i> <b>1</b>	<i>Planta</i> <b>2</b>	<i>Planta</i> <b>3</b>	<i>Planta</i> <b>4</b>	<i>Planta</i> <b>5</b>	<i>Planta</i> <b>6</b>	<i>Planta</i> <b>7</b>	<i>Planta</i> <b>8</b>	<i>Planta</i> <b>9</b>	<i>Planta</i> <b>10</b>
Tempo	46s	44s	45s	53s	51s	54s	48s	49s	52s	50s
I/T	2/2	2/2	0/6	2/2	2/2	4/4	4/4	0/0	2/2	1/1
RN	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

Tempo: tempo gasto para processar a imagem

I / T: imagens-chave encontradas / total de imagens-chave reais do desenho

RN: resultados negativos encontrados.

Fonte: elaboração do autor.

O teste 8 comprova os resultados encontrados no teste 7. Comparando os resultados da TAB. 11 aos da TAB. 5 e TAB. 9, chega-se à conclusão de que a taxa de verificação de 50% obteve o melhor resultado em relação ao número de imagens-chave encontradas em proporção ao total de imagens-chave presentes no desenho. O resultado encontrado chega perto de 100% de recuperação dos desenhos desejados; apresenta resultados fora da situação ideal na planta 3, que é composta por um desenho técnico com diferentes escalas e rotações em relação à imagem-chave. Da mesma forma que apresentado na conclusão do teste 7, deve ser descartado o resultado da Planta 3, por não ser possível o processamento de acordo com os parâmetros estabelecidos no protótipo.

A taxa de verificação influencia no número de resultados negativos, pois considera ícones que não são idênticos à imagem-chave. Este teste encontra um resultado negativo na planta 9.

### 5.1.5 Avaliação – Fase 1

De acordo com os testes e resultados obtidos na fase 1 do protótipo, chega-se a conclusões parciais que dão origem a modificações desenvolvidas na Fase 2.

Os parâmetros referentes ao tamanho da imagem-chave afetam diretamente o tempo de processamento, ou seja, quanto maior o tamanho da imagem em *pixel*, maior será o tempo de processamento. A resolução e o número de detalhes influenciam o tamanho da imagem; isso significa que, para se obter um bom nível de detalhamento na imagem-chave, é requerido muito tempo de processamento, conforme o GRAF. 1.

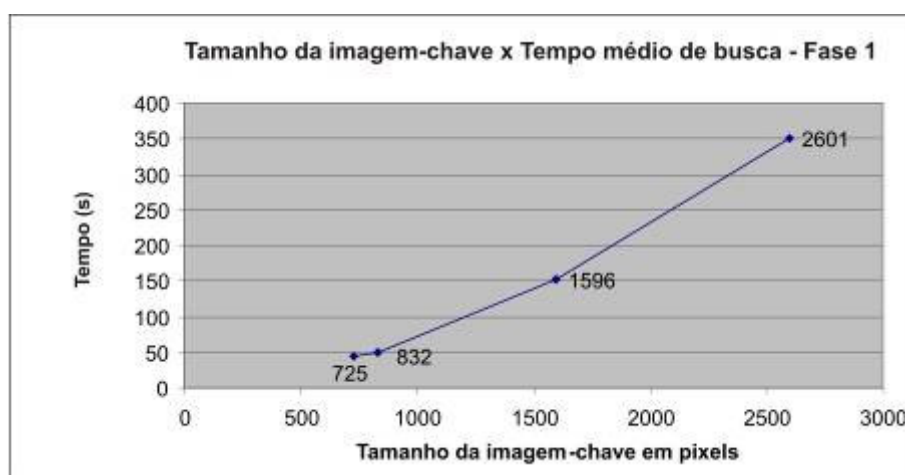


GRÁFICO 1 – Tamanho da imagem-chave x Tempo médio de busca - Fase 1  
Fonte: elaboração do autor.

De acordo com os testes realizados, o parâmetro 50% para a taxa de verificação apresenta o melhor resultado em relação à porcentagem de acerto das imagens recuperadas. Aumenta-se a taxa de verificação e diminui-se a porcentagem de acerto. Como mostra o GRAF. 2, o resultado da busca para imagem-chave (pia), nos testes 1, 5 e 7, apresenta acerto de 100% nas plantas 1, 2, 4, 5, 6, 7 e 9. As plantas 3 e 10 apresentam uma porcentagem de acerto pequena, porque a imagem-chave encontra-se em outra escala e rotação. Este é um ponto importante para desenvolvimento de trabalhos futuros na busca de soluções computacionais, para melhorar a lógica do algoritmo em rotações diferentes, como por exemplo, aplicar as transformadas de *fourier* e *affins* propostas por Sadegh e Mokhtarian

(1999). A planta 8 apresentou 0% de imagem encontrada exatamente por não possuir o ícone da imagem-chave na imagem total.

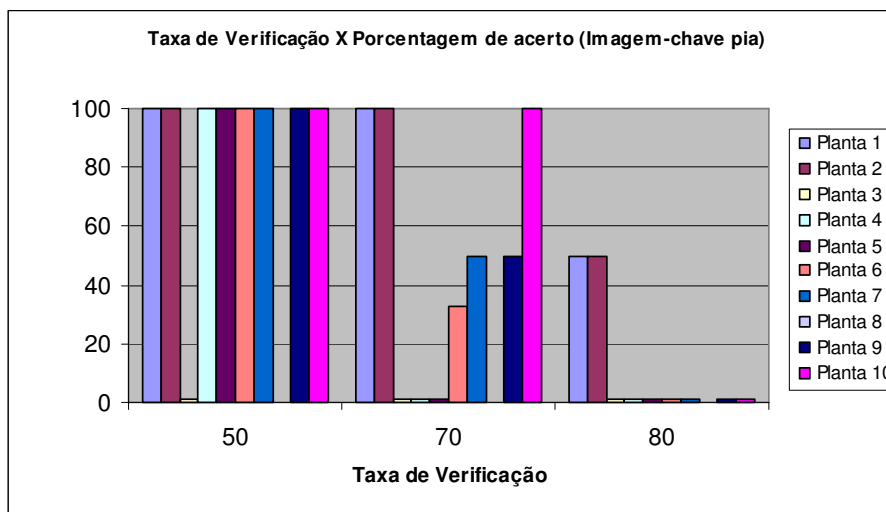


GRÁFICO 2 - Porcentagem de acerto x Taxa de verificação (Imagem-chave pia)  
Fonte: elaboração do autor.

O GRAF. 3 apresenta a porcentagem de acerto *versus* a taxa de verificação para a imagem-chave louça. A imagem procurada apresenta um resultado de 100% de acerto nas plantas 1, 2, 4, 5, 6, 7, 9 e 10. A planta 3 apresenta uma porcentagem de acerto pequena, porque o ícone procurado encontra-se em outra escala e na rotação diferente da conhecida. A planta 8 apresentou 0% de imagem encontrada, exatamente por não possuir o ícone da imagem-chave na imagem total.

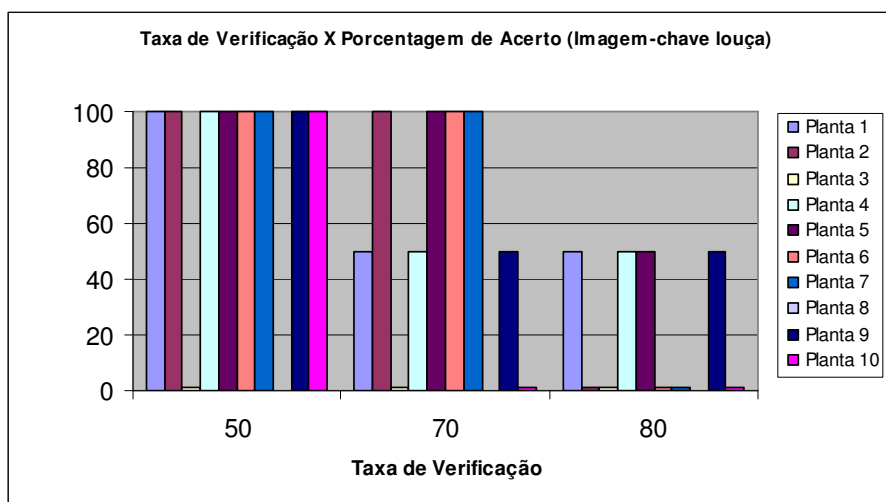


GRÁFICO 3 - Porcentagem de acerto x Taxa de verificação (Imagem-chave louça)  
Fonte: elaboração do autor.

O GRAF. 4 apresenta a porcentagem de recuperação da imagem-chave pia no diretório contendo as dez plantas do APÊNDICE B, com a taxa de verificação de 50%, que representa de acordo como GRAF. 2, os melhores resultados.

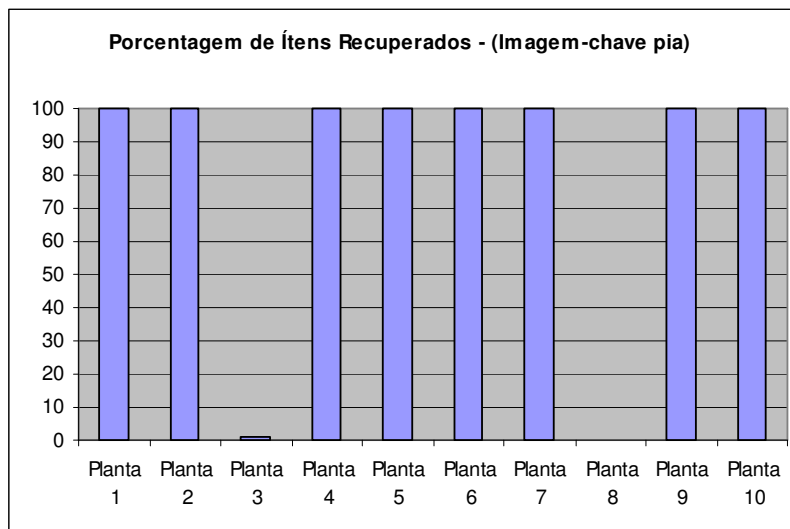


GRÁFICO 4 - Porcentagem itens recuperados (Imagem-chave pia)  
Fonte: elaboração do autor.

O GRAF. 5 apresenta a porcentagem de recuperação da imagem-chave louça na amostra contendo as dez plantas do APÊNDICE B, com a taxa de verificação de 50%, que representa de acordo como GRAF. 3, os melhores resultados.

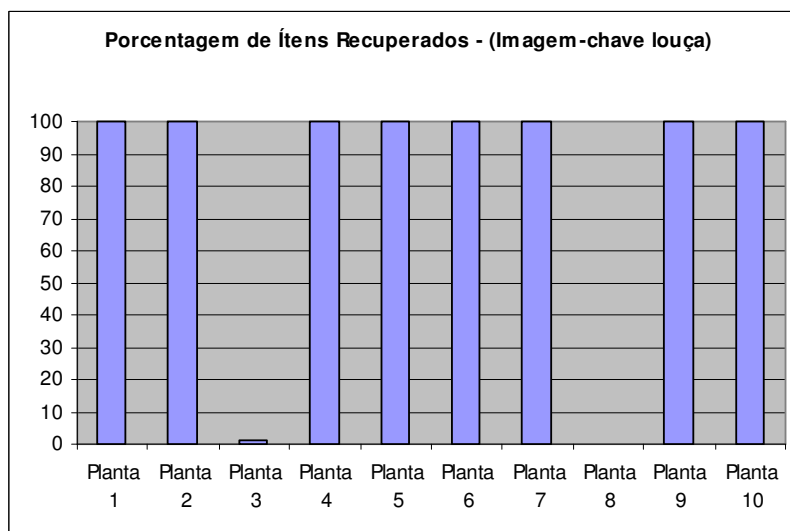


GRÁFICO 5 - Porcentagem itens recuperados (Imagem-chave louça)  
Fonte: elaboração do autor.

Os GRAF. 4 e 5 apresentam resultados satisfatórios com taxa de recuperação de 100% nas Plantas 1, 2, 4, 5, 6, 7, 9 e 10. Os gráficos apresentam resultados insatisfatórios para a planta 3, devido ao fato de a variação da imagem chave em escalas e rotações não terem sido especificadas. Esse resultado comprova que a definição da escala e da rotação influencia diretamente na recuperação. A planta 8 também mostrou resultados insatisfatórios, justificados pela presença de interferências.

#### 5.1.6 Conclusão – Fase 1

Os resultados obtidos na fase 1 apresentam três conclusões parciais:

1. O protótipo mostra resultado satisfatório na recuperação de desenhos técnicos através da seleção de uma imagem-chave, e recupera 100% dos desenhos que possuem ícones idênticos ao selecionado para a pesquisa;
2. Como trabalhos futuros, torna-se necessário implementar funções mais apuradas para considerar variações de escala e rotação com maior nível de acerto;
3. O tempo e o custo operacional, com o processamento no momento da busca, são viáveis, considerando plantas simples; mas para ampliar o uso em base de dados mais consistentes, e tornar o sistema de recuperação eficiente e eficaz, torna-se necessário diminuir o tempo de recuperação.

Com o objetivo de viabilizar o protótipo para conseguir a recuperação de forma eficiente e eficaz, principalmente em relação ao tempo de espera na busca da informação, implementou-se a fase 2 do protótipo.

A solução para viabilizar o protótipo e partir para a fase 2 do desenvolvimento foi a introdução do pré-processamento dos documentos. O pré-processamento consiste em indexar as informações visuais contidas no documento e armazená-las para serem utilizadas no momento da busca.

Com as conclusões obtidas na primeira fase, desenvolve-se a segunda fase.

## 5.2 Protótipo - Fase 2

Esta fase inclui o modelo completo e compreende as seguintes partes que não foram implementadas na primeira fase: a definição das categorias, a utilização do esquema de classificação, metadados textuais e metadados visuais e o pré-processamento dos documentos. Utiliza o esquema de classificação para a indexação dos documentos e torna viável o processamento em grandes bases de dados, por filtrar o número de documentos pesquisados, reduzindo o número de desenhos processados e o esforço computacional. A indexação torna a recuperação da informação rápida e eficaz no momento da busca.

Os índices são compostos dos metadados administrativos, técnicos e visuais. Durante a entrada de dados no sistema, o algoritmo armazena os atributos administrativos e técnicos no banco de dados, classifica cada desenho de acordo com suas categorias, consulta a correspondente tabela dos metadados visuais e processa, procurando e armazenando em uma base de dados, os ícones idênticos e semelhantes encontrados.

No método, o indexador interpreta o desenho técnico e define as categorias no momento do arquivamento. As categorias podem estar explícitas (ou seja, escritas no desenho) ou implícitas, se o indexador observar o desenho é possível identificá-las. Após a identificação das três categorias (tipo, processo e forma), é feita a entrada de dados dos atributos textuais compostos dos atributos administrativos e técnicos. De acordo com a identificação e a interseção das três categorias, tem-se a tabela de metadados visuais. O algoritmo processa as três categorias (tipo, processo e forma) e, de acordo com a composição das três, aponta para a tabela de metadados visuais possíveis de serem pesquisados. Os metadados textuais são preenchidos no momento da indexação, bem como os metadados visuais são processados, automaticamente, através do algoritmo que funciona como um motor de busca, procurando os ícones semelhantes à imagem-chave. A indexação dos documentos alimenta o banco de dados.

A segunda contribuição da fase 2 é a adoção de um sistema híbrido, utilizando banco de dados com metadados textuais (administrativos e técnicos) e visuais para a organização e recuperação da informação. Utiliza os recursos de sistemas de informação que tratam de atributos textuais, e acrescentam os atributos visuais com processamento automatizado. O algoritmo de processamento percorre a imagem a ser indexada, e armazena, automaticamente, os ícones encontrados e o posicionamento deles no desenho. Todos os metadados são arquivados no banco de dados.



### 5.2.1 *Corpus* utilizado - Fase 2

O *corpus* utilizado na fase 2 do protótipo é composto por 19 desenhos técnicos, dos quais 10 são os mesmos utilizados na fase 1 do protótipo, que estão no APÊNDICE B, e 9 são desenhos técnicos completos apresentados no APÊNDICE C. Os 9 desenhos que foram somados ao *corpus* possuem um nível de complexidade maior, e outra classificação, com o objetivo de enriquecer a base de imagens e utilizar outra tabela de metadados visuais.

O *corpus* é composto de dezenove documentos sendo:

treze desenhos com as seguintes categorias:

- Tipo - projeto arquitetônico;
- Processo - projeto executivo;
- Forma - planta;

cinco desenhos com as seguintes categorias:

- Tipo - projeto elétrico;
- Processo - projeto executivo;
- Forma - planta;

um desenho com as seguintes categorias:

- Tipo - projeto arquitetônico;
- Processo - projeto executivo;
- Forma - fachada.

Todas as plantas foram enquadradas na escala 1.0 para que os ícones fossem utilizados na mesma escala. Cabe ressaltar que o protótipo aceita a variação de escala de acordo com a definição do usuário, e isso implica em mais processamento computacional. O algoritmo pode pesquisar várias escalas proporcionais à original e, na indexação, o indexador define a escala 1.0 como padrão (valor *default*) e suas variações. Por exemplo, 0.5, metade do tamanho do desenho, 2.0, duas vezes maior que o desenho.

Cada desenho representa um tipo de edificação. Os dez primeiros constituem o mesmo *corpus* utilizado na fase 1 e estão explicados detalhadamente na seção anterior:

- Planta 1, planta de uma residência unifamiliar de um pavimento;
- Planta 2, pavimento tipo de um prédio contendo dois apartamentos;
- Planta 3, pavimento tipo de um edifício de apart-hotel;
- Planta 4, planta de um apartamento de três quartos;
- Planta 5, primeiro pavimento de uma casa;

- Planta 6, planta de uma biblioteca contendo um laboratório;
- Planta 7, conjunto de três laboratórios de informática;
- Planta 8, escritório com número de detalhes;
- Planta 9, planta de uma casa;
- Planta 10, planta de uma casa.

Os dez primeiros são plantas, possuem a mesma categoria forma e são representações de diferentes plantas de projeto arquitetônico. Os nove que foram acrescentados ao *corpus* são desenhos completos, no formato final, contendo plantas, fachadas, cortes e detalhes.

O APÊNDICE C apresenta os desenhos técnicos de 11 a 19:

- Desenho técnico 11: formato completo para aprovação de projeto com desenho técnico, contendo a planta de subsolo de projeto executivo arquitetônico de um prédio residencial;
- Desenho técnico 12: formato completo para aprovação de projeto com desenho técnico, contendo a fachada frontal, fachada lateral, cobertura e situação de projeto executivo arquitetônico de um prédio residencial;
- Desenho técnico 13: formato completo para aprovação de projeto com desenho técnico, contendo a planta do pavimento tipo e planta do quarto pavimento do projeto executivo arquitetônico de um prédio residencial;
- Desenho técnico 14: formato completo para aprovação de projeto com desenho técnico, contendo a planta do segundo pavimento do projeto executivo arquitetônico de um prédio residencial;
- Desenho técnico 15: formato completo para aprovação de projeto com desenho técnico, contendo a planta de projeto executivo elétrico com as instalações elétricas do primeiro pavimento de um prédio residencial;
- Desenho técnico 16: formato completo para aprovação de projeto com desenho técnico, contendo a planta de projeto executivo elétrico com as instalações elétricas do segundo pavimento de um prédio residencial;
- Desenho técnico 17: formato completo para aprovação de projeto com desenho técnico, contendo a planta de projeto executivo elétrico com as instalações elétricas do subsolo de um prédio residencial;
- Desenho técnico 18: formato completo para aprovação de projeto com desenho técnico, contendo a planta de projeto de telefonia com as instalações de telefonia do pavimento tipo de um prédio residencial;

- Desenho técnico 19: formato completo para aprovação de projeto com desenho técnico, contendo o corte, detalhe, simbologia e notas de projeto de telefonia com as instalações de telefonia do pavimento tipo de uma residência de um prédio residencial;

Além das dez plantas de projeto executivo arquitetônico, foram selecionados desenhos técnicos de outros tipos de projetos, elétrico e telefonia, e em outras formas como corte e detalhe. Essas variações foram intencionalmente escolhidas, para se testar outra composição das três categorias Tipo, Processo e Forma. Os nove desenhos técnicos acrescentados ao *corpus* são formatos completos e prontos para serem submetidos à aprovação junto ao órgão responsável. Por exemplo, os projetos executivos arquitetônicos são aprovados na Prefeitura Municipal de Belo Horizonte e os projetos executivos elétricos são aprovados na Companhia Energética de Minas Gerais – CEMIG. Isto torna os desenhos técnicos mais complexos e espelham a situação real de um projeto no estágio final. Todo formato contém o carimbo no canto inferior esquerdo.

Os desenhos técnicos utilizam duas tabelas diferenciadas de atributos visuais, de acordo com a definição das categorias.

Os desenhos técnicos selecionados fazem parte do acervo de projetos desenvolvidos pela autora, que os modificou e adaptou de acordo com o interesse da pesquisa; os proprietários e endereços foram omitidos, intencionalmente, por não interferirem no objetivo principal. A autora da pesquisa é a responsável técnica (profissional responsável pelo desenvolvimento do projeto) dos projetos apresentados.

Os desenhos técnicos foram editados através da utilização do *software* AutoCAD. Todos os desenhos técnicos utilizados no teste estão no formato A2 e na resolução 2.400 X 1.700 *pixels*.

### 5.2.2 Banco de dados

Utiliza-se o banco de dados relacional para a organização dos metadados dos desenhos técnicos. Considerando que as categorias formais são exclusivas, cada desenho técnico tem somente um tipo, um processo e uma forma, e pode ter um ou vários atributos textuais (administrativos e técnicos) e visuais.

De acordo com o exposto na seção 4.1, a categoria Tipo define o tipo do projeto: projeto arquitetônico, projeto estrutural, projeto elétrico, projeto hidráulico, projeto mecânico, projeto de prevenção de incêndio, projeto de minas e projeto de estradas. A categoria

Processo define o estágio de desenvolvimento do projeto: concepção, anteprojeto, projeto preliminar, projeto executivo, projeto de detalhamento e projeto de apresentação. A categoria Forma define a forma de representação do desenho técnico: planta, vista de cima / superior, corte / seção, elevação, vista frontal, vista lateral direita, vista lateral esquerda, vista posterior, perspectiva, detalhe, implantação, situação.

Atributo textual é um conjunto de informações administrativas e técnicas relativas ao desenho. As informações administrativas são utilizadas para o controle do projeto e dos arquivos como, por exemplo, o nome do projeto, instituição, CNPJ, departamento responsável pelo desenvolvimento, nome dos arquivos, diretórios, entre outros. As informações técnicas, normalmente derivadas do “carimbo”, contêm os dados referentes aos projetos como autor, responsável técnico, título do projeto, data, área, coeficiente de aproveitamento entre outros.

Atributos visuais fazem parte do desenho e estão listados na tabela de ícones. De acordo com a tabela selecionada, um atributo visual pode aparecer zero ou mais vezes dentro de um desenho técnico, e cabe ao algoritmo apontar quantas imagens-chave existem na imagem-total e onde elas estão posicionadas.

A extração dos atributos visuais é automática e o algoritmo armazena, no banco de dados, a posição de cada ícone para futura recuperação. A FIG. 51 apresenta a modelagem do banco de dados e os relacionamentos entre as categorias, atributos, imagem-chave e projeto.

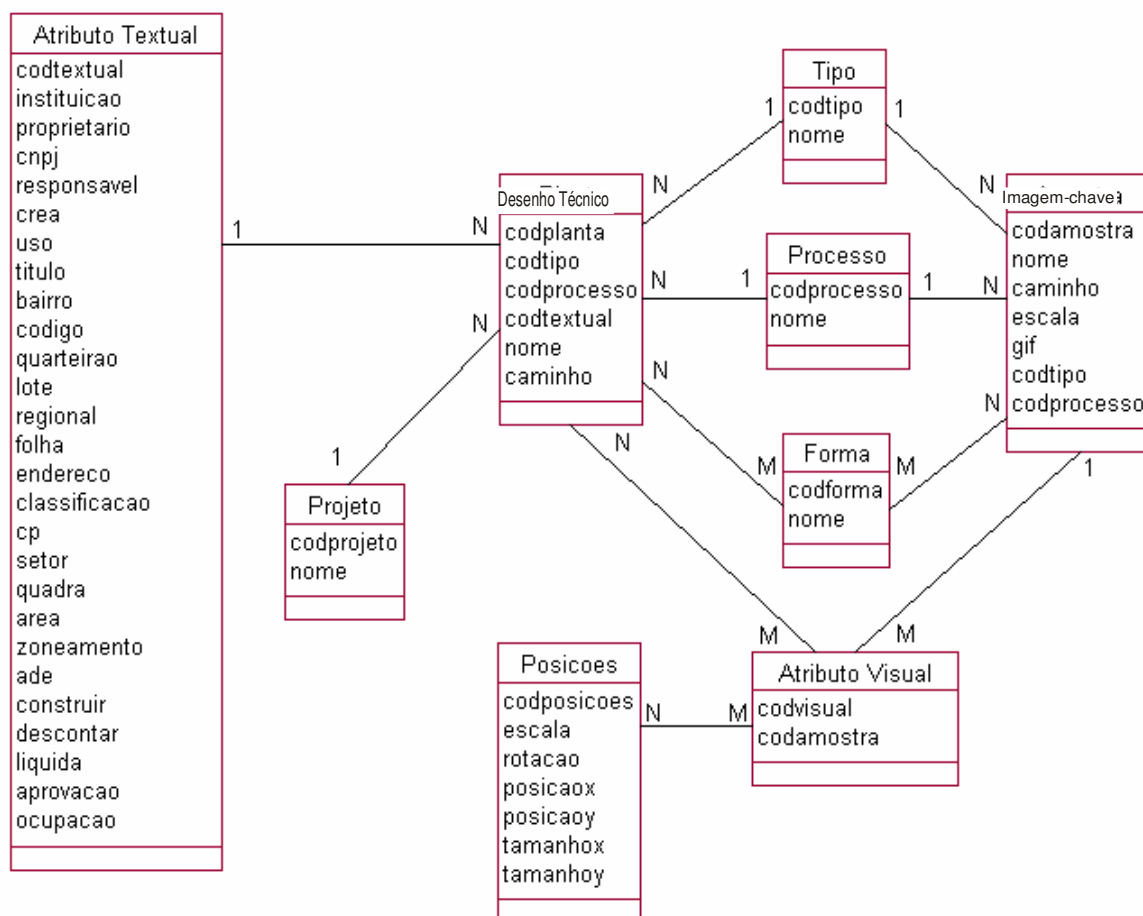


FIGURA 51 - Modelagem do banco de dados

Fonte: elaboração do autor.

Como mostra a FIG. 51, os relacionamentos são os seguintes:

- relacionamento 1:N entre Tipo e Desenho Técnico significa que cada Desenho é de um Tipo e cada Tipo referencia vários Desenhos;
- relacionamento 1:N entre Tipo e Imagem-chave, uma Imagem-chave pertence a um Tipo e cada Tipo tem várias Imagens-chave;
- relacionamento 1:N entre Processo e Desenho técnico significa que cada Desenho tem um Processo e cada Processo referencia vários Desenhos;
- relacionamento 1:N entre Processo e Imagem-chave, uma Imagem-chave pertence a um Processo e cada Processo tem várias Imagens-chave;
- relacionamento M:N entre Forma e Imagem-chave, uma Imagem-chave tem várias Formas (vista de cima, vista frontal, vista lateral) e cada Forma tem várias Imagens-chave;

- relacionamento M:N entre Forma e Desenho técnico, um Desenho tem várias Formas (vista de cima, vista frontal, vista lateral) e cada Forma referencia vários Desenhos;
- relacionamento 1:M entre Imagem-chave e Atributo Visual, cada Atributo Visual é uma Imagem-chave e cada Imagem-chave pode ser vários Atributos Visuais;
- relacionamento M:N entre Atributo Visual e Posições, cada Atributo Visual pode estar em várias posições dentro do desenho e cada posição do desenho pode conter vários Atributos Visuais;
- relacionamento M:N entre Atributo Visual e Desenho Técnico, cada Atributo Visual pode estar em vários Desenhos e cada Desenho pode conter vários Atributos Visuais;
- relacionamento 1:N entre Desenho Técnico e Projeto, cada Desenho pertence a um projeto e cada Projeto contém vários Desenhos;
- relacionamento 1:N entre Desenho Técnico e Atributo Textual, cada Desenho tem um Atributo Textual (1 nome, 1 autor) e Atributos Textuais estão em vários Desenhos;

### 5.2.3 Desenvolvimento – Fase 2

O processo de entrada de dados começa com a indexação dos desenhos técnicos. No momento da indexação, informa-se ao protótipo a localização do arquivo em formato de imagem, as três categorias formais, os atributos textuais, administrativos e técnicos e a tabela de atributos icônicos possíveis de serem encontrados.

Após a entrada dos dados e a definição das três categorias e dos atributos textuais, o algoritmo percorre a imagem total, detecta os atributos icônicos presentes e retorna à posição deles, que é indexada no banco de dados juntamente com os atributos textuais, administrativos e técnicos.

A FIG. 52 apresenta o fluxo definido no algoritmo para armazenar e indexar a informação. A partir das imagens que compõem o projeto de engenharia, são extraídas as categorias formais (tipo, processo e forma), os atributos textuais, administrativos e técnicos e os atributos visuais. O algoritmo processa os atributos visuais e armazena a tabela contendo a localização de cada um. As categorias, atributos textuais e visuais formam o conjunto de metadados que são utilizados no Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados - SGBD.

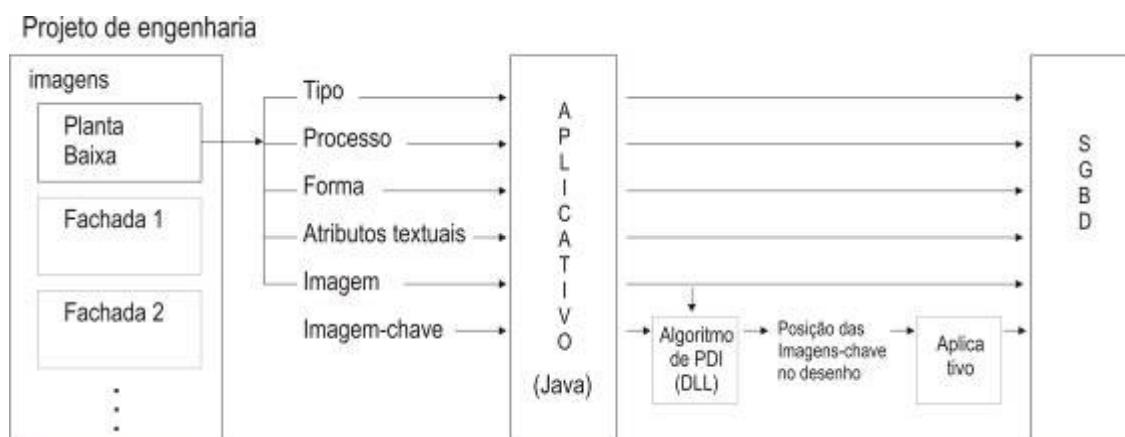


FIGURA 52 – Diagrama geral do protótipo para armazenar informação

Fonte: elaboração do autor.

A recuperação do desenho técnico pode ser através dos atributos textuais ou através da definição de uma imagem-chave (ícone) a ser pesquisada dentro de um determinado diretório. De acordo com a interface, cada desenho técnico, onde a imagem-chave foi encontrada, será exibido na tela e cada imagem-chave será destacada por um retângulo vermelho. É possível, no momento da busca, filtrar o desenho técnico através da definição das categorias formais, Tipo, Processo e Forma, reduzindo o tempo de processamento.

Como mostrado na FIG. 53 o fluxo da informação na recuperação começa com a definição da imagem-chave, passa pela ferramenta e grava no banco de dados. A ferramenta faz a consulta ao banco de dados e mostra a imagem na tela.



FIGURA 53 – Diagrama geral de recuperação do desenho técnico

Fonte: elaboração do autor.

As transformadas referentes à rotação, escala, espelhamento e as otimizações apresentadas na seção 5.1.2, estão presentes na fase 2 do protótipo.

#### 5.2.4 Interface - Fase 2

A interface é a forma como o sistema é apresentado ao usuário e como esse interage para fazer a entrada e a pesquisa de dados. O protótipo recebeu o nome BIP – Busca de Informação em Projetos, conforme aparece no título das telas de navegação. A seguir, são apresentadas as telas de entrada e saída de dados que compõem a interface do protótipo. A FIG. 54 mostra a tela inicial e a barra de *menu* superior com os seguintes itens: Arquivo, Editar, Ícones, Tema, Janela e Ajuda. O *menu* Arquivo contém as opções Pesquisar Dados, Entrar Dados, Procurar Amostra, Abrir Imagem e Sair.

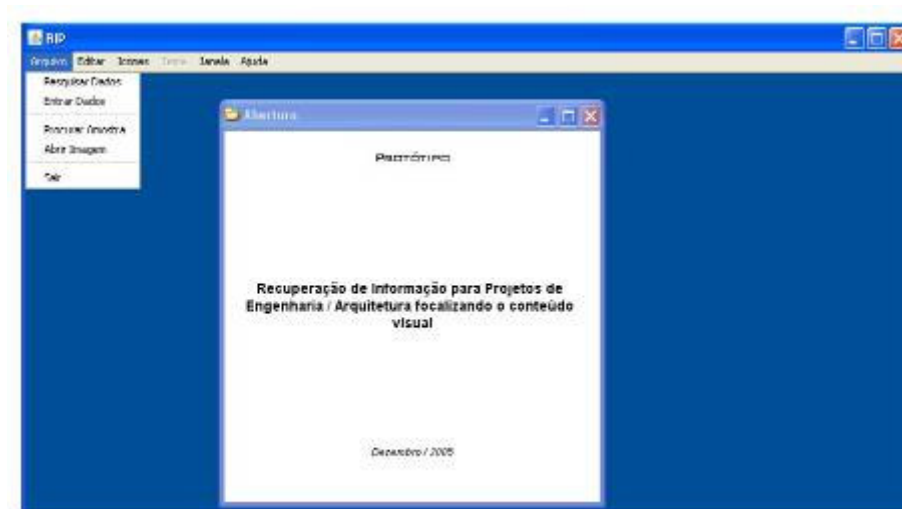


FIGURA 54 – Tela principal do protótipo  
Fonte: elaboração do autor.

A indexação é feita na opção Entrar Dados que abre a janela Entrada de Dados – Passo 1 de 8, como mostra a FIG. 55. A entrada de dados acontece em oito passos, sendo o primeiro a identificação do projeto com número e nome.



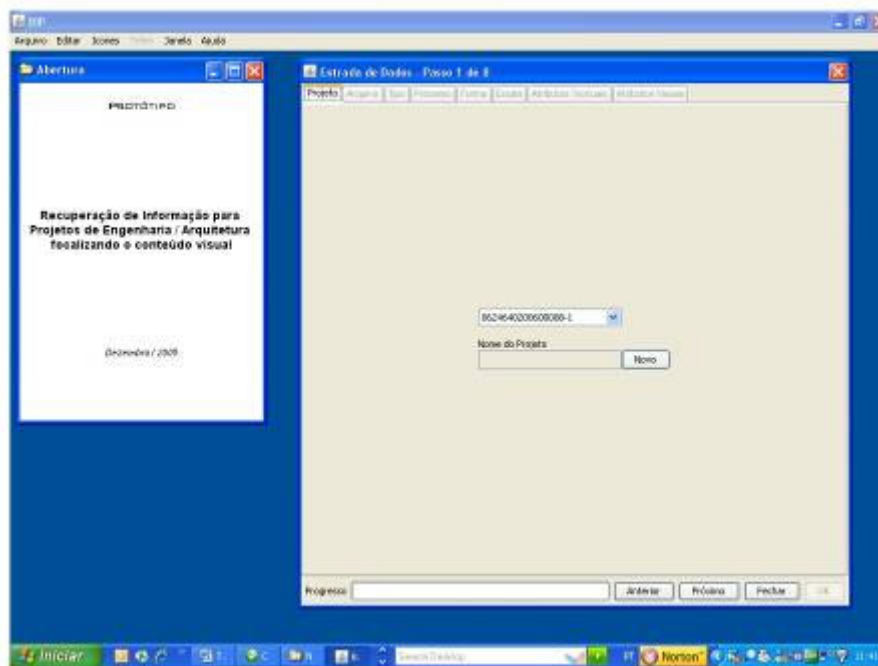


FIGURA 55 - Tela de entrada de dados com o passo1  
Fonte: elaboração do autor.

A FIG. 56 mostra a tela de entrada com a opção Arquivo selecionada, referente ao passo 2, a qual aponta o arquivo correspondente ao desenho a ser indexado ou o diretório em que ele está gravado. O desenho pode também ser localizado através da opção Nome do Arquivo.

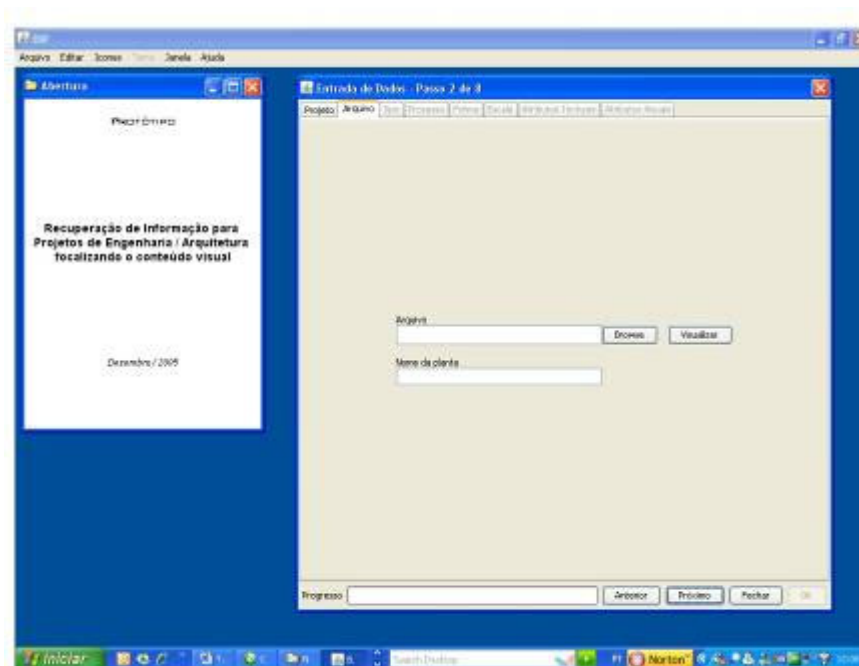


FIGURA 56 - Tela do protótipo com a opção entrada de dados / arquivo  
Fonte: elaboração do autor.

Em seguida, tem-se a tela referente ao passo 3, que é a definição da categoria tipo, conforme FIG. 57. As opções são predefinidas e aparecem na janela onde o indexador escolhe a opção a desejada, no momento da indexação.

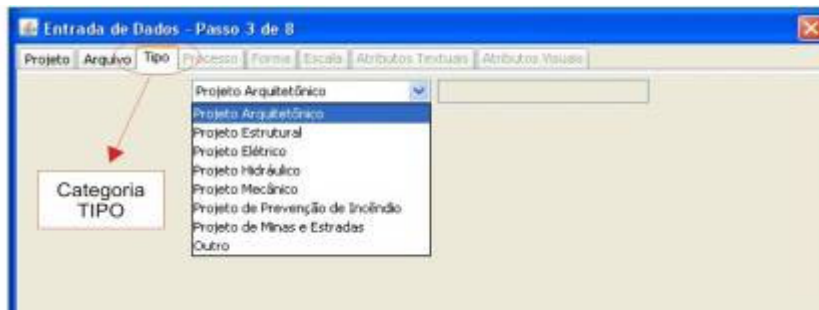


FIGURA 57 - Tela do protótipo para indexação da categoria tipo  
Fonte: elaboração do autor.

Na seqüência, a FIG. 58 mostra a tela utilizada para a definição da categoria processo com as opções disponíveis, e corresponde ao passo 4.



FIGURA 58 - Tela do protótipo para indexação da categoria processo  
Fonte: elaboração do autor.

O próximo passo 5 é a definição da categoria forma, de acordo com as opções apresentadas na FIG. 59.



FIGURA 59 - Tela do protótipo para indexação da categoria forma  
Fonte: elaboração do autor.

Depois da entrada de dados referentes às categorias, segue a tela para a definição da escala como mostra a FIG. 60 e corresponde ao passo 6. O fator de escala é uma variável que interfere diretamente no tempo e custo de processamento, e a ausência de uma definição torna o processo infinito. Apesar de haver uma padronização de algumas escalas, o projeto pode ter inúmeras variações, principalmente quando o desenho é desenvolvido em *software* CAD.



FIGURA 60 - Tela para definição da escala

Fonte: elaboração do autor.

Após a definição da escala, o sétimo passo é o preenchimento dos atributos textuais, compostos de administrativos e técnicos, conforme FIG. 61.

Instituição	Endereço
Proprietário	Classificação Viária
CNPJ/CPF	Terreno CP
Responsável Técnico	Terreno Setor
CREA	Terreno Quadra
Uso	Terreno Área
Título	Zoneamento
Bairro	ADE
Código	Área total a Construir
Quarteirão	Área a Descontar
Lote	Área Líquida
Regional	Coefficiente de aprovação
Folha	Taxa de ocupação

FIGURA 61 – Tela de entrada de dados dos atributos textuais

Fonte: elaboração do autor.

O oitavo passo, que corresponde ao último do processo de indexação, se refere aos atributos visuais. Como mostrado na FIG. 62, o indexador escolhe, dentre as opções de imagem-chave, aquela ou aquelas que devem ser pesquisadas. De acordo com as conclusões parciais apresentadas na fase 1 do protótipo, o indexador precisa definir a escala, a rotação e a taxa de verificação que serão utilizadas na indexação e na busca pela imagem chave. É possível especificar diferentes escalas, rotações e taxas de verificação. Esses parâmetros definem o cálculo que será executado pelo algoritmo e interferem diretamente no tempo e no custo de processamento. A ausência de suas definições torna o processo infinito.

The screenshot shows a software window titled "Entrada de Dados - Passo 8 de 8" with a tabbed interface. The active tab is "Atributos Visuais". The window contains the following elements:

- Navigation tabs: Projeto, Arquivo, Tipo, Processo, Forma, Escala, Atributos Textuais, Atributos Visuais.
- Field "Nº": A text input field containing the number "1".
- Field "Amostra": A list box with a "Novo" button to its right.
- Field "Escala": A text input field with "Add" and "Remove" buttons and a small white box to its right.
- Field "Rotação": A text input field with "Add" and "Remove" buttons and a small white box to its right.
- Field "Taxa de acerto": A text input field.
- Table with columns: Código, Nome, Escalas, Rotações, Taxa, Arquivo.
- Buttons at the bottom: Novo, Salvar, Remover.
- Progress bar and navigation buttons: Progresso, Anterior, Próximo, Fechar, OK.

FIGURA 62 - Tela de entrada de dados dos atributos visuais  
Fonte: elaboração do autor.

Na opção novo da FIG. 62, os atributos são selecionados de acordo com a tabela de ícones (FIG. 63), que pode variar com a composição das três categorias, como mostra a FIG. 30.



FIGURA 63 – Exemplo de duas tabelas de ícones  
Fonte: elaboração do autor.

A seleção das imagens-chave a serem pesquisadas completa o processo de indexação com a composição de todos os metadados.

A pesquisa dos desenhos é feita através do menu Arquivo / Pesquisar Dados. Conforme a FIG. 64, na tela de pesquisar dados, o usuário escolhe a imagem-chave e define as três categorias tipo, processo e forma. O usuário pode concluir o processo sem definir as três categorias e, neste caso, o protótipo procura em todas as imagens.

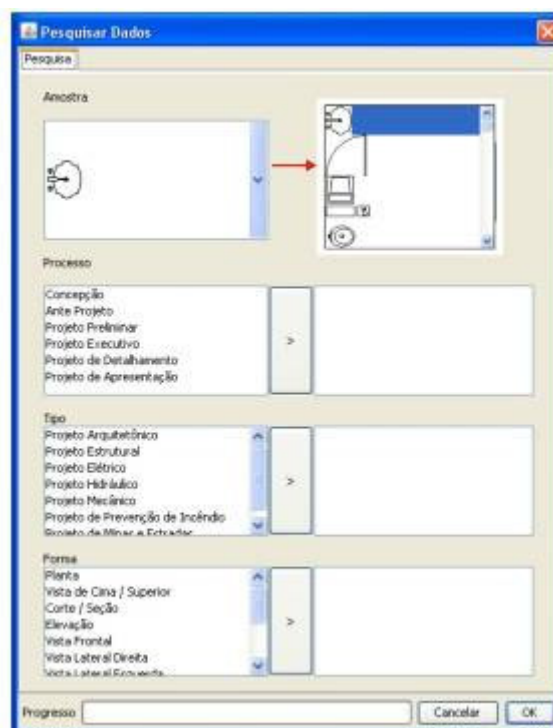


FIGURA 64 - Tela Pesquisar dados  
Fonte: elaboração do autor.

Após a seleção do ícone desejado, o protótipo procura pelo ícone em um diretório e retorna os desenhos técnicos e os ícones encontrados marcados com um retângulo vermelho. A FIG. 65 mostra um exemplo com a imagem-chave de um computador e o resultado com os ícones marcados em duas plantas.

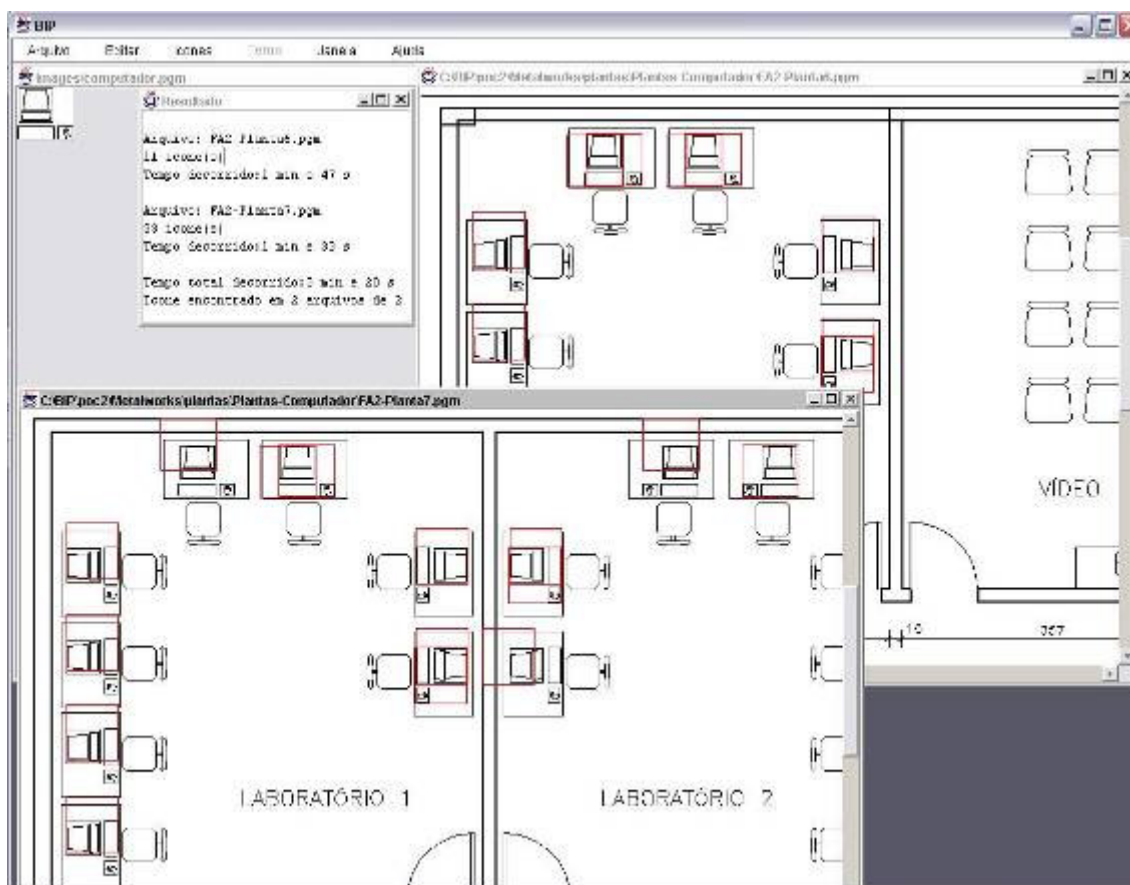


FIGURA 65 - Interface do protótipo para apresentação das imagens encontradas  
Fonte: elaboração do autor.

### 5.2.5 Testes e resultados obtidos - Fase 2

Os testes realizados na fase 2 do protótipo utilizam os 19 desenhos técnicos apresentados nos APÊNDICES B e C. Foram realizados dez testes cada um, com uma específica imagem-chave e em um conjunto de desenhos técnicos. Os resultados obtidos estão apresentados em duas tabelas, divididos por categorias e desenhos.

A primeira tabela (TAB. 12) é o resultado da busca de cinco imagens-chave (pia, louça, computador, porta e sofá) nos desenhos de 1 a 10 do APÊNDICE B, e a segunda tabela (TAB. 13) mostra o resultado da busca de cinco imagens-chave (lâmpada, luminária, tomada,

quadro medidor e quadro de distribuição) nos desenhos de 15 a 19, constantes no APÊNDICE C. Os desenhos que foram acrescentados em relação à fase 1, ou seja, do 11 ao 19, estão no formato A2 e possuem um nível de complexidade maior.

As TAB. 12 e 13 apresentam, na primeira linha, as imagens-chave pesquisadas; na segunda linha, o tamanho da imagem-chave em *pixel*; na terceira, as escalas; na quarta, os ângulos de rotação; na quinta, a taxa de verificação e, nas linhas seguintes, o resultado obtido em cada planta. Os resultados obtidos e conclusões apresentadas na fase 1 do protótipo mostram que esses quatro parâmetros (tamanho, escala, rotação e taxa) afetam diretamente o processamento e os resultados.

Todas as imagens-chave estão na mesma resolução e, de acordo com a forma de cada uma, apresentam tamanhos diferentes.

As escalas estão definidas em 1.0, que representa a imagem-chave encontrada no mesmo tamanho da original, e uma variação de 0,5, na qual a imagem-chave é procurada no tamanho igual ou reduzida à metade em relação à original. Cabe ressaltar que o fator de escala pode ser definido pelo usuário na hora da busca, e os fatores 1.0 e 0,5 são os mais utilizados neste tipo de projeto e correspondem às escalas 1:100 e 1:50.

A rotação é definida em 0° e 45°, obtendo variação dos ângulos em todos os quadrantes. A taxa de verificação varia de acordo com o ícone e foram selecionadas as que apresentaram melhores resultados.

Os resultados em cada desenho técnico, de acordo com a legenda, compreendem o número total de amostras presentes no desenho, o número total de amostras encontradas em cada desenho técnico analisado, o número de resultados negativos e o tempo em segundos gasto no processamento. O número de resultados negativos corresponde aos ícones encontrados, que são parecidos e não correspondem ao procurado e estão relacionados ao valor da taxa de verificação.






A seguir, as TAB. 12 e 13 apresentam o resultado dos testes 1 e 2.

**Teste 1 (Fase 2):** Tipo- projeto arquitetônico; Processo- executivo; Forma- planta e fachada ;  
Desenhos técnicos: 1 a 14 do APÊNDICE B. Resultado apresentado na TAB. 12.

**Teste 2 (Fase 2):** Tipo- projeto elétrico; Processo- executivo; Forma- planta, corte e detalhe;  
Desenhos técnicos: 15 a 19 do APÊNDICE B e C . Resultado apresentado na TAB. 13.



TABELA 12  
Resultados obtidos - teste 1 : projeto arquitetônico executivo planta

Imagem-chave					
Tamanho em pixel	31x35 pixels	41x31 pixels	53x49 pixels	49x49 pixels	65x105 pixels
Escalas	1.0 e 0.5	1.0 e 0.5	1.0 e 0.5	1.0, 0.875 e 0.75	1.0 e 0.5
Rotações	0° e 45°	0° e 45°	0° e 45°	0° e 45°	0° e 45°
Taxa	0.6	0.6	0.6	0.7	0.6
	N I R T	N I R T	N I R T	N I R T	N I R T
Desenho técnico 1	2 2 1 115	2 2 0 130	0 0 0 517	8 6 4 1199	2 2 1 1311
Desenho técnico 2	2 2 0 117	2 2 0 135	0 0 0 380	10 10 7 1254	0 0 2 1709
Desenho técnico 3	6 2 1 178	6 6 0 199	0 0 0 456	18 11 5 1978	0 0 0 1680
Desenho técnico 4	2 2 1 139	2 2 0 157	1 1 0 493	8 6 6 1490	2 2 1 1702
Desenho técnico 5	2 4 1 136	2 2 9 153	0 0 0 512	10 8 7 1400	2 2 1 1667
Desenho técnico 6	4 4 2 152	4 4 2 172	8 8 0 515	10 7 3 1488	0 0 0 1878
Desenho técnico 7	4 4 2 141	4 4 0 154	25 25 0 461	9 7 8 1339	0 0 0 1699
Desenho técnico 8	0 0 6 184	0 0 0 168	20 11 0 612	0 0 6 1702	0 0 1 1938
Desenho técnico 9	2 2 2 144	2 2 1 163	1 1 0 522	8 5 5 1491	3 3 2 1756
Desenho técnico 10	1 1 6 146	1 1 8 169	0 1 1 494	4 3 6 1386	0 0 2 1615
Desenho técnico 11	0 0 0 207	0 0 0 198	0 0 0 375	0 0 0 807	0 0 0 918
Desenho técnico 12	0 0 0 201	0 0 0 175	0 0 0 380	0 0 0 810	0 0 0 1016
Desenho técnico 13	7 7 1 190	7 7 0 150	0 0 0 457	0 0 0 1507	0 0 0 1020
Desenho técnico 14	6 3 1 175	6 6 1 162	0 0 0 510	0 0 0 1375	0 0 0 1375
Total	38 33 24 2225	38 38 21 2285	55 47 1 6684	85 63 57 19226	9 9 10 21284

N: Número total de imagens-chave reais do desenho

I: Imagens-chave encontradas






R: Resultados negativos encontrados

T: Tempo de processamento em segundos

Fonte: elaboração do autor.



TABELA 13  
Resultados obtidos - teste 2 : projeto elétrico executivo planta

Imagem-chave					
Tamanho em pixel	31x33 pixels	32x13 pixels	24x19 pixels	13x23 pixels	12x24 pixels
Escalas	1.0 e 0.5	1.0 e 0.5	1.0 e 0.5	1.0 e 0.5	1.0 e 0.5
Rotações	0° e 45°	0° e 45°	0° e 45°	0° e 45°	0° e 45°
Taxa	0.7	0.7	0.9	0.8	0.8
	N I R T	N I R T	N I R T	N I R T	N I R T
Desenho técnico 15	24 24 23 260	6 6 7 134	0 0 0 73	0 0 0 97	3 3 1 96
Desenho técnico 16	24 24 0 202	6 6 8 103	0 0 0 78	0 0 0 77	3 3 0 76
Desenho técnico 17	0 0 0 195	15 15 1 79	0 0 0 70	1 1 1 57	1 1 0 57
Desenho técnico 18	0 0 0 180	0 0 3 109	12 7 0 92	0 0 0 63	0 0 0 74
Desenho técnico 19	0 0 0 201	0 0 0 98	1 1 0 78	0 0 0 71	0 0 0 82
Total	48 48 23 1038	27 27 19 523	13 8 0 391	1 1 1 367	7 7 1 385

N: Número total de imagens-chave reais do desenho

I: Imagens-chave encontradas

R: Resultados negativos encontrados

T: Tempo de processamento em segundos

Fonte: elaboração do autor.

Para cada imagem-chave, foi utilizado um valor específico da taxa de verificação que influencia diretamente nos resultados positivos e negativos.

A TAB. 12 mostra, na primeira e segunda colunas, os resultados de buscas cujas imagens-chave são os ícones de uma pia e de uma louça, com uma taxa de verificação de 60%, com boa taxa de recuperação das imagens e com alto índice de resultados negativos. A terceira coluna, cuja imagem-chave é o ícone de um computador visto de cima, que apresenta o melhor resultado com taxa de verificação de 60%, obteve boa recuperação dos ícones procurados e apenas um resultado negativo. A quarta coluna, cuja imagem-chave é o ícone que representa uma porta, apresenta o resultado menos satisfatório, pois apresenta alto índice de resultados negativos. A quinta coluna, com a imagem-chave de um sofá de dois lugares, apresenta 100% de recuperação dos ícones procurados e alto índice de resultados negativos. Esses são os resultados dos testes, que mostram a taxa de acerto do protótipo na recuperação da informação.

De acordo com o apresentado na TAB. 13, a primeira coluna, cuja imagem-chave corresponde a uma lâmpada de 100 watts, utiliza taxa de verificação de 70 % e atinge 100% de recuperação dos ícones desejados, ou seja, encontra todas as imagens-chave presentes no desenho e, por outro lado, apresenta resultados negativos com ícones que não correspondem ao procurado. A segunda coluna cuja imagem-chave é o ícone de uma luminária, apresenta resultados menos satisfatórios porque apesar de obter 100% de recuperação do ícone procurado, possui alto índice de resultados negativos. A terceira coluna corresponde à procura pela imagem-chave de uma tomada de energia elétrica, utiliza uma taxa de verificação de 90% e o resultado do teste mostra que não foram encontrados resultados negativos, ou seja, todos os ícones encontrados correspondem à imagem-chave procurada, mas por outro lado, apresenta baixo índice de imagem encontrada de 7 no total de 12. A quarta coluna, cuja imagem-chave é o símbolo de um quadro de distribuição, apresenta 100% de recuperação com um resultado negativo. A quinta coluna, cuja imagem-chave é o símbolo de um quadro medidor, apresenta o melhor resultado geral com 100% de acerto e somente um resultado negativo.

#### 5.2.6 Avaliação – Fase 2

As conclusões obtidas na fase 1 do protótipo deram origem a otimizações e aperfeiçoamentos que foram implementados na fase 2 e o tornaram aplicável em base de dados reais, principalmente com a utilização de desenhos técnicos completos. O *corpus* da

fase 1 é composto de plantas simplificadas, com pouca interferência, conforme os desenhos de 1 a 10 apresentados no APÊNDICE B. O *corpus* da segunda fase contém desenhos técnicos complexos e formatos completos, conforme apresentados nos desenhos de 11 a 19 do APÊNDICE C, tornando viável a aplicação do protótipo em grandes bases de imagens.

O valor ideal para taxa de verificação depende do tamanho da imagem-chave e do número de interferências presentes no desenho. Essa taxa afeta diretamente a porcentagem de ícones encontrados e os resultados negativos.

De acordo com os testes realizados, o GRAF. 6 mostra o tempo gasto em segundos em função do tamanho da imagem-chave. O tempo de processamento é considerado alto se o mesmo for executado, no momento da busca, em desenhos técnicos complexos e grandes. Com a indexação, o tempo de processamento não altera a recuperação do desenho pelo fato de os dados serem processados e armazenados no processo de indexação e antes da busca.

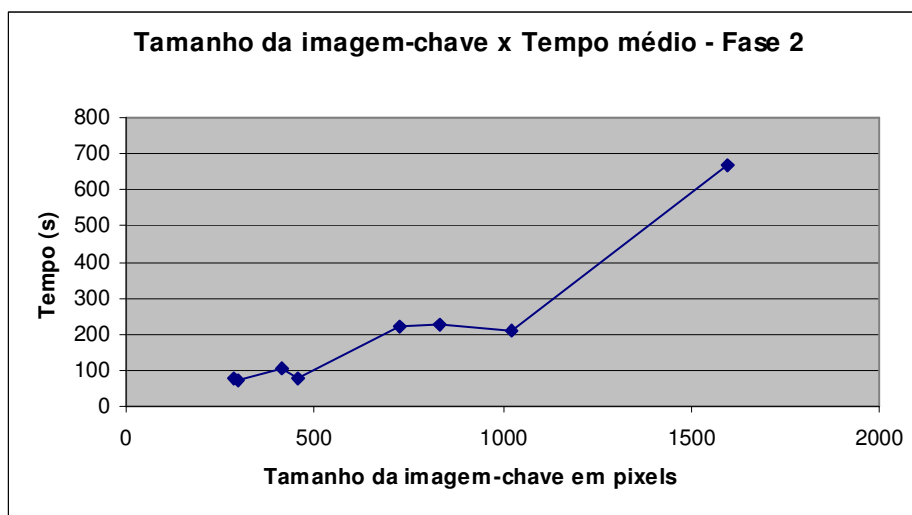


GRÁFICO 6 – Tamanho da imagem-chave x Tempo médio de busca – Fase 2

Fonte: elaboração do autor.

Os resultados apresentam boa taxa de recuperação, como mostrado no GRAF. 7, duas das cinco imagens-chave apresentam 100% de recuperação, ou seja, foram recuperadas todas as imagens-chave presentes nos desenhos técnicos. Duas imagens-chave apresentam taxa superior a 80% e uma superior a 70%. A taxa de 70% tem influência, por exemplo, da busca da imagem-chave de uma porta na planta 3, e confirma a dificuldade de se recuperar em escalas e rotações diferentes.

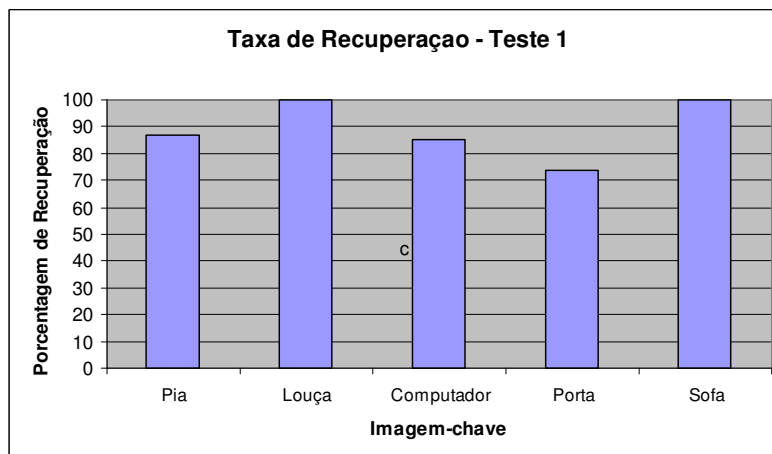


GRÁFICO 7 – Taxa de recuperação - Teste 1

Fonte: elaboração do autor.

O GRAF. 8 apresenta o resultado do teste 2 com recuperação da imagem-chave em 100% e somente a recuperação do ícone “tomada” com taxa de 60%. O baixo resultado de recuperação desse ícone corresponde à procura da imagem-chave de uma “tomada” na planta 18, que possui linhas de ligação representando interferências diretas na imagem procurada.

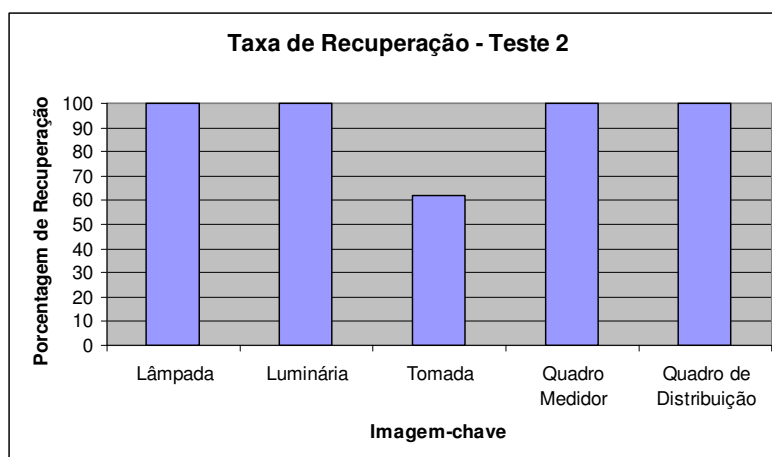


GRÁFICO 8 – Taxa de recuperação - Teste 2

Fonte: elaboração do autor.

Após o desenvolvimento da fase 2 do protótipo, da execução dos testes e análise dos resultados obtidos, chega-se às conclusões relatadas a seguir.

### 5.2.7 Conclusão – Fase 2

O processamento dos atributos visuais viabiliza a recuperação da informação em grandes bases de dados de imagens em tempo hábil. O tamanho da imagem-chave e a resolução afetam diretamente o tempo de processamento, que pode tornar inviável o processamento no momento da busca. Através do processamento após a entrada de dados, o tempo e o custo computacional passam a ser fatores que não comprometem a eficiência do protótipo. O algoritmo pode funcionar como um motor de busca em grandes bases de dados, independentemente da presença humana, e processar horas seguidas até terminar a indexação automática dos atributos visuais. O aumento da velocidade de processamento do *hardware* e a quantidade de memória *Random Access Memory* - RAM diminuem, consideravelmente, o tempo de processamento. Assim, podemos afirmar que o tempo e o custo computacional podem ser otimizados diretamente através da melhoria do *hardware*, e este está em constante evolução.

O protótipo apresenta ótima taxa de recuperação das imagens idênticas às imagens-chave.

Na segunda fase, foram desenvolvidas otimizações que melhoram o resultado em relação à variação de escala, rotação e tratamento das interferências, mas apresenta alguns resultados negativos, fazendo-se, portanto, necessário implementar funções mais apuradas.

Para validar e verificar a eficiência e a eficácia do modelo e do protótipo, foi desenvolvido um estudo de caso com a utilização de uma grande base de imagens que está relatado na seção seguinte.

## **6 VALIDAÇÃO: ESTUDO DE CASO, CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS - CBMMG**

Como estratégia de pesquisa para validação do modelo e do protótipo, foi desenvolvido um estudo de caso junto ao Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais frente a projetos de prevenção contra incêndio e pânico.

A escolha do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais para validar o modelo e o protótipo se deu por três motivos. Primeiramente, porque a própria instituição já havia manifestado interesse em aperfeiçoar o seu sistema de organização de arquivos de projetos técnicos, visando a uma recuperação mais eficaz. Em segundo lugar, trata-se de um órgão público relacionado à segurança pública, o que o torna um alvo de interesse de toda a sociedade, já que o uso do sistema de recuperação de informação poderá trazer benefícios diretos ligados à população e à segurança. Finalmente, o modelo poderia ser validado em vários âmbitos: desde pequenas, médias e grandes empresas de capital nacional, multinacional de interesse privado e público, e definiu-se o Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais por ser este uma instituição pública. O estudo junto ao CBMMG confirma o reconhecimento dos investimentos públicos feitos nesta pesquisa, e pretende-se que, através desta, possa trazer-se benefícios para segurança do estado e da nação.

Os objetivos da validação e verificação incluem:

- testar o modelo e o protótipo em uma base de imagens consistente;
- testar a aplicabilidade do modelo para resolver problemas de indexação e recuperação de desenhos técnicos de engenharia através de testes e medidas de eficiência;
- verificar o tempo de processamento e a taxa de recuperação do protótipo;
- verificar uma aplicação real, sustentando a afirmação de que o modelo e o protótipo trazem benefícios reais à organização e à recuperação de desenhos técnicos.

Este capítulo está dividido em duas seções. A primeira relata o contexto do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais, incluindo a situação atual, a legislação relativa à instruções técnicas e a identificação do interesse e da necessidade de um projeto de recuperação de imagens para o CBMMG. A segunda seção é a validação e a verificação propriamente ditas, e a descrição dos passos desenvolvidos.

## 6.1 O contexto

Durante a fase preliminar foram feitas visitas ao pessoal envolvido no setor de aprovação e arquivo dos projetos do CBMMG, para identificar o contexto e fazer um mapeamento da situação atual.

A disponibilidade e o interesse do CBMMG propiciaram o desenvolvimento da pesquisa, através das seguintes autoridades:

- O Comandante Geral do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais – Coronel BM José Honorato Ameno;
- O Sub-Comandante-Geral e Chefe do Estado Maior – Coronel BM Antônio Damásio Soares;
- O Diretor de Atividades Técnicas – Tenente Coronel BM Atamir Penido da Silva;
- Comandante Operacional de Bombeiros – Coronel BM Cláudio Viníco Serra Teixeira,
- O Comandante do 1º BBM – Tenente Coronel BM Edson Hilário da Silva;
- O Chefe da Assessoria Técnica do Estado Maior do Corpo de Bombeiros Militar junto ao Sistema de Defesa Social - Major BM Carlos Alberto Marques de Oliveira.

É importante destacar o Chefe da Assessoria Técnica do Estado Maior do Corpo de Bombeiros Militar junto ao Sistema de Defesa Social, a quem acompanhou todo o processo desde o levantamento das necessidades até a viabilidade de acesso aos arquivos.

### 6.1.1 Situação atual do CBMMG

Esta seção consiste do relato do Chefe da Assessoria Técnica do Estado Maior do Corpo de Bombeiros Militar junto ao Sistema de Defesa Social, Major BM Carlos Alberto Marques de Oliveira, que identifica a situação atual do CBMMG em relação à aprovação de projetos, aos investimentos e às novas tecnologias necessárias para melhoria dos serviços prestados.

O órgão responsável pelos Projetos de Prevenção Contra Incêndio e Pânico - PPCIP visa à proteção da vida e do patrimônio, através de dispositivos de segurança e combate a incêndio na edificação, os quais podem ser acionados pelos moradores/usuários quando da eclosão de fogo, princípio de incêndio e/ou outro sinistro correlato ou previsível.

O projeto de prevenção de incêndio é submetido ao PPCIP, que compara as exigências legais com o projeto apresentado, incluindo o número e a localização de equipamentos de combate a incêndio, definidos pelo Responsável Técnico (RT). RT é o profissional engenheiro ou arquiteto, habilitado e capacitado, junto ao Conselho Regional de engenharia, arquitetura e agrimensura, para a elaboração, criação, concepção e desenvolvimento do projeto de prevenção contra incêndio e pânico.

Os projetos aprovados pelo PPCIP constituem o acervo de desenhos técnicos do CBMMG, que contém milhares de documentos de desenhos espalhados por todas as frações do Estado, dificultando a sua consulta quando se faz necessário. Está em andamento o processo de digitalização e informatização dos desenhos de forma que todo o conteúdo seja disponibilizado em meio digital em um banco de dados central. Desde de 2006, é exigido pelo CBMMG que os projetos apresentados ao setor de análise (PPCIP) sejam entregues em formato impresso e também em meio digital.

Em relação à aprovação de projetos, o Major BM Carlos Alberto Marques de Oliveira aponta três etapas distintas na avaliação de Projetos de Prevenção Contra Incêndio e Pânico, nas quais se identificam situações que podem ser automatizadas e precisam do desenvolvimento de um sistema, que possibilite a execução dessas tarefas com precisão, confiabilidade e, principalmente, em menos tempo.

A primeira etapa constitui a entrada do projeto na seção de análise, quando é feita uma pré-análise para cálculo da taxa a ser paga e a avaliação do sistema preventivo projetado. A pré-análise é uma avaliação superficial, compreende a interpretação do desenho técnico do projeto de prevenção contra incêndio e pânico, a fim de verificar o valor da área total construída e os principais itens do sistema preventivo. A interpretação é feita por um militar treinado para conferir detalhes do projeto, tais como: somatório de áreas, conferência de memoriais técnicos, se o valor de recolhimento da taxa confere com o calculado para o projeto em questão, o número de pastas, se o projeto está gravado em CD, dentre outros. Nessa análise preliminar, o militar identifica os ícones que representam os extintores de incêndio e os demais sistemas preventivos.

A pré-análise acontece no momento de dar entrada do projeto, no setor próprio do CBMMG, para análise e aprovação. Nessa fase, não é avaliado se o sistema projetado está em conformidade com a legislação, não se executam cálculos matemáticos para medir valores, não é feita contagem direta do número de extintores, nem analisada a viabilidade ou posição dos extintores ao longo do projeto. A análise do desenho com identificação, por exemplo, do



número de extintores de incêndio presentes no projeto, localização, raio de atuação, e outros sistemas preventivos, constitui a segunda fase de análise.

Para o cálculo da taxa a ser paga para a aprovação do projeto, é utilizado o valor total da área a ser protegida e o sistema preventivo previsto para o tipo de edificação, de acordo com a ocupação. Se na pré-análise, o projeto estiver de acordo com as normas, passa-se para a fase seguinte; se não, é reprovado, retornando ao RT para complementação e/ou correção.

A segunda etapa é constituída pela análise propriamente dita. Nesse momento, um militar do CBMMG fará a comparação do que está no projeto com as exigências da lei para aquele tipo de edificação, a carga de incêndio instalada, a população usuária prevista e o posicionamento dos extintores de incêndio, de acordo com as normas. O projeto pode ser devolvido para correções e justificativas, se não satisfizer as condições exigidas.

Nessa etapa, se avaliam todos os detalhes do projeto, o número de extintores de incêndio e o volume da reserva de água para combate a incêndio, de acordo com a exigência normativa para cada tipo de edificação. No projeto, em cuja edificação se exigem apenas extintores, é avaliada a quantidade de extintores por área de cobertura, por raio de atuação de cada extintor, por caminamento livre até o equipamento, as rotas de fuga, os sistemas complementares de iluminação de emergência, sinalização de saída, corrimãos, guarda-corpos, largura de rampas e/ou escadas, largura de portas, número e largura mínima das saídas, inclinação das rampas, altura dos degraus, comprimento dos degraus, dentre outras. Avalia-se o tipo de extintor para cada tipo de material combustível e/ou natureza do fogo.

Após a análise do projeto, tem-se a vistoria “*in loco*”, na qual constatará que o sistema preventivo projetado e aprovado foi instalado, conforme previsto pelo responsável técnico. Depois de aprovado em vistoria, o projeto constituirá como arquivo do CBMMG e ficará disponível para busca e consulta das informações, principalmente, em caso de sinistro.

A terceira etapa é a utilização dos desenhos técnicos e do acervo do CBMMG para combate a incêndio ou atendimento de sinistro na edificação. Isso se dará pela consulta *on-line* do banco de dados que hoje ainda não está disponível, por falta de equipamentos e de *software* para o gerenciamento dos projetos. O objetivo da CBMMG é disponibilizar as informações dos desenhos técnicos para consulta rápida através de sistemas *on-line*.

O Governo do Estado de Minas Gerais tem um projeto para disponibilizar os dados e imagens dos órgãos públicos, para que os seus agentes possam fazer fiscalizações e autuações com base nessas informações. No CBMMG, o objetivo é fazer intervenções em caso de sinistro, com base no conteúdo de projetos existentes para as edificações sinistradas. Atualmente, a disponibilidade das imagens e dados se dá pela comunicação em

radiofrequência, do serviço de despacho de viaturas para a própria viatura, através da rede pública de telefonia móvel em banda larga.

Uma iniciativa do Governo do Estado, que vem ao encontro dos objetivos de otimizar o processo de gerenciamento de informações relativas aos projetos de combate a incêndio, é a Legislação de segurança contra incêndio e pânico nas edificações e áreas de risco do estado de Minas Gerais.

#### 6.1.2 Legislação de Segurança Contra Incêndio e Pânico nas Edificações e Áreas de Risco do Estado de Minas Gerais

O Governo do Estado, com o sancionamento da Lei nº 14.130 e do Regulamento de Segurança Contra Incêndio e Pânico, possibilitou ao Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais adotar procedimentos concretos e efetivos, sendo um deles a edição das Instruções Técnicas que apresentam as medidas atuais de segurança contra incêndio e pânico, de acordo com as necessidades das edificações e das áreas de risco.

Em Minas Gerais, o Corpo de Bombeiros iniciou as suas atividades de prevenção contra incêndio e pânico em 1972, com a promulgação da Lei Prevenção 2060/72, do Município de Belo Horizonte, regulamentada pelo decreto 2912/1976. A Emenda à Constituição nº 39/1999 desvinculou administrativamente e operacionalmente o Corpo de Bombeiros da Polícia Militar, atribuindo à corporação, dentre outras, a missão de estabelecer normas relativas à segurança contra incêndios e pânico. Conseqüentemente, o Poder Executivo Estadual promulgou a Lei 14.130/2001 e o Decreto 43.805/2004, dispondo e regulamentando a prevenção contra incêndio e pânico no Estado de Minas Gerais. Ao longo de dois anos, participaram da elaboração das Instruções Técnicas, de forma integrada, vários segmentos da sociedade civil, sedimentando um profícuo ambiente democrático na discussão consensual, envolvendo estudantes, especialistas, projetistas, construtores e instituições públicas e privadas.

De acordo com José Honorato Ameno, Coronel BM Comandante Geral, as Instruções Técnicas, não são um trabalho acabado, mas o início de uma grande tarefa, em que o Corpo de Bombeiros deve se adaptar à evolução tecnológica e às mudanças sócio-econômicas da sociedade.

O decreto número nº 44270 de 31 de março de 2006 regulamenta a Lei nº 14.130, de 19 de dezembro de 2001, inciso XXIV do artigo 3º :

XXIV – Instrução Técnica: é o documento elaborado pelo Corpo de Bombeiros Militar com objetivo de normalizar medidas e procedimentos de segurança, prevenção e proteção contra incêndio e pânico nas edificações e áreas de risco (MINAS GERAIS, 2001)

A edição da Lei contém 36 Instruções Técnicas, que definem os padrões mínimos de medidas de segurança contra incêndio e pânico nas edificações e áreas de risco no Estado de Minas Gerais. Especificamente, a Instrução Técnica 03 constitui o objeto de interesse para a pesquisa e contém os símbolos gráficos para projeto de segurança contra incêndio e pânico, disposto na IT-03. Nela, são estabelecidos os símbolos gráficos a serem utilizados nos projetos de segurança contra incêndio das edificações e das áreas de risco, atendendo ao previsto no Regulamento de Segurança Contra Incêndio e Pânico nas edificações e áreas de risco no Estado de Minas Gerais (ANEXO A). Os símbolos gráficos são compostos por uma forma geométrica básica, que define uma categoria de segurança contra incêndio e por um símbolo suplementar, que, colocado no interior da forma geométrica básica, define o significado específico do conjunto. Os significados de todos os símbolos utilizados, segundo a norma, devem ser representados em uma legenda, de forma clara e de fácil identificação pelo leitor.

### 6.1.3 Projeto de recuperação de imagens para CBMMG

De acordo com o exposto anteriormente, existe uma tabela de ícones normalizados para serem utilizados nos projetos que estão padronizados e normalizados, viabilizando a utilização de atributos visuais somados aos textuais para a organização dos projetos.

A aplicação real do modelo e do protótipo desta pesquisa aplica-se às três etapas descritas. Na primeira etapa, através da comparação de dados, verificando-se valores de área e ícones, avaliando-se a quantidade de equipamentos existentes em relação ao previsto para a área em questão. O protótipo pode reduzir o tempo e o esforço gastos na pré-análise, com a padronização e a substituição de parte do processamento humano, eliminando desvios causados por diferentes interpretações e liberando pessoal para outros serviços do CBMMG. A segunda etapa, se automatizada, tornaria o processo de aprovação de projetos mais eficiente, pois dispensaria uma avaliação mais dispendiosa de cálculos e detalhes, demandando do profissional do CBMMG análise geral para definir se o sistema preventivo é

eficiente para o que se propõe. Na terceira fase, a busca e a recuperação da informação de forma automatizada viabiliza a consulta pela Internet, otimiza o custo e o tempo operacional.

Segundo depoimento do Chefe da Assessoria Técnica do Estado Maior do Corpo de Bombeiros Militar junto ao Sistema de Defesa Social, Major BM Carlos Alberto Marques de Oliveira, com a implementação da terceira etapa, teríamos um ganho real de tempo, com a possibilidade de o chefe da guarnição obter informações da edificação sinistrada antes de chegar ao local da ocorrência, podendo avaliar as rotas de fuga e orientar o pessoal durante o deslocamento nas viaturas, mostrar através das plantas o posicionamento estratégico de cada integrante da guarnição e definir os procedimentos. Na chegada ao local, o pessoal já teria conhecimento das rotas de fuga, da população usuária, de como proceder, de onde encontrar os equipamentos de combate a incêndio, e não perderiam tempo no reconhecimento do local, o qual já teria sido realizado, durante o deslocamento. As guarnições ganhariam maior poder de resposta e maior agilidade no atendimento de ocorrências, e, com isto, passariam a ter maior eficácia em encontrar e resgatar pessoas com vida.

O sistema de reconhecimento de ícones pode tornar-se mais amplo para aplicações da Polícia Militar de Minas Gerais através de associação de ícones a fatos. Por exemplo, manter um banco de dados central, utilizado no local da ocorrência, para a identificação, pelas vítimas e agentes, tornar-se mais ágil ao reconhecimento.

## **6.2 Validação do modelo e do protótipo no CBMMG**

Esta seção trata a validação propriamente dita, e compreende o *corpus* utilizado, o desenvolvimento, os testes, bem como os resultados obtidos e as conclusões.

O trabalho de campo, efetuado junto ao Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais, aconteceu em diversas fases. Primeiramente, através de entrevistas e visitas às pessoas responsáveis pelo acesso aos projetos técnicos de engenharia arquivados. Em seguida, através de visitas ao local onde estão arquivados os projetos, à Rua Piauí, 1815, no Bairro Funcionários, em Belo Horizonte. O arquivo físico, contendo cópia dos projetos, é composto de vários armários ou mapotecas, e ocupam uma considerável área construída. De acordo com observações feitas durante visitas ao local, o arquivo da instituição é composto de aproximadamente 30.000 projetos de prevenção e combate a incêndio; cada projeto contém, em média, três formatos de desenhos técnicos entre plantas, cortes, detalhes, especificações técnicas e tabelas. Cada projeto, ao dar entrada no departamento de aprovação, recebe um código de identificação único, que é utilizado no sistema para cadastro e gerência dos

projetos. O sistema de informação implantado atualmente pela instituição utiliza, para cadastro dos projetos, o código do projeto e os dados cadastrais referentes a autor, data, responsável técnico, localização, e não fazem nenhuma referência ao conteúdo do próprio projeto.

### 6.2.1 *Corpus* utilizado - CBMMG

O *corpus* utilizado para a validação do modelo e do protótipo é composto por um conjunto de desenhos técnicos, que representam projetos de prevenção contra incêndio e pânico (PPCIP).

A partir do ano de 2006, o setor de aprovação de projetos de prevenção e combate a incêndio passou a exigir dos engenheiros e arquitetos, responsáveis técnicos dos projetos, a entrega do arquivo do projeto em formato digital. Consta na norma de projetos do Corpo de Bombeiros, implantada a partir de 2006, a entrega do arquivo digital do projeto, no formato legível pelo *software* AutoCAD, e com a utilização dos ícones padrão, de acordo com a tabela dos símbolos gráficos apresentados na Legislação em vigor. Os profissionais responsáveis submetem o projeto para aprovação, impresso no papel e em um CD, contendo os arquivos digitais. No CBMMG, os CDs encontram-se arquivados em uma pasta, juntamente com o projeto impresso em papel e todos os dados administrativos referentes à aprovação do referido projeto. Cada pasta do projeto recebe um código único, que é a referência do projeto dentro da instituição. Cabe ressaltar que os CDs foram abertos, pela primeira vez, durante a realização deste estudo de caso.

Dentre o acervo do Corpo de Bombeiros Militar, foram selecionados e copiados 100 projetos de prevenção e combate a incêndio, com a devida autorização para se executar esta pesquisa. A data de aprovação do projeto foi o critério utilizado para seleção dos projetos, todos foram aprovados no ano de 2006 e entregues, de acordo com a norma, tanto o formato impresso quanto o CD com o arquivo DWG, ou seja, desenvolvido em AutoCAD. O projeto contém um código de identificação e, dentre os selecionados, os códigos variam no intervalo de 0624640200600008-1 a 0624640200600314-103. Cada projeto é composto por uma média de 3 a 4 desenhos técnicos, totalizando 332 formatos, que compõem a base de dados desta pesquisa. Alguns desenhos técnicos estão impressos no ANEXO E, e o restante dos desenhos técnicos utilizados está gravado em DVD, também em anexo.

Os 332 arquivos foram editados através do *software* AutoCAD, para ajuste de escala e conferência dos ícones padrão. O AutoCAD gera o arquivo de impressão PNG, *Portable*

*Network Graphics Image*, com parâmetros de tamanho 3.600 x 2.550 *pixels*. Este tamanho foi definido após alguns testes que comprovam ser um tamanho exequível. Arquivos menores possuem baixa resolução, o que pode comprometer a *performance* do protótipo, e arquivos maiores ocupam muito espaço de memória e tempo de processamento. Depois, cada desenho técnico no formato .PNG é aberto no *software Irfanview* e gravado na extensão .PGM. O formato .PGM é utilizado no protótipo.

Os ícones utilizados na composição dos atributos visuais deste estudo estão apresentados no ANEXO B, e foram extraídos da tabela apresentada no Anexo (normativo), símbolos gráficos para projeto de segurança contra incêndio da Legislação de segurança contra incêndio e pânico nas edificações e áreas de risco do Estado de Minas Gerais. A norma constante desta Instrução Técnica se aplica aos projetos de segurança contra incêndio e requer os seguintes procedimentos:

- 1- Os símbolos gráficos que devem constar nos projetos de segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco são apresentados no anexo;
- 2- Os símbolos gráficos são compostos por uma forma geométrica básica, que define uma categoria de segurança contra incêndio, e por um símbolo suplementar, que, quando colocado no interior da forma geométrica básica, define o significado específico do conjunto;
- 3- As dimensões dos símbolos devem estar em uma mesma escala, proporcional à escala de qualquer desenho do projeto;
- 4- Caso seja conveniente, a área na cor preta, existente no interior de algum dos símbolos, pode ser substituída por hachuras ou pode ser pontilhada;
- 5- Os significados de todos os símbolos utilizados devem ser representados em uma legenda, de forma clara e de fácil identificação pelo leitor.

Apesar de o Corpo de Bombeiros adotar a norma técnica com ícones, nem todos os projetos entregues seguem as normas e utilizam o mesmo ícone. Para a normalização dos ícones, fez-se uma revisão em cada desenho técnico e, quando necessário, o ícone foi substituído pelo ícone padrão.

## 6.2.2 Desenvolvimento – CBMMG

Após o mapeamento da situação atual do CBMMG e a conclusão das visitas, a autora copiou os arquivos referentes aos projetos. A primeira etapa do desenvolvimento envolveu a customização do protótipo para receber os dados do CBMMG. Foi implementada, no

protótipo, a tabela de símbolos gráficos (ANEXO A) que contém os ícones. Cada um dos 332 desenhos que compõem o *corpus* foi editado no *software* AutoCAD, para checar escalas e padrões, e foram colocados em um mesmo diretório. Cada desenho técnico foi interpretado e suas três categorias (tipo, processo e forma) foram identificadas. Para a entrada de dados no protótipo, o indexador entra com o número do projeto, define as categorias, preenche a tela relativa aos atributos textuais e seleciona os atributos visuais a serem localizados. Os atributos textuais não foram preenchidos com dados reais por uma questão ética. Após a entrada de dados, o protótipo funciona como um motor de busca e percorre todos os arquivos presentes no diretório assinalado para identificar e localizar os ícones encontrados. A posição relativa aos ícones é gravada no banco de dados e referenciada em cada desenho. O banco de dados armazena o desenho com seus respectivos metadados textuais (administrativos e técnicos) e visuais. Para recuperar um desenho ou um conjunto de desenhos, o usuário define quais as categorias e quais os ícones deseja recuperar. O protótipo apresenta o resultado, no momento da busca, e mostra, destacadas, com um retângulo vermelho, as ocorrências. Cabe ressaltar que não foram implementadas consultas relativas a dados textuais por não ser o objetivo da pesquisa. Consta como desenvolvimento de trabalhos futuros, implementações relativas aos metadados textuais. Após a entrada dos dados, foram feitos os testes e através dos resultados obtidos, apresentadas as conclusões.

### 6.2.3 Testes e resultados obtidos - CBMMG

Nesta seção estão relatados os testes executados e os resultados obtidos. Para a composição da base de dados e dos ícones-padrão, foram utilizados os projetos e a tabela de ícones da CBMMG. Os ícones utilizados estão na tabela de símbolos gráficos para projetos de segurança contra incêndio e pânico do CBMMG, apresentados no ANEXO B.

A base de documentos é formada de 332 desenhos técnicos, os quais foram impressos e analisados. Os desenhos foram impressos através do *software* AutoCAD e apresentam, em vermelho, os ícones referentes ao projeto de prevenção contra incêndio e pânico. Essa notação de imprimir os símbolos referentes a extintores de incêndio é uma opção metodológica para destacar o que se procura, e é feita através da configuração de camadas (*layers*) do *software* AutoCAD. Devido ao volume extenso de impressões, o ANEXO B é composto por 15 desenhos técnicos e o restante está gravado no DVD anexo. As FIG. 66 a 68 apresentam um projeto completo submetido e aprovado no PPCIP de número 0624640200600079, sendo a FIG. 66 a planta do primeiro pavimento, a FIG. 67 a planta do segundo pavimento e a FIG. 68

o Corte AA, detalhes e quadros. Esse projeto representa um dos 77 projetos que totalizam os 332 desenhos técnicos do ANEXO B. A FIG. 66 mostra oito ícones destacados em vermelho que correspondem aos extintores de incêndio existentes no local, sendo quatro localizados na edificação e quatro na legenda. A FIG. 67 mostra seis ícones destacados, sendo três localizados na planta e três na legenda. A FIG. 68 não mostra ícones em destaque, por ser um desenho de corte, em que a procura é feita pela imagem-chave, vista de cima, em plantas.



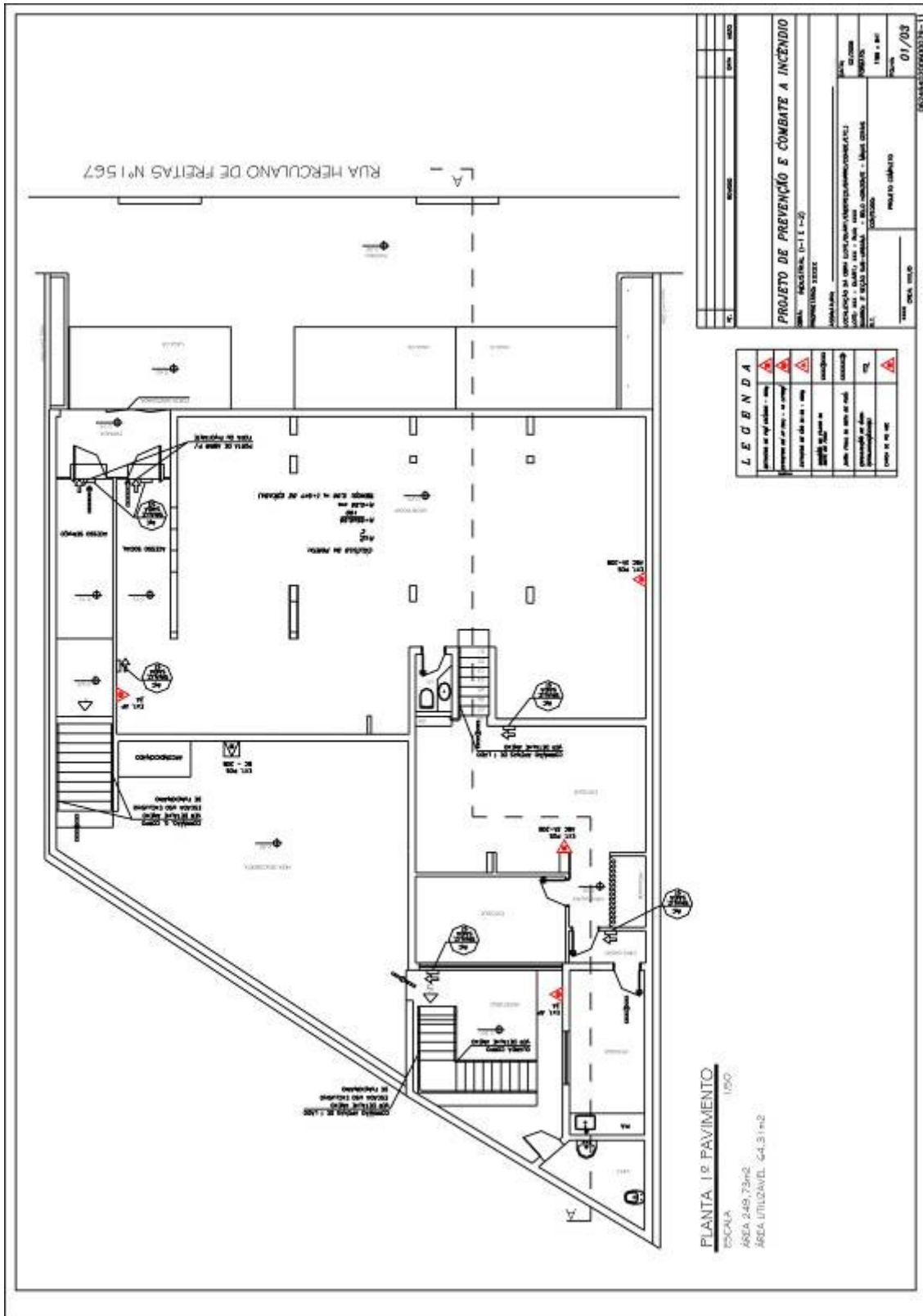


FIGURA 66 - Planta do 1º pavimento com os ícones destacados  
Fonte: elaboração do autor.

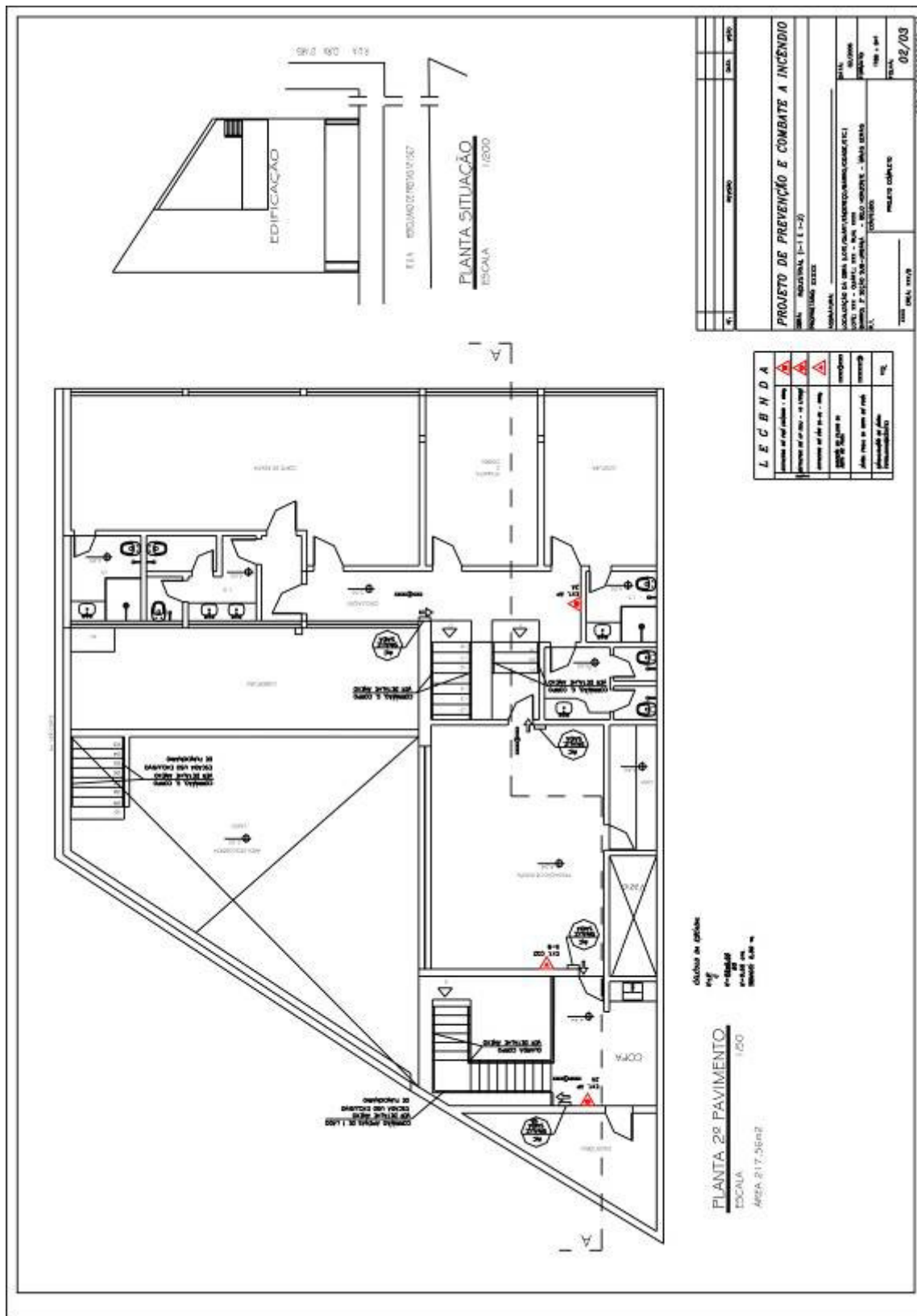


FIGURA 67 - Planta do 2º pavimento com os ícones destacados  
Fonte: elaboração do autor.

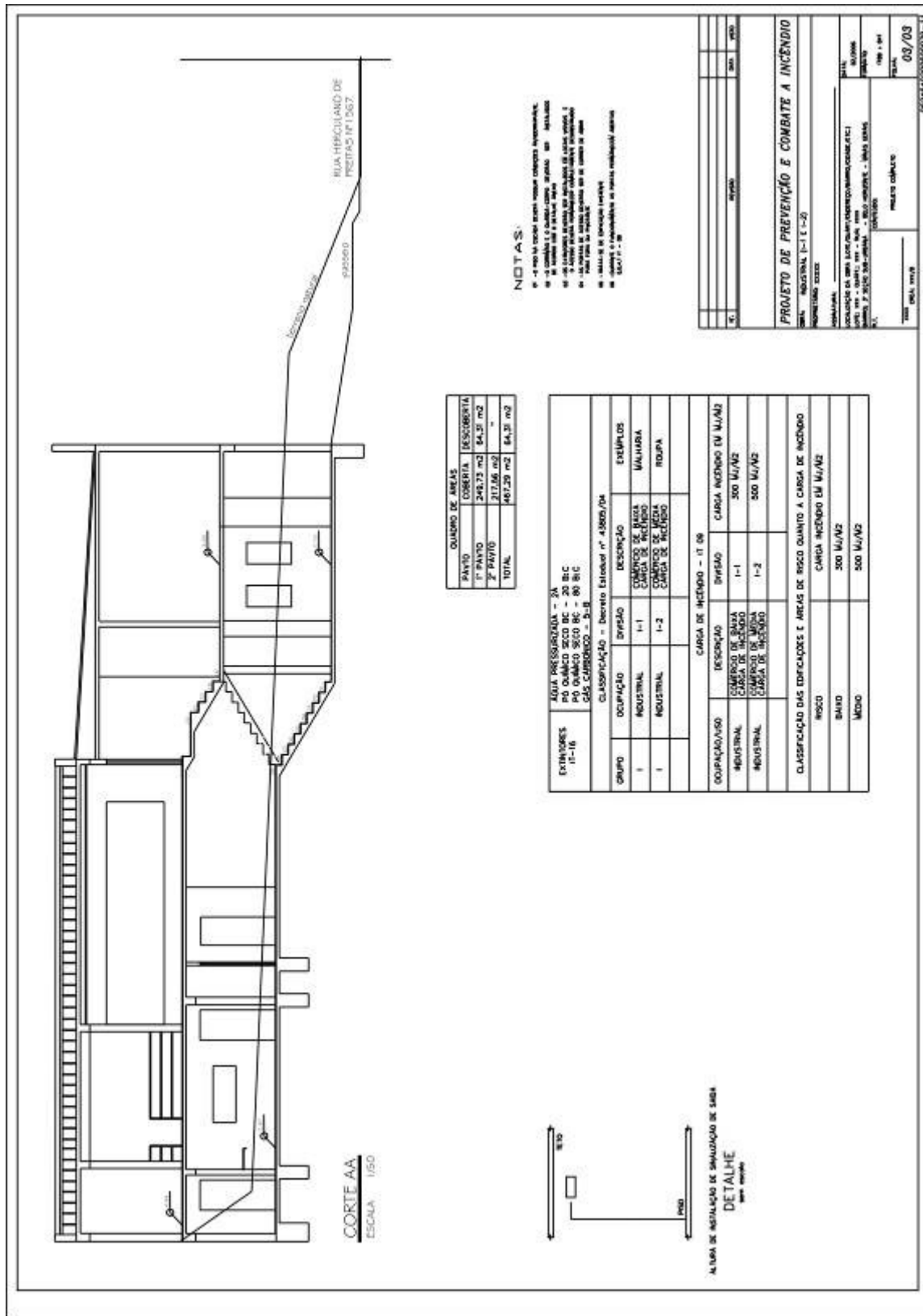


FIGURA 68 - Corte AA, detalhes e quadros  
Fonte: elaboração do autor.

Os resultados dos ícones encontrados no processamento do protótipo estão no APÊNDICE E com os desenhos técnicos, e destacados por um retângulo vermelho. O arquivo de impressão é gerado automaticamente pelo protótipo, e possui um retângulo vermelho em torno dos ícones encontrados de acordo com a pesquisa estabelecida e conforme a interface. Por compor um grande volume de documentos, foram impressos 9 desenhos técnicos com os respectivos resultados encontrados no APÊNDICE E, e o restante gravado em DVD anexo. Os 9 desenhos técnicos do APÊNDICE E correspondem aos resultados encontrados nos 15 desenhos do ANEXO B, podendo, assim, serem confrontados os ícones candidatos presentes no ANEXO B com o resultado encontrado nos desenhos do APÊNDICE E.

A FIG. 69 mostra os resultados encontrados da busca pela imagem-chave de extintor de incêndio na planta apresentada na FIG. 66, com 100% de acerto, encontrando-se os cinco ícones presentes na planta e os quatro na legenda. A FIG. 70 mostra os resultados encontrados com a pesquisa da imagem-chave de extintor de incêndio na planta do segundo pavimento da FIG. 67, destacadas com o retângulo vermelho com resultado positivo de 83% encontrando cinco dos seis ícones presentes. É importante ressaltar que o ícone não encontrado possui um triângulo cheio dentro do triângulo principal (extintor portátil – carga de dióxido de carbono). A área cheia é tratada pelo AutoCAD como *hatch* e preenche todo o espaço causando interferências na lógica do algoritmo, e esse fato pode ser contornado através da construção do ícone no AutoCAD. A FIG. 70 é o resultado, após o processamento do protótipo à procura do extintor portátil – carga de dióxido de carbono. A FIG. 68, contendo o desenho do corte, não apresenta resultados porque, devido ao esquema de classificação, o desenho se enquadra em outra categoria de forma, portanto, o algoritmo dispensa o processamento certo de que não existe nenhum ícone que satisfaça a busca representada por ícone de extintor de incêndio visto de cima.





Confrontando-se os ícones existentes nas FIG. 66 e 67 com os localizados e apresentados nas FIG. 69 e 70, conclui-se que o protótipo atendeu a 100% dos objetivos esperados, apresentando exatamente a recuperação dos ícones existentes no desenho técnico. Esse resultado apresenta algumas variações em outros desenhos, conforme apresentados nos ANEXO B, APÊNDICE E e nos relatórios APÊNDICE D. Essas variações representam uma taxa de acerto inferior a 100%, quando se pesquisam os ícones que possuem área preenchida dentro do triângulo, que representa extintor de incêndio. Essa situação pode ser contornada com a sugestão de confecção do desenho sem a utilização de áreas hachuradas com sólidos.

Os relatórios extraídos automaticamente do protótipo apresentam os resultados do processamento e compõem o APÊNDICE D, com uma parte impressa e a totalidade gravada no DVD anexo.

#### **Teste 1 (Validação CBMMG):**

A engenheira arquiteta autora da pesquisa percorreu cada um dos 332 desenhos técnicos, que foram classificados de acordo com as três categorias, Tipo, Processo e Forma, definidas no esquema de classificação. Todos os 332 desenhos pertencem ao mesmo tipo, projeto de combate a incêndio; ao mesmo processo, projeto executivo e diferem em relação à categoria "forma dos desenhos", consistindo em 213 plantas, 74 cortes e 45 detalhes, conforme mostrado na TAB. 14. Todos os desenhos técnicos foram categorizados em 2100 segundos, ou seja, gastou-se em média 6,2 segundos de processamento humano para categorizar cada desenho técnico.

O resultado do teste 1 comprova a viabilidade do sistema híbrido com classificação feita através da presença humana, do indexador. O teste 1 apresenta, como resultado, o tempo de 6,2 segundos gasto por um especialista para interpretar e classificar o desenho técnico. O tempo de processamento de um especialista na interpretação e classificação do desenho técnico é superior ao automatizado.

A TAB. 14 lista, na primeira coluna, o nome do arquivo e, na segunda coluna, o tamanho do arquivo. A terceira coluna mostra a classificação de acordo com a categoria Forma: P representa planta, C Corte e D detalhe.



TABELA 14  
Tamanho do arquivo e classificação dos desenhos técnicos pela categoria forma

(continua)

Nome do arquivo	Tamanho	Forma	Nome do arquivo	Tamanho	Forma	Nome do arquivo	Tamanho	Forma
062464020060008-1-BIP-1-2.png	81.838	P	0624640200600103-19-BIP-7-9.png	67.783	P	0624640200600153-35-BIP-9-13.png	80.332	C
062464020060008-1-BIP-2-2.png	79.898	C	0624640200600103-19-BIP-8-9.png	52.365	C	0624640200600156-36-BIP-1-4.png	99.683	P
062464020060011-2-BIP-1-2.png	118.082	P	0624640200600103-19-BIP-9-9.png	87.839	D	0624640200600156-36-BIP-2-4.png	100.268	P
062464020060011-2-BIP-2-2.png	103.140	C	0624640200600106-20-BIP-1-1.png	100.653	P	0624640200600156-36-BIP-3-4.png	120.256	C
062464020060011-3-BIP-1-1.png	118.570	C	0624640200600109-21-BIP-1-2.png	88.121	P	0624640200600156-36-BIP-4-4.png	110.260	D
062464020060015-3-BIP-1-1.png	132.887	P	0624640200600109-21-BIP-2-2.png	86.463	C	0624640200600159-37-BIP-1-2.png	95.368	P
062464020060019-4-BIP-1-2.png	81.497	P	0624640200600111-22-BIP-1-3.png	110.303	P	0624640200600159-37-BIP-2-2.png	125.758	C
062464020060019-4-BIP-2-2.png	146.704	D	0624640200600111-22-BIP-2-3.png	112.033	C	0624640200600160-38-BIP-1-4.png	123.338	P
062464020060020-5-BIP-1-3.png	95.856	P	0624640200600111-22-BIP-3-3.png	156.025	D	0624640200600160-38-BIP-2-4.png	102.163	P
062464020060020-5-BIP-2-3.png	95.941	P	0624640200600114-23-BIP-1-4.png	110.990	P	0624640200600160-38-BIP-3-4.png	169.686	C
062464020060020-5-BIP-3-3.png	76.729	C	0624640200600114-23-BIP-2-4.png	75.213	P	0624640200600160-38-BIP-4-4.png	182.324	D
062464020060032-6-BIP-1-8.png	87.652	P	0624640200600114-23-BIP-3-4.png	115.661	C	0624640200600161-39-BIP-1-3.png	157.478	P
062464020060032-6-BIP-2-8.png	94.746	P	0624640200600114-23-BIP-4-4.png	177.501	D	0624640200600161-39-BIP-2-3.png	89.835	D
062464020060032-6-BIP-3-8.png	105.691	P	0624640200600115-24-BIP-1-6.png	102.854	P	0624640200600161-39-BIP-3-3.png	148.978	C
062464020060032-6-BIP-4-8.png	109.320	P	0624640200600115-24-BIP-2-6.png	109.815	P	0624640200600162-40-BIP-1-2.png	124.878	P
062464020060032-6-BIP-5-8.png	125.475	D	0624640200600115-24-BIP-3-6.png	113.445	P	0624640200600162-40-BIP-2-2.png	186.188	C
062464020060032-6-BIP-6-8.png	134.053	D	0624640200600115-24-BIP-4-6.png	141.300	P	0624640200600164-41-BIP-1-4.png	107.402	P
062464020060032-6-BIP-7-8.png	124.155	C	0624640200600115-24-BIP-5-6.png	143.106	C	0624640200600164-41-BIP-2-4.png	103.765	P
062464020060032-6-BIP-8-8.png	161.608	D	0624640200600115-24-BIP-6-6.png	216.580	D	0624640200600164-41-BIP-3-4.png	116.036	C
062464020060056-7-BIP-1-5.png	118.434	P	0624640200600120-26-BIP-1-2.png	106.565	P	0624640200600164-41-BIP-4-4.png	211.545	D
062464020060056-7-BIP-2-5.png	175.570	D	0624640200600120-26-BIP-2-2.png	80.099	C	0624640200600171-44-BIP-1-3.png	91.482	P
062464020060056-7-BIP-3-5.png	110.956	C	0624640200600126-27-BIP-1-2.png	83.151	P	0624640200600171-44-BIP-2-3.png	75.661	C
062464020060056-7-BIP-4-5.png	129.374	C	0624640200600126-27-BIP-2-2.png	65.296	C	0624640200600171-44-BIP-3-3.png	156.311	D
062464020060056-7-BIP-5-5.png	191.686	D	0624640200600126-28-BIP-1-2.png	83.151	P	0624640200600179-47-BIP-1-4.png	90.925	P
062464020060072-8-BIP-1-2.png	69.618	P	0624640200600126-28-BIP-2-2.png	95.766	C	0624640200600179-47-BIP-2-4.png	95.564	P
062464020060072-8-BIP-2-2.png	68.532	C	0624640200600132-29-BIP-1-4.png	85.916	P	0624640200600179-47-BIP-3-4.png	101.029	P
062464020060078-10-BIP-1-6.png	90.477	P	0624640200600132-29-BIP-2-4.png	84.776	P	0624640200600179-47-BIP-4-4.png	111.376	C
062464020060078-10-BIP-2-6.png	60.301	P	0624640200600132-29-BIP-3-4.png	73.208	C	0624640200600183-48-BIP-1-5.png	102.425	P
062464020060078-10-BIP-3-6.png	88.491	P	0624640200600132-29-BIP-4-4.png	164.847	D	0624640200600183-48-BIP-2-5.png	100.039	P
062464020060078-10-BIP-4-6.png	65.366	P	0624640200600138-30-BIP-1-2.png	117.841	P	0624640200600183-48-BIP-3-5.png	76.437	P
062464020060078-10-BIP-5-6.png	93.878	C	0624640200600138-30-BIP-2-2.png	139.727	C	0624640200600183-48-BIP-4-5.png	65.671	C
062464020060078-10-BIP-6-6.png	132.451	D	0624640200600141-31-BIP-1-4.png	108.975	P	0624640200600183-48-BIP-5-5.png	117.468	D
062464020060079-11-BIP-1-3.png	104.172	P	0624640200600141-31-BIP-2-4.png	137.863	P	0624640200600193-49-BIP-1-3.png	108.988	P
062464020060079-11-BIP-2-3.png	105.696	P	0624640200600141-31-BIP-3-4.png	65.860	C	0624640200600193-49-BIP-2-3.png	91.353	P
062464020060079-11-BIP-3-3.png	84.127	C	0624640200600141-31-BIP-4-4.png	104.767	P	0624640200600193-49-BIP-3-3.png	69.832	C
062464020060081-12-BIP-1-5.png	78.953	P	0624640200600149-32-BIP-1-3.png	101.196	P	0624640200600194-50-BIP-1-5.png	121.515	P
062464020060081-12-BIP-2-5.png	117.938	P	0624640200600149-32-BIP-2-3.png	101.354	P	0624640200600194-50-BIP-2-5.png	116.713	P
062464020060081-12-BIP-3-5.png	50.768	C	0624640200600149-32-BIP-3-3.png	178.997	D	0624640200600194-50-BIP-3-5.png	184.307	C
062464020060081-12-BIP-4-5.png	88.539	D	0624640200600150-33-BIP-1-2.png	116.518	P	0624640200600194-50-BIP-4-5.png	186.156	D
062464020060081-12-BIP-5-5.png	130.351	D	0624640200600150-33-BIP-2-2.png	126.386	C	0624640200600194-50-BIP-5-5.png	130.710	D
062464020060084-13-BIP-1-2.png	96.472	P	0624640200600152-34-BIP-1-4.png	104.520	P	0624640200600197-51-BIP-1-3.png	181.491	P
062464020060084-13-BIP-2-2.png	148.289	C	0624640200600152-34-BIP-2-4.png	123.614	P	0624640200600197-51-BIP-2-3.png	116.930	D
062464020060085-14-BIP-1-3.png	82.399	P	0624640200600152-34-BIP-3-4.png	63.460	C	0624640200600197-51-BIP-3-3.png	109.906	D
062464020060085-14-BIP-2-3.png	93.689	P	0624640200600152-34-BIP-4-4.png	142.935	D	0624640200600200-52-BIP-1-2.png	98.293	P
062464020060085-14-BIP-3-3.png	81.337	C	0624640200600153-35-BIP-1-13.png	118.478	P	0624640200600200-52-BIP-2-2.png	161.448	C
062464020060093-17-BIP-1-4.png	127.261	P	0624640200600153-35-BIP-10-13.png	86.003	P	0624640200600205-53-BIP-1-2.png	105.043	P
062464020060093-17-BIP-2-4.png	69.183	C	0624640200600153-35-BIP-11-13.png	91.650	P	0624640200600205-53-BIP-2-2.png	86.426	C
062464020060093-17-BIP-3-4.png	98.113	D	0624640200600153-35-BIP-12-13.png	68.815	P	0624640200600206-54-BIP-1-5.png	88.274	P
062464020060093-17-BIP-4-4.png	164.564	D	0624640200600153-35-BIP-13-13.png	100.388	P	0624640200600206-54-BIP-2-5.png	102.071	P
062464020060096-18-BIP-1-1.png	105.285	P	0624640200600153-35-BIP-2-13.png	123.412	P	0624640200600206-54-BIP-3-5.png	75.900	P
0624640200600103-19-BIP-1-9.png	108.908	P	0624640200600153-35-BIP-3-13.png	108.500	P	0624640200600206-54-BIP-4-5.png	84.781	C
0624640200600103-19-BIP-2-9.png	110.075	P	0624640200600153-35-BIP-4-13.png	87.920	P	0624640200600206-54-BIP-5-5.png	105.092	D
0624640200600103-19-BIP-3-9.png	115.797	P	0624640200600153-35-BIP-5-13.png	102.041	P	0624640200600210-55-BIP-1-5.png	144.666	P
0624640200600103-19-BIP-4-9.png	118.931	P	0624640200600153-35-BIP-6-13.png	86.608	P	0624640200600210-55-BIP-2-5.png	137.198	P
0624640200600103-19-BIP-5-9.png	108.564	P	0624640200600153-35-BIP-7-13.png	82.938	P	0624640200600210-55-BIP-3-5.png	118.706	P
0624640200600103-19-BIP-6-9.png	110.603	P	0624640200600153-35-BIP-8-13.png	88.744	C	0624640200600210-55-BIP-4-5.png	109.474	P



TABELA 14  
Tamanho do arquivo e classificação dos desenhos técnicos pela categoria forma

(conclusão)

Nome do arquivo	Tamanho	Forma	Nome do arquivo	Tamanho	Forma	Nome do arquivo	Tamanho	Forma
0624640200600210-55-BIP-5-5.png	136.301	C	0624640200600236-67-BIP-5-5.png	137.089	D	0624640200600281-87-BIP-2-5.png	77.817	P
0624640200600217-56-BIP-1-5.png	129.811	P	0624640200600240-69-BIP-1-5.png	115.554	P	0624640200600281-87-BIP-3-5.png	141.959	P
0624640200600217-56-BIP-2-5.png	132.588	P	0624640200600240-69-BIP-2-5.png	115.200	P	0624640200600281-87-BIP-4-5.png	62.026	P
0624640200600217-56-BIP-3-5.png	180.121	P	0624640200600240-69-BIP-3-5.png	116.677	P	0624640200600281-87-BIP-5-5.png	119.485	C
0624640200600217-56-BIP-4-5.png	136.007	P	0624640200600240-69-BIP-4-5.png	109.326	C	0624640200600283-88-BIP-1-3.png	101.573	P
0624640200600217-56-BIP-5-5.png	159.521	C	0624640200600240-69-BIP-5-5.png	128.314	D	0624640200600283-88-BIP-2-3.png	87.683	P
0624640200600219-57-BIP-1-6.png	118.890	P	0624640200600241-70-BIP-1-4.png	109.223	P	0624640200600283-88-BIP-3-3.png	155.422	C
0624640200600219-57-BIP-2-6.png	152.973	P	0624640200600241-70-BIP-2-4.png	115.275	P	0624640200600284-89-BIP-1-14.png	77.308	P
0624640200600219-57-BIP-3-6.png	138.037	P	0624640200600241-70-BIP-3-4.png	86.640	P	0624640200600284-89-BIP-10-14.png	107.905	P
0624640200600219-57-BIP-4-6.png	123.790	P	0624640200600241-70-BIP-4-4.png	100.961	C	0624640200600284-89-BIP-11-14.png	68.147	P
0624640200600219-57-BIP-5-6.png	97.759	P	0624640200600243-72-BIP-1-2.png	116.097	P	0624640200600284-89-BIP-12-14.png	64.621	P
0624640200600219-57-BIP-6-6.png	111.470	C	0624640200600243-72-BIP-2-2.png	146.447	C	0624640200600284-89-BIP-13-14.png	93.011	P
0624640200600220-58-BIP-1-4.png	114.466	P	0624640200600247-73-BIP-1-4.png	97.964	P	0624640200600284-89-BIP-14-14.png	44.298	P
0624640200600220-58-BIP-2-4.png	124.525	P	0624640200600256-75-BIP-2-4.png	96.401	P	0624640200600286-90-BIP-1-5.png	100.409	P
0624640200600220-58-BIP-3-4.png	66.362	P	0624640200600247-73-BIP-3-4.png	77.701	P	0624640200600286-90-BIP-2-5.png	100.409	P
0624640200600220-58-BIP-4-4.png	116.201	C	0624640200600247-73-BIP-4-4.png	166.695	D	0624640200600286-90-BIP-3-5.png	88.133	P
0624640200600222-59-BIP-1-3.png	121.162	P	0624640200600252-74-BIP-1-3.png	80.403	P	0624640200600286-90-BIP-4-5.png	52.660	C
0624640200600222-59-BIP-2-3.png	91.984	P	0624640200600252-74-BIP-2-3.png	74.662	P	0624640200600286-90-BIP-5-5.png	142.126	D
0624640200600222-59-BIP-3-3.png	73.504	C	0624640200600252-74-BIP-3-3.png	169.200	C	0624640200600289-91-BIP-1-4.png	111.506	P
0624640200600223-60-BIP-1-7.png	142.248	P	0624640200600256-75-BIP-1-9.png	140.649	P	0624640200600289-91-BIP-2-4.png	146.395	P
0624640200600223-60-BIP-2-7.png	152.018	P	0624640200600256-75-BIP-2-9.png	139.364	P	0624640200600289-91-BIP-3-4.png	117.407	P
0624640200600223-60-BIP-3-7.png	128.910	P	0624640200600256-75-BIP-3-9.png	126.200	P	0624640200600289-91-BIP-4-4.png	90.459	D
0624640200600223-60-BIP-4-7.png	135.066	P	0624640200600261-77-BIP-1-3.png	96.245	P	0624640200600291-92-BIP-1-3.png	77.091	P
0624640200600223-60-BIP-5-7.png	126.084	P	0624640200600256-75-BIP-5-9.png	132.852	P	0624640200600291-92-BIP-2-3.png	79.880	P
0624640200600223-60-BIP-6-7.png	81.575	C	0624640200600256-75-BIP-6-9.png	98.971	P	0624640200600291-92-BIP-3-3.png	103.486	C
0624640200600223-60-BIP-7-7.png	104.215	D	0624640200600256-75-BIP-7-9.png	132.651	P	0624640200600292-93-BIP-1-3.png	127.858	P
0624640200600224-61-BIP-1-5.png	139.064	P	0624640200600256-75-BIP-8-9.png	98.641	P	0624640200600292-93-BIP-2-3.png	113.027	P
0624640200600224-61-BIP-2-5.png	141.371	P	0624640200600256-75-BIP-9-9.png	63.414	C	0624640200600292-93-BIP-3-3.png	112.202	C
0624640200600224-61-BIP-3-5.png	129.629	P	0624640200600259-76-BIP-1-1.png	152.489	P	0624640200600294-94-BIP-1-1.png	100.862	P
0624640200600224-61-BIP-4-5.png	147.184	D	0624640200600261-77-BIP-1-3.png	147.737	P	0624640200600296-95-BIP-1-3.png	105.988	P
0624640200600224-61-BIP-5-5.png	173.358	D	0624640200600261-77-BIP-2-3.png	107.768	P	0624640200600296-95-BIP-2-3.png	120.222	P
0624640200600225-62-BIP-1-11.png	99.762	P	0624640200600261-77-BIP-3-3.png	124.281	C	0624640200600296-95-BIP-3-3.png	114.970	D
0624640200600225-62-BIP-10-11.png	42.214	P	0624640200600263-78-BIP-1-2.png	121.069	P	0624640200600299-96-BIP-1-4.png	171.678	P
0624640200600225-62-BIP-11-11.png	6.067	P	0624640200600263-78-BIP-2-2.png	127.321	P	0624640200600299-96-BIP-2-4.png	118.570	P
0624640200600225-62-BIP-2-11.png	98.461	P	0624640200600265-79-BIP-1-3.png	101.239	P	0624640200600299-96-BIP-3-4.png	140.385	P
0624640200600225-62-BIP-3-11.png	91.874	P	0624640200600265-79-BIP-2-3.png	120.806	P	0624640200600299-96-BIP-4-4.png	54.917	C
0624640200600225-62-BIP-4-11.png	07.383	P	0624640200600265-79-BIP-3-3.png	82.035	P	062464020060305-98-BIP-1-2.png	85.167	P
0624640200600225-62-BIP-5-11.png	23.101	P	0624640200600269-80-BIP-1-3.png	91.005	P	062464020060305-98-BIP-2-2.png	113.581	P
0624640200600225-62-BIP-6-11.png	14.899	C	0624640200600269-80-BIP-2-3.png	94.413	P	062464020060306-99-BIP-1-2.png	96.814	P
0624640200600225-62-BIP-7-11.png	22.050	D	0624640200600269-80-BIP-3-3.png	122.440	C	062464020060306-99-BIP-2-2.png	94.165	C
0624640200600225-62-BIP-8-11.png	86.414	D	0624640200600271-81-BIP-1-4.png	124.493	P	0624640200600312-101-BIP-1-2.png	48.751	P
0624640200600225-62-BIP-9-11.png	40.578	D	0624640200600271-81-BIP-2-4.png	131.369	P	0624640200600312-101-BIP-2-2.png	04.912	C
0624640200600226-63-BIP-1-7.png	110.915	P	0624640200600271-81-BIP-3-4.png	146.920	C	0624640200600313-102-BIP-1-2.png	84.017	P
0624640200600226-63-BIP-2-7.png	176.269	P	0624640200600271-81-BIP-4-4.png	204.990	D	0624640200600313-102-BIP-2-2.png	11.659	C
0624640200600226-63-BIP-3-7.png	92.302	P	0624640200600274-82-BIP-1-5.png	104.339	P			
0624640200600226-63-BIP-4-7.png	117.552	P	0624640200600274-82-BIP-2-5.png	131.715	P			
0624640200600226-63-BIP-5-7.png	120.086	P	0624640200600274-82-BIP-3-5.png	101.467	P			
0624640200600226-63-BIP-6-7.png	105.360	P	0624640200600274-82-BIP-4-5.png	143.338	C			
0624640200600226-63-BIP-7-7.png	133.291	C	0624640200600274-82-BIP-5-5.png	200.332	D			
0624640200600227-64-BIP-1-2.png	87.610	P	0624640200600276-83-BIP-1-3.png	106.717	P			
0624640200600227-64-BIP-2-2.png	118.296	C	0624640200600276-83-BIP-2-3.png	92.164	P			
0624640200600233-65-BIP-1-1.png	82.438	P	0624640200600276-83-BIP-3-3.png	99.108	C			
0624640200600236-67-BIP-1-5.png	135.636	P	0624640200600279-85-BIP-1-2.png	117.158	P			
0624640200600236-67-BIP-2-5.png	123.801	P	0624640200600279-85-BIP-2-2.png	145.381	C			
0624640200600236-67-BIP-3-5.png	59.864	C	0624640200600280-86-BIP-1-1.png	179.729	P			
0624640200600236-67-BIP-4-5.png	85.521	P	0624640200600281-87-BIP-1-5.png	64.658	P			

Fonte: elaboração do autor.

**Teste 2 (Validação CBMMG):**

Considerando o resultado do teste 1, após análise e interpretação dos 332 documentos, tem-se a divisão de 213 plantas, 74 cortes e 45 detalhes. De acordo com o resultado apresentado no relatório de número de amostras, o tempo gasto de 43.453 segundos no processamento dos 332 desenhos apresenta a média de 130 segundos para processar cada arquivo. Com a aplicação do esquema de classificação, o sistema filtra os desenhos e apresenta a seguinte redução de tempo de processamento:

- Tempo total para processamento dos desenhos técnicos:  
 $tt = 43.453 \text{ s} = 724\text{min}13\text{s} = 12\text{h}04\text{min}13\text{s};$
- Número total de formatos processados:  
 $nf = 332$  (nf = número de formatos);
- Tempo médio para processamento de cada formato:  
 $tm = tt / td$  (tm = tempo médio; tt = tempo total; td = total de desenhos)  
 $tm = 43.453 / 332 = 131 \text{ segundos} = 2\text{min}11\text{s};$
- Número de plantas, cortes e detalhes:  
 $nf = np + nc + nd$  (nf = número de formatos; np = número de plantas; nc = número de corte, nd = número de detalhes)  
 $nf = 213 + 74 + 45 = 332;$
- Tempo para processamento das plantas:  
 $tp = np * tm$  (tp=tempo de processamento das plantas)  
 $tp = 213 * 131 = 27.903 \text{ segundos} = 465\text{m}3\text{s} = 7\text{h}45\text{min}3\text{s}$   
 O tempo de processamento de todos os desenhos técnicos é 12h04min13s. Utilizando a classificação da categoria Forma igual a planta, tem-se uma economia de 4h19min10s, ou seja, uma redução de 34% no tempo de processamento computacional;
- Tempo para processamento dos cortes:  
 $tc = nc * tm$  (tp=tempo de processamento dos cortes)  
 $tp = 74 * 131 = 9.694 \text{ segundos} = 161\text{min}34\text{s} = 2\text{h}41\text{min}34\text{s}$   
 O tempo de processamento de todos os desenhos técnicos é 12h04min13s. Utilizando a classificação da categoria Forma igual a corte, tem-se uma economia de 9h22min39s, ou seja, uma redução de 77,5% no tempo de processamento computacional;
- Tempo para processamento dos detalhes:

$td = nd * tm$  (tp=tempo de processamento dos detalhes)

$td = 45 * 131 = 5.895$  segundos = 98min15s = 1h30min15s

O tempo de processamento de todos os desenhos técnicos é 12h04min13s.

Utilizando a classificação da categoria Forma igual a detalhe, tem-se uma economia de 10h33min58s, ou seja, uma redução de 84% no tempo de processamento.

O teste 2 apresenta o resultado da redução do tempo de processamento com a definição da categoria Forma dos desenhos técnicos. De acordo com o GRAF. 9, após a definição da categoria Forma, que neste *corpus* é composta de plantas, cortes e detalhes, o algoritmo apresenta uma redução de 34% a 84% no tempo de processamento dos desenhos técnicos.

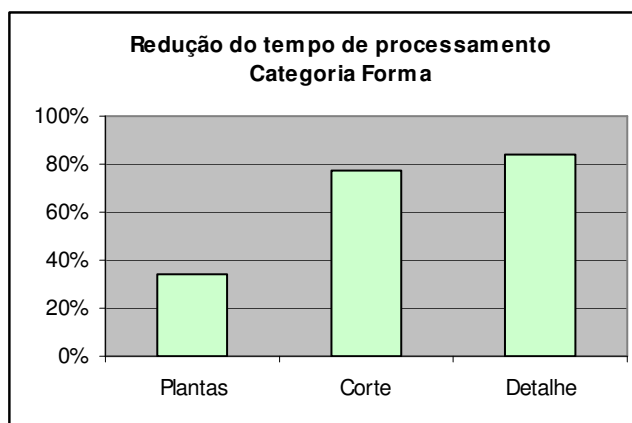


GRÁFICO 9 – Redução do tempo de processamento - categoria forma  
Fonte: elaboração do autor.

### **Teste 3 (Validação CBMMG):**

Para a execução do teste 3, selecionaram-se 49 desenhos técnicos de projetos de segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco, apresentados no ANEXO B (o ANEXO B completo com os 332 desenhos está gravado no DVD anexo). A autora pesquisou os 49 desenhos do ANEXO B, identificando o número de extintores de incêndio em cada desenho, conforme TAB. 15, tendo encontrado um total de 155 ícones. Os mesmos desenhos foram processados pelo protótipo e impressos com os resultados encontrados, destacados por um retângulo vermelho (APÊNDICE E), formando um total de 140 ícones encontrados. Esse resultado representa 90,3% de taxa de recuperação. Cabe ressaltar que, dos 15 ícones que não foram automaticamente encontrados no desenho, 13 referem-se a ícones da legenda, 1 refere-se a um ícone em uma rotação não analisada e apenas 1 pertencente ao projeto. Isso representa um acerto de 98,7% na recuperação dos extintores de incêndio pertencentes às plantas.

É importante ressaltar que o protótipo encontrou 1 resultado negativo referente a uma área com hachura. Pode-se observar, no projeto 06246402006222-59 (APÊNDICE E), que o protótipo marca, com um retângulo, uma seta. Este problema pode ser contornado através de definição de normas para a construção do desenho técnico como, por exemplo, não construir áreas hachuradas com sólidos.

A seguir, é apresentada a TAB. 15 da seguinte forma:

- 1ª coluna - nome dos arquivos correspondentes ao número do projeto;
- 2ª coluna - número do formato e corresponde a cada desenho técnico. Cada projeto é composto de um ou vários formatos de desenho técnico;
- 3ª coluna - classificação de cada desenho de acordo com a categoria forma;
- 4ª coluna - os ícones de extintores de incêndio candidatos a serem encontrados que correspondem à localização dos extintores presentes na planta. Estes ícones estão impressos em vermelho no ANEXO B;
- 5ª coluna - número de extintores de incêndio encontrados através do processamento automático. Estes ícones estão destacados com um retângulo vermelho no APÊNDICE E;
- 6ª coluna - resultados negativos que correspondem a uma área selecionada automaticamente e não correspondem ao ícone procurado;
- 7ª coluna - o número de ícones não encontrados, o respectivo posicionamento e/ou justificativa.

TABELA 15  
Número de imagens-chave - candidatas e encontradas

(conclusão)

Nome do arquivo	Número do formato	Categoria Foma	ícones de extintores de incêndio candidatos (ANEXO C)	ícones de extintores de incêndio encontrados (ANEXO D)	R N	Ícones não encontrados - posicionamento
0624640200600032-6	1/8	planta	7	7		
0624640200600032-6	2/8	planta	5	5		
0624640200600032-6	3/8	planta	4	2		2 - legenda
0624640200600032-6	4/8	planta	8	5		2 - legenda / 1 - 45 <sup>a</sup>
0624640200600032-6	5/8	detalhes	3			
0624640200600032-6	6/8	detalhes	0			
0624640200600032-6	7/8	corte	0			
0624640200600032-6	8/8	detalhes	0			
0624640200600084-13	1/1	planta	4	4		
0624640200600085-14	1/3	planta	4	4		
0624640200600085-14	2/3	planta	2	2		
0624640200600085-14	3/3	corte	0			
06246402006000114-23	1/4	planta	18	17		1 - desenho
06246402006000114-23	2/4	planta	4	4		
06246402006000114-23	3/4	corte	0			
06246402006000114-23	4/4	detalhes	0			
06246402006000156-36	1/3	planta	7	6		1 - legenda
06246402006000156-36	2/3	planta	4	4		
06246402006000156-36	3/3	corte	0			
06246402006000179-47	1/4	planta	5	5		
06246402006000179-47	2/4	planta	3	3		
06246402006000179-47	3/4	planta	4	4		
06246402006000179-47	4/4	corte	0			
06246402006000219-57	1/6	planta	3	2		1 - legenda
06246402006000219-57	2/6	planta	4	4		
06246402006000219-57	3/6	planta	4	4		
06246402006000219-57	4/6	planta	3	3		
06246402006000219-57	5/6	planta	2	2		
06246402006000219-57	6/6	corte	0	0		
06246402006000222-59	1/3	planta	6	6		
06246402006000222-59	2/3	planta	6	5		1 - legenda
06246402006000222-59	3/3	corte	0		1	
06246402006000223-60	1/7	planta	10	8		2 - legenda
06246402006000223-60	2/7	planta	10	7		3 - legenda
06246402006000223-60	3/7	planta	5	5		
06246402006000223-60	4/7	planta	5	5		
06246402006000223-60	5/7	planta	1	1		
06246402006000223-60	6/7	corte	0			
06246402006000223-60	7/7	detalhes	0			
06246402006000240-69	1/5	planta	6	5		1 - legenda
06246402006000240-69	2/5	planta	2	2		
06246402006000240-69	3/5	planta	1	1		
06246402006000240-69	4/5	corte	0			
06246402006000240-69	5/5	detalhes	0			
06246402006000291-92	1/3	planta	2	2		
06246402006000291-92	2/3	planta	3	3		
06246402006000291-92	3/3	corte	0			
06246402006000306-99	1/2	planta	3	3		
06246402006000306-99	2/2	corte	0			
<b>Total</b>			<b>155</b>	<b>140</b>		<b>15</b>

Fonte: elaboração do autor.

**Teste 4 (Validação CBMMG):**

De acordo com a classificação da TAB. 14 o conjunto total dos desenhos contém 213 plantas. Através da observação das 213 plantas, a autora identificou os ícones candidatos, ou seja, todas as imagens-chave que podem ser encontradas pelo protótipo. Também encontrou um total de 518 extintores portáteis - carga de água, 186 extintores portáteis - carga de dióxido de carbono, 398 extintores portáteis - carga de pó BC, 115 extintores portáteis - carga de pó ABC, 17 extintores sobre rodas - carga de água, 23 extintores sobre rodas - carga de pó BC e 4 extintores sobre rodas - carga de pó ABC, conforme apresentado na TAB. 16.

O resultado da busca automática utilizando o protótipo, considerando as mesmas imagens-chave analisadas pela autora, apresenta um total de 502 extintores portáteis - carga de água, 156 extintores portáteis - carga de dióxido de carbono, 268 extintores portáteis - carga de pó BC, 57 extintores portáteis - carga de pó ABC, seis extintores sobre rodas - carga de água, sete extintores sobre rodas - carga de pó BC e nove extintores sobre rodas - carga de pó ABC, conforme apresentado no relatório do APÊNDICE D.

Comparando os resultados da TAB. 16 com os relatórios (APÊNDICE D), tem-se um resultado de 85% de acerto, ou seja, o protótipo recupera 85% das imagens-chave existentes. Esse resultado apresenta 15% de erro, principalmente porque as imagens-chave utilizadas são muito parecidas, e o protótipo, devido à resolução, não consegue diferenciar, por exemplo, entre extintor portátil carga de água e extintor portátil carga de pó BC. As duas imagens-chave são muito semelhantes, enquanto o ícone do extintor portátil carga de água é um triângulo, com círculo e um X no centro, o extintor portátil carga de pó BC é um triângulo com um quadrado e um X no centro, portanto, dependendo da resolução e da semelhança, o resultado de 85% será satisfatório.

A busca da imagem-chave, considerando o tipo de carga, apresenta menor eficiência do protótipo, comparando com o resultado do teste 3, que procura extintores sem distinção de carga. Este fato ocorre em função da resolução do ícone que, devido à escala, apresenta pequena variação do desenho em relação às diferentes cargas.



TABELA 16  
Número de ícones candidatos

(continua)








	 extintor portátil carga d'água	 extintor portátil-carga de dióxido de carbono	 extintor portátil carga de pó BC	 extintor portátil carga de pó ABC	 extintor sobre rodas carga d'água	 extintor sobre rodas carga de pó BC	 extintor sobre rodas carga de pó ABC
0624640200600008-1-BIP-1-2	4	0	4	0	0	2	0
0624640200600011-2-BIP-1-2	5	0	0	2	0	0	0
0624640200600015-3-BIP-1-1	2	0	0	5	0	0	0
0624640200600019-4-BIP-1-2	6	2	4	0	0	0	0
0624640200600020-5-BIP-1-3	3	0	2	0	0	1	0
0624640200600020-5-BIP-2-3	2	0	3	0	0	1	0
0624640200600032-6-BIP-1-8	1	1	5	0	0	0	0
0624640200600032-6-BIP-2-8	3	1	1	0	0	0	0
0624640200600032-6-BIP-3-8	2	1	1	0	0	0	0
0624640200600032-6-BIP-4-8	4	3	1	0	0	0	0
0624640200600056-7-BIP-1-5	2	1	9	3	0	0	0
0624640200600072-8-BIP-1-2	2	0	2	0	0	0	0
0624640200600078-10-BIP-1-6	2	3	1	0	0	0	0
0624640200600078-10-BIP-2-6	1	1	3	0	0	0	0
0624640200600078-10-BIP-3-6	3	1	1	0	0	0	0
0624640200600078-10-BIP-4-6	2	2	1	0	0	0	0
0624640200600079-11-BIP-1-3	3	1	1	3	0	0	0
0624640200600079-11-BIP-2-3	3	2	1	0	0	0	0
0624640200600081-12-BIP-1-5	2	1	3	0	0	0	0
0624640200600081-12-BIP-2-5	1	2	1	0	0	0	0
0624640200600084-13-BIP-1-2	4	0	0	0	0	0	0
0624640200600085-14-BIP-1-3	2	0	2	0	0	0	0
0624640200600085-14-BIP-2-3	2	0	0	0	0	0	0
0624640200600093-17-BIP-1-4	4	1	3	1	0	0	0
0624640200600096-18-BIP-1-1	3	0	2	0	0	0	0
0624640200600103-19-BIP-1-9	1	1	4	1	0	1	0
0624640200600103-19-BIP-2-9	3	1	3	1	0	1	0
0624640200600103-19-BIP-3-9	3	1	3	1	0	1	0
0624640200600103-19-BIP-4-9	3	1	3	1	0	1	0
0624640200600103-19-BIP-5-9	3	1	3	1	0	1	0
0624640200600103-19-BIP-6-9	3	1	3	1	0	1	0
0624640200600103-19-BIP-7-9	0	0	0	0	0	0	0
0624640200600106-20-BIP-1-1	2	0	2	2	0	2	0
0624640200600109-21-BIP-1-2	2	2	1	0	0	0	0
0624640200600111-22-BIP-1-3	5	0	2	0	0	0	0
0624640200600114-23-BIP-1-4	7	1	10	0	0	0	0
0624640200600114-23-BIP-2-4	3	1	0	0	0	0	0
0624640200600115-24-BIP-1-6	2	1	5	0	0	0	0
0624640200600115-24-BIP-2-6	2	1	1	0	0	0	0
0624640200600115-24-BIP-3-6	3	1	1	0	0	0	0
0624640200600115-24-BIP-4-6	0	1	0	0	0	0	0
0624640200600120-26-BIP-1-2	3	3	2	0	0	0	0
0624640200600126-27-BIP-1-2	6	0	0	2	0	0	0

TABELA 16  
Número de ícones candidatos

(continua)








	 extintor portátil carga d'água	 extintor portátil-carga de dióxido de carbono	 extintor portátil carga de pó BC	 extintor portátil carga de pó ABC	 extintor sobre rodas carga d'água	 extintor sobre rodas carga de pó BC	 extintor sobre rodas carga de pó ABC
0624640200600126-28-BIP-1-2	0	0	0	0	0	0	0
0624640200600132-29-BIP-1-4	2	0	2	0	0	0	0
0624640200600132-29-BIP-2-4	2	0	2	0	0	0	0
0624640200600138-30-BIP-1-2	7	1	3	0	0	0	0
0624640200600141-31-BIP-1-4	4	2	3	0	0	0	0
0624640200600141-31-BIP-2-4	4	2	3	0	0	0	0
0624640200600141-31-BIP-4-4	0	0	0	0	0	0	0
0624640200600149-32-BIP-1-3	2	0	0	3	3	0	3
0624640200600149-32-BIP-2-3	3	0	0	1	1	0	1
0624640200600150-33-BIP-1-2	3	0	3	0	0	0	0
0624640200600152-34-BIP-1-4	2	0	5	0	0	0	0
0624640200600152-34-BIP-2-4	2	0	1	0	0	0	0
0624640200600153-35-BIP-1-13	6	1	4	0	1	0	0
0624640200600153-35-BIP-10-13	5	1	1	0	1	0	0
0624640200600153-35-BIP-11-13	5	1	1	0	1	0	0
0624640200600153-35-BIP-12-13	3	1	1	0	1	0	0
0624640200600153-35-BIP-13-13	0	0	0	0	0	0	0
0624640200600153-35-BIP-2-13	8	1	3	0	1	0	0
0624640200600153-35-BIP-3-13	4	1	3	0	1	0	0
0624640200600153-35-BIP-4-13	2	2	2	0	1	0	0
0624640200600153-35-BIP-5-13	2	2	2	0	1	0	0
0624640200600153-35-BIP-6-13	5	1	1	0	1	0	0
0624640200600153-35-BIP-7-13	5	1	1	0	1	0	0
0624640200600156-36-BIP-1-4	4	0	2	0	0	0	0
0624640200600156-36-BIP-2-4	2	0	2	0	0	0	0
0624640200600159-37-BIP-1-2	2	0	4	0	0	0	0
0624640200600160-38-BIP-1-4	5	6	11	0	0	0	0
0624640200600160-38-BIP-2-4	0	6	0	0	0	0	0
0624640200600161-39-BIP-1-3	2	0	0	1	0	0	0
0624640200600162-40-BIP-1-2	3	1	3	1	0	1	0
0624640200600164-41-BIP-1-4	3	2	1	0	1	0	0
0624640200600164-41-BIP-2-4	3	1	2	0	1	0	0
0624640200600171-44-BIP-1-3	3	0	2	0	0	0	0
0624640200600179-47-BIP-1-4	2	0	3	0	0	0	0
0624640200600179-47-BIP-2-4	2	0	1	0	0	0	0
0624640200600179-47-BIP-3-4	2	0	1	0	0	0	0
0624640200600183-48-BIP-1-5	3	1	4	0	0	0	0
0624640200600183-48-BIP-2-5	4	1	1	0	0	0	0
0624640200600183-48-BIP-3-5	1	2	1	0	0	0	0
0624640200600193-49-BIP-1-3	15	0	3	15	0	0	0
0624640200600193-49-BIP-2-3	2	1	0	5	0	0	0
0624640200600194-50-BIP-1-5	2	1	5	0	0	0	0
0624640200600194-50-BIP-2-5	1	1	0	0	0	0	0



TABELA 16  
Número de ícones candidatos

(continua)








	 extintor portátil carga d'água	 extintor portátil-carga de dióxido de carbono	 extintor portátil carga de pó BC	 extintor portátil carga de pó ABC	 extintor sobre rodas carga d'água	 extintor sobre rodas carga de pó BC	 extintor sobre rodas carga de pó ABC
0624640200600197-51-BIP-1-3	12	2	9	0	0	0	0
0624640200600200-52-BIP-1-2	2	0	5	0	0	2	0
0624640200600205-53-BIP-1-2	3	0	3	0	0	0	0
0624640200600206-54-BIP-1-5	4	0	3	0	0	0	0
0624640200600206-54-BIP-2-5	2	0	1	0	0	0	0
0624640200600206-54-BIP-3-5	2	0	1	0	0	0	0
0624640200600210-55-BIP-1-5	8	0	2	0	0	0	0
0624640200600210-55-BIP-2-5	6	0	1	0	0	0	0
0624640200600210-55-BIP-3-5	5	3	0	0	0	0	0
0624640200600210-55-BIP-4-5	4	2	1	0	0	0	0
0624640200600217-56-BIP-1-5	3	0	5	2	0	0	0
0624640200600217-56-BIP-2-5	2	0	1	1	0	0	0
0624640200600217-56-BIP-3-5	2	0	0	0	0	0	0
0624640200600217-56-BIP-4-5	0	0	0	0	0	0	0
0624640200600219-57-BIP-1-6	1	0	2	0	0	0	0
0624640200600219-57-BIP-2-6	2	0	2	0	0	0	0
0624640200600219-57-BIP-3-6	3	0	1	0	0	0	0
0624640200600219-57-BIP-4-6	2	0	1	0	0	0	0
0624640200600219-57-BIP-5-6	1	0	1	0	0	0	0
0624640200600220-58-BIP-1-4	5	0	1	2	1	0	0
0624640200600220-58-BIP-2-4	4	0	1	2	0	0	0
0624640200600220-58-BIP-3-4	0	0	0	0	0	0	0
0624640200600222-59-BIP-1-3	2	2	0	2	0	0	0
0624640200600222-59-BIP-2-3	2	2	0	2	0	0	0
0624640200600223-60-BIP-1-7	3	1	4	0	0	2	0
0624640200600223-60-BIP-2-7	4	1	3	2	0	1	0
0624640200600223-60-BIP-3-7	2	1	1	0	0	1	0
0624640200600223-60-BIP-4-7	2	1	1	0	0	1	0
0624640200600223-60-BIP-5-7	0	2	0	0	0	0	0
0624640200600224-61-BIP-1-5	4	1	2	0	0	0	0
0624640200600224-61-BIP-2-5	2	1	1	0	0	0	0
0624640200600224-61-BIP-3-5	2	2	1	0	0	0	0
0624640200600225-62-BIP-1-11	1	1	3	0	0	0	0
0624640200600225-62-BIP-10-11	2	1	3	0	0	0	0
0624640200600225-62-BIP-11-11	1	2	1	0	0	0	0
0624640200600225-62-BIP-2-11	2	1	3	0	0	0	0
0624640200600225-62-BIP-3-11	1	1	3	0	0	0	0
0624640200600225-62-BIP-4-11	2	1	3	0	0	0	0
0624640200600225-62-BIP-5-11	2	0	0	0	0	0	0
0624640200600226-63-BIP-1-7	1	0	4	1	0	0	0
0624640200600226-63-BIP-2-7	3	0	1	1	0	0	0
0624640200600226-63-BIP-3-7	1	0	0	0	0	0	0
0624640200600226-63-BIP-4-7	1	0	0	0	0	0	0

TABELA 16  
Número de ícones candidatos

(continua)















	 exstimator portátil carga d'água	 exstimator portátil carga de dióxido de carbono	 exstimator portátil carga de pó BC	 exstimator portátil carga de pó ABC	 exstimator sobre rodas carga d'água	 exstimator sobre rodas carga de pó BC	 exstimator sobre rodas carga de pó ABC
0624640200600226-63-BIP-5-7	0	0	0	1	0	0	0
0624640200600226-63-BIP-6-7	0	0	0	0	0	0	0
0624640200600227-64-BIP-1-2	2	0	3	0	0	0	0
0624640200600233-65-BIP-1-1	0	5	0	3	0	0	0
0624640200600236-67-BIP-1-5	7	2	1	7	0	0	0
0624640200600236-67-BIP-2-5	4	2	1	3	0	0	0
0624640200600236-67-BIP-4-5	1	1	0	1	0	0	0
0624640200600240-69-BIP-1-5	1	1	3	0	0	0	0
0624640200600240-69-BIP-2-5	1	0	1	0	0	0	0
0624640200600240-69-BIP-3-5	1	0	0	0	0	0	0
0624640200600241-70-BIP-1-4	2	2	1	1	0	0	0
0624640200600241-70-BIP-2-4	1	2	1	2	0	0	0
0624640200600241-70-BIP-3-4	0	0	0	0	0	0	0
0624640200600243-72-BIP-1-2	2	1	0	0	0	0	0
0624640200600247-73-BIP-1-4	4	0	2	0	0	0	0
0624640200600247-73-BIP-2-4	3	3	1	0	0	0	0
0624640200600247-73-BIP-3-4	0	0	0	0	0	0	0
0624640200600252-74-BIP-1-3	7	3	1	0	0	0	0
0624640200600252-74-BIP-2-3	2	1	1	0	0	0	0
0624640200600256-75-BIP-1-9	8	1	6	0	0	0	0
0624640200600256-75-BIP-2-9	10	2	3	0	0	0	0
0624640200600256-75-BIP-3-9	4	1	2	0	0	0	0
0624640200600256-75-BIP-4-9	2	1	2	0	0	0	0
0624640200600256-75-BIP-5-9	5	1	3	0	0	0	0
0624640200600256-75-BIP-6-9	2	1	2	0	0	0	0
0624640200600256-75-BIP-7-9	2	1	2	0	0	0	0
0624640200600256-75-BIP-8-9	2	2	1	0	0	0	0
0624640200600259-76-BIP-1-1	4	0	3	0	0	0	0
0624640200600261-77-BIP-1-3	5	3	2	2	0	0	0
0624640200600261-77-BIP-2-3	0	0	0	0	0	0	0
0624640200600263-78-BIP-1-2	0	0	3	3	0	0	0
0624640200600263-78-BIP-2-2	0	0	0	2	0	0	0
0624640200600265-79-BIP-1-3	1	1	3	0	0	0	0
0624640200600265-79-BIP-2-3	6	2	2	0	0	0	0
0624640200600265-79-BIP-3-3	4	1	1	0	0	0	0
0624640200600269-80-BIP-1-3	4	1	1	1	0	0	0
0624640200600269-80-BIP-2-3	6	1	1	1	0	0	0
0624640200600271-81-BIP-1-4	8	4	4	0	0	0	0
0624640200600271-81-BIP-2-4	8	4	4	0	0	0	0
0624640200600274-82-BIP-1-5	1	2	6	0	0	0	0
0624640200600274-82-BIP-2-5	6	1	4	0	0	0	0
0624640200600274-82-BIP-3-5	4	1	4	0	0	0	0
0624640200600276-83-BIP-1-3	6	0	0	0	0	0	0

TABELA 16  
Número de ícones candidatos

(conclusão)

	 extintor portátil carga d'água	 extintor portátil carga de dióxido de carbono	 extintor portátil carga de pó BC	 extintor portátil carga de pó ABC	 extintor sobre rodas carga d'água	 extintor sobre rodas carga de pó BC	 extintor sobre rodas carga de pó ABC
0624640200600276-83-BIP-2-3	6	0	0	0	0	0	0
0624640200600279-85-BIP-1-2	2	2	2	0	0	0	0
0624640200600280-86-BIP-1-1	3	2	2	0	0	0	0
0624640200600281-87-BIP-1-5	2	0	2	0	0	0	0
0624640200600281-87-BIP-2-5	2	0	1	0	0	0	0
0624640200600281-87-BIP-3-5	2	0	1	0	0	0	0
0624640200600281-87-BIP-4-5	1	0	2	0	0	0	0
0624640200600283-88-BIP-1-3	3	1	1	1	0	0	0
0624640200600283-88-BIP-2-3	3	1	1	1	0	0	0
0624640200600284-89-BIP-1-14	0	0	3	0	0	0	0
0624640200600284-89-BIP-10-14	0	0	0	0	0	0	0
0624640200600284-89-BIP-11-14	0	0	0	0	0	0	0
0624640200600284-89-BIP-12-14	0	0	0	0	0	0	0
0624640200600284-89-BIP-13-14	0	0	0	0	0	0	0
0624640200600284-89-BIP-14-14	0	0	0	0	0	0	0
0624640200600284-89-BIP-2-14	0	0	3	0	0	0	0
0624640200600284-89-BIP-3-14	1	1	4	0	0	0	0
0624640200600284-89-BIP-4-14	2	1	2	0	0	0	0
0624640200600284-89-BIP-6-14	2	1	1	0	0	0	0
0624640200600284-89-BIP-9-14	1	0	0	0	0	0	0
0624640200600286-90-BIP-1-5	3	1	0	3	0	0	0
0624640200600286-90-BIP-2-5	4	2	0	2	0	0	0
0624640200600286-90-BIP-3-5	3	2	0	2	0	0	0
0624640200600289-91-BIP-1-4	2	1	3	3	0	0	0
0624640200600289-91-BIP-2-4	1	2	6	1	0	0	0
0624640200600289-91-BIP-3-4	0	0	0	0	0	0	0
0624640200600291-92-BIP-1-3	0	0	0	2	0	0	0
0624640200600291-92-BIP-2-3	0	0	0	3	0	0	0
0624640200600292-93-BIP-1-3	3	0	3	0	0	0	0
0624640200600292-93-BIP-2-3	2	0	1	0	0	0	0
0624640200600294-94-BIP-1-1	3	0	3	0	0	0	0
0624640200600296-95-BIP-1-3	4	0	4	0	0	0	0
0624640200600296-95-BIP-2-3	2	0	2	0	0	0	0
0624640200600299-96-BIP-1-4	9	1	2	0	0	0	0
0624640200600299-96-BIP-2-4	8	0	3	0	0	0	0
0624640200600299-96-BIP-3-4	4	1	2	0	0	0	0
0624640200600305-98-BIP-1-2	3	0	1	1	0	1	0
0624640200600305-98-BIP-2-2	2	0	2	1	0	2	0
0624640200600306-99-BIP-1-2	3	0	0	0	0	0	0
0624640200600312-101-BIP-1-2	5	5	0	3	0	0	0
0624640200600313-102-BIP-1-2	2	0	0	0	0	0	0
Total	518	186	398	115	17	23	4

Fonte: elaboração do autor.

#### 6.2.4 Conclusão – CBMMG

O estudo de caso realizado no Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais verifica e valida o modelo e o protótipo, bem como apresenta contribuições para a situação atual do CBMMG, visando à organização e à recuperação da informação dos desenhos de forma mais eficiente e eficaz. Os resultados dos testes comprovam que o modelo reduz o tempo de indexação e recuperação dos desenhos técnicos.

A indexação foi a solução para se obter a recuperação rápida e eficiente. Cada formato de desenho técnico é indexado no momento de arquivar o projeto para compor o banco de dados que será acionado no momento da busca. Os projetos ficam, portanto, disponíveis para a recuperação da informação no momento da busca. Quando acionada a consulta ao arquivo, para a localização das informações solicitadas numa situação de emergência (por exemplo, a posição e a quantidade de extintores de incêndio em uma determinada região), o sistema mostrará, em tempo hábil, a localização de cada um em seu respectivo desenho, possibilitando ao usuário obter um mapeamento visual, as informações técnicas e administrativas relativas à busca.

De acordo com os resultados apresentados no teste 1, para categorizar um desenho técnico, gasta-se 6,12 segundos de processamento humano, enquanto, de acordo com o relatório (APÊNDICE D), gasta-se em média 200 segundos para o processamento automático de um ícone. Seriam necessários outros processamentos para o computador inferir automaticamente e extrair uma categoria, excedendo o tempo de 200 segundos. Pode-se concluir que a presença humana na definição das categorias apresenta ganhos relativos ao tempo de processamento, viabilizando a aplicação do modelo em grandes bases de dados.

Com os resultados apresentados no teste 2, o modelo, a definição das três categorias e a utilização do esquema de classificação reduz em 34%, 77,5% e 84% o tempo total de processamento computacional.

Conforme os resultados obtidos no teste 3, o protótipo apresenta uma taxa de recuperação de 90,3%, encontrando os ícones presentes nos desenhos e o restante de 9,7% corresponde à um ícone em rotação não definida e ícones pertencentes à legenda com alguma interferência. Conclui-se que o protótipo apresenta uma taxa de recuperação de 98,7% de acerto em relação à procura automatizada de extintores de incêndio nos desenhos técnicos.

Os resultados do teste 4 mostram que o protótipo recupera 85% das imagens-chave de extintores de incêndio, fazendo a distinção entre tipos de carga. Apresenta 15% de taxa de erro de recuperação devido à resolução da imagem.

## 7 CONCLUSÕES

De acordo com as questões de pesquisa e os objetivos apresentados, a presente tese consolida a proposta de se obter uma forma eficaz de organizar, indexar e recuperar os desenhos técnicos dos projetos de engenharia e arquitetura, através de um sistema que soma a interpretação humana ao processo automatizado, une os metadados textuais com os visuais, propõe a interseção dos conceitos e técnicas da ciência da informação e da ciência da computação.

Unindo a interpretação humana ao processo automatizado, obter-se-á um grande potencial, tornando o sistema mais eficiente, de modo que o objetivo é utilizar o processamento computacional ou a participação humana onde se parece mais indicado. Os resultados obtidos confirmam a vantagem da participação do processamento cognitivo humano em sistemas automatizados, com a intervenção direta do usuário, através da interpretação do desenho, da definição das categorias e da utilização do esquema de classificação. Ao mesmo tempo, utiliza recursos computacionais para aproximar o *software* do processamento humano através de pesquisas e implementações que façam, automaticamente, a interpretação e a classificação do desenho. O teste 1 da validação CBMMG, apresenta a participação humana na interpretação do documento, na extração das categorias e na indexação dos atributos textuais. Através do processamento humano, gasta-se 6,2 segundos para a interpretação e a categorização; enquanto o processamento computacional gasta, em média, 213,30 segundos para processar uma vez o desenho, na procura de um ícone, portanto, não se pode afirmar ser possível o processamento automatizado e quanto tempo será necessário.

A interseção dos conceitos e técnicas da ciência da informação com a ciência da computação não tem o objetivo de sobrepor uma área do conhecimento em relação à outra, e sim, unir as técnicas e os conceitos num sistema único, somando as potencialidades de cada uma. Através da revisão de literatura, fica evidente a necessidade das duas áreas "conversarem" ou interagirem, unindo as potencialidades de cada uma. O teste 2 da validação CBMMG apresenta uma redução de até 84% do processamento computacional com a utilização do modelo e do esquema de classificação.

A união dos metadados textuais com os visuais, para a composição do banco de dados central, é a solução para englobar todas as informações referentes ao documento do desenho.

Também, não é necessário desprezar os sistemas de gerenciamento de documentos que utilizam informações textuais, e sim, somar os atributos visuais ao banco de dados, trazendo novas potencialidades ao sistema. Também não é o caso de se fazer toda a organização e recuperação através de sistema de recuperação da informação visual, devido aos recursos computacionais disponíveis. O sistema faz inserção humana com processos de classificação, para otimizar o processamento automático.

O teste 3 da validação apresenta um resultado de 98,7% de taxa de acerto na recuperação do ícone, provando a eficiência do protótipo na recuperação da informação visual, através da utilização de imagem-chave.

Alguns conceitos de tratamento de documentos textuais foram utilizados para tratamento de imagem na elaboração do esquema de classificação, como a associação do termo análise de assunto, para referir-se ao processo inicial de observar um desenho técnico e extrair as características que refletem o seu significado.

Conceitos clássicos de processamento digital de imagens foram utilizados na implementação do protótipo, em relação à recuperação, baseada na característica forma.

Em relação a tempo e custo de processamento, é importante considerar a situação das máquinas e dos programas computacionais, que, atualmente, apresentam um fator limitante. Através da observação da história da tecnologia, pode-se esperar melhores processadores, que poderão interferir diretamente na ampliação dos estudos e aplicações desta tese.

De acordo com a recente legislação do CBMMG, através da instrução técnica 03, fica nítida a necessidade de se adotarem normas e padrões para o desenvolvimento de desenhos técnicos em cada área específica. Portanto, uma das conclusões desta tese é a necessidade de definição de normas e padrões para confecção de desenhos técnicos, visando a melhorias no sistema. As normas podem padronizar os desenhos não somente em relação à padronização de ícones, mas também, em relação à *layers*; cores destacando os ícones; posicionamento das linhas de cota, que evitará interferências; definição de escalas padrão; tamanho de formato favorecendo o sistema.

A validação do modelo e do protótipo através do estudo de caso junto ao Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais permite afirmar a aplicação do estudo para auxiliar a solução de problemas referentes à organização e recuperação da informação dos desenhos técnicos de engenharia.

O modelo pode ser adaptado a qualquer instituição que lida com projetos de engenharia; para isso, se faz necessário definir os parâmetros, as tabelas de metadados específicos, as categorias; e utilizar a base de símbolos gráficos para cada aplicação.

De forma mais abrangente, visando a aplicações futuras, o sistema pode ser utilizado como um motor de busca para recuperar desenhos na Internet, com pesquisas abrangentes em relação à imagem-chave, recuperando desenhos das mais diversas aplicações, trazendo benefícios para várias áreas.

## 7.1 Contribuições

Esta tese apresenta contribuições teóricas, metodológicas e práticas para as áreas do conhecimento envolvidas.

Uma contribuição teórica é a comprovação de que é possível utilizar informações visuais para introduzir novas formas de recuperação da informação em desenhos.

A união de duas áreas do conhecimento, em torno da solução de um problema, apresenta contribuição teórica para novas pesquisas nessa direção.

A primeira fase de desenvolvimento do protótipo detecta que a recuperação da informação visual apresenta alto custo e processamento computacional. Uma contribuição teórica se deu no momento em que foram utilizados metadados textuais e visuais num único sistema. Os atributos textuais foram usados como um filtro para reduzir o processamento computacional e os atributos visuais utilizados para agregar informações aos sistemas computacionais.

Outra contribuição teórica é a indexação para, em seguida, conseguir a recuperação. A indexação compõe a base de dados através da entrada dos metadados textuais feita pelo indexador e os metadados visuais com a extração automática. Através desse processo, a informação está processada e arquivada para uma recuperação em tempo hábil.

Esta tese apresenta também contribuições metodológicas de desenvolvimento da pesquisa com experiência internacional, desenvolvida em parte na *The Pennsylvania State University – State College – Pennsylvania - USA*.

O mapa das fontes da fundamentação teórico-conceitual do estado da arte e da revisão de literatura (FIG. 2) é um recurso metodológico para mapear a revisão de literatura e apresentar uma visão clara do quadro conceitual utilizado.

O desenvolvimento teórico e prático apresentou um recurso metodológico rico na troca de informações entre teoria e prática, ocasionando um vice-versa de conclusões e aplicações para alcançar o objetivo.

O estudo de caso apresenta um recurso importante para validação do modelo e do protótipo e a constatação da viabilidade e aplicabilidade em um caso real para solucionar problemas de interesse geral.

A contribuição prática desta pesquisa é a recuperação de desenhos em diversas situações. Abaixo são apresentados exemplos de questões que podem ser obtidas a partir da utilização do modelo e do protótipo:

- Quantas portas existem em uma determinada planta de desenho arquitetônico? Neste caso, a imagem-chave utilizada é o desenho de uma porta que representa a “*query*” para a recuperação da informação. A resposta imediata é o número de portas, mas a partir de inferências sobre a resposta obtida, pode-se concluir quantos cômodos existem na planta. Essa pergunta pode referir-se a uma planta ou ser submetida a um conjunto de plantas;
- Quantos banheiros existem em uma determinada edificação? A imagem-chave é o desenho de uma peça sanitária. A resposta direta é o número de peças. Podem-se conseguir inferências de quantos banheiros existem, quantas pessoas precisam ser alocadas para a manutenção desses banheiros, qual o raio de alcance para definir a distância entre os cômodos. Essa pergunta considera um banco de dados com várias plantas de uma edificação que pode conter centenas ou milhares de desenhos técnicos;
- Quantos computadores existem em um projeto? A imagem-chave é o desenho do computador. Pode-se inferir sobre os laboratórios e infra-estruturas existentes, definir número de computadores existentes em uma edificação, alocação de pessoal necessário para a manutenção;
- Quantos extintores de incêndio existem em um raio pré-estabelecido e a localização de cada um para acesso direto em caso de emergência? Essa resposta imediata e precisa pode auxiliar o serviço de atendimento da segurança pública e do Corpo de Bombeiros. Através da transmissão direta da informação para agentes em campo na hora de combate, pode-se trazer resultado imediato para a prevenção de acidentes e para toda a segurança pública de uma região;
- Através da identificação de ícones gráficos de representação de armas, pode-se fazer o mapeamento de situações de risco em uma determinada área para futura



pesquisa direta de localização de armas e locais de perigo. Essa resposta imediata, transmitida diretamente a agentes em ação, previne e combate situações de perigo em uma comunidade;

- O modelo e o protótipo desenvolvidos nesta pesquisa podem estender-se em aplicações para Internet.

O modelo e o protótipo podem ser empregados em outras disciplinas da engenharia e em qualquer base de dados formada por desenhos e/ou imagens. A aplicação desse tipo de trabalho transcende à lista de exemplos citados, atingindo várias áreas do conhecimento, assim como diversas aplicações.

O resultado da pesquisa mostra que melhorar o acesso referente à recuperação da informação em desenhos técnicos de engenharia, pode interferir diretamente na melhoria de serviços e na tomada de decisão nas áreas de infra-estrutura, segurança, saúde e educação.

## 7.2 Limitações

Embora os recursos tecnológicos estejam disponíveis atualmente, o processamento de imagens requer tempo e custo computacional. É uma limitação presente nesta pesquisa. Considerando que o *hardware* e *software* estejam em constante evolução, pode-se afirmar que essa limitação será solucionada através de novas pesquisas, explorando as novas configurações de *hardware*, *software* e lógicas de processamento de imagens mais complexas.

## 7.3 Trabalhos futuros e relacionados

Unir as técnicas de organização e recuperação de informação da ciência da computação com as técnicas de recuperação da informação, baseada no conteúdo visual da imagem, e utilizar atributos textuais, juntamente com atributos visuais, abrindo uma nova linha de pesquisa, gerando subsídios para trabalhos futuros.

Em relação aos metadados, sugere-se a implementação do formato MARC para padronizar e ampliar as aplicações.

Em relação ao algoritmo e ao processamento digital de imagens, melhorias poderão ser feitas na lógica e na programação do protótipo, como implementar transformadas de *fourier* e transformadas *affins*, para ampliar a *performance* do algoritmo em relação a

variações de escala, rotação e espelho. Para aumentar o nível de automatização do protótipo, pode-se desenvolver ferramentas OCR – *Optical Character Recognition*, Reconhecimento Automático de Caracteres, para reconhecer automaticamente os atributos textuais presentes no desenho técnico, ou seja, os dados do carimbo. Outro ponto que precisa de uma implementação mais detalhada refere-se aos relatórios que podem e devem ser adaptados a cada aplicação específica, pois, com a composição do banco de dados, é possível fazer diferentes buscas.

Outro trabalho indicado é a adaptação e a aplicação do modelo e do protótipo em bases de dados de desenhos técnicos em variadas instituições e também para aplicações na Internet.

Se considerarmos o início da recuperação textual no computador, sabe-se que esse processo começou com a seleção de palavras-chave, que, através de testes repetitivos, recuperavam textos que possuíam as palavras semelhantes. Essa era uma forma “limitada” de recuperação da informação, por selecionar inúmeros documentos que possuíam a palavra-chave, mas podiam tratar de assuntos variados. Com o avanço tecnológico, é possível recuperar textos relacionados ao assunto procurado e conseguir resultados mais significativos do que a busca por palavras idênticas. Fazendo um paralelo para informações visuais, o modelo começa com a comparação de imagens-chave e, a partir delas, é possível fazer inferências com mais informações, ampliando os recursos dos sistemas de recuperação de imagens.

Esta tese representa o início de uma área de pesquisa para solucionar problemas e trazer melhorias referentes à organização e à recuperação de informações em desenhos técnicos de engenharia que, a partir de estudos aprofundados e refinamentos de programação, podem ser aplicados a soluções de problemas que envolvem, em grande escala, pessoas e recursos em diversas áreas, trazendo inúmeros benefícios.

## REFERÊNCIAS

ABBASI, Sadegh & MOKHTARIAN, Farzin. Shape similarity retrieval under affine transform: application to multi-view object representation and recognition. *IEEE Computer Society*, Corfu, p. 450-455, 1999. Disponível em:

<<http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/login.jsp?url=/iel5/6412/17134/00791255.pdf>  
<http://csdl2.computer.org/persagen/DLAbsToc.jsp?resourcePath=/dl/proceedings/&toc=comp/proceedings/iccv/1999/0164/01/0164toc.xml&DOI=10.1109/ICCV.1999.791255>>. Acesso em: 10 jun. 2001.

ALVARENGA, L. Representação do conhecimento na perspectiva da ciência da informação em tempos e espaços digitais. *Encontros Bibli*, Florianópolis. n. 15, 2003. Disponível em:

<[http://www.encontros-bibli.ufsc.br/Edicao\\_15/alvarenga\\_representacao.pdf](http://www.encontros-bibli.ufsc.br/Edicao_15/alvarenga_representacao.pdf)>. Acesso em: 13 mar. 2006.

ALVARENGA, L.; MOREIRA, A.; OLIVEIRA A.P. O nível do conhecimento e os instrumentos de representação: tesouros e ontologias. *DataGramaZero - Revista de Ciência da Informação*, Brasília, v. 5, n. 6, p. 1-28, 2004. Disponível em:

<[www.dgzero.org/dez04/Art\\_01.htm](http://www.dgzero.org/dez04/Art_01.htm)>. Acesso em: 15 mar. 2005.

ARAÚJO, V.M.R.H. Sistemas de recuperação da informação: nova abordagem teórico-conceitual. *Ciência da Informação*, Brasília, v. 24, n. 1, p. 54-76, jan./abr. 1995.

BAEZA Y. R.; RIBEIRO NETO, B. *Modern Information Retrieval*. ACM Press Series/Addison Wesley: New York, May 1999.

BARACHO, Francisco Ricardo Abrantes Couy. *Estabilidade de tensão em sistemas elétricos de potência*. 1992. 139 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1992.

BARACHO, Renata Maria Abrantes Couy. *Integração de um Ambiente para Produção de Maquetes Eletrônicas*. 1994. 132 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Departamento de Ciência da Computação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1994.

BAUMGARTNER, M. *Organizações de coleções de slides na área biomédica: arranjo, armazenamento e recuperação; revisão bibliográfica*. São Paulo: Associação Paulista de Bibliotecários, 1995. 47 p.

BEIGI, M.; BENITEZ, A.B.; CHANG, S. *Metaseek: A content-based meta-search engine for images*. In: SYMPOSIUM ON ELETRONIC IMAGING: MULTIMEDIA PROSSING AND APPLICATIONS-STORAGE AND RETRIEVIRAL FOR IMAGE AND VIDEO DATABASES, 1998, San Jose. *Proceedings...* San Jose: [s. n.], 1998.

BRIET, S. *Qu'est-ce que la documentation?*, Paris: Éditions Documentaires Industrielles et Techniques (ÉDIT), 1951. 47 p.

BROWN, C. Marlin, *Human-Computer interface design guidelines*. Norwood, New Jersey: Ablex Publishing Corporation, 1989. ISBN 1871516544.

BRUNER, J.S.; GOODNOW, J.; AUSTIN, G. *A study of thinking*. New York: Wiley, 1956.

BUCKLAND, M. K. Information as Thing. *Journal of the American Society for Information Science, Library and Information Studies*, Berkeley, v. 42, n.5, p. 351-360, June 1991.

CÂMARA, G., EGENHOFER, M.J., FONSECA, F., MONTEIRO, A.M.V. What's In An Image?. INTERNATIONAL CONFERENCE COSIT, 1., 2001, Santa Barbara, CA. *Spatial Information Theory: foundations of Geographic Information Science*. Santa Barbara, CA, Springer, 2001.

CARNEIRO, M. V. Diretrizes para uma política de indexação. *Revista da Escola de Biblioteconomia da UFMG*. Belo Horizonte, v. 14, n. 2, p. 221-241, set. 1985.

CENDÓN, Beatriz Valadares. A Internet. In: CAMPELLO, B.S.; CENDÓN, B.V.; KREMER, J.M. (Org.) *Fontes de informação para pesquisadores e profissionais*. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2000. p. 275-300.

CHU, H. Research in image indexing and retrieval as reflected in the literature. *Journal of the American Society for Information Science and Technology - JASIST*, Jan. 2001. Disponível em: <<http://www3.interscience.wiley.com/journal/76501873/home>>. Acesso em: 23 mai. 2003.

COSTA, A. F. *Classificações sociais*. Leitura: Lisboa, v.3, n.2, p. 65-75, out. 1997/abr. 1998.

CRESWELL, J.W. *Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. 2. ed. Thousand Oaks: Sage Publications, 2003. 245 p.

CUVILLIER, A. *Manual de filosofia*. 3. ed. Tradução de Vieira de Almeida. Porto: Ed. Educação Nacional de Adolfo Machado, 1948. 841 p.

DAVENPORT, T. H. *Ecologia da informação: por que só a tecnologia não basta para o sucesso na era da informação*. Tradução de Bernadette Siqueira Abão. São Paulo: Futura, 1998. Título original: *Information ecology*.

DEL BIMBO, A. *Visual information retrieval*. San Francisco: Morgan Kaufman Publishers Inc., 1999. 270 p. ISBN: 1- 55860-624-6.

DONDIS, Donis A. *Sintaxe da linguagem visual*. São Paulo: Ed. Martins Fontes, 2003. 236 p.

EAKINS, J.P.; GRAHAM, M.E. Content-based image retrieval. *JISC Technology Applications Programme*. 1999 Disponível em:  
<[http://64.233.169.104/search?q=cache:CPzhdX9jtRsJ:www.jisc.ac.uk/uploaded\\_documents/jtap-039.doc+Content-based+image+retrieval:+a+report+to+the+JISC+Technology+Applications+Programme&hl=pt-BR&ct=clnk&cd=2&gl=br](http://64.233.169.104/search?q=cache:CPzhdX9jtRsJ:www.jisc.ac.uk/uploaded_documents/jtap-039.doc+Content-based+image+retrieval:+a+report+to+the+JISC+Technology+Applications+Programme&hl=pt-BR&ct=clnk&cd=2&gl=br)> Acesso em: dia mês ano.

ENSER, P. Visual image retrieval: seeking the alliance of concept-based and content-based paradigms. *Journal of Information Science*, [S. l.], Dec. 2000. Disponível em: <<http://jis.sagepub.com/cgi/reprint/26/4/199>>. Acesso em: 8 jun. 2003.

FALDINI, G. *Manual de catalogação: exemplos ilustrativos do AACR2*. São Paulo: Nobel, 1987. 479 p.

FONSECA, F., MARTIN, J. *Play as the way out of the newspeak-Tower of babel dilemma in data modeling*. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS - ICIS , 26. 2005. Las Vegas. *Proceedings...* Las Vegas: [s. n.], 2005. p. 11-20.

FRANÇA, Júnia Lessa; VASCONCELLOS, A.C. *Manual para normalização de publicações técnico-científicas*. 7. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2004. 230p.

FRANCA, L. *Noções de história da philosophia*. Rio de Janeiro: Pimenta de Melo & C, 1918.

FROHMAN, B. Rules of indexing: a critique of mentalism in information retrieval theory. *Journal of Documentation*, [S. l.], 1990. Disponível em:  
<[http://tc.eserver.org/publisher/Journal\\_of\\_Documentation](http://tc.eserver.org/publisher/Journal_of_Documentation)>. Acesso em: 3 out. 2003.

FUGMAN, R. *Subject analysis and indexing: theoretical foundation and practical advice*. Frankfurt: Indeks Verlag, 1993. 250 p.

FUJITA, M. S. L. *A leitura documentária do indexador: aspectos cognitivos e lingüísticos influentes na formação do leitor profissional*. 2003. 321f. Tese (Livre-Docência em Análise Documentária e Linguagens Documentárias Alfabéticas) Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista, Marília, 2003.

FURRIE, B. *Understanding MARC bibliographic: machine-readable cataloging*. Tradução de Beatriz Valadares Cendón, Sonia Burnier, Maria Helena Santos e Natália Guiné de Mello Carvalho, Brasília: Thesaurus, 2000.

GADAMER, H.G. *Verdade e método*. Tradução de Flávio P. Meurer. Petrópolis: Vozes, 1997.

GARDNER, H. *A nova ciência da mente*. Tradução de Cláudia M. Caon. São Paulo: Edusp, 1996.

GIL, A.C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas, 1991. 231 p.

\_\_\_\_\_. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. São Paulo: Atlas, 1999.

GOMBRICH, E. H. *Arte e ilusão: um estudo da psicologia da representação pictórica*. 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1995. 383 p.

GONZALEZ de GOMEZ, M. N. *et al.* Quem é o sujeito da pesquisa inter e trans-disciplinar: buscando desenvolver um modelo de análise. In: ENCONTRO NACIONAL PESQUISA EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO: INFORMAÇÃO, CONHECIMENTO E TRANSDISCIPLINARIDADE, 5. 2003. Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: [s. n.], 2003. p. 1-20.

GONZALEZ, R. C.; WOODS, R.E. *Processamento de imagens digitais*. São Paulo: Ed. Edgar Blucher, 2000. ISBN 8521202644.

GUIMARÃES, S. J. F.; ARAÚJO, Arnaldo de Albuquerque. Recuperação da informação com base no conteúdo visual. In: WORKSHOP EM TRATAMENTO DE IMAGENS, 3. 2002, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: [s. n.], 2002. 10 p.

GUINCHAT, C.; MENO, M. *Introdução geral às ciências e técnicas da informação e documentação*. 2. ed. rev, e aum. Tradução de Miriam Vieira Da Cunha. Brasília: IBICT. 1994. 540 p.

GUPTA, A.; JAIN, R. Visual information retrieval. *Communications of the ACM*, [S. l.], v. 40, n. 5, p. 70-79, May 1997. Disponível em:  
<<http://citeseer.ist.psu.edu/gupta97visual.html>>. Acesso em: 24 jan. 2007.

HÈDE, Patric; *et al.* *Automatic generation of natural language description for images*. RIAO 2007, 8th. 2007, Pittsburgh. *Proceedings...* Pittsburgh: [s. n.], May/June 2007.

HEIDORN, P.B. Image retrieval as linguistic and nonlinguistic visual model matching - Bibliography. *Library Trends*. v. 48, n. 2, p. 303-325, 1999. Disponível em:  
<[http://findarticles.com/p/articles/mi\\_m1387/is\\_2\\_48/ai\\_59473803/pg\\_1](http://findarticles.com/p/articles/mi_m1387/is_2_48/ai_59473803/pg_1)>. Acesso em: 20 set. 2006.

HJORLAND, B. The concept of subject in information science. *Journal of Documentation*, [S. l.], 1992. Disponível em:  
<[http://tc.eserver.org/publisher/Journal\\_of\\_Documentation](http://tc.eserver.org/publisher/Journal_of_Documentation)>. Acesso em: 25 nov. 2004.

\_\_\_\_\_. Information retrieval, text composition, and semantics. *Knowledge Organization*, [S. l.], v.25 (1/2), n.16-31, 1998. Disponível em: <<http://dlist.sir.arizona.edu/445/>>. Acesso em: 15 ago. 2004.

HOELSCHER, R.P.; SPRINGER, C.H.; DOBROVOLNY, J.S. *Expressão gráfica desenho técnico*. Tradução de Rodrigues, R.S. Rio de Janeiro: Ed. Livros Técnicos e Científicos, 1978. 523p.

JACOB, E. ; Shaw, D. Sociocognitive perspectives on representation. In M. E. Williams (Ed.), *Annual Review of Information Science and Technology* v. 33, p. 131-185. Medford: Information Today for the American Society for Information Science, 1998.

JAGADISH, H.V. A Retrieval technique for similar shapes. *Proceeding of ACM SIGMOD. Conf. Management of Data*, New York, , p. 208-217. May 1991. Disponível em:  
<<http://portal.acm.org/citation.cfm?id=115790.115821>>. Acesso em: 16 ago. 2004.

JOLY, Martine. *Introdução à análise da imagem*. Campinas: Papirus, 1996.

KASIK, D.J. Viewing the future of CAD, Computer Graphics and Applications, *IEEE Computer Graphics and applications*. Boeing, v. 20, p. 34-35, Jan./Feb. 2000. Disponível em:  
<<http://ieeexplore.ieee.org/xpl/RecentIssue.jsp?punumber=38>>. Acesso em: 10 fev. 2007.

LAKATOS, E.M.; MARCONI, M. *Fundamentos de metodologia científica*. São Paulo: Atlas, 1989.

LANCASTER, F.W. *Vocabulary control for information retrieval*. 2th ed. Arlington: Information Resources Press, 1986. 270 p.

\_\_\_\_\_. *Indexação e resumos: teoria e prática*. Tradução de Antonio Agenor Briquet de Lemos. Brasília: Briquet de Lemos, 1993. 347 p.

LANCASTER, F. W.; WARNER, A. J. *Information retrieval today*. Arlington: Information Resources Press, 1993.

LAVILLE, C.; DIONNE, J. *A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas*. Tradução de Heloísa Monteiro e Francisco Settineri. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda; Belo Horizonte: Editora UFMG, 1999.

LEE, D.H.; KIM, H. A fast content-based indexing and retrieval technique by the shape information in large image database. *The Journal of Systems and Software*, Elsevier, Mar. 2001. Disponível em: <<http://portal.acm.org/citation.cfm?id=373514.373528>>. Acesso em: dia mês ano.

LIKER, J.K.; FLEISCHER M. Implementing computer-aided design: the transition of nonusers. *IEEE Transactions on Engineering Management*. Michigan, v. 36, n. 3 p. 180-190, Aug. 1989. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/login.jsp?url=/iel3/17/1467/00035323.pdf>>. Acesso em: 25 mar. 2006.

LUO, Y.L.; WENYIN. Interactive recognition of graphic objects in engineering drawing. *Springer-Verlag Berlin Heidelberg*. Berlin, v.3088, p. 128-141, 2004. ISBN 978-3-540-22478-5.

MAHER, M.L.; RUTHERFORD, J.H. A model for synchronous collaborative design using CAD and database management. *Research in Engineering Design*, London, June 1997. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/p3rmx776m4428039/>>. Acesso em: 15 mai 2007.

MARCONDES, C.H., et al. *Bibliotecas digitais: saberes e práticas*. Salvador: EDUFBA; Brasília: IBICT, 2005.



MEHROTRA, R., GARY, J. Similar-shape retrieval in shape data management. *IEEE Computer Society Press*. Los Alamitos, v. 18, n. 9, p. 57-62, 1995. Disponível em: <<http://www.computer.org/portal/site/ieeecs/index.jsp>>. Acesso em: 18 mai. 2006.

MÉNDEZ, R. *Metadados y recuperación de información: estándares, problemas y aplicabilidad en bibliotecas digitales*. Gijón: Ediciones Trea, 2002. 429 p.

MILES, M.B.; HUBERMAN, A.M. *Qualitative data analysis: a sourcebook of new methods*. Beverly Hills: Sage, 1994. 263 p.

MINAS GERAIS. Lei 14.130, de 20 de dezembro de 2001. Legislação de segurança contra incêndio e pânico nas edificações e áreas de risco do estado de Minas Gerais. *LEX: Coletânea de Legislação e Jurisprudência*, col. 2, p. 2, dez., 4. trim. 2001. Legislação Estadual.

MO, Hiroshi, *et al.* Subject region segmentation in disparity maps for image retrieval. *Systems and Computers in Japan*, [S. l.], v. 35, n. 1, p. 47-57. J. 2004. Disponível em: <<http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1060495.1060499&coll=GUIDE&dl=GUIDE&CFID=9679959&CFTOKEN=81187785>>. Acesso em: 16 jul. 2005.

MONTENEGRO, G. A. *Desenho arquitetônico*. 4. ed. São Paulo: Edgar Blucher, 2001. 158 p.

MOREIRA, A.; ALVARENGA, L.; OLIVEIRA, A. O nível do conhecimento e os instrumentos de representação: tesouros e ontologias. *DataGramaZero - Revista de Ciência da Informação*, v. 5, n. 6, dez. 2004. Disponível em: <[http://www.dgz.org.br/dez04/Art\\_01.htm](http://www.dgz.org.br/dez04/Art_01.htm)>. Acesso em: 20 out. 2006. MORSE, P. M. *Library effectiveness: a systems approach*. Cambridge: The MIT Press, 1968. 307 p.

NAVES, M.M.L. Estudo de fatores interferentes no processo de análise de assunto. *Perspectivas em Ciência da Informação*, Belo Horizonte, v. 6, n. 2, p. 189-203, jul./dez. 2001.

NIELSEN, Jakob. *Usability engineerin*. Boston: Academic Press, 1993. 362 p.

OGLE, V.E.; STONEBRAKER, M. Chabot: retrieval from a relational databases of images. *IEEE Computer*, Berkeley, v. 28, n. 9, p. 40-48, Sept. 1995. Disponível em: <[http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs\\_all.jsp?arnumber=410150](http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs_all.jsp?arnumber=410150)>. Acesso em: 28 mar. 2002.

OLIVEIRA, C.J.S., *et al.* Protótipo de um sistema de recuperação de imagens baseado na cor. In: VIII BRAZILIAN SYMPOSIUM ON MULTIMEDIA AND HYPERMEDIA SYSTEMS - SBMIDIA 8th., 2002, Fortaleza: Sociedade Brasileira de Computação, 2002. p. 411-414.

OTLET, P. *Traité de documentation: le livre sur le livre*. Brussels: Editiones Mundaneum, 1934.

PALA, P., SANTINI, S. Image retrieval by shape and texture. *The Journal of the Pattern Recognition Society*, [S. l.], 19 Dec. 1999. Disponível em: <<http://mrw.interscience.wiley.com/emrw/9780471667193/ess/article/ess1932/current/abstract>>. Acesso em: 8 de set. 2002.

PANOFSKY, Erwin. *O significado nas artes visuais*. 2. ed. Tradução de Maria Clara F. Kneese & J. Guinsburg. São Paulo: Perspectiva, 1979.

PAO, M.L. *Concepts of information retrieval*. Englewood, Cols.: Libraries Unlimited, 1989. 285 p.

PIEIDADE, M.A.R. *Introdução à teoria da classificação*. Rio de Janeiro: Interciência, 1977. 190 p.

PORTO, Marcelo Franco. *Gerador integrado de modelos tridimensionais para produção de animações em computação gráfica*. 1996. 119 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Departamento de Ciência da Computação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1996.

PRESSMAN, R.S. *Engenharia de software*. São Paulo: Makron Books do Brasil, 1995. ISBN: 85-346-0237-9.

QUIN, J.; NORTON, M.J. Knowledge discovery in bibliographic databases. *Library Trends*, Illinois: [s. n.], v. 48, n.1, p. 9-21, 1999.

RANGANATHAN, S.R. *Colon classification: basic classification*. Bombain: Asia Publishing, 1960.

\_\_\_\_\_. *Prolegomena to library classification*. 3. ed. London: Asia Publishing House, 1967.

\_\_\_\_\_. Facet analysis: fundamental categories. In: CHAN, L. M., RICHMOND, P. A., SVENONIUS, E. (Org.) *Theory of subject analysis: a sourcebook*. Littleton: Libraries Unlimited, 1985.

RAGHAVAN, K.S. The general theory of classification as the basis for structuring subject of headings. In: REGIONAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL FEDERATION FOR DOCUMENTATION COMMITTEE ON CLASSIFICATION RESEARCH (FID/CR), 2, 15 Nov 1985. p.24-48

RAGHAVAN, V. V. Content-based image retrieval systems. *IEEE Computer Publication*, v. 28, n. 9, p. 18-22, Sept. 1995.

ROZADOS, H. B. F. O jornal e seu banco de dados: uma simbiose obrigatória. *Ciência da Informação*, Brasília, v. 26, n. 1, p. 99-104, 1997. Disponível em: <<http://www.ibict.br/cionline/viewarticle.php?id=467&layout=abstract>>. Acesso em: 3 maio 2007.

SADEGH, Abbasi; MOKHTARIAN, Farzin. Shape similarity retrieval under affine transform: application to multi-view object representation and recognition. In: SEVENTH IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER VISION, 7th., [S. l.], Proceedings.1999. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/login.jsp?url=/iel5/6412/17134/00791255.pdf>>. Acesso em: 16 out. 2004.

SALTON, Gerard; MCGILL, Michel J. *Introduction to modern information retrieval*. New York: McGraw-Hill, 1983. 448 p.

SALTON, Gerard. *Automatic information organization and retrieval*. New York: McGraw-Hill, 1968.

SANDOM, C.J.; ENSER, P.G.B. VIRAMI: *Visual information retrieval for archival moving imagery*. [s. n.], 2002. Disponível em: <[http://64.233.169.104/search?q=cache:RnLjiBbKvmEJ:www2.archimuse.com/biblio/virami\\_visual\\_information\\_retrieval\\_for\\_archival\\_movi+Visual+information+retrieval+for+archival+moving+imagery+sandom&hl=pt-BR&ct=clnk&cd=2&gl=br](http://64.233.169.104/search?q=cache:RnLjiBbKvmEJ:www2.archimuse.com/biblio/virami_visual_information_retrieval_for_archival_movi+Visual+information+retrieval+for+archival+moving+imagery+sandom&hl=pt-BR&ct=clnk&cd=2&gl=br)>. Acesso em: 18 set 2004.

SARACEVIC, T. On a method for studying the structure and nature of requests in information retrieval. *Proceedings of the ASIS: annual Meeting of the American Society for Information Science*, Cidade, v. 20, p. 22-25, 1983.

\_\_\_\_\_. Interdisciplinary nature of information science. *Ciência da Informação*, Brasília, v. 24, n. 1, p. 36-41, 1995.

SHNEIDERMAN, Bem. *Designing the user interface: strategies for effective human-computer interaction*. Boston: Addison-Wesley, 1987.

SILVA, E.L. *Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação*. 3. ed. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001. 121 p.

SMEULDERS, *et al.* *Content-Based Image Retrieval at the End of the Early Years*. *IEEE Computer Society*, Washington, v. 22, n. 12, p. 1349-1380, Dec. 2000.

SMIT, Johanna, W. A representação da imagem. *Informare: cadernos do Programa de Pós-graduação em Ciência da Informação*. , Rio de Janeiro, v. 2, n. 2, p. 28-36, jan./jun. 1996.

SMITH, L.C. Interdisciplinarity: approaches to understand library and information science as an interdisciplinary field. *Conceptions of Library and Information Science: historical, empirical and theoretical perspectives*. London: Taylor Graham, p. 253-267. 1992.

SMITH, E.E.; MEDIN, D.L. *Categories and concepts*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press. 1981.

SMITH, J.R.; CHANG, S. Visual SEEK: a fully automated content-based image query system. *ACM, Proceedings of the Annual ACM International Conference Multimedia*, Boston: ACM Press, 1996.

SOUZA, R.F. Classificação - um processo fundamental da natureza humana. In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA DE CLASSIFICAÇÃO BIBLIOGRÁFICA, 1976, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: [s. n.], 1976. p.254-267.

SOUZA, M. I. F.; VENDRUSULO, L. G.; MELO, G. C. Metadados para a descrição de recursos de informação eletrônica: utilização do padrão *Dublin Core*. *Ciência da Informação Online*, Brasília, v. 29, n. 1, p. 93-102, 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ci/v29n1/v29n1a10.pdf>> Acesso em: 15 maio 2007.

SOUZA, Renato Rocha; ALVARENGA, Lídia. A web semântica e suas contribuições para a ciência da informação. *Ciência da Informação*, Brasília, v. 33, n. 1, p. 132-141, jan./abr. 2004. Disponível em: <<http://www.ibict.br/cienciainformacao/include/getdoc.php?id=356&article=71&mode=pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2007

SQUARISI, Dad. *Manual de redação e estilo*. Brasília: Fundação Assis Chateaubriand, 2005. 324 p. ISSN: 8586069035.

STAKE, R.E. *The art of case study research*. Thousand Oaks: Sage Publications, 1995.

TOMBRE, K.; TABBONE, S.; DOSCH, P. Musings on symbol recognition. In: DOCUMENT ANALYSIS SYSTEMS VI: 6th INTERNATIONAL WORKSHOP, DAS 2004, 6th. 2004, Florence. *Proceedings...* Florence: Springer, 2004. p. 342-353.

TRIPODI, T. *et al. Análise da pesquisa social*. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1975. 337 p.

TURBAN, Efraim. *Administração de Tecnologia da Informação: teoria e prática*. Rio de Janeiro: Campus. 2003. 598 p.

VICKERY, B.C. *Faceted classification: a guide to construction and use of special schemes*. London: ASLIB, 1960. 70 p.

\_\_\_\_\_. Knowledge representation: a brief review. *Journal of Documentation*, [S. l.], Sept. 1986 .

WOLFSON, H. J. Geometric hashing: an overview. *IEEE Computational Science & Engineering*, [S. l.], Oct./Dec. 1997. Disponível em: <<http://graphics.stanford.edu/courses/cs468-01-winter/papers/wr-ghao-97.pdf>>. Acesso em: 6 out. 2005.

YANG, J.D.; YANG, H.J. A formal framework for image indexing with triples: toward a concept-based image retrieval. *International Journal of Intelligent Systems*, [S. l.], 30 Apr. 1999. Disponível em: <<http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/abstract/61004101/ABSTRACT>>. Acesso em: 19 nov. 2004.

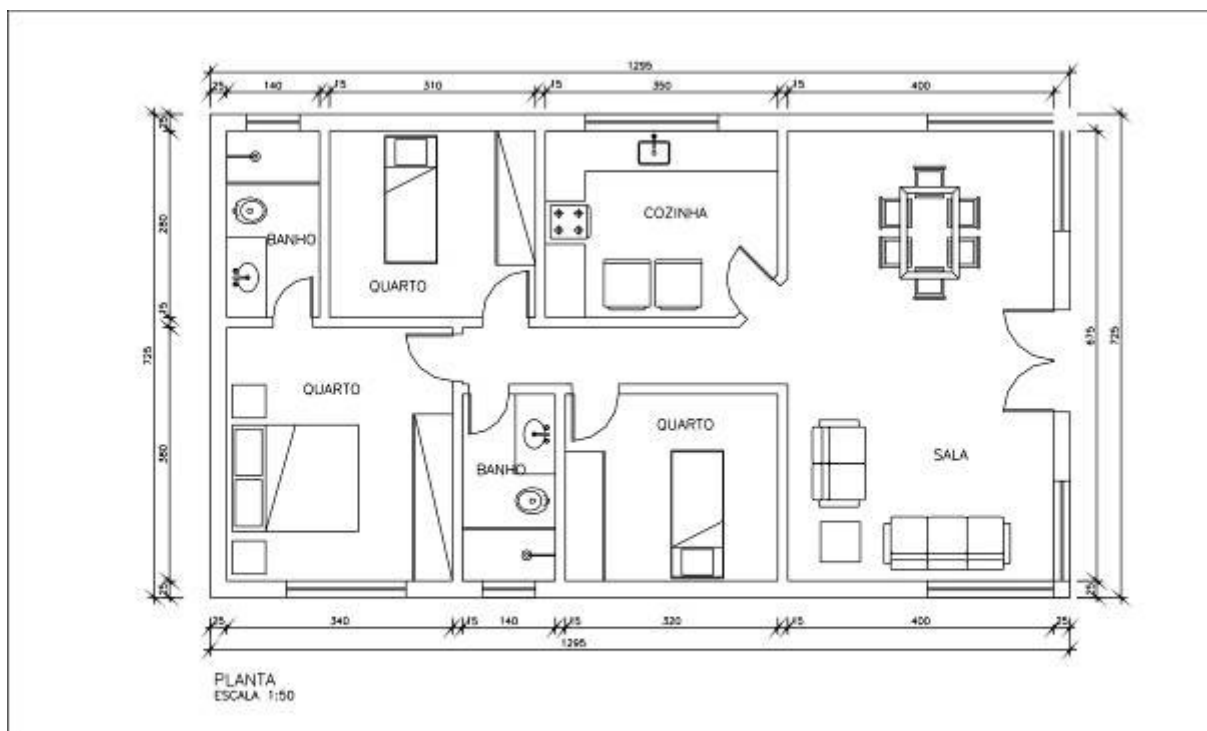
ZACHARY, J.; IYENGAR, S.S.; BARHEN, J. Content based image retrieval and information theory: A General Approach. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, [S. l.], Aug. 2001.

## APÊNDICE A – Símbolos gráficos – Fase 1

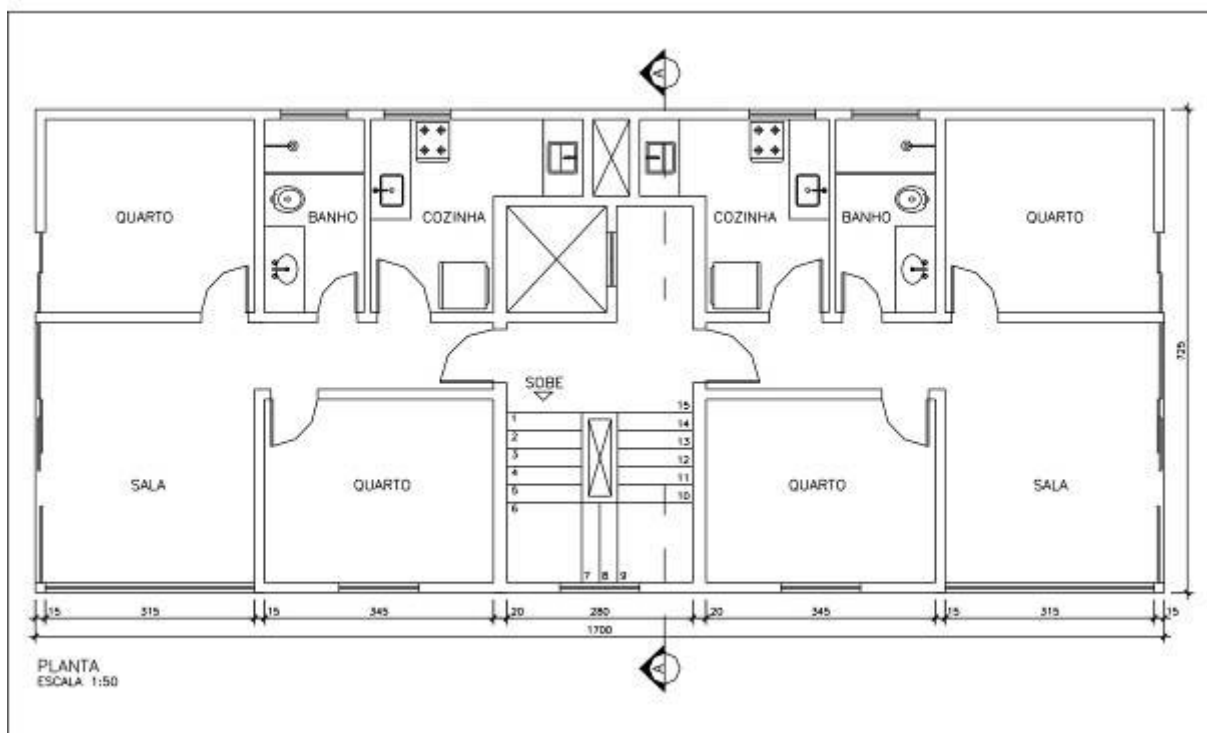
### Imagens-chave das plantas 1 a 10

PLANTA 1	
PLANTA 2	
PLANTA 3	
PLANTA 4	
PLANTA 5	
PLANTA 6	
PLANTA 7	
PLANTA 8	
PLANTA 9	
PLANTA 10	

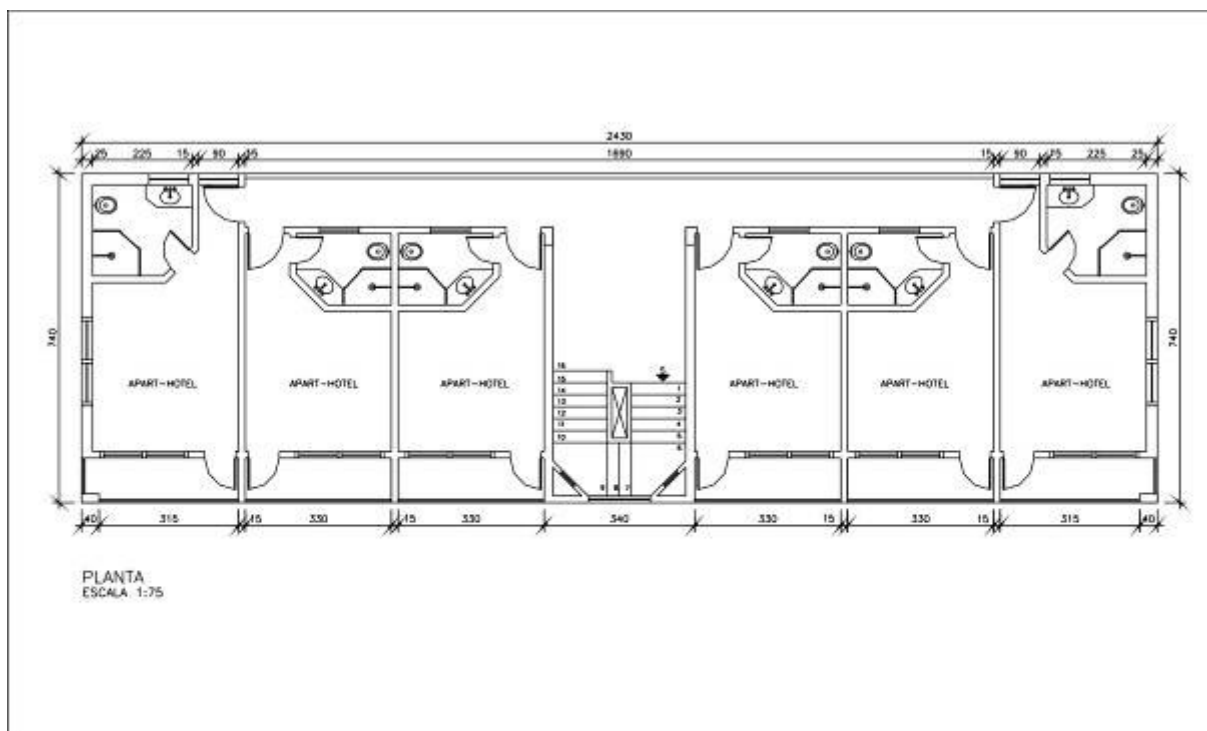
**APÊNDICE B – *Corpus* utilizado – Fase 1**



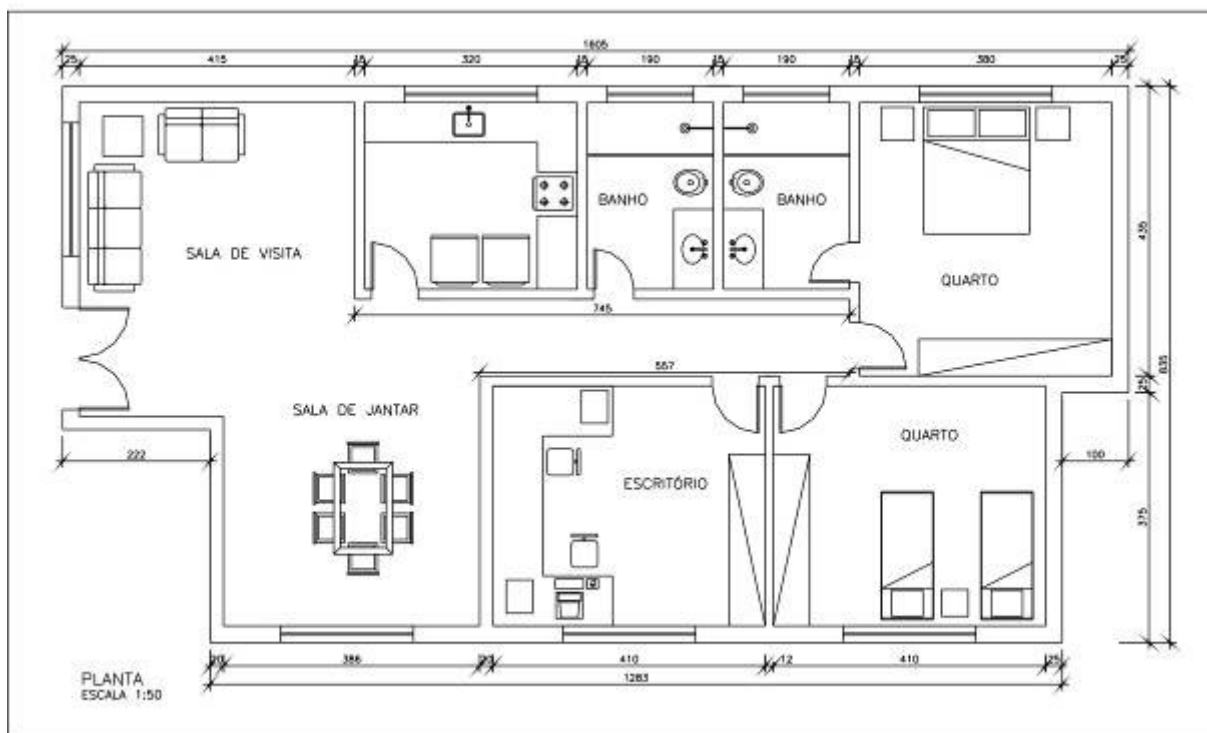
PLANTA 1



PLANTA 2

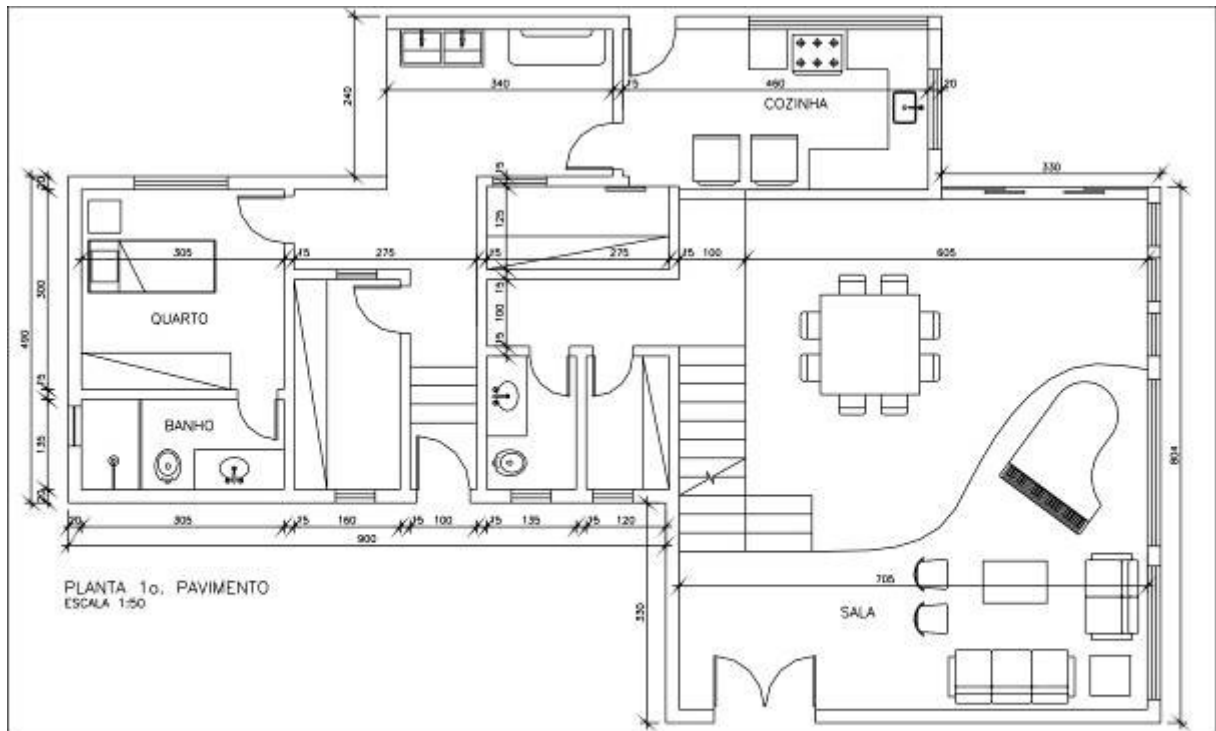


PLANTA 3

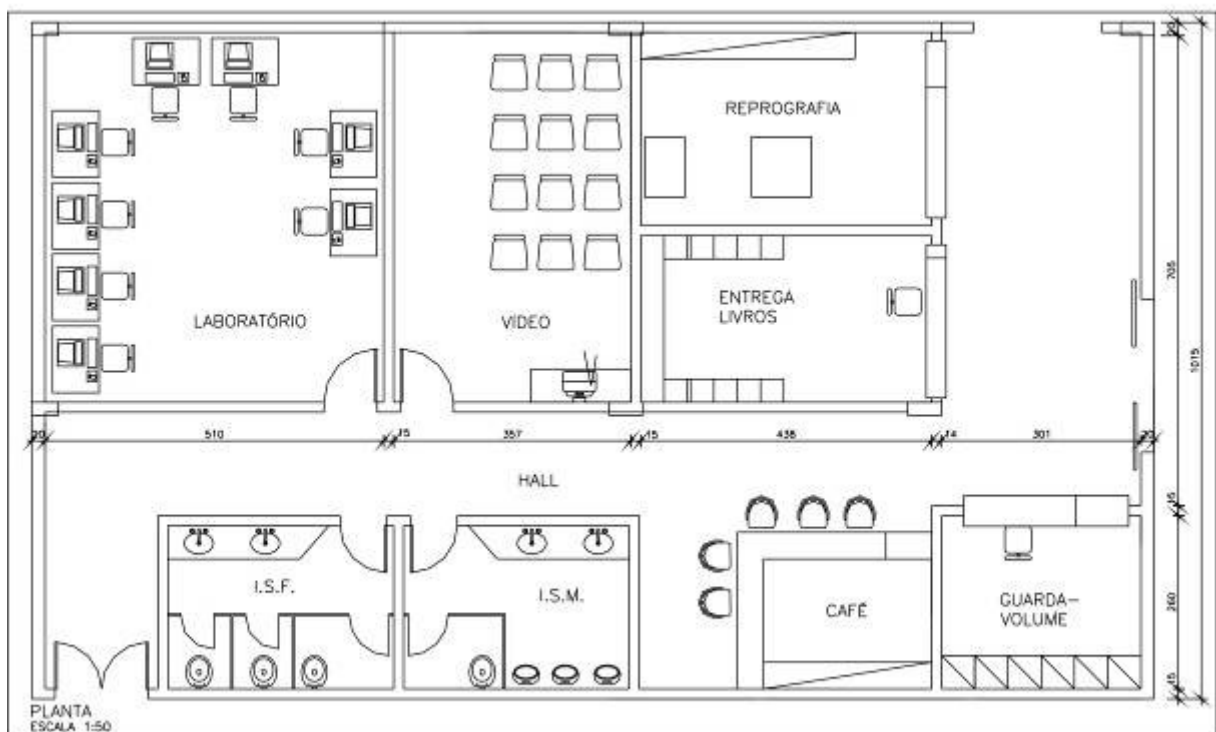


PLANTA 4

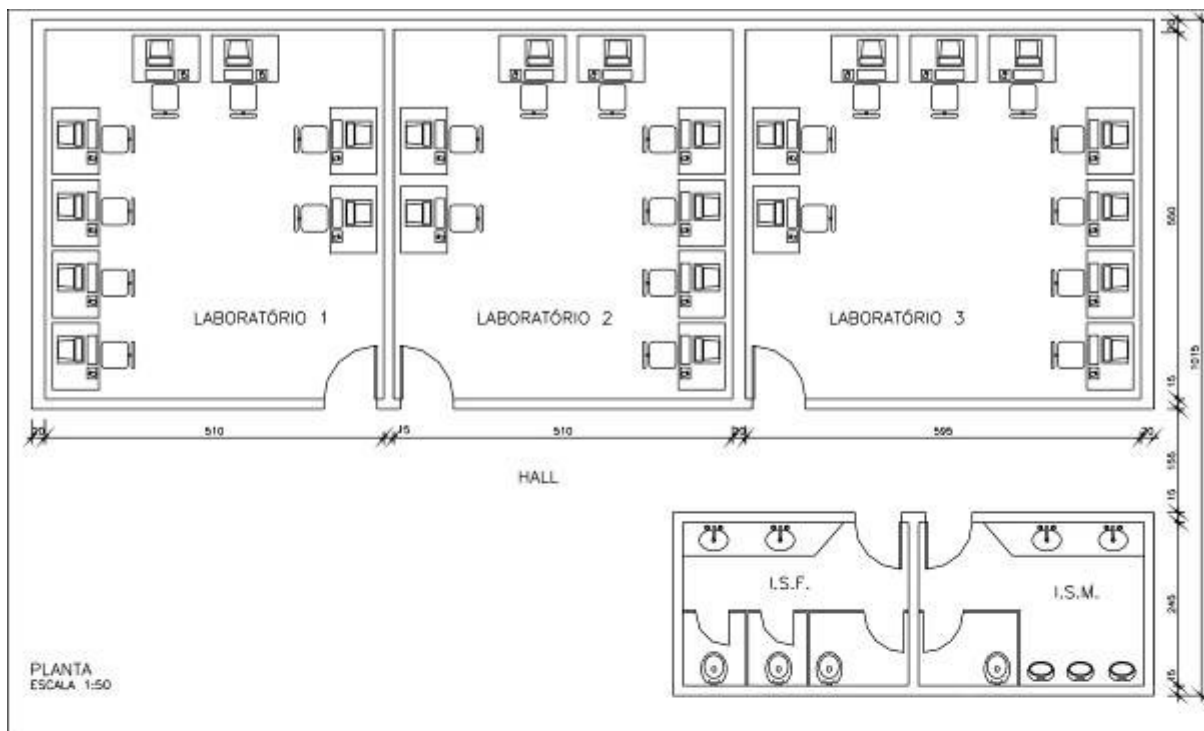




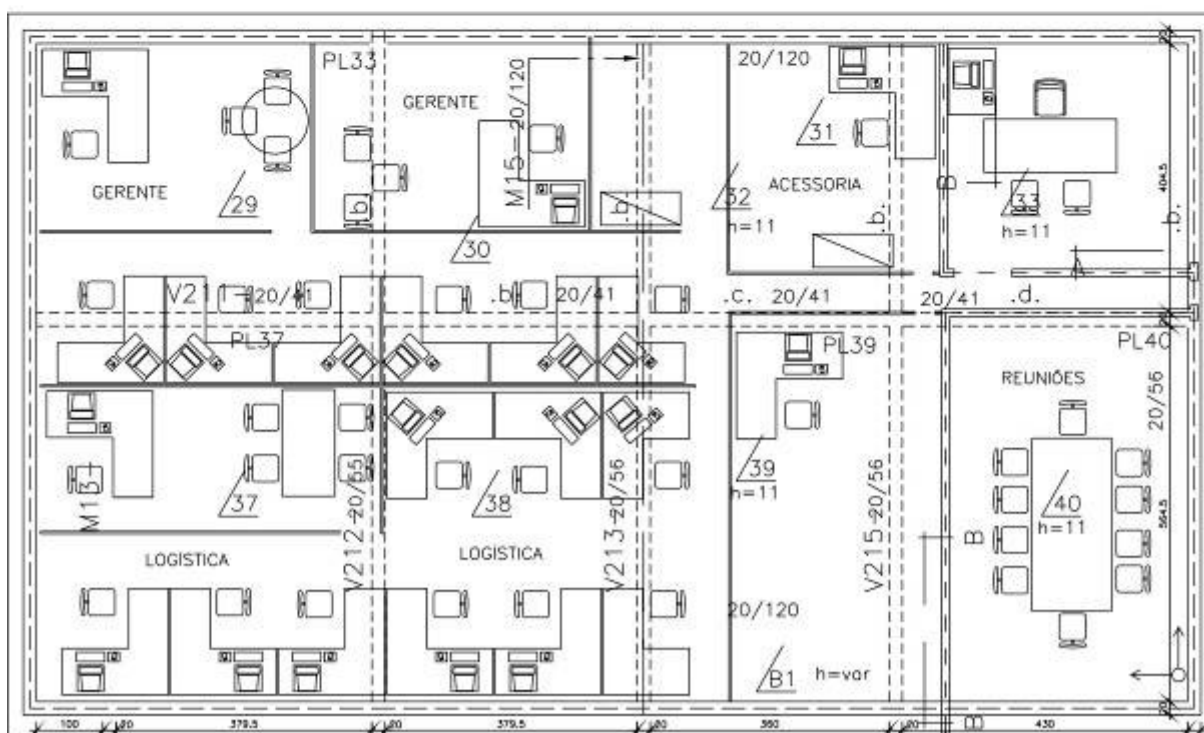
PLANTA 5



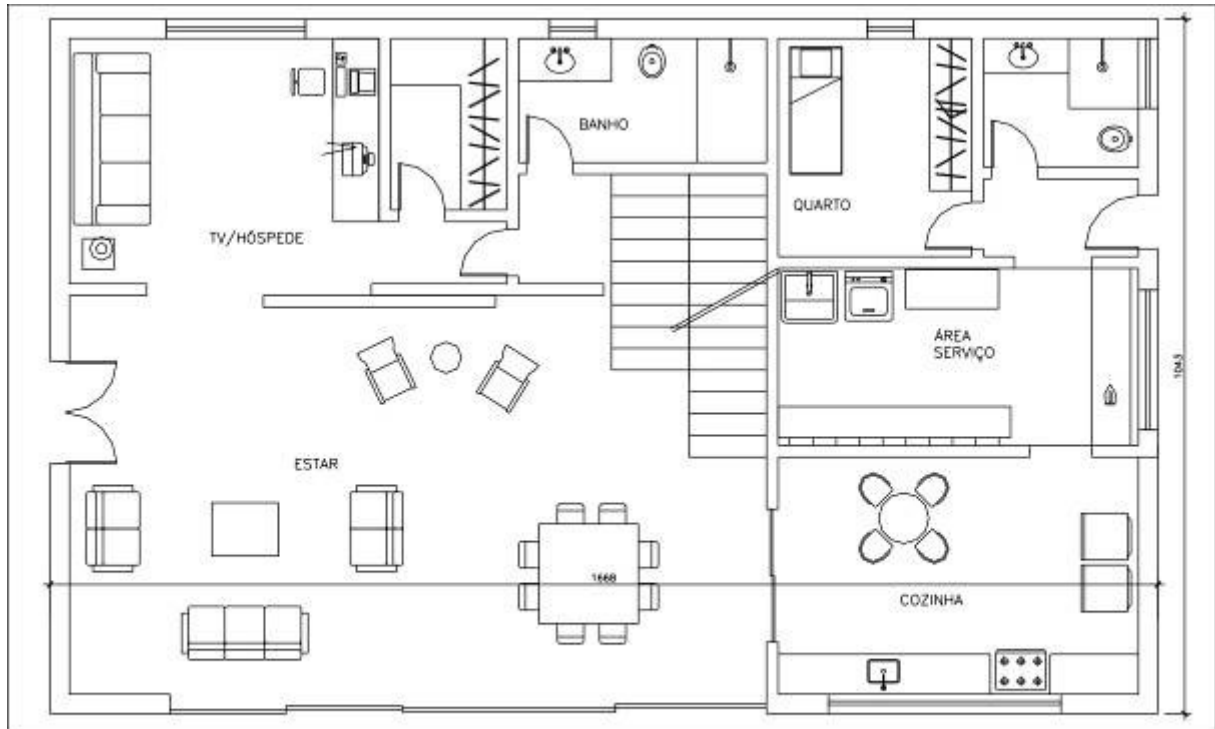
PLANTA 6



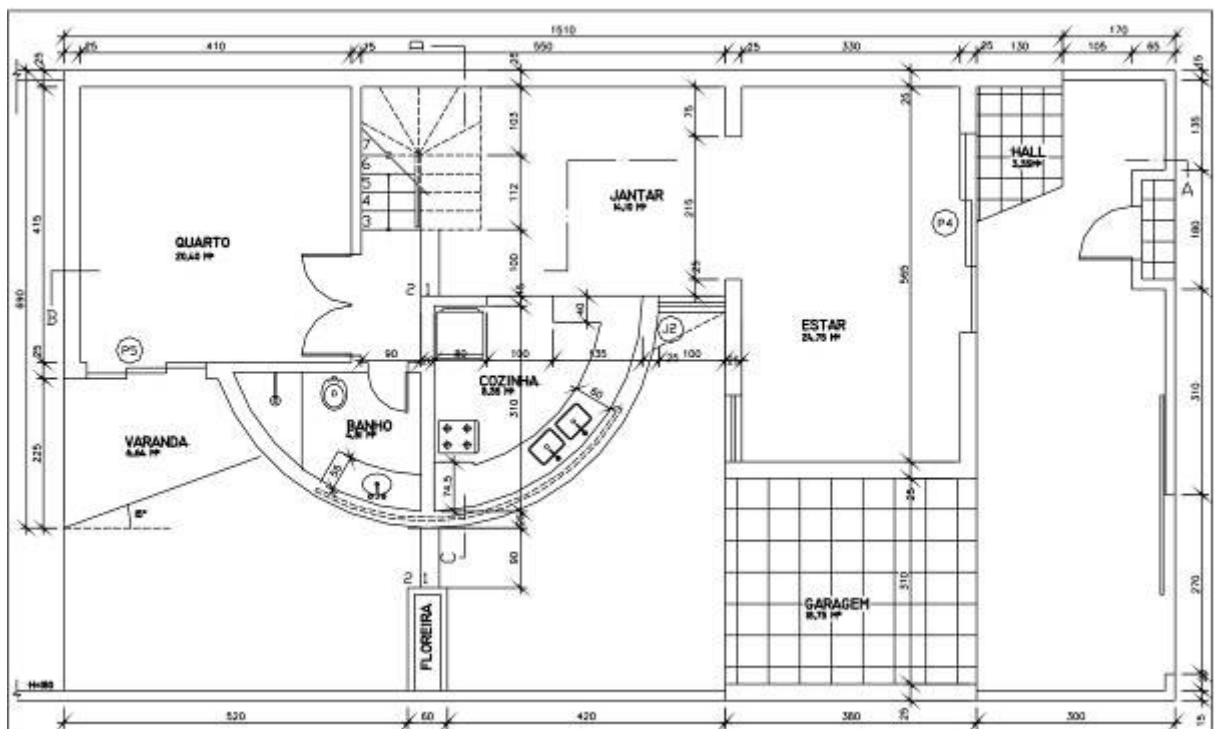
PLANTA 7



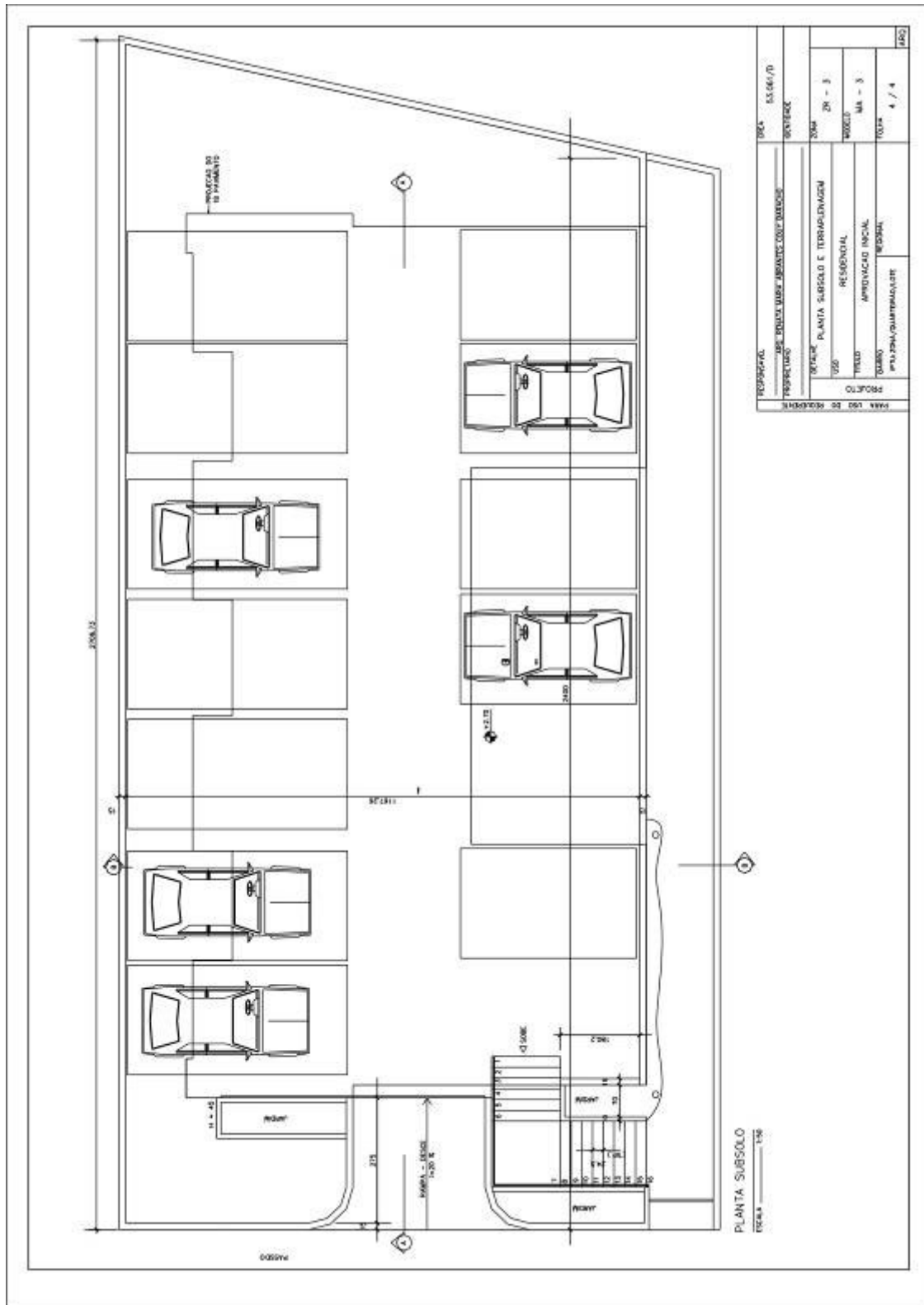
PLANTA 8



PLANTA 9



APÊNDICE C – Corpus utilizado – Fase 2



DESENHO TÉCNICO 11

**FACHADA FRONTAL**  
ESCALA 1/100

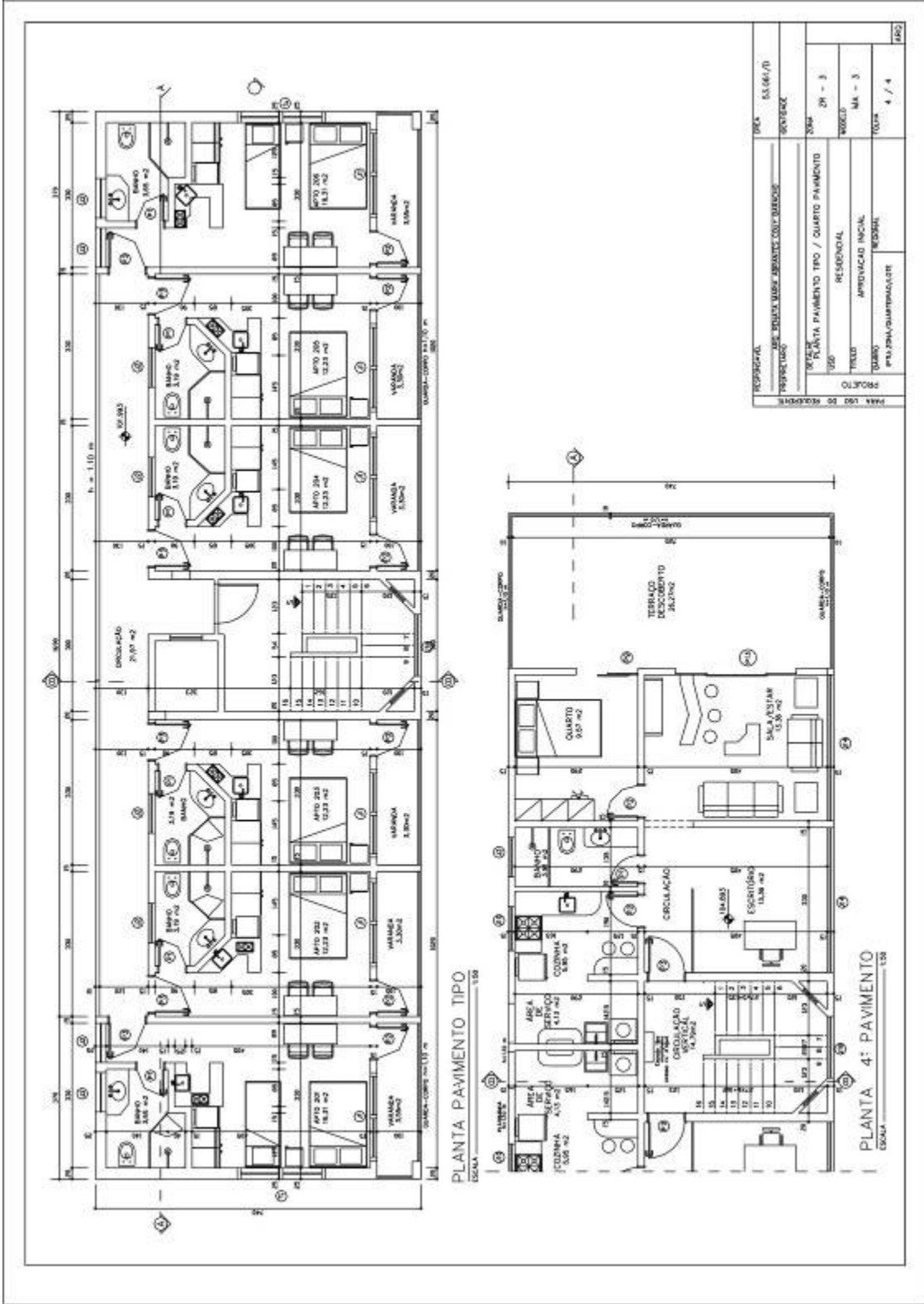
**FACHADA LATERAL**  
ESCALA 1/100

**PLANTA DE COBERTURA**  
ESCALA 1/100

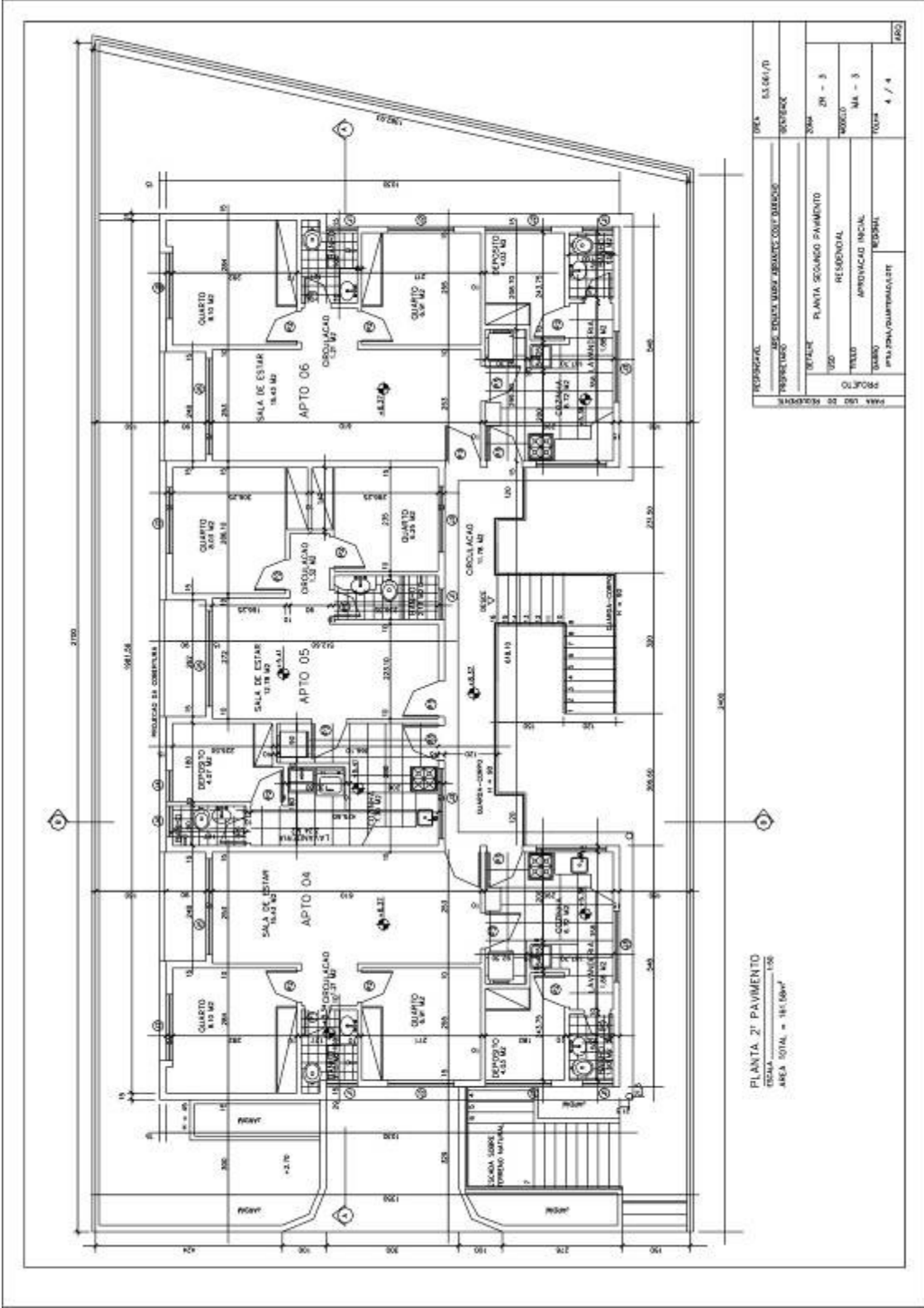
**PLANTA DE SITUACAO**  
ESCALA 1/100

PROPOSTA: RES. EDIFICIO MOR. ZONA 02 CON. INTERIORE		DATA: 03.06/70
PROPOSTANTE: _____		PROPOSTA: _____
TITULO: RESIDENCIAL		NUMERO: 20 - 3
TIPO: APROVAÇÃO INICIAL		MODULO: MA - 3
PROPOSTA: RESIDENCIAL		TOTAL: 4 / 4
PROPOSTA: RESIDENCIAL		PAGE: _____

DESENHO TÉCNICO 12

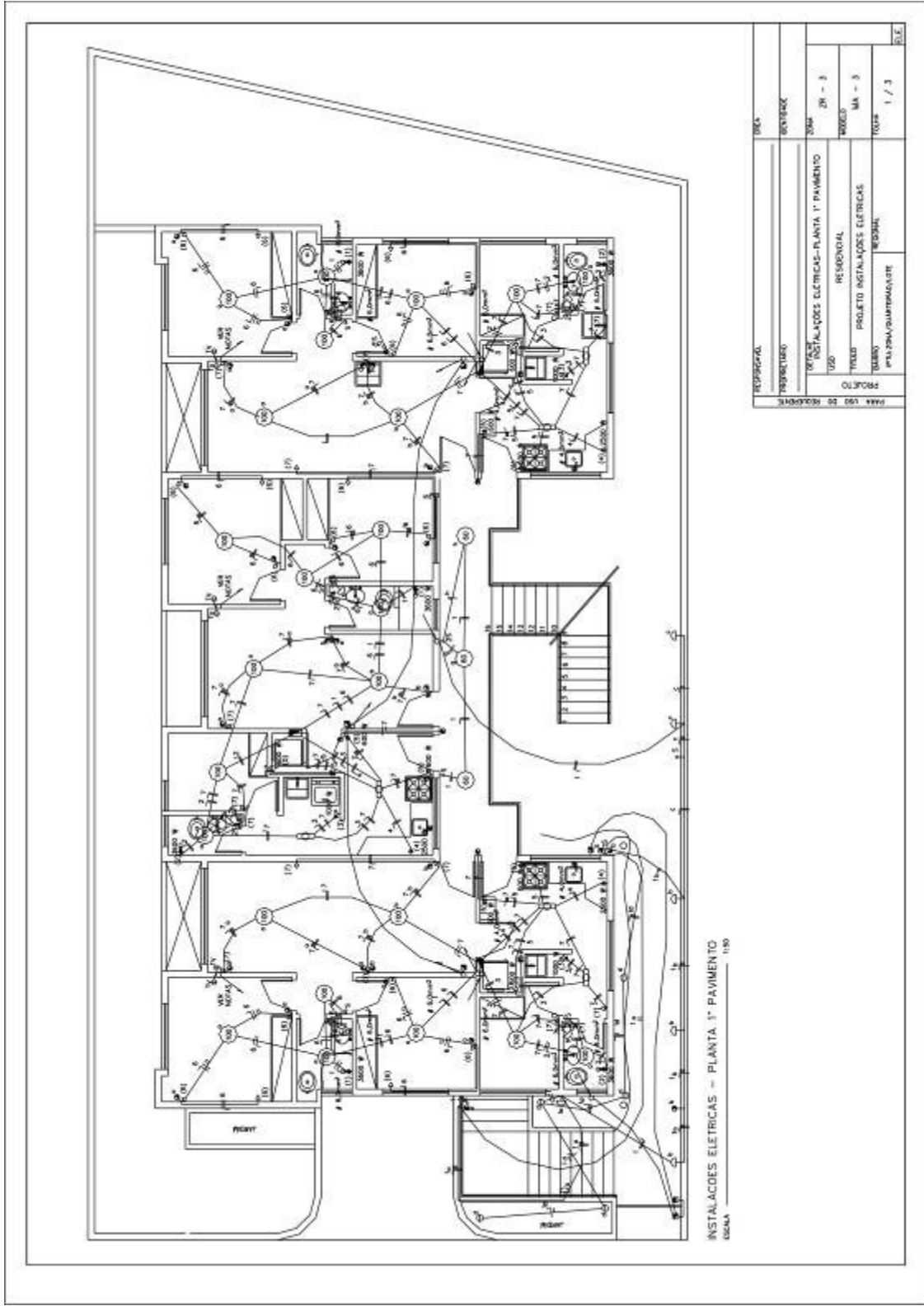


DESENHO TÉCNICO 13



DESENHO TÉCNICO 14

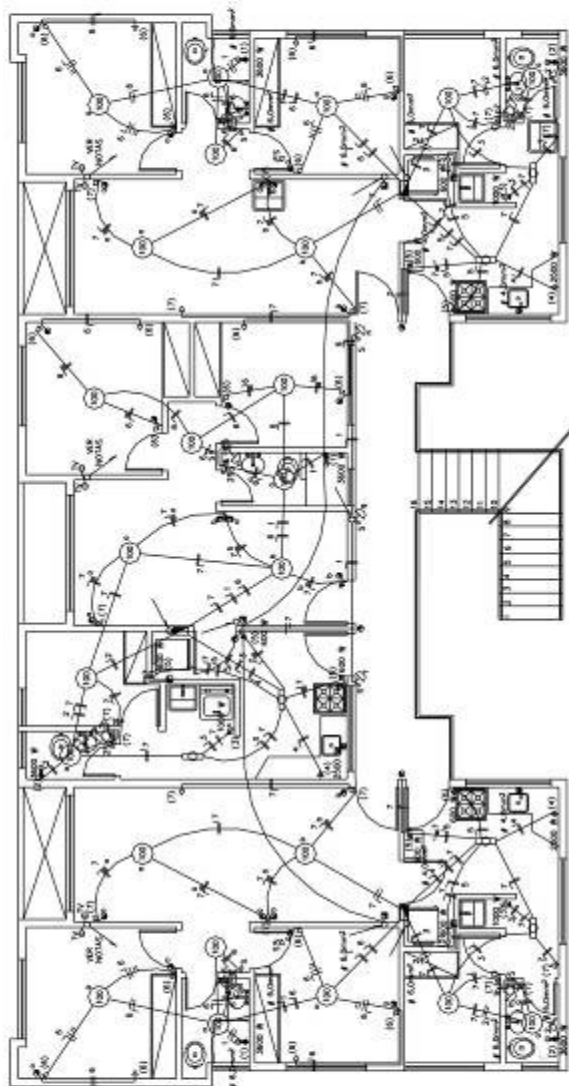




INSTALAÇÕES ELÉTRICAS – PLANTA 1º PAVIMENTO  
ESCALA 1:50

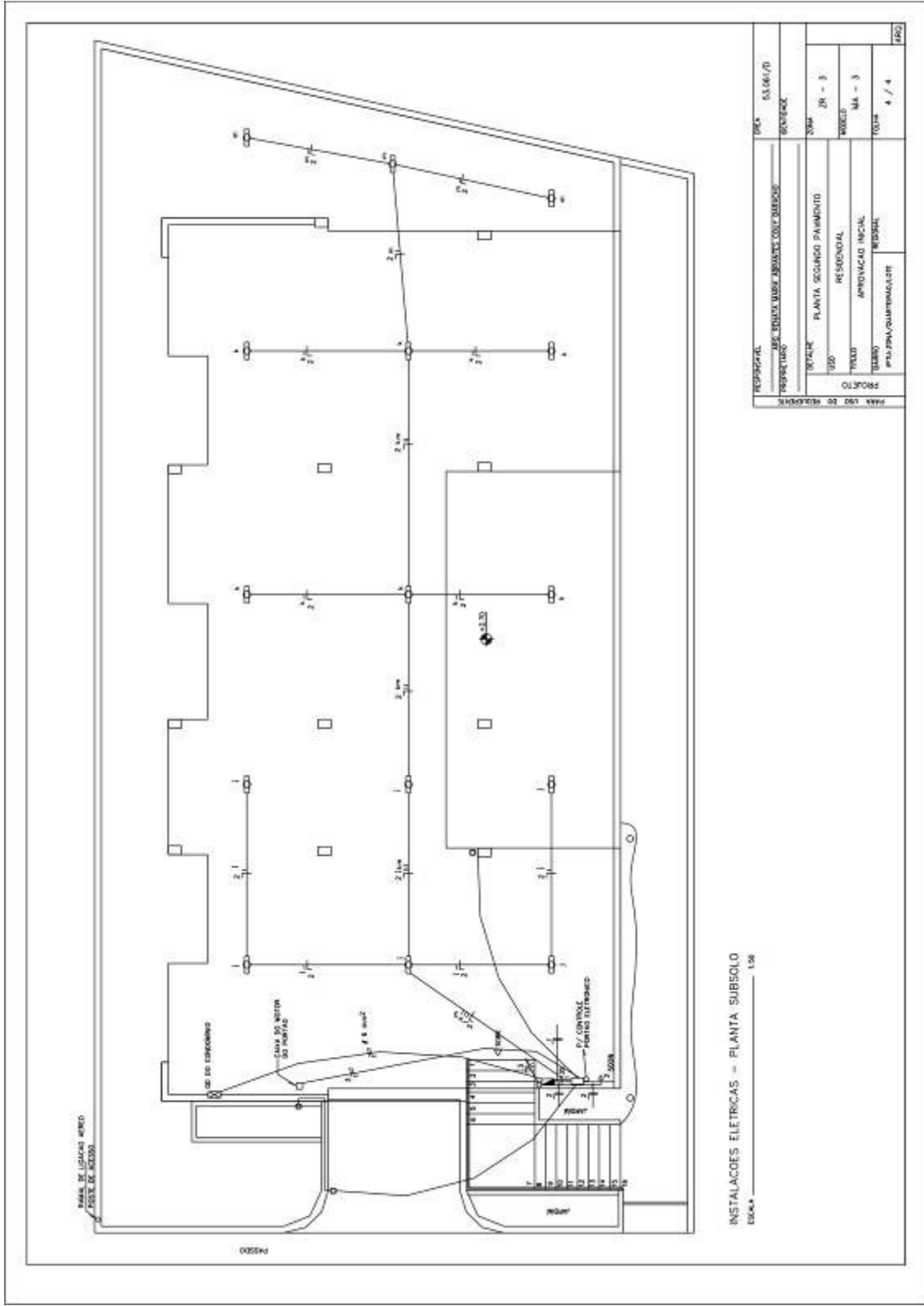
PROPOSTA	USO
RESUMO	RESIDENCIAL
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS-PLANTA 1º PAVIMENTO 20M 20 - 3	
PROJETO TÍTULO PROJETO INSTALAÇÕES ELÉTRICAS MA - 3	
TUBOS RESIDENCIAL TOTAL 1 / 3	
P.L.E.	





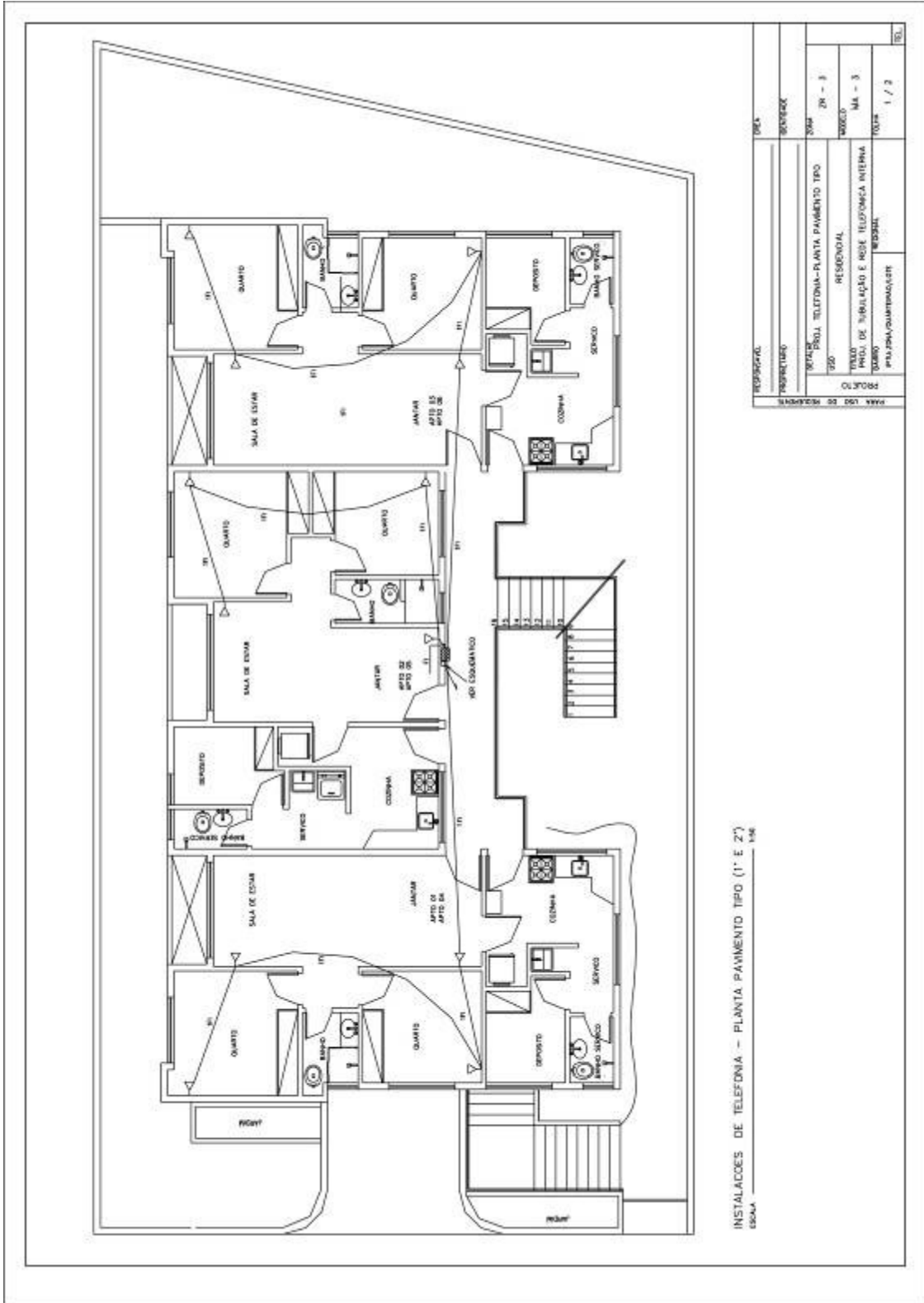
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS - PLANTA 2º PAVIMENTO  
USMA \_\_\_\_\_ 1/50

PROPOSTA	USMA
PROPOSTA	RESIDENCIAL
PROPOSTA	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS-PLANTA 2º PAVIMENTO
USO	USMA - 2º - 3
TÍTULO	RESIDENCIAL
PROJETO	PROJETO INSTALAÇÕES ELÉTRICAS
PROJETO	RESIDENCIAL
PROJETO	TOMAS 2 / 3
PROJETO	R.S.E.



INSTALACOES ELETRICAS - PLANTA SUBSOLO  
 ESCALA \_\_\_\_\_ 1:50

PROPOSTA	DATA	53.06/70
PROPOSTA	PROPOSTA	663/642
DETALE	PLANTA SEGUNDO PAVIMENTO	204
USO	RESIDENCIAL	20 - 3
TITULO	APROVACAO FINAL	MA - 3
TURNO	RESIDUAL	TOTUS
		4 / 4
FOLIO		



INSTALAÇÕES DE TELEFONIA - PLANTA PAVIMENTO TIPO (1° E 2°)  
ESCALA \_\_\_\_\_ 1:50

PROFESSOR	USIA
PROFESSOR	ROSELENE
PROFESSOR	PROF. TELEFONIA-PLANTA PAVIMENTO TIPO
PROFESSOR	2004 20 - 3
PROFESSOR	RESIDENCIAL
PROFESSOR	PROJ. DE INSTALAÇÃO E ROTE TELEFONICA INTERNA
PROFESSOR	MA - 3
PROFESSOR	RESIDENCIAL
PROFESSOR	TITULO 1 / 2
PROFESSOR	18



## APÊNDICE D – Relatórios – CBMMG

### *Relatório Número de Amostras - Tempo - Agrupado Amostra*

<i>Planta</i>	<i>Contador</i>	<i>Tempo(s)</i>
<i>extintor portátil - carga de água</i>		
0624640200600011-2-BIP-1-2	7	234
0624640200600011-2-BIP-2-2	1	246
0624640200600019-4-BIP-1-2	8	158
0624640200600020-5-BIP-1-3	5	190
0624640200600020-5-BIP-2-3	6	220
0624640200600020-5-BIP-3-3	4	172
0624640200600032-6-BIP-2-8	5	194
0624640200600032-6-BIP-3-8	2	227
0624640200600032-6-BIP-4-8	5	220
0624640200600072-8-BIP-1-2	4	166
0624640200600072-8-BIP-1-2	4	169
0624640200600078-10-BIP-1-6	5	209
0624640200600078-10-BIP-3-6	5	203
0624640200600078-10-BIP-4-6	5	142
0624640200600079-11-BIP-1-3	8	187
0624640200600079-11-BIP-2-3	5	199
0624640200600081-12-BIP-1-5	5	157
0624640200600084-13-BIP-1-2	4	225
0624640200600085-14-BIP-1-3	4	175
0624640200600085-14-BIP-2-3	2	211
0624640200600093-17-BIP-1-4	10	259
0624640200600096-18-BIP-1-1	5	228
0624640200600109-21-BIP-1-2	4	221
0624640200600111-22-BIP-1-3	6	281
0624640200600114-23-BIP-1-4	15	230
0624640200600114-23-BIP-2-4	4	168
0624640200600115-24-BIP-1-6	7	236
0624640200600115-24-BIP-2-6	4	259
0624640200600115-24-BIP-3-6	4	264
0624640200600132-29-BIP-1-4	3	199
0624640200600132-29-BIP-2-4	3	218
0624640200600138-30-BIP-1-2	7	255
0624640200600149-32-BIP-1-3	11	209
0624640200600149-32-BIP-2-3	6	205
0624640200600152-34-BIP-1-4	6	267
0624640200600152-34-BIP-2-4	9	292
0624640200600156-36-BIP-1-4	6	189
0624640200600156-36-BIP-2-4	4	215
0624640200600159-37-BIP-1-2	6	229
0624640200600161-39-BIP-1-3	1	264
0624640200600164-41-BIP-1-4	6	205

<i>Planta</i>	<i>Contador</i>	<i>Tempo(s)</i>
0624640200600164-41-BIP-2-4	6	206
0624640200600171-44-BIP-1-3	5	238
0624640200600179-47-BIP-1-4	5	195
0624640200600179-47-BIP-2-4	3	204
0624640200600179-47-BIP-3-4	3	210
0624640200600194-50-BIP-1-5	7	240
0624640200600194-50-BIP-2-5	2	257
0624640200600197-51-BIP-1-3	25	360
0624640200600205-53-BIP-1-2	5	223
0624640200600206-54-BIP-1-5	6	190
0624640200600206-54-BIP-2-5	2	221
0624640200600206-54-BIP-3-5	2	246
0624640200600217-56-BIP-1-5	8	267
0624640200600217-56-BIP-2-5	4	267
0624640200600217-56-BIP-3-5	1	303
0624640200600219-57-BIP-2-6	4	270
0624640200600219-57-BIP-3-6	4	254
0624640200600219-57-BIP-4-6	3	235
0624640200600220-58-BIP-1-4	7	188
0624640200600220-58-BIP-2-4	6	222
0624640200600222-59-BIP-1-3	5	240
0624640200600222-59-BIP-2-3	5	203
0624640200600223-60-BIP-1-7	6	276
0624640200600223-60-BIP-2-7	7	282
0624640200600223-60-BIP-3-7	5	293
0624640200600223-60-BIP-4-7	5	283
0624640200600224-61-BIP-2-5	3	220
0624640200600224-61-BIP-3-5	4	191
0624640200600226-63-BIP-3-7	1	210
0624640200600226-63-BIP-4-7	1	241
0624640200600227-64-BIP-1-2	2	197
0624640200600240-69-BIP-2-5	2	228
0624640200600240-69-BIP-3-5	1	237
0624640200600241-70-BIP-1-4	5	193
0624640200600241-70-BIP-2-4	3	196
0624640200600243-72-BIP-1-2	6	210
0624640200600252-74-BIP-1-3	10	192
0624640200600252-74-BIP-2-3	4	145
0624640200600256-75-BIP-7-9	1	214
0624640200600261-77-BIP-3-3	9	273
0624640200600265-79-BIP-1-3	8	189
0624640200600265-79-BIP-2-3	5	222
0624640200600265-79-BIP-3-3	4	178
0624640200600269-80-BIP-1-3	9	204

<i>Planta</i>	<i>Contador</i>	<i>Tempo(s)</i>
0624640200600269-80-BIP-2-3	11	232
0624640200600271-81-BIP-1-4	4	292
0624640200600279-85-BIP-1-2	4	271
0624640200600279-85-BIP-2-2	4	278
0624640200600281-87-BIP-1-5	4	133
0624640200600281-87-BIP-2-5	3	182
0624640200600281-87-BIP-3-5	3	270
0624640200600284-89-BIP-5-14	1	255
0624640200600284-89-BIP-6-14	1	244
0624640200600284-89-BIP-7-14	1	232
0624640200600286-90-BIP-1-5	3	207
0624640200600286-90-BIP-2-5	6	240
0624640200600286-90-BIP-3-5	4	222
0624640200600292-93-BIP-1-3	5	239
0624640200600292-93-BIP-2-3	3	198
0624640200600306-99-BIP-1-2	3	235
0624640200600313-102-BIP-1-2	2	176
<b>Soma</b>	<b>502</b>	<b>22816</b>

*extintor portátil - carga de dióxido de carbono*

0624640200600011-2-BIP-1-2	7	234
0624640200600019-4-BIP-1-2	7	158
0624640200600032-6-BIP-4-8	5	220
0624640200600078-10-BIP-1-6	6	209
0624640200600078-10-BIP-4-6	5	143
0624640200600079-11-BIP-2-3	5	199
0624640200600109-21-BIP-1-2	5	221
0624640200600114-23-BIP-2-4	4	168
0624640200600115-24-BIP-4-6	1	262
0624640200600164-41-BIP-1-4	6	204
0624640200600194-50-BIP-2-5	2	256
0624640200600197-51-BIP-1-3	27	358
0624640200600219-57-BIP-1-6	2	200
0624640200600222-59-BIP-1-3	7	240
0624640200600222-59-BIP-2-3	5	203
0624640200600223-60-BIP-5-7	1	206
0624640200600224-61-BIP-3-5	5	191
0624640200600233-65-BIP-1-1	8	145
0624640200600240-69-BIP-1-5	3	234
0624640200600241-70-BIP-1-4	5	192
0624640200600241-70-BIP-2-4	5	196
0624640200600252-74-BIP-1-3	9	191
0624640200600265-79-BIP-1-3	8	189
0624640200600271-81-BIP-1-4	5	292

<i>Planta</i>	<i>Contador</i>	<i>Tempo(s)</i>
0624640200600279-85-BIP-1-2	5	270
0624640200600284-89-BIP-8-14	4	224
0624640200600286-90-BIP-2-5	6	240
0624640200600286-90-BIP-3-5	5	222
<b>Soma</b>	<b>156</b>	<b>5833</b>

*extintor portátil - carga de pó ABC*

0624640200600011-2-BIP-1-2	2	235
0624640200600079-11-BIP-1-3	5	188
0624640200600093-17-BIP-1-4	6	259
0624640200600096-18-BIP-1-1	2	228
0624640200600149-32-BIP-1-3	6	211
0624640200600217-56-BIP-1-5	5	267
0624640200600220-58-BIP-1-4	3	189
0624640200600222-59-BIP-1-3	5	240
0624640200600222-59-BIP-2-3	2	202
0624640200600223-60-BIP-2-7	3	282
0624640200600226-63-BIP-5-7	1	228
0624640200600233-65-BIP-1-1	5	146
0624640200600286-90-BIP-1-5	3	207
0624640200600286-90-BIP-2-5	3	240
0624640200600286-90-BIP-3-5	1	222
0624640200600291-92-BIP-1-3	2	182
0624640200600291-92-BIP-2-3	3	202
<b>Soma</b>	<b>57</b>	<b>3728</b>

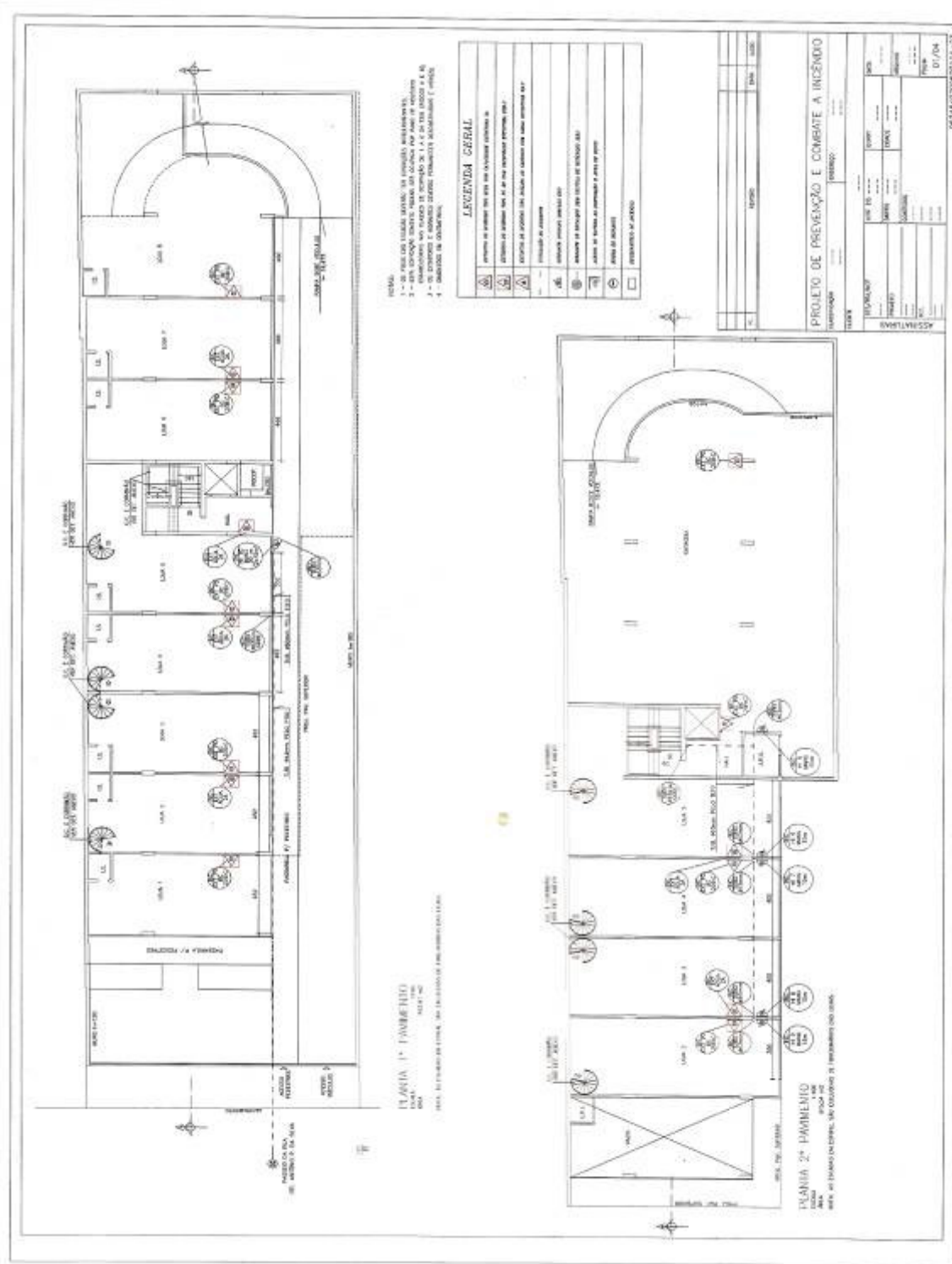
*extintor portátil - carga de pó BC*

0624640200600019-4-BIP-1-2	9	158
0624640200600020-5-BIP-1-3	5	190
0624640200600020-5-BIP-2-3	6	221
0624640200600032-6-BIP-1-8	7	150
0624640200600072-8-BIP-1-2	4	166
0624640200600078-10-BIP-2-6	5	135
0624640200600081-12-BIP-1-5	6	158
0624640200600085-14-BIP-1-3	3	174
0624640200600111-22-BIP-1-3	7	281
0624640200600114-23-BIP-1-4	17	229
0624640200600115-24-BIP-1-6	8	237
0624640200600132-29-BIP-1-4	3	199
0624640200600132-29-BIP-2-4	3	218
0624640200600138-30-BIP-1-2	9	255
0624640200600152-34-BIP-1-4	7	267
0624640200600156-36-BIP-1-4	5	190
0624640200600156-36-BIP-2-4	4	215

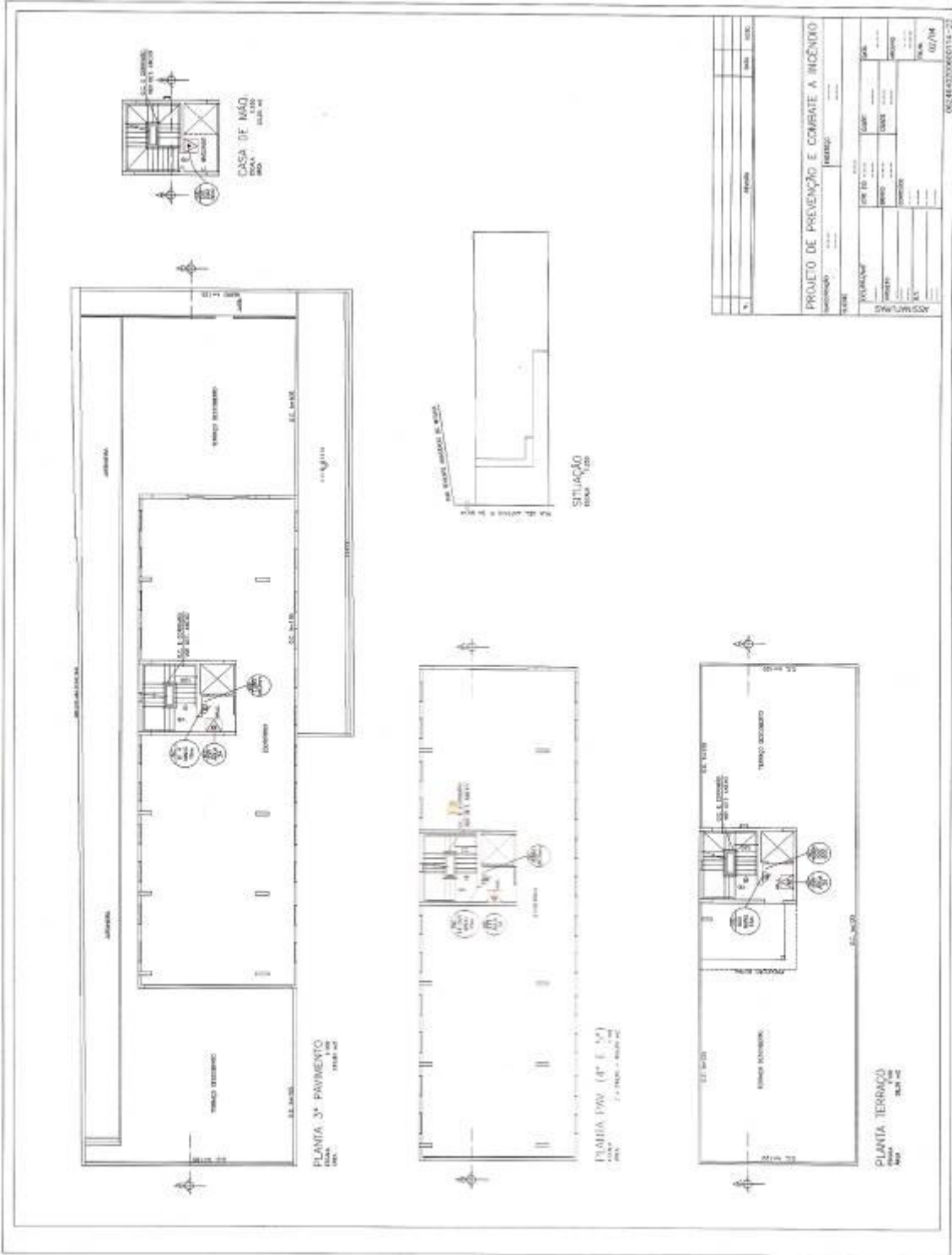


<i>Planta</i>	<i>Contador</i>	<i>Tempo(s)</i>
0624640200600159-37-BIP-1-2	6	229
0624640200600161-39-BIP-1-3	1	265
0624640200600164-41-BIP-1-4	6	204
0624640200600164-41-BIP-2-4	4	207
0624640200600171-44-BIP-1-3	5	237
0624640200600179-47-BIP-1-4	5	194
0624640200600179-47-BIP-3-4	4	210
0624640200600194-50-BIP-1-5	7	239
0624640200600197-51-BIP-1-3	27	357
0624640200600205-53-BIP-1-2	5	223
0624640200600206-54-BIP-1-5	7	190
0624640200600217-56-BIP-1-5	9	267
0624640200600220-58-BIP-2-4	8	222
0624640200600222-59-BIP-2-3	6	202
0624640200600223-60-BIP-1-7	8	275
0624640200600223-60-BIP-2-7	8	281
0624640200600227-64-BIP-1-2	1	197
0624640200600240-69-BIP-1-5	5	235
0624640200600240-69-BIP-2-5	1	229
0624640200600241-70-BIP-2-4	4	196
0624640200600256-75-BIP-7-9	1	215
0624640200600261-77-BIP-1-3	1	265
0624640200600265-79-BIP-1-3	8	189
0624640200600271-81-BIP-1-4	3	291
0624640200600279-85-BIP-1-2	5	270
0624640200600281-87-BIP-1-5	4	133
0624640200600281-87-BIP-4-5	2	123
0624640200600292-93-BIP-1-3	5	239
<b>Soma</b>	<b>268</b>	<b>9993</b>
<i>extintor sobre rodas - carga de água</i>		
0624640200600149-32-BIP-1-3	6	263
<b>Soma</b>	<b>6</b>	<b>263</b>
<i>extintor sobre rodas - carga de pó ABC</i>		
0624640200600149-32-BIP-1-3	9	271
<b>Soma</b>	<b>9</b>	<b>271</b>
<i>extintor sobre rodas - carga de pó BC</i>		
0624640200600072-8-BIP-1-2	2	205
0624640200600223-60-BIP-1-7	5	344
<b>Soma</b>	<b>7</b>	<b>549</b>
<b>Total geral</b>	<b>1005</b>	<b>43453</b>

## APÊNDICE E – Resultados encontrados - CBMMG



062484020000134-22



PRIMEIRO DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO	
TIPO	DETALHE
1.	ALARME
2.	EXTINTORES
3.	SAÍDA DE EMERGENÇA
4.	OUTROS

PROJETANTE	DATA	PROJETO	ESCALA
XXXXXXXXXX	XXXX/XXXX	XXXXXXXXXX	XXXX/XXXX

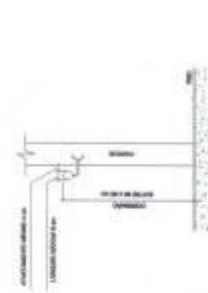
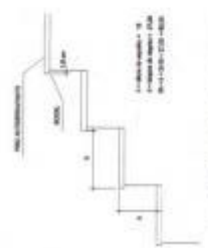
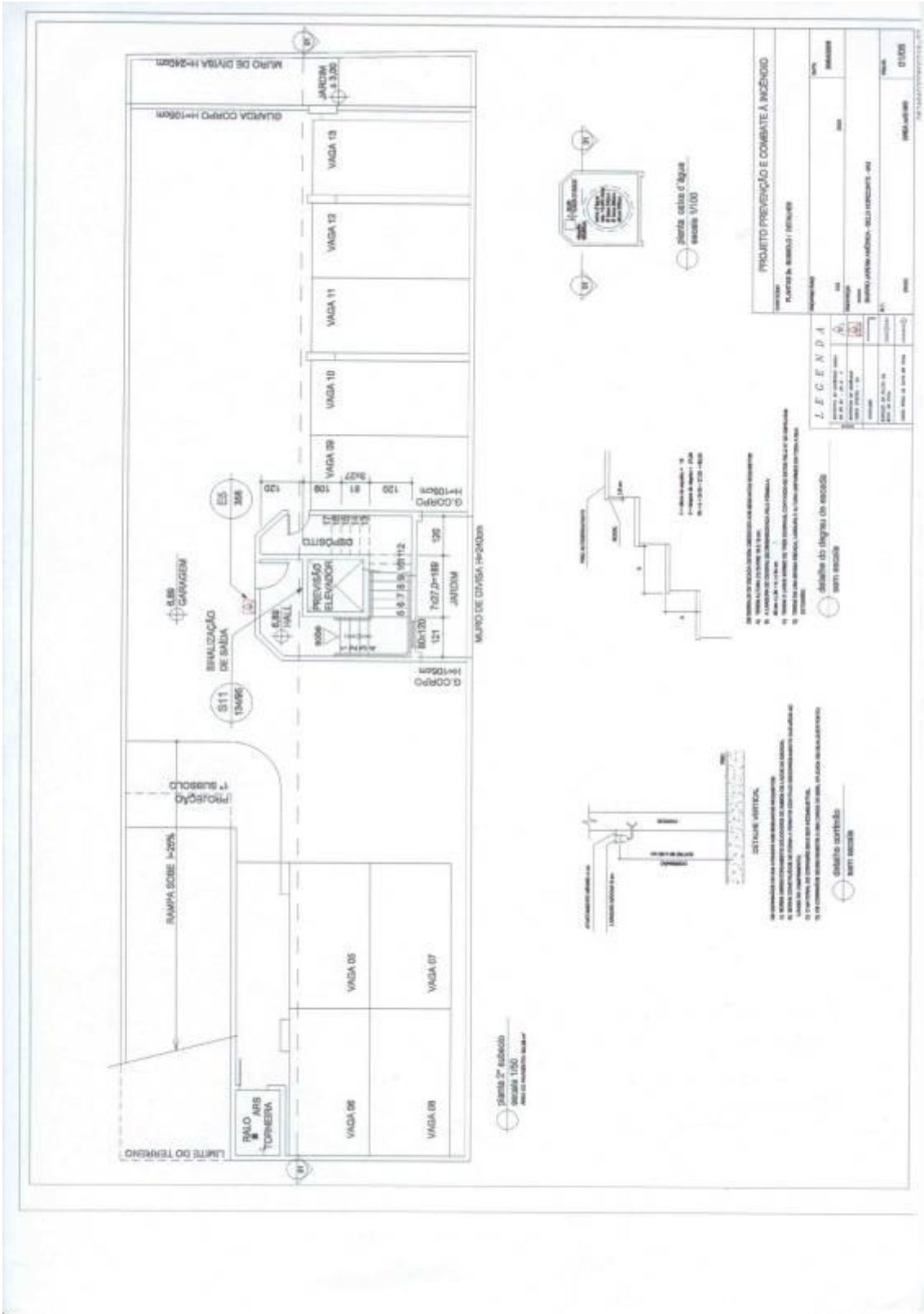
  

PROJETO	DATA	PROJETO	ESCALA
XXXXXXXXXX	XXXX/XXXX	XXXXXXXXXX	XXXX/XXXX

PROJETO	DATA	PROJETO	ESCALA
XXXXXXXXXX	XXXX/XXXX	XXXXXXXXXX	XXXX/XXXX

05.04.03.000001E-02



PROJETO PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO

PROJETO DE ARQUITETURA / 01/2014

PROJETO DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO

PROJETA	DATA	FECHA	PROJETO
PROJETA	DATA	FECHA	PROJETO
PROJETA	DATA	FECHA	PROJETO
PROJETA	DATA	FECHA	PROJETO

LEGENDA

PROJETA	DATA	FECHA	PROJETO
PROJETA	DATA	FECHA	PROJETO
PROJETA	DATA	FECHA	PROJETO
PROJETA	DATA	FECHA	PROJETO

DESCRIÇÃO DO PROJETO: PROJETO DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO

1. OBJETIVO: PROJETO DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO

2. ABRANGÊNCIA: PROJETO DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO

3. REFERÊNCIAS: PROJETO DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO

4. LEGISLAÇÃO: PROJETO DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO

DESCRIÇÃO DO PROJETO: PROJETO DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO

1. OBJETIVO: PROJETO DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO

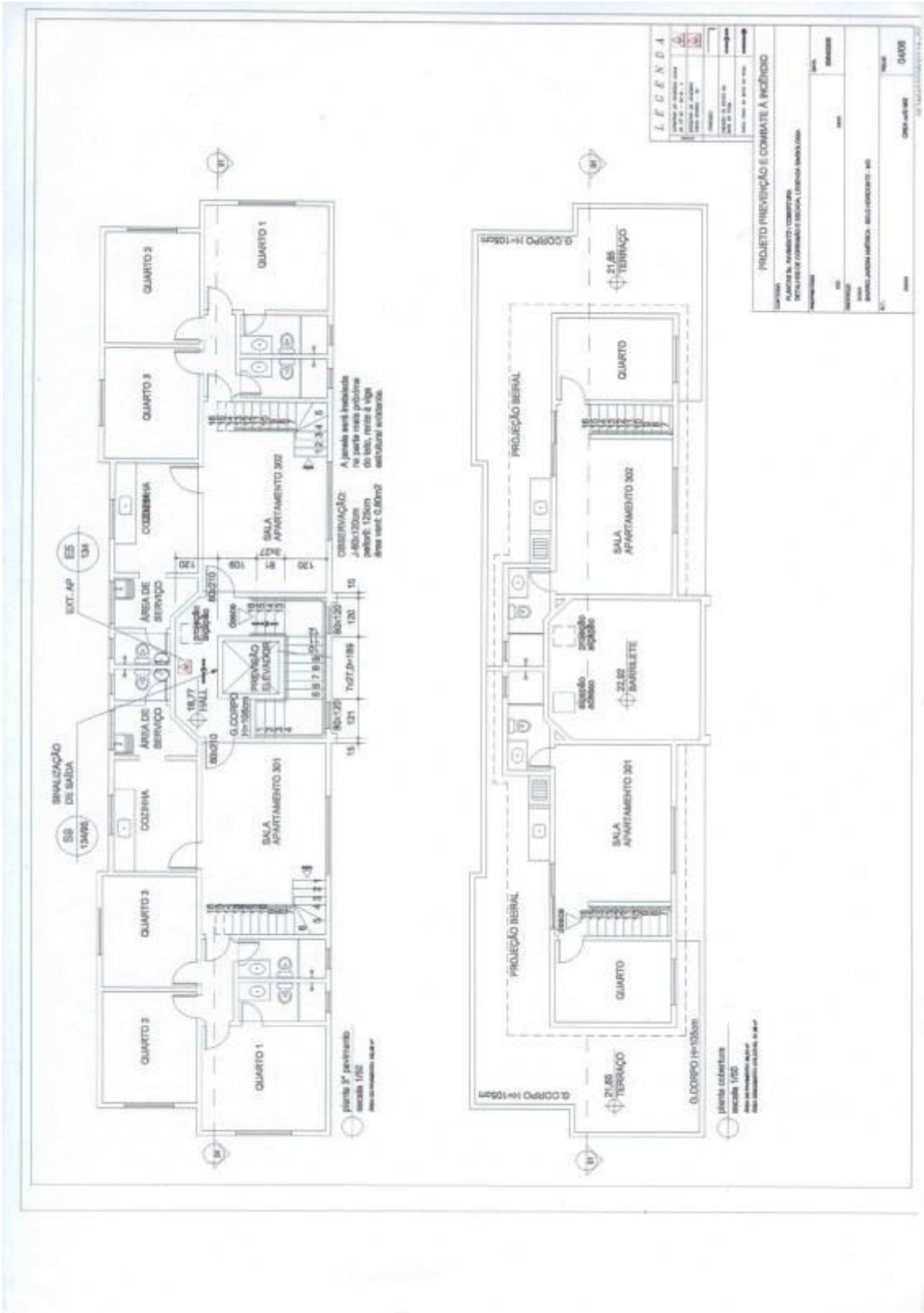
2. ABRANGÊNCIA: PROJETO DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO

3. REFERÊNCIAS: PROJETO DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO

4. LEGISLAÇÃO: PROJETO DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO





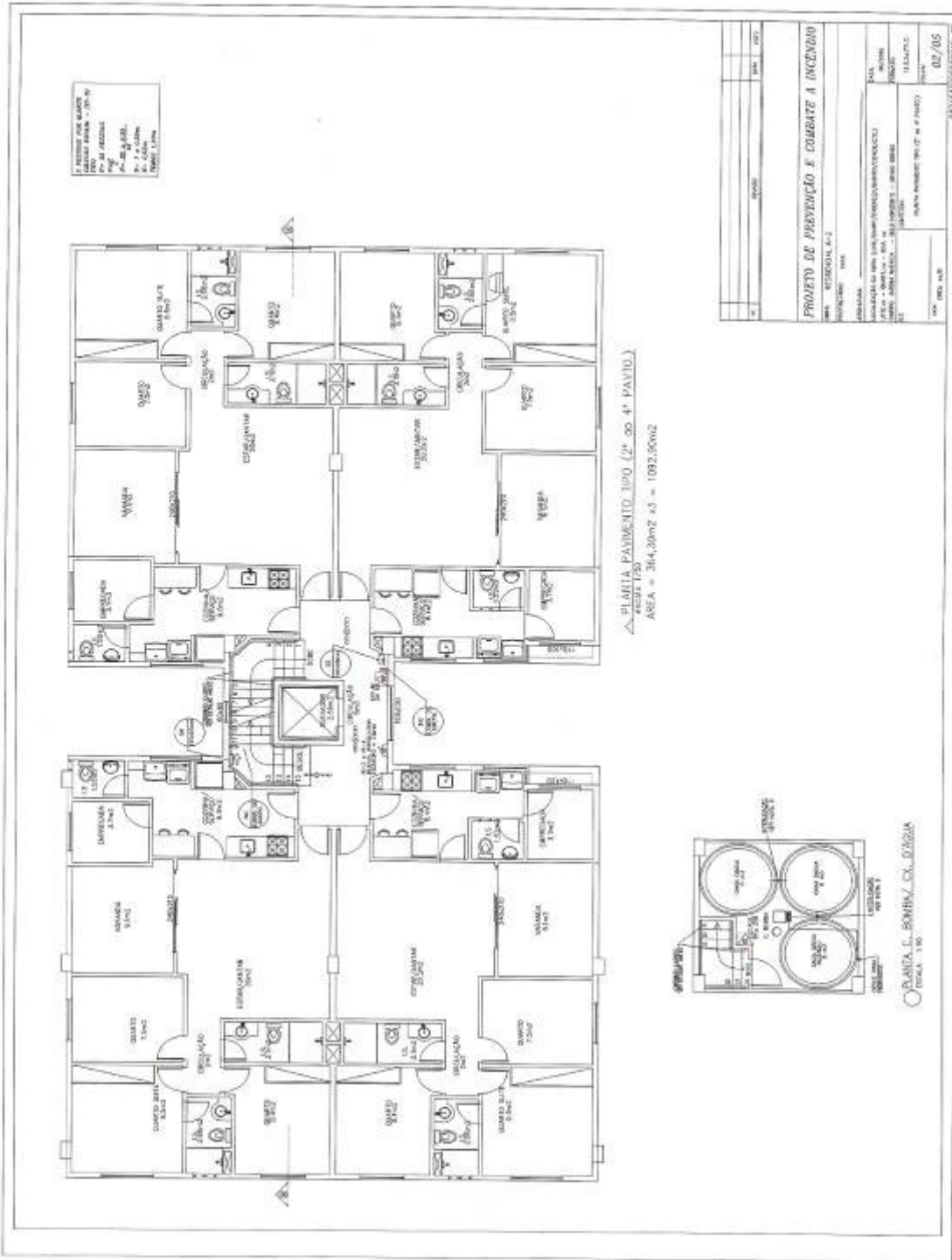


**OBSERVAÇÃO:**  
J-80x120cm  
perigos 120cm  
area vest 0,80m<sup>2</sup>  
acessibilidade superior

A janela será instalada  
na parede entre o bloco  
do lado, tendo à vista  
acessibilidade superior.







## APÊNDICE F - Glossário

**Algoritmos:** Uma fórmula ou conjunto de passos para resolver um problema específico, Para ser um algoritmo, um conjunto de regras deve ser não ambíguo. Podem ser expressos em qualquer linguagem, desde linguagens naturais até linguagem de programação.

**Análise Facetada:** Análise de vários aspectos de um conceito para identificar suas características básicas pelas quais ele pode ser dividido em subclasses, é a primeira etapa para o desenvolvimento de um sistema de classificação facetado. (ODLIS: Online Dictionary of Library and Information Science, 2002,

**AutoCAD:** *Software* de computação gráfica CAD, desenvolvido pela empresa Autodesk.

**Autodesk:** Empresa de desenvolvimento de *software* especializado para automatização de projetos de engenharia / arquitetura, AutoCAD.

**Automatização:** Ato ou efeito de automatizar. Tornar-se automático.

**Biblioteca de símbolos CAD:** Biblioteca de símbolos utilizados no desenvolvimento de projetos utilizando o *software* AutoCAD, desenvolvido pela pesquisadora.

**Bits e Bytes:** Abreviação para “binary digit” dígito binário, a menor unidade de informação em uma máquina. O termo foi primeiramente usado em 1946 por John Tukey. Um único bit pode corresponder somente um de dois valores: 0 ou 1. A informação mais significativa é obtida ao combinar bits consecutivos em unidades maiores. Por exemplo, um byte é composto por 8 bits consecutivos.

**CAD:** Significa *Computer Aided Design*, i.e., “projeto apoiado por computador”. Genericamente, é uma ferramenta baseada em computação gráfica, utilizada para construir uma base gráfica de dados digitais vetoriais (consulte) e automatizar determinadas etapas da produção de cartas ou projetos industriais e de engenharia. Suas maiores limitações restringem-se à manipulação de grandes volumes de dados e à interface com bancos de dados, não permitindo análises espaciais (BORGES, 1993).

**Características:** Segundo MODELL (2001a, 2001b), características são tipos específicos de atributos que detêm a capacidade de categorizar (classificar) as coisas ou entidades do mundo, diferentemente das propriedades (consulte). As características são, portanto, descritores ou identificadores de coisas. Em termos não muito rigorosos, é possível confundir termos como características, propriedades, traços, aspectos, feições ou atributos. Tudo depende do problema em que se está trabalhando. MODELL (2001b) exemplificou com a ciência da informação, em que seus cientistas tomaram (e vem tomando) muitos termos por empréstimo de outros campos científicos (notadamente da Biologia), atividade normal nas ciências pós-modernas. Na área de classificação, p.ex., termos como características, classes, propriedades, herança e outros são usados das formas mais diversificadas e não possuem relação de sentido direta com o campo do

qual provieram. Destarte, é muito importante determinar em que domínio do conhecimento se está atuando para empregar esses termos de forma adequada, cientificamente falando.

**Carimbo:** Espaço posicionado no canto inferior esquerdo dos desenhos de projetos de engenharia / arquitetura reservado para descrição de dados dos projetos. Inclui nome do proprietário, nome do responsável técnico do projeto, título, área construída, entre outros. Pode também ser chamado de legenda.

**Classificação:** “... processo mental de agrupamento de elementos portadores de características comuns e capazes de ser reconhecidos como uma entidade ou conceito, constitui uma das fases fundamentais do pensar humano” (CAMPOS, 1973, p.15).

**Classificar:** Do latim “classis”, que designa grupos sociais em que se dividia o povo romano. “Classificar é dividir em grupos ou classes, segundo as diferenças. É dispor os conceitos, segundo as suas semelhanças e diferenças, em certo número de grupos metodicamente distribuídos. É um processo mental habitual do homem, pois vivemos automaticamente classificando coisas e idéias, a fim de as compreender e conhecer”. (PIEIDADE, 1983, p.16).

**Computação Gráfica:** A computação gráfica é a área da ciência da computação que estuda a geração, manipulação e interpretação de imagens por meio de computador. Esta definição sugere a divisão da área em três subáreas: síntese de imagem, processamento de imagem e análise de imagem. O termo computação gráfica é mais utilizado para a síntese de imagem que são representações visuais à partir das especificações geométrica e visual de seus componentes. A computação gráfica segundo a ISO (*International Organization for Standardization*) é definida como “Métodos e técnicas para converter dados para/de um dispositivo gráfico através do computador”.

**Coordenadas Cartesianas (x,y):** Sistema de coordenadas. Se considerarmos que o ponto O é a origem do sistema de coordenadas cartesianas e, por conseguinte, O(0,0) e que as coordenadas de P sejam x (abscissa) e y (ordenada), teremos o ponto P(x,y).

**Corte:** é a representação do objeto cortado na posição vertical e contém informações relativas a alturas do projeto.

**Dado matricial:** É a unidade lógica da informação gráfica que foi capturada no mundo-real, armazenada numa estrutura matricial de dados da memória do computador. A representação básica desta unidade de informação é denominada de *pixel* (consulte). O processo de produção deste dado é chamado de digitalização matricial (consulte). Os arquivos digitais que armazenam estes dados são chamados de arquivos matriciais ou *raster*, os quais, apesar da simplicidade da representação, ocupam grande volume de memória.

**Dado Vetorial:** É um conjunto não-vazio de pontos associado a uma função matemática, que proporciona uma configuração geométrica para estes pontos; por exemplo: num sistema CAD, dois pontos associados à equação de uma reta representam-na integralmente pela imagem

retilínea que os une, não sendo necessário armazenar na memória toda a sucessão de pontos que interliga estes dois extremos. O processo de produção deste dado é chamado de digitalização vetorial (consulte), mais complexa que a matricial, mas oferecendo a vantagem eventual de exigir menos memória para armazenar os arquivos vetoriais. Normalmente, é mais barato produzir o dado vetorial que o matricial (*raster*), mas a tendência é a inversão dessa situação, uma vez que a aquisição de dados por digitalização matricial vem se tornando mais rápida, produtiva e confiável.

**Digitalização:** É a capacidade de processamento gráfico dos atuais computadores digitais em exprimir estruturas gráficas analógicas, advindas do mundo-real, por modelos digitais. Pode ser matricial (*raster*)<sup>2</sup> ou vetorial, dependendo da estrutura de dados a ser processada e dos procedimentos utilizados, ambos fortemente dependentes de *hardware* e *software*. Cabe registrar que neste processo de tradução do mundo-real para o digital sempre haverá perda de informação, uma vez que o dado digital é discreto<sup>3</sup> e o analógico é contínuo<sup>4</sup>. O mais importante é balancear essa perda com o grau de precisão exigido pelos problemas (aplicações) oferecidos pelo usuário.

**Digitalizados:** Formatos de arquivo que passaram pelo processo de digitalização.

**DWG:** Significa *Drawing*, i.e., “desenho”. Formato de arquivo padrão desenvolvido através do *software* AutoCAD. Extensão própria da empresa Autodesk desenvolvedora do *software* AutoCAD.

**Faceta:** “um termo genérico usado para denotar algum componente – pode se rum assunto básico ou isolado – de um assunto composto, tendo ainda, a função de formar renques, termos e números”. (RANGANATHAN, 1967, P.88).

**Formato:** Desenho que contém os desenhos técnicos e pode variar de tamanho de acordo com a norma técnica de desenhos, formatos padrão têm as seguintes medidas A4, A3, A2, A1 e A0. Pode também ser chamado de Prancha.

**HTML:** Do inglês *HyperText Markup Language*, é uma linguagem de marcação baseada na linguagem SGML (*Standard Generalized Markup Language*), criada especialmente para codificação dos documentos disponibilizados através dos servidores Web e interpretado por navegadores como *Netscape Navigator*, *Internet Explorer*, etc.

**Imagem 2D:** Imagem que possui dois eixos X e Y.

**Imagem 3D / Imagem Tridimensional:** Imagem que possui 3 eixos X, Y e Z.

**Indexação:** No contexto do tratamento da informação, o termo possui dois sentidos: um, mais amplo quando se refere à atividade de criar índices, seja de autor, título, assunto, tanto de publicações (livros, periódicos), quanto de catálogos ou banco de dados, em bibliotecas ou centros de

---

<sup>3</sup> Limitado pela lógica binária ou *booleana* a ser zero ou um.

<sup>4</sup> Funções matemáticas no vasto domínio dos números reais.

informação. O outro sentido, mais restrito, se refere apenas à indexação ou catalogação de assunto das informações contidas em documentos.

**Indexador:** Profissional responsável pela indexação.

**Inferência:** Forma de raciocínio que consiste em tirar uma conclusão com base em oposições ou conversões entre proposições (RICH, 1993). Um caso especial desta capacidade humana, simulada por programa de computador é a *inferência bayesiana*, que já se tornou um ramo de estudos da IA. Surgiu do Teorema de Bayes, formulado pelo reverendo inglês Tomás Bayes (1702-1761). Este teorema obedece aos axiomas da Probabilidade e Estatística, mas nega a sua visão exclusivamente *frequêntista* de mensurar probabilidades. Fundando-se nesta teoria, vários outros estudos têm surgido com ênfase na aplicação da inferência bayesiana aos processos de tomada de decisão do ser humano. É o caso das funções de crença de A. P. Dempster (1968) e G. Shafer (1973). Estes estudos têm por objetivo formalizar uma teoria da decisão, que se basearia em funções de crença e de perda, assim como no princípio da maximização da utilidade esperada tendo por contexto a ignorância parcial (SILVA, 1991). Conquanto os métodos bayesianos possam ser mais complicados do que os clássicos da Probabilidade e Estatística, são em geral mais satisfatórios que estes, desde que se esteja diante de uma amostra pequena e pouco confiável, mas que ao mesmo tempo se disponha de uma distribuição *a priori* e de uma função de perda razoavelmente objetiva. A distribuição *a priori* é equivalente a uma quase-amostra de poucas observações.

**Interdisciplinaridade:** Interdisciplinaridade, segundo SABBATINI (2000) e CARDOSO (2001), é a integração de elementos de duas ou mais disciplinas<sup>5</sup> com o fito de produzir novo conhecimento, que não seria possível se não houvesse esta integração. Fica implícita a idéia de cooperação. Não se confunde com multidisciplinaridade.

**Legenda:** Espaço posicionado no canto inferior esquerdo dos desenhos de projetos de engenharia / arquitetura reservado para descrição de dados dos projetos. Inclui nome do proprietário, nome do responsável técnico do projeto, título, área construída, entre outros. Pode também ser chamado de carimbo.

**Matricial:** Imagem matricial é armazenada no computador como um arranjo bidimensional, onde cada elemento do arranjo é um *pixel*. Também chamada de imagem raster.

**Mídia:** 1. Objetos nos quais dados podem ser armazenados tais como disco rígido, disquete, CD-ROM e fitas. 2. Em redes de computador, mídia refere-se aos cabos que ligam as estações de trabalho. 3. A forma e tecnologia usada para comunicar informação. Apresentações Multimídia, por exemplo, combinam som, imagens e vídeos as quais são diferentes tipos de mídia.

---

<sup>5</sup> Domínios bem delimitados do conhecimento.

**Multidisciplinaridade:** Neste caso, pesquisadores de várias disciplinas, sem cooperação explícita, trabalham lado a lado em distintos problemas, derivados de aspectos de um problema original [(SABBATINI, 2000) e (CARDOSO, 2001)].

**Multimídia:** Multimídia se refere à apresentação e recuperação de informações que se faz com o auxílio do computador, de maneira integrada, intuitiva e interativa. Multimídia é uma tecnologia que, utiliza-se de "multimeios" como forma de comunicação, informação e formação. Ex: vídeo, áudio, gráfico, desenho, animação, trilha sonora, etc. O termo multimídia é usado para se referir à combinação de textos e imagens na tela do computador. Entendemos multimídia como todos os programas e sistemas em que a comunicação entre homem e computador se dá através de múltiplos meios de representação de informação. Multimídia possui características importantes como: 1) um acesso não-linear, onde a informação é rapidamente acessível de forma não-linear, ou seja, o usuário não fica preso a uma seqüência de tempo, como o leitor de um livro, o ouvinte de uma palestra ou o espectador de um filme; 2) a interatividade onde, a situação do usuário diante do computador pode não ser a de espectador passivo e sim de participante de uma atividade; 3) a integração com programas aplicativos onde, dependendo do caso, o computador pode executar cálculos, pesquisas em base de dados e outras tarefas normais de qualquer programa aplicativo.

**Perspectiva:** Técnica de apresentação de desenhos e projetos.

**Pertinência.** Refere-se aos documentos relevantes recuperados e não-recuperados numa determinada busca, que são do real interesse do usuário.

**Pixel:** Adaptação abreviada do termo americano *picture element*, que significa um elemento infinitesimal de área, normalmente quadrangular, que compõe estruturas de dados matriciais armazenáveis nas memórias magnéticas dos computadores. Vinculado estreitamente ao tratamento digital de imagens, seu tamanho determina a resolução e o refinamento dessas representações gráficas do mundo-real.

**Planta:** Normalmente a planta é a parte do projeto mais representativa do projeto e que contém mais informações construtivas. O projeto é representado visto de cima, a planta\* define um plano de corte a 1,40 metro do piso e representa as informações cortadas e vistas desse plano de corte.

**PNG:** Significa *Portable Network Graphics*, i.e., Formato de dados utilizado para imagens, que surgiu em 1996 como substituto para o formato GIF.

**Prancha:** Desenho que contém os desenhos técnicos e pode variar de tamanho de acordo com a norma técnica de desenhos, formatos padrão têm as seguintes medidas A4, A3, A2, A1 e A0. Pode também ser chamado de Formato.

**Prancheta:** Mesa utilizada para desenvolvimento de projetos executados pelo processo manual.

**Processos Cognitivos:** São atividades mentais como pensamento, imaginação, lembrança e solução de problemas. Como outras atividades humanas, são desempenhadas diferentemente por indivíduos que têm diferentes níveis de habilidade em raciocínio lógico, memória visual ou experiência em vocabulário, o que pode afetar o desempenho da recuperação da informação.

**Raster:** Imagem raster é armazenada no computador como um arranjo bidimensional, onde cada elemento do arranjo é um *pixel*. Também chamada de imagem matricial.

**Recuperação da Informação:** Conjunto de operações consecutivas, executadas para localizar uma informação necessária ou documentos que a contenham, com a recuperação subsequente desses documentos.

**Relevância:** No contexto da recuperação da informação, é o julgamento feito ao se confrontar com o resultado de uma busca em sistema de recuperação da informação.

**Resolução:** É uma medida da capacidade que um sistema sensor possui de distinguir respostas semelhantes espectralmente ou próximas no espaço. É um conceito fundamental aplicado à interpretação de imagens para identificar alvos de interesse. A resolução de uma imagem digital pode ser desdobrada em espacial, espectral, radiométrica e temporal (VIEIRA, 1998).

**Semântica:** Estudo da relação de significação nos signos e da representação do sentido dos enunciados.

**Sintaxe:** Parte da gramática que estuda a disposição das palavras na frase e a das frases no discurso, bem como a relação lógica das frases entre si e a correta construção gramatical.

**Scanner:** Dispositivo utilizado para digitalizar imagens, existe vários tipos de scanners: scanners de mão, de mesa, de página, etc. Os *scanners* também pode ser diferenciados pela resolução, medida em DPI.

**Seção:** é a representação do objeto cortado na posição vertical e contém informações relativas a alturas do projeto.

**Tesouro:** “é a linguagem especializada, normalizada, pós-coordenada, usada com fins documentários, onde os elementos lingüísticos que o compõem – termos, simples ou compostos – encontram-se relacionados entre si sintática e semanticamente”. (CURRÁS, 1995, p.88).

**Vertedouro:** Em hidráulica, vertedouro é um canal artificial executado com a finalidade de conduzir seguramente a água através de uma barreira, que geralmente é uma barragem, ou ele é destinado a auxiliar na medição da vazão de um dado fluxo de água.



**ANEXO A – Tabela de símbolos gráficos - CBMMG**

BOMBEIRO: O AMIGO CERTO NAS HORAS INCERTAS

## **IT - 03**

# **SÍMBOLOS GRÁFICOS PARA PROJETO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO**

---

**SUMÁRIO**












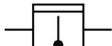




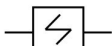


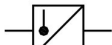





- 1 - Objetivo
- 2 - Aplicação
- 3 - Definições
- 4 - Referências Normativas
- 5 - Procedimentos


























**ANEXO**

- Símbolos Gráficos para Projeto de Segurança Contra Incêndio e Pânico

ENTRANSES	CARGA D'ÁGUA		
	CARGA DE ESPUMA MECÂNICA		
	ENTRANSES SOBRE ROLOS	CARGA DE DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)	
		CARGA DE PÓ BC	
		CARGA DE PÓ ABC	
	CARGA DE PÓ D		
ENTRANSES SOBRE ROLOS	CARGA D'ÁGUA		
	CARGA DE ESPUMA MECÂNICA		
	CARGA DE DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)		
	CARGA DE PÓ BC		
	CARGA DE PÓ ABC		
	CARGA DE PÓ D		
SISTEMA DE HORMANTES	HIDRANTE SIMPLES		
	HIDRANTE DUPLO		
	HIDRANTE URBANO DE COLUNA		
	HIDRANTE URBANO SUBTERRÂNEO		
	MANGOTINHO		
SISTEMA DE HORMANTES	REGISTRO DE RECALQUE COM VÁLVULA DE RETENÇÃO		
	REGISTRO DE RECALQUE SEM VÁLVULA DE RETENÇÃO		
	ACIONADOR DE BOMBA DE INCÊNDIO (BOTOEIRA TIPO LIGA-DESLIGA)		
	BOMBA DE INCÊNDIO		
	RESERVA DE INCÊNDIO		

SISTEMA FIXO DE EXTINÇÃO	PONTO (BICO DE SPRINKLER)		
	CARGA DE AUTOMÁTICO	ÁREA PROTEGIDA PELO SISTEMA DE CHUVEIROS AUTOMÁTICOS	
		REGISTRO DE RECALQUE PARA SISTEMA DE CHUVEIROS AUTOMÁTICOS	
		BOMBA DE INCÊNDIO PARA SISTEMA DE CHUVEIROS AUTOMÁTICOS	
		RESERVA DE INCÊNDIO PARA SISTEMA DE CHUVEIROS AUTOMÁTICOS	
		PAINEL DE COMANDO CENTRAL SISTEMA DE CHUVEIROS AUTOMÁTICOS	
		VÁLVULA DE GOVERNO E ALARME (VGA) E/OU COMANDO SECCIONAL (CS)	
	SISTEMA DE CO2	ÁREA PROTEGIDA PELO SISTEMA FIXO DE CO2	
		BATERIA DE CILINDROS DO SISTEMA FIXO DE CO2	
		ACIONADOR MANUAL DO SISTEMA FIXO DE CO2	
	SISTEMA AUTOMÁTICO DE HALON	ÁREA PROTEGIDA HALON	
		CENTRAL DE BATERIAS HALON	
ACIONADOR MANUAL HALON			
SISTEMA DE ESPUMA	TANQUE ATMOSFÉRICO DE EFE SISTEMA FIXO DE ESPUMA		
	ESTAÇÃO FIXA DE EMULSIONAMENTO		
	ESTAÇÃO MÓVEL DE EMULSIONAMENTO		
SISTEMA DE ESPUMA	CANHÃO MONITOR (PORTÁTIL) SISTEMA FIXO DE ESPUMA		
	CANHÃO MONITOR (PORTÁTIL) SISTEMA FIXO DE RESFRIAMENTO		
	ÁREA PROTEGIDA PELO SISTEMA FIXO DE ESPUMA		
SISTEMA DE ESPUMA	CÂMARA DE ESPUMA DO SISTEMA FIXO DE ESPUMA		
	EXTRATO FORMADOR DE ESPUMA (EFE) – PORTÁTIL		
	SISTEMA PORTÁTIL DE ESPUMA (ESGUICHO LANÇADOR)		
NEBULIZADORES	ÁREA PROTEGIDA PELO SISTEMA DE NEBULIZADORES		
	REGISTRO MANUAL DO SISTEMA DE NEBULIZADORES		

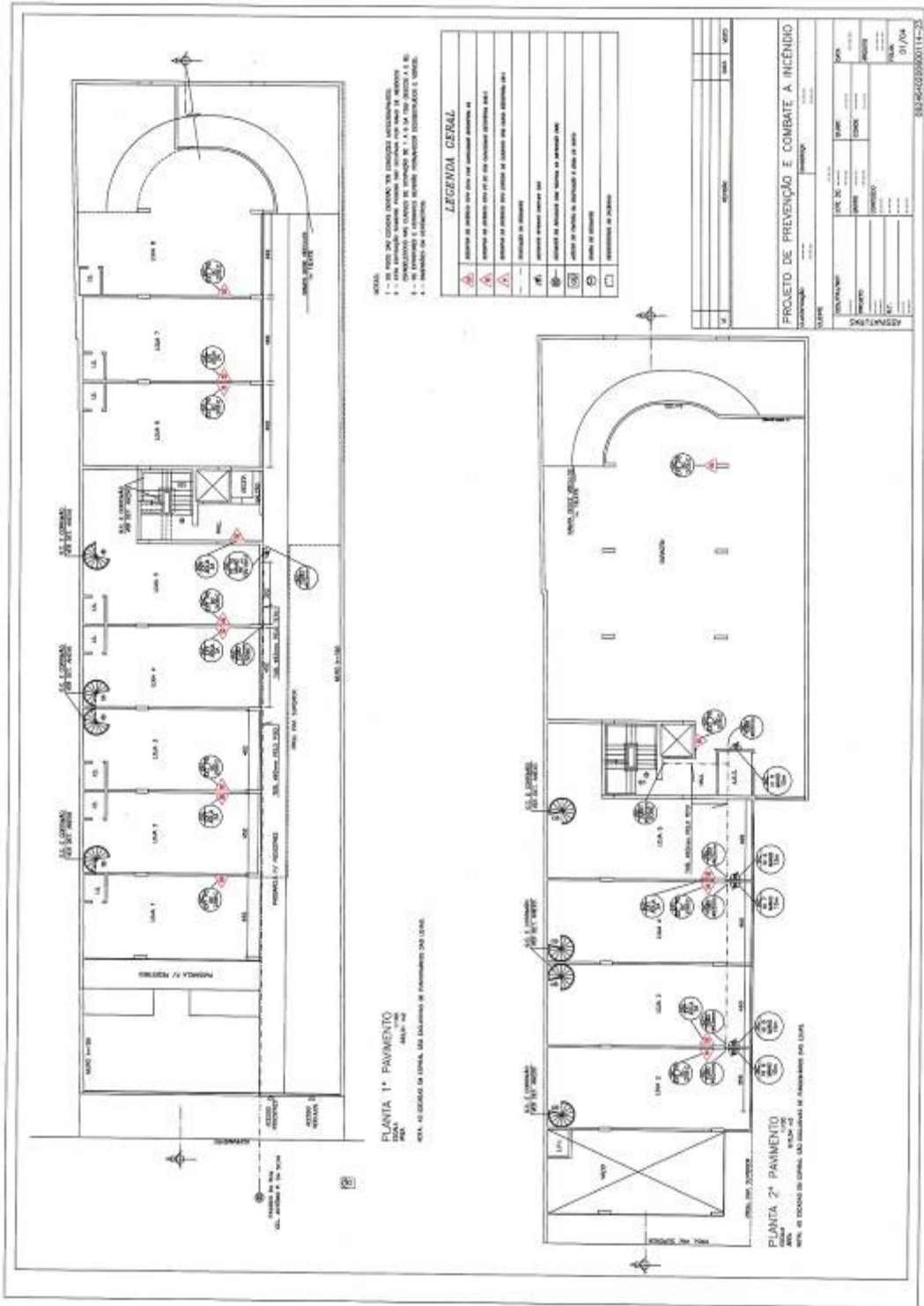
SISTEMA DE DETECÇÃO E ALARME	SISTEMA DE ALARME	AVISADOR SONORO TIPO SIRENE	
		AVISADOR SONORO TIPO ALTO-FALANTE	
		AVISADOR SONORO TIPO GONGO	
		AVISADOR VISUAL	
		AVISADOR SONORO E VISUAL	
		AVISADOR SONORO E VISUAL (COM ALTO-FALANTE)	
		AVISADOR SONORO E VISUAL (COM GONGO)	
	DETECTORES LINEARES	DETECTOR DE CALOR LINEAR	
		DETECTOR DE FUMAÇA LINEAR	
		DETECTOR DE CHAMAS LINEAR	
		DETECTOR DE GÁS LINEAR	
	DETECTORES LINEARES ENTRE FORRO	DETECTOR DE CALOR LINEAR ENTRE FORRO	
		DETECTOR DE FUMAÇA LINEAR ENTRE FORRO	
		DETECTOR DE CHAMAS LINEAR ENTRE FORRO	
	DETECTORES LINEARES ENTRE PISO	DETECTOR DE CALOR LINEAR ENTRE PISO	
		DETECTOR DE FUMAÇA LINEAR ENTRE PISO	
		DETECTOR DE GÁS LINEAR ENTRE PISO	
	DETECTORES LINEARES EM ARMÁRIOS	DETECTOR DE CALOR LINEAR EM ARMÁRIO	
		DETECTOR DE FUMAÇA LINEAR EM ARMÁRIO	
		DETECTOR DE CHAMAS LINEAR EM ARMÁRIO	
		DETECTOR DE GÁS LINEAR EM ARMÁRIO	
	DETECTORES PONTUAIS	DETECTOR DE CALOR PONTUAL	
		DETECTOR DE FUMAÇA PONTUAL	
		DETECTOR DE CHAMAS PONTUAL	
		DETECTOR DE GÁS PONTUAL	

DETECTORES PONTUAIS	DETECTORES PONTUAIS ENTRE FORRO	DETECTOR DE CALOR PONTUAL ENTRE FORRO	
		DETECTOR DE FUMAÇA PONTUAL ENTRE FORRO	
		DETECTOR DE CHAMAS PONTUAL ENTRE FORRO	
		DETECTOR DE GÁS PONTUAL ENTRE FORRO	
	DETECTORES PONTUAIS ENTRE PISO	DETECTOR DE CALOR PONTUAL ENTRE PISO	
		DETECTOR DE FUMAÇA PONTUAL ENTRE PISO	
		DETECTOR DE CHAMAS PONTUAL ENTRE PISO	
		DETECTOR DE GÁS PONTUAL ENTRE PISO	
	DETECTORES PONTUAIS EM ARMÁRIO	DETECTOR DE CALOR PONTUAL EM ARMÁRIO	
		DETECTOR DE FUMAÇA PONTUAL EM ARMÁRIO	
		DETECTOR DE CHAMAS PONTUAL EM ARMÁRIO	
		DETECTOR DE GÁS PONTUAL EM ARMÁRIO	
	DETECTORES LINEARES COM PROTEÇÃO	DETECTOR DE CALOR LINEAR COM PROTEÇÃO CONTRA INTEMPÉRIES	
		DETECTOR DE FUMAÇA LINEAR COM PROTEÇÃO CONTRA INTEMPÉRIES	
		DETECTOR DE CHAMAS LINEAR COM PROTEÇÃO CONTRA INTEMPÉRIES	
		DETECTOR DE GÁS LINEAR COM PROTEÇÃO CONTRA INTEMPÉRIES	
	DETECTORES PONTUAIS COM PROTEÇÃO	DETECTOR DE CALOR PONTUAL COM PROTEÇÃO CONTRA INTEMPÉRIES	
		DETECTOR DE FUMAÇA PONTUAL COM PROTEÇÃO CONTRA INTEMPÉRIES	
		DETECTOR DE CHAMAS PONTUAL COM PROTEÇÃO CONTRA INTEMPÉRIES	
		DETECTOR DE GÁS PONTUAL COM PROTEÇÃO CONTRA INTEMPÉRIES	
COMPLEMENTOS	ACIONADOR MANUAL DO SISTEMA DE DETECÇÃO E ALARME		
	CENTRAL DE DETECÇÃO E ALARME		
	BATERIAS DO SISTEMA DE DETECÇÃO E ALARME		
	PAINEL REPETIDOR DO SISTEMA		
	TELEFONE DE EMERGÊNCIA/ INTERFONE		

SISTEMA DE DETECÇÃO E ALARME	SISTEMA DE ALARME	AVISADOR SONORO TIPO SIRENE	
		AVISADOR SONORO TIPO ALTO-FALANTE	
		AVISADOR SONORO TIPO GONGO	
		AVISADOR VISUAL	
		AVISADOR SONORO E VISUAL	
		AVISADOR SONORO E VISUAL (COM ALTO-FALANTE)	
		AVISADOR SONORO E VISUAL (COM GONGO)	
	DETECTORES LINEARES	DETECTOR DE CALOR LINEAR	
		DETECTOR DE FUMAÇA LINEAR	
		DETECTOR DE CHAMAS LINEAR	
		DETECTOR DE GÁS LINEAR	
	DETECTORES LINEARES ENTRE FORRO	DETECTOR DE CALOR LINEAR ENTRE FORRO	
		DETECTOR DE FUMAÇA LINEAR ENTRE FORRO	
		DETECTOR DE CHAMAS LINEAR ENTRE FORRO	
		DETECTOR DE GÁS LINEAR ENTRE FORRO	
	DETECTORES LINEARES ENTRE PISO	DETECTOR DE CALOR LINEAR ENTRE PISO	
		DETECTOR DE FUMAÇA LINEAR ENTRE PISO	
		DETECTOR DE CHAMAS LINEAR ENTRE PISO	
		DETECTOR DE GÁS LINEAR ENTRE PISO	
	DETECTORES LINEARES EM ARMÁRIOS	DETECTOR DE CALOR LINEAR EM ARMÁRIO	
		DETECTOR DE FUMAÇA LINEAR EM ARMÁRIO	
		DETECTOR DE CHAMAS LINEAR EM ARMÁRIO	
		DETECTOR DE GÁS LINEAR EM ARMÁRIO	
	DETECTORES PONTUAIS	DETECTOR DE CALOR PONTUAL	
		DETECTOR DE FUMAÇA PONTUAL	
		DETECTOR DE CHAMAS PONTUAL	
		DETECTOR DE GÁS PONTUAL	

SISTEMA DE DETECÇÃO E ALARME	DETECTORES PONTUAIS ENTRE FORRO	DETECTOR DE CALOR PONTUAL ENTRE FORRO	
		DETECTOR DE FUMAÇA PONTUAL ENTRE FORRO	
		DETECTOR DE CHAMAS PONTUAL ENTRE FORRO	
		DETECTOR DE GÁS PONTUAL ENTRE FORRO	
	DETECTORES PONTUAIS ENTRE PISO	DETECTOR DE CALOR PONTUAL ENTRE PISO	
		DETECTOR DE FUMAÇA PONTUAL ENTRE PISO	
		DETECTOR DE CHAMAS PONTUAL ENTRE PISO	
		DETECTOR DE GÁS PONTUAL ENTRE PISO	
	DETECTORES PONTUAIS EM ARMÁRIO	DETECTOR DE CALOR PONTUAL EM ARMÁRIO	
		DETECTOR DE FUMAÇA PONTUAL EM ARMÁRIO	
		DETECTOR DE CHAMAS PONTUAL EM ARMÁRIO	
		DETECTOR DE GÁS PONTUAL EM ARMÁRIO	
	DETECTORES LINEARES COM PROTEÇÃO	DETECTOR DE CALOR LINEAR COM PROTEÇÃO CONTRA INTEMPÉRIES	
		DETECTOR DE FUMAÇA LINEAR COM PROTEÇÃO CONTRA INTEMPÉRIES	
		DETECTOR DE CHAMAS LINEAR COM PROTEÇÃO CONTRA INTEMPÉRIES	
		DETECTOR DE GÁS LINEAR COM PROTEÇÃO CONTRA INTEMPÉRIES	
	DETECTORES PONTUAIS COM PROTEÇÃO	DETECTOR DE CALOR PONTUAL COM PROTEÇÃO CONTRA INTEMPÉRIES	
		DETECTOR DE FUMAÇA PONTUAL COM PROTEÇÃO CONTRA INTEMPÉRIES	
		DETECTOR DE CHAMAS PONTUAL COM PROTEÇÃO CONTRA INTEMPÉRIES	
		DETECTOR DE GÁS PONTUAL COM PROTEÇÃO CONTRA INTEMPÉRIES	
	COMPLEMENTOS	ACIONADOR MANUAL DO SISTEMA DE DETECÇÃO E ALARME	
		CENTRAL DE DETECÇÃO E ALARME	
		BATERIAS DO SISTEMA DE DETECÇÃO E ALARME	
		PAINEL REPETIDOR DO SISTEMA	
		TELEFONE DE EMERGÊNCIA/ INTERFONE	

**ANEXO B – *Corpus* utilizado - CBMMG**



NOTA:  
 1 - O PROJETO DEVE SER EXECUTADO DE ACORDO COM O REGULAMENTO DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCENDIO DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO, LEI Nº 12.347 DE 2008, E O REGULAMENTO DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCENDIO DO ESTADO DE SÃO PAULO, LEI Nº 12.347 DE 2008.  
 2 - O PROJETO DEVE SER EXECUTADO DE ACORDO COM O REGULAMENTO DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCENDIO DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO, LEI Nº 12.347 DE 2008, E O REGULAMENTO DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCENDIO DO ESTADO DE SÃO PAULO, LEI Nº 12.347 DE 2008.

**LEGENDA GERAL**

	Extintor de incêndio
	Sinalizador de incêndio
	Sinalizador de incêndio com som
	Sinalizador de incêndio com som e evacuação
	Sinalizador de incêndio com som e evacuação de pessoas com deficiência
	Sinalizador de incêndio com som e evacuação de pessoas com deficiência e idosos
	Sinalizador de incêndio com som e evacuação de pessoas com deficiência, idosos e crianças
	Sinalizador de incêndio com som e evacuação de pessoas com deficiência, idosos, crianças e gestantes

**PLANTA 1º PAVIMENTO**  
 1/50  
 1/50

NOTA: AS ESCALAS DE LULA, DO CALÇADO DE PAVIMENTO DO LULA.

**PLANTA 2º PAVIMENTO**  
 1/50  
 1/50

NOTA: AS ESCALAS DE LULA, DO CALÇADO DE PAVIMENTO DO LULA.

**PROJETO DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCENDIO**

PROJETO: \_\_\_\_\_

AUTOR: \_\_\_\_\_

DATA: \_\_\_\_\_

ESCALA: \_\_\_\_\_

FOLHA: \_\_\_\_\_

TOTAL: \_\_\_\_\_

TITULO: \_\_\_\_\_

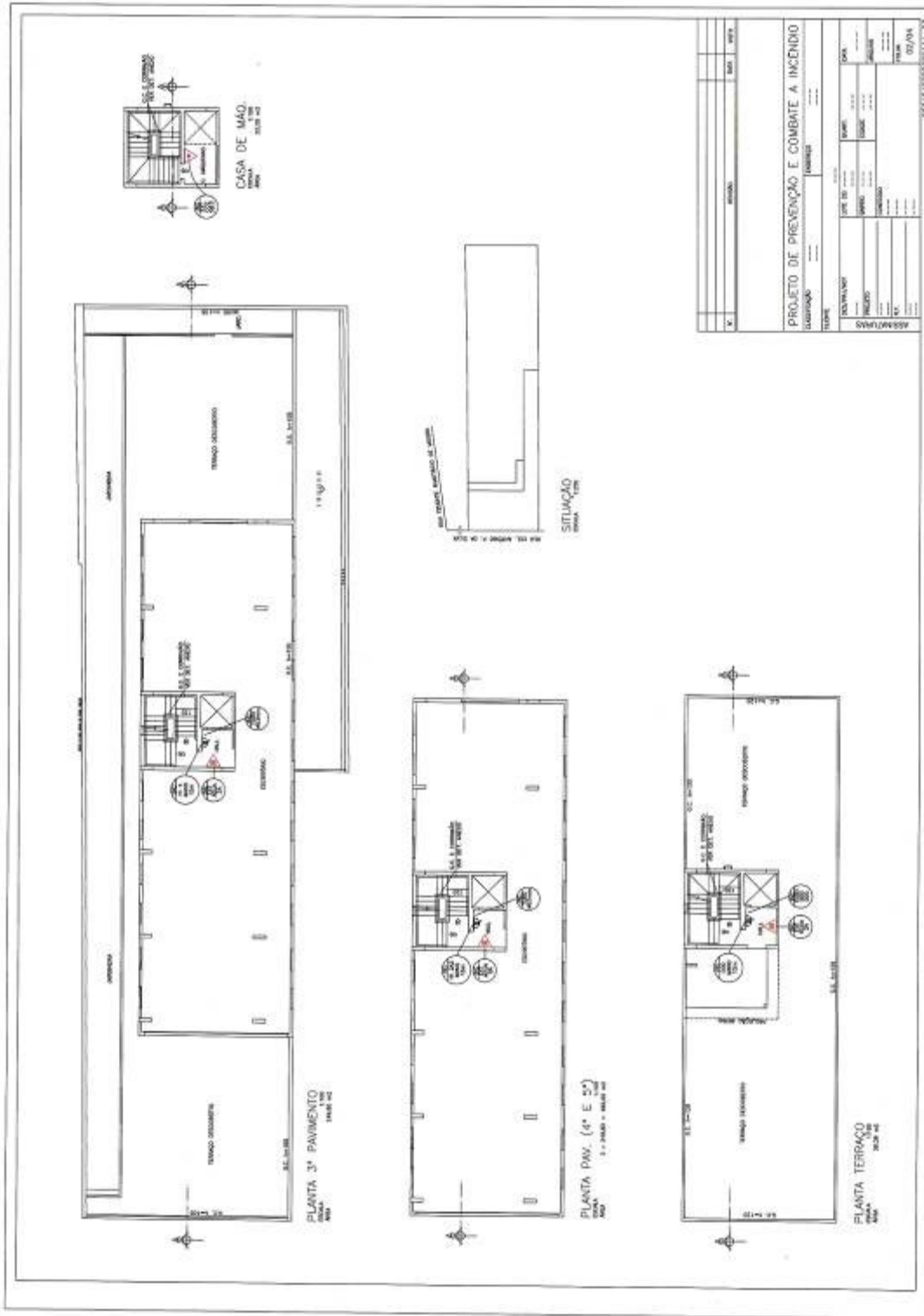
AUTOR: \_\_\_\_\_

DATA: \_\_\_\_\_

ESCALA: \_\_\_\_\_

FOLHA: \_\_\_\_\_

TOTAL: \_\_\_\_\_

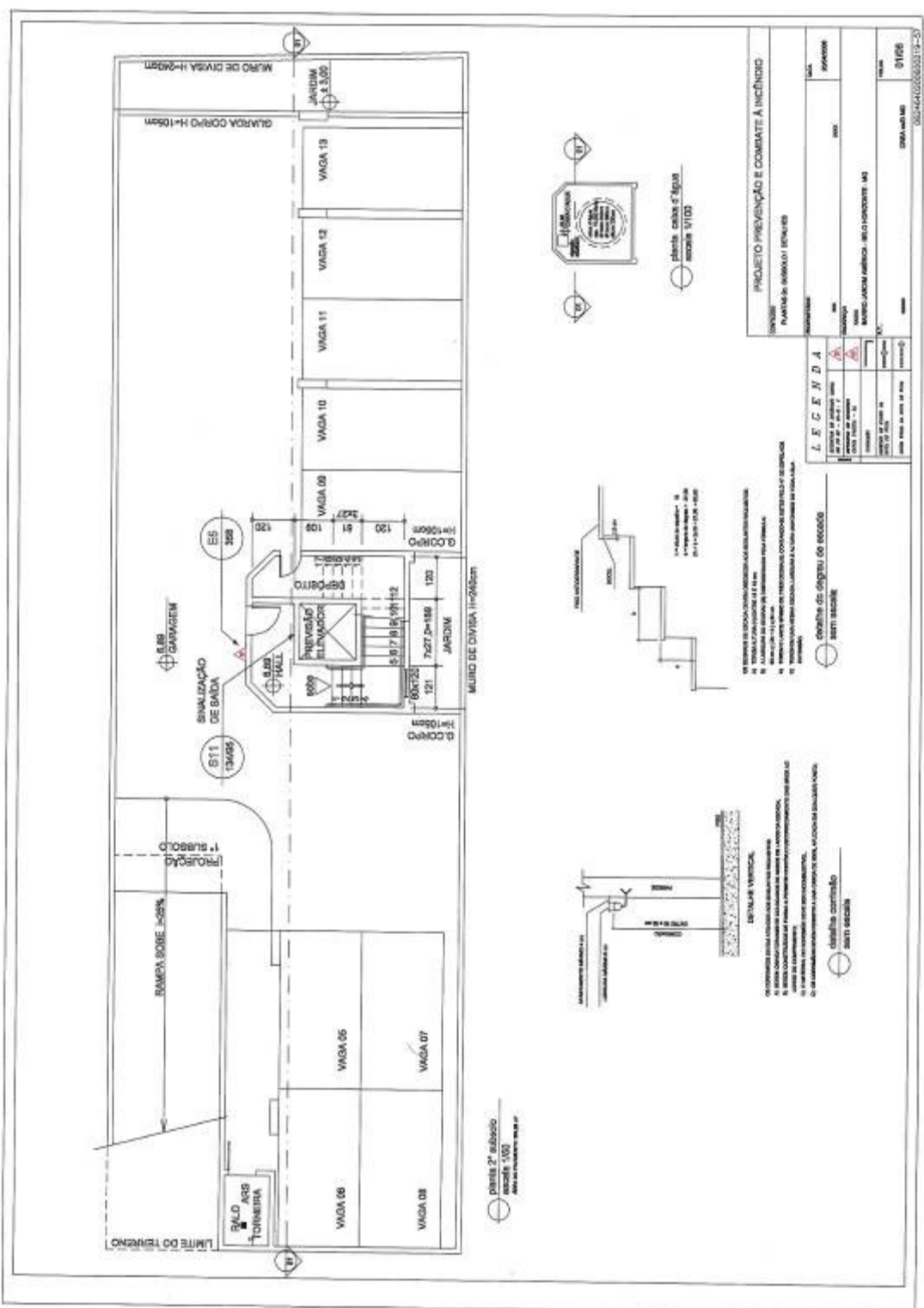


PROJETO DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCENDIO			
Localização	Proprietário	Escala	
---	---	---	---
ASSISTENTE			
Nome	Prof.º	Ass.º	Data
---	---	---	---
Nome	Prof.º	Ass.º	Data
---	---	---	---
Nome	Prof.º	Ass.º	Data
---	---	---	---
Nome	Prof.º	Ass.º	Data
---	---	---	---
Nome	Prof.º	Ass.º	Data
---	---	---	---









**PROJETO PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO**

PROJETO: 2000/000000  
PARANÁ: ARANHOI PEREIRA  
EMPRESA: ARANHOI PEREIRA  
RUA: 01108  
Cidade: Curitiba, PR

**L E G E N D A**

1	ESCALA DE 1/100
2	ESCALA DE 1/50
3	ESCALA DE 1/20
4	ESCALA DE 1/10
5	ESCALA DE 1/5
6	ESCALA DE 1/2
7	ESCALA DE 1/1
8	ESCALA DE 1/0,5
9	ESCALA DE 1/0,2
10	ESCALA DE 1/0,1

1. DETALHE DO SIGILO DE ESCADA

2. DETALHE VERTICAL

3. DETALHE ESTRUTURA

4. DETALHE ESTRUTURA

5. DETALHE ESTRUTURA

6. DETALHE ESTRUTURA

7. DETALHE ESTRUTURA

8. DETALHE ESTRUTURA

9. DETALHE ESTRUTURA

10. DETALHE ESTRUTURA

1. DETALHE DO SIGILO DE ESCADA

2. DETALHE VERTICAL

3. DETALHE ESTRUTURA

4. DETALHE ESTRUTURA

5. DETALHE ESTRUTURA

6. DETALHE ESTRUTURA

7. DETALHE ESTRUTURA

8. DETALHE ESTRUTURA

9. DETALHE ESTRUTURA

10. DETALHE ESTRUTURA

1. DETALHE DO SIGILO DE ESCADA

2. DETALHE VERTICAL

3. DETALHE ESTRUTURA

4. DETALHE ESTRUTURA

5. DETALHE ESTRUTURA

6. DETALHE ESTRUTURA

7. DETALHE ESTRUTURA

8. DETALHE ESTRUTURA

9. DETALHE ESTRUTURA

10. DETALHE ESTRUTURA

1. DETALHE DO SIGILO DE ESCADA

2. DETALHE VERTICAL

3. DETALHE ESTRUTURA

4. DETALHE ESTRUTURA

5. DETALHE ESTRUTURA

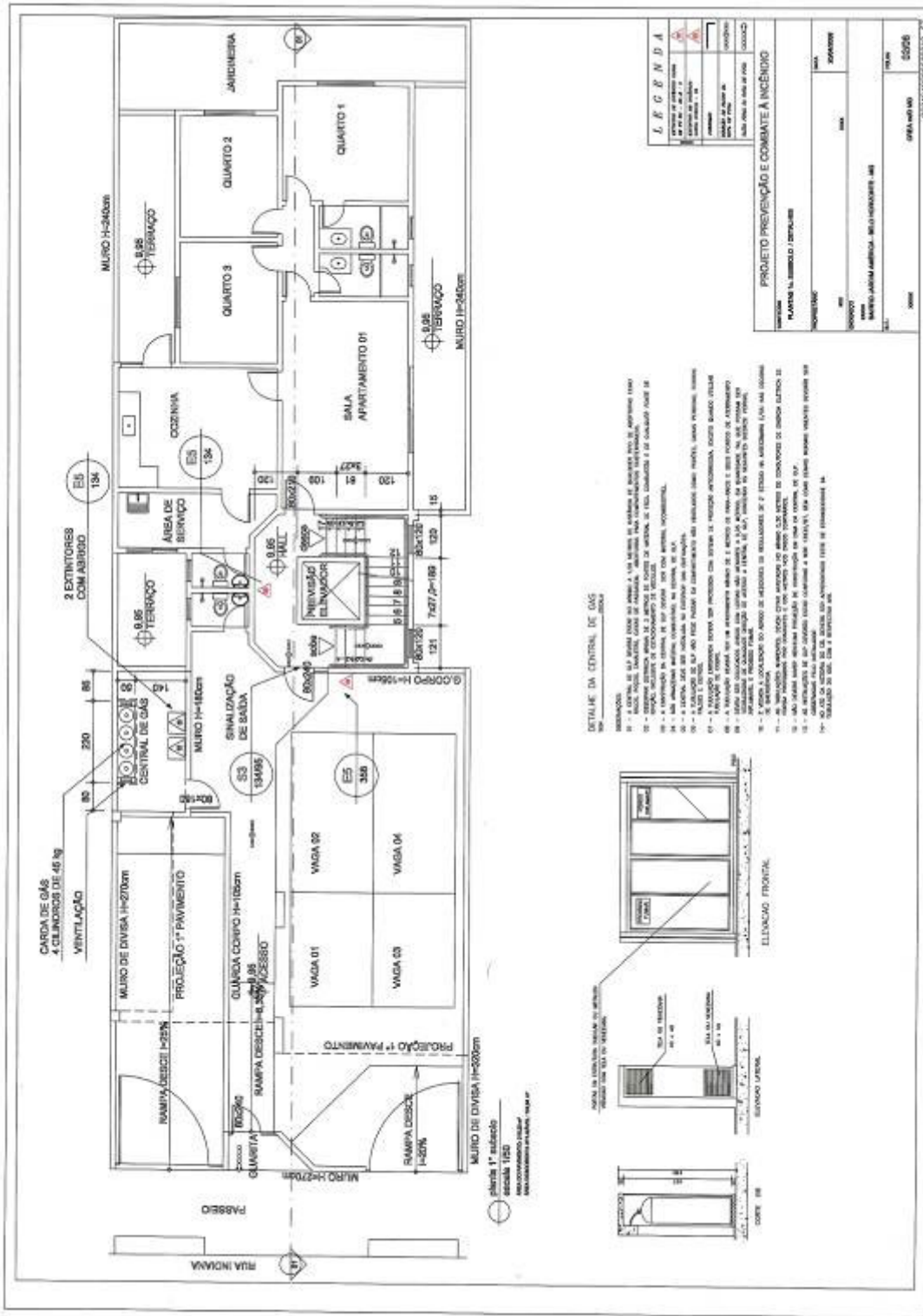
6. DETALHE ESTRUTURA

7. DETALHE ESTRUTURA

8. DETALHE ESTRUTURA

9. DETALHE ESTRUTURA

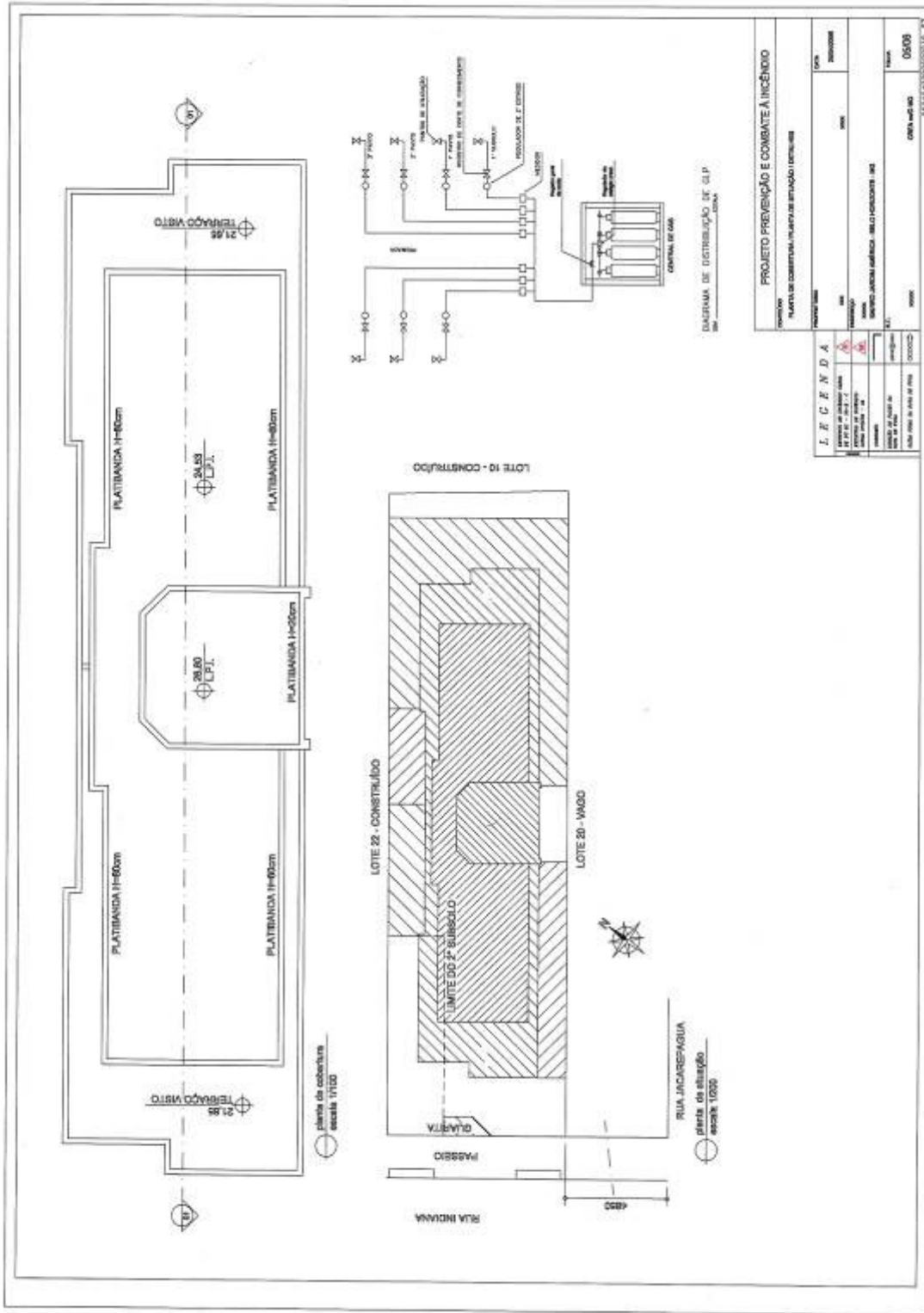
10. DETALHE ESTRUTURA











**PROJETO PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO**

PROJETO DE COMBATE A INCÊNDIO E PREVENÇÃO

PROJETO	PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO
CLIENTE	CONDOMÍNIO RESIDENCIAL
PROJETA	PROF. CARLOS ALBERTO DE MOURA
PROJETO Nº	05/08
PROJETO Nº	05/08

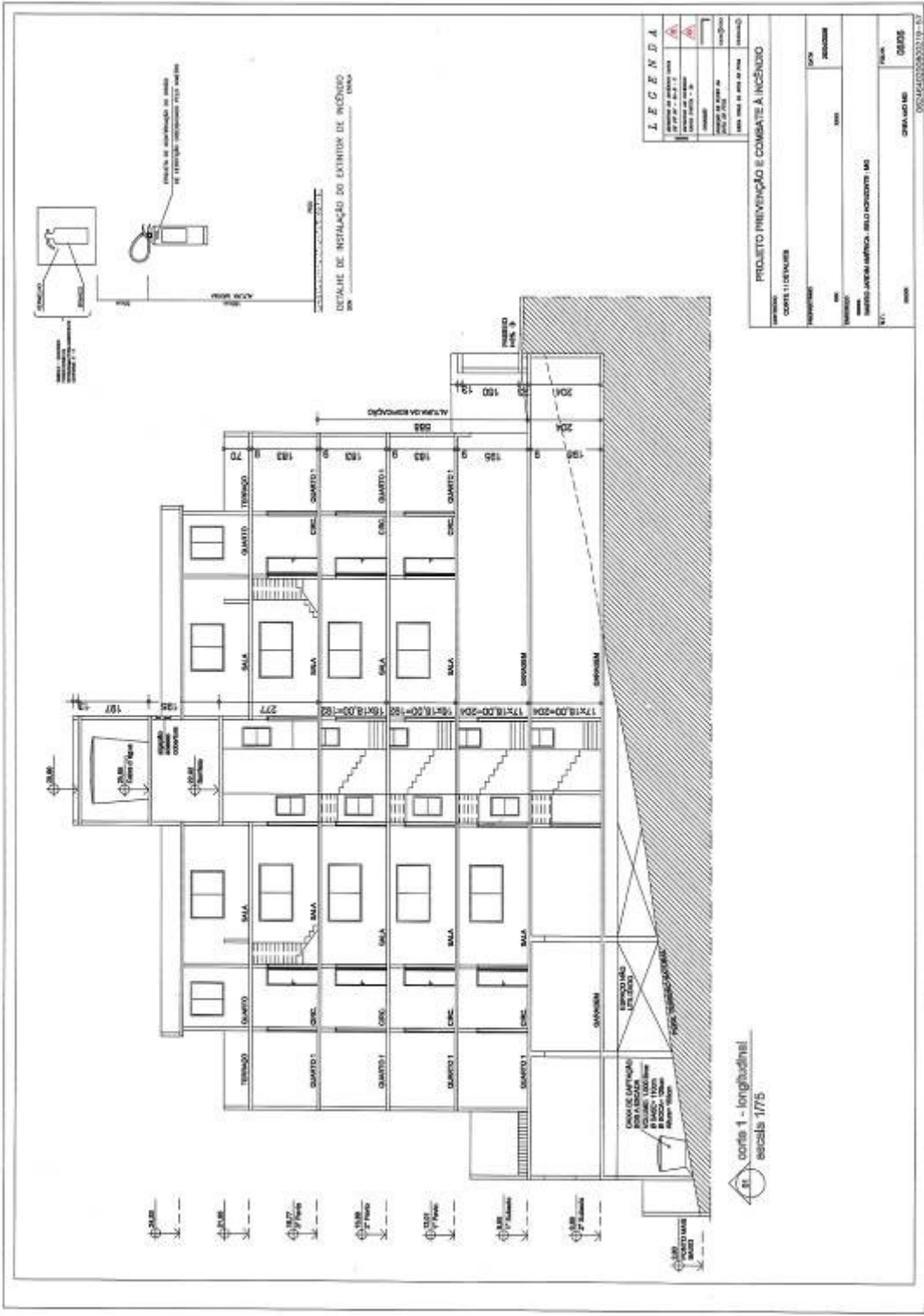
**L E G E N D A**

PROJETO DE COMBATE A INCÊNDIO	PROJETO DE COMBATE A INCÊNDIO
PROJETO DE PREVENÇÃO	PROJETO DE PREVENÇÃO
PROJETO DE SINALIZAÇÃO	PROJETO DE SINALIZAÇÃO
PROJETO DE SINALIZAÇÃO	PROJETO DE SINALIZAÇÃO
PROJETO DE SINALIZAÇÃO	PROJETO DE SINALIZAÇÃO
PROJETO DE SINALIZAÇÃO	PROJETO DE SINALIZAÇÃO

planta de cobertura escala 1/1000

planta de alvenaria escala 1/200

planta de alvenaria escala 1/200



**LEGENDA**

- ▴ PUNTO DE ANCORAGEM DO CABO DE TENSÃO PROPRIETÁRIO PARA MANEIO
- ▴ ALICATA
- ▴ CABO
- ▴ CORREIA
- ▴ EXTINTOR
- ▴ ABRIGO
- ▴ PUNTO DE ANCORAGEM DO CABO DE TENSÃO PROPRIETÁRIO PARA MANEIO

**PROJETO PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO**

TITULO: CORTE 11/INCENDES

PROFESSOR: \_\_\_\_\_

DATA: \_\_\_\_\_

UNIVERSIDADE: \_\_\_\_\_

CURSOS: ARQUITECTURA E DESIGN DE INTERIORES

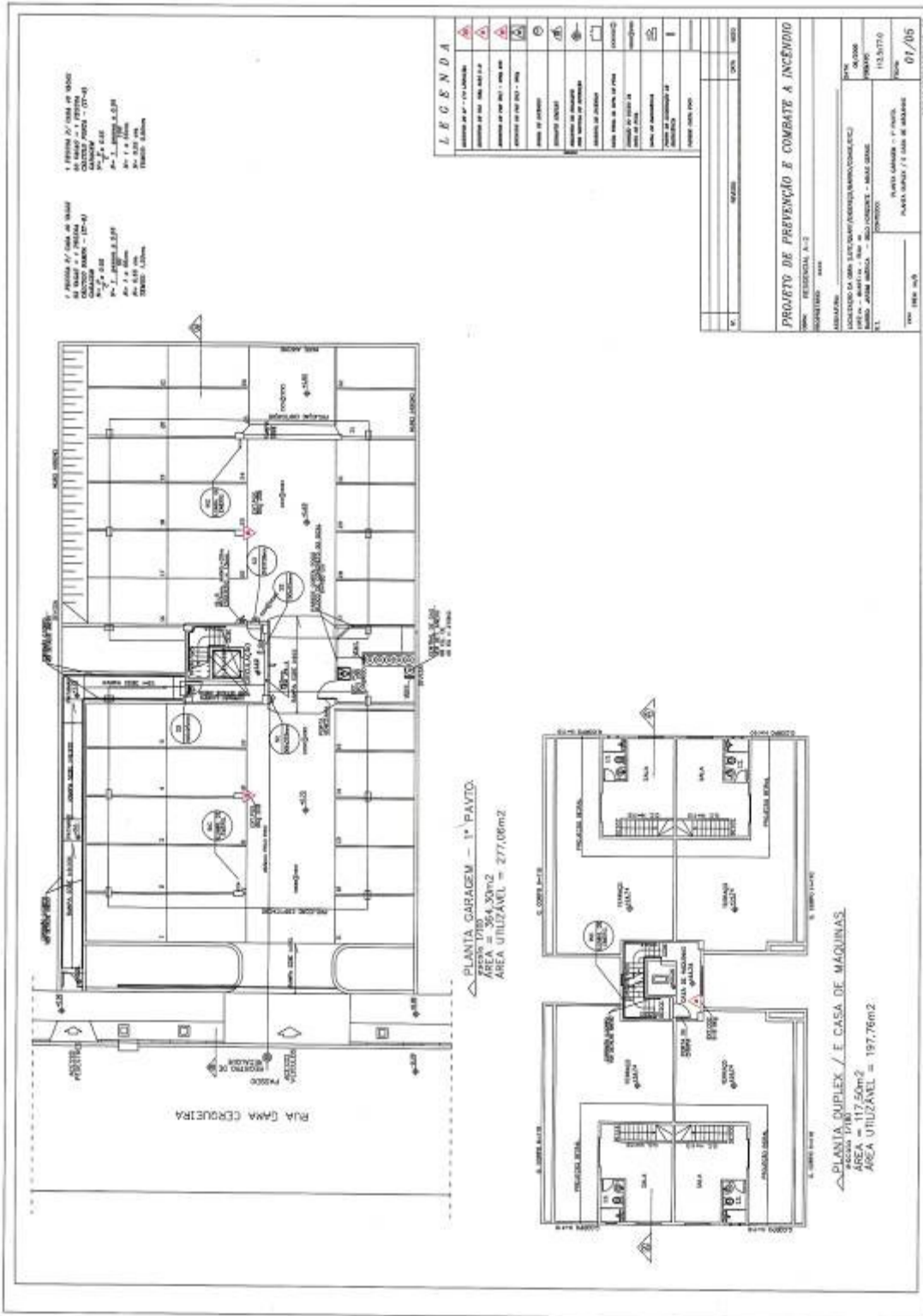
PROFESSOR: \_\_\_\_\_

ALUNO: \_\_\_\_\_

ORIENTADOR: \_\_\_\_\_

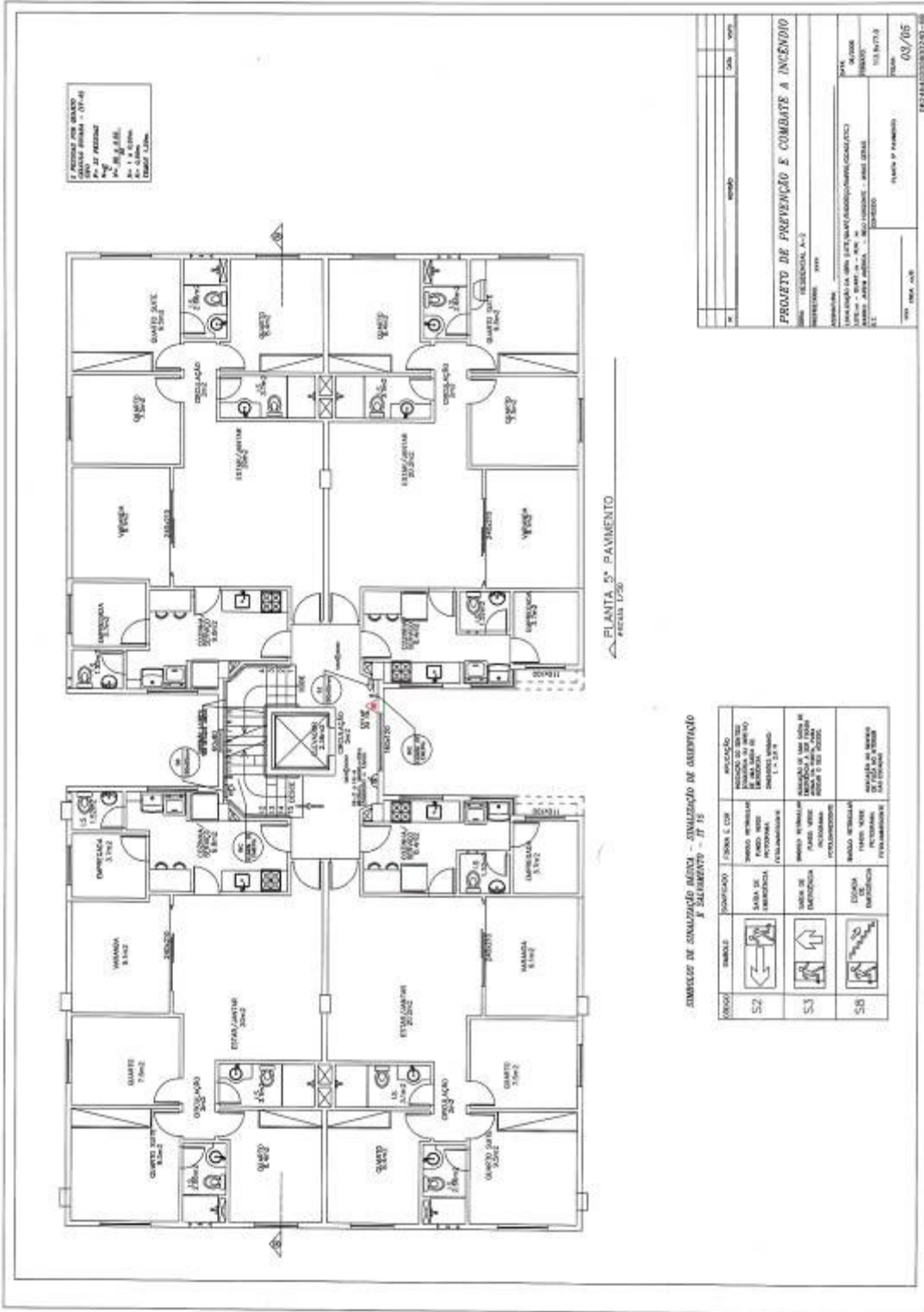
PROFESSOR: \_\_\_\_\_

corixa 1 - longitudinal  
escala 1/75







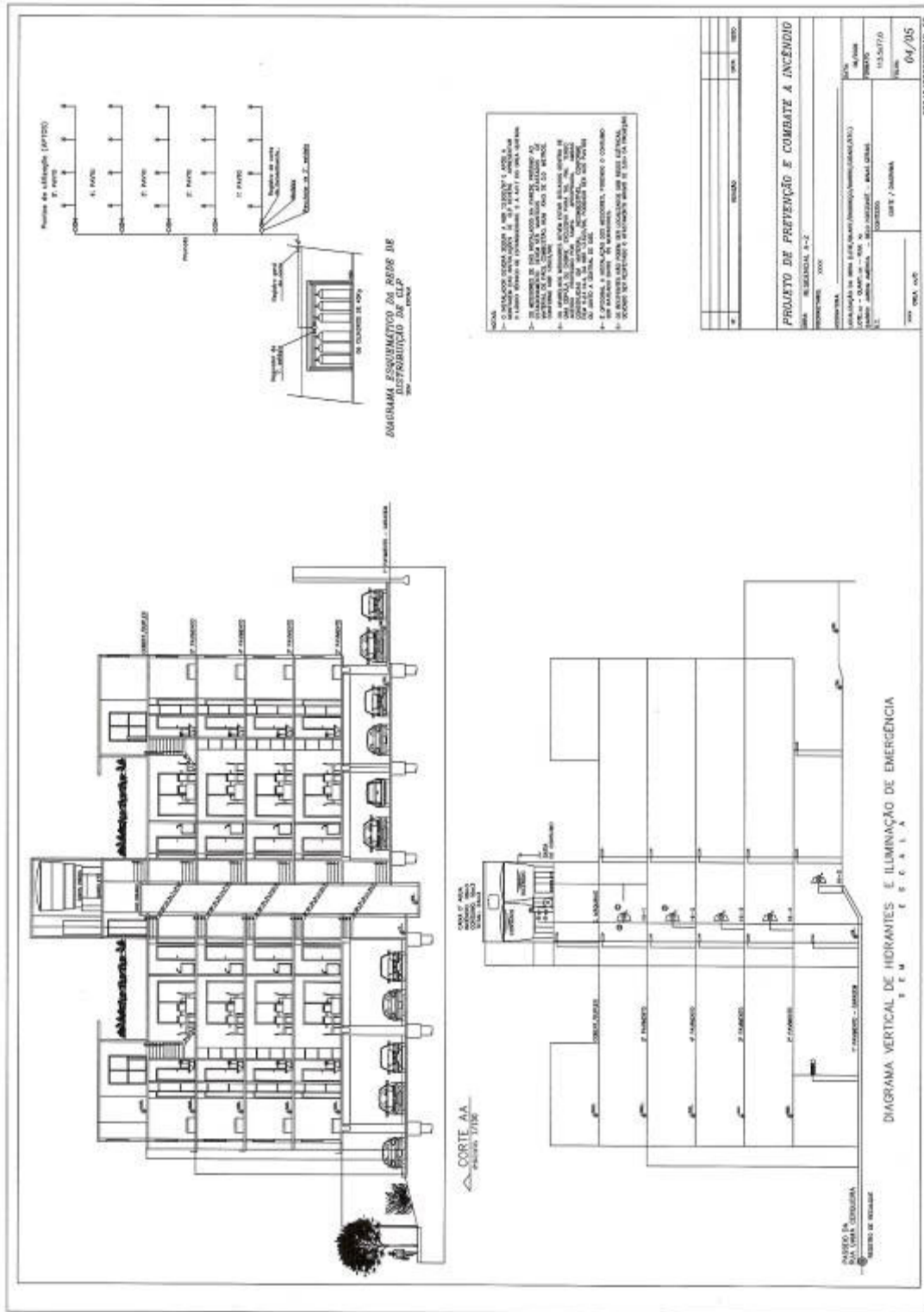


UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
 INSTITUTO DE ARQUITETURA E URBANISMO  
 PROJETO DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO  
 VIVIANE  
 11.01.0000  
 11.01.0000  
 11.01.0000

PLANTA 5º PAVIMENTO  
 FICHA 1-26

LEGENDA DE SIMBOLOS PARA - SIMULACAO DE EVACUACAO E DETECÇÃO DE INCÊNDIO - II -

SÍMBOLO	DESCRIÇÃO	LOCALIZAÇÃO	QUANTIDADE	COMANDO	INDICAÇÃO
S2	EXTINTOR	QUARTO 5.012	1	EXTINTOR	EXTINTOR
S3	EXTINTOR	QUARTO 5.012	1	EXTINTOR	EXTINTOR
S4	EXTINTOR	QUARTO 5.012	1	EXTINTOR	EXTINTOR



Conteúdo do DVD:

**APÊNDICE A – Símbolos gráficos – Fase 1 (total impresso e DVD)**

**APÊNDICE B – *Corpus* utilizado – Fase 1 (total impresso e DVD)**

**APÊNDICE C – *Corpus* utilizado – Fase 2 (total impresso e DVD)**

**APÊNDICE D – Relatórios – CBMMG (parcial impresso e total DVD)**

**APÊNDICE E – Resultados encontrados - CBMMG (parcial impresso e total DVD)**

**APÊNDICE F – Glossário (total impresso e DVD)**

**ANEXO A – Tabela de símbolos gráficos – CBMMG (total impresso e DVD)**

**ANEXO B – *Corpus* utilizado – CBMMG (parcial impresso e total DVD)**

Baracho, Renata Maria Abrantes.

B223s Sistema de recuperação de informação visual em desenhos técnicos de engenharia e arquitetura [manuscrito] : modelo conceitual, esquema de classificação e protótipo / Renata Maria Abrantes Baracho Porto. – 2007.  
273 f. : il. + 1 DVD

Orientadora: Beatriz Valadares Cendón.

Co-orientadora: Lídia Alvarenga

Anexos: f.253-272.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Ciência da Informação.

Referências: f. 207-217.

Apêndices: f. 218-252.

1. Sistemas de recuperação da informação – Teses 2. Desenho técnico – Indexação – Teses 3. Processamento de imagens – Teses 4. Recuperação de imagens – Teses 5 Computação gráfica – Teses I. Título II. Cendón, Beatriz Valadares III. Alvarenga, Lídia. IV. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Ciência da Informação.

CDU: 025.4.03:744