

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

Preservação de Documentos Digitais:
Confiabilidade de Mídias CD-ROM e CD-R

Autor: Humberto Celeste Innarelli (RA – 018272)
Orientador: Professor Dr. Paulo Sollero

51/2006

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA
DEPARTAMENTO DE MECÂNICA COMPUTACIONAL

Preservação de Documentos Digitais:
Confiabilidade de Mídias CD-ROM e CD-R

Autor: Humberto Celeste Innarelli (RA – 018272)
Orientador: Professor Dr. Paulo Sollero

Curso: Engenharia Mecânica
Área de Concentração: Mecânica Computacional

Dissertação de mestrado acadêmico apresentada à comissão de Pós Graduação da Faculdade de Engenharia Mecânica, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Mecânica.

Campinas, 2006
S.P. – Brasil

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA
DEPARTAMENTO DE MECÂNICA COMPUTACIONAL
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO ACADÊMICO

Preservação de Documentos Digitais: Confiabilidade de Mídias CD-ROM e CD-R

Autor: Humberto Celeste Innarelli (RA – 018272)
Orientador: Professor Dr. Paulo Sollero

A Banca Examinadora composta pelos membros abaixo aprovou esta Dissertação:

Prof. Dr. Paulo Sollero, Presidente
UNICAMP/FEM/DMC

Profa. Dra. Heloisa Liberalli Bellotto
USP/FFLCH

Profa. Dra. Katia Lucchesi Cavalca Dedini
UNICAMP/FEM/DPM

Campinas, 26 de maio de 2006

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE - UNICAMP

In6p	<p>Innarelli, Humberto Celeste Preservação de documentos digitais: confiabilidade de mídias CD-ROM e CD-R / Humberto Celeste Innarelli. --Campinas, SP: [s.n.], 2006.</p> <p>Orientador: Paulo Sollero. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica.</p> <p>1. Confiabilidade (Engenharia). 2. Mídia digital. 3. Dispositivo de armazenamento ótico. 4. CD-ROM. 5. Conservação e restauração. I. Sollero, Paulo. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Mecânica. III. Título.</p>
------	---

Titulo em Inglês: Digital document preservation: reliability of medias CD-ROM and CD-R

Palavras-chave em Inglês: Reliability of CD-ROM, Reliability of CD-R, Reliability of medias, Digital document, Digital document preservation

Área de concentração: Mecânica dos sólidos e projeto mecânico

Titulação: Mestre em Engenharia Mecânica

Banca examinadora: Heloisa Liberalli Bellotto e Katia Lucchesi Cavalca Dedini

Data da defesa: 26/05/2006

Dedicatória

Dedico este trabalho à minha amada esposa Regina Vendramel Cardozo Innarelli, a minha família, ao meu orientador Paulo Sollero, a Rosely Curi Rondinelli e a Deus.

Agradecimento

Este trabalho não poderia ser terminado sem a ativa colaboração de algumas pessoas, as quais homenageio:

A minha mulher, a qual me suportou nestes dias tão difíceis;

A minha família, a qual sem eles dificilmente conseguiria chegar até aqui;

Ao meu irmão Luís Paulo, o qual sempre trocou idéias comigo;

Ao meu orientador Prof. Dr. Paulo Sollero, o qual sempre me incentivou e me deu força para continuar;

A Dra. Zilda de Castro Silveira, por ter me ajudado com os modelos de confiabilidade;

A Profa. Dra. Célia Marina de A. Freire e a Profa. Dra. Cecília A. C. Zavaglia, por terem de auxiliado na observação dos materiais por microscópio;

A Neire do Rossio Martins, a qual sempre me orientou nos momentos difíceis;

Ao SIARQ por ter me dado a oportunidade de realização deste trabalho;

A comunidade arquivística, a qual sempre acreditou neste trabalho e;

A DEUS e a todas as forças que me apoiaram nos momentos difíceis.

“Temos muito mais a discutir sobre documento digital antes de chegarmos a qualquer fórmula ou resultado, porém, é assustador imaginar que enquanto discutimos, muitos documentos foram e estão sendo perdidos” Innarelli (2003)

Resumo

INNARELLI, Humberto Celeste, *Preservação de Documentos Digitais: Confiabilidade de Mídias CD-ROM e CD-R*, Universidade Estadual de Campinas, 2006, 169 p. Dissertação.

Este trabalho tem como foco principal a preservação de documentos digitais no âmbito das mídias de CD-ROM e CD-R. Inicialmente, consiste na revisão da literatura de pesquisas e projetos desenvolvidos na área, na análise das mídias de CD-ROM e CD-R em relação a sua estrutura física e lógica, no estudo das variáveis que causam sua degradação, determinando uma relação causa versus efeito e no desenvolvimento de um software de verificação da confiabilidade das mídias, que conta com um modelo de confiabilidade desenvolvido com base na teoria da confiabilidade de sistemas e nos estudos existentes na área. Este software tem funcionalidades de identificação, armazenamento dos dados de mídia e módulos de análise de confiabilidade. Também é abordado neste trabalho uma análise experimental, a qual conta com metodologias de observação visual, observação por microscópio óptico e aplicação do software de verificação da confiabilidade, esta análise serve de base para a compreensão das variáveis relacionadas a confiabilidade e durabilidade das mídias, assim como, na fundamentação de propostas de preservação de documentos digitais. No final do projeto é possível mostrar resultados e discutí-los, propor políticas para a preservação de documentos digitais em mídias de CD-ROM e CD-R e demonstrar conclusões e sugestões para próximos trabalhos.

Palavras Chave

Confiabilidade de CD-ROM, Confiabilidade de CD-R, Confiabilidade de mídias, Documento digital, Preservação de documento digital.

Abstract

INNARELLI, Humberto Celeste, *Digital Document Preservation: Reliability of Medias CD-ROM and CD-R*, University of Campinas, 2006, 169 p. Dissertation.

The main object of this project is the digital documents preservation in the medias of CD-ROM and CD-R. Initially, this project shows literature review of the studies and projects developed in this area, analyzing the medias of CD-ROM and CD-R in relation of physical and logic structure, showing the studies of the variables who degraded these medias. These studies are the bases of cause versus effect and the parameters to development of a software that can determinate a reliability of medias, that has reliability model developed based in system reliability theory and on the studies in this area. This software has functions of identify medias, data storage and module of reliability analysis. Besides, it does also object of this project an experimental analyses, which counts with visual observation methodology, optical observation and application of the software. This analysis is the base to understand the variables related to the reliability and durability of the medias, as well as, the fundament to propose digital documents preservation. At the end of the project is possible to show results, proposes digital documents preservation politics in medias of CD-ROM and CD-R and demonstrate conclusions and suggestions to the next projects.

Key Words

Reliability of CD-ROM, Reliability of CD-R, Reliability of medias, digital document, Digital Document Preservation.

Sumário

Lista de figuras	v
Lista de Tabelas.....	ix
Nomenclatura	xi
Capítulo 1	1
Introdução.....	1
1.1 A preocupação com a preservação digital.....	1
1.2 Tecnologias da informação como geradoras e gerenciadoras de documentação digital.....	3
1.3 Documentos digitais	4
1.4 Memória digital	6
1.5 A perda de dados e documentos em meio digital.....	6
1.6 O CD-ROM e CD-R como objeto de estudo.....	8
Capítulo 2	9
Revisão de Literatura	9
2.1 Grupos de pesquisas que desenvolvem projetos na área.....	9
2.1.1 Estrangeiros.....	9
2.1.2 Nacionais.....	10
2.2 Projetos desenvolvidos na área	11
2.2.1 O estudo realizado pelo National Media Laboratory – NML	11
2.2.2 O estudo realizado pelo National Institute of Standards and Technology – NIST	14
2.2.3 O estudo realizado pelo Council on Library and Information Resources – CLIR em conjunto com o National Institute of Standards and Technology – NIST	15
2.2.4 Outros estudos relativos a mídias de CD-ROM e CD-R.....	16
Capítulo 3	18

As Mídias de CD-ROM e CD-R	18
3.1 Estrutura física das mídias de CD-ROM e CD-R	18
3.1.1 Estrutura física do CD-ROM.....	18
3.1.2 Estrutura física do CD-R	22
3.2 Estrutura lógica	22
3.3 Identificação dos erros lógicos	24
3.3.1 Nero CD-DVD Speed.....	27
3.3.2 KProbe.....	29
Capítulo 4	31
Variáveis que Causam a Degradação e Danos nas Mídias.....	31
4.1 Causa X efeito	32
4.1.1 Fragmentos na mídia	33
4.1.2 Opacidade do policarbonato.....	33
4.1.3 Ranhuras na camada de policarbonato	34
4.1.4 Trincas ou fissuras na camada de policarbonato	34
4.1.5 Problemas na injeção do policarbonato.....	34
4.1.6 Corrosão por influência da temperatura e umidade relativa ao longo do tempo.....	35
4.1.7 Corrosão causada por bolhas de ar entre a camada metálica e a camada de policarbonato..	36
4.1.8 Corrosão causada pela existência de trincas e fissuras da camada de policarbonato ou na camada de laca/verniz	37
4.1.9 Desestruturação da camada de laca/verniz situada entre a estampa e a camada metálica	37
4.1.10 Falha no processo de metalização do policarbonato	37
4.1.11 Danos na camada de laca/verniz	38
4.1.12 Desbalanceamento da mídia.....	38
4.1.13 Leitor com defeito	38
4.1.14 Obsolescência dos leitores de CD	38
Capítulo 5	39
Modelo Matemático Baseado em Confiabilidade para mídias de CD-ROM e CD-R	39
5.1 Fundamentação teórica da confiabilidade de sistemas.....	40
5.1.1 Introdução à confiabilidade.....	40
5.1.2 Conceitos básicos sobre confiabilidade.....	41

5.1.3 Distribuição de Weibull	43
5.1.4 Tempo médio para falha (TMPR)	44
5.1.5 Teoria da probabilidade.....	45
5.1.6 Aspectos combinatórios de confiabilidade de sistemas	48
5.1.7 Árvore de Falhas (FTA – Fail Tree Analysis).....	51
5.2 Descrição das variáveis utilizadas no desenvolvimento do modelo	53
5.3 Fundamentação dos valores aplicados nas tabelas e respectivas tabelas	54
5.3.1 Ambiente de armazenamento	55
5.3.2 Formato da mídia	61
5.3.3 Análise lógica da mídia	68
5.3.4 Análise física da mídia	70
5.3.4 Tempo de gravação	72
5.4 Modelo estatístico do NCD-G e fundamentação.....	76
5.4.1 Correlação entre as variáveis disponíveis	76
5.4.2 Identificação da estrutura dos sistemas	76
5.4.3 Modelo estatístico do P(PD) (Previsão de Danos).....	77
5.4.4 Modelo estatístico do P(DG) (Diagnóstico Geral).....	79
5.4.5 Modelo estatístico do NCD-G (Nível Crítico de Durabilidade Geral).....	80
5.4.6 Aplicação do tempo médio para reparo (TMPR).....	84
Capítulo 6	85
Desenvolvimento do Sistema de Verificação da Confiabilidade	85
6.1 Visão.....	85
6.2 Casos de uso	86
6.3 Ambiente de desenvolvimento e aplicação	88
6.4 Banco de dados.....	89
6.5 Processo de negócio	90
6.6 Estrutura	92
6.7 Diagrama de classes	92
6.7.1 Classe CPrevisaoDanos	95
6.7.2 Classe CDiagnosticoGeral.....	95
6.7.3 Classe CDurabilidadeGeral	96

6.8 Tela principal.....	97
6.9 Sobre as limitações.....	98
Capítulo 7.....	99
Metodologia de Análise de Identificação de Danos.....	99
7.1 Visualização sem a utilização de instrumentos complexos.....	101
7.2 Visualização por varredura óptica digital de transmissão através da mídia.....	103
7.3 Visualização por microscópio eletrônico.....	105
7.4 Metodologia da análise lógica.....	108
7.4.1 Nero CD-DVD Speed.....	108
7.4.2 KProbe.....	111
Capítulo 8.....	113
Resultados e Discussões.....	113
8.1 A confiabilidade em relação ao armazenamento das mídias.....	114
8.1.1 Análise da confiabilidade em relação ao armazenamento de mídias de CD-ROM com a marca e material fixos.....	114
8.1.2 Análise da confiabilidade em relação ao armazenamento de mídias de CD-R com a marca e material fixos.....	117
8.2 A confiabilidade em relação ao material utilizado.....	120
8.2.1 Análise da confiabilidade em relação ao material utilizado de mídias de CD-ROM.....	121
8.2.2 Análise da confiabilidade em relação ao material utilizado de mídias de CD-R.....	122
8.3 A confiabilidade em relação a identificação de problemas físicos.....	125
8.4 A confiabilidade geral das mídias.....	127
8.5 Trabalho experimental para a verificação da confiabilidade de mídias.....	130
Capítulo 9.....	136
Conclusões e Sugestões para Próximos Trabalhos.....	136
9.1 Degradação do CD-ROM e CD-R.....	136
9.2 Degradação do suporte X Gerenciamento do risco.....	137
9.3 Benefícios.....	137
9.4 Próximos trabalhos.....	138
9.5 Reflexões.....	138
Referências Bibliográficas.....	140

Lista de figuras

2.1 - Temperatura a 10°C e umidade relativa do ar a 25% RH - Borgat (1996)	12
2.2 - Temperatura a 25°C e umidade relativa do ar a 50% RH - Borgat (1996)	13
3.1 - Ilustração das camadas CD-ROM	19
3.2 - Foto das camadas CD-ROM	19
3.3 - Injeção da camada de policarbonato - Figura Sonopress	20
3.4 - Ilustração do Alumínio depositado	20
3.5 - Visão do alumínio através da camada de policarbonato	20
3.6 – Laca concentrada	21
3.7 - Laca distribuída	21
3.8 - Exemplo de estampa I	21
3.9 - Exemplo de estampa II	21
3.10 - Ilustração das camadas do CD-R – Innarelli e Sollero (2003)	22
3.11 - Camadas e espessuras do CD-ROM	23
3.12 - Pit's e Land's e suas dimensões	23
3.13 - Distância entre trilhas	24
3.14 – Largura dos pit's	24
3.15 - Visão geral da funcionalidade "Disc Quality" do software Nero CD-DVD Speed	28
3.16 - Visão geral da funcionalidade de identificação do BLER no software KProbe	29
4.1 - Fragmentos depositados no policarbonato durante o processo de fabricação	33
4.2 - Imagem do fragmento	33
4.3 - Imagem microscópica do fragmento	33
4.4 - Ranhuras na camada de policarbonato	34
4.5 - Ranhuras na camada de policarbonato	34

4.6 - Imagem microscópica da falha de injeção da camada de policarbonato	35
4.7 - Microperfurações em CD-ROM	35
4.8 - Microperfurações em CD-R	35
4.9 - Ilustração de bolhas entre a camada metálica e plástica	36
4.10 - Bolhas de ar entre a camada metálica e a camada de policarbonato	36
4.11 - Bolhas de ar entre a camada metálica e a camada de policarbonato	36
4.12 - Falha no processo de metalização	37
4.13 - Imagem microscópica da falha do processo de metalização	37
5.1 - Conjunto AB	47
5.2 - Sistema em série	49
5.3 - Sistema em paralelo	50
5.4 - Sistema misto	51
5.5 - Árvore de falhas - exemplo	52
5.6 - Gráfico com a exponencial em relação a Umidade Relativa do Ar e a Temperatura	57
5.7 - Gráfico do CENADEM relativo aos dados de durabilidade em relação a Umidade Relativa do Ar e a Temperatura	58
5.8 - Gráfico referente a regressão linear em relação a Temperatura	59
5.9 - Gráfico referente a regressão linear em relação a Umidade Relativa do Ar	60
5.10 - Gráfico apresentado por Slattery (2004) em decorrência do estudo feito pelo NIST	62
5.11 - Gráfico com a tendência central em relação a camada metálica tendo como base o estudo feito pelo NIST	63
5.12 - Gráfico com a tendência central em relação a camada metálica tendo como base o estudo feito pelo NIST	63
5.13 - Tendência central em relação a ação da alta Temperatura e Umidade Relativa do Ar na camada metálica com aplicação da regressão linear	66
5.14 - Tendência central em relação a ação da alta Temperatura e Umidade Relativa do Ar na camada de tinta com aplicação da regressão linear	67
5.15 - Gráfico com a exponencial em relação a Umidade Relativa do Ar e a Temperatura	74
5.17 - Sistema de confiabilidade do CD-ROM	77
5.18 - Sistema de confiabilidade CD-R	77
5.19 - Árvore de falhas da previsão de danos	78

5.20 - Árvore de falhas do diagnóstico geral	79
5.21 - Árvore de falhas P(NCD-G)	80
5.22 - Ação do tempo do modelo aplicado em relação as mídias Analisadas pelo NIST	81
5.23 - Gráfico apresentado por Slattery (2004) em decorrência do estudo feito pelo NIST	82
5.24 - Modelo aplicado em relação ao tempo com Temperatura, Umidade Relativa e sem Danos Físicos e Lógicos	83
5.25 - Modelo aplicado em relação ao tempo com Temperatura, Umidade Relativa e sem Danos Físicos e Lógicos	83
6.1 - Estrutura das Camadas do Sistema	86
6.2 - Diagrama de Casos de Uso	87
6.3 - Representação do banco de dados	90
6.4 – Processo de Negócio: Fazer Análise de Confiabilidade	91
6.5 - Estrutura do SAConf_CD	92
6.6 - Diagrama de Classes	94
6.7 - Classe CPrevisaoDanos	95
6.8 - Classe CDiagnosticoGeral	96
6.9 - Classe CDurabilidadeGeral	97
6.10 - Visão da tela principal do sistema	97
7.1 - Ranhuras na camada de policarbonato	101
7.2 - Fragmentos entre as camadas	101
7.3 - Falha na metalização	102
7.4 - Manchas entre as camadas	102
7.5 – Ilustração da metodologia de observação das microperfurações contra a luz	103
7.6 – Imagem da microperfuração	103
7.7 - Ilustração do procedimento de observação das microperfurações por varredura óptica digital de transmissão através da mídia	105
7.8 - Imagem de microperfurações obtida através do procedimento por varredura óptica digital de transmissão através da mídia	105
7.9 – Ilustração do procedimento de observação das microperfurações por microscópio eletrônico	106

7.10 - Imagem de microperfuração obtida através do procedimento por microscópio eletrônico	106
7.11 - Imagem de fragmento obtida através do procedimento por microscópio eletrônico	107
7.12 - Imagem de falha na injeção do policarbonato obtida através do procedimento por microscópio eletrônico	107
7.13 - Imagem de falha na metalização obtida através do procedimento por microscópio eletrônico	107
7.14 - Imagem de deformação entre camadas internas obtida através do procedimento por microscópio eletrônico	107
7.15 - Visão geral da funcionalidade "Disc Quality" do software Nero CD-DVD Speed	110
7.16 - Visão geral da funcionalidade de identificação do BLER no software KProbe	112
8.1 - Tempo X Confiabilidade - Temperatura 10°C e Umidade 25%	115
8.2 - Tempo X Confiabilidade - Temperatura 25°C e Umidade 60%	116
8.3 - Tempo X Confiabilidade - Temperatura 18°C e Umidade 40%	117
8.4 - Tempo X Confiabilidade - Temperatura 10°C e Umidade 25%	118
8.5 - Tempo X Confiabilidade - Temperatura 25°C e Umidade 60%	119
8.6 - Tempo X Confiabilidade - Temperatura 18°C e Umidade 40%	120
8.7 - Material X Confiabilidade – CD-ROM - Temperatura 18°C e Umidade 40%	122
8.8 - Material X Confiabilidade - CD-R – Metálica -Temperatura 18°C e Umidade 40%	123
8.9 - Material X Confiabilidade - CD-R – Tintura - Temperatura 18°C e Umidade 40%	124
8.10 - Material X Confiabilidade - CD-R - Temperatura 18°C e Umidade 40%	125
8.11 - Confiabilidade geral das mídias - Temperatura 30°C e Umidade 60%	128
8.12 - Confiabilidade geral das mídias CD-ROM - Temperatura 30°C e Umidade 60%	128
8.13 - Confiabilidade geral das mídias CD-R - Temperatura 18°C e Umidade 40%	130
8.14 - Gráfico da análise física da amostragem de CD-ROM e CD-R com uma média de Sete anos de idade	132
8.15 - Tipo de defeito por mídia da análise física da amostragem de CD-ROM e CD-R com média de Sete anos de idade	133
8.16 - Degradação X Utilização	134
8.17 - Danos físicos em relação ao tipo de mídia	134
8.18 - Confiabilidade das mídias CD-ROM relacionadas na Amostragem	135

Anexo.1 Classes do SAConf_CD_V1_0	146
Anexo.2 - Classes - Continuação	147

Lista de Tabelas

5.1: Referência para o cálculo da confiabilidade em relação a temperatura	59
5.2: Referência para o cálculo da confiabilidade em relação a Umidade Relativa	60
5.3: Referência para o cálculo da confiabilidade ao tipo da mídia	65
5.4: Tabela de referência para o cálculo da confiabilidade em relação a marca	65
5.5: Referência para o cálculo da confiabilidade em relação camada metálica	66
5.6: Referência para o cálculo da confiabilidade em relação camada de tinta	67
5.7: Referência para o cálculo da confiabilidade em relação ao BLER	69
5.8: Referência para o cálculo da confiabilidade em relação ao C2	69
5.9: Referência para o cálculo da confiabilidade em relação ao problema físico	71
5.10: Referência para o cálculo da confiabilidade em relação ao problema físico	72
5.11: Início da perda de confiabilidade da mídia representada em anos em relação a Umidade relativa do ar e Temperatura - NML (NML 1996)	73
5.12: Durabilidade das mídias / Mídias x Condições Ambientais x Durabilidade	74
5.13: Tabela de simulação da confiabilidade da mídia em relação a Análise do NIST	81
5.14: Tabela de simulação da durabilidade geral para aplicação da variação no tempo	82
8.1: Tabela de padrões de mídias de CD-ROM - Temperatura 10°C e Umidade 25%	114
8.2: Tabela de padrões de mídias de CD-ROM - Temperatura 25°C e Umidade 60%	115
8.3: Tabela de padrões de mídias de CD-ROM - Temperatura 18°C e Umidade 40%	116
8.4: Tabela de padrões de mídias de CD-R - Temperatura 10°C e Umidade 25%	118
8.5: Tabela de padrões de mídias de CD-R - Temperatura 25°C e Umidade 60%	119
8.6: Tabela de padrões de mídias de CD-R - Temperatura 18°C e Umidade 40%	119
8.7: Tabela padrões de material CD-ROM - Temperatura 18°C e Umidade 40%	121
8.8: Tabela padrões de camada metálica CD-R - Temperatura 18°C e Umidade 40%	123
8.9: Tabela padrões de camada tinta CD-R - Temperatura 18°C e Umidade 40%	124

8.10: Tabela padrões diversos CD-R - Temperatura 18°C e Umidade 40%	125
8.11: Tabela de identificação de problemas físicos	126

Nomenclatura

Letras Gregas

α – Parâmetro de escala

β – Parâmetro de forma

λ – Taxa de falhas

Abreviações

AA – Ambiente de Armazenamento

AF – Física da mídia

AL – Lógica da mídia

AT – Armazenamento Temperatura

BLER – BLock Error Rate

C1 – Análise Lógica C1

C1 – Primary error correction stage

C2 – Análise Lógica C2

C2 – Secondary error correction stage

CD – Compact Disc

CD-R – Compact Disc Recordable

CD-ROM – Compact Disc Read-Only Media

CD-RW - Compact Disc ReWritable

COLD - Computer Output to Laser Disk

DVD – Digital Video Disc

E11 – errors per second – The total number of blocks containing ONE erroneous symbol encountered by the C1 decoder during each second

E21 – errors per second – The total number of blocks containing TWO erroneous symbols encountered by the C1 decoder during each second

E22 – errors per second – The total number of blocks containing TWO erroneous symbols encountered by the C2 decoder during each second

E31 – errors per second – The total number of blocks containing THREE erroneous symbols encountered by the C1 decoder during each second

E32 – errors per second – Regarded as uncorrectable errors, the total number of blocks containing THREE erroneous symbols encountered by the C2 decoder during each second

GED – Gerenciamento Eletrônico de Documentos

MA – Mídia Marca

ME – Camada metálica

MTTF – Mean Time to Failure

NCD – Nível Crítico de Durabilidade

NCD-G – Nível Crítico de Durabilidade Geral

NM – Natureza da Mídia

PIE – Parity Inner Errors

PR – Problema Físico

SACConf_CD – Sistema de Análise de Confiabilidade do CD

SGBD – Sistema Gerenciador de Banco de Dados

TG - Tempo da Gravação

TI – Camada de tintura

TIC – Tecnologia da Informação e Comunicação

TM – Tipo da mídia

TMPF – Tempo Médio Para Falha

UML – Unified Modeling Language

UR – Umidade Relativa

WORM - Write Once Read Many

Siglas

ANSI – American National Standards Institute

ARQ-SP - Associação dos Arquivistas de São Paulo

CENADEM – Centro Nacional de Desenvolvimento e Gerenciamento da Informação

CIA – Conselho Internacional de Arquivos

CLIR – Council on Library and Information Resources

ISO - International Organization for Standardization

NAA – National Archives of Australia

NIST – National Institute of Standards and Technology

NML – National Media Laboratory

UNESCO - United Nations Educational Scientific and Cultural Organization

Capítulo 1

Introdução

O tema preservação digital vem ganhando cada vez mais visibilidade e importância no mundo contemporâneo, pois cada vez mais o homem depende das tecnologias da informação e comunicação geradas pelo século XX. Assim, teremos nesse processo o surgimento dos documentos digitais ganhando um status altamente relevante como fonte de informação.

No entanto estes mesmos documentos ora referidos inauguraram uma nova problemática em relação a sua preservação, pois como é comum acontecer a qualquer tecnologia ligada a produção histórico-cultural da humanidade, bem como a manutenção ou pelo menos a busca da fidedignidade na preservação da memória do mundo que vivemos, se coloca como um dos nossos dilemas centrais nesse estudo, ou seja, este novo modelo de documento (processo documental digitalizado de manutenção e difusão de informações humanas) deve ser pensado quanto aos seus quesitos de acessibilidade a longo prazo (uma década, um século, milênios, etc).

Tendo em vista esse foro central do nosso estudo, pensamos ser fundamental estudar esse assim chamado documento digital, como meio de preservação da história da humanidade.

Num mundo que caminha cada vez mais para novos paradigmas de globalização e comunicação sem fronteiras, tendo como pano de fundo a informática e as novas tecnologias comunicacionais, o cidadão atual depara-se com o desafio da preservação de sua memória coletiva e individualmente, pois à parte, todo este aparato tecnológico e sua “funcionalidade e utilidade” em meio aos grandes sistemas informacionais, documentos digitais são perdidos com a mesma facilidade que são gerados; isso não acontece somente em função das mídias eletrônicas ou dos usuários desses sistemas, mas também podemos nos questionar sobre certa falta de

interesse mais direcionado dos profissionais oriundos da própria área que agrega as novas tecnologias da informação.

Nos diversos grupos formados para discutir (a sociedade de informação) em nosso país, ainda é escassa a participação de profissionais ligados a área de arquivos e de documentação, o que nos leva a crer que esta interface de diálogo ainda inicia seus passos, pois tal profissional pode ser, em alguns lugares, erroneamente associado a paradigma de preservação documental que viria a se opor à evolução tecnológica.

Em meio a essas tendências e possíveis conflitos gerados pela magnitude iniciada pela “revolução digital” podemos deixar assente uma certa mudança cultural nessa percepção, que passa a tornar os arquivistas como colabores fundamentais e fundamentantes para a preservação da memória humana a partir dos novos modelos postos pelos sistemas informatizados.

Assim, este trabalho pretende, ao seu modo, levantar a discussão em relação a preservação de documentos digitais a partir de uma das mídias mais utilizadas pelo homem contemporâneo, bem como apontar para alguns aspectos importantes para que esta preservação aconteça.

1.1 A preocupação com a preservação digital

Frente a grande utilização da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC's) e uma tendência cada vez maior de produção de documentos e informações digitais, é importante a iniciativa de se pesquisar a durabilidade, confiabilidade, formato e resistência das mídias que armazenam os documentos digitais. Tendo em vista um projeto que preveja a preservação destes documentos e informações, para que não corramos o risco de viver em uma “Sociedade sem Memória” e conseqüentemente sem parte de sua História, esta preocupação é expressa pela UNESCO em sua resolução sobre preservação digital que também foi publicada no memorando informativo da ARQ-SP (2001). A resolução considera a urgente necessidade de salvaguardar os patrimônios culturais digitais, garantindo assim, o acesso continuado aos conteúdos e à funcionalidade dos registros eletrônicos autênticos em prol da preservação e do acesso aos documentos, para assegurando os direitos dos cidadãos.

O texto de Howell (2000), traz uma reflexão que não podemos esquecer, ele diz que temos 2 mil anos de experiência na preservação de manuscritos, 200 anos na preservação de documentos feitos por máquinas, mas as experiências de preservação digital ainda pouco comprovadas e experimentadas, neste momento podemos somente prever e não afirmar.

A preocupação pela preservação dos documentos digitais também é relatada por Rondinelli (2002), a qual considera que “*Os documentos eletrônicos exigem mais, uma vez que são constantemente ameaçados pela fragilidade do suporte e pela obsolescência tecnológica*”. Em seu artigo, também leva em consideração que no meio digital o suporte e o conteúdo são perfeitamente separáveis, esta separação permite a migração contínua de mídia, a qual acontece forçosamente devido a fragilidade da mídia e à obsolescência tecnológica. Porém esta migração aumenta a possibilidade de adulteração e a garantia da fidedignidade e autenticidade torna-se mais complicada.

Tendo em vista toda esta problemática e a falta de experiência prática na preservação de mídias digitais, assim como em seu acesso no futuro (obsolescência dos equipamentos), é fundamental a discussão sobre o tema preservação digital.

1.2 Tecnologias da informação como geradoras e gerenciadoras de documentação digital

A humanidade, com o desenvolvimento contínuo das TIC's está na era da Sociedade da Informação, segundo Waldman e Yacoub (2000),

Ainda não se sabe quais são os novos produtos que propelirão as ondas de consumo da terceira revolução industrial, fechando o círculo virtuoso do crescimento. Mas parece claro que estes produtos serão imateriais: ao invés do aço e do plástico, eles serão feitos de informação e cultura.

Nesta obra, os autores deixam claro que neste século que se inicia o valor não é mais agregado ao bem material e sim a informação. Ribeiro (2002) em seu artigo cita que:

O paradigma histórico-tecnista e custodial evidencia, sobretudo desde a década de oitenta do século XX, sintomas de nítida crise por efeito óbvio da gênese e do desenvolvimento da Sociedade da Informação.

Esta nova era traz tecnologias como o GED e o Workflow¹, o GED citado por Avedon (1999) é uma tecnologia capaz de gerenciar de forma eletrônica qualquer tipo de documento, seja ele um documento digital ou não, já o Workflow segundo Cruz (1998) é definido como “tecnologia que possibilita automatizar processos, racionalizando-os e potencializando-os por meio de dois componentes implícitos: organização e tecnologia”. Esta tecnologia, além de otimizar e informatizar o fluxo de trabalho gera documentos digitais, os quais estão armazenados em diversos tipos de mídias digitais, caso haja perda da mídia toda informação será perdida.

Neste projeto, a visão não é imediatista, pois com os sistemas de backup utilizados hoje, é possível recuperar informações pertencentes a um sistema informatizado que ainda está em uso, porém não somos mais capazes de recuperar informações de sistemas que já deixaram de existir, ou seja, documentos de valor permanente e fundamentais para pesquisa estão sendo perdidos com frequência, seja por descuido com as mídias (deterioração pelo tempo) ou por falta de migração tecnológica.

Por outro lado, com o auxílio das TIC's os documentos de valor permanente ou não, podem estar em qualquer lugar e a qualquer momento, segundo Barbieri, Innarelli e Martins (2002),

A utilização desses avanços tecnológicos, representados pelo uso de computadores isolados ou integrados em redes, com transmissão de dados em alta velocidade, sistemas gerenciadores de banco de dados, armazenamento digital, etc. possibilitam o acesso instantâneo à informação e a documentação.

Os autores ainda relacionam a disposição de cópias digitais como uma forma de preservação dos originais, pois não há mais a necessidade de manusear os originais, os quais estão armazenados em ambientes propícios à preservação.

1.3 Documentos digitais

Antes de falarmos dos documentos digitais é importante entender definição de documentos arquivísticos, Rondinelli cita em seu artigo o conceito segundo o CIA (2002, pp. 475), “documento é a informação registrada, independente da forma ou do suporte, produzida ou

¹ Fluxo de Trabalho

recebida no decorrer da atividade de uma instituição ou pessoa e que possui conteúdo, contexto e estrutura suficientes para servir de testemunho dessa atividade”.

Tendo em vista esta definição e o fato que os documentos digitais possuem todas as características que compreendem a definição de documento, podemos considerá-los válidos enquanto documentos, pois apesar de não sabermos exatamente onde ele está armazenado fisicamente e de não podermos enxergá-lo diretamente em seu suporte, os documentos estão armazenados fisicamente em mídias magnéticas ou ópticas através de bit's² e podem ser visualizados com o auxílio de microcomputadores e softwares específicos.

Os documentos digitais podem ser gerados de duas formas: através de dados contidos em sistemas gerenciadores de bancos de dados (SGBD) e/ou diretamente através de um software ou sistema específico.

No caso da geração do documento a partir dos dados contidos em um sistema gerenciador de banco de dados, os mesmos são processados e apresentados de acordo com os critérios definidos pelo próprio sistema informatizado, ou seja, os dados de um mesmo documento podem estar armazenados em diversos arquivos. Atualmente está sendo utilizada a tecnologia COLD, esta tecnologia permite o armazenamento da informação independente de seu layout, ou seja, uma mesma máscara é construída para todos os documentos comuns e os dados são distribuídos nesta máscara conforme a definição do sistema. Observe que neste caso não é armazenado na mídia uma imagem para cada documento e sim uma imagem padrão e o banco de dados com as informações. O COLD utiliza normalmente o WORM (mídia óptica) como mídia de armazenamento.

No caso da geração do documento a partir de um software ou um sistema específico, o documento contém todas as suas características e dados armazenados em um mesmo arquivo. Em um documento tipo texto (.PDF ou .DOC) as marcações de formatação fazem parte do próprio arquivo, em um documento tipo imagem (.TIFF, .BMP, .GIF ou .JPG) a própria imagem representa o documento e suas características.

² Informação digital formada por 0 ou 1

É importante lembrarmos que nos dois casos a visualização dos documentos digitais depende diretamente do uso de softwares e computadores, os quais nem sempre estão presentes em todos os lugares e nem sempre apresentam a tecnologia compatível.

1.4 Memória digital

Assim como a era da Sociedade da Informação nos traz uma facilidade imensa na geração de dados, informações e documentos, o mesmo acontece com a perda destas informações, pois a humanidade ainda não tem prática e nem experiência para a memória eletrônica/digital. Memória que está sendo perdida a cada dia em virtude da obsolescência das tecnologias e da deterioração das mídias eletrônicas/digitais.

Como já foi citado, a humanidade tem experiência de dois mil anos na preservação do papel manuscrito e de duzentos anos na preservação do papel feito por máquinas, mas não tem experiência na preservação de documentos eletrônicos/digitais, os quais estão sendo perdidos de forma indiscriminada.

A perda destas informações podem deixar uma grande lacuna histórica, pois muitas pesquisas podem deixar de existir por não haver material suficiente para consulta, isso se reflete diretamente em um arquivo permanente, o qual não está preparado para receber este tipo de documento e conseqüentemente preservá-lo e acessá-lo.

1.5 A perda de dados e documentos em meio digital

Frente a problemática da documentação digital, pode-se dizer que a humanidade já está perdendo informações e documentos digitais. Esta visão é facilmente percebida com a seguinte pergunta: você já tentou abrir algum arquivo que está armazenado em um disquete de 5 ¼"? Se tentou, passou por três dificuldades: a primeira é encontrar o drive de 5 ¼"³; a segunda será conseguir ler o disquete, pois ele pode estar deteriorado e conseqüentemente danificado fisicamente; e a terceira seria a dificuldade em encontrar o software que leia este tipo de

³ Hardware responsável pela leitura dos disquetes de 5 ¼"

documento. Dentre as três dificuldades, duas podem ser contornadas com a criação de museus tecnológicos⁴, pois o hardware e o software independem dos dados armazenados, porém a deterioração da mídia jamais pode ser contornada, pois os dados são fisicamente perdidos. A Revista Veja editou em fevereiro de 1998 um artigo bombástico que diz:

O pesadelo ganhou contornos graves depois de testes feitos pelo National Media Lab mostraram que em apenas cinco anos um CD-ROM padrão deixa de ser confiável. Por causa do desgaste do tempo, alguns dados contidos em CD-ROM's de 1993 deixaram de ser lidos em computadores comuns. No caso dos CD-ROM's regraváveis, o resultado foi ainda pior. [...] Tão espantosa quanto a fragilidade da mídia digital é a rapidez com que esta tecnologia se torna obsoleta. Um dos alertas da pesquisa americana é justamente para a quantidade de informações que foram guardadas em disco e que hoje não podem mais ser lidas porque são incompatíveis com os softwares atuais.

A avaliação da Revista Veja foi fundamentada em testes realizados pelo National Media Laboratory (NML) e publicados por Bogart em 1996, o artigo traz várias tabelas com previsões temporárias de durabilidade em virtude da variação da temperatura e umidade, também é citado que a metodologia de testes foi baseada nas normas do American National Standards Institute (ANSI).

A humanidade já está perdendo documentos digitais, pois mídias digitais como disquetes de 3 ½" e 5 ¼", CD's, Fitas DAT, entre outros, estão sendo consumidas pelo tempo e pela obsolescência, tendo em vista a preservação dos disquetes a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) fez a NBR-11515 (1990), a qual dispõe da conservação física destas mídias, porém ainda não elaborou uma norma exclusiva para CD's.

Já a American National Standards Institute elaborou a ANSI/NAPM IT9.21-1996 (1996), que dispõe sobre a expectativa de vida útil do CD-ROM, tendo como base os efeitos causados pela temperatura e umidade relativa.

Vale lembrar que preservar não é somente copiar, isso foi abordado por Gilheany (1998) da seguinte forma, "*Preserving is not merely copying. Preservation is an act of creation, of creating*

⁴ Locais onde teremos equipamentos e softwares considerados obsoletos em perfeito estado de funcionamento, neste local será possível fazer a leitura de qualquer mídia eletrônica e tipo de arquivo considerado obsoleto.

an authentic, accessible record by accessioning the materials sent to archives. These materials are the record of that which we seek to preserve, our civilization.”

1.6 O CD-ROM e CD-R como objeto de estudo

O CD-ROM e o CD-R possuem uma característica fundamental em relação às demais mídias, o CD-ROM é gravado em seu processo de fabricação, veja a citação de Saffady (1997) em seu artigo, “Read-only optical disks, as previously noted, contain prerecorded information. Intend for electronic publishing applications, such disks are produced by mastering and replication process.”, e o CD-R é gravado uma única vez através de um gravador, Saffady (ibid) cita o CD-R como “Write-Once Media”.

O CD-ROM e o CD-R são marcados de forma definitiva e irreversível, ou seja, o dado gravado não pode ser mais alterado. Partindo do ponto de vista arquivístico, isso garante a fidedignidade e autenticidade dos dados que são gravados.

Outro aspecto considerado é a não utilização de mídias magnéticas, neste tipo de mídia os dados podem ser facilmente adulterados, pois campos magnéticos poderão alterar e/ou apagar a informação armazenada, com isso, foi excluído o CD-RW, que além de permitir regravações, utiliza o magnetismo no processo de armazenamento. O CD-RW é citado por Saffady (ibid) como *ReWritable Media* e como uma *media magneto-optical (MO)*.

Capítulo 2

Revisão de Literatura

Neste capítulo é apresentado a revisão da literatura, levando em consideração pesquisas e trabalhos desenvolvidos na área de preservação de documentos digitais. É importante deixar claro que nesta área, tanto no Brasil, quanto no Mundo as pesquisas estão sendo iniciadas e que este projeto faz parte destas pesquisas, pois prevê a abordagem de um modelo matemático de confiabilidade de mídias de CD-ROM e CD-R.

A literatura nesta área é bastante escassa, porém alguns estudos estrangeiros confiáveis e muito interessantes devem ser estudados e considerados.

2.1 Grupos de pesquisas que desenvolvem projetos na área

Alguns grupos nacionais e estrangeiros de pesquisa trabalham com a área de preservação de documentos digitais e muitas vezes, estes grupos abordam a questão da confiabilidade do suporte digital. O estudo destes grupos foi importante para este trabalho, pois a abordagem e a contextualização do suporte digital, permitiu parte da fundamentação da importância desta pesquisa para a área de preservação de documentos digitais, os principais grupos de pesquisa e suas linhas de desenvolvimento, são abordados nos itens 2.1.1 e 2.1.2.

2.1.1 Estrangeiros

O Open Archival Information System (OAIS) tem como propósito a definição de um modelo referencial (International Organization for Standardization) para o desenvolvimento de

Sistemas Abertos de Informações de Arquivos. A aplicação do OAIS em arquivos consiste na organização de pessoas e sistemas, tendo como responsabilidade a preservação e o acesso da informação à comunidade interessada e como foco principal a informação digital, as formas primárias de armazenamento e suporte da informação para os materiais de arquivos digitais e físicos.

O objetivo geral da International Research on Permanent Authentic Records in Electronic Systems (Interpares) é, com base na arquivologia e diplomática, identificar métodos que garantam a preservação dos documentos digitais a partir do momento em que estes deixam de interessar à instituição que os criou e passam a assumir um contexto de importância histórico-social.

O Designing and Implementing Recordkeeping Systems (Dirks) preconiza que a identificação dos requisitos para o gerenciamento arquivístico de documentos digitais seja feita com base na garantia literária (levantamento de leis gerais e específicas e de normas práticas profissionais).

Já o Modelo de Requisitos para a gestão de arquivos eletrônicos (MoReq), destaca os requisitos funcionais para a gestão de documentos de arquivo eletrônicos através de um Sistema de Gestão de Arquivos Eletrônicos (SGAE), aplicado a organizações dos setores públicos e privados.

O padrão Department of Defense Records Management Program (DoD 5015.2-STD) determina diretrizes, requisitos funcionais fundamentais e desejáveis para certificar vendedores de softwares de gerenciamento eletrônico de documentos.

2.1.2 Nacionais

A Câmara Técnica de Documentos Eletrônicos do Conselho Nacional de Arquivos (CTDE/Conarq), conforme definido em seu próprio sítio:

É um grupo de trabalho que tem por objetivo definir e apresentar ao Conselho Nacional de Arquivos normas, diretrizes, procedimentos técnicos e instrumentos legais sobre gestão arquivística e preservação dos documentos digitais, em conformidade com os padrões nacionais e estrangeiros.

O Grupo de Trabalho para a Padronização de Procedimentos Técnicos para Preservação e Acesso de Documentos Arquivísticos Eletrônicos da Universidade Estadual de Campinas (GDAE), conforme definido em seu próprio sítio, tem como objetivo:

Elaborar normas que determinem padrões básicos que garantam a gestão, a preservação e o acesso de documentos arquivísticos em meio eletrônico, gerados em cumprimento das funções da Unicamp, a serem utilizadas pelos órgãos e unidades na produção e/ou na gestão de sistemas informatizados.

2.2 Projetos desenvolvidos na área

Foi realizado um estudo sobre o material disponível referente a testes de durabilidade e confiabilidade das mídias, sendo os mais significativos foram os projetos realizados pelo National Media Laboratory (NML), pelo National Institute of Standards and Technology (NIST) e pelo Council on Library and Information Resources (CLIR) em conjunto com o National Institute of Standards and Technology (NIST).

2.2.1 O estudo realizado pelo National Media Laboratory – NML

O NML fez em 1995 um estudo sobre a preservação de mídias, que foi apresentado por Borgat (1996) na *National Preservation Office*⁵ *Conference*, o artigo intitulado de *Long-Term Preservation of Digital Materials*, mostra os resultados da expectativa de vida de diversas mídias, entre elas o CD-ROM e o CD-R. A metodologia utilizada mostra um teste acelerado, onde foram considerados as variáveis temperatura, umidade e poluentes ambientais.

Este teste apresenta algumas tabelas que mostram a longevidade das mídias em relação a temperatura e a umidade. São consideradas três fases: a fase verde determina baixo risco de perda de dados; a fase amarela determina médio risco de perda de dados; e a fase vermelha determina alto risco de perda de dados.

⁵ Ou também chamada de NOP Conference

**For Storage at 10 °C (50 °F) and 25% RH
Life Expectancy of Various Information Storage Media**



Length of Storage: based on products available in 1995	Magnetic Tape								Optical Disk				Paper			Microfilm		Length of Storage: based on products available in 1995	
	I-D1	Data D-2	Data D-3	3480	3490/3490e	DLT	Data 8mm / Data VHS	DDS / 4mm	QIC / QIC-wide	CD-ROM	WORM	CD-R	M-O	Newspaper (high lignin)	High Quality (low lignin)	"Permanent" (buffered)	Medium-Term Film		Archival Quality (Silver)
1 week	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	1 week
2 weeks	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	2 weeks
1 month	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	1 month
3 months	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	3 months
6 months	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	6 months
1 year	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	1 year
2 years	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	2 years
5 years	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	5 years
10 years	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	10 years
15 years	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	15 years
20 years	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	20 years
30 years	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	30 years
50 years	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	50 years
100 years	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	100 years
200 years	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	200 years
500 years	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	500 years

Ratings:
■ - All major vendors are acceptable for reliable data storage under these conditions for these times.
■ - Only the best vendors are acceptable for storage under these conditions and times.
■ - No vendors are considered acceptable for storage under these conditions and times. All may fail.

Assumptions: Media is purchased new (i.e., chart is not appropriate for old media that has been re-certified).
 Media is accessed infrequently. Note—frequent media access can shorten media life.
 Media is consistently stored at the indicated environmental conditions.
 The storage environment is clean and free of dust, smoke, food, mold, direct sunlight, and gaseous contaminants.

This information represents a compilation of information gathered from journal publications, trade literature, product spec sheets, and research performed by the National Media Laboratory and others. The NML cannot warrant the accuracy of information from other sources.

Developed by Dr. John VanBogart, NML, 1995.

Last Update: January, 1996.

Figura 2.1 - Temperatura a 10°C e umidade relativa do ar a 25% RH - Borgat (1996)

Tomando o CD-ROM como base, o estudo apresenta o seu melhor estado de conservação quando acondicionado a uma temperatura de 10° C e umidade relativa de 25%, neste caso, a transição entre a fase verde a amarela aconteceria com 20 anos e a transição entre a fase amarela e a fase vermelha aconteceria com 200 anos. O pior resultado seria com a temperatura em 25° C e a umidade em 50%, neste caso, a transição entre a fase verde a amarela aconteceria com 2 anos e a transição entre a fase amarela e a fase vermelha aconteceria com 20 anos.

Tomando o CD-R como base, o estudo apresenta seu melhor estado de conservação quando acondicionado a uma temperatura de 10° C e umidade relativa de 25%, porém com a quantidade em anos reduzida, neste caso, a transição entre a fase verde a amarela aconteceria com 05 anos e a transição entre a fase amarela e a fase vermelha aconteceria com 100 anos.

**For Storage at 25 °C (77 °F) and 50% RH
Life Expectancy of Various Information Storage Media**

Length of Storage: based on products available in 1995	Magnetic Tape										Optical Disk				Paper		Microfilm		Length of Storage: based on products available in 1995	
	I-D1	Data D-2	Data D-3	3480	3490/3490e	DLT	Data 8mm / Data VHS	DDS / 4mm	QIC / QIC-wide	CD-ROM	WORM	CD-R	M-O	Newspaper (high lignin)	High Quality (low lignin)	"Permanent" (buffered)	Medium-Term Film	Archival Quality (Silver)		
1 week	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	1 week
2 weeks	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	2 weeks
1 month	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	1 month
3 months	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	3 months
6 months	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	6 months
1 year	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	1 year
2 years	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	2 years
5 years	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	5 years
10 years	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	10 years
15 years	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	15 years
20 years	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	20 years
30 years	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	30 years
50 years	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	50 years
100 years	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	100 years
200 years	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	200 years
500 years	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	500 years

Ratings:
■ - All major vendors are acceptable for reliable data storage under these conditions for these times.
■ - Only the best vendors are acceptable for storage under these conditions and times.
■ - No vendors are considered acceptable for storage under these conditions and times. All may fail.

Assumptions:
 Media is purchased new (i.e., chart is not appropriate for old media that has been re-certified).
 Media is accessed infrequently. Note—frequent media access can shorten media life.
 Media is consistently stored at the indicated environmental conditions.
 The storage environment is clean and free of dust, smoke, food, mold, direct sunlight, and gaseous contaminants.

This information represents a compilation of information gathered from journal publications, trade literature, product spec sheets, and research performed by the National Media Laboratory and others. The NML cannot warrant the accuracy of information from other sources.

Developed by Dr. John VanBogart, NML, 1995.

Last Update: January, 1996.

Figura 2.2 - Temperatura a 25°C e umidade relativa do ar a 50% RH - Borgat (1996)

O pior resultado do CD-R também coincide com o CD-ROM, seria com a temperatura em 25° C e a umidade em 50%, neste caso, a transição entre a fase verde a amarela aconteceria com 1 ano e a transição entre a fase amarela e a fase vermelha aconteceria com 15 anos.

Este estudo realizado por Borgat, foi dentre todo o material levantado, o mais completo na área, pois trouxe uma comparação que não ficou restrita a estas duas figuras, quem acessar o documento completo perceberá que outras tabelas foram geradas a partir da outras variações de temperatura e umidade relativa do ar.

2.2.2 O estudo realizado pelo National Institute of Standards and Technology – NIST

O estudo do NIST intitulado de Stability Comparison of Recordable Optical Discs – A Study of Error Rates in Harsh Conditions, escrito por Slattery et al (2004), aborda a confiabilidade e a durabilidade das mídias de CD-R e DVD-R. Este artigo é bastante interessante por demonstrar um experimento técnico que leva em consideração o estresse das mídias em relação a temperatura, a umidade relativa do ar, a composição das mídias e as condições de iluminação.

O experimento demonstrado por Slattery et al (2004) foi baseado na simulação de condições extremas de temperatura e umidade relativa (60° C até 90°C, 70% até 90% UR) durante períodos de tempo predefinidos (aproximadamente 48 horas), ao final de cada período foi realizado análises lógicas para a medição dos chamados BLER para CDs e nos chamados PIE para DVDs, os quais são parâmetros para a medição da confiabilidade destas mídias.

O estudo demonstrou que o material é fator fundamental na composição dos mesmos e que estas variáveis influenciam diretamente na degradação das mídias, ou seja, quanto maior a temperatura e a umidade relativa do ar em relação ao tempo de exposição, maior será a degradação da mídia.

Neste experimento, foram selecionados aleatoriamente mídias comerciais com as tecnologias de mais comuns na atualidade, estas tecnologias representam a estrutura e materiais utilizados para a fabricação deste tipo de mídia. A partir do experimento foi feita uma tabela, a qual representa os materiais que compõem as mídias, esta tabela é utilizada para a realização da comparação da degradação das mídias em situações extremas de temperatura, umidade relativa do ar e luminosidade.

Para este experimento foi abordado a camada metálica e a camada de tintura, utilizando mídias com as seguintes características: mídia **S1** – camada metálica não identificada e camada de tintura Super Azo; mídia **S2** – camada metálica não identificada e camada de tintura Phthalocyanine; mídia **S3** – camada metálica não identificada e camada de tintura Super Azo; mídia **S4** – camada metálica com liga de ouro e prata e camada de tintura Phthalocyanine; mídia **S5** – camada metálica de prata e camada de tintura Metal stabilized cyanine; mídia **S6** – camada

metálica de prata e camada de tintura Phthalocyanine e; mídia **S7** – camada metálica de prata e camada de tintura Phthalocyanine.

O experimento demonstra que a mídia mais estável em relação a temperatura e umidade relativa do ar é a **S4**, seguida de pelas mídias **S6** e **S7** respectivamente, neste caso a camada metálica de materiais mais nobre e a camada de tintura com o Phthalocyanine, determinam uma confiabilidade maior em relação a estas variáveis.

Em relação a camada de tintura é demonstrado neste experimento que a camada de tintura de Phthalocyanine apresenta a melhor performance em relação aos demais materiais, seguida respectivamente do Metal stabilized cyanine e do Super Azo. Em relação a camada metálica, fica claro que a liga dos metais nobres ouro e prata apresenta melhor performance, seguida pela camada metálica de prata e pelas não identificadas respectivamente.

No experimento realizado por Slattery et al (2004) o BLER foi o principal parâmetro utilizado para a medição dos erros nas mídias e caracterização dos danos físicos causados pelo estresse das mídias.

2.2.3 O estudo realizado pelo Council on Library and Information Resources – CLIR em conjunto com o National Institute of Standards and Technology – NIST

Para Byers (2003) em guia publicado pelo Council on Library and Information Resources (CLIR) e pelo National Institute of Standards and Technology (NIST) intitulado Care and Handling of CDs and DVDs, foi abordado de forma geral os cuidados e os problemas relacionados as mídias ópticas.

O estudo é bastante completo e traz um nível de detalhamento muito interessante, partindo desde a estrutura dos discos, passando pelas condições que afetam as mídias e chegando nos cuidados adotados para a limpeza e o armazenamento das mídias ópticas, tanto de CD quanto de DVD.

Um dos itens considerados para a longevidade das mídias é exposição da camada metálica em relação ao oxigênio, o que poderia deixar a camada menos reflexiva e com pequenos pontos

de oxidação. No guia, as variáveis de temperatura e umidade relativa, juntamente com a poluição ambiental, são citadas como fatores causadores da deste contato, pois as desestruturas da camada de laca ou da camada de policarbonato permitiriam a passagem do oxigênio e poluentes até a camada metálica.

Outro item abordado é a influência da temperatura e umidade na camada de tinta do CD-R, pois esta se desgasta naturalmente e lentamente, porém seu desgaste pode ser acelerado por índices elevados das variáveis de temperatura e umidade relativa do ar.

O estudo cita a camada de alumínio como uma das mais utilizadas para a fabricação de CD-ROM, por ser mais barata e de fácil aplicação, porém o alumínio é mais sensível a oxidação quando exposto à atmosfera, esta oxidação diminui a capacidade de reflexão da camada metálica e conseqüentemente afeta a leitura da mídia.

Nas mídias de CD-R são utilizados o ouro, liga ouro/prata e a prata para a camada metálica, a prata é mais reflexiva, porém mais sensível a reação com o dióxido sulfúrico, já o ouro é mais estável e pouco corrosivo. Alguns fabricantes trabalham com uma liga de metálica de prata e ouro, esta liga tem um bom custo benefício.

No texto de Byers (2003) também é destacado que a camada de tinta (orgânica) degrada-se naturalmente ao longo do tempo e, portanto sua qualidade reflete diretamente na confiabilidade das mídias de CD-R e que não é utilizado o alumínio para a camada metálica por este reagir com a camada de tinta, o que mudaria as propriedades fundamentais para o armazenamento da informação.

2.2.4 Outros estudos relativos a mídias de CD-ROM e CD-R

No texto de Harvey (1995) é apresentada uma tabela extraída do artigo de Rothenberg (1995), mostrando que a vida média de uma mídia óptica é de 30 anos, este estudo apresenta outro dado importante, o qual mostra que o equipamento de leitura estará obsoleto em 10 anos.

Harvey (1995) cita em seu texto outro estudo, o qual apresenta uma estimativa de durabilidade das mídias ópticas, este estudo foi realizado por Saffady (1993), o qual coloca os

seguintes dados para as diferentes tecnologias: o ablative technology tem sua durabilidade de 10 a 40 anos; o thermal bubble tem sua durabilidade de 10 a 50 anos; o dual alloy tem sua durabilidade de 100 anos; o dye-based tem sua durabilidade de 15 anos; o magneto-optical tem sua durabilidade de 10 a 30 anos; e o WORM phase change tem sua durabilidade de 15 anos.

O estudo realizado por Hartke (2001), aponta que as melhores condições para o armazenamento das mídias de CD-R são entre 10° C e 15° C e umidade relativa entre 20% e 50%, porém ele não aponta qualquer previsão de tempo. Este estudo foi baseado nas normas da ISO - ISO/IEC 10149 e da ANSI - ANSI/NAPM IT9.21-1996.

O estudo realizado por Stinson, Ameli e Zaino (1995), aponta que 95% das mídias *KODAK Writable CD and Photo CD Media*, têm seu tempo de vida estimado em 217 anos quando conservadas a uma temperatura de 25° C e 40% de umidade.

Capítulo 3

As Mídias de CD-ROM e CD-R

As mídias de CD-ROM e CD-R foram selecionadas para este projeto por possuírem características importantes para a garantia da autenticidade, integridade e fidedignidade do documento digital e por já estarem sendo utilizadas em larga escala para o armazenamento de documentos digitais.

3.1 Estrutura física das mídias de CD-ROM e CD-R

Neste item será descrita a estrutura física das mídias de CD-ROM e CD-R e apontado suas principais diferenças em relação a sua estruturação, composição material e camadas físicas.

3.1.1 Estrutura física do CD-ROM

A estrutura do CD-ROM está baseada em conceitos ópticos⁶, os quais permitem a leitura de seus dados através do laser. As informações descritas a seguir sobre o CD-ROM foram uma compilação dos artigos de Saffady (1997), Cozer (1999), Feldner (1996), Harvey (1995), McLaughlin (1998), Fukuda (1991) e Trock (2001).

O CD-ROM é formado por três camadas físicas: a primeira é o “lacquer” laca/verniz⁷; a segunda é uma camada metálica (normalmente alumínio); e a terceira é uma camada de

⁶ Princípio básico de funcionamento do CD-ROM

⁷ Camada onde estão os pit's e os land's – 1 ou 0 na linguagem do CD

policarbonato⁸, esta camada é transparente e rígida. Opcionalmente é impressa uma quarta camada, onde é feita a serigrafia⁹ da mídia.

O processo de fabricação da mídia de CD-ROM consiste: na masterização, onde uma matriz de vidro coberta de material fotosensível é exposta ao laser, que percorre a matriz formando os pit's¹⁰; a matriz é revelada permitindo assim o banho galvânico (para metalização da matriz), o banho galvânico dá resistência a matriz; a matriz é utilizada para a criação dos stampers¹¹; o stamper é utilizado como molde na injeção do policarbonato.

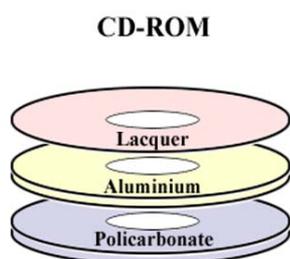


Figura 3.1 - Ilustração das camadas CD-ROM

Innarelli e Sollero (2003)



Figura 3.2 - Foto das camadas CD-ROM

O processo mais comum de replicação das mídias após o processo de masterização segue três etapas, sendo a quarta opcional: a injeção do policarbonato; a aplicação da camada de alumínio; a aplicação da laca/verniz; e a serigrafia (opcional). Este processo foi observado durante a visita a empresa Sonopress¹² em 11/03/2003, na visita foi possível observar de perto todas as etapas do processo de masterização e fabricação das mídias.

Na primeira etapa o policarbonato é injetado em um molde, formando assim a camada de policarbonato. O policarbonato foi escolhido por ser um material resistente a riscos e variações

⁸ Material plástico transparente com patente da GE Plastics - LEXAN® - RESINA DE POLICARBONATO

⁹ Rótulo do CD-ROM

¹⁰ Sulcos de altos e baixos relevos microscópicos

¹¹ Matriz principal

¹² Maior fabricante de CD-ROM do Brasil em 2003

ambientais, transparente e barato. Esta camada forma os pit's e land's e possui 1,2 mm de espessura.

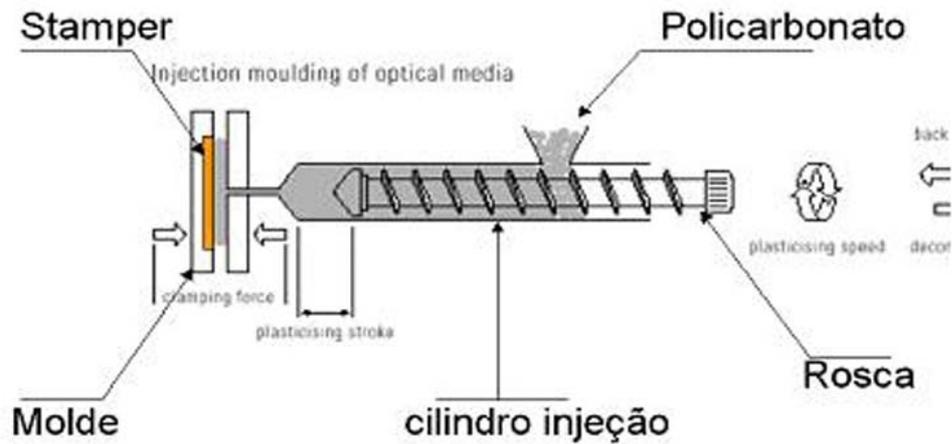


Figura 3.3 - Injeção da camada de polycarbonato - Figura Sonopress

A segunda etapa consiste na deposição do alumínio, o qual forma a camada metálica capaz de refletir o raio laser, sua função é basicamente refletora. O sistema mais utilizado é o Sistema Leybold o qual é responsável pela metalização do polycarbonato, conseqüentemente pela composição da camada metálica.



Figura 3.4 - Ilustração do Alumínio depositado



Figura 3.5 - Visão do alumínio através da camada de polycarbonato

Apesar de existirem outros metais mais eficientes e resistentes a corrosão como o ouro, a prata, o cobre e a platina para a função refletora, o alumínio foi o escolhido por ser o mais barato

e por apresentar índices de reflexão aceitáveis. A camada de alumínio possui 0,1 μm de espessura e é a mais sensível do CD-ROM.

A terceira etapa é a aplicação da laca/verniz, a qual têm função protetora, ela protege a camada metálica de contatos externos. Esta camada pode apresentar variações de quantidade de laca/verniz, isso dependerá exclusivamente do fabricante. A camada protetora possui 200 μm de espessura.



Figura 3.6 – Laca concentrada

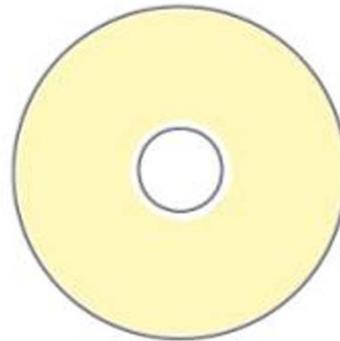


Figura 3.7 - Laca distribuída

A quarta camada é a estampa ou o adesivo, a função principal desta camada é visual e informativa.

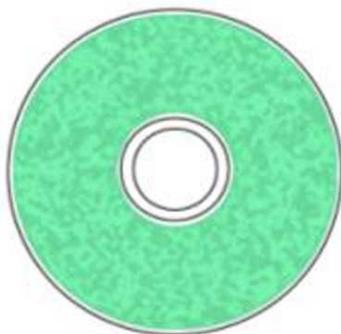


Figura 3.8 - Exemplo de estampa I



Figura 3.9 - Exemplo de estampa II

A estampa pode apresentar características protetoras na mídia, como por exemplo, filtros infravermelhos, porém isso depende do fabricante. A estampa ou o adesivo não possui padrão de espessura.

3.1.2 Estrutura física do CD-R

Os CD-R atuais utilizam a tecnologia *Dye-based*¹³, esta tecnologia divide o CD-R em cinco camadas físicas: a primeira é uma camada de proteção, é nesta camada que rotulamos o CD-R; a segunda camada é o *lacquer*¹⁴; a terceira é a liga metálica, camada reflexiva; a quarta camada é a *dye layer*¹⁵, onde serão gravados os dados; e a quinta camada é a de policarbonato. A gravação de uma mídia de CD-R depende de um equipamento chamado gravador de CD-R, este equipamento, permite tanto a leitura quanto a gravação de mídias do tipo CD-R.

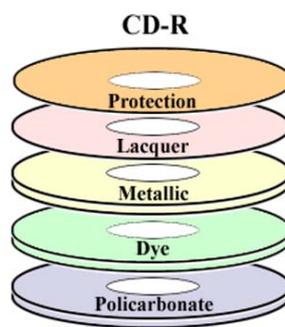


Figura 3.10 - Ilustração das camadas do CD-R – Innarelli e Sollero (2003)

O gravador de CD-R possui basicamente dois canais de laser, um utilizado durante o processo de leitura e outro utilizado no processo de gravação, no momento da gravação, o canal de gravação foca a luz em feixes com pequenos índices de difração da luz. A luz do laser é concentrada e gera calor suficiente para marcar o pit¹⁶. Sua capacidade de armazenamento pode chegar a 740MB. Informações extraídas dos artigos de Saffady (1997) e Cozer (1999).

3.2 Estrutura lógica

Os dados do CD-ROM estão fisicamente gravados na camada de policarbonato em forma de pit's ou land's, esta formatação física consiste em uma espiral, assim como nos discos de vinil,

¹³ Sistema baseado em alterações das características básicas de um tipo de tinta

¹⁴ Camada muito parecida com o verniz

¹⁵ Camada de tinta

¹⁶ Pontos marcados fisicamente na “*dye layer*” os quais representam os bits

que parte do centro para as extremidades e que no melhor dos casos possui uma única trilha sem interrupções.

As camadas físicas estão do CD-ROM têm as seguintes espessuras: 1,2 mm de policarbonato; 0,1 μm de alumínio; 0,2 mm de laca/verniz; e a serigrafia que não é especificada.

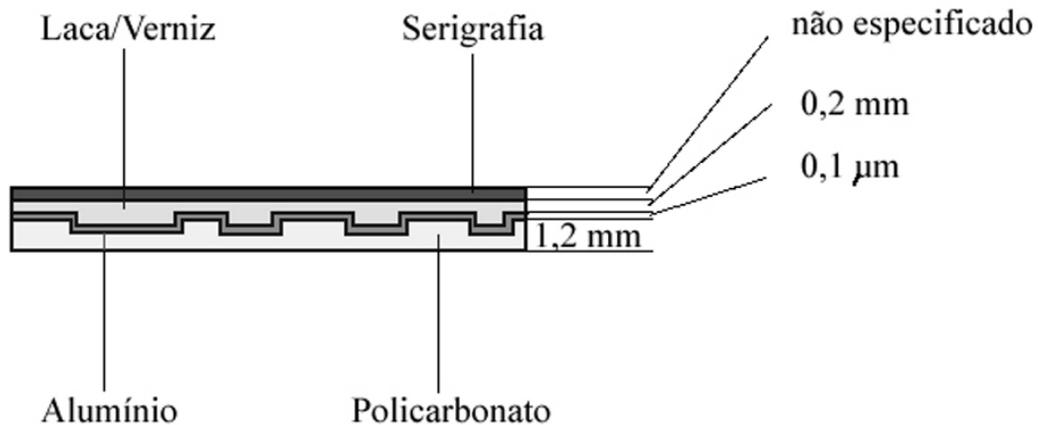


Figura 3.11 - Camadas e espessuras do CD-ROM

Os pit's e land's são gravados na mídia conforme as figuras:

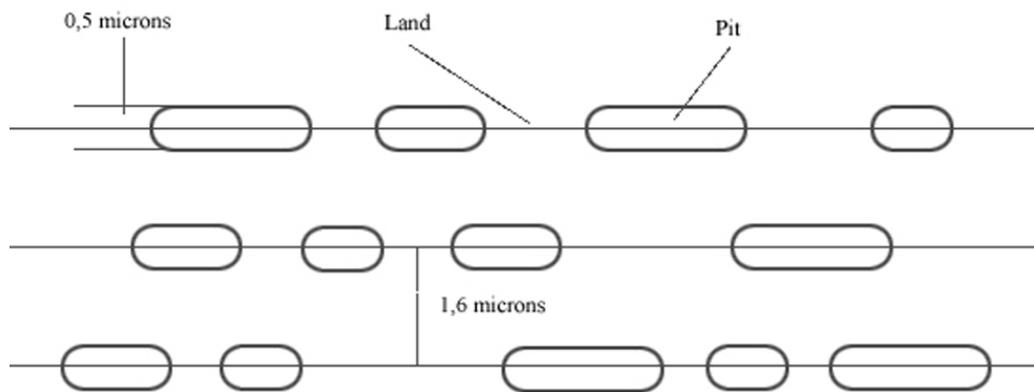


Figura 3.12 - Pit's e Land's e suas dimensões

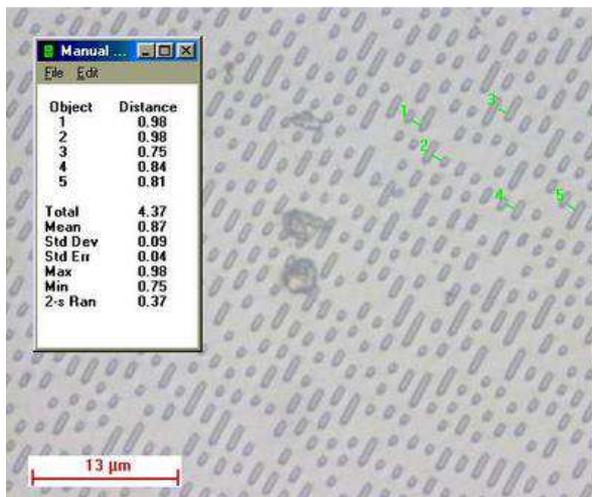


Figura 3.13 - Distância entre trilhas



Figura 3.14 - Largura dos pit's

Acima temos imagens feitas em microscópio óptico as quais demonstram a distância entre as trilhas e a largura dos pit's.

3.3 Identificação dos erros lógicos

A identificação dos erros lógicos está ligada diretamente a dois códigos de erros retornados pelo leitor de CD durante a leitura da mídia de CD, são eles o C1 e o C2. Quando o leitor retorna o código de erro C1 significa que o mesmo pode ser corrigido através da paridade utilizada pelo sistema de leitura do CD. Quando o leitor retorna o código de erro C2 significa que existe um erro crítico.

Estes códigos de erros são determinados pelas normas ISO 9660, Red Book, ISO/IEC 10149, ANSI/NAPM IT9.21-1996 e ISO/DIS 12024 e são utilizados para identificação e conseqüentemente correção de erros existentes nas mídias de CD-ROM e CD-R.

O sistema de paridade da mídia tem a capacidade de reconstruir dados que estão perdidos em virtude da degradação das mídias, por este motivo, muitas vezes podemos identificar erros físicos na mídia, mas o erro lógico não ocorre. Isso não significa que devemos continuar a confiar

na mídia em que encontramos erros físicos, pois a degradação é contínua e possivelmente vai continuar afetando a estrutura da mídia.

Na maioria dos experimentos estudados a confiabilidade das mídias de CD-ROM e CD-R é medida a partir dos códigos de erros C1 e C2. O C1 é considerado um erro não crítico, pois é corrigido em tempo de processamento através de um algoritmo de correção de erros, este erro dá origem a um parâmetro chamado BLER, o qual é utilizado para medir a confiabilidade das mídias de CD-ROM e CD-R. O C2 é considerado um erro crítico, pois quando este código de erro é retornado, existe um problema crítico de leitura destas mídias.

O erro C1 chamado de *primary error correction stage* é formado pela identificação dos erros E11, E21 e E31. Onde o DOCULABS (1997) e Chapin (2002) definiram:

E11 – errors per second – The total number of blocks containing ONE erroneous symbol encountered by the C1 decoder during each second; E21 – errors per second – The total number of blocks containing TWO erroneous symbols encountered by the C1 decoder during each second and; E31 – errors per second – The total number of blocks containing THREE erroneous symbols encountered by the C1 decoder during each second.

O erro C2 chamado de “secondary error correction stage” é formado pela identificação dos erros E11, E22 e E32. Onde o DOCULABS (1997) e Chapin (2002) definiram:

E22 – errors per second – The total number of blocks containing TWO erroneous symbols encountered by the C2 decoder during each second and E32 – errors per second – Regarded as uncorrectable errors, the total number of blocks containing THREE erroneous symbols encountered by the C2 decoder during each second.

O código de erro E11 significa que um erro foi corrigido no estágio C1. O código de erro E21 significa que dois erros foram corrigidos no estágio C1. O código de erro E31 significa três ou mais erros foram identificados no estágio C1 e que será aplicado o estágio C2.

O código de erro E12 significa que um erro foi corrigido no estágio C2. O código de erro E22 significa que dois erros foram corrigidos no estágio C2. O código de erro E32 significa três ou mais erros foram identificados e que os erros não podem ser corrigidos.

O BLER é um parâmetro utilizado para medir a confiabilidade das mídias de CD-ROM e CD-R, na ISO/IEC 10149 e ANSI/NAPM IT9.21-1996, considera-se: uma mídia confiável,

aquela que retornar menos que 220 códigos BLER em um segundo de leitura e; uma mídia pouco confiável aquela que retornar mais que 220 códigos BLER em um segundo de leitura. Já alguns fabricantes utilizam como padrão de confiabilidade para uma mídia confiável, aquela que retornar menos de 50 códigos BLER em um segundo de leitura.

O BLock Error Rate (BLER) é definido pela quantidade de *BBlock Error Rate errors per second*, ou seja o número de blocos contendo um ou mais erros em uma unidade de tempo, neste caso o segundo (DOCULABS, 1997).

A razão do BLER ser um bom indicador de qualidade esta ligado a possibilidade de leitura destes erros e a verificação da periodicidade em que são identificados, pois a medida que ocorrem com mais frequência, maior será a chance da mídia apresentar problema de leitura. O Red Book especifica uma quantidade máxima de BLER por segundo em uma mídia a de 220 por segundo, em uma medida de aproximadamente 10 segundos. Mídias de alta qualidade para a reprodução devem ter menos de 10 BLER por segundo.

No experimento de Hartke (2001) o autor utiliza o BLER para medir a confiabilidade das mídias de CD-R e estabelece como valores inaceitáveis mais de 220 códigos de BLER por segundo, valores aceitáveis as mídias que apresentam entre 220 e 100 códigos de BLER por segundo, valores considerados bons as mídias que apresentam entre 100 e 50 códigos de BLER por segundo e valores para mídias de alta qualidade as mídias que apresentam entre menos de 50 códigos de BLER por segundo. Neste mesmo estudo o autor considera os erros E22 e E32 (C2) como erros indicadores do final da vida útil das mídias de CD-R.

No experimento realizado por Slattery et al (2004) o BLER foi o principal parâmetro utilizado para a medição dos erros nas mídias e caracterização dos danos físicos causados pelo estresse das mídias.

Os estudos realizados por Trock (2001), Saffady (1997), Cozer (1999), Stinson et al (1995) e Meadows (2004), também utilizam e citam o C1, C2 e o BLER em seus estudos, cada um faz uma abordagem diferenciada, porém a motivação para o uso destes códigos é sempre ligado a verificação da confiabilidade da mídia.

Os padrões mais destacados para a medição da confiabilidade das mídias de CD-ROM e CD-R a partir da leitura lógica das mídias são os seguintes:

If (BLER < 220 per second) during 10 seconds – media is standard

If (BLER < 50 per second) during 10 seconds – media is very good

If (BLER > 220 per second) during 10 seconds – media isn't reliability

Os erros C1 e C2 podem ser detectados por softwares específicos como o Nero CD-DVD Speed e o KProbe, estes dois softwares são livres e combinados com leitores de CDs específicos, são capazes de identificar estes tipos de erros nas mídias de CD-ROM e CD-R.

Existem a disposição dois softwares que identificam erros lógicos em mídias de CD-ROM e CD-R, estes softwares são capazes de retornar basicamente os erros C1, C2 e BLER, os quais são detectados por leitores de CDs específicos. É importante ressaltar que nem todos os leitores são capazes de retornar os códigos de erro C1 e C2. O C2 é retornado por vários modelos de leitores de CD, porém o C1 é retornado por leitores específicos e mais difíceis de serem achados no mercado.

Os softwares são o Nero CD-DVD Speed e o KProbe, os quais estão disponíveis gratuitamente para download nos sítios dos fabricantes.

3.3.1 Nero CD-DVD Speed

O Nero CD-DVD Speed é um software gratuito e geralmente acompanha os pacotes do sistema de gravação da Nero ou está disponível para download gratuito no sítio www.cdspeed2000.com. Este software possui uma série de funcionalidades interessantes voltadas desde o desempenho do leitor utilizado indo até a verificação das mídias de CD e DVD.

Neste projeto é utilizada a funcionalidade de medição da qualidade da mídia o que é chamado pelo software de *Disc Quality*. Esta funcionalidade é capaz de reconhecer os erros que estamos trabalhando, tanto o C1 quanto o C2. É importante salientar que o reconhecimento destes

erros dependem do leitor utilizado, pois nem todos os leitores são capazes de identificar estes erros.

O Nero CD-DVD Speed apresenta de forma gráfica a identificação dos erros e nas mídias e atribui uma pontuação em relação a medição dos códigos, a qual pode variar de 100% a 0%. Neste software é esta medição que irá determinar a confiabilidade da mídia.

Observe que na área reservada para o gráfico serão apresentados os erros identificados na mídia analisada e que as opções podem ser manipuladas pelos menus do sistema. Observe também que há uma pontuação atribuída a mídia. O software também tem opções de Benchmark, informações do disco e escaneamento da mídia.

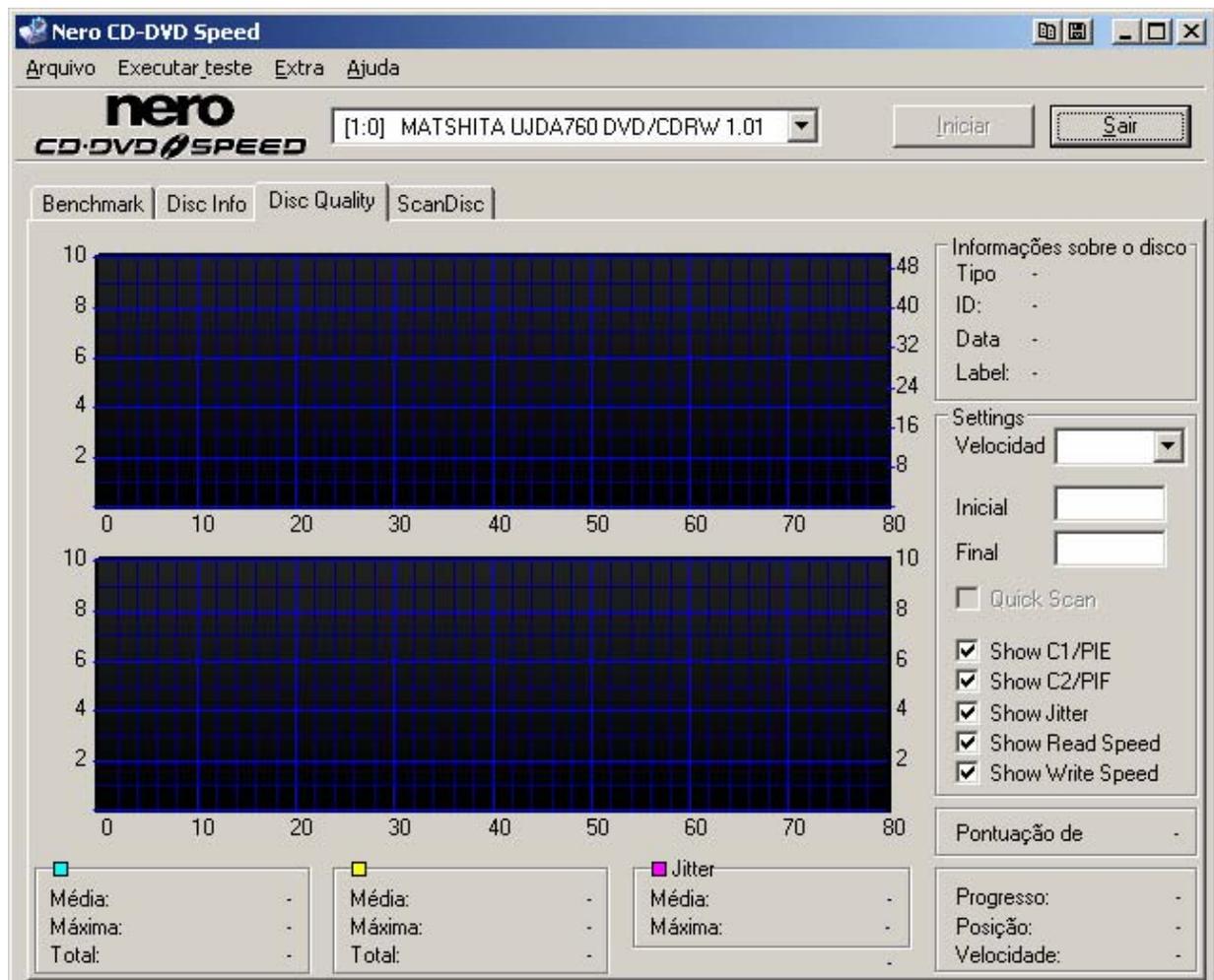


Figura 3.15 - Visão geral da funcionalidade "Disc Quality" do software Nero CD-DVD Speed

3.3.2 KProbe

O KProbe também é gratuito e é um software bastante utilizado para a identificação dos erros C1 e C2, este software foi desenvolvido por Karr e assim como no Nero CD-DVD Speed, apresenta várias funcionalidade relacionadas as mídias de CD. Ele está disponível para download nos endereços <http://www.liteonit.com/>, <http://www.cdfreaks.com/> e outros, onde é possível visualizar a utilização do sistema e várias análises realizadas com o software.

Neste projeto iremos utilizar a funcionalidade de medição do BLER, que é capaz de reconhecer os erros que estamos trabalhando, tanto o C1 quanto o C2. Salienta-se que o reconhecimento destes erros dependem do leitor utilizado, pois nem todos os leitores são capazes de identificar estes erros. Para este software os leitores mais compatíveis são os da marca LITEON.

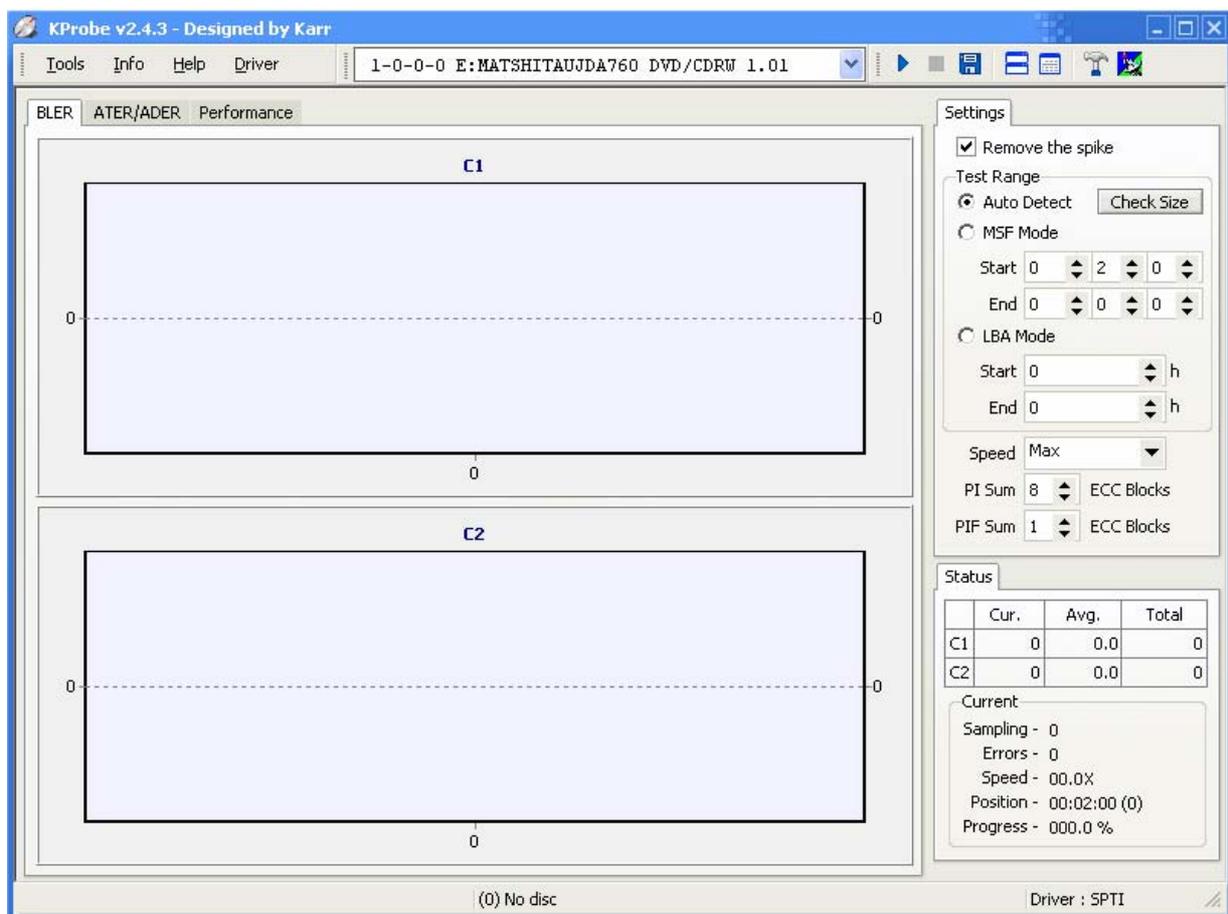


Figura 3.16 - Visão geral da funcionalidade de identificação do BLER no software KProbe

O KProbe apresenta de forma gráfica a identificação dos erros e nas mídias e apresenta um relatório da geral mídia. Neste software é esta medição que irá determinar a confiabilidade da mídia.

Observe que na área reservada para o gráfico serão apresentados os erros identificados na mídia analisada e outra reservada aos dados de identificação e relatórios.

Capítulo 4

Variáveis que Causam a Degradação e Danos nas Mídias

As mídias digitais são afetadas por diversas variáveis as quais influenciam diretamente em sua durabilidade e confiabilidade, dentre a bibliografia levantada, foi possível identificar as variáveis que mais afetam as mídias, são elas: a temperatura; a umidade relativa do ar; tempo de uso da mídia; a qualidade da mídia¹⁷; e a poluição.

As principais citações feitas sobre as variáveis estão nos seguintes artigos: a variável poluição atmosférica é citada por Borgat (1996); o tempo de uso da mídia é citado por Chervenak (1998) e Stinson, Ameli e Zaino (1995); a qualidade da mídia é citada no artigo de Baba (1999), o qual fala sobre a camada metálica de ouro e/ou prata, e nos artigos de Cozer (1999) e Quemel (2002), os quais falam sobre a camada metálica; as variáveis temperatura e umidade relativa do ar estão presentes na maioria dos artigos e são citadas por Saffady (1997), por Harvey (1995), por Hartke (2001), por Cozer (1999), por Chervenak (1998), por Borgat (1996), por Stinson, Ameli e Zaino (1995) e por Wong, James S. et al (1992). A temperatura e a umidade relativa estão ligadas diretamente a oxidação da camada metálica e a dilatação das mídias.

Algumas citações sobre condições e materiais que ajudam na preservação também são relatadas pelos diversos autores: a durabilidade está diretamente ligada às condições de armazenamento das mídias, Bogart (1996) e Saffady (1997); temperatura e umidade relativa do ar influenciam na durabilidade da mídia. Bogart (1996), Wong (1992), Howell (2000) e Saffady (1997); Baixas temperaturas ajudam a preservar as mídias, Bogart (1996); a qualidade dos

¹⁷ Materiais que constituem a mídia

materiais são fundamentais para a durabilidade das mídias. Bogart (1996) e Howell (2000); condições de estresses da mídia = 80°C e 85% RH – medição de falhas a cada 500 horas, verificando os bit's que estão ilegíveis, Wong (1992); teste acelerado de temperatura e umidade relativa do ar = 80°C e 85% RH – medição de falhas a cada 500 horas – um mês de armazenamento à 80°C equivale a 170 anos em armazenamento à 25°, ANSI IT9.21; número de vezes de acesso à mídia, Howell (2000); e manipulação da mídia, Howell (2000)

No estudo, foi observado que a composição física de cada mídia é determinante na sua durabilidade e confiabilidade, pois os materiais são mais ou menos resistentes às variáveis que influenciam seus elementos físicos.

Segundo Cozer (1999) e Saffady (1997), a camada metálica pode ser formada por ligas de ouro, prata, platina ou alumínio, no caso dos CD-ROM's o alumínio é o metal mais utilizado, por ser um barato e comum, porém dentre os demais metais, o alumínio é o que apresenta maior sensibilidade a corrosão.

4.1 Causa X efeito

Os danos físicos podem ser causados pela ação do ambiente e/ou pelo uso contínuo da mídia. Na hipótese do desgaste causado pelo ambiente, são objetos de estudo fatores como umidade relativa do ar e temperatura, identificados na literatura como os principais fatores de degradação da mídia. Na hipótese do uso contínuo da mídia, são estudados problemas causados pelo manuseio e pela leitura contínua das mídias, também identificados como principais fatores causadores de danos.

Fora o desgaste ambiental e os danos físicos causados pelo manuseio, também são considerados geradores de problemas físicos da mídia, o processo de fabricação e o material utilizado como matéria prima. O CD-ROM muitas vezes já sai da linha de produção danificado por estes motivos.

4.1.1 Fragmentos na mídia

Fragmentos depositados durante o processo de fabricação da mídia podem causar problemas de leitura, este problema é identificado por Saffady (1997), que indica em seu artigo que problemas de leitura podem ocorrer quando fragmentos forem depositados no processo de fabricação.

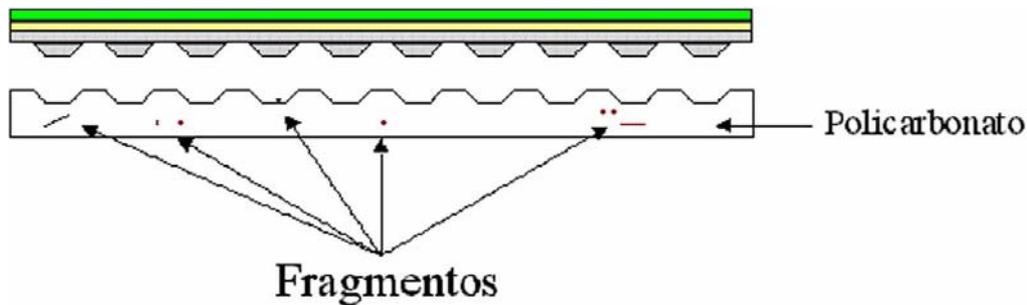


Figura 4.1 - Fragmentos depositados no policarbonato durante o processo de fabricação

Os fragmentos são normalmente decorrentes de ambientes de fabricação “poluídos”, o que causa a deposição de poeira atmosférica entre outros poluentes existentes.



Figura 4.2 - Imagem do fragmento



Figura 4.3 - Imagem microscópica do fragmento

4.1.2 Opacidade do policarbonato

A opacidade causada pela alteração das características físicas originais do policarbonato é citada por Cozer (1999) e está ligada diretamente a qualidade do policarbonato utilizado. Esta alteração ocorre normalmente pela ação da temperatura e da umidade relativa na mídia.

4.1.3 Ranhuras na camada de policarbonato

Ranhuras causadas no processo de limpeza da mídia e durante a sua manipulação, também são citadas por Saffady (1997) como fatores que danificam a mídia, a limpeza da mídia por processos inadequados e a manipulação inadequada das mídias podem causar ranhuras, as quais afetam o processo de leitura.



Figura 4.4 - Ranhuras na camada de policarbonato **Figura 4.5** - Ranhuras na camada de policarbonato

4.1.4 Trincas ou fissuras na camada de policarbonato

Trincas ou fissuras na camada de policarbonato ocorridas no processo de injeção do material durante a fabricação, são citadas por Harvey (1995), que aponta influência direta na camada de alumínio, pois estes defeitos podem acelerar a deterioração da camada metálica, a qual fica desprotegida.

4.1.5 Problemas na injeção do policarbonato

Durante a observação das mídias (microscópica) foi constatado a existência de partes onde o policarbonato apresenta falhas na injeção dos pits, ou seja, estes estão “fracos” e não representam a informação digital.

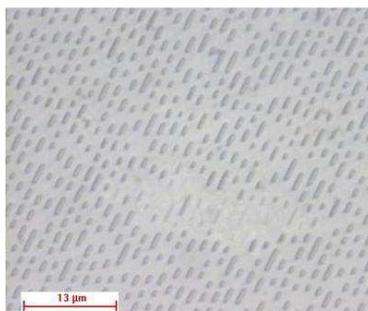


Figura 4.6 - Imagem microscópica da falha de injeção da camada de policarbonato

4.1.6 Corrosão por influência da temperatura e umidade relativa ao longo do tempo

Uma das principais preocupações em relação a preservação das mídias de CD-ROM e CD-R é a corrosão da camada metálica ao longo do tempo, pois tanto a temperatura, quanto a umidade relativa do ar podem influenciar sua deterioração, esta preocupação é apontada por Cozer (1999), Saffady (1997) e Harvey (1995).

Com o tempo é possível perceber microperfurações na camada metálica, estas microperfurações são causadas possivelmente pela ação do ambiente de armazenamento.

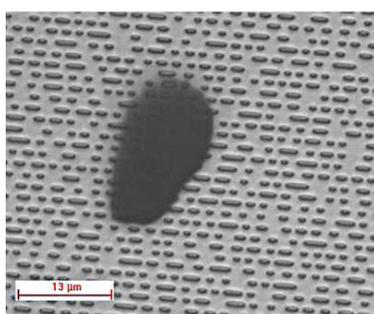


Figura 4.7 - Microperfurações em CD-ROM

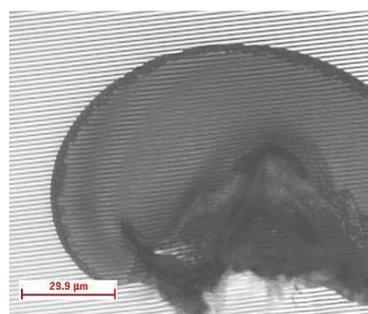


Figura 4.8 - Microperfurações em CD-R

Saffady (1997) e Cozer (1999) citam o que alumínio é o metal mais frágil entre os demais metais utilizados na camada reflexiva (ouro, prata e platina), levando em consideração a umidade

relativa do ar. Harvey também cita, que o principal problema na durabilidade de uma mídia de CD-ROM é a oxidação do alumínio.

4.1.7 Corrosão causada por bolhas de ar entre a camada metálica e a camada de policarbonato

Harvey (1995), cita a corrosão da camada metálica na junção do metal e do policarbonato, pela presença de oxigênio entre a camada metálica e a camada de policarbonato. Este problema é causado no processo de fabricação que podem deixar uma bolha de oxigênio entre a camada metálica e a camada de policarbonato, neste caso a proteção fica incompleta e causa corrosão na camada metálica.

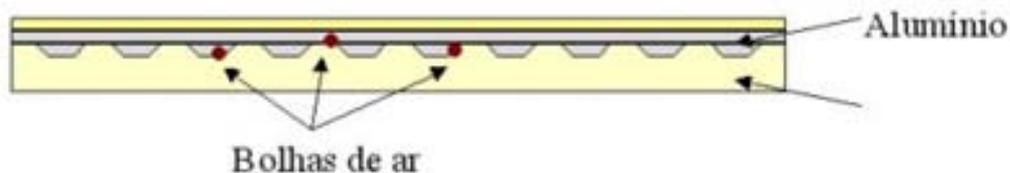


Figura 4.9 - Ilustração de bolhas entre a camada metálica e plástica

Segue as imagens feitas em Microscópio Eletrônico de Varredura (marca Jeal, modelo JXA-840^a).

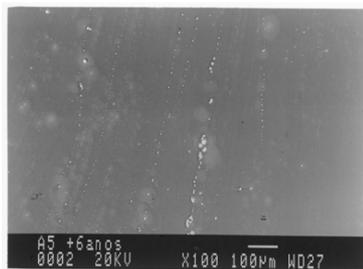


Figura 4.10 - Bolhas de ar entre a camada metálica e a camada de policarbonato

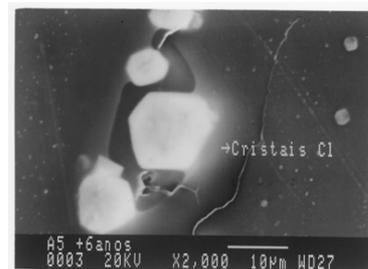


Figura 4.11 - Bolhas de ar entre a camada metálica e a camada de policarbonato

4.1.8 Corrosão causada pela existência de trincas e fissuras da camada de policarbonato ou na camada de laca/verniz

Trincas e fissuras na camada na camada de policarbonato causadas durante o processo de fabricação podem acelerar a deterioração da camada metálica, segundo Harvey (1995) “trincas ou fissuras na camada de policarbonato podem acelerar a deterioração da mídia”. Estas trincas e fissuras também podem se expandir e causar a fragmentação da mídia em seu processo de leitura.

4.1.9 Desestruturação da camada de laca/verniz situada entre a estampa e a camada metálica

A camada de tinta utilizada para estampar o CD-ROM pode acelerar a oxidação da camada metálica, por causar a desestruturação da camada plástica (laca/verniz) situada entre a estampa e a camada metálica. Harvey (1995).

4.1.10 Falha no processo de metalização do policarbonato

Durante a observação das mídias (microscópica) foi constatado outro problema físico, o qual pode ser causado no processo de metalização do policarbonato, este problema consiste em partes da mídia não metalizadas.



Figura 4.12 - Falha no processo de metalização



Figura 4.13 - Imagem microscópica da falha do processo de metalização

4.1.11 Danos na camada de laca/verniz

A camada de laca/verniz é a menos citada como causadora de problemas, porém é relatada sua desestruturação em função da serigrafia feita de forma inadequada, este fenômeno pode causar a degradação acelerada da camada metálica, como citado acima.

4.1.12 Desbalanceamento da mídia

O leitor pode não ler a mídia em alta velocidade, por problemas de balanceamento da mídia, segundo Saffady (1997), o desbalanceamento da mídia pode ser causado por problemas na impressão do rótulo, fixação de adesivos ou falhas na distribuição do material que a compõe.

4.1.13 Leitor com defeito

Um leitor com defeito pode danificar a mídia, pois qualquer contato físico com a mídia em alta velocidade causará arranhões ou até mesmo fragmentação.

4.1.14 Obsolescência dos leitores de CD¹⁸

O modelo do leitor de CD-ROM e a qualidade do leitor de CD-ROM, também são problemas relatados, Bogart (1996), diz que “A vida útil de uma mídia pode estar limitada a obsolescência dos leitores de CD-ROM (10 à 20 anos). Não importa se ela poderá durar 50 anos se não pudermos lê-la”.

¹⁸ Apesar não ser um dano físico, é um dos principais problemas relatados

Capítulo 5

Modelo Matemático Baseado em Confiabilidade para mídias de CD-ROM e CD-R

Neste capítulo é apresentado o modelo matemático para estimativa da confiabilidade das mídias de CD-ROM e CD-R e sua fundamentação teórica-prática, tendo como base a teoria de confiabilidade de sistemas. Ele está dividido em quatro partes distintas, porém complementares, são elas: fundamentação teórica da confiabilidade de sistemas; descrição das variáveis utilizadas no desenvolvimento do modelo; fundamentação dos valores aplicados nas tabelas e respectivas tabelas; modelo estatístico do NCD-G e fundamentação.

A fundamentação teórica da confiabilidade de sistemas apresenta uma revisão sobre os conceitos utilizados para o desenvolvimento do modelo estatístico proposto.

A descrição das variáveis utilizadas no desenvolvimento do modelo descreve a nomenclatura das variáveis utilizadas e servirá de base para a atribuição dos nomes das variáveis do Sistema de Análise de Confiabilidade de CD's (SAConf_CD).

A fundamentação dos valores aplicados nas tabelas e respectivas tabelas trazem a fundamentação em trabalhos publicados na área e em experiência práticas, as quais são utilizadas para a atribuição dos valores nas tabelas relacionadas.

O modelo estatístico do NCD-G e fundamentação apresentam o modelo estatístico final do Nível de Confiabilidade das mídias de CD-ROM e CD-R, este modelo estatístico é baseado nos conceitos da confiabilidade de sistemas e em todo estudo desenvolvido.

O capítulo apresenta uma aplicação e um modelo matemático baseado na teoria de confiabilidade de sistemas para as mídias digitais. O modelo foi inicialmente desenvolvido para a análise de mídias do tipo CD-ROM e CD-R, porém sua aplicação pode ser estendida outros tipos de mídias digitais, como por exemplo as mídias de DVD, a qual apresenta uma estrutura bastante semelhante a do CD. O modelo apresentado é utilizado como base para o desenvolvimento do SAConf_CD

5.1 Fundamentação teórica da confiabilidade de sistemas

A qualidade e as diversas falhas existentes nos sistemas e componentes, associados aos índices de confiabilidade exigidos atualmente nos processos complexos e de alta tecnologia, exigem cada vez mais a presença de modelos capazes de assegurar a continuidade do processo e seu funcionamento em perfeitas condições, o mesmo se aplica quando relacionamos a confiabilidade de uma mídia de armazenamento de documentos digitais.

A definição de um modelo baseado na confiabilidade das mídias digitais, neste projeto as mídias de CD-ROM e CD-R, é fundamental para a manutenção dos diversos documentos digitais existentes, os quais são armazenados em mídias digitais e nem sempre são tratados de forma a garantir a preservação digital deste novo tipo de documentação.

5.1.1 Introdução à confiabilidade

O estudo da confiabilidade e suas ferramentas são fundamentais para a determinar as possibilidades de falha, vida útil, durabilidade, desempenho, condições de operação, manutenção etc, seja de um componente ou um sistema. Estes atributos são importantes para a garantir de forma desejável o funcionamento de processos e/ou componentes os quais necessitam ter índices de confiabilidade pré-definidos, seja qual for o motivo.

Segundo Billinton e Allan (1987) e Cavalca (2000), após a 1ª Guerra Mundial, durante a expansão da indústria aeronáutica, foram pela primeira vez introduzidos e utilizados os conceitos de confiabilidade, porém a noção de confiabilidade já é utilizada, mesmo sem conhecimento

técnico, no cotidiano de cada pessoa desde o início da civilização, gerando técnicas de adequação dos produtos disponíveis no mercado às necessidades do consumidor.

Para Cavalca (2000),

o grau de interesse e o nível de confiabilidade a ser alcançado, quando aplicada para quantificar a performance de sistemas, estão estreitamente ligados às eventuais conseqüências que um comportamento não confiável pode causar. A implementação de critérios de confiabilidade certamente encarecem o objeto de estudo, porém, estes mesmos critérios normalmente salvam não só o dinheiro, mas também vidas.

E neste trabalho, podemos pensar em salvar também os documentos digitais e quem sabe um pouquinho de nossa História.

No caso da documentação digital, qualquer perda pode ser considerada catastrófica, imagine se eu não tivesse feito as cópias de segurança desta dissertação e a mídia digital a qual estava armazenando este documento digital falhasse. O dano causado, apesar de fundamentar um pouco mais o tema de estudo, poderia levar o projeto ao fracasso, imagine quantos projetos foram perdidos e estão sendo perdidos pela falta de confiabilidade das mídias digitais.

5.1.2 Conceitos básicos sobre confiabilidade

A definição de confiabilidade segundo Billinton e Allan (1987) é apresentada como a probabilidade de um determinado dispositivo desempenhar suas funções adequadamente, por um determinado tempo, sob condições de operação estabelecidas. Apesar de existirem outros conceitos de confiabilidade, para o estudo adotaremos este conceito, por entender que as mídias (CD-ROM e CD-R) são compatíveis com a definição proposta, como por exemplo: a probabilidade de falha de um CD-ROM é de 5%, quando acondicionado em ambiente climatizado (18°C e 35%UR) por um período de 4 anos.

As principais funções da confiabilidade são apresentadas pela função confiabilidade $R(t)$, função densidade probabilidade de falha $f(t)$, função probabilidade de falha $Q(t)$ e função taxa de falha $\lambda(t)$. Segundo os autores Billinton e Allan (1987) e Cavalca (2000) as definições destas função são:

- Função confiabilidade $R(t)$: é probabilidade de um sistema operar com sucesso num intervalo de tempo entre 0 e t , onde t corresponde ao tempo esperado para operação do processo com sucesso. O sucesso da operação é definido como o desempenho do sistema na função pretendida, num determinado intervalo de tempo, sob condições estabelecidas.
- Função densidade probabilidade de falha $f(t)$: é a probabilidade que a falha venha a ocorrer no tempo entre t e $t + \Delta t$.
- Função probabilidade de falha $Q(t)$: é probabilidade que o sistema venha a falhar antes de $T = t$, onde T corresponde ao tempo decorrido até o sistema falhar, ela é comumente referenciada como função de Não-Confiabilidade.
- Função taxa de falha $\lambda(t)$: A freqüência de falhas de determinado componente ou sistema é representada usualmente em confiabilidade pela taxa de falhas.

A função confiabilidade $R(t)$ apresentada por Billinton e Allan (1987) e o relacionamento entre as demais funções é apresentado dado por:

$$R(t) = 1 - Q(t) \quad (5.1)$$

Onde a função densidade probabilidade de falha $f(t)$ é dada por:

$$f(t) = \frac{dQ(t)}{dt} = -\frac{dR(t)}{dt} \quad (5.2)$$

Ou a função probabilidade de falha $Q(t)$ é dada por:

$$Q(t) = \int_0^t f(t)dt \quad (5.3)$$

E a função confiabilidade $R(t)$ é novamente apresentada por:

$$R(t) = 1 - \int_0^t f(t)dt \quad (5.4)$$

Então:

$$R(t) = \int_t^{\infty} f(t)dt \quad (5.5)$$

Além disso, sabe-se que:

$$\lambda(t) = -\frac{1}{N_s(t)} \frac{d}{dt} N_s(t) \quad (5.6)$$

$$\lambda(t) = \frac{N_0 f(t)}{N_s} = \frac{f(t)}{[N_s(t)/N_0]} \quad (5.7)$$

Então:

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)} \quad (5.8)$$

5.1.3 Distribuição de Weibull

Segundo os autores Meeker e Escobar (1998), Fuqua (1987) e Billinton e Allan (1987), a distribuição de Weibull é uma distribuição especialmente utilizada para aplicações parametrizáveis de confiabilidade, os quais são utilizados para a determinação da vida útil de um componente.

A distribuição apresenta dois parâmetros básicos, onde o α reflete parâmetro de escala, ou seja, o tamanho da unidade na qual a variável aleatória t é medida e β reflete a parâmetro de forma da distribuição. O α é um parâmetro de escala, ou vida característica, na qual 63,2% da população teria falhado), Fuqua (1987). A função de densidade acumulada de Weibull $f(t)$ é igual a:

$$f(t) = \frac{\beta(t)^{\beta-1}}{\alpha^\beta} \exp\left[-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta\right] \quad (5.9)$$

onde $t \geq 0$, $\beta > 0$ e $\alpha > 0$.

Sendo a função confiabilidade definida pela Equação (5.5), substituindo-se a função de densidade acumulada de Weibull $f(t)$ da Equação (5.9) obtemos:

$$R(t) = \exp\left[-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta\right] \quad (5.10)$$

Sendo a função probabilidade de falha definida pela Equação (5.1), substituindo-se a função de densidade acumulada de Weibull $f(t)$ da Equação (5.9) obtemos:

$$Q(t) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta\right] \quad (5.11)$$

5.1.4 Tempo médio para falha (TMPR)

Segundo Lafraia (2001) o tempo médio para falha, TMPR ou MTTF, é o “reparo de componentes; obtido de uma amostra nas mesmas condições de uso do componente desejado”. O TMPR será utilizado neste projeto para a definição da manutenibilidade e da análise de risco dos sistemas de CD-ROM e CD-R.

A possibilidade da determinação do TMPR servirá de ferramenta para a definição dos riscos de um arquivo digital utilizando mídias de CD-ROM e CD-R, possibilitando o gerenciamento do risco e a necessidade de utilização de mídias redundantes.

O TMPR ou MTTF é dado por:

$$TMPR = \int_0^{\infty} R(t) dt \quad (5.12)$$

5.1.5 Teoria da probabilidade

A teoria da probabilidade é apresentada por Billinton e Allan (1987) como a razão entre o número de casos favoráveis e o número total de alternativas. Assumindo que os casos favoráveis equivalem ao sucesso e os casos desfavoráveis equivalem às falhas:

$$P(\text{sucesso}) = \frac{\text{número_de_sucessos}}{\text{número_total_de_saídas}} \quad (5.13)$$

$$P(\text{falha}) = \frac{\text{número_de_falhas}}{\text{número_total_de_saídas}} \quad (5.14)$$

Consequentemente se s = sucesso e f = falha, podemos obter:

$$P(\text{sucesso}) = \frac{s}{s + f} = p \quad (5.15)$$

$$P(\text{falha}) = \frac{f}{s + f} = q \quad (5.16)$$

Onde:

$$p + q = 1 \quad (5.17)$$

Segundo Cavalca (2000) existem sete teoremas fundamentais de probabilidade, são eles:

- A probabilidade de ocorrência de um evento encontra-se entre zero e um. A probabilidade nula é a certeza de não ocorrência do evento, enquanto que a probabilidade unitária é a certeza de sucesso do evento: $0 \leq P(A) \leq 1$.
- A soma de probabilidades de uma situação é igual a unidade. $P(S) = 1$, onde S é o evento determinado, definido, também chamado conjunto universal ou espaço amostral completo.

- Tendo presentes as definições de eventos exclusivos e eventos independentes, podem-se definir como complementares dois eventos onde, se um deles não ocorre, o outro acontece. O evento complementar de A é denominado \bar{A} . Onde:

$$A + \bar{A} = S \quad \text{e} \quad A\bar{A} = \emptyset \quad (5.18)$$

Probabilidade de evento nulo:

$$P(\emptyset) = P(\bar{S}) = 0 \quad (5.19)$$

Probabilidade da união de um evento e seu complementar:

$$P(A + \bar{A}) = P(S) = 1 \quad \text{e} \quad P(A) = 1 - P(\bar{A}) \quad (5.20)$$

- Se o evento A e o evento B são mutuamente exclusivos, então: $P(A+B) = P(A) + P(B)$, onde $(A+B)$, neste caso, significa A ou B , ou ainda, $(A \cup B)$. Este teorema pode ser estendido a um número infinito de eventos mutuamente exclusivos $A_1, A_2, A_3 \dots$. Esta propriedade é chamada aditividade infinita, ou seja:

$$P(A_1 + A_2 + A_3 + \dots) = P(A_1) + P(A_2) + P(A_3) + \dots \quad (5.21)$$

- A propriedade mutua de dois eventos independentes é igual ao produto das probabilidades de cada evento. $P(AB) = P(A)P(B)$. Estendendo o raciocínio para n eventos os quais são todos independentes, então:

$$P(A_1 A_2 A_3 \dots A_n) = P(A_1)P(A_2)P(A_3) \dots P(A_n) = \prod_{i=1}^n P(A_i) \quad (5.22)$$

- Probabilidade de união de eventos não exclusivos da figura ocorre a seguinte união:

$$(A + B) = (A\bar{B} + AB) + (B\bar{A} + AB) = A\bar{B} + B\bar{A} + AB \quad (5.23)$$

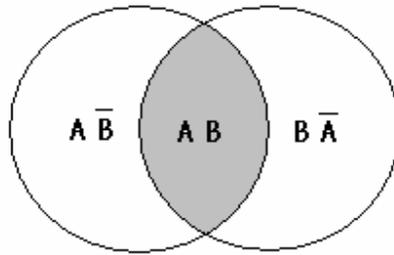


Figura 5.1 - Conjunto AB

Como $\overline{A \cap B}$, $A \cap B$ e $B \cap \overline{A}$ são exclusivos e já simplificando:

$$P(A + B) = P(A) + P(B) - P(AB) \quad (5.24)$$

Se os eventos são exclusivos, $P(AB) = 0$, então:

$$P(A + B) = P(A) + P(B) \quad (5.25)$$

- Probabilidade condicional ou dependente: A notação $P(A/B)$ denota a probabilidade de ocorrência do evento A, sendo conhecida a ocorrência do evento B. Por exemplo, em n triagens o evento B ocorre $[nP(B)]$ vezes, enquanto que o evento AB ocorre $[nP(AB)]$ vezes. A notação AB significa interseção, ou seja:

$$AB = A \cap B \quad (5.26)$$

Então:

$$nP(AB) = nP(B)P(A/B) \quad (5.27)$$

Onde:

$$P(A/B) = \frac{P(AB)}{P(B)} = \frac{\text{número_de_ocorrências_de_AB}}{\text{número_de_ocorrências_de_b}} \quad (5.28)$$

Interseção de dois eventos, a interseção de eventos é a ocorrência simultânea dos mesmos:

$$P(AB) = P(A)P(A/B) = P(B)P(A/B) \quad (5.29)$$

Se os eventos são exclusivos , então:

$$AB = \emptyset \text{ e } P(AB) = P(\emptyset) = 0 \quad (5.30)$$

Sabe-se, ainda que para:

$$P(A) = 0 \text{ e } P(B) = 0, P(B/A) = 0 \text{ e } P(A/B) = 0 \quad (5.31)$$

Para três ou mais eventos (A_1, A_2, A_3) , considera-se $A = A_1$ e $B = A_2A_3$. Onde:

$$P(AB) = P(A)P(B/A) = P(A_1)P(A_2A_3/A_1) \quad (5.32)$$

$$P(A_1A_2A_3) = P(A_1) \frac{P(A_1A_2A_3)}{P(A_1)} \frac{P(A_1A_2)}{P(A_1A_2)}$$

$$P(A_1A_2A_3) = P(A_1) \frac{P(A_1A_2)}{P(A_1)} \frac{P(A_1A_2A_3)}{P(A_1A_2)}$$

$$P(A_1A_2A_3) = P(A_1)P(A_2/A_1)P(A_3/A_1A_2) \quad (5.33)$$

Estendendo este raciocínio para n eventos:

$$P(A_1A_2A_3...A_n) = P(A_1)P(A_2/A_1)P(A_3/A_1A_2)...P(A_n/A_1A_2...A_{n-1}) \quad (5.34)$$

5.1.6 Aspectos combinatórios de confiabilidade de sistemas

Segundo Billinton e Allan (1987) procedimentos de avaliação e decomposição de sistemas são uma das ferramentas para a definição da confiabilidade de sistemas complexos, onde é estimada a confiabilidade de cada componente sistema para finalmente ser construído o modelo final de confiabilidade do sistema complexo.

Cavalca (2000) diz que, técnicas de modelagem e aspectos combinatórios são utilizados para conectar componentes em série, paralelo ou estruturas mistas, ou ainda uma combinação

entre todas elas. Os conceitos de confiabilidade são empregados para computar a confiabilidade do sistema em termos das confiabilidades de suas sub-unidades.

Estrutura em série: segundo Billinton e Allan (1987) e Cavalca (2000), estrutura em série é um conjunto é considerado disposto logicamente em série do ponto de vista da confiabilidade se o sucesso da operação sistema depende do sucesso da operação de todos os seus componentes. Os componentes não necessitam estar fisicamente dispostos em série, mas é de fundamental importância que todos funcionem para que o sistema funcione.

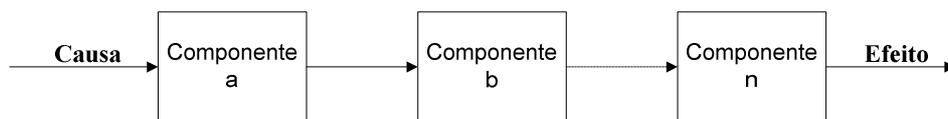


Figura 5.2 - Sistema em série

Pallerosi (1987) define que “a probabilidade de um sistema em série é igual ao produto das confiabilidades de cada equipamento que compõe o sistema”. O bom funcionamento total implica que 1, 2, ..., n sejam bons, ou seja:

$$D_s = 1 - \prod_{i=1}^n C_i \rightarrow \text{representa a probabilidade acumulada de falhas} \quad (5.35)$$

$$C_s = \prod_{i=1}^n C_i \rightarrow \text{representa a confiabilidade} \quad (5.36)$$

Estrutura em paralelo: segundo Billinton e Allan (1987) e Cavalca (2000), estrutura em paralelo é um conjunto logicamente disposto em paralelo do ponto de vista da confiabilidade se o sucesso da operação do sistema depende da operação de pelo menos um dos seus componentes. Os componentes não necessitam estar fisicamente dispostos em paralelo, mas é de fundamental importância que pelo menos um deles funcione para que o sistema funcione.

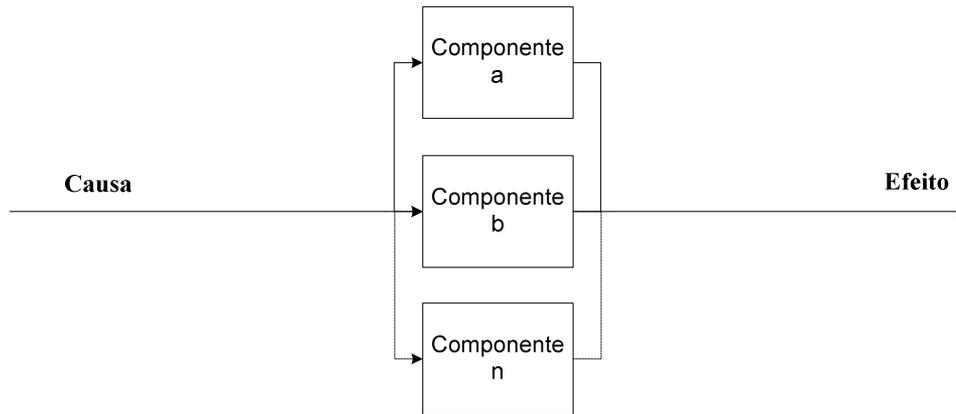


Figura 5.3 - Sistema em paralelo

Pallerosi (1987) define que a confiabilidade de um sistema em paralelo é igual ao produto da probabilidade de falha dos equipamentos que compõem o sistema. O bom funcionamento do sistema implica que pelo menos um componente do sistema esteja bom, ou seja:

$$D_s = \prod_{i=1}^n D_i \quad \rightarrow \text{representa a probabilidade acumulada de falhas} \quad (5.37)$$

$$C_s = 1 - D_s \quad \rightarrow \text{representa a confiabilidade} \quad (5.38)$$

As estruturas mistas representam a combinação das estruturas em série e em paralelo, as quais se combinam a atingir o nível de confiabilidade desejado. As estruturas mistas respeitam as mesmas definições da estrutura em série e paralelo, ou seja, os mesmos modelos são aplicadas para a combinação desejada. Como por exemplo:

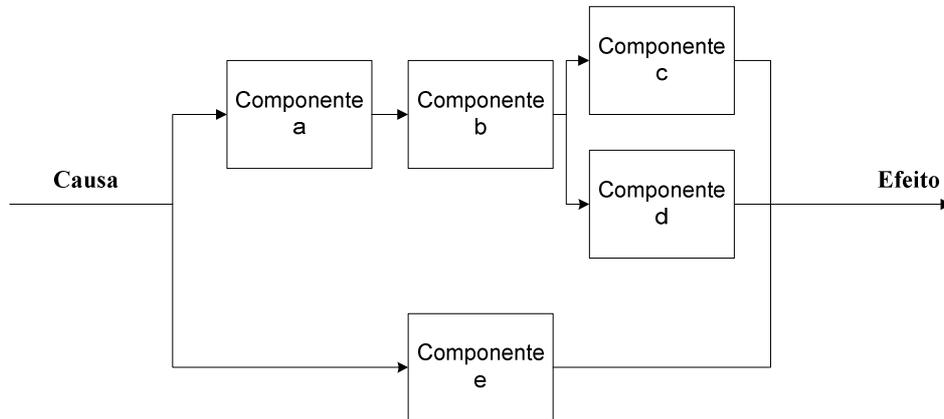


Figura 5.4 - Sistema misto

Para a determinação da confiabilidade deste sistema, o mesmo deve sofrer reduções, ou seja, separado em partes e calculado cada uma das partes respeitando sempre a estrutura, seja ela série ou paralelo.

5.1.7 Árvore de Falhas (FTA – Fail Tree Analysis)

Segundo Billinton e Allan (1987) e Cavalca (2000) a árvore de falhas é um método de avaliação probabilística onde subsistemas são utilizados para a definição da árvore de falhas, podendo evidenciar pontos críticos do sistema de forma visível, este tipo de análise utiliza a lógica inversa da árvore de eventos, partindo do chamado TOP-Event e ramificando de cima para baixo, explorando assim todas as combinações de eventos que podem resultar na falha determinada pelo TOP-Event.

Para Fuqua (1996) a árvore de falhas é baseada em deduções lógicas, partindo do genérico para o específico, ou seja, da falha que se deseja estudar até os eventos causadores das falhas.

Segundo Cavalca (2000), os procedimentos básicos para desenvolver uma árvore de falhas são os seguintes:

- Identificar o evento indesejado, ou a condição de falha;
- Estudar e entender o sistema analisado;

- Determinar as causas funcionais de ordem mais elevadas que podem causar a falha inicialmente identificada;
- Determinar as relações lógicas de eventos de ordem inferior que podem resultar em eventos funcionais de ordem superior;
- Construir a árvore de falhas utilizando o conjunto de blocos básicos de estruturas e;
- Estimar e reduzir a árvore de falha qualitativamente ou quantitativamente, conforme desejado.

Veja o exemplo citado por Cavalca (2000): considerando os eventos conhecidos e independentes entre si, com probabilidade de ocorrência igual a $p = \frac{1}{4}$. Deve-se estimar a confiabilidade de ocorrência do evento denominado *top event T*.

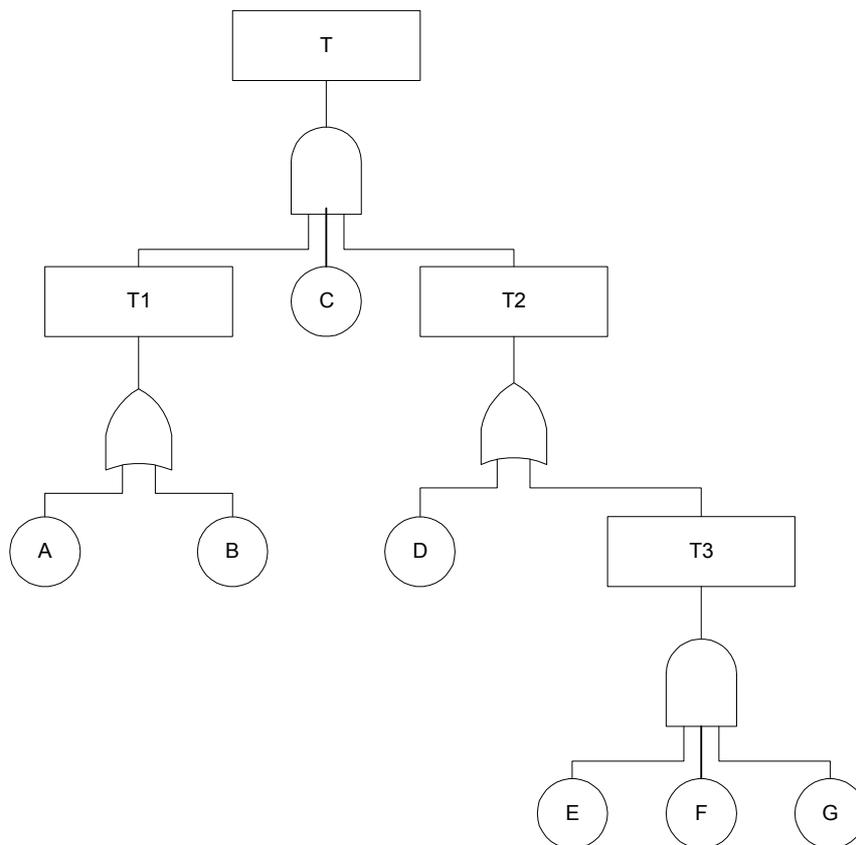


Figura 5.5 - Árvore de falhas - exemplo

$$T = T1CT2 = (A + B)C(T3 + D) = (A + B)C(EFG + D) \quad (5.39)$$

$$P(T) = P(A + B)P(C)P(EFG + D)$$

$$P(T) = [P(A) + P(B) - P(A)P(B)]P(C)[P(EFG) + P(D) - P(DEF G)]$$

$$P(T) = \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{4} - \frac{1}{16}\right) \left(\frac{1}{4}\right) \left(\frac{1}{64} + \frac{1}{4} - \frac{1}{256}\right) = \frac{469}{16384} = 0,028625 = 2,8625\% \quad (5.40)$$

5.2 Descrição das variáveis utilizadas no desenvolvimento do modelo

O Nível Crítico de Durabilidade Geral de uma mídia de CD-ROM e CD-R (NCD-G) será determinado, a partir de um modelo lógico de identificação dos fatores críticos para a durabilidade da mídia, são eles:

1. **AA** – Ambiente de armazenamento
 - **AT** – Temperatura
 - **UR** – Umidade relativa

2. **NM** – Natureza da mídia
 - **TM** – Tipo da mídia
 - **MA** – Marca
 - **ME** – Camada metálica
 - **TI** – Camada de tintura

3. **AL** – Análise lógica da mídia
 - **C1** – Identificação de BLER (utilização do C1)
 - **C2** – Identificação do C2

4. **AF** – Análise física da mídia
 - **PR** – Problema físico

- **PR[01]** – Nenhum
- **PR[02]** – Identificação de microperfurações na camada metálica
- **PR[03]** – Identificação de descolamento de camadas
- **PR[04]** – Identificação de ranhuras na camada de policarbonato
- **PR[05]** – Identificação de fragmentos nas camadas internas
- **PR[06]** – Identificação de opacidade na camada de policarbonato
- **PR[07]** – Identificação de deformação física da mídia
- **PR[08]** – Identificação de trincas ou fissuras
- **PR[09]** – Identificação de problemas na injeção do policarbonato
- **PR[10]** – Identificação da laca/verniz
- **PR[11]** – Identificação de desbalanceamento da mídia
- **PR[12]** – Outros

5. **TG** – Tempo de gravação

6. **NCD-G** – Nível Crítico de Durabilidade Geral

5.3 Fundamentação dos valores aplicados nas tabelas e respectivas tabelas

Nesta parte será apresentada toda fundamentação teórica-prática para a definição das tabelas e parâmetros de escala utilizados como referência. É importante lembrar que os estudos e o material levantado apresentam algumas divergências e nem sempre mostram o mesmo resultado, o que dificulta a determinação de um parâmetro ideal, porém, a maioria dos estudos considera as variáveis levantadas e apresentam alguma perspectiva em relação a elas.

As perspectivas apresentadas pelos estudos serão utilizadas para a fundamentação das tabelas de referência, as quais foram elaboradas, utilizando três colunas básicas: a variável a ser considerada; a tolerância e; o valor α de referência.

A variável a ser considerada, como o próprio nome diz refere-se a variável a ser tratada no momento da análise.

A tolerância estabelece um nível máximo e um nível mínimo para a atribuição dos valores da variável a ser considerada, em algumas tabelas, a tolerância não existirá, pois são tabelas com variáveis críticas onde não cabe tolerância.

O valor de referência é o valor α utilizado para a aplicação do modelo de confiabilidade, este valor foi atribuído levando em consideração os estudos apresentados, porém como ainda não é possível afirmar os valores exatos, os mesmos receberam valores proporcionais e graduais ao risco apresentado pela variável nos diversos estudos.

A fundamentação abordada nos itens abaixo, em algum momento, já foi abordada, porém nos itens são descritas de forma mais direta e detalhadas.

5.3.1 Ambiente de armazenamento

O ambiente de armazenamento das mídias é um dos principais problemas levantados em relação a confiabilidade e durabilidade das mídias de CD-ROM e CD-R, sendo abordado basicamente a influencia ambiental. Na literatura são abordadas várias questões ambientais as quais influenciam na degradação das mesmas, as principais abordagens dizem respeito a temperatura, a umidade relativa do ar, a poluição ambiental e a iluminação ambiente.

Para Byers (2003) em guia publicado pelo Council on Library and Information Resources (CLIR) e pelo National Institute of Standards and Technology (NIST), um dos itens considerados para a longevidade das mídias é exposição da camada metálica em relação ao oxigênio, o que poderia deixar a camada menos reflexiva e com pequenos pontos de oxidação. No texto, as variáveis de temperatura e umidade relativa, juntamente com a poluição ambiental, são citadas como fatores causadores da deste contato, pois as desestruturas da camada de laca ou da camada de policarbonato permitiriam a passagem do oxigênio e poluentes até a camada metálica. Outro item abordado por Byers é a influência da temperatura e umidade na camada de tinta do CD-R, pois esta se desgasta naturalmente e lentamente, porém seu desgaste pode ser acelerado por índices elevados das variáveis de temperatura e umidade relativa do ar.

Para Slattery et al (2004) em artigo pelo NIST, a temperatura e a umidade relativa do ar são os fatores que mais influenciam na expectativa de vida das mídias ópticas, porém para ele, o fator

iluminação do ambiente também é importante, mas ainda não foi muito bem investigado. No estudo publicado por Slattery (ibid) foi realizado um experimento em mídias de CD-R e DVD-R, o qual leva em consideração os fatores temperatura, umidade relativa do ar, material utilização para a composição das camadas físicas das mídias e luminosidade.

O experimento realizado por Slattery (ibid) foi baseado na simulação de condições extremas de temperatura e umidade relativa (60° C até 90°C, 70% até 90% UR) durante períodos de tempo predefinidos (aproximadamente 48 horas), ao final de cada período foi realizado análises lógicas para a medição dos chamados BLER para CDs e nos chamados PIE para DVDs, os quais são parâmetros para a medição da confiabilidade destas mídias. O estudo demonstrou que o material é fator fundamental na composição dos mesmos e que estas variáveis influenciam diretamente na degradação das mídias, ou seja, quanto maior a temperatura e a umidade relativa do ar em relação ao tempo de exposição, maior será a degradação da mídia.

O experimento publicado por Borgat (1996), realizado no NML em 1995 sobre a preservação de mídias, demonstra os resultados da expectativa de vida de diversas mídias, entre elas o CD-ROM e o CD-R. A metodologia utilizada mostra um teste acelerado, onde foram considerados as variáveis temperatura, umidade e poluentes ambientais. Este artigo apresenta algumas tabelas que mostram a longevidade das mídias em relação a temperatura e a umidade, como visto anteriormente. Estas tabelas ajudam a comprovar a influência da temperatura e umidade relativa do ar em relação a confiabilidade das mídias.

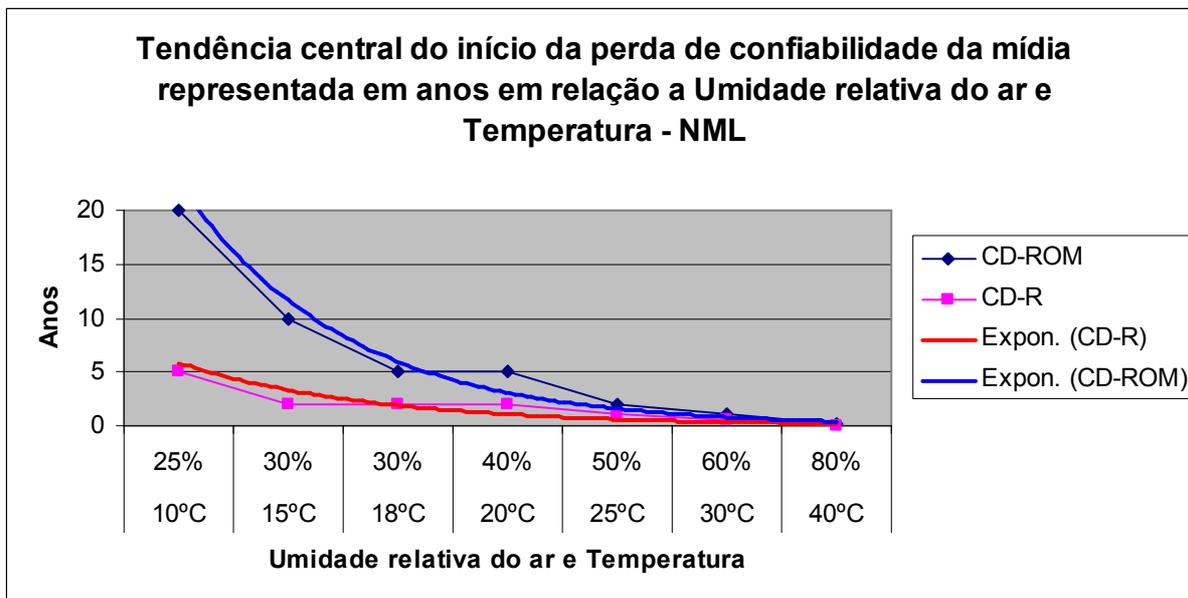


Figura 5.6 - Gráfico com a exponencial em relação a Umidade Relativa do Ar e a Temperatura

O National Archives of Australia (NAA, 2002), também apresenta algumas considerações sobre o armazenamento das mídias e apresenta uma tabela levando em consideração as condições ambientais para a preservação das mídias durante 30 anos.

O Centro Nacional de Desenvolvimento e Gerenciamento da Informação (CENADEM), tem publicado em seu sítio uma tabela referente a Mídias X Condições Ambientais X Durabilidade. Esta tabela faz uma relação entre temperatura e umidade relativa do ar, o tipo da mídia e a durabilidade em anos.

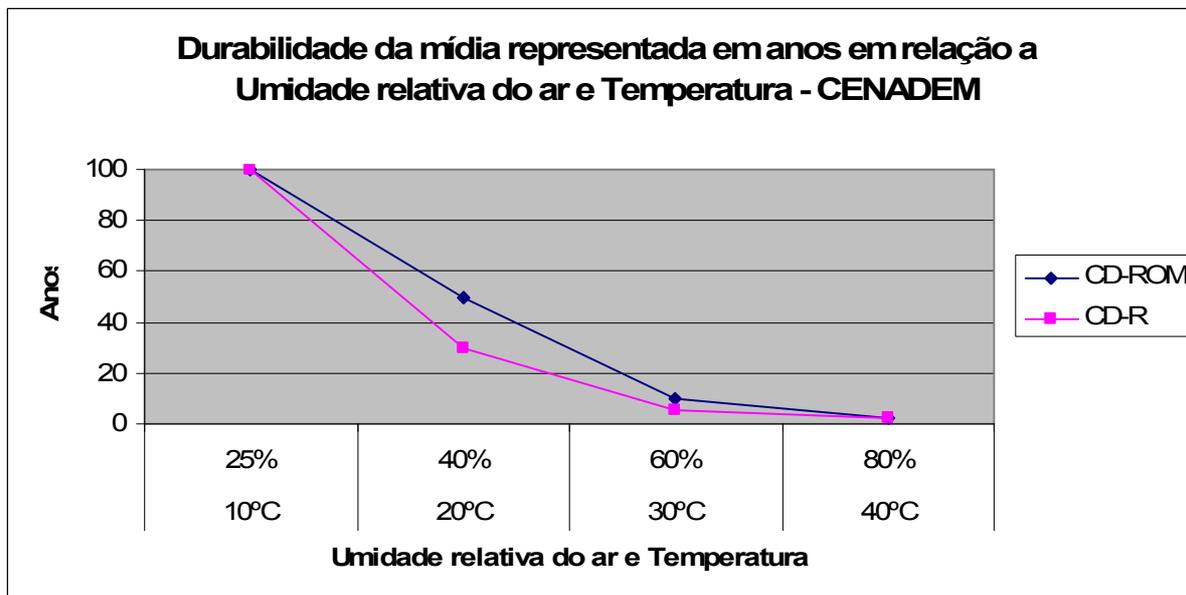


Figura 5.7 - Gráfico do CENADEM relativo aos dados de durabilidade em relação a Umidade Relativa do Ar e a Temperatura

Outros estudos realizados por Hartke (2001), Saffady (1997) e Harvey (1995), também abordam as variáveis de temperatura e umidade relativa do ar como variáveis de influência na degradação das mídias de CD-ROM e CD-R.

Como existem poucos estudos em relação a poluição ambiental e iluminação ambiente, e como foi dado uma grande ênfase em relação a temperatura e umidade relativa, estas consideradas fundamentais na maioria dos trabalhos estudados, tanto a poluição quanto a iluminação foram desconsideradas no modelo a ser apresentado.

Tendo em vista que as condições ambientais de armazenamento influenciam diretamente a confiabilidade das mídias, é definido a seguir a os índices de para as variáveis de temperatura e umidade relativa.

- **Temperatura**

Determinação da $P(AT)$ em relação a temperatura média de armazenamento da mídia, o AT .

Aplicando a regressão linear:

Onde:

$$\alpha = \overline{\text{Temperatura}} - b\bar{\alpha} \quad (5.41)$$

e

$$b = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \quad (5.42)$$

E considerando que para a Temperatura igual 0°C o índice adotado de alfa é igual a 240, ou seja, $\alpha = 240$ e para a Temperatura igual a 100°C o índice adotado de falha é igual a 40, ou seja, $\alpha = 40$. Obtém-se o gráfico a seguir:

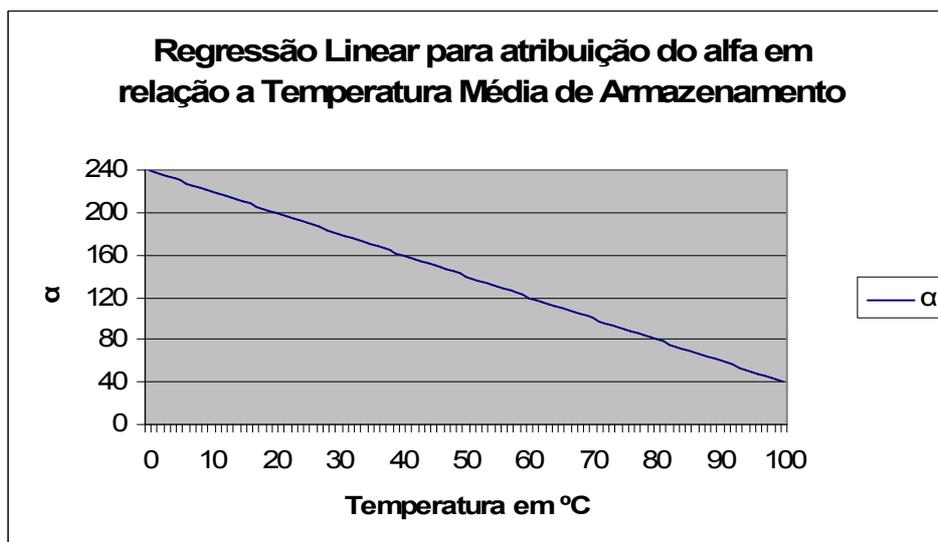


Figura 5.8 - Gráfico referente a regressão linear em relação a Temperatura

Tabela 5.1: Referência para o cálculo da confiabilidade em relação a temperatura

Temperatura média	Tolerância	α
10° C	1° C	220
15° C	1° C	210
20° C	1° C	200
25° C	1° C	190

30° C	1° C	180
40° C	1° C	160
Não identificado ou fora do padrão estipulado		80

- **Umidade relativa**

Determinação do P(UR) em relação a umidade relativa média de armazenamento da mídia, o UR.

Aplicando a regressão linear, como demonstrado nos modelos 5.40 e 5.41 e considerando que para a Umidade Relativa igual 0% o índice adotado de alfa é igual a 240, ou seja, $\alpha = 240$ e para a Umidade Relativa igual a 100% o índice adotado de falha é igual a 40, ou seja, $\alpha = 40$. Obtém-se o gráfico a seguir:

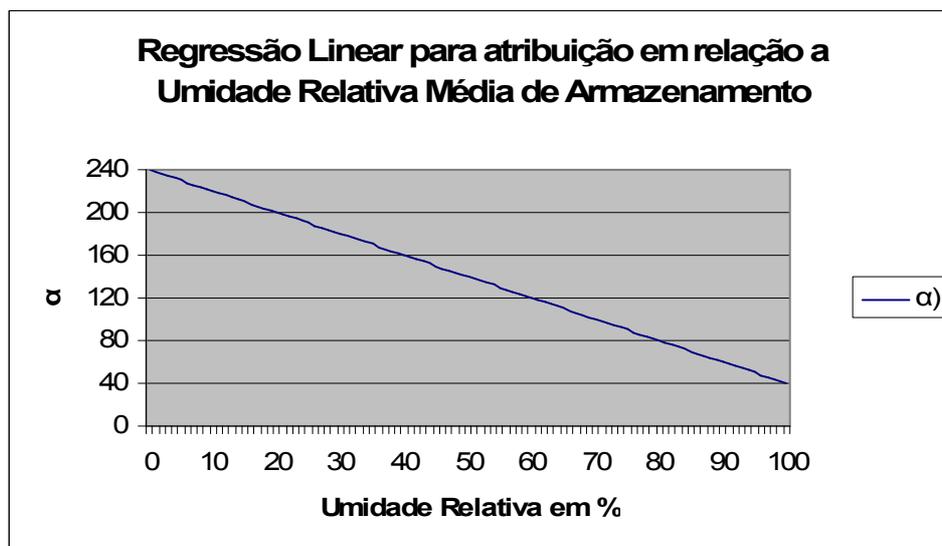


Figura 5.9 - Gráfico referente a regressão linear em relação a Umidade Relativa do Ar

Tabela 5.2: Referência para o cálculo da confiabilidade em relação a Umidade Relativa

Umidade relativa média	Tolerância	α
25% UR	1 %	190
30% UR	1 %	180
40% UR	1 %	160

50% UR	1 %	140
60% UR	1 %	120
80% UR	1 %	80
Não identificado ou fora do padrão estipulado		40

O Gráfico a seguir demonstra de forma visual o decréscimo da confiabilidade em relação a influência da temperatura e da umidade relativa do ar.

5.3.2 Formato da mídia

O formato das mídias também é um dos principais problemas levantados em relação a confiabilidade e durabilidade das mídias de CD-ROM e CD-R, sendo abordado basicamente em relação a qualidade do material utilizado, ao tipo da mídia (CD-ROM e CD-R) e ao processo de fabricação. Na literatura são abordadas questões relacionadas ao formato das mídias as quais influenciam na degradação das mesmas, as principais abordagens dizem respeito qualidade do material utilizado, o tipo da mídia (CD-ROM ou CD-R) e o processo de fabricação.

No experimento realizado por Slattery et al (2004) em mídias de CD-R, foram selecionados aleatoriamente mídias comerciais com as tecnologias de mais comuns na atualidade, estas tecnologias representam a estrutura e materiais utilizados para a fabricação deste tipo de mídia. Neste experimento foi feita uma tabela, a qual representa os materiais que compõem as mídias, esta tabela é utilizada para a realização da comparação da degradação das mídias em situações extremas de temperatura, umidade relativa do ar e luminosidade.

Slattery (ibid), em seu experimento abordou a camada metálica e a camada de tintura, utilizando mídias com as seguintes características: mídia **S1** – camada metálica não identificada e camada de tintura Super Azo; mídia **S2** – camada metálica não identificada e camada de tintura Phthalocyanine; mídia **S3** – camada metálica não identificada e camada de tintura Super Azo; mídia **S4** – camada metálica com liga de ouro e prata e camada de tintura Phthalocyanine; mídia **S5** – camada metálica de prata e camada de tintura Metal stabilized cyanine; mídia **S6** – camada metálica de prata e camada de tintura Phthalocyanine e; mídia **S7** – camada metálica de prata e camada de tintura Phthalocyanine.

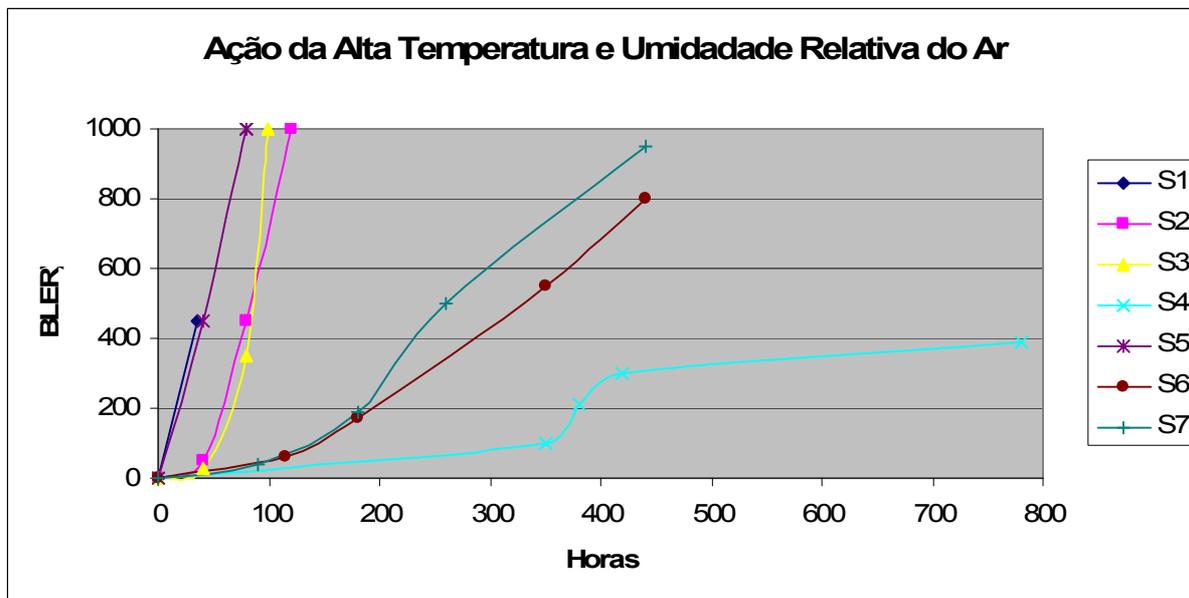


Figura 5.10 - Gráfico apresentado por Slattery (2004) em decorrência do estudo feito pelo NIST

O experimento demonstra que a mídia mais estável em relação a temperatura e umidade relativa do ar é a S4, seguida de pelas mídias S6 e S7 respectivamente, neste caso a camada metálica de materiais mais nobre e a camada de tinta com o Phthalocyanine, determinam uma confiabilidade maior em relação a estas variáveis. Em relação a camada de tinta é demonstrado neste experimento que a camada de tinta de Phthalocyanine apresenta a melhor performance em relação aos demais materiais, seguida respectivamente do Metal stabilized cyanine e do Super Azo. Em relação a camada metálica, fica claro que a liga dos metais nobres ouro e prata apresenta melhor performance, seguida pela camada metálica de prata e pelas não identificadas respectivamente.

O gráfico a seguir demonstra a tendência central entre os valores apresentados por Slattery em relação a camada metálica. Para projeção do gráfico foi realizado o cálculo da média entre as curvas onde a camada metálica é coincidente.

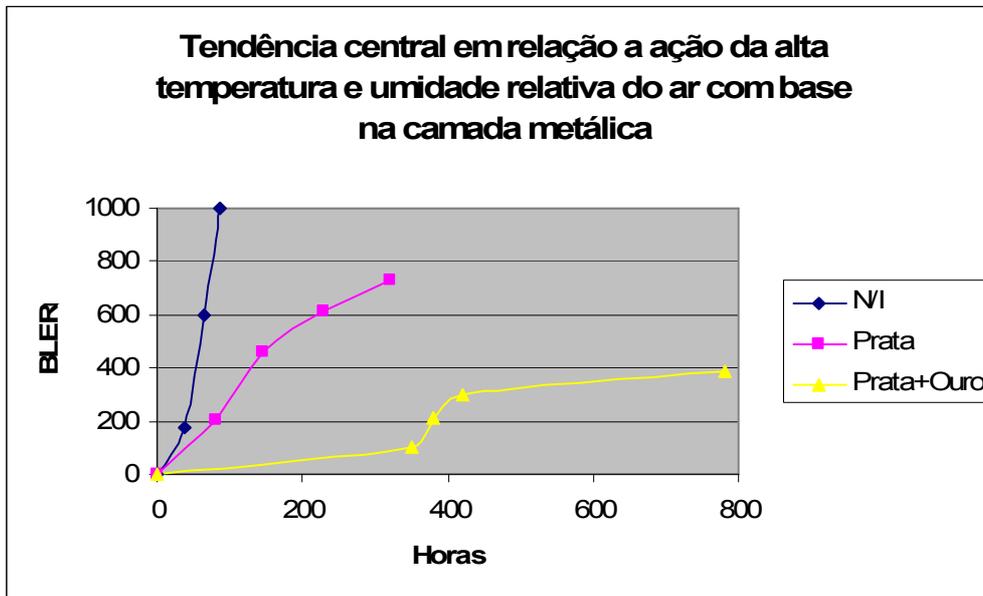


Figura 5.11 - Gráfico com a tendência central em relação a camada metálica tendo como base o estudo feito pelo NIST

Assim como no gráfico anterior, o gráfico a seguir demonstra a tendência central entre os valores apresentados por Slattery (ibid) em relação a camada de tinta. Para projeção do gráfico foi realizado o cálculo da média entre as curvas onde a camada de tinta é coincidente.

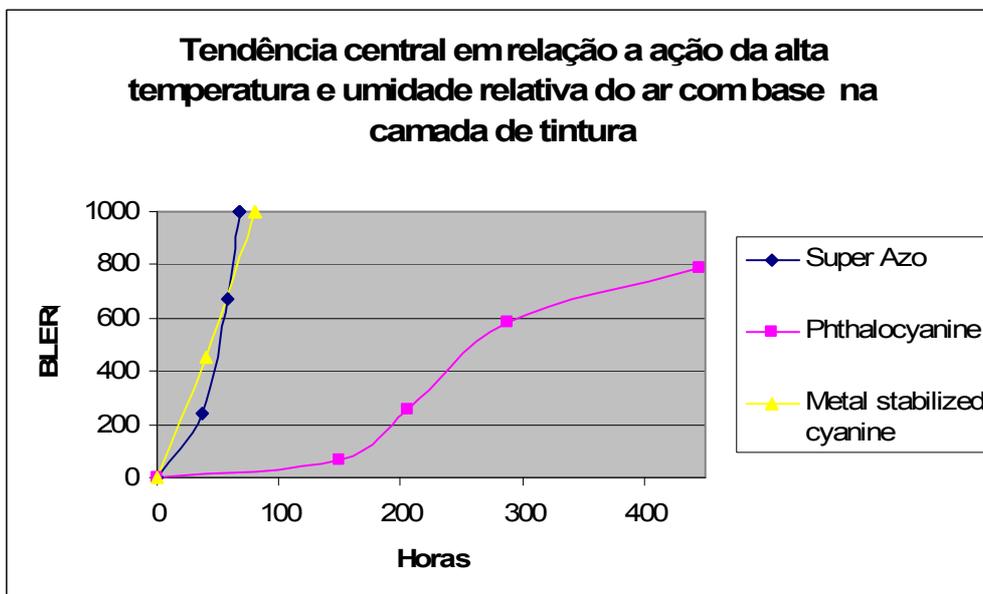


Figura 5.12 - Gráfico com a tendência central em relação a camada metálica tendo como base o estudo feito pelo NIST

Byers (2003) em seu estudo cita a camada de alumínio como uma das mais utilizadas para a fabricação de CD-ROM, por ser mais barata e de fácil aplicação, porém o alumínio é mais sensível a oxidação quando exposto à atmosfera, esta oxidação diminui a capacidade de reflexão da camada metálica e conseqüentemente afeta a leitura da mídia. Nas mídias de CD-R são utilizados o ouro, liga ouro/prata e a prata para a camada metálica, a prata é mais reflexiva, porém mais sensível a reação com o dióxido sulfúrico, já o ouro é mais estável e pouco corrosivo. Alguns fabricantes trabalham com uma liga de metálica de prata e ouro, esta liga tem um bom custo benefício.

No texto de Byers (2003) também é destacado que a camada de tintura (orgânica) degrada-se naturalmente ao longo do tempo e, portanto sua qualidade reflete diretamente na confiabilidade das mídias de CD-R e que não é utilizado o alumínio para a camada metálica por este reagir com a camada de tintura, o que mudaria as propriedades fundamentais para o armazenamento da informação.

Para Trock (2001) a camada de tintura é a camada mais frágil do CD-R. Esta camada pode ser feita de quatro tipos diferentes: cyanine, phthalocyanine, metal stabilized cyanine e Azo. O cyanine é o mais antigo e atualmente o mais frágil, foi patenteado Taiyo Yuden e apresenta uma coloração entre o verde e o azul. O metal stabilized cyanine é mais estável que o cyanine original, foi patenteado pela TDK e também apresenta sua coloração entre o verde e o azul. O phthalocyanine patenteado pela Mitsui é considerado o mais estável entre as mídias e apresenta uma coloração azul. O Azo foi patenteado pela Verbatim/Mitsubishi e este pode apresentar problemas de compatibilidade com alguns gravadores de CD e também apresenta uma coloração voltada ao azul.

Os autores Saffady (1997), Hartke (2001), Cozer (1999), Chervenak (1998) e Quemel (2002), também abordam os tipos da mídias e suas influências na confiabilidade das mídias de CD-ROM e CD-R.

Vale a pena lembrar que o processo de gravação das mídias de CD-R ocorre com a incidência de um laser de alta potência na camada de tintura, um ponto nesta camada é aquecido pelo laser formando os chamados pit's. No caso do CD-R a exposição da mídia em altas

temperaturas afetam diretamente a estrutura da camada de tinta e conseqüentemente as informações ali armazenadas.

Como existem poucos estudos disponíveis em relação ao processo de fabricação e como foi dado uma grande ênfase em relação a qualidade dos materiais e ao tipo da mídia, o processo de fabricação foi desconsiderado no modelo a ser apresentado.

A composição da camada plástica (policarbonato) e da camada de laca foram desconsideradas propositalmente, já que os estudos também não levam em consideração estas camadas, porém é importante salientar que a qualidade das mesmas também influenciam na confiabilidade das mídias de CD-ROM e CD-R.

Tendo em vista que o formato influencia diretamente a confiabilidade das mídias, são definidos a seguir a os índices de para as variáveis tipo de mídia, marca, camada metálica e camada de tinta.

- **Tipo da mídia**

Determinação do TM em relação ao tipo da mídia, o **TM**.

Tabela 5.3: Referência para o cálculo da confiabilidade ao tipo da mídia

Tipo da mídia	Tolerância	TM
CD-ROM	-	1
CD-R	-	2
Não identificado ou fora do padrão estipulado		0

- **Marca**

Determinação do P(MAR) em relação ao tipo da mídia, o **MAR**.

Tabela 5.4: Tabela de referência para o cálculo da confiabilidade em relação a marca

Marca	Tolerância	α
--------------	-------------------	----------------------------

Com marca	-	360
Não identificado ou fora do padrão estipulado		180

- Camada metálica

Aplicando a regressão linear no gráfico a seguir foi possível identificar pontos de referência no valor de 220 BLER, valor utilizado pela ANSI/NAPM IT9.21-1996 para determinar o limite da tolerância deste tipo de erro, entre a camada não identificada, a camada de prata e a camada de liga de ouro+prata. Estes valores foram utilizados para a definição dos valores do α .

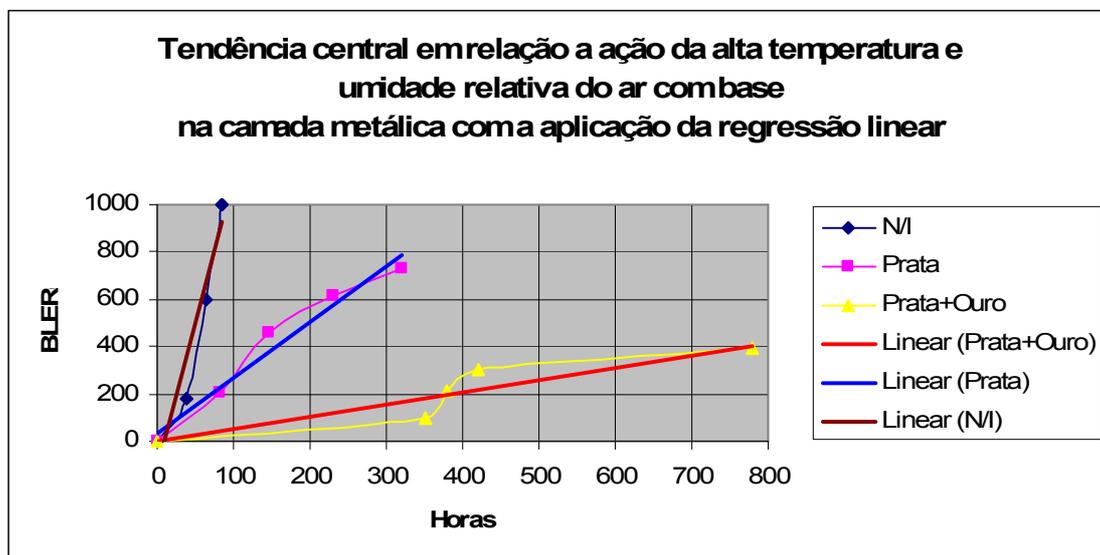


Figura 5.13 - Tendência central em relação a ação da alta Temperatura e Umidade Relativa do Ar na camada metálica com aplicação da regressão linear

Determinação do P(ME) em relação ao material, o ME.

Tabela 5.5: Referência para o cálculo da confiabilidade em relação camada metálica

Materiais	Tolerância	α
Alumínio	-	66
Prata	-	74
Ouro + Prata	-	300
Ouro		360

- **Camada de tinta (válida somente para o CD-R)**

Aplicando a regressão linear no gráfico a seguir foi possível identificar pontos de referência no valor de 220 BLER, valor utilizado pela ANSI/NAPM IT9.21-1996 para determinar o limite da tolerância deste tipo de erro, entre a camada Super Azo, a camada de Phthalocyanine e a camada de liga de Metal Stabilized Cyanine. Estes valores foram utilizados para a estimativa dos valores do α .

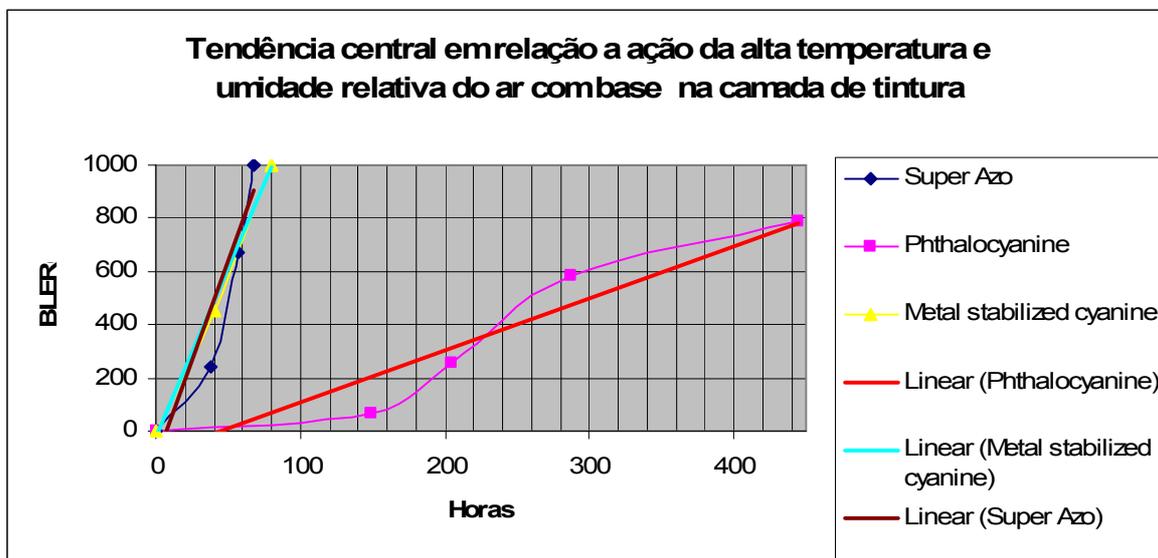


Figura 5.14 - Tendência central em relação a ação da alta Temperatura e Umidade Relativa do Ar na camada de tinta com aplicação da regressão linear

Determinação do P(TI) em relação ao material, o TI.

Tabela 5.6: Referência para o cálculo da confiabilidade em relação camada de tinta

Materiais	Tolerância	α
Cyanine		66
Super Azo		78
Metal stabilized cyanine		78

Phthalocyanine		360
Não identificado ou fora do padrão estipulado		50
Se TM = 1 Então		360

5.3.3 Análise lógica da mídia

Na maioria dos experimentos estudados a confiabilidade das mídias de CD-ROM e CD-R é medida a partir dos códigos de erros C1 e C2, estes códigos são definidos pela ISO/IEC 10149 e ANSI/NAPM IT9.21-1996. O C1 é considerado um erro não crítico, pois é corrigido em tempo de processamento através de um algoritmo de correção de erros, este erro dá origem a um parâmetro chamado BLER, o qual é utilizado para medir a confiabilidade das mídias de CD-ROM e CD-R. O C2 é considerado um erro crítico, pois quando este código de erro é retornado, existe um problema de leitura que não pode ser corrigido pelo sistema de paridade destas mídias.

O BLER como já descrito anteriormente é um parâmetro utilizado para medir a confiabilidade das mídias de CD-ROM e CD-R, na ISO/IEC 10149 e ANSI/NAPM IT9.21-1996, considera-se: uma mídia confiável, aquela que retornar menos que 220 códigos BLER em um segundo de leitura e; uma mídia pouco confiável aquela que retornar mais que 220 códigos BLER em um segundo de leitura. Já alguns fabricantes utilizam como padrão de confiabilidade para uma mídia confiável, aquela que retornar menos de 50 códigos BLER em um segundo de leitura.

No experimento de Hartke (2001) o autor utiliza o BLER para medir a confiabilidade das mídias de CD-R e estabelece como valores inaceitáveis mais de 220 códigos de BLER por segundo, valores aceitáveis as mídias que apresentam entre 220 e 100 códigos de BLER por segundo, valores considerados bons as mídias que apresentam entre 100 e 50 códigos de BLER por segundo e valores para mídias de alta qualidade as mídias que apresentam entre menos de 50 códigos de BLER por segundo. Neste mesmo estudo o autor considera os erros E22 e E32 (C2) como erros indicadores do final da vida útil das mídias de CD-R.

No experimento realizado por Slattery et al (2004) o BLER foi o principal parâmetro utilizado para a medição dos erros nas mídias e caracterização dos danos físicos causados pelo estresse das mídias.

Os estudos realizados por Trock (2001), Saffady (1997), Cozer (1999), Stinson et al (1995) e Meadows (2004), também utilizam e citam o C1, C2 e o BLER em seus estudos, cada um faz uma abordagem diferenciada, porém a motivação para o uso destes códigos é sempre ligado a verificação da confiabilidade da mídia.

Os erros C1 e C2 podem ser detectados por softwares específicos como o Nero CD-DVD Nero CD-DVD Speed e o KProbe, estes dois softwares são livres e combinados com leitores de CDs específicos, são capazes de identificar estes tipos de erros nas mídias de CD-ROM e CD-R.

- **Identificação de BLER (utilização do C1)**

Determinação do P(C1) em relação a análise lógica com identificação do BLER, o C1.

Tabela 5.7: Referência para o cálculo da confiabilidade em relação ao BLER

Quantidade de BLER	Tolerância	α
Menor que 50	00 – 50	Verde – 360
50 – 220	50 – 220	Amarelo – 36
Acima de 220	Acima de 220	Vermelho – 12
Não identificado ou fora do padrão estipulado		180

- **Identificação de C2**

Determinação do P(C2) em relação a análise lógica com identificação do C2, o C2.

Tabela 5.8: Referência para o cálculo da confiabilidade em relação ao C2

Quantidade de C2	Tolerância	α
Nenhum	00	Verde – 360
Acima de 01	Acima de 01	Vermelho – 12
Não identificado ou fora do padrão estipulado		180

5.3.4 Análise física da mídia

A análise física está diretamente ligada a situação atual em que a mídia se encontra, ou seja, a partir da análise física será possível determinar problemas já existentes. Os danos físicos já existentes são considerados críticos no processo de análise, pois os problemas físicos existentes já indicam perda da confiabilidade das mídias de CD-ROM e CD-R. Alguns danos tratados neste item, já foram descritos no capítulo 04.

Algumas mídias podem sair do processo de fabricação, já com problemas de fragmentos depositados durante o processo de fabricação da mídia, estes fragmentos podem causar problemas de leitura, os fragmentos são identificado por Saffady (1997), que indica em seu artigo que problemas de leitura podem ocorrer quando fragmentos forem depositados no processo de fabricação. Os fragmentos são normalmente decorrentes de ambientes de fabricação “poluídos”, o que causa a deposição de poeira atmosférica entre outros poluentes existentes.

Cozer (1999) cita em seu artigo problemas de leitura causados pela opacidade a qual acontece pela limpeza inadequada das mídias ou pela ação do tempo.

Saffady (1997) indica que processos de limpeza inadequados e manipulação descuidada como fatores de geração de ranhuras nas camadas superficiais das mídias de CD-ROM e CD-R, estas ranhuras causam problemas de leitura.

Trincas e fissuras na camada de policarbonato também podem causar erros de leitura, inclusive a fragmentação da mídia no próprio leitor devido a rotação em alta velocidade e a propagação da trinca ou fissura, as trincas e fissuras também expõe as camadas internas a ação do meio ambiente. Este problema é abordado por Harvey (1995).

A oxidação da camada metálica pode causar perda da capacidade de reflexão do laser e microperfurações na camada metálica. Cozer e Saffady (1997) citam o que alumínio é o metal mais frágil entre os demais metais utilizados na camada reflexiva (ouro, prata e platina), levando em consideração a umidade relativa do ar. Harvey (1995) também cita, que o principal problema na durabilidade de uma mídia de CD-ROM é a oxidação da camada metálica causada pela existência de bolhas de ar entre as camadas e pela ação da temperatura e umidade relativa do ar.

Com o tempo é possível perceber microperfurações na camada metálica, estas microperfurações são causadas possivelmente pela ação do ambiente de armazenamento.

Harvey (1995) cita a desestruturação da camada de proteção (laca/verniz) causado pelo ambiente de armazenamento e pela ação de etiquetas, canetas, serigrafia etc.

Como já visto anteriormente, também pode ocorrer problemas na metalização da camada metálica, isso causa falhas durante o processo de leitura da mídia.

O desbalanceamento da mídia é indicada por Saffady (1997), este desbalanceamento pode causar erros de leitura e até mesmo a fragmentação da mídia durante o processo de leitura dos dados.

Na tabela apresentada e no modelo de confiabilidade, o problema físico é considerado crítico, pois ele indica de forma clara que a mídia já apresenta algum problema, o que compromete sua confiabilidade.

- **Problema físico**

Determinação do PR é a análise de danos físicos identificados.

Tabela 5.9: Referência para o cálculo da confiabilidade em relação ao problema físico

Identificação do Problema	Tolerância	PR[01..12])
Nenhum	-	Verde – 0,0
Microperfurações na camada metálica	-	Vermelho – 1,0
Descolamento de camadas	-	Vermelho – 1,0
Ranhuras na camada de policarbonato	Pequenas ranhuras	Amarelo – 0,5
Fragmentos nas camadas internas	-	Vermelho – 1,0
Opacidade na camada de policarbonato	-	Amarelo – 0,5
Deformação física da mídia	-	Vermelho – 1,0

Trincas ou fissuras	-	Vermelho – 1,0
Problemas na injeção do policarbonato	-	Vermelho – 1,0
Desestruturação da laca/verniz	-	Vermelho – 1,0
Desbalanceamento da mídia	-	Vermelho – 1,0
Outros	Análise usuário	Vermelho – 1,0

Tabela 5.10: Referência para o cálculo da confiabilidade em relação ao problema físico

Problema	Tolerância	α
$\sum(\text{PR}[01..12]) < 0,5$	-	Verde – 360
$0,5 < \sum(\text{PR}[01..12]) < 1$	-	Amarelo – 36
$\sum(\text{PR}[01..12]) > 1$	-	Vermelho – 12
Não identificado ou fora do padrão estipulado		

5.3.4 Tempo de gravação

O tempo de gravação é determinante na elaboração do modelo, pois ele atribui ao tempo os valores de desgaste da mídia.

A ação do tempo é realmente um problema na preservação do documento digital por décadas, centenas e milhares de anos, pois neste tipo de documentação abordamos diretamente as questões tecnológicas, seja a questão da obsolescência da tecnologia em relação ao software e ao hardware ou a ação do tempo nos tipos de suportes digitais, incluído as mídias de CD-ROM e CD-R.

A exposição das mídias de CD-ROM e CD-R a condições ambientais adversas por um longo prazo de tempo e a própria degradação natural pode causar problemas físicos nestes tipos de mídias, por este motivo, o tempo é uma das variáveis mais abordadas em todos os trabalhos estudados.

Muitos estudos e experimentos indicam tabelas e índices de confiabilidade de mídias de CD-ROM e CD-R relacionando o ambiente de armazenamento e o tempo de armazenamento, os estudos não apresentam tabelas homogenias e em alguns casos, os dados contidos nas tabelas são bastante diferentes, porém todos os estudos deixam claro a ação do tempo em relação ao ambiente de armazenamento, citando principalmente a temperatura e umidade relativa do ar.

O estudo apresentado por Borgat (1996), demonstra os resultados da expectativa de vida de diversas mídias, entre elas o CD-ROM e o CD-R em relação ao tempo e as condições ambientais de armazenamento. A metodologia utilizada mostra um teste acelerado, onde foram considerados as variáveis temperatura, umidade e poluentes ambientais. Este teste apresenta algumas tabelas que mostram a longevidade das mídias em relação a temperatura e a umidade.

Tabela 5.11: Início da perda de confiabilidade da mídia representada em anos em relação a Umidade relativa do ar e Temperatura - NML (NML 1996)

Nome da Mídia	Temp. °C	Umidade Relativa %	Durabilidade – Anos
CD-ROM	40	80	0,4
	30	60	1
	25	50	2
	20	40	5
	18	30	5
	15	30	10
	10	25	20
CR-R	40	80	0,08
	30	60	0,5
	25	50	1
	20	40	2
	18	30	2
	15	30	2
	10	25	5

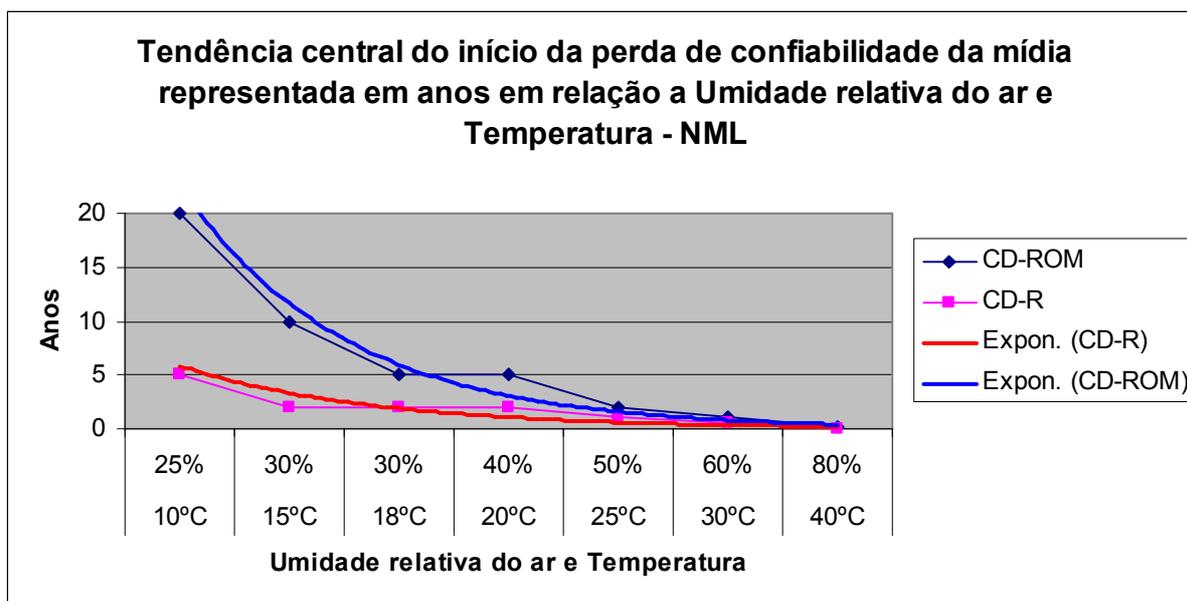


Figura 5.15 - Gráfico com a exponencial em relação a Umidade Relativa do Ar e a Temperatura

O estudo realizado pelo Arquivo Nacional da Austrália – NAA (2002) recomenda o ambiente climatizado de 20°C com tolerância de 2°C e 50% de umidade relativa com tolerância de 5% para conservação de mídias ópticas por um período de até 30 anos.

O sítio do CENADEM (2005) também aborda a questão da ação do tempo em relação ao ambiente de armazenamento e apresenta a seguinte tabela:

Tabela 5.12: Durabilidade das mídias / Mídias x Condições Ambientais x Durabilidade (CENADEM 2005)

Nome da Mídia	Temp. °C	Umidade Relativa %	Durabilidade – Anos
CD-ROM	40	80	2
	30	60	10
	20	40	50
	10	25	100
WORM	40	80	5
	30	60	20
	20	40	100
	10	25	200
CD-R	40	80	2
	30	60	5
	20	40	30
	10	25	100

MAGNETO- ÓPTICO	40	80	2
	30	60	5
	20	40	30
	10	25	100
Microfilme com qualidade arquivística (Prata)	40	80	20
	30	60	50
	20	40	200
	10	25	500

Os estudos realizados por Saffady (1997) e por Harvey (1995) também trazem algumas estimativas de durabilidade e confiabilidade das mídias em relação ao tempo.

É importante ressaltar que os estudos apresentados não levam em consideração a qualidade e o material utilizado na fabricação das mídias e apresentam dados gerais sobre a durabilidade das mesmas.

Tendo em vista a abordagem da ação do tempo nas mídias de CD-ROM e CD-R em relação ao tempo, foi considerado que após 10 anos as mídias apresentam grande possibilidade de possuírem problemas físicos, por este motivo a tabela apresentada varia entre 0 e 10 anos o tempo a partir da data de gravação das mídias.

- **Tempo de gravação**

Determinação do TG em relação a data em que foi feita a gravação.

O tempo de gravação é abordado nesta dissertação com a utilização da distribuição de Weibull, a qual é aplicado em cada um dos eventos para a definição da probabilidade de ocorrência de cada evento.

Como não há experimentos suficientes para a definição de um alfa (α) e um beta (β) que satisfaçam as condições ideais, foi adotado neste projeto o alfa variando de 12 a 360 meses, conforme o evento e a fundamentação teórica e o beta igual a $\beta = 3$ para todos os eventos propostos.

5.4 Modelo estatístico do NCD-G e fundamentação

A aplicação de modelos pré-estabelecidos de confiabilidade é uma tarefa difícil, já que a maioria dos modelos levam em consideração experimentos práticos realizados exaustivamente e índices pré-definidos para os diversos sistemas. Por não haver tempo suficiente para a realização de experimentos práticos e por não possuir os índices pré-estabelecidos para a definição de um modelo prático já existente, será proposto um modelo, o qual leva em consideração todo o estudo realizado e o material conseguido até este momento.

Os índices e propostas estabelecidos até em tão são fundamentos pela literatura disponível e passíveis de mudanças, pois esta área encontra-se em franca evolução.

5.4.1 Correlação entre as variáveis disponíveis

Os valores **P(AA)** e **P(NM)** estão diretamente relacionadas a Previsão de Dano da mídia ao longo do tempo, tendo como parâmetro o **P(PD)**. Sendo que os níveis críticos são determinados da seguinte forma: de 1,00 a 0,90 nível crítico Verde; de 0,899% a 0,75 nível crítico Amarelo e; de 0,749% a 0,00% nível crítico Vermelho.

As variáveis **P(AL)** e **P(AF)** estão diretamente relacionadas ao Diagnóstico Geral da parte física e da parte lógica no momento da análise, tendo como parâmetro o **P(DG)**. Neste caso, o **P(DG)** poderá variar entre 0,0, 0,5 e 1,0, estes valores apontam a gravidade do dano identificado na mídia. Sendo que os níveis críticos são determinados da seguinte forma: 0,0 nível crítico Verde; 0,5 nível crítico Amarelo e; 1,0 nível crítico Vermelho.

Os parâmetros **P(PD)** e **P(TG)** formarão o índice Nível Crítico de Durabilidade Geral (**NCD-G**).

5.4.2 Identificação da estrutura dos sistemas

Um conjunto de componentes é considerado disposto logicamente em série do ponto de vista da confiabilidade se o sucesso da operação do componente depende do sucesso da operação

de todos os seus componentes. Os componentes não precisam estar fisicamente dispostos em série, mas é de fundamental importância que todos eles funcionem para que o sistema funcione.

A confiabilidade de um sistema em série é igual ao produto das confiabilidades de cada equipamento que compõe o sistema.

Tomando estas afirmações como base, foi identificado que o CD-ROM e o CD-R são sistemas em série, seguindo as seguintes modelagens:

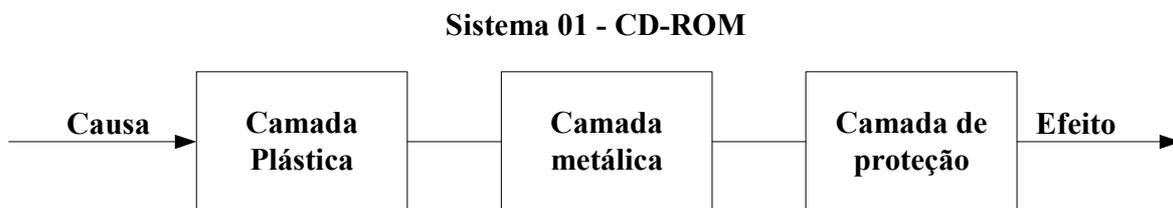


Figura 5.17 - Sistema de confiabilidade do CD-ROM

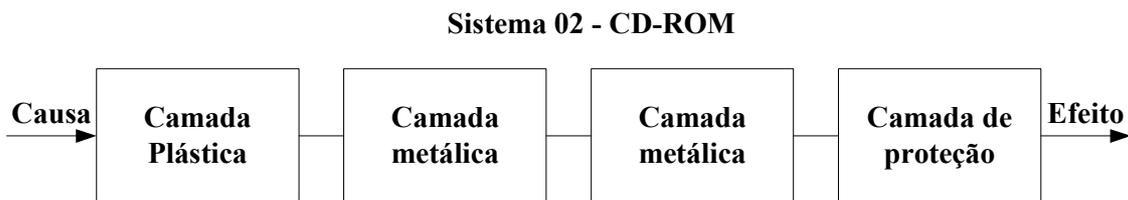


Figura 5.18 - Sistema de confiabilidade CD-R

5.4.3 Modelo estatístico do P(PD) (Previsão de Danos)

O modelo estatístico do P(PD) é baseado na seguinte árvore de falhas:

Árvore de falhas
Previsão de danos - P(PD)

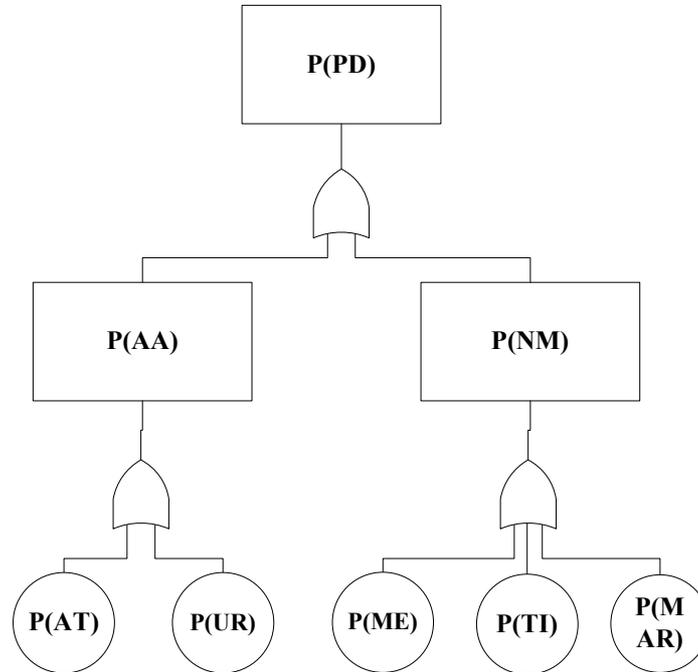


Figura 5.19 - Árvore de falhas da previsão de danos

Previsão de dano – P(PD) dá-se por:

$$P(PD) = (P(AA) + P(NM) - P(P(AA) * P(NM))) \quad (5.43)$$

onde:

Medidor de Qualidade Ambiental – P(AA)

$$P(AA) = P(AT) + P(UR) - P(P(AT) * P(UR)) \quad (5.44)$$

e Medidor de Qualidade do material da mídia – P(NM)

$$P(MN) = P(MAR) + P(ME) + P(TI) - \left(P(P(MAR) * P(ME)) + P(P(MAR) * P(TI)) + P(P(ME) * P(TI)) - \right. \\ \left. - P(P(MAR) * P(ME) * P(TI)) \right) \quad (5.45)$$

5.4.4 Modelo estatístico do P(DG) (Diagnóstico Geral)

O Diagnóstico geral depende da análise física e lógica da mídia, sendo que os procedimentos de análise são desenvolvidos no decorrer desta dissertação.

O modelo estatístico do P(DG) é baseado na seguinte árvore de falhas:

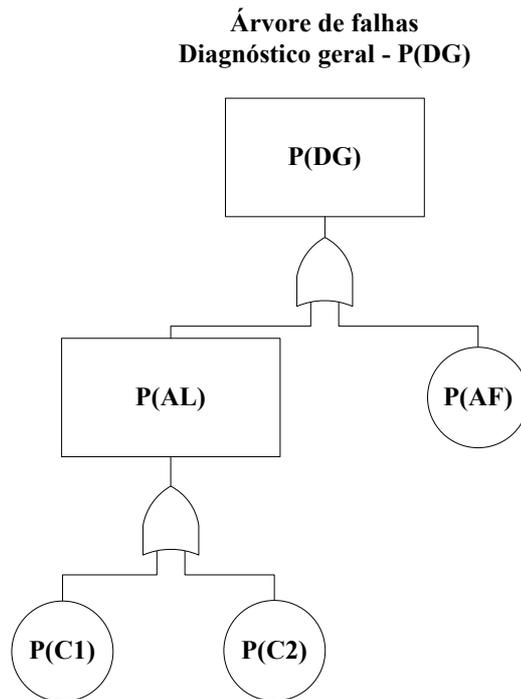


Figura 5.20 - Árvore de falhas do diagnóstico geral

Diagnóstico Geral – P(DG) dá-se por:

$$P(DG) = P(AL) + P(AF) - P(P(AL) * P(AF)) \quad (5.46)$$

onde:

$$P(AL) = P(C1) + P(C2) - P(P(C1) * P(C2)) \quad (5.47)$$

e:

$$P(AF) = P(PR) \quad (5.48)$$

5.4.5 Modelo estatístico do NCD-G (Nível Crítico de Durabilidade Geral)

O modelo estatístico do P(NCD-G) é baseado na seguinte árvore de falhas:

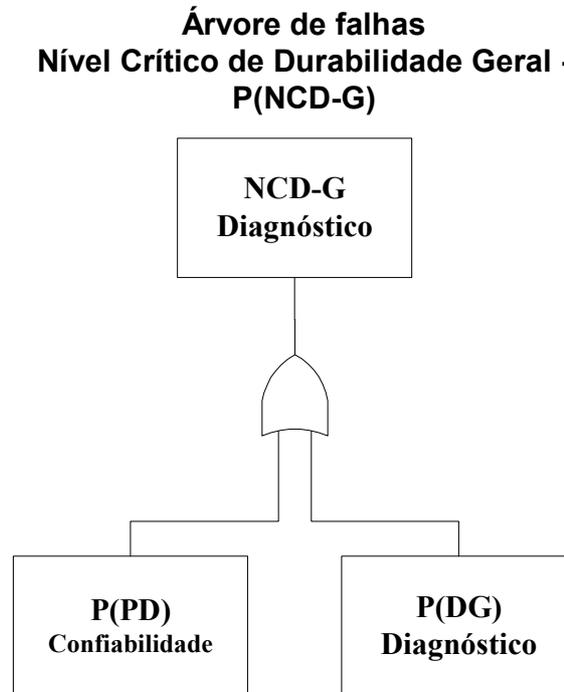


Figura 5.21 - Árvore de falhas P(NCD-G)

Nível Crítico de Durabilidade Geral – P(NCD-G) dá-se por:

$$P(NCD - G) = P(DG) + P(PD) - P(P(DG) * P(PD)) \quad (5.49)$$

onde:

$$P(PD) = (P(AA) + P(NM) - P(P(AA) * P(NM))) \quad (5.50)$$

e

$$P(DG) = P(AL) + P(AF) - P(P(AL) * P(AF)) \quad (5.51)$$

Assumindo que a função confiabilidade é representada por $R(t) = 1 - Q(t)$ e que $Q(t)$ é representado pela probabilidade de falha do sistema obtida pelo P(NCD-G) ao longo do tempo t , temos a confiabilidade $R(t)$ representada por:

$$R(t) = 1 - P(NCD - G) \quad (5.52)$$

Tabela 5.13: Tabela de simulação da confiabilidade da média em relação a Análise do NIST

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
<i>α para $P(AT)$</i>	204	204	204	204	204	204	204
<i>α para $P(UR)$</i>	190	190	190	190	190	190	190
<i>α para $P(MAR)$</i>	360	360	360	360	360	360	360
<i>α para $P(ME)$</i>	50	50	50	300	74	74	74
<i>α para $P(TI)$</i>	78	360	78	360	78	360	360

Tomando como base que os dados apresentados na tabela acima são os dados referentes as características das médias de teste do NIST, pode-se perceber que a aplicação do método permite fazer uma comparação satisfatória entre o gráfico gerado pela metodologia e o gráfico original apresentado pelo NIST.

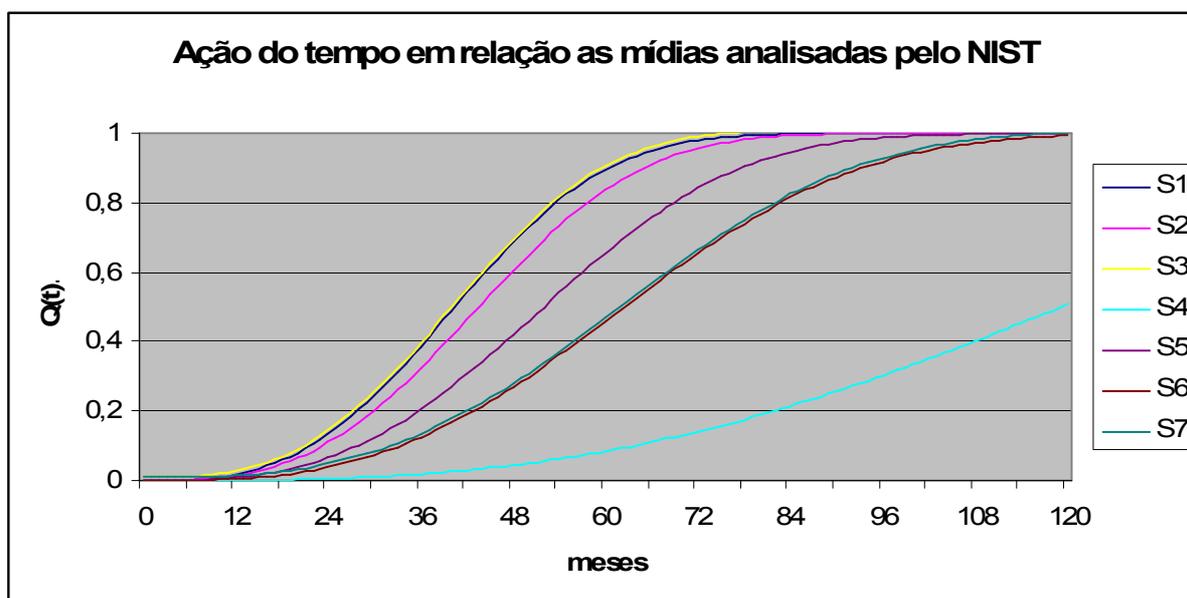


Figura 5.22 - Ação do tempo do modelo aplicado em relação as médias Analisadas pelo NIST

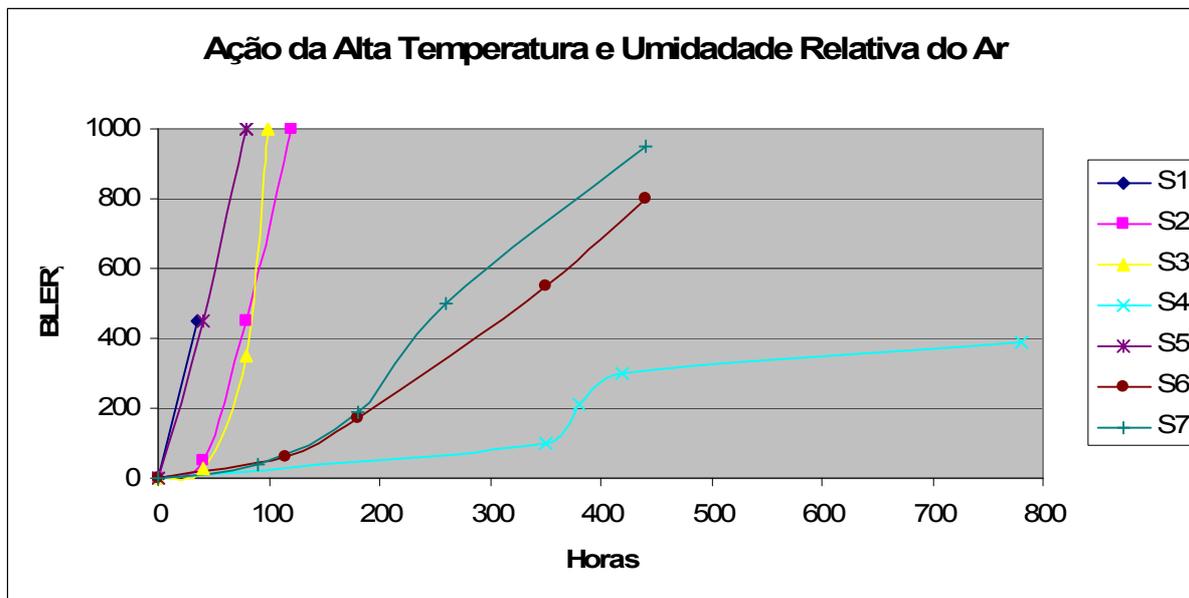


Figura 5.23 - Gráfico apresentado por Slattery (2004) em decorrência do estudo feito pelo NIST

Modelo aplicado a em relação ao tempo com Temperatura, Umidade Relativa Fixos e sem Danos Físicos e Lógicos.

Tabela 5.14: Tabela de simulação da durabilidade geral para aplicação da variação no tempo

	S8	S9	S10	S11	S12	S13
<i>Temperatura</i>	18°C	18°C	18°C	18°C	18°C	18°C
<i>Umidade Relativa</i>	25%	25%	25%	25%	25%	25%
<i>Marca</i>	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
<i>Camada Metálica</i>	Alumínio	Alumínio	Ouro	Prata	Ouro+Prata	Ouro
<i>Camada de Tintura</i>	-	-	-	Cyanine	Metal stabilized cyanine	Phthalocyanine
<i>Tipo da Mídia</i>	CD-ROM	CD-ROM	CD-ROM	CD-R	CD-R	CD-R
<i>Análise Lógica</i>	Não	Não	Não	Não	Não	Não
<i>Análise Física</i>	Não	Não	Não	Não	Não	Não

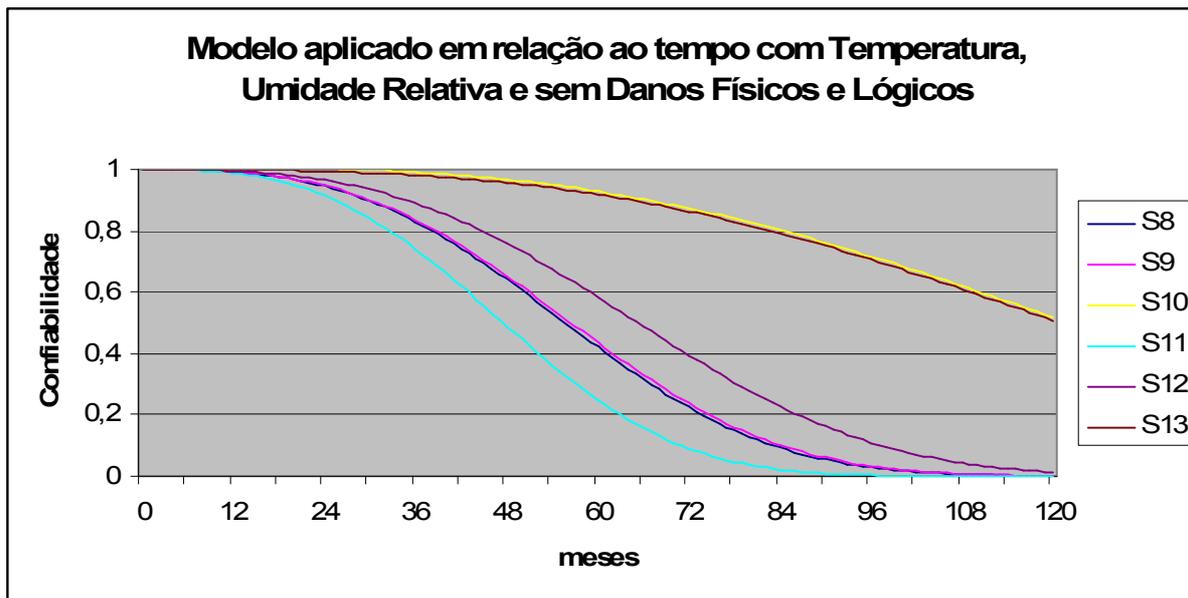


Figura 5.24 - Modelo aplicado em relação ao tempo com Temperatura, Umidade Relativa e sem Danos Físicos e Lógicos

Segue o gráfico com a aplicação do modelo atribuindo valores relativos aos danos físicos e análise lógica.

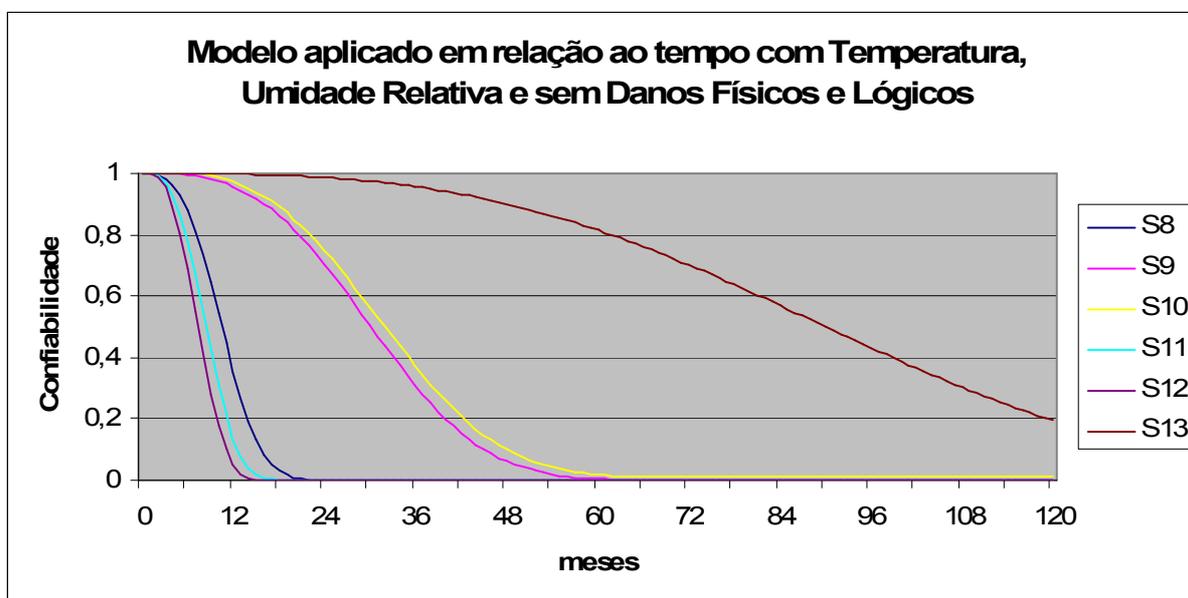


Figura 5.25 - Modelo aplicado em relação ao tempo com Temperatura, Umidade Relativa e sem Danos Físicos e Lógicos

5.4.6 Aplicação do tempo médio para reparo (TMPR)

Segue nas figuras 5.26 o exemplo de aplicação do tempo médio para reparo para um sistema CD-ROM com marca e camada metálica de alumínio a uma temperatura média de 30°C e umidade relativa de 30 %.

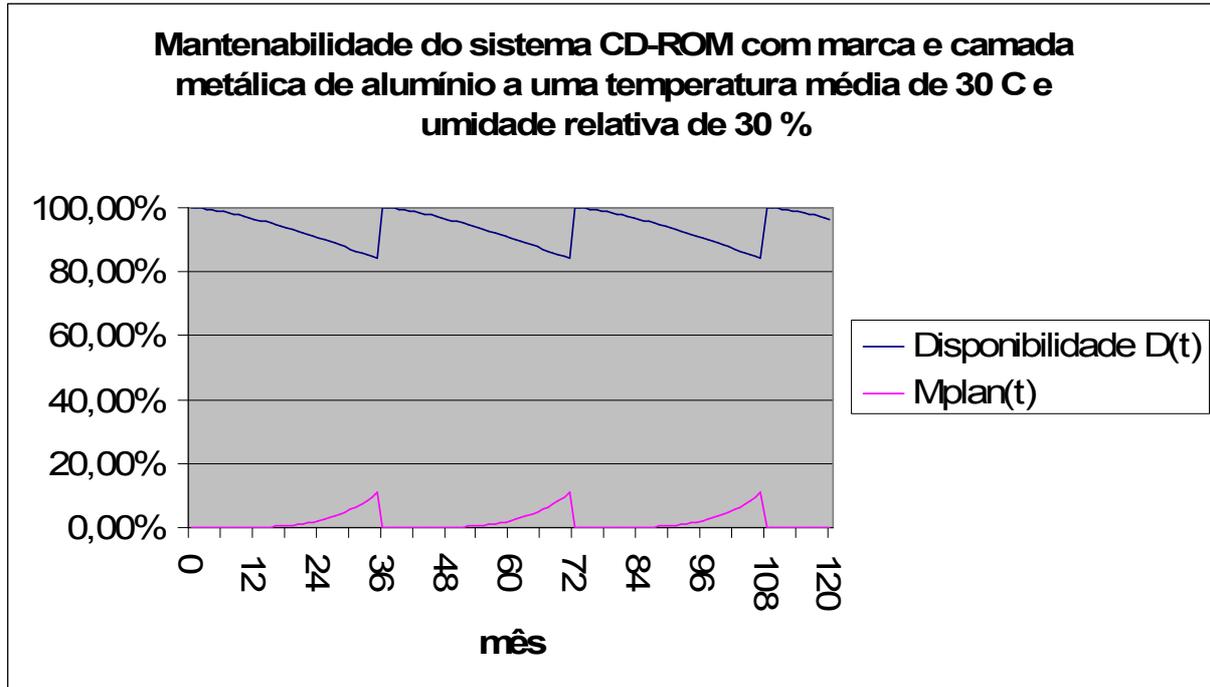


Figura 5.26 - Mantenabilidade do sistema CD-ROM com marca e camada metálica de alumínio a uma temperatura média de 30°C e umidade relativa de 30%

Para este sistema o TMPR é 57 com parâmetros de $\beta = 4,51$ e considerando $\alpha = 36$ e $\beta = 3$, podemos obter a mantenabilidade do sistema próxima a 85%.

Neste caso é possível fazer uma previsão de migração das mídias levando em consideração o risco a ser assumido pelo arquivo digital. É importante lembrar que a gerencia do risco em acervos digitais deve levar em consideração a utilização de mídias redundantes (cópias de segurança) com isso o risco de perda pode chegar a menos de 1%.

Capítulo 6

Desenvolvimento do Sistema de Verificação da Confiabilidade

Durante o desenvolvimento desta dissertação foi observado a necessidade do desenvolvimento de um sistema de apoio para a verificação e manutenção de um banco de dados capaz de gerenciar a confiabilidade das mídias analisadas. O sistema também é bastante útil para a definição dos procedimentos da Metodologia de Identificação de danos.

Este sistema surge como proposta para a utilização em instituições e projetos ligados a área para determinação da confiabilidade das mídias de CD-ROM e CD-R.

O software também utiliza como apoio dois outros softwares, os quais são capazes de fazer a varredura lógica das mídias, o Nero CD-DVD Speed e o Kprobe, os quais são gratuitos e compatíveis com a tecnologia utilizada para o desenvolvimento deste sistema.

6.1 Visão

O Sistema informatizado, batizado de *SAConf_CD*, está em sua primeira versão e tem como objeto fornecer ao usuário uma ferramenta básica para a determinação da confiabilidade das mídias de CD-ROM e CD-R, a determinação da confiabilidade é trabalhada em dois níveis como visto no capítulo anterior, a determinação da previsão de dano e do diagnóstico geral.

Como produto do sistema, será possível fazer uma avaliação da confiabilidade das mídias analisadas e fazer um banco de dados específico, o qual será utilizado como base para a verificação da previsão do rejuvenescimento das mídias.

O sistema utilizou como base para o projeto e desenvolvimento a UML (Unified Modeling Language) e foi desenvolvido em três camadas: camada de apresentação; camada de negócio e; camada de banco de dados. A divisão em camadas facilita a programação e permite uma independência entre cada uma das camadas.

Estrutura das Camadas do Sistema

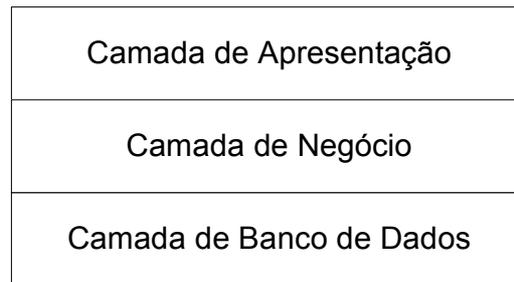


Figura 6.1 - Estrutura das Camadas do Sistema

A camada de apresentação é responsável por fazer a exibição das telas do sistema e a chamada das classes da camada de negócio, esta camada é formada por oito classes, são elas: CDiagQualidadeMidia; CDiagGeral; CDiagGraficoDegradacao; CDiagGraficoMigracao; CDiagAvaliacaoConfiabilidade; CSACConf_CD_V1_0App; CSACConf_CD_V1_0Doc e; CAboutDlg.

A camada de negócio é responsável pelos cálculos executados pelo sistema e pela aplicação inicial do sistema, esta camada é formada por três classes, são elas: CMainFrame; CPrevisaoDanos; CDiagnosticosGerais e; CDurabilidadeGerais.

A camada de banco de dados é responsável por fazer o acesso ao banco de dados o qual permite a manutenção dos dados registrados pelo sistema, esta camada é formada por duas classes, são elas: CSACConf_CD_V1_0View e CSACConf_CD_V1_0Set.

6.2 Casos de uso

Neste item são descritos os casos de uso do sistema desenvolvido, estes casos de uso foram definidos em conformidade com a proposta desta pesquisa e leva em consideração o conteúdo estudado. Segue o diagrama de casos de uso.

Diagrama de Casos de Uso

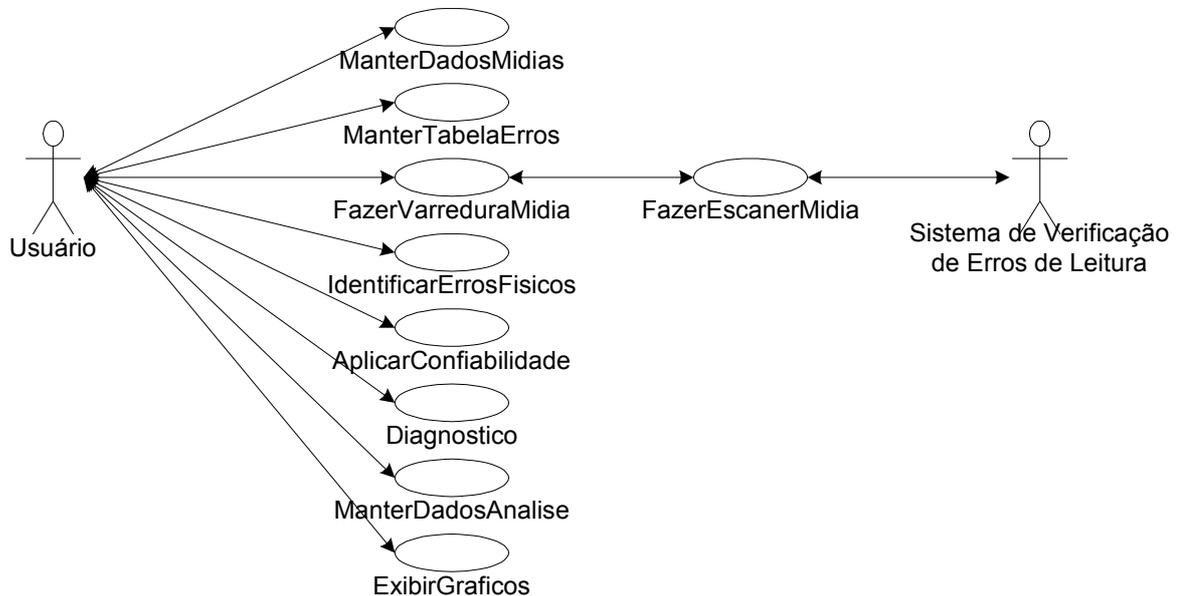


Figura 6.2 - Diagrama de Casos de Uso

Neste Diagrama de Casos de Uso são definidos dois atores que interagem com o sistema, o Usuário e o Sistema de Verificação de Erros de Leitura, sendo que o usuário é responsável pela operação do sistema e o Sistema de Verificação é responsável pelo retorno de códigos de erro identificados durante o escaner lógico da mídia. Para este sistema é utilizado como Sistemas de Verificação de Erros de Leitura o KProbe ou o CD-Speed 2000.

As funcionalidades do sistema são apresentadas em nove casos, são eles:

- **ManterDadosMidias – Registrar e manter dados das mídias** – este caso de uso permite registrar e manter os dados de uma mídia à ser testada.
- **ManterTabelaErros – Manter tabela de erros físicos** – este caso de uso permite a manutenção da tabela de erros físicos, os quais foram identificados pela literatura e pela experimentação.
- **FazerVarreduraMidia – Fazer a varredura da mídia através de softwares específicos** – este caso de uso permite que o sistema faça a varredura do CD e

retorne os códigos de erro identificados durante o processo de varredura. Este procedimento depende de softwares disponíveis gratuitamente, são eles o CD-Nero CD-DVD Nero CD-DVD Speed 2000 e o KProbe.

- **FazerEscanerMidia – Escanear a mídia** – Este procedimento é realizado pelos softwares citados acima, os quais retornam códigos de erro identificados durante o escaner lógico da mídia analisada.
- **IdentificarErrosFisicos – Identificar os erros físicos** – este caso de uso permite identificar a os erros físicos já existentes na mídia e estabelecer uma comparação entre os códigos de erro retornados pelo processo de varredura e os erros físicos identificados.
- **AplicarConfiabilidade – Aplicar a modelo de confiabilidade** – este caso de uso aplica o modelo de confiabilidade estabelecido no capítulo anterior para a geração dos índices de confiabilidade e de criticidade da mídia analisada.
- **Diagnostico – Diagnóstico** – este caso de uso permite a geração de relatórios sobre o estado físico da mídia testada.
- **ManterDadosAnalise – Registrar e gerenciar dados de análises** – este caso de uso permite registrar e gerenciar dados coletados durante as análises realizadas pelo sistema.
- **ExibirGraficos – Exibir gráficos** – este caso de uso é responsável pela exibição na forma de gráficos predefinidos e os dados gerados pelo sistema e os dados armazenados nos processamentos anteriores.

6.3 Ambiente de desenvolvimento e aplicação

O ambiente de desenvolvimento foi determinado em conformidade com a acessibilidade do sistema e conformidade com as possibilidades disponíveis para a programação, segue abaixo relacionados o ambiente de desenvolvimento e o ambiente de aplicação do sistema.

- Ambiente de desenvolvimento
 - Sistema operacional: WindowsXP Professional e Home Edition
 - Linguagem de programação: Visual C++
 - Banco de dados: Access 2002
 - Hardware: Pentium IV 2.0GHz, 1GB RAM e 40GB HD e Celeron M processor 360 1.4GHz, 512MB RAM e 60GB HD

- Ambiente de aplicação
 - Sistema operacional: WindowsXP Professional
 - Banco de dados: MS-Access 2002

6.4 Banco de dados

O banco de dados desenvolvido para este sistema é simples e consiste na utilização de uma única tabela de dados, a qual é a responsável pelo armazenamento de todas as informações utilizadas pelo sistema. A tabela foi desenvolvida levando em consideração os dados utilizados para a aplicação da metodologia descrita no capítulo anterior e também em consideração a identificação da mídia utilizada na análise.

O banco de dados foi desenvolvido em MS-Access 2002 e implementado através de conexão via ODBC com o nome de *bd_SAConf_CD*, o banco de dados é representado pela seguinte estrutura:

Representação da tabela do banco de dados

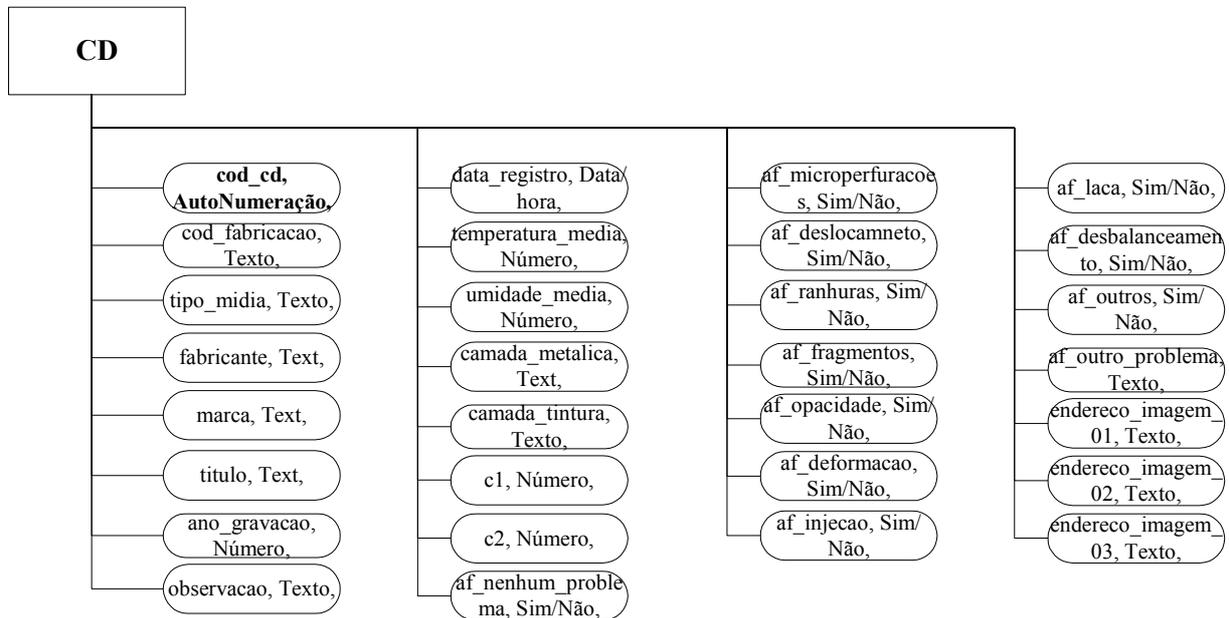


Figura 6.3 - Representação do banco de dados

6.5 Processo de negócio

O processo de negócio do sistema consiste na apresentação gráfica dos procedimentos de negócio utilizados no sistema a medida em que eles ocorrem, o negócio está definido de acordo com os casos de uso estabelecidos.

Este processo de negócio é composto por doze atividades e dois processos de tomada de decisão. As atividades são identificadas por: Inserir mídia no Leitor; Carregar Dados de Mídia; Registrar Dados de Mídia; Fazer Análise Lógica; Fazer Escaner lógico da Mídia; Inserir Dados da Análise Lógica; Fazer Análise Física; Utilizar Equipamentos Específicos; Inserir Dados de Análise Física; Aplicar Confiabilidade; Gerar Diagnóstico e Gerenciar Dados de Análise. Os processos de tomada de decisão representam a disponibilidade de ferramentas de análise física e lógica das mídias. Segue o diagrama do processo de negócio.

Processo de Negócio: Fazer Análise de Confiabilidade

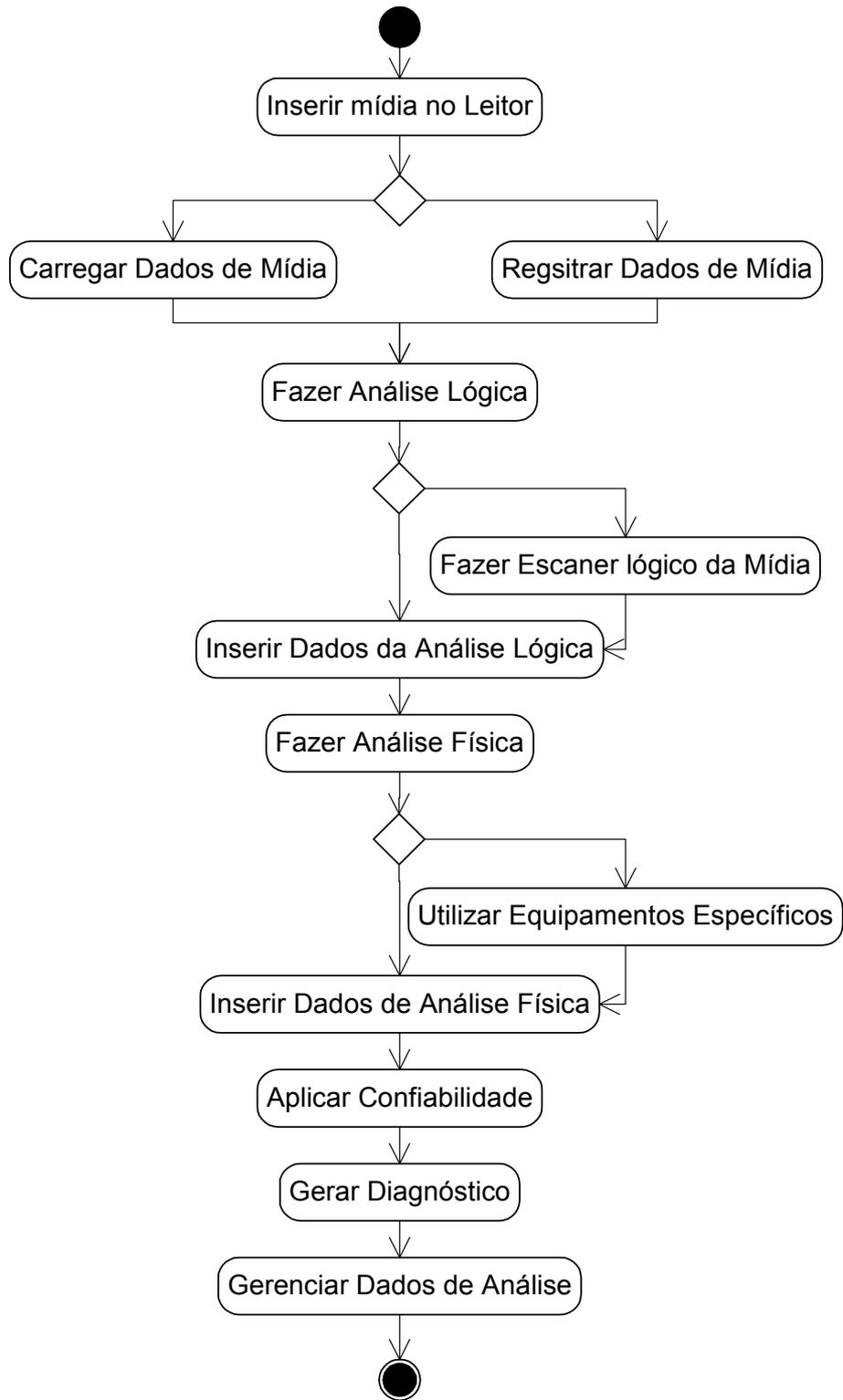


Figura 6.4 – Processo de Negócio: Fazer Análise de Confiabilidade

6.6 Estrutura

A estrutura está ligada diretamente as funcionalidades do sistema e ao menu de aplicações do sistema, o sistema não apresenta uma estrutura complexa, porém suas funcionalidades são atendidas em sua plenitude.

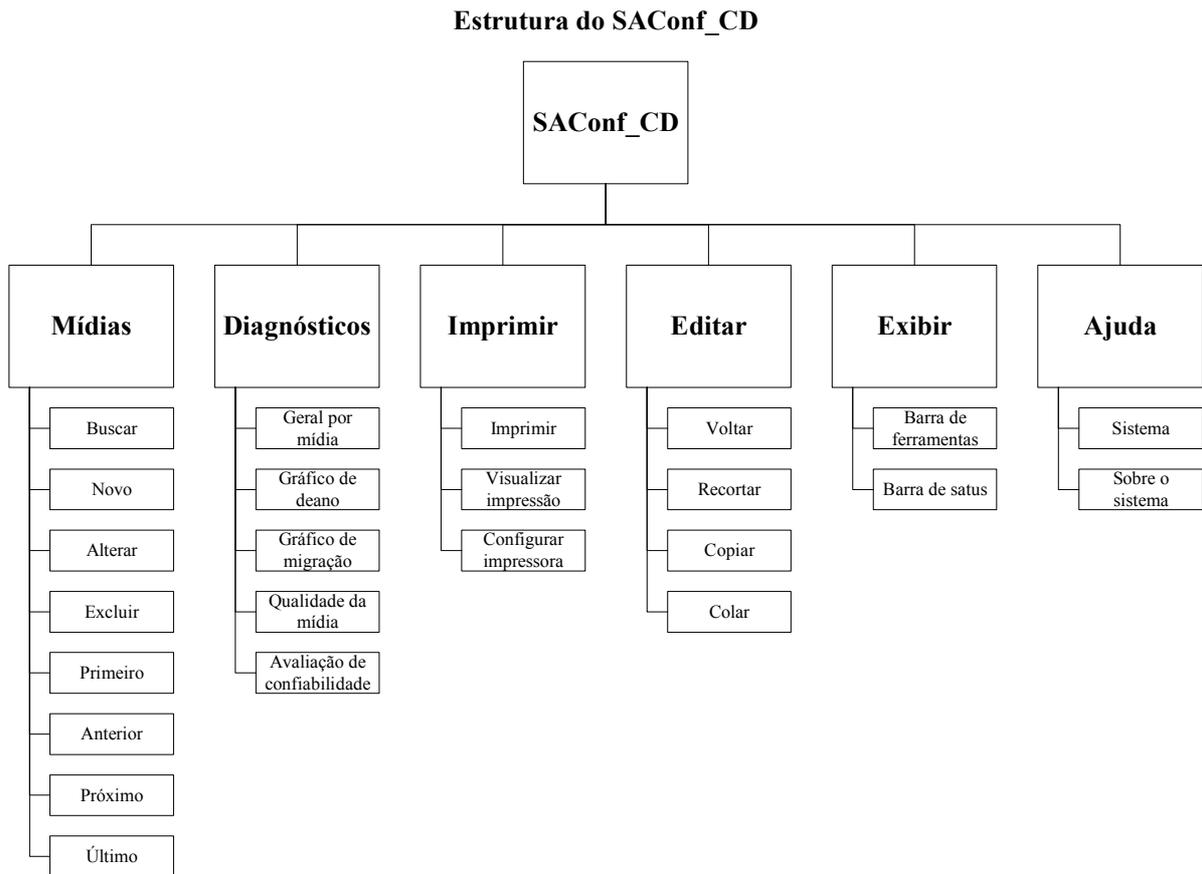


Figura 6.5 - Estrutura do SAConf_CD

6.7 Diagrama de classes

O sistema orientado a objeto constará com basicamente quatro classes criadas para fins específicos relacionados as funcionalidades do sistema, são elas:

- CMainFrame – Classe principal do sistema, responsável pela inicialização de todo sistema.

- CPrevisaoDanos – Classe responsável pelo cálculo da previsão de danos, o **PD**, retorna a previsão de dano em número.
- CDiagnosticogeral – Classe responsável pelo cálculo do diagnóstico geral, o **DG**, retorna a previsão de dano em número.
- CDurabilidadeGeral – Classe responsável pelo cálculo do nível de crítico durabilidade geral, o **NCD-G**.
- CDiagQualidadeMidia – Classe responsável pela exibição da tela do item qualidade da mídia.
- CDiagGeral – Classe responsável pela exibição da tela do item diagnóstico geral da mídia.
- CDiagGraficoDegradacao – Classe responsável pela exibição da tela do item gráfico de degradação.
- CDiagGraficoMigracao – Classe responsável pela exibição da tela do item gráfico de migração.
- CDiagAvaliacaoConfiabilidade – Classe responsável pela exibição da tela do item avaliação da confiabilidade.
- CAboutDlg – Classe responsável pela exibição da tela do item sobre o sistema.
- CSAConf_CD_V1_0App – Classe padrão responsável pela exibição dos dados em tela.
- CSAConf_CD_V1_0Doc – Classe padrão responsável pela exibição dos dados de arquivos.
- CSAConf_CD_V1_0View – Classe padrão responsável pela navegação do banco de dados do sistema.

- CSAConf_CD_V1_0Set – Classe responsável pela atribuição dos valores existentes em banco de dados.

A seguir são apresentados o diagrama de classes do sistema (fig 6.6).

Diagrama de Classe

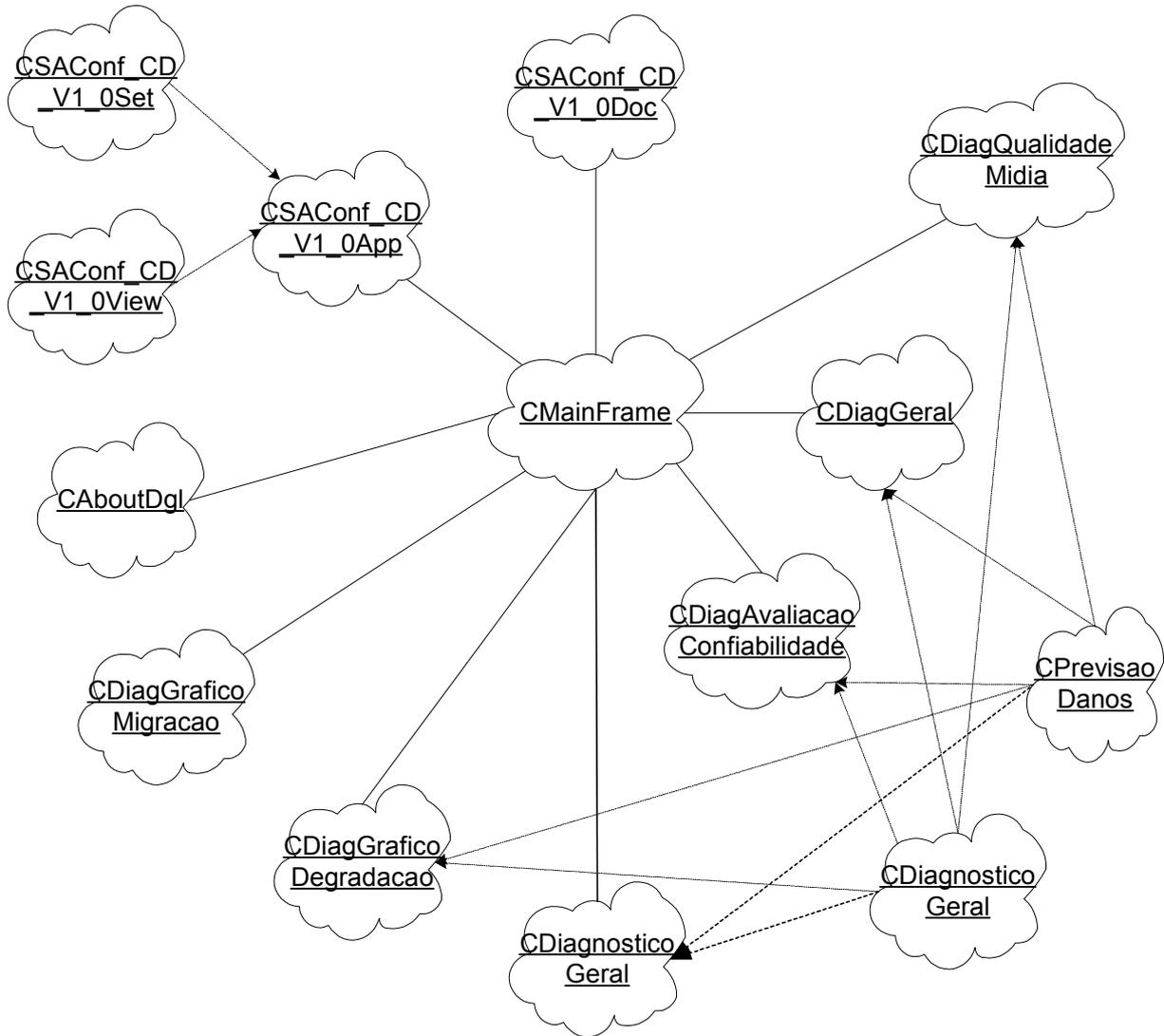


Figura 6.6 - Diagrama de Classes

6.7.1 Classe CPrevisaoDanos

A classe CPrevisaoDanos implementa a árvore de falhas do P(PD) e é responsável pelo método GetPrevisaoDanos, o qual executa os cálculos referentes ao método estatístico estabelecido pela árvore de falhas da previsão de danos. Este método recebe os parâmetros NCD_AT, NCD_NM_TI_s, NCD_NM_ME_s, NCD_NM_MAR_s, NCD_UR e NCD_DG, retornando o NCD_PD.

A assinatura do método GetPrevisaoDanos é dada por:

```
double CPrevisaoDanos::GetPrevisaoDanos(double NCD_AT, CString NCD_NM_TI_s, CString  
NCD_NM_ME_s, CString NCD_NM_MAR_s, double NCD_UR, double NCD_DG);
```

A classe tem a estrutura representada a seguir:

saconf_cd_v1_0::CPrevisaoDanos
- <u>messageEntries</u>
#messageMap
+CPrevisaoDanos()
+~CPrevisaoDanos()
<u>GetBaseMessageMap()</u>
#GetMessageMap()
+GetPrevisaoDanos()

Figura 6.7 - Classe CPrevisaoDanos

6.7.2 Classe CDiagnosticogeral

A classe CDiagnosticogeral implementa a árvore de falhas do P(DG) e é responsável pelo método GetDiagnosticogeral, o qual executa os cálculos referentes ao método estatístico estabelecido pela árvore de falhas do diagnóstico geral. Este método recebe os parâmetros m_c1, m_c2, m_af_deformacao, m_af_desbalanceamento, af_deslocamento, m_af_fragmentos, m_af_injecao, m_af_laca, m_af_microperfura__es, m_af_nenhum_problema, m_af_opacidade, m_af_outros e m_af_ranhuras, retornando o NCD-DG.

A assinatura do método GetDiagnosticogeral é dada por:

```
double GetDiagnosticoGeral(int m_c1, int m_c2, bool m_af_deformacao, bool
m_af_desbalanceamento, bool af_deslocamento, bool m_af_fragmentos, bool m_af_injecao, bool
m_af_laca, bool m_af_microperfura__es, bool m_af_nenhum_problema, bool m_af_opacidade,
bool m_af_outros, bool m_af_ranhuras);
```

A classe tem a estrutura representada a seguir:

saconf_cd_v1_0::CDiagnosticoGeral
- <u>messageEntries</u>
#messageMap
+CDiagnosticoGeral()
+~CDiagnosticoGeral()
#_GetBaseMessageMap()
+GetDiagnosticoGeral()
+GetDiagnosticoGeral()
#GetMessageMap()

Figura 6.8 - Classe CDiagnosticoGeral

6.7.3 Classe CDurabilidadeGeral

A classe CDurabilidadeGeral implementa a árvore de falhas do P(NCD-G) e é responsável pelo método GetDurabilidadeGeral, o qual executa os cálculos referentes ao método estatístico estabelecido pela árvore de falhas da durabilidade geral do sistema. Este método recebe os parâmetros PD e DG, retornando o NCD_G.

A assinatura do método GetPrevisaoDanos é dada por:

```
double GetDurabilidade_Geral(double PD, double DG);
```

A classe tem a estrutura representada a seguir:

saconf_cd_v1_0::CDurabilidade_Geral
+CDurabilidade_Geral()
+~CDurabilidade_Geral()
+GetDurabilidade_Geral()

Figura 6.9 - Classe CDurabilidadeGeral

6.8 Tela principal

O sistema apresenta uma tela principal com os dados das mídias e todas as suas funcionalidades são acionadas via menu, o qual aciona novas janelas de diálogo, estas janelas apresentam os cálculos obtidos pela aplicação do modelo de confiabilidade descrita no capítulo anterior.

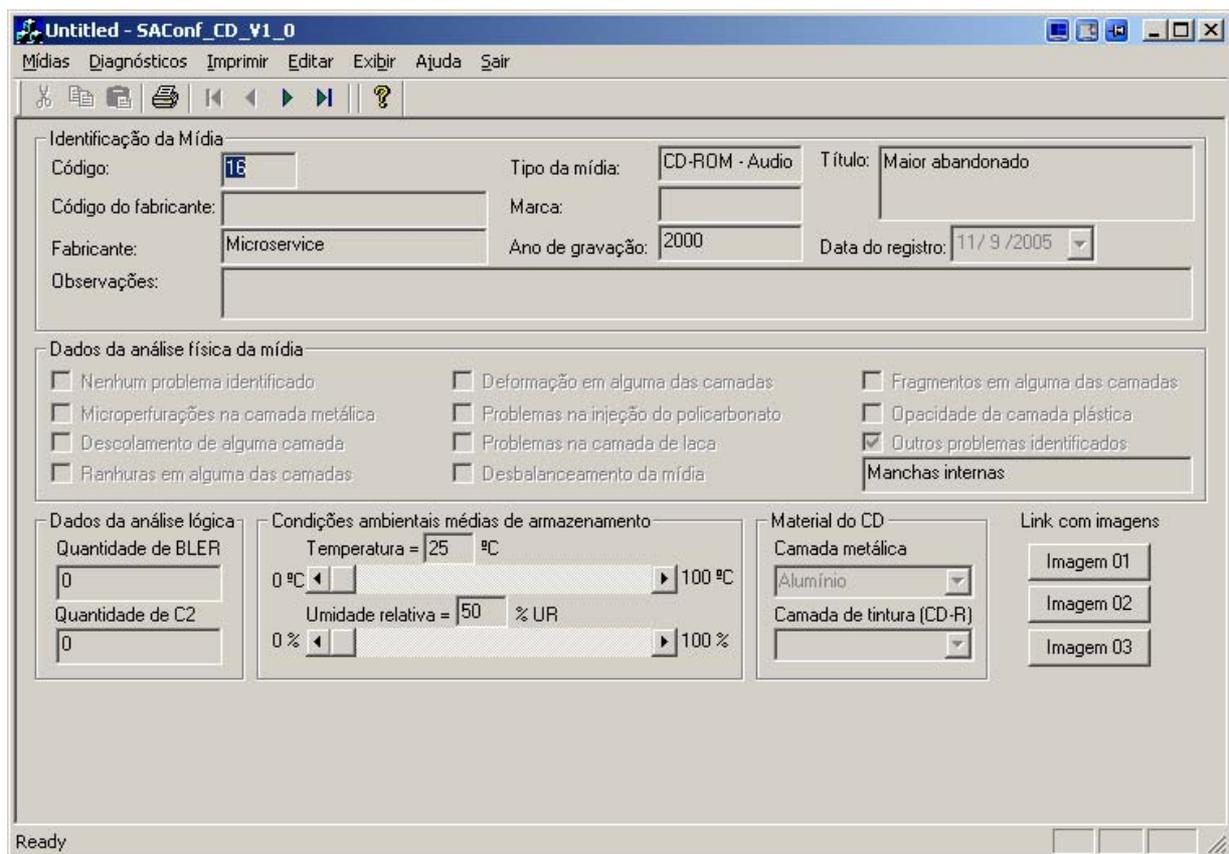


Figura 6.10 - Visão da tela principal do sistema

6.9 Sobre as limitações

A funcionalidade de análise lógica das mídias está diretamente ligada a aplicação de softwares específicos, o Nero CD-DVD Speed e o KProbe, os quais dependem de Leitores de CD's específicos para retornarem os códigos de erro C1 e C2.

Capítulo 7

Metodologia de Análise de Identificação de Danos

Como já foi abordado nos capítulos anteriores, as mídias digitais de CD-ROM e CD-R são afetadas por diversas variáveis as quais influenciam diretamente em sua durabilidade e confiabilidade, após o estudo deste suporte digital, foi possível identificar as variáveis que mais afetam estas mídias, são elas: a temperatura; a umidade relativa do ar; o tempo de uso; a qualidade dos materiais; o processo de fabricação; o mau uso; o uso contínuo; e a poluição atmosférica.

Foi observado também que a composição física do CD-ROM e CD-R são determinantes na durabilidade e confiabilidade deste tipo de mídia, pois os materiais são mais ou menos sensíveis às variáveis que influenciam suas camadas físicas. No caso do CD-ROM, a camada de policarbonato, a camada metálica e a camada de proteção e no caso do CD-R a camada de policarbonato, a camada metálica, a camada de tinta e a camada de proteção.

As variáveis estudadas, podem causar danos físicos pela ação do ambiente e/ou pelo uso da mídia. Na hipótese do impacto causado pelo ambiente, são objetos de estudo fatores como poluição atmosférica, umidade relativa do ar e temperatura, sendo que as duas últimas variáveis citadas são identificadas na literatura como os principais fatores de degradação da mídia. Na hipótese do uso da mídia, são objetos de estudo o manuseio, o uso e a leitura contínua das mídias, também identificados como fatores causadores de danos. Fora os danos causados pelas condições ambientais e os danos físicos causados pelo uso da mídia são considerados geradores de problemas físicos o processo de fabricação e o material utilizado como matéria prima.

Tendo em vista a identificação dos danos físicos causados nas mídias de CD-ROM e CD-R e conseqüentemente seu impacto na preservação dos documentos digitais. A metodologia apresentada tem o objetivo de permitir a observação dos problemas físicos decorrentes da degradação da mídia e dos problemas físicos decorrentes de falhas no processo de fabricação. A metodologia fornece condições e conhecimento básico para identificar os principais problemas em mídias de CD-ROM e CD-R e pode ser aplicada para fins científicos e/ou práticos.

Esta metodologia, combinada com a aplicação de uma outra metodologia de identificação de erros lógicos, permitirá fazer o diagnóstico completo da mídia analisada. A metodologia de identificação de erros lógicos tem como base identificação dos erros chamados de C1 e C2, os quais são retornados pelo leitor do CD sempre que localizados, o C1 é considerado um erro não crítico, pois o leitor é capaz de corrigi-lo através do sistema de paridade utilizado pela tecnologia dos CD's, o C2 é considerado um erro crítico já que o leitor não permite a sua correção, neste caso a informação armazenada está perdida.

A metodologia apresentada é dividida em três etapas básicas, a visualização sem a utilização de instrumentos complexos, a visualização por varredura óptica digital de transmissão através da mídia e a visualização por microscópio eletrônico. Estas três etapas permitirão identificar problemas como: ranhuras na camada de policarbonato; fragmentos entre as camadas; falha na metalização; microperfurações e; outros. É importante salientar que os recursos utilizados nas etapas partem de uma simples luminária de 20W, passam por um escaner especial destinado a digitalização de microformas e terminam na utilização de um sofisticado microscópio eletrônico.

Cada uma das etapas possui características específicas e em alguns momentos são complementares, permitindo a confirmação de um problema já identificado e em outros casos são totalmente distintas, pois nem sempre é possível visualizar o dano utilizando a visualização sem a utilização de instrumentos complexos. A metodologia apresentada tem o objetivo de permitir que qualquer pessoa tenha as condições e conhecimento básico para identificar problemas em mídias de CD-ROM e CD-R, esta metodologia, abrange tanto a verificação física da mídia quanto a verificação lógica.

A combinação física e lógica, mais a aplicação do SAConf_CD, auxiliará nos estudos e preservação das mídias de CD-ROM e CD-R.

7.1 Visualização sem a utilização de instrumentos complexos

O processo de visualização sem a utilização de instrumentos complexos consiste na observação a olho nu da mídia a ser analisada, lançando mão do auxílio de uma luminária equipada com uma lâmpada de 20W. Nesta observação podemos identificar de anomalias existentes nas mídias, são elas: ranhuras na camada de policarbonato, microperfurações na camada metálica, descolamento das camadas, existência de manchas entre as camadas, deformação da mídia, fragmentos em alguma das camadas e opacidade da camada de policarbonato.

A identificação das ranhuras na camada de policarbonato, do descolamento das camadas, deformação da mídia, da existência de manchas entre as camadas e da opacidade da camada de policarbonato é feita de forma direta, pois os problemas podem ser localizados, simplesmente através de uma observação mais atenta. Para facilitar este procedimento direcione a luz de sua luminária para mídia e movimente-a de forma a observar toda a parte superficial da mídia, isso permitirá a localização dos problemas relacionados. Nesta observação você poderá identificar problemas como os mostrados nas Figuras a seguir:



Figura 7.1 - Ranhuras na camada de policarbonato



Figura 7.2 - Fragmentos entre as camadas



Figura 7.3 - Falha na metalização



Figura 7.4 - Manchas entre as camadas

Os problemas como microperfurações na camada metálica, falhas no processo de metalização e fragmentos em alguma das camadas, nem sempre são identificados a partir da observação atenta da mídia, pois podem ser tão pequenos que passem despercebidos, neste caso, faremos outra forma de observação, utilizando a mesma luminária, porém de outra forma.

Este outro tipo de observação consiste na contraposição da mídia com a lâmpada da luminária, esta contraposição permitirá a passagem de luz através da mídia o que ajudará a fazer a identificação de problemas físicos menos aparentes, a ilustração e a imagem da mídia nos permitirá visualizar com mais detalhes como realizar o procedimento sugerido.

Observe, que neste caso é possível visualizar microperfurações e falhas na metalização através da passagem da luz pela camada metálica e fragmentos onde existir pequenas áreas mais escuras em relação ao restante da mídia. A figura acima corresponde a uma imagem real a qual pode ser observada por este processo.

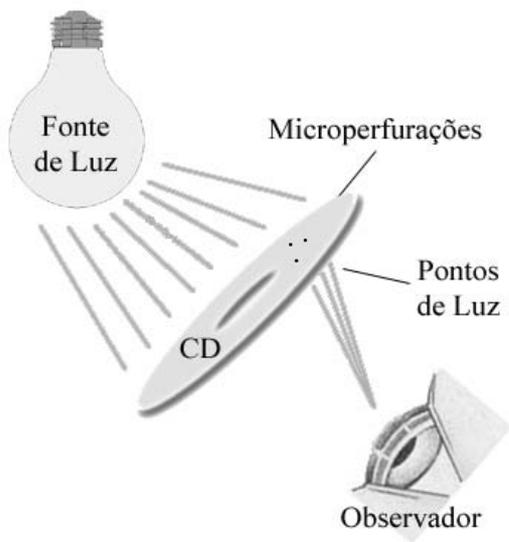


Figura 7.5 – Ilustração da metodologia de observação das microperfurações contra a luz

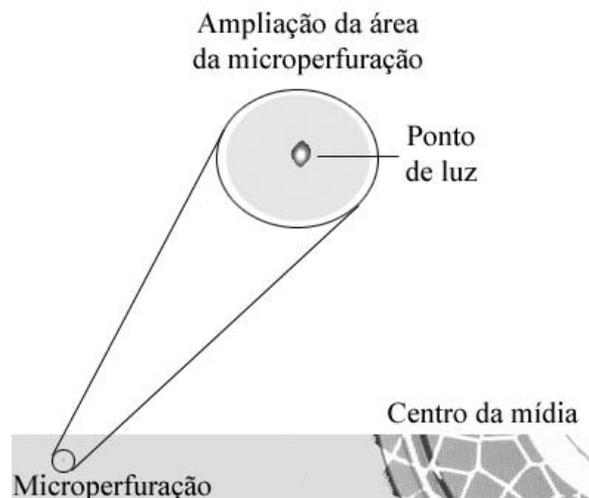


Figura 7.6 – Imagem da microperfuração

Antes de continuar a descrição das demais metodologias de visualização, importante ressaltar que a maioria dos problemas físicos podem ser identificadas através da visualização sem equipamentos complexos, porém ao chegar ao nível de permitir este tipo de visualização, a mídia já pode estar criticamente danificada, pois se conseguirmos enxergar a olho nu o problema em uma estrutura que trabalha com dimensões medidas em micrón, isso significa que o dano já ultrapassou a dimensão de trabalho da mídia de CD-ROM e CD-R.

7.2 Visualização por varredura óptica digital de transmissão através da mídia

A visualização por varredura óptica de transmissão através da mídia permite a identificação de microperfurações na camada metálica e falhas no processo de metalização, gerando basicamente um Raio-X da mídia, assim chamado por gerar uma imagem que se assimila ao Raio-X tradicional. Esta metodologia funciona de forma parecida com a metodologia adotada anteriormente, onde contrapomos a mídia em relação a luminária, porém permite uma análise mais detalhada, já que podemos contar com detalhes gerados pela luz mais potente do escaner e com a utilização dos recursos computacionais disponíveis.

Apesar da visualização por varredura óptica ser um processo limitado e que identifica uma menor quantidade de problemas na mídia, este processo foi utilizado como uma forma de comprovação dos problemas levantados até então, de visualização de problemas não identificados a olho nu e ele também pode ser utilizado de forma automatizada e otimizada de acordo com a necessidade desejada. Como por exemplo, a implantação de um sistema de visão capaz de identificar pequenos pontos luminosos na imagem gerada, isso ajudaria na produção de um sistema automatizado de verificação de problemas em mídias de diversos formatos.

A metodologia consiste na utilização de um escaner especial, capaz de fazer a digitalização de microformas, este escaner foi selecionado por possuir um mecanismo de iluminação diferenciado, o qual não funciona pelo processo de reflexão da luz e sim pelo processo de varredura óptica digital de transmissão através do documento a ser digitalizado.

Nesta metodologia, a mídia é colocada no lugar da microforma com a camada de policarbonato posicionada do lado oposto a luz do escaner e logo em seguida é realizado o processo de digitalização da mídia com uma resolução acima de 4.000 dpi's. Ao realizar o escaner da mídia, a luz será transmitida somente não onde houver a camada metálica ou onde houver as falhas na camada metálica, como demonstrado na figura abaixo.

Observe que neste caso é possível visualizar microperfurações e falhas na metalização através da observação de pequenos pontos escuros distribuídos pela imagem, na Figura 8 é possível identificar pelo menos 08 pontos escuros, os quais estão circulos e representam as microperfurações e falhas na metalização da mídia analisada, em destaque há a ampliação de um destes 08 pontos, onde é possível ver de forma detalhada o estrago causado na mídia.

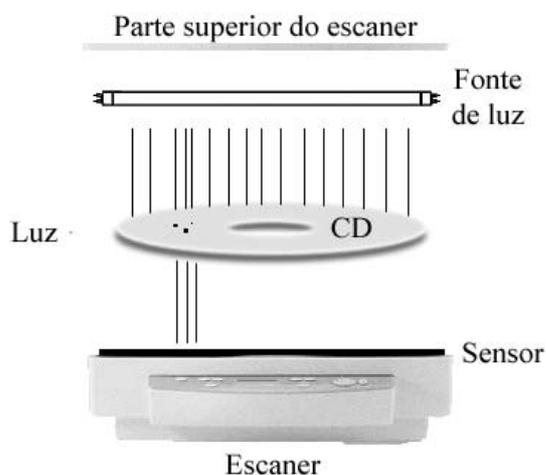


Figura 7.7 - Ilustração do procedimento de observação das microperfurações por varredura óptica digital de transmissão através da mídia

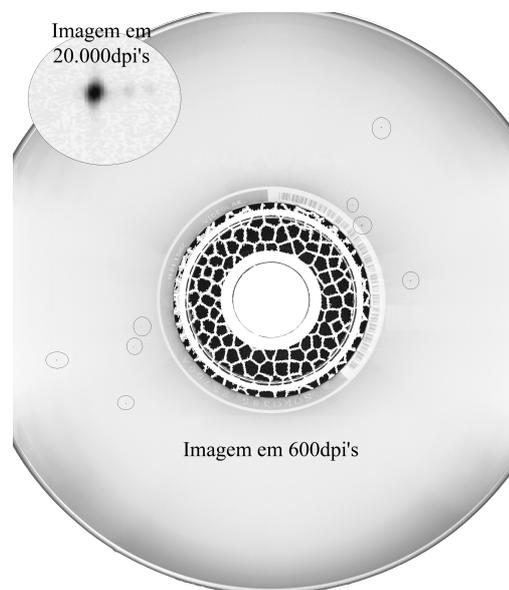


Figura 7.8 - Imagem de microperfurações obtida através do procedimento por varredura óptica digital de transmissão através da mídia

O escaner utilizado nesta demonstração tem as seguintes características: marca Microtek; modelo ScanMaker 6800; fabricante Microtek e; características especiais de digitalização em alta resolução e microformas.

7.3 Visualização por microscópio eletrônico

A visualização por microscópio eletrônico permite a identificação e confirmação de problemas relacionados a microperfurações na camada metálica, identificação de fragmentos, falhas no processo de injeção, falhas na metalização e identificação de deformações entre camadas, esta metodologia consiste na utilização do microscópio eletrônico óptico para a observação microscópica da mídia.

A metodologia de visualização por microscópio eletrônico foi de difícil utilização, pois a princípio foi experimentada a visualização dos problemas através da camada de policarbonato, porém as imagens geradas não eram significativas, durante várias tentativas frustradas, percebemos que a camada de policarbonato é muito espessa para a observação em microscópio

óptico, com isso, após mais alguns estudos sobre a estrutura física da mídia percebemos que a camada de proteção é fina, o que permite a focagem através dela.

Após a tentativa de visualização através da camada de proteção (camada de laca), foi observado que é possível visualizar alguns problemas das mídias, foi então estabelecido a nova metodologia de visualização por microscópio eletrônico. A metodologia consiste na observação das camadas de policarbonato, da camada metálica e da camada de tinta (para o CD-R) através da camada de proteção, utilizando um microscópio óptico sofisticado e com interface para digitalização das imagens de forma direta. A Figura a seguir ilustra esta visualização foi realizada.

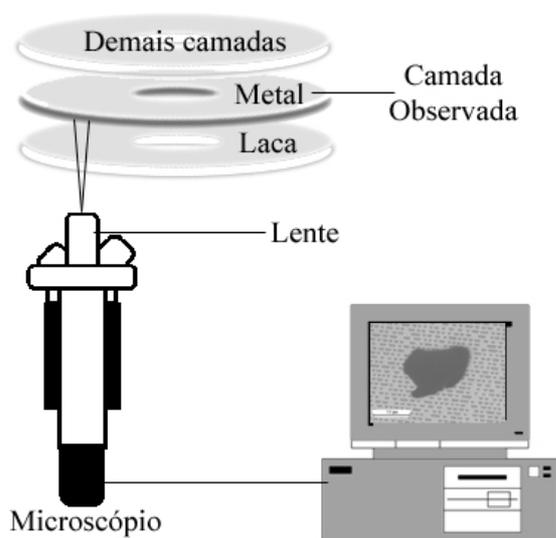


Figura 7.9 – Ilustração do procedimento de observação das microperfurações por microscópio eletrônico

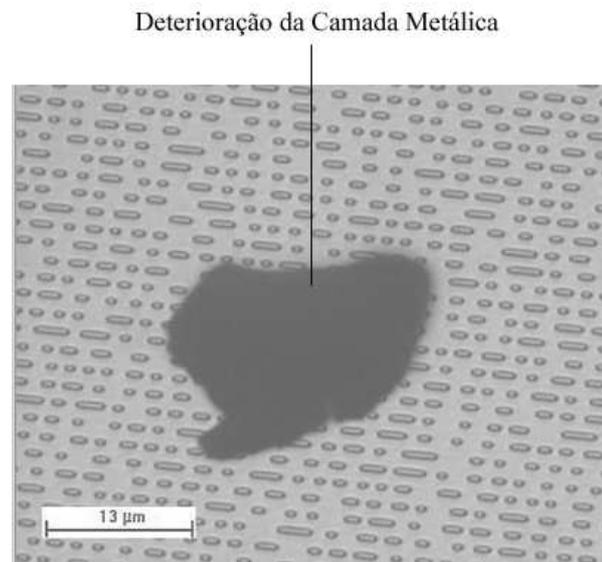


Figura 7.10 - Imagem de microperforação obtida através do procedimento por microscópio eletrônico

Observe que o foco é dado através da camada de proteção e é este foco permite a observação dos problemas relacionados, neste caso, é importante ressaltar que se houver uma camada de serigrafia densa ou muito escura, esta visualização fica prejudicada e poderá não acontecer, a camada de serigrafia é impressa na superfície da camada de proteção da mídia e trás normalmente o rótulo do CD.



Figura 7.11 - Imagem de fragmento obtida através do procedimento por microscópio eletrônico

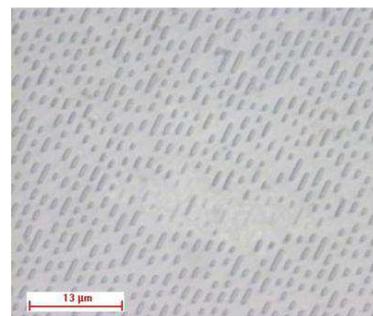


Figura 7.12 - Imagem de falha na injeção do policarbonato obtida através do procedimento por microscópio eletrônico

As imagens exibidas nas figuras 7.10, 7.11, 7.12, 7.13 e 7.14, são imagens geradas pela metodologia adotada e demonstram cada um dos problemas relacionados e descritos como passíveis de observação através do método de visualização por microscópio óptico.

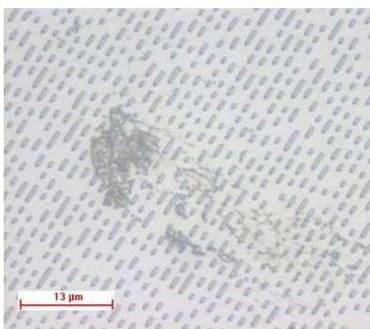


Figura 7.13 - Imagem de falha na metalização obtida através do procedimento por microscópio eletrônico

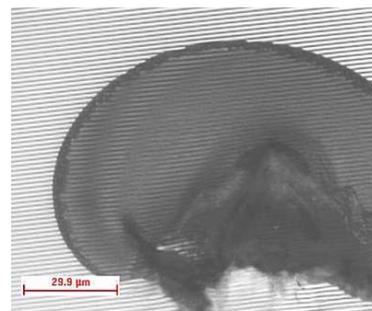


Figura 7.14 - Imagem de deformação entre camadas internas obtida através do procedimento por microscópio eletrônico

O procedimento foi realizado por microscópio eletrônico com as seguintes características: marca Carl Zeiss; modelo Neophot 32; fabricante Carl Zeiss; lentes de 50X e 25X, com fator de multiplicação de 16X e; características especiais de transmissão de imagem para microcomputador.

7.4 Metodologia da análise lógica

A existência de softwares consolidados e gratuitos existentes no mercado facilita a análise dos erros lógicos retornados pelos leitores de CD, descartando assim a necessidade de desenvolvimento de sistemas específicos para este fim. Tendo em vista a utilização destes softwares como apoio a análise da confiabilidade, é detalhada neste item a metodologia da análise lógica.

A metodologia de análise lógica é baseada na utilização de softwares capazes de identificar os erros C1 e C2, calculando o BLER e os erros críticos do tipo C2, nesta metodologia, podem ser utilizados dois softwares específicos, o Nero CD-DVD Speed e o KProble. A análise lógica é importante para a verificação dos erros retornados durante o processo de leitura, os quais são utilizados na metodologia de definição da confiabilidade das mídias de CD-ROM e CD-R e conseqüentemente no SAConf_CD para a definição do NCD-G.

Os softwares em questão foram testados e apresentam resultados confiáveis em relação as variáveis que iremos utilizar nesta metodologia, mas é importante lembrar que não são todos os leitores de CD que retornam os códigos de erro C1 e C2, alguns leitores não retornam os tipos de erro, os mais comuns retornam somente o C2 e outros mais específicos retornam os dois tipos de erro. Segue a metodologia utilizada para cada um dos softwares citados.

7.4.1 Nero CD-DVD Speed

O Nero CD-DVD Speed possui uma série de funcionalidades interessantes voltadas desde o desempenho do leitor utilizado indo até a verificação das mídias de CD e DVD. É um software gratuito e geralmente acompanha os pacotes do sistema de gravação da Nero.

Nesta metodologia, iremos utilizar a funcionalidade de medição da qualidade da mídia a qual é chamada pelo software de “Disc Quality”. Esta funcionalidade é capaz de reconhecer os erros C1 e C2. É importante salientar que o reconhecimento destes erros dependem do leitor utilizado, pois nem todos os leitores são capazes de identificar estes erros.

O Nero CD-DVD Speed apresenta de forma gráfica de apresentação dos erros identificados nas mídias e atribui uma pontuação em relação a medição dos códigos, a qual pode variar de 100% a 0%. Neste software é este percentual que irá determinar a confiabilidade da mídia analisada.

Observe que na área reservada para o gráfico serão apresentados os erros identificados na mídia analisada e que as opções podem ser manipuladas pelos menus do sistema. Observe também que há uma pontuação atribuída a mídia. Vale a pena lembrar que o software também tem opções de Benchmark, informações do disco e escaneamento da mídia.

Para instalar e utilizar as funcionalidades de medição dos erros C1 e C2 do Nero CD-DVD Speed, siga os seguintes procedimentos:

1. Acesse o sítio <http://www.cdspd2000.com/>;
2. Acesse o menu software, item CDSpeed;
3. Acesse o link download;
4. Selecionar na tabela Nero CD-DVD Speed o link [NeroCDSpeed_401.zip](#);
5. Fazer o download do arquivo;
6. Abrir o arquivo com o software de compactação WinZip;
7. Salvar o arquivo em um diretório específico;
8. Rodar o software e selecionar Disc Quality, as configurações padrão do software já permitem a varredura do C1 e C2;
9. Inserir o CD a ser analisado, observe que ao inserir o CD, são exibidos automaticamente as Informações sobre o disco, velocidade de varredura, ponto inicial, ponto final de varredura e uma faixa branca na tela de análise, além das opções de visualização do C1, C2, Jitter, Velocidade de Leitura e Velocidade de Escrita;

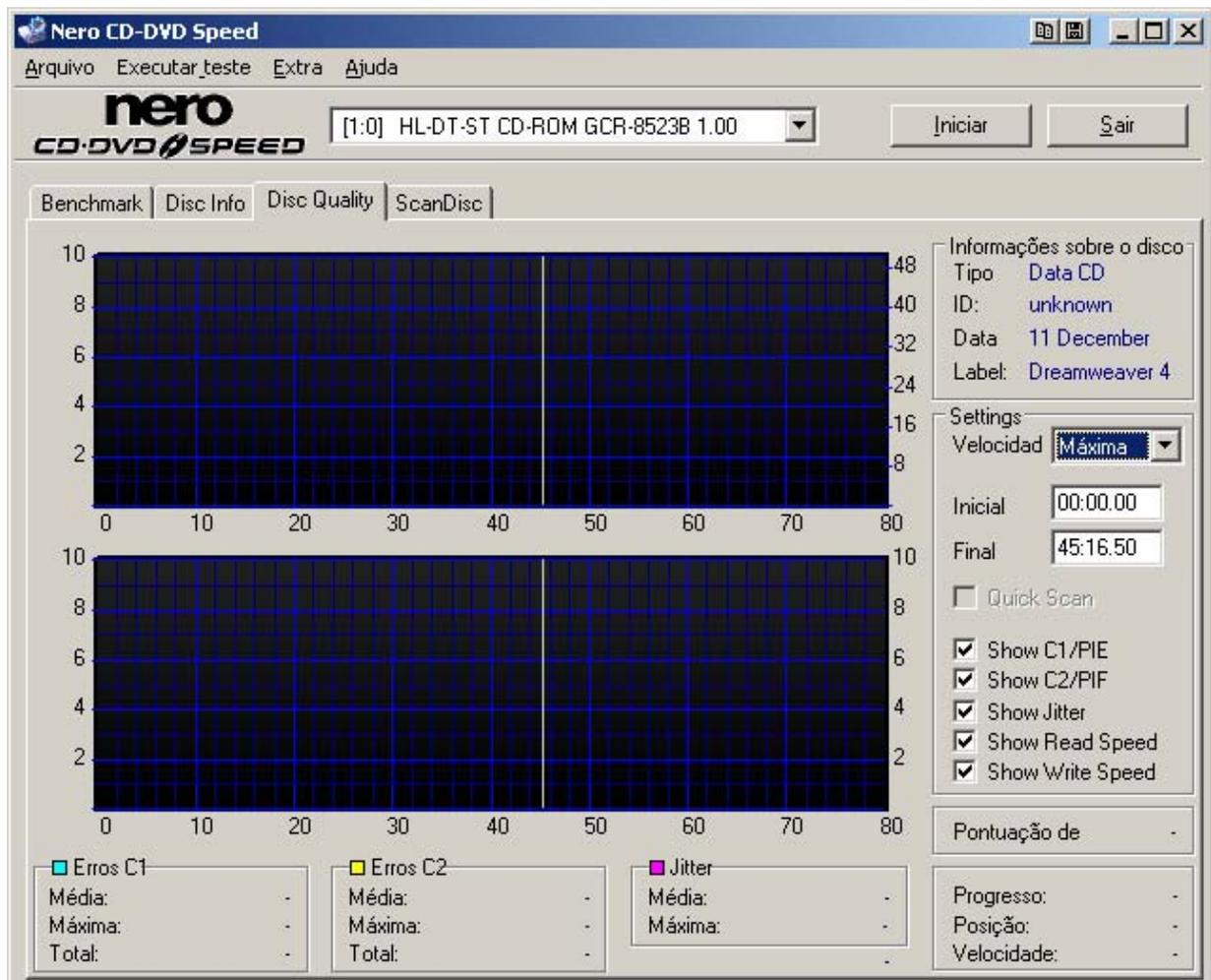


Figura 7.15 - Visão geral da funcionalidade "Disc Quality" do software Nero CD-DVD Speed

10. Clique no botão iniciar para fazer a varredura da mídia;
11. Ao fazer a varredura da mídia os gráficos são construídos e as informações sobre os erros do tipo C1 e C2 são exibidos abaixo da janela do sistema, são estes valores que serão utilizados para o SAConf_CD e;
12. Ao finalizar o teste, inserir os dados no sistema SAConf_CD.

Caso após o teste alguma das opções de visualização do C1, C2, Jitter, Velocidade de Leitura e escrita aparecer desabilitada, isso significa que o software não foi capaz de fazer o teste nestas opções desabilitadas, isso vai depender diretamente do leitor utilizado.

7.4.2 KProbe

O KProbe, assim como o Nero CD-DVD Speed possui uma série de funcionalidades interessantes voltadas desde o desempenho do leitor utilizado indo até a verificação das mídias de CD e DVD.

O KProbe também é gratuito e neste projeto iremos utilizar a funcionalidade de medição do BLER, esta funcionalidade é capaz de reconhecer os erros que estamos trabalhando, tanto o C1 quanto o C2. É importante salientar que o reconhecimento destes erros também dependem do leitor utilizado, pois nem todos os leitores são capazes de identificar estes erros. Para este software os leitores mais compatíveis são os da marca LITEON.

O KProbe apresenta de forma gráfica a identificação dos erros e nas mídias e apresenta um relatório da geral mídia. Neste software é esta medição que irá determinar a confiabilidade da mídia. Observe que na área reservada para o gráfico serão apresentados os erros identificados na mídia analisada e outra reservada aos dados de identificação e relatórios.

Para instalar e utilizar as funcionalidades de medição dos erros C1 e C2 do KProbe, siga os seguintes procedimentos:

1. Acesse o sítio <http://www.cdrlabs.com/kprobe/index.php>;
2. Acesse o link download;
3. Fazer o download do arquivo;
4. Abrir o arquivo de instalação;
5. Fazer a instalação padrão do software;
6. Rodar o software e selecionar a aba BLER;
7. Inserir o CD a ser analisado, observe que ao inserir o CD, são exibidos as Informações sobre o disco, velocidade de varredura, ponto inicial e ponto final de varredura, além das janelas para a visualização do C1 e C2;

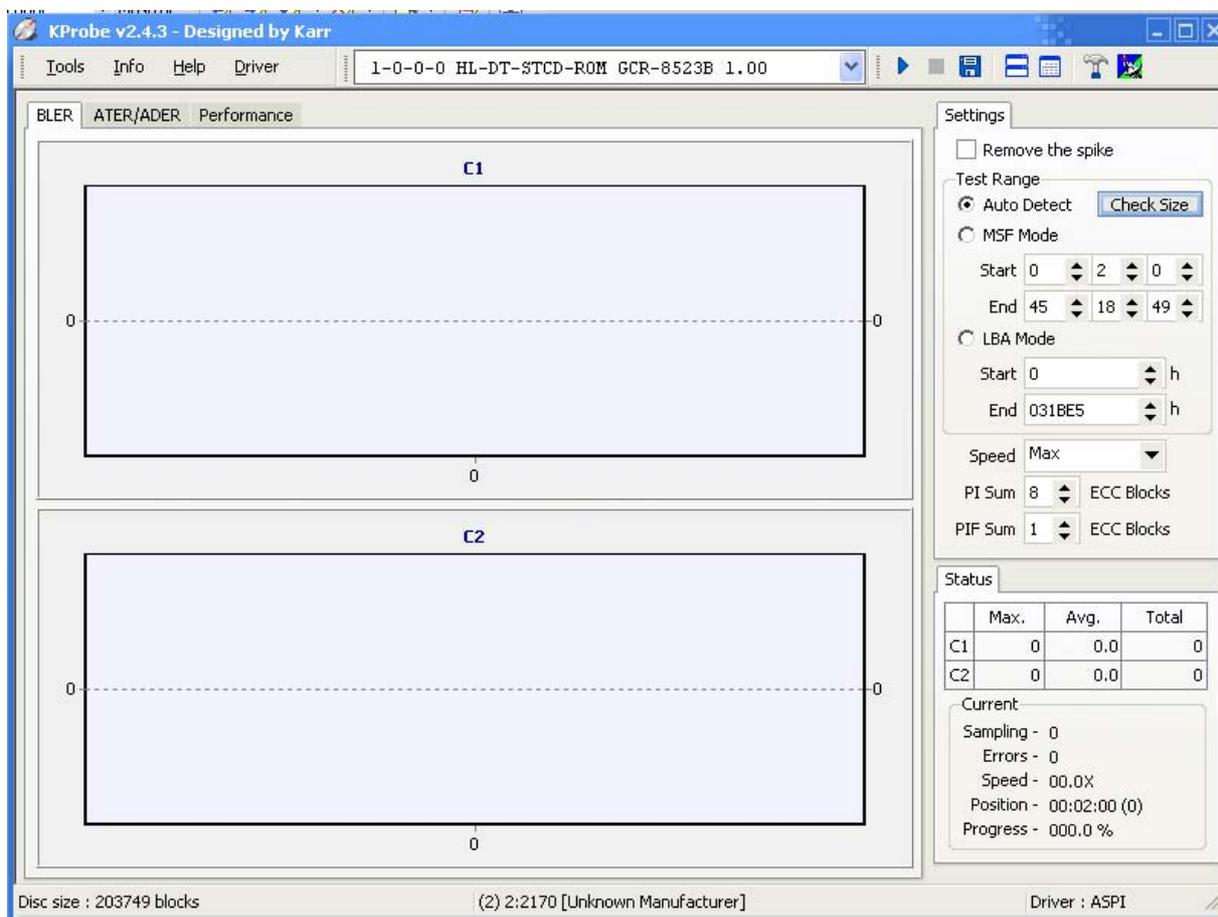


Figura 7.16 - Visão geral da funcionalidade de identificação do BLER no software KProbe

8. Clique no botão de “play” para fazer a varredura da mídia;
9. Ao fazer a varredura da mídia os gráficos são construídos e as informações sobre os erros do tipo C1 e C2 são exibidas em um relatório gerado pelo próprio software, são estes valores que serão utilizados para o SAConf_CD e;
10. Ao finalizar o teste, inserir os dados no sistema SAConf_CD.

Caso o teste não aconteça, isso pode significar a incompatibilidade do leitor de CD com o software KProbe, pois isso vai depender diretamente do leitor utilizado.

Capítulo 8

Resultados e Discussões

Os resultados e as discussões apresentadas neste capítulo são fruto da aplicação de toda a metodologia e modelos adotados nesta dissertação e certamente apresentam resultados fundamentados e passíveis de aplicação para os mais diversos interesses.

Nesta análise de resultados são utilizados as análises feitas pelos tipos de observação descritos ao longo do projeto, a observação visual, a observação por microscópio óptico, a verificação de erros através de softwares específicos e da aplicação do sistema SAConf_CD, juntamente com o modelo de confiabilidade apresentado. Durante a análise dos resultados é possível observar os problemas mencionados e levantados durante a revisão bibliográfica e a análise física das mídias.

Os resultados apresentados são o início de uma discussão ampla e duradoura na área de preservação de documentos digitais, pois este novo modelo e o sistema SAConf_CD poderão ser utilizados como base para a definição de políticas de preservação de documentos digitais, assim como, base para o desenvolvimento de novos modelos de confiabilidade, seja para mídias de CD ou para as mais diversas mídias existentes no mercado e que conceitualmente apresentam os mesmos problemas em relação a preservação dos documentos digitais.

Nos itens a seguir são apresentadas discussões em relação a confiabilidade das mídias digitais e suas perspectivas em relação a vida útil de cada uma delas, são abordados os seguintes itens: confiabilidade em relação ao armazenamento das mídias; confiabilidade em relação ao material utilizado; confiabilidade em relação a identificação de problemas físicos; confiabilidade geral das mídias e; preservação das mídias de CD-ROM e CD-R.

8.1 A confiabilidade em relação ao armazenamento das mídias

No decorrer de todo trabalho foi possível estabelecer um relacionamento direto em relação ao ambiente de armazenamento e a confiabilidade, neste item do trabalho, é aplicado o modelo de confiabilidade apresentado no capítulo 05 para demonstrar resultados práticos e previsões de expectativa de vida de mídias de CD-ROM e CD-R. A confiabilidade em relação ao armazenamento das mídias é baseada no índice **NCD-G** do modelo de confiabilidade apresentado no capítulo 05.

Neste item será utilizada a análise da confiabilidade em relação ao armazenamento das mídias e o tempo de armazenamento. Por ser considerado neste trabalho o tempo máximo de 10 anos para confiabilidade das mídias tanto de CD-ROM e CD-R, a variação de tempo estará restrita a 10 anos.

8.1.1 Análise da confiabilidade em relação ao armazenamento de mídias de CD-ROM com a marca e material fixos

Para a análise da confiabilidade em relação ao armazenamento de mídias de CD-ROM com a marca e material fixos, são considerados três padrões básicos: o primeiro padrão considera uma mídia de baixa qualidade, sem marca e com camada metálica de alumínio, chamada neste trabalho de *M_CD_ROM_01*; o segundo padrão considera uma mídia de CD-ROM normalmente encontrada e muito comum, ou seja, uma mídia com marca e com a camada metálica de alumínio, chamada neste trabalho de *M_CD_ROM_02* e; o terceiro padrão considera uma mídia de CD-ROM de alta qualidade, com marca e com a camada metálica de ouro, chamada neste trabalho de *M_CD_ROM_03*.

Na primeira situação são consideradas as condições ideais de armazenamento em relação a temperatura e umidade relativa do ar, ou seja, temperatura média entre 7,5°C e 12,5°C e umidade relativa média entre 22,5% e 27,5%. É importante ressaltar que estas condições são difíceis de serem alcançadas, principalmente em um país como o Brasil.

Tabela 8.1: Tabela de padrões de mídias de CD-ROM - Temperatura 10°C e Umidade 25%

<i>M_CD_ROM_01</i>	<i>M_CD_ROM_02</i>	<i>M_CD_ROM_03</i>
--------------------	--------------------	--------------------

Temperatura	10	10	10
Umidade Relativa	25	25	25
Tipo da mídia	CD-ROM	CD-ROM	CD-ROM
Marca	sem	com	com
Metálica	alumínio	prata	ouro

Para a temperatura a 10°C e umidade relativa a 25% o gráfico obtido de confiabilidade é determinado por:

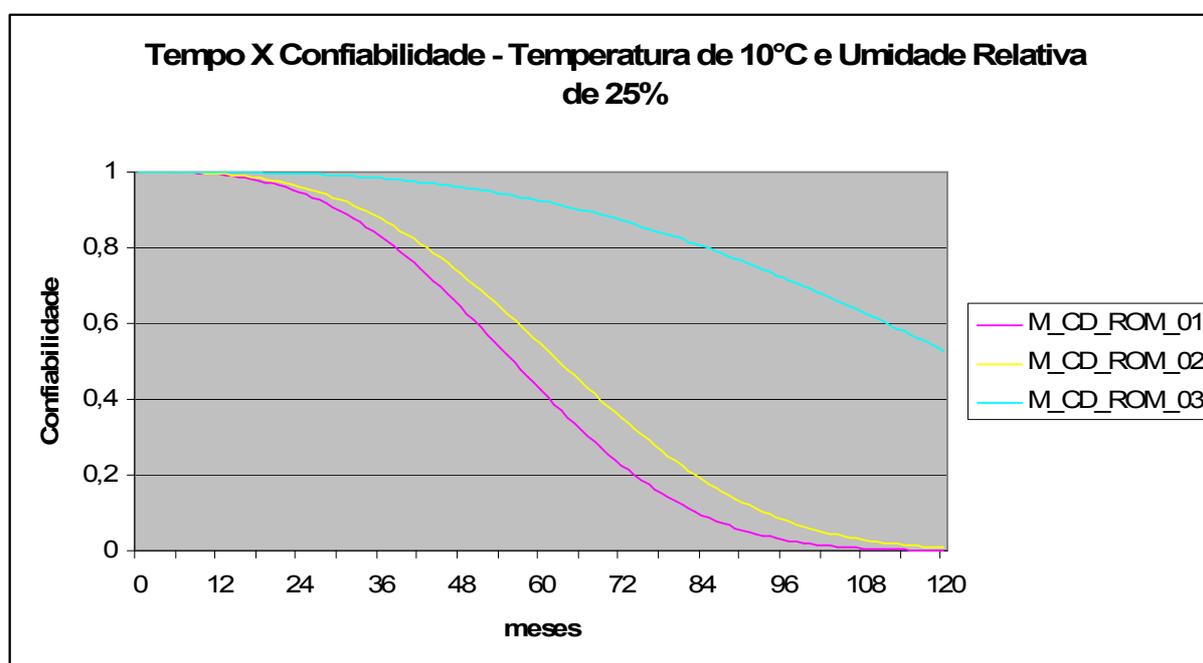


Figura 8.1 - Tempo X Confiabilidade - Temperatura 10°C e Umidade 25%

Na segunda situação são consideradas as condições ambientais de armazenamento mais comuns no sudeste do Brasil em relação a temperatura e umidade relativa do ar, ou seja, temperatura média entre 22,5°C e 27,5°C e umidade relativa média entre 55% e 70%.

Tabela 8.2: Tabela de padrões de mídias de CD-ROM - Temperatura 25°C e Umidade 60%

	<i>M CD ROM 01</i>	<i>M CD ROM 02</i>	<i>M CD ROM 03</i>
Temperatura	25	25	25
Umidade Relativa	60	60	60
Tipo da mídia	CD-ROM	CD-ROM	CD-ROM

Marca	sem	com	com
Metálica	alumínio	prata	ouro

Para a temperatura a 25°C e umidade relativa a 60% o gráfico obtido de confiabilidade é determinado por:

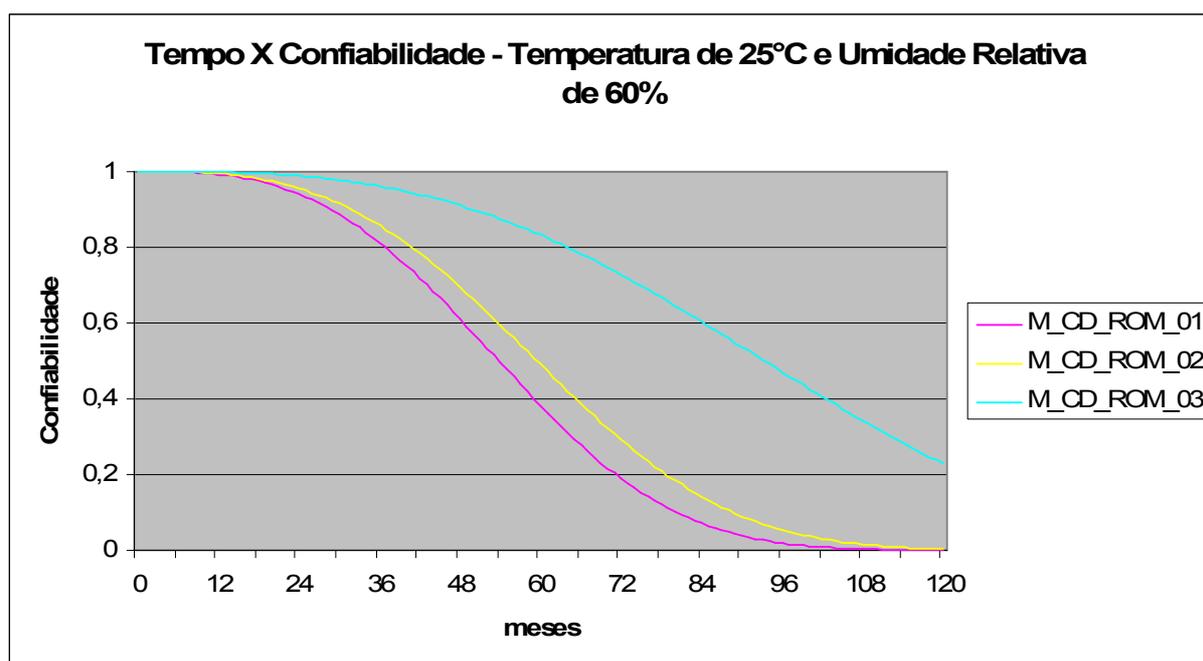


Figura 8.2 - Tempo X Confiabilidade - Temperatura 25°C e Umidade 60%

Na terceira situação são consideradas as condições ambientais de armazenamento, indicadas para o armazenamento em arquivos climatizados, tomando como base os arquivos do Sistema de Arquivos da UNICAMP, ou seja, temperatura média entre 17,5°C e 22,5°C e umidade relativa média entre 35% e 45%.

Tabela 8.3: Tabela de padrões de mídias de CD-ROM - Temperatura 18°C e Umidade 40%

	<i>M CD ROM 01</i>	<i>M CD ROM 02</i>	<i>M CD ROM 03</i>
Temperatura	18	18	18
Umidade Relativa	40	40	40
Tipo da mídia	CD-ROM	CD-ROM	CD-ROM
Marca	sem	com	com
Metálica	alumínio	prata	ouro

Para a temperatura a 18°C e umidade relativa a 40% o gráfico obtido de confiabilidade é determinado por:

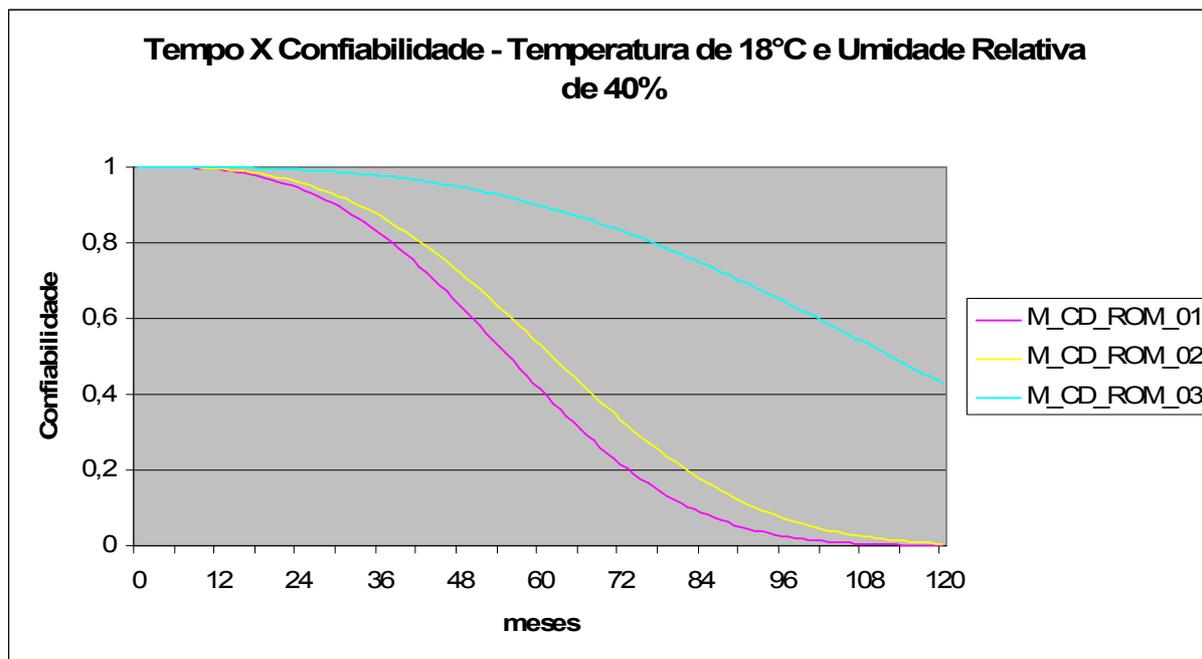


Figura 8.3 - Tempo X Confiabilidade - Temperatura 18°C e Umidade 40%

8.1.2 Análise da confiabilidade em relação ao armazenamento de mídias de CD-R com a marca e material fixos

Para a análise da confiabilidade em relação ao armazenamento de mídias de CD-R com a marca e material fixos, são considerados três padrões básicos: o primeiro padrão considera uma mídia de baixa qualidade, sem marca, com camada de metálica de prata e camada de tintura de Cyanine, chamada neste trabalho de *M_CD_R_04*; o segundo padrão considera uma mídia de média qualidade, ou seja, uma mídia com marca e com a camada metálica de liga de ouro+prata e camada de tintura de Metal stabilized cyanine, chamada neste trabalho de *M_CD_R_05* e; o terceiro padrão considera uma mídia de CD-ROM de alta qualidade, com marca, com a camada metálica de ouro e com a camada de tintura de Phthalocyanine, chamada neste trabalho de *M_CD_R_06*.

Na primeira situação são consideradas as condições ideais de armazenamento em relação a temperatura e umidade relativa do ar, ou seja, temperatura média entre 7,5°C e 12,5°C e umidade relativa média entre 22,5% e 27,5%.

Tabela 8.4: Tabela de padrões de médias de CD-R - Temperatura 10°C e Umidade 25%

	<i>M_CD_R_04</i>	<i>M_CD_R_05</i>	<i>M_CD_R_06</i>
Temperatura	10	10	10
Umidade Relativa	25	25	25
Tipo da mídia	CD-R	CD-R	CD-R
Marca	sem	com	com
Metálica	prata	Ouro+prata	Ouro
Tintura	Cyanine	Metal stabilized cyanine	Phthalocyanine

Para a temperatura a 10°C e umidade relativa a 25% o gráfico obtido de confiabilidade é determinado por:

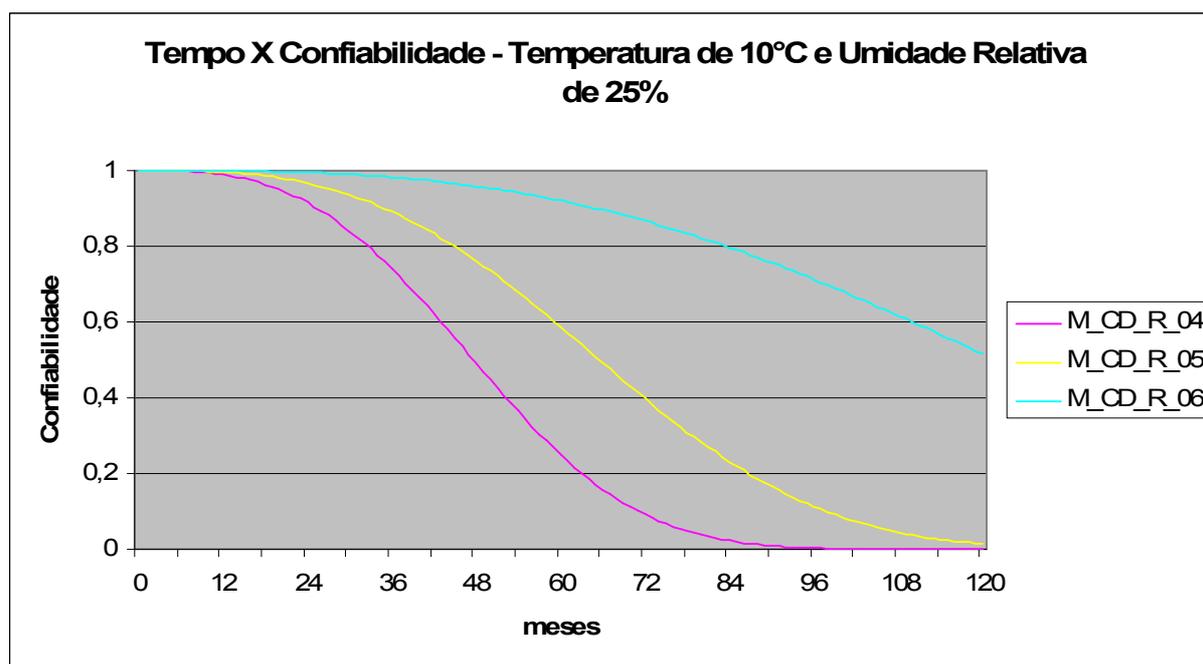


Figura 8.4 - Tempo X Confiabilidade - Temperatura 10°C e Umidade 25%

Na segunda situação são consideradas as condições ambientais de armazenamento mais comuns no sudeste do Brasil em relação a temperatura e umidade relativa do ar, ou seja, temperatura média entre 22,5°C e 27,5°C e umidade relativa média entre 55% e 70%.

Tabela 8.5: Tabela de padrões de mídias de CD-R - Temperatura 25°C e Umidade 60%

	<i>M_CD_R_04</i>	<i>M_CD_R_05</i>	<i>M_CD_R_06</i>
Temperatura	25	25	25
Umidade Relativa	60	60	60
Tipo da mídia	CD-R	CD-R	CD-R
Marca	sem	com	com
Metálica	prata	Ouro+prata	Ouro
Tintura	Cyanine	Metal stabilized cyanine	Phthalocyanine

Para a temperatura a 25°C e umidade relativa a 60% o gráfico obtido de confiabilidade é determinado por:

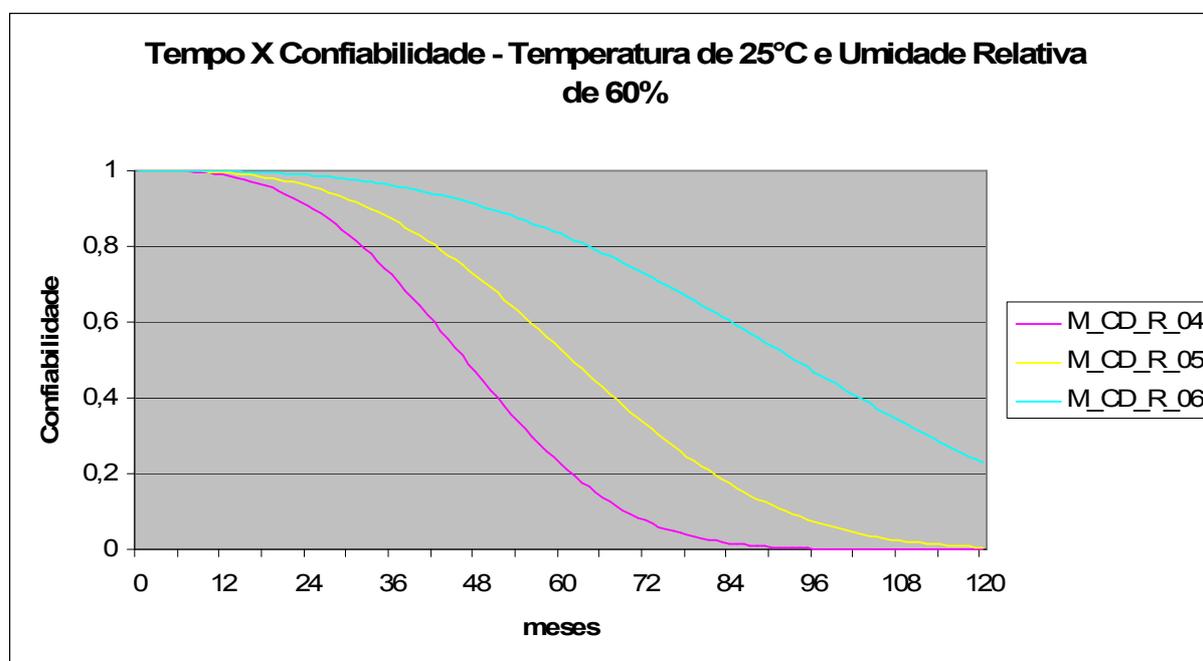


Figura 8.5 - Tempo X Confiabilidade - Temperatura 25°C e Umidade 60%

Na terceira situação são consideradas as condições ambientais de armazenamento, indicadas para o armazenamento em arquivos climatizados, tomando como base os arquivos do Sistema de Arquivos da UNICAMP, ou seja, temperatura média entre 17,5°C e 22,5°C e umidade relativa média entre 35% e 45%.

Tabela 8.6: Tabela de padrões de mídias de CD-R - Temperatura 18°C e Umidade 40%

	<i>M_CD_R_04</i>	<i>M_CD_R_05</i>	<i>M_CD_R_06</i>
--	------------------	------------------	------------------

Temperatura	18	18	18
Umidade Relativa	40	40	40
Tipo da mídia	CD-R	CD-R	CD-R
Marca	sem	com	com
Metálica	prata	Ouro+prata	Ouro
Tintura	Cyanine	Metal stabilized cyanine	Phthalocyanine

Para a temperatura a 18°C e umidade relativa a 40% o gráfico obtido de confiabilidade é determinado por:

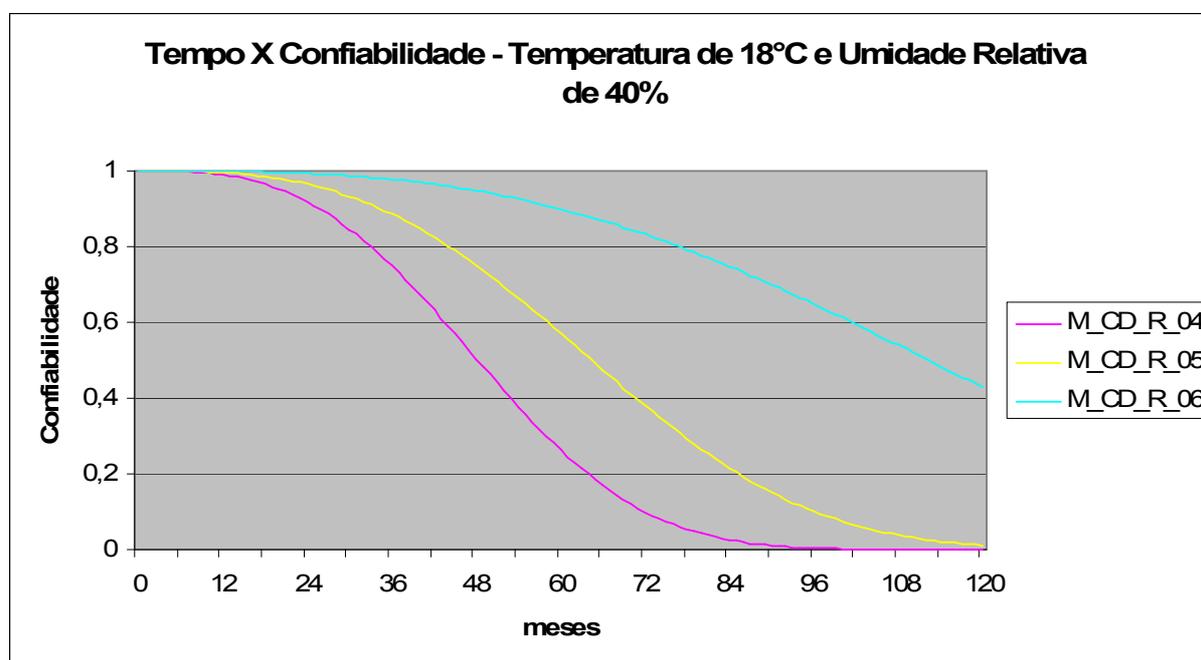


Figura 8.6 - Tempo X Confiabilidade - Temperatura 18°C e Umidade 40%

8.2 A confiabilidade em relação ao material utilizado

Como visto, o material utilizado para a fabricação das mídias também é uma das principais variáveis de desgaste, neste item é abordada a confiabilidade das mídias em relação ao material utilizado para a fabricação das mídias de CD-ROM e CD-R, principalmente nas mídias de CD-R, já que esta apresenta uma maior fragilidade em relação a sua estrutura física. A confiabilidade em relação ao material utilizado é baseada no índice **NCD-DG** do modelo de confiabilidade apresentado no capítulo 05.

8.2.1 Análise da confiabilidade em relação ao material utilizado de mídias de CD-ROM

A construção do gráfico da análise da confiabilidade em relação ao material utilizado na fabricação do CD-ROM, leva em consideração o material utilizado na camada metálica da mídia. A temperatura e a umidade do ar serão fixadas em um ambiente padrão para a preservação de documentos convencionais, ou seja, temperatura de 18°C e umidade relativa de 40% e todas serão consideradas com marca.

As mídias desta análise serão chamadas de *M_CD_ROM_07* para a mídia com a camada de alumínio, *M_CD_ROM_08* para a mídia com a camada de prata, *M_CD_ROM_09* para a mídia com a camada de liga de ouro+prata e *M_CD_ROM_10* para a mídia com a camada de ouro.

Tabela 8.7: Tabela padrões de material CD-ROM - Temperatura 18°C e Umidade 40%

	<i>M_CD_ROM_07</i>	<i>M_CD_ROM_08</i>	<i>M_CD_ROM_09</i>	<i>M_CD_ROM_10</i>
Temperatura	18	18	18	18
Umidade Relativa	40	40	40	40
Tipo da mídia	CD-ROM	CD-ROM	CD-ROM	CD-ROM
Marca	com	com	com	com
Metálica	Alumínio	Prata	Ouro+prata	Ouro

Para estes dados foi elaborado o seguinte gráfico, o qual representa a evolução da confiabilidade ao longo de 10 anos.

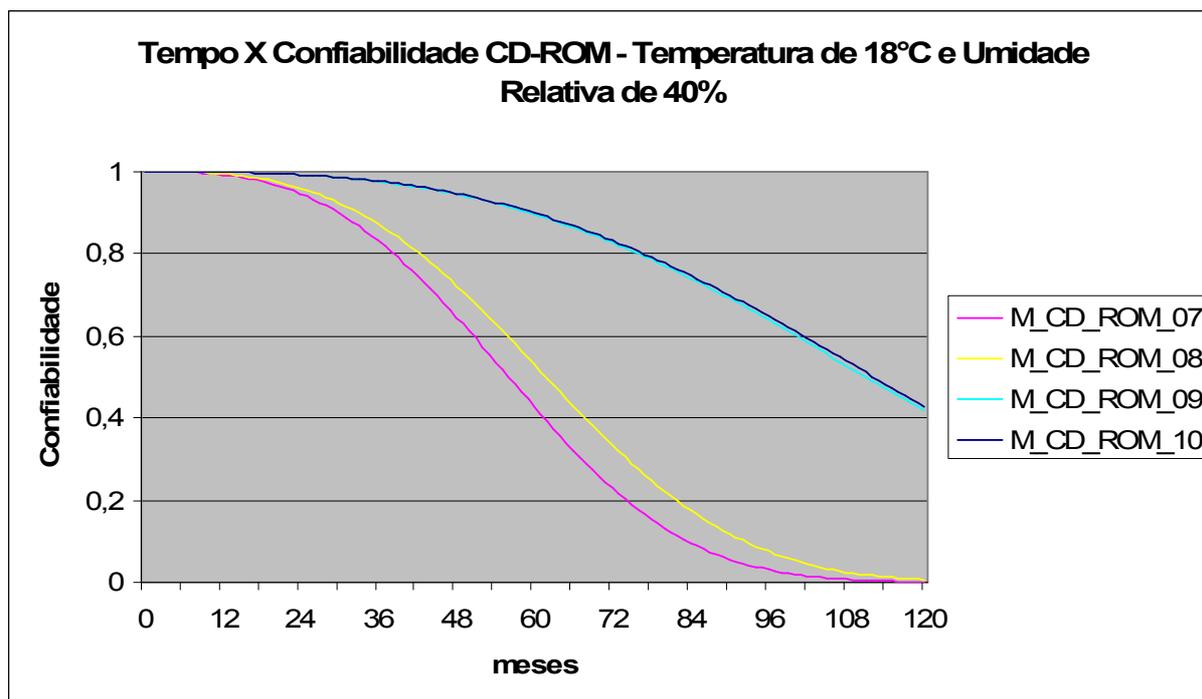


Figura 8.7 - Material X Confiabilidade – CD-ROM - Temperatura 18°C e Umidade 40%

8.2.2 Análise da confiabilidade em relação ao material utilizado de mídias de CD-R

Para a construção dos gráficos da análise da confiabilidade em relação ao material utilizado na fabricação de mídias de CD-R, são abordados três análises independentes: a primeira, leva em consideração a variação da camada metálica atuando em conjunto com uma camada de tinta considerada intermediária, a de Metal stabilized cyanine; a segunda leva em consideração a variação da camada de tinta com uma camada metálica considerada intermediária, a de liga de ouro+prata e; a terceira é uma distribuição das camadas metálicas em conjunto com as camadas de tinta, a qual demonstra a performance a partir de uma mídia de considerada mais frágil, até uma mídia considerada mais robusta. A temperatura e a umidade do ar serão fixadas em um ambiente padrão para a preservação de documentos convencionais, ou seja, temperatura de 18°C e umidade relativa de 40%.

Nesta primeira situação, é considerado a como variável a camada metálica das mídias de CD-R, a qual será interagida com a variável de tinta intermediária de Metal stabilized cyanine, as mídias desta análise, serão chamadas de *M_CD_R_11* para a mídia com a camada de prata,

$M_CD_R_12$ para a mídia com a camada de liga de ouro+prata e $M_CD_R_13$ para a mídia com a camada de ouro.

Tabela 8.8: Tabela padrões de camada metálica CD-R - Temperatura 18°C e Umidade 40%

	$M_CD_R_11$	$M_CD_R_12$	$M_CD_R_13$
Temperatura	18	18	18
Umidade Relativa	40	40	40
Tipo da mídia	CD-R	CD-R	CD-R
Marca	com	com	com
Metálica	Prata	Ouro+prata	Ouro
Tintura	Metal stabilized cyanine	Metal stabilized cyanine	Metal stabilized cyanine

Para estes dados foi elaborado o gráfico abaixo, o qual representa a evolução da confiabilidade ao longo de 10 anos.

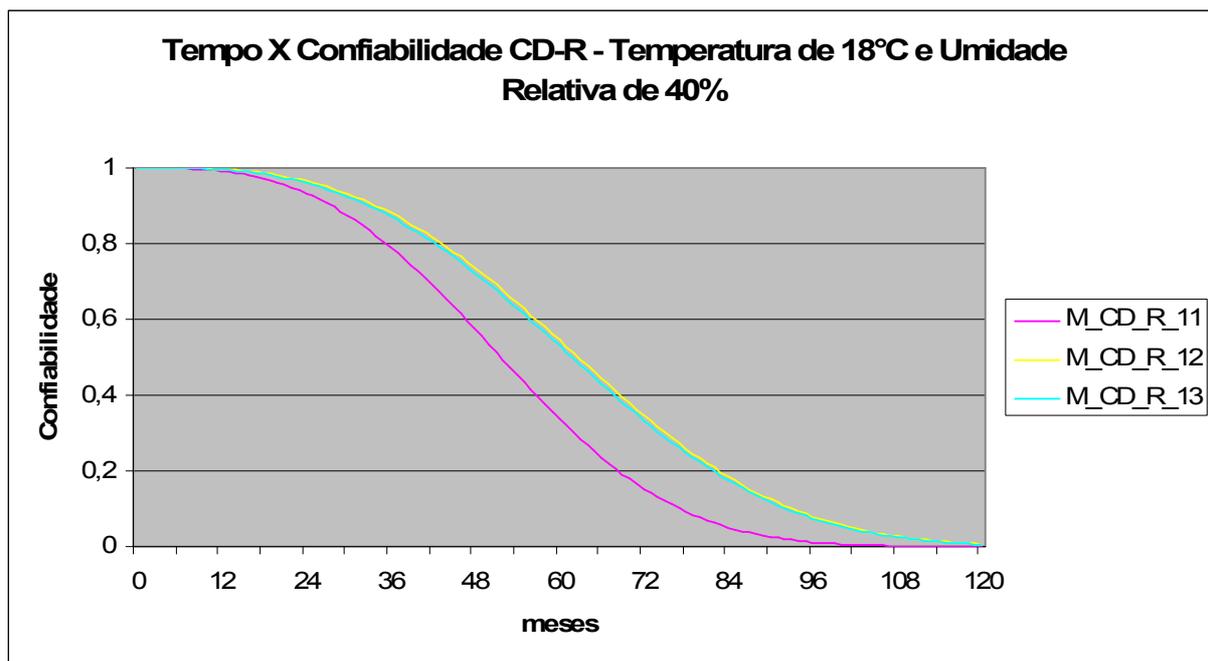


Figura 8.8 - Material X Confiabilidade - CD-R – Metálica -Temperatura 18°C e Umidade 40%

Esta análise leva em consideração a variação da camada de tintura com uma camada metálica considerada intermediária, a de liga de ouro+prata. As mídias desta análise, serão chamadas de $M_CD_R_15$ para a mídia com a camada de Cyanine, $M_CD_R_16$ para a mídia

com a camada de Super Azo, *M_CD_R_17* para a mídia com a camada de liga de Metal stabilized cyanine e *M_CD_R_18* para a mídia com a camada de Phthalocyanine.

Tabela 8.9: Tabela padrões de camada tintura CD-R - Temperatura 18°C e Umidade 40%

	<i>M_CD_R_15</i>	<i>M_CD_R_16</i>	<i>M_CD_R_17</i>	<i>M_CD_R_18</i>
Temperatura	18	18	18	18
Umidade Relativa	40	40	40	40
Tipo da mídia	CD-R	CD-R	CD-R	CD-R
Marca	Com	com	com	com
Metálica	Ouro+prata	Ouro+prata	Ouro+prata	Ouro+prata
Tintura	Cyanine	Super Azo	Metal stabilized cyanine	Phthalocyanine

Para estes dados foi elaborado o gráfico abaixo, o qual representa a evolução da confiabilidade ao longo de 10 anos.

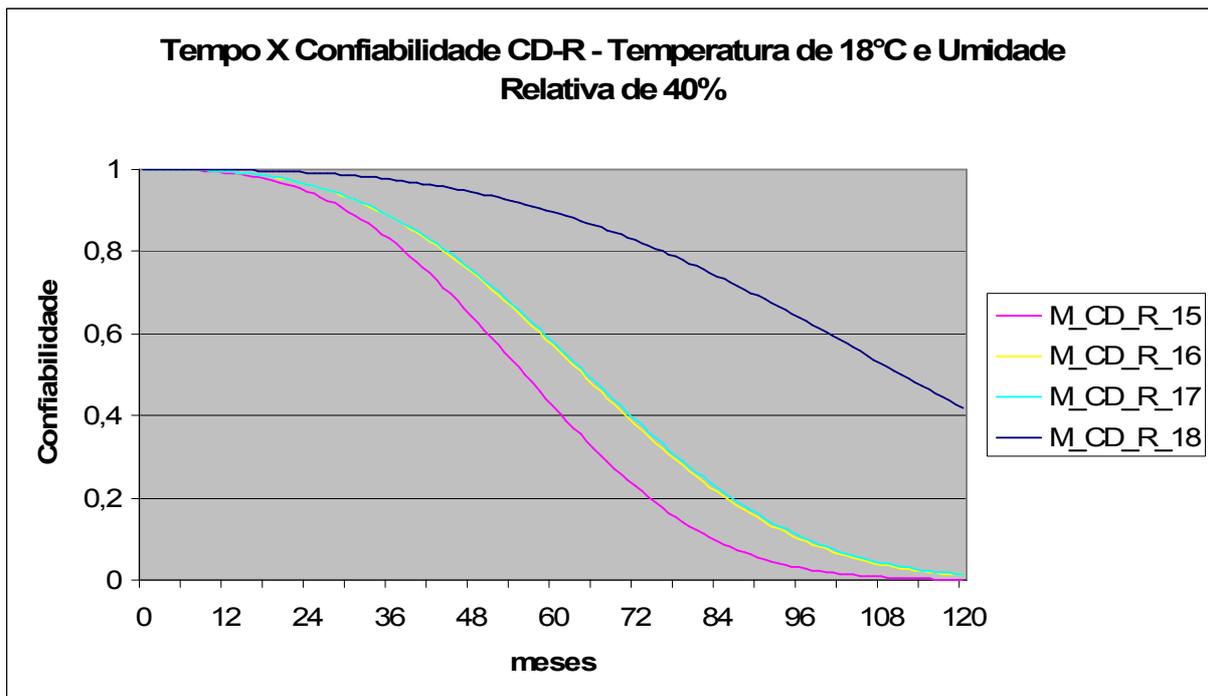


Figura 8.9 - Material X Confiabilidade - CD-R – Tintura - Temperatura 18°C e Umidade 40%

Esta terceira análise leva em consideração uma distribuição das camadas metálicas em conjunto com as camadas de tintura, a qual demonstra a performance a partir de uma mídia de considerada mais frágil, até uma mídia considerada mais robusta. As mídias desta análise, serão

chamadas de *M_CD_R_19*, *M_CD_R_20*, *M_CD_R_21*, *M_CD_R_22*, *M_CD_R_23* e *M_CD_R_24*.

Tabela 8.10: Tabela padrões diversos CD-R - Temperatura 18°C e Umidade 40%

	<i>M_CD_R_19</i>	<i>M_CD_R_20</i>	<i>M_CD_R_21</i>	<i>M_CD_R_22</i>	<i>M_CD_R_23</i>	<i>M_CD_R_24</i>
Temperatura	18	18	18	18	18	18
Umidade Relativa	40	40	40	40	40	40
Tipo da mídia	CD-R	CD-R	CD-R	CD-R	CD-R	CD-R
Marca	com	com	com	com	com	com
Metálica	Prata	Ouro+prata	Ouro+prata	Ouro+prata	Ouro	Prata
Tintura	Cyanine	Super Azo	Metal stabilized cyanine	Phthalocyanine	Phthalocyanine	Metal stabilized cyanine

Para estes dados foi elaborado o gráfico abaixo, o qual representa a evolução da confiabilidade ao longo de 10 anos.

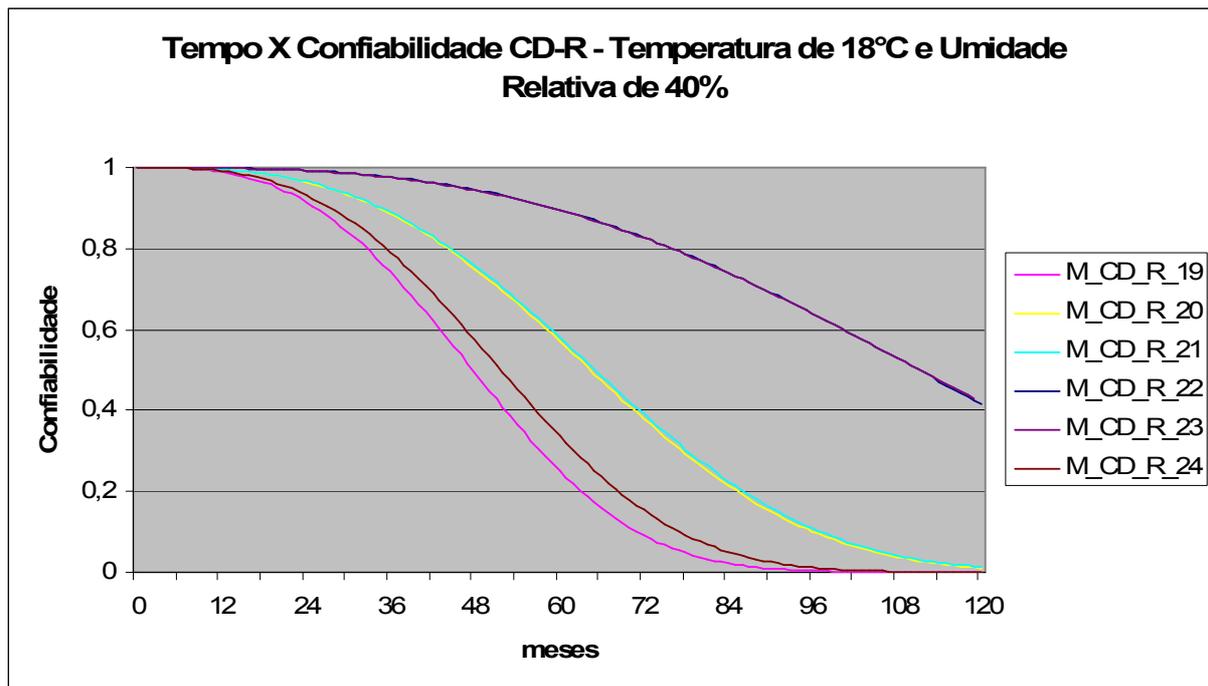


Figura 8.10 - Material X Confiabilidade - CD-R - Temperatura 18°C e Umidade 40%

8.3 A confiabilidade em relação a identificação de problemas físicos

A confiabilidade em relação a identificação de problemas físicos, leva em consideração basicamente a aplicação das metodologias: de visualização sem a utilização de instrumentos complexos, abordada no item 7.1; de visualização por varredura ótica de transmissão através da mídia, abordada no item 7.2; de visualização por microscópio eletrônico, abordada no item 7.3 e; metodologia de análise lógica, abordada no item 7.4. Estas metodologias em conjunto com a aplicação do modelo de confiabilidade descrito no capítulo 05 e com a aplicação do SAConf_CD, permitem fazer um diagnóstico momentâneo na mídia analisada.

Este diagnóstico é baseado no índice **NCD-DG** do modelo de confiabilidade apresentado no capítulo 05, permitirá saber as condições físicas da mídia e determinar o seu nível de criticidade através das cores **verde** para boas condições físicas, **amarelo** para regulares condições físicas e **vermelho** para condições físicas críticas. Como já foi abordado anteriormente, qualquer problema físico identificado, a quantidade de BLER acima de 220 ou a presença do erro C2 são problemas considerados críticos para esta análise, isso ocorre pelo entendimento que os problemas físicos identificam algum tipo de desgaste da mídia ocorrido ao longo do tempo. A identificação de problemas físicos, muitas vezes identificam os problemas físicos decorrentes da degradação da mídia ao longo do tempo, seja por más condições de armazenamento ou por uso inadequado.

A análise das condições físicas da mídia independem do tipo da mídia, pois na maioria das vezes os problemas apresentados são os mesmos e não se diferenciam de uma mídia de CD-ROM para uma mídia de CD-R.

Para demonstração da confiabilidade em relação a identificação de problemas críticos é apresentado vários tipos de mídias com os mais diversos problemas e análises, serão apresentados 10 amostras diferentes e seus respectivos diagnósticos. Estas amostras são identificadas por *M_CD_ROM_25*, *M_CD_ROM_26*, *M_CD_ROM_27*, *M_CD_ROM_28*, *M_CD_ROM_29*, *M_CD_R_30*, *M_CD_R_31*, *M_CD_R_32*, *M_CD_R_33* e *M_CD_R_34*.

Tabela 8.11: Tabela de identificação de problemas físicos

	NCD –NM-TM	NCD-AL-C1	NCD-AL-C2	NCD-AF-PR	NCD-DG
<i>M_CD_ROM_25</i>	CD-ROM	5	0	0	Verde
<i>M_CD_ROM_26</i>	CD-ROM	70	0	0	Amarelo

<i>M_CD_ROM_27</i>	CD-ROM	331	2	0	Vermelho
<i>M_CD_ROM_28</i>	CD-ROM	40	0	1	Vermelho
<i>M_CD_ROM_29</i>	CD-ROM	203	1	2	Vermelho
<i>M_CD_R_30</i>	CD-R	35	0	0	Verde
<i>M_CD_R_31</i>	CD-R	198	0	1	Vermelho
<i>M_CD_R_32</i>	CD-R	140	0	0	Amarelo
<i>M_CD_R_33</i>	CD-R	407	0	1	Vermelho
<i>M_CD_R_34</i>	CD-R	47	4	0	Vermelho

8.4 A confiabilidade geral das mídias

A confiabilidade geral das mídias é determinada pelo índice **NCD-G** do modelo de confiabilidade apresentado no capítulo 05, este índice mostra a confiabilidade geral da mídia em percentual e permite fazer a relação entre o ambiente de armazenamento das mídias, o material utilizado, o tempo de gravação, a análise lógica e a análise física. O **NCD-G** permitirá fazer uma análise momentânea das condições gerais da mídia, assim como permitir fazer uma previsão de confiabilidade nos próximos anos, apresentado um gráfico com uma curva de confiabilidade da mídia.

Levando em consideração o ambiente de armazenamento da mídia e a análise física anual das mídias, neste item é apresentado uma análise de uma amostra de 10 mídias, a qual considera todas as variáveis apresentadas no modelo de confiabilidade, com o objetivo de apresentar as curvas de confiabilidade das mídias durante um período de tempo de 10 anos. Estas amostras são identificadas por *M_CD_ROM_35*, *M_CD_ROM_36*, *M_CD_ROM_37*, *M_CD_ROM_38*, *M_CD_ROM_39*, *M_CD_R_40*, *M_CD_R_41*, *M_CD_R_42*, *M_CD_R_43* e *M_CD_R_44*.

Na simulação apresentada para esta análise o ambiente de armazenamento é estabelecido com a temperatura média entre 27,5°C e 35°C e umidade relativa média entre 55% e 70%.

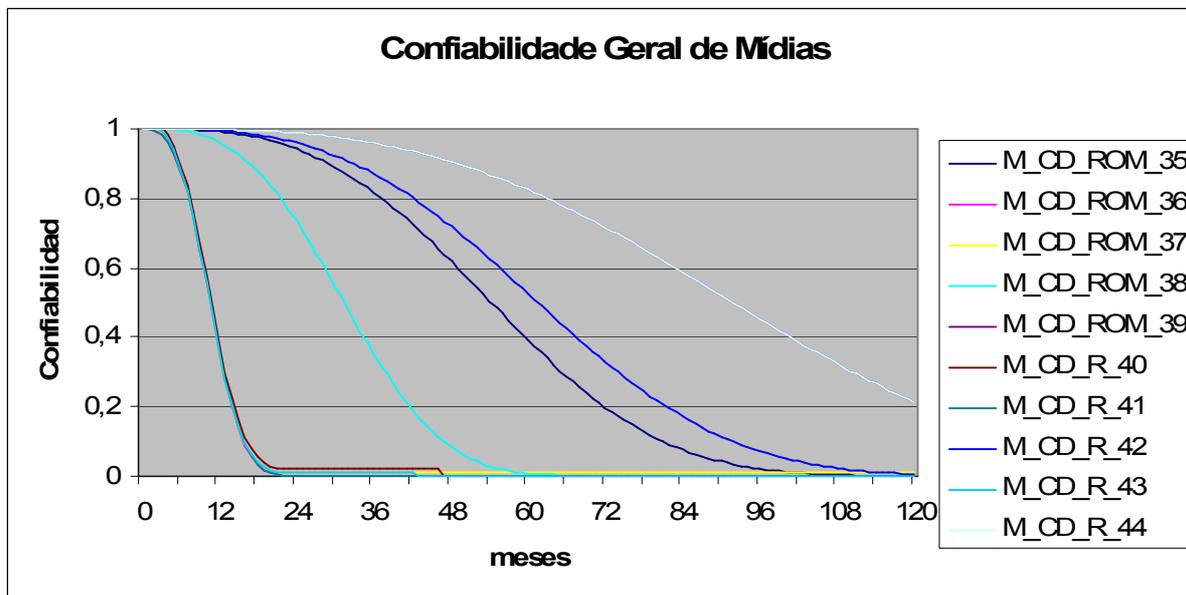


Figura 8.11 - Confiabilidade geral das mídias - Temperatura 30°C e Umidade 60%

Para facilitar o entendimento do gráfico, o mesmo será dividido em duas partes, o primeiro somente com as amostras de CD-ROM e o segundo somente com as amostras de CD-R.

Segue o gráfico do NCD-G das mídias de CD-ROM.

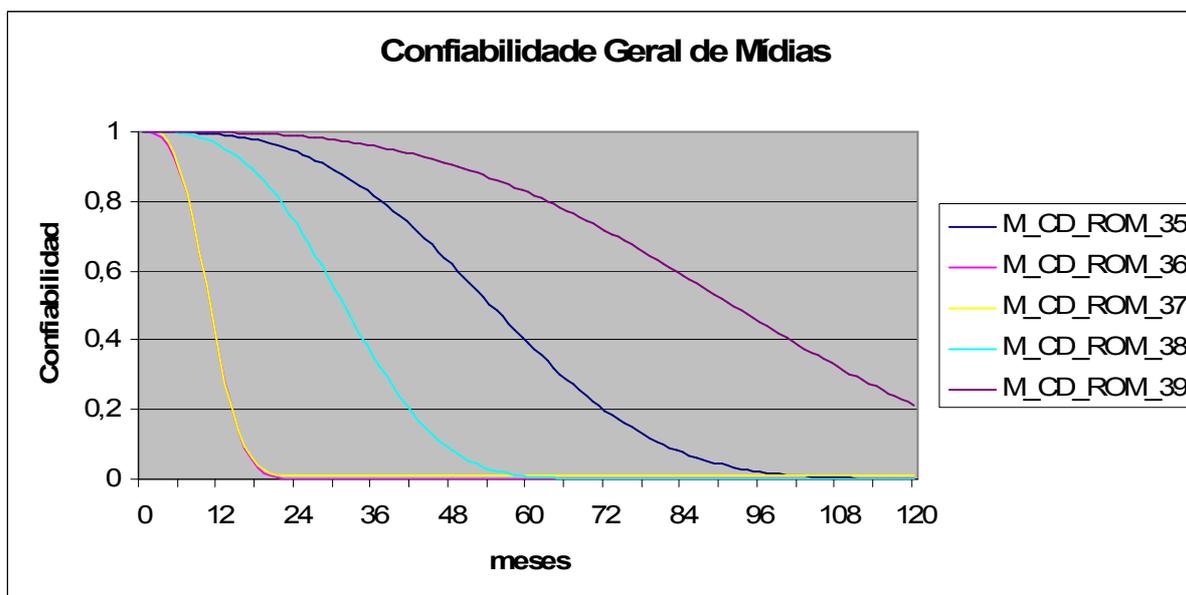


Figura 8.12 - Confiabilidade geral das mídias CD-ROM - Temperatura 30°C e Umidade 60%

Podemos perceber na figura 8.12 que nas mídias *M_CD_ROM_35* e *M_CD_ROM_39* não foram identificados problemas físicos nas análises periódicas, porém a confiabilidade é afetada pela ação do tempo e pela qualidade dos materiais utilizados em sua fabricação. Já as mídias *M_CD_ROM_36*, *M_CD_ROM_37* e *M_CD_ROM_38*, apresentaram algum tipo de problema durante a análise periódica.

A mídia *M_CD_ROM_36* apresentou microperfurações na camada metálica logo na análise do segundo ano, com este problema físico a confiabilidade da mídia caiu pela metade, o que compromete os documentos digitais nela armazenados.

A mídia *M_CD_ROM_37* apresentou em sua análise lógica do sexto ano uma quantidade de 178 erros do tipo BLER e logo na análise do nono ano uma quantidade de 3 erros do tipo C2, os quais comprometem a utilização da mídia a partir do sexto ano de gravação.

A mídia *M_CD_ROM_38* apresentou em sua análise lógica do segundo ano uma quantidade de 201 erros do tipo BLER e na análise do sexto apresentou além dos erros de BLER, microperfurações na camada metálica, o que compromete seu uso para a área de preservação de documentos digitais.

Segue o gráfico do NCD-G das mídias de CD-R.

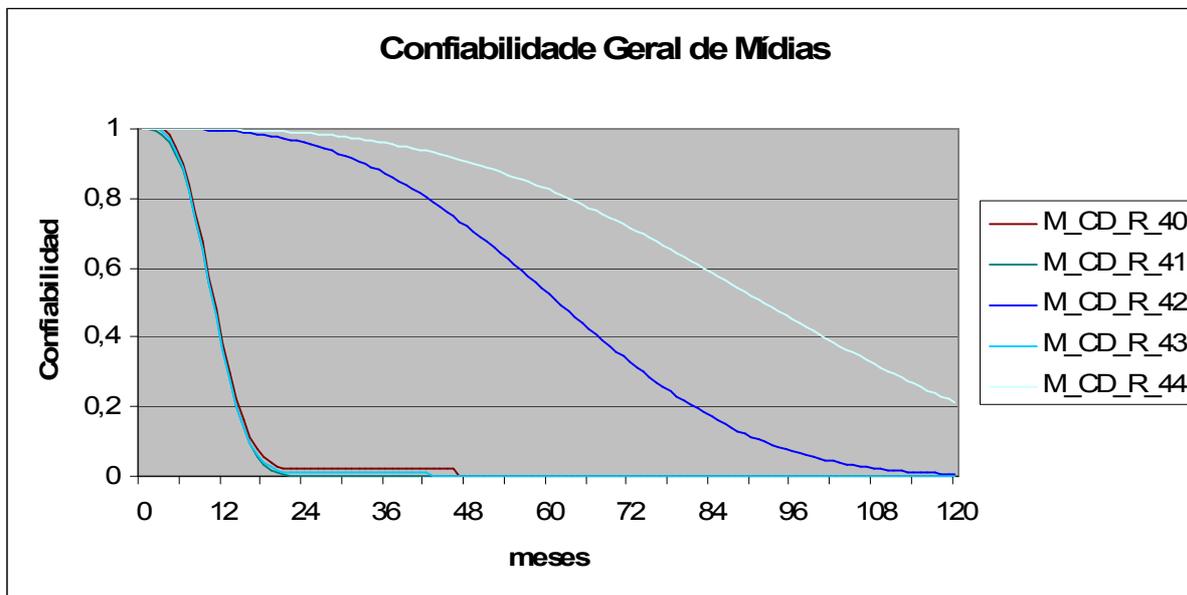


Figura 8.13 - Confiabilidade geral das mídias CD-R - Temperatura 18°C e Umidade 40%

Podemos perceber na figura 8.13 que nas mídias *M_CD_R_42* e *M_CD_R_44* não foram identificados problemas físicos nas análises periódicas, porém a confiabilidade é afetada pela ação do tempo e pela qualidade dos materiais utilizados em sua fabricação. Já as mídias *M_CD_R_40*, *M_CD_R_41* e *M_CD_R_43*, apresentaram algum tipo de problema durante a análise periódica.

A mídia *M_CD_R_40* apresentou em sua análise lógica do segundo ano uma quantidade de 678 erros do tipo BLER, com este problema físico a confiabilidade da mídia caiu drasticamente, o que compromete a utilização da mídia.

A mídia *M_CD_R_41* apresentou em sua análise lógica do terceiro ano uma quantidade de 145 erros do tipo BLER e logo no ano seguinte uma quantidade de 269 erros do tipo BLER, o que compromete os documentos digitais nela armazenados.

A mídia *M_CD_R_43* apresentou em sua análise lógica do quinto ano uma quantidade de 60 erros do tipo BLER e logo no próximo ano apresentou microperfurações na camada metálica, as quais comprometem a utilização da mídia a partir do sexto ano de gravação.

8.5 Trabalho experimental para a verificação da confiabilidade de mídias

Durante o estudo que resultou esta dissertação foi desenvolvido um trabalho experimental, o qual foi utilizado para a verificação de muitos itens discutidos até então, com base neste trabalho experimental, na aplicação da metodologia de confiabilidade e na utilização do sistema *SACConf_CD*, foi possível analisar e testar na prática muitas hipóteses levantadas neste projeto de preservação dos documentos digitais.

O projeto experimental consiste na análise de 249 mídias de CD-ROM e CD-R, as quais foram analisadas entre 2004 e 2005. A análise aplica todas as metodologias apresentadas nesta dissertação, utiliza o modelo de confiabilidade e o sistema de *SACConf_CD* para a apresentação dos resultados.

A aplicação do projeto experimental permitiu demonstrar na prática os problemas relacionados nesta dissertação e a aplicação completa de toda a metodologia de identificação da confiabilidade das mídias de CD-ROM e CD-R.

Em uma análise inicial da amostra, foi identificado que 40% das mídias analisadas apresentam algum tipo de problema físico, como demonstrado na figura 8.14. Esta amostra tem um tempo médio de sete anos de gravação e considera mídias de CD-ROM e CD-R.

O índice de 40% de danos físicos é considerado crítico, principalmente quando abordamos a questão da preservação da documentação digital, pois a confiabilidade das mídias está comprometida e conseqüentemente o documento digital nela armazenado. Neste caso podemos considerar que todo a amostra precisa de cuidados e que existe a necessidade do processo de rejuvenescimento¹⁹ dos 40% das mídias que apresentam os problemas físicos.

¹⁹ Processo de cópia dos documentos digitais de uma mídia para outra com a mesma tecnologia.

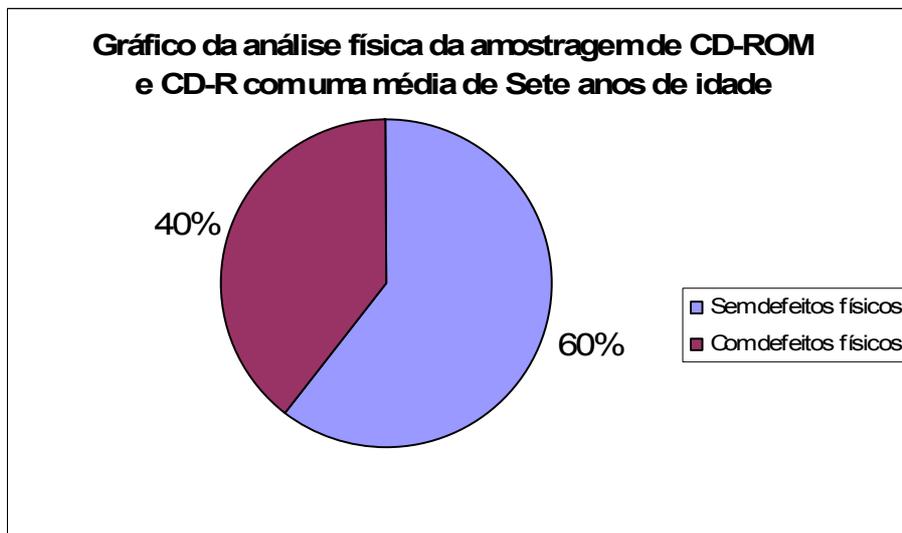


Figura 8.14 - Gráfico da análise física da amostragem de CD-ROM e CD-R com uma média de Sete anos de idade

Dentre os problemas físicos identificados nas mídias, aproximadamente 89% são relacionados a presença de microperfurações na camada metálica, como podemos ver na figura 8.15. Em alguns casos relacionados a este problema foi observada a ampliação das microperfurações em relação ao tempo, isso demonstra a evolução da degradação e conseqüentemente a perda da informação registrada neste suporte.

Os demais problemas são identificados em menor número, e apresentam os seguintes índices aproximados: 2% para o descolamento das camadas; 2% para a presença de ranhuras; 1% para a presença de fragmentos; 0% para a opacidade da camada de policarbonato; 0% para a deformação da mídia; 1% para falhas no processo de injeção da mídia; 0% para falhas na camada de laca; 0% para problemas de desbalanceamento e; 5% para outros problemas. A figura 8.15 abaixo relacionada apresenta de forma gráfica a quantidade dos defeitos apresentados.

Dentre os 5% dos outros problemas relacionados foram identificados problemas de infiltração lateral, manchas internas e falhas na camada de alumínio.

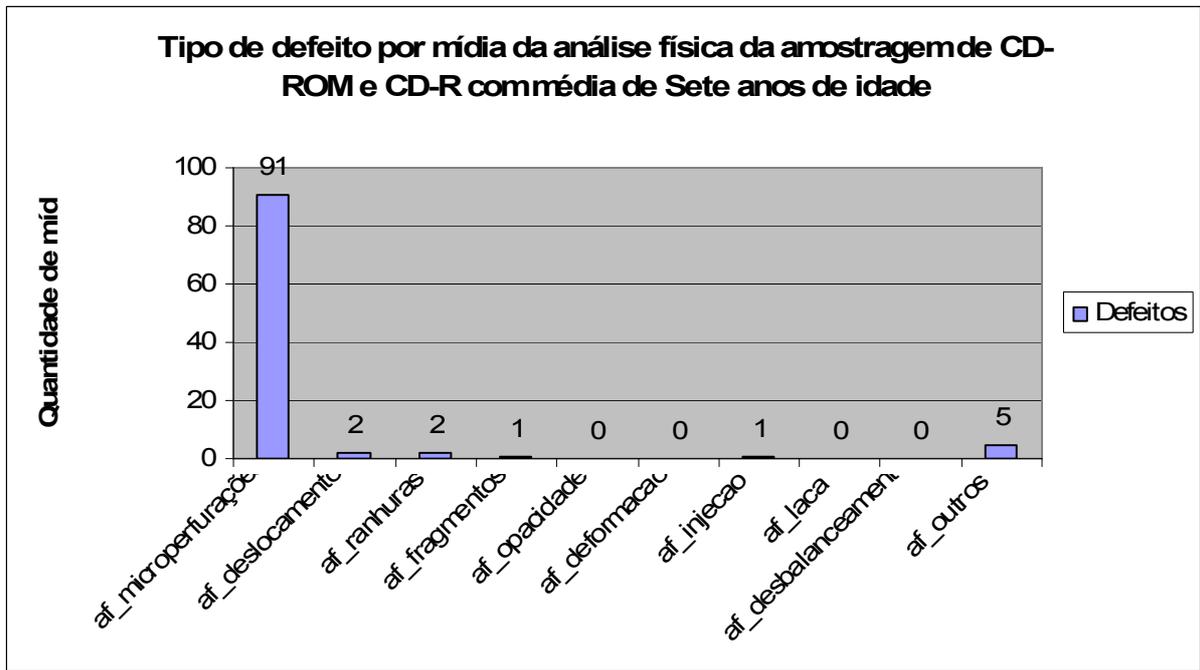


Figura 8.15 - Tipo de defeito por mídia da análise física da amostragem de CD-ROM e CD-R com média de Sete anos de idade

Com a análise experimental foi possível fazer uma relação direta entre a frequência de utilização das mídias, onde foi possível observar que as mídias pouco utilizadas apresentam proporcionalmente menos problemas físicos em relação as mídias muito utilizadas, como podemos observar na figura 8.16. A figura 8.16 a seqüência 2 representa as mídias muito utilizadas e a seqüência 1 representa as mídias pouco utilizadas.

Analisando o gráfico apresentado na figura 8.16 é possível observar que praticamente 50% das mídias muito utilizadas apresentam problemas físicos, enquanto menos de 20% das mídias pouco utilizadas apresentam problemas físicos, esta análise demonstra que a frequência de utilização das mídias influenciam diretamente na confiabilidade e durabilidade das mídias de CD-ROM e CD-R.

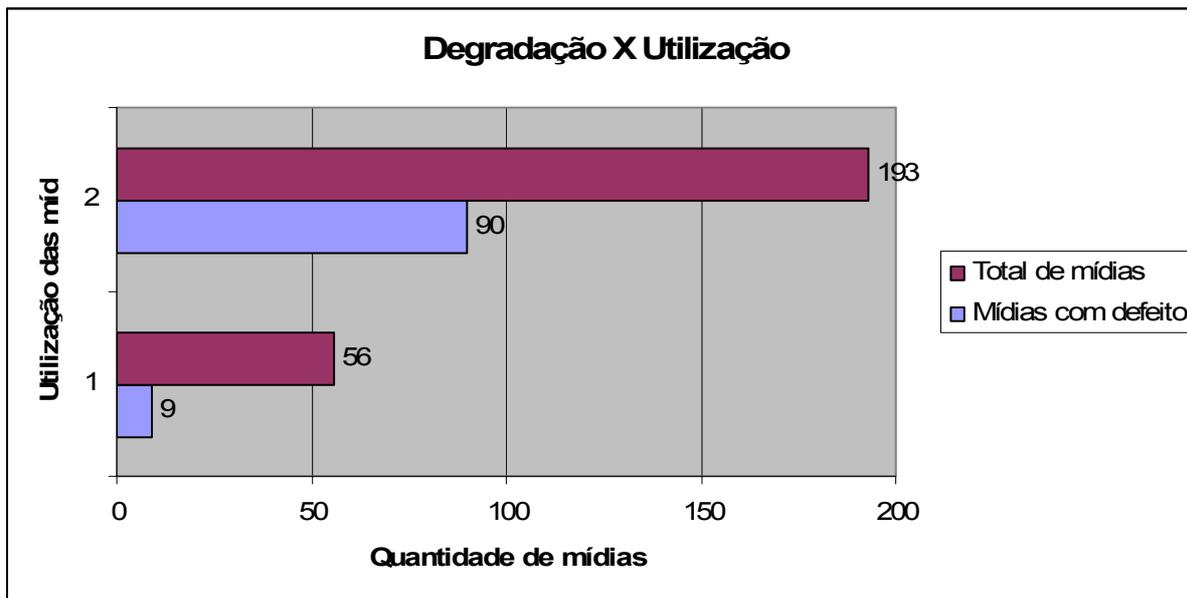


Figura 8.16 - Degradação X Utilização

Em relação ao tipo de mídia é possível observar que proporcionalmente as mídias de CD-ROM (43%) apresentam mais problemas físicos que as mídias de CD-R (28%), como demonstrado na figura 8.17, porém é importante ressaltar que neste projeto experimental a idade média das mídias de CD-ROM (8 anos) é maior que a idade média das mídias de CD-R (3 anos).

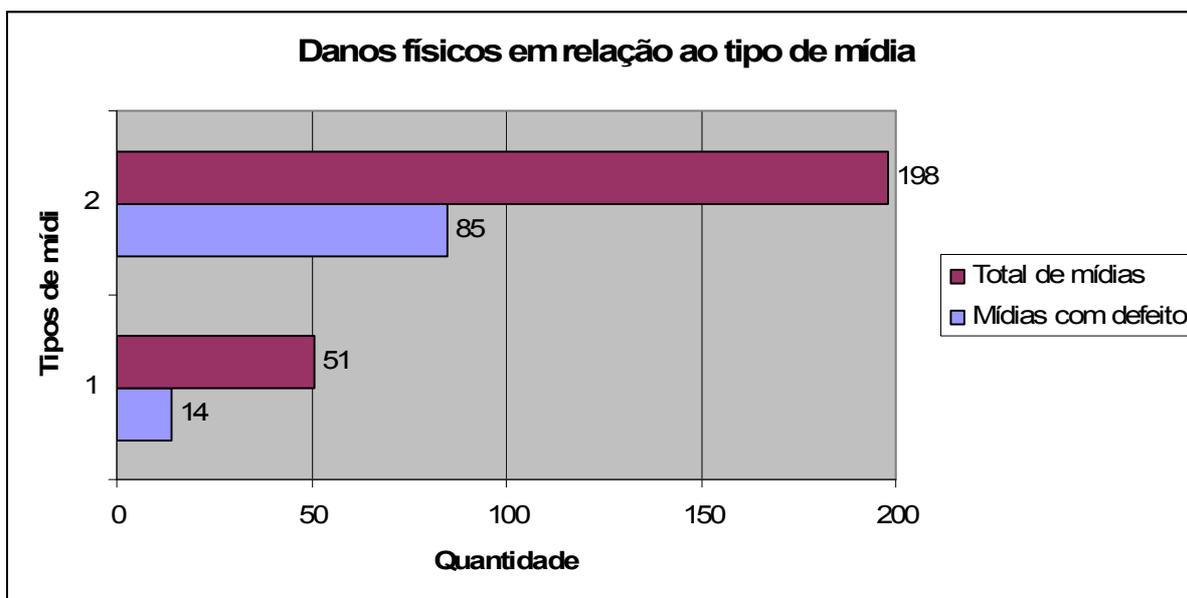


Figura 8.17 - Danos físicos em relação ao tipo de mídia

Ao aplicar o modelo de confiabilidade nas mídias de CD-ROM do projeto experimental, foi observado nesta amostra que 78 ou 40,59% mídias estão acima dos 75% de confiabilidade e 119 ou 59,41% das mídias estão abaixo dos 75% de confiabilidade, como demonstrado na figura 8.18.

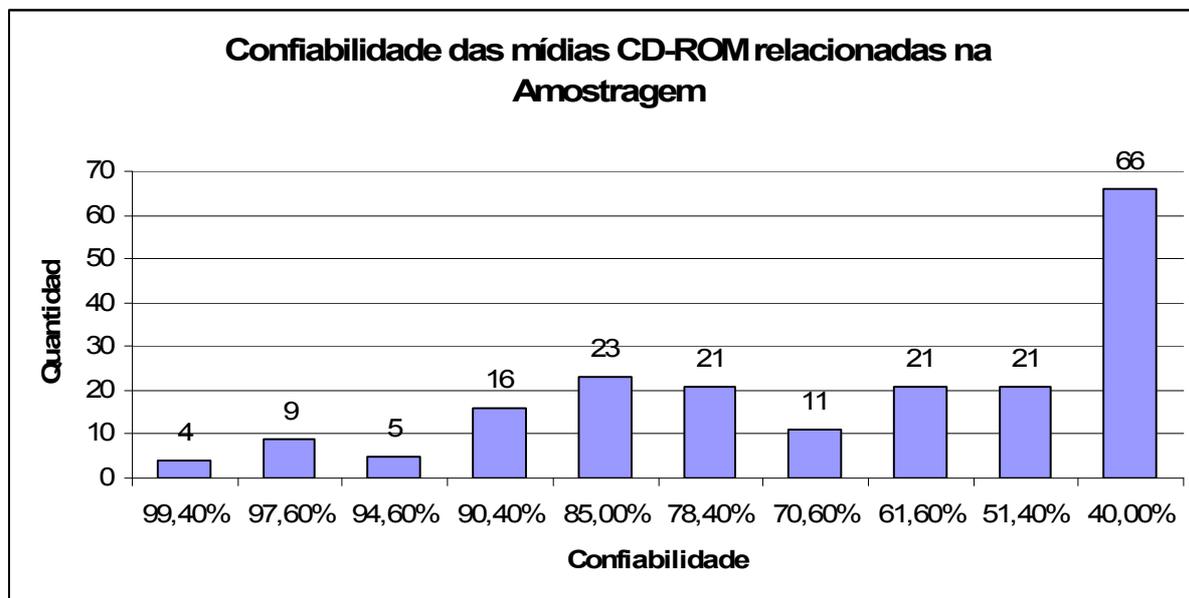


Figura 8.18 - Confiabilidade das mídias CD-ROM relacionadas na Amostragem

Os dados de confiabilidade apresentados e o índice de danos físicos existentes se complementam e comprovam a degradação das mídias de CD-ROM e CD-R.

Capítulo 9

Conclusões e Sugestões para Próximos Trabalhos

Este projeto estabelece procedimentos técnicos para a análise de mídias e pode ser aproveitado como fonte de pesquisa para novos projetos de preservação de documentação digital e para o desenvolvimento de políticas de preservação de documentos digitais, pois ele aborda um dos principais elementos da preservação digital, o suporte do documento digital.

9.1 Degradação do CD-ROM e CD-R

Foi possível estudar de forma prática a degradação das mídias de CD-ROM e CD-R ao longo do tempo, assim como propor uma metodologia de análise de confiabilidade destas mídias a partir da fundamentação teórica e de um experimento prático, o qual também ajudou a fundamentar o modelo de confiabilidade apresentado.

O projeto estabelece uma série de procedimentos práticos para a determinação da confiabilidade das mídias de CD-ROM e CD-R, cabendo aos responsáveis pela preservação dos acervos digitais o estabelecimento de rotinas técnicas para a verificação do suporte digital utilizado.

A degradação do suporte digital, assim como em qualquer outro tipo de suporte acontece de acordo com os eventos influenciadores, porém no meio digital esta degradação pode ser invisível e catastrófica o que coloca em risco o acervo digital.

Muitos dos elementos abordados no projeto também podem ser utilizados como base para outros tipos de suportes digitais.

9.2 Degradação do suporte X Gerenciamento do risco

Com o estudo, também foi possível estabelecer de forma prática a relação entre a degradação das mídias e o gerenciamento do risco do acervo digital, sendo possível modelar e analisar sistemas redundantes de forma a garantir uma das etapas da preservação digital, a gerência da degradação do suporte digital.

A definição de políticas de preservação de acervos digitais, juntamente com o cuidado na escolha do suporte e ferramentas que garantam a replicação dos objetos digitais, são definições fundamentais na gestão dos acervos como um todo.

Também o estabelecimento de uma tabela de confiabilidade para o tempo de uso e armazenamento dos diversos tipos de mídias utilizadas é fundamental para a gerência do risco de perda dos documentos digitais, pois com ela saberemos quando substituir uma mídia por outra antes de sua confiabilidade ser comprometida.

9.3 Benefícios

Os benefícios gerados estarão a disposição das instituições públicas ou privadas, podendo assim ser utilizado para o estabelecimento de procedimentos para a preservação dos documentos digitais, assim como para a discussão de melhorias e novas propostas para outros tipos de mídias digitais.

Podem ser benefícios diretos deste projeto:

- Fundamentação teórica e técnica sobre a durabilidade e confiabilidade das mídias de CD-ROM e CD-R;
- Disposição de um software e documentação de análise de mídias de CD-ROM e CD-R;
- Disposição de metodologia técnica para análise de mídias de CD-ROM e CD-R em relação ao desgaste físico para análise visual, microscópica e lógica;

- Sugestão para a implementação de ambientes, rotinas e padrões para a preservação dos documentos digitais armazenados em mídias de CD-ROM e CD-R;
- Aplicação de metodologia técnica para análise de mídias no recebimento;
- Ambiente para a guarda das mídias; previsão para o refreshing ou migração dos documentos digitais nas mídias;
- Condições de acesso físico às mídias e;
- Condições de segurança dos documentos digitais armazenados nas mídias de CD-ROM e CD-R.

9.4 Próximos trabalhos

O projeto deixa uma porta aberta para a aplicação e adaptação desta metodologia em outras mídias digitais, como por exemplo, mídias de DVD, disquetes, fitas DAT etc. A visão é um projeto de análise de confiabilidade para as mídias digitais utilizadas para o armazenamento de documentos digitais, o qual combine a questão da degradação do suporte e as demais medidas de preservação de documentação digital para a formulação de uma política eficaz de preservação de documentos digitais.

9.5 Reflexões

É importante ressaltar que medidas unicamente de preservação das mídias digitais, não representam uma política eficaz de preservação dos documentos digitais, pois os mesmos estão sujeitos a obsolescência tecnológica tanto do hardware quanto do software.

A preservação digital é um assunto complexo e recente e não se atem somente ao estudo das mídias, técnicas de backup, técnicas de migração, técnicas de autenticação etc. Este assunto deve ser estudado de forma interdisciplinar e institucionalmente, cabendo aos profissionais da informação a garantia da preservação e manutenção do documento digital de forma íntegra e autêntica.

Foram apresentadas algumas dicas para o estabelecimento da política de preservação de documentos digitais, porém, a política deve ser estudada e definida pela empresa conforme suas necessidades. Vale a pena lembrar que documentos contam a vida de uma instituição e nem sempre devem ser eliminados somente por não possuírem valor legal.

Referências Bibliográficas

American National Standards Institute, New York. ANSI/NAPM IT9.21-1996; Life Expectancy of Compact Discs (CD-ROM) Method for Estimating, Based on Effects of Temperature and Relative Humidity. New York, 1996.

ARQ-SP. Preservação do patrimônio digital. Memorando ARQ-SP, n.4, Set. 2001.

Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro. NBR-11515. Rio de Janeiro, 1990, 5p.

Avedon, Don M. GED de A a Z: tudo sobre gerenciamento eletrônico de documentos. São Paulo: CENADEM, 1999.

Baba, K., Ohkuma, Y., Miyagi, M. Silver-gold compound metal island films for durable write-once optical disk memories. Electronics Letters, v.35, n.6, mar. 1999.

Barbieri, C. C. D., Innarelli, H. C., Martins, N. R.. Gerenciamento eletrônico de documentos: criação de um banco de informações e imagens no Arquivo Permanente da UNICAMP. In: Congresso Internacional de Arquivos, Bibliotecas, Centros de Documentação e Museus. São Paulo: Imprensa Oficial, 2002. pp.53-66.

Beer, F. P., Johnston, R. Jr. Resistência dos Materiais. São Paulo: McGraw-Hill, 1989.

Billinton, R., Allan, N. R. Reliability Evaluation of Engineering Systems: Concepts and Techniques. New York: Plenum Press, 1987.

Bogart, J. W. C. V. Long-term preservation of digital Materials. In: National Preservation Office (NPO) Conference on Preservation and Digitisation: principles, practice and policies. 1996.

- Byers, F. R. Care and Handling of CDs and DVDs: a guide for Librarians and Archivists. Washington: CLIR and NIST, 2003.
- Cavalca, K. L. Confiabilidade em Engenharia. Apostila da disciplina Confiabilidade de Sistemas do Departamento de Projeto Mecânico da Faculdade de Engenharia Mecânica da UNICAMP, 2000.
- Centro Nacional do Desenvolvimento e Gerenciamento da Informação. Durabilidade das mídias Mídias x Condições Ambientais x Durabilidade. Disponível em: <<http://www.cenadem.com.br/ged10.php>>. Acesso em: 20 Set. 2005.
- Chapin, C. Article: Is It Better To Record At Slower Nero CD-DVD Speeds? Chip's CD Media Resource Center, 2002.
- Chervenak, A. L. Challenges for tertiary storage in multimedia servers. Parallel Computing, v.28, pp.157-176, 1998.
- Conselho Nacional de Arquivos. Carta para Preservação do Patrimônio Arquivístico Digital. Rio de Janeiro, 2004.
- Conselho Nacional de Arquivos. Glossário de Documentos Arquivísticos Digitais. Rio de Janeiro, 2004.
- Cozer, A. Mídias CD-R. Clube do Hardware, Dez. 1999. Disponível em: <<http://www.clubedohardware.com.br/midias.html>>. Acesso em: 30 Set. 2002.
- Cruz, T. Workflow: a tecnologia que vai revolucionar processos. São Paulo: Atlas, 1998.
- Doculabs, Inc., CHICAGO, Illinois. Doculabs Test Report: Compatibility of CD-R Medias, and Writers. Doculabs, 1997
- Feldner, D. CD-ROM: optical storage for imaging now – and the future. Advanced Imaging, v.11, n.3, pp.18-19, 1996.
- Fuqua, N. B. Reliability Engineering for Electronic Design. New York: Marcel Dekker, Inc, 1996.

- Gilheany, S. Preserving information forever and a call for emulators. In: DLA98, Digital Libraries Asia 98. Singapore, Mar. 1998.
- Hartke, J. H. Recordables – CD-R Longevity Claims: Fact or Fiction? Medias Sciences, 2001.
- Hartke, J. Measures of CD-R longevity. Media Sciences, Inc. 2001. Disponível em: <<http://www.msscience.com/longev.html>>. Acesso em: 03 Out. 2002.
- Harvey, R. Multimedia preservation – capturing the rainbow. In: 2nd National Preservation Office Conference. Brisbane, 1995.
- Horton's, I. Beginning Visual C++ 6. Arden House, Canada: Wrox Press Ltd, 2001.
- Howell, A. Perfect one day – digital the next: challenges in preserving digital information. AARL, pp.121-141, Dec. 2000.
- Innarelli, H. C., Sollero, P. Preservação de Documentos Digitais: a fragilidade do suporte CD-ROM para a preservação. In: I Congresso Nacional de Arquivologia. Brasília: ABARQ, 2004.
- Innarelli, H. C., Sollero, P. Preservação de documentos digitais: metodologia prática para identificação de problemas físicos nas mídias de cd-rom e cd-r. In: VI Congresso de Arquivologia do Mercosul. Campos do Jordão: CEDIC/PUC-SP, 2005.
- Innarelli, H. C., Sollero, P. Reliability and durability of CD-ROM and CD-R medias: its fragility related to digital preservation. In: 7th World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics. Orlando: IIIS, 2003.
- Lafraia, J. R. B. Manual de Confiabilidade, Manutenibilidade e Disponibilidade. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobrás, 2001.
- McLaughlin, S. W. Shedding Light on the future of SP for optical recording. IEEE Signal Processing Magazine, pp.83-94, Jul. 1998.
- Media Sciences. CD and DVD Glossary. Medias Sciences, 2001.

- Meeker, W. Q., Escobar, L. A. Statistical Methods for Reliability Data. WILEY-INTERSCIENCE, 1998.
- National Archives of Australia NAA. Standard for the Physical Storage of Commonwealth Records. National Archives of Australia, 2002.
- Pallerosi, C. A. Confiabilidade de Sistemas. Apostila da disciplina Confiabilidade de Sistemas do Departamento de Projeto Mecânico da Faculdade de Engenharia Mecânica da UNICAMP, 1987.
- Quemel, L. H. Qual é o CD-R certo para gravar músicas? E para dados? O que e-tudo fez entre nove marcas diferentes de CD-R. CorreioWeb, Jan. 2002. Disponível em: <http://www2.correioweb.com.br/cw/2002-01-01/mat_26850.htm>. Acesso em: 22 Abr. 2002.
- Revista Veja . Bomba do Tempo. São Paulo: Editora Abril, n. 1534, pp. 61, Fev. 1998.
- Ribeiro, F. O desafio da informação profissional: novo paradigma, novo modelo formativo. In: I Congresso Internacional de Arquivos, Bibliotecas, Centros de Documentação e Museus. São Paulo: Imprensa Oficial, 2002. pp.419-440.
- Rondinelli, R. C. Fidedignidade e autenticidade do documento eletrônico: uma abordagem arquivística. In: I Congresso Internacional de Arquivos, Bibliotecas, Centros de Documentação e Museus. São Paulo: Imprensa Oficial, 2002. pp.471-483.
- Rondinelli, R. C. Gerenciamento arquivístico de documentos eletrônicos. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2002.
- Rothenberg, J. Ensuring the longevity of digital documents. Scientific American, pp. 24-29, Jan 1995.
- Saffady, W. Electronic Document Imaging Systems: Design, Evaluation, and Implementation. Westport, CT: Mecker, 1993.

- Saffady, W. Stability, care and handling of microforms, magnetic media and optical disks. Library Technology Reports, v.33, n.6, pp.681-709, 1997.
- Santos, V. B. Gestão de Documentos Eletrônicos: uma visão arquivística. Brasília: ABARQ, 2005.
- Slattery, O., Lu, R., Zheng, J., Byers, F., Tang, X. Stability Comparison of Recordable Optical Discs: a study of error rates in harsh conditions. Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology. Gaithersburg, MD: NIST, 2004.
- Stinson, D., Ameli, F., Zaino, N. Lifetime of KODAK Writable CD and Photo CD Media. Eastman Kodak Company: Digital & Applied Imaging, 1995.
- Trock, J. How Permanent is CD-R Media ? Understanding CD-R's variables. Medialine Departments, Mar. 2002.
- Waldman, H., Yacioub, M. D. Telecomunicações: princípios e tendências. São Paulo: Editora Érica, 2000.
- Wong, J. S. et al. Testing of commercial optical media. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, v.41, n.2, pp. 304-307, 1992.

Anexos

ANEXO 01 – Diagrama de Classes – SAConf_CD_V1_0

Classes SAConf_CD_V1_0

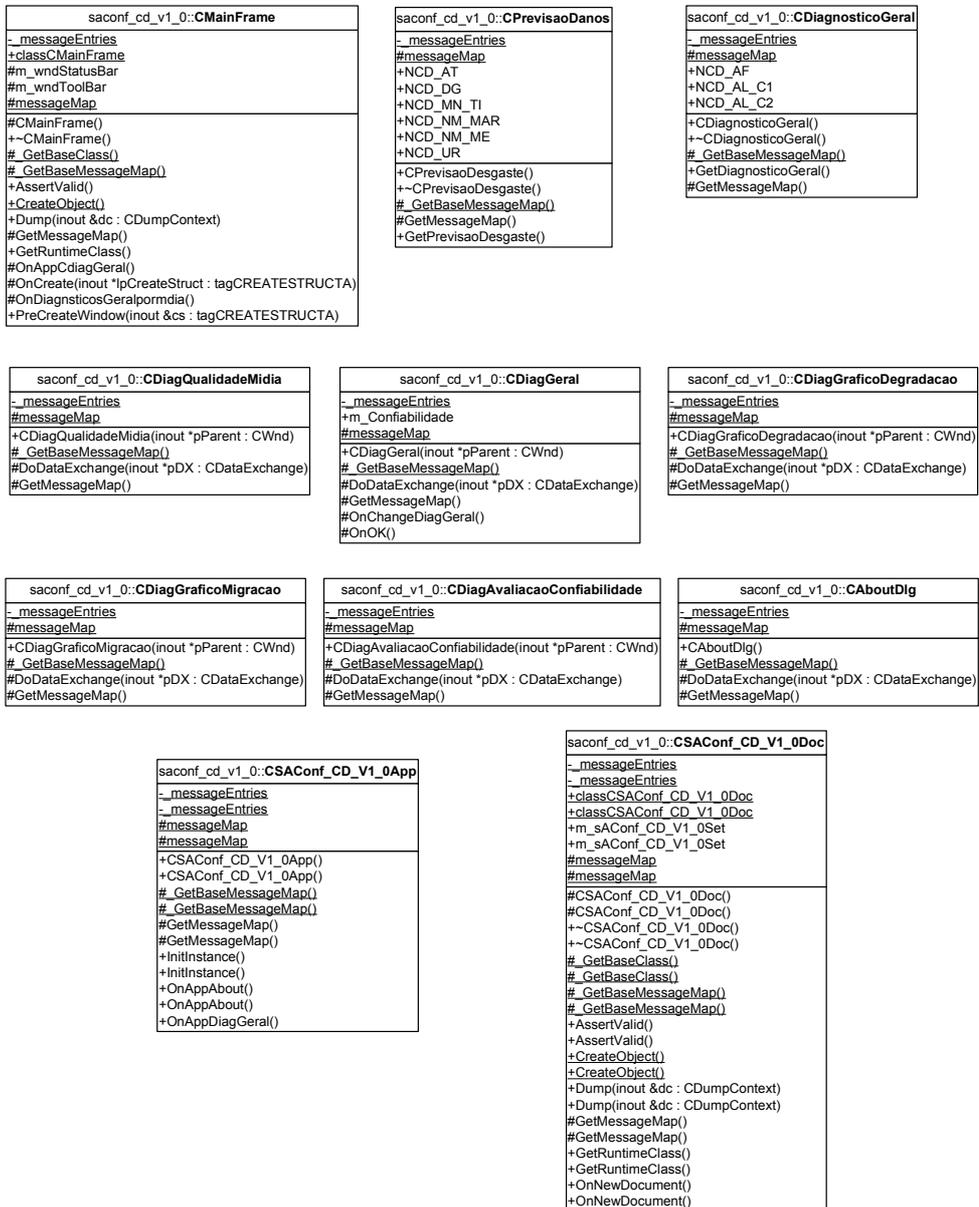


Figura Anexo.1 Classes do SAConf_CD_V1_0

Classes SAConf_CD_V1_0 Continuação

CSAConf_CD_V1_0View
- messageEntries
- messageEntries
+classCSAConf_CD_V1_0View
+classCSAConf_CD_V1_0View
#m_bEdit
#m_bEdit
+m_intCodCd
+m_intCodCd
+m_pSet
+m_pSet
#messageMap
#messageMap
#CSAConf_CD_V1_0View()
#CSAConf_CD_V1_0View()
+~CSAConf_CD_V1_0View()
+~CSAConf_CD_V1_0View()
#_GetBaseClass()
#_GetBaseClass()
#_GetBaseMessageMap()
#_GetBaseMessageMap()
+AssertValid()
+AssertValid()
+CreateObject()
+CreateObject()
#DoDataExchange(inout *pDX)
#DoDataExchange(inout *pDX)
+Dump(inout &dc)
+Dump(inout &dc)
+GetDocument()
+GetDocument()
#GetMessageMap()
#GetMessageMap()
+GetRuntimeClass()
+GetRuntimeClass()
#OnBeginPrinting(inout *p0, inout *p1)
#OnBeginPrinting(inout *p0, inout *p1)
#OnEndPrinting(inout *p0, inout *p1)
#OnEndPrinting(inout *p0, inout *p1)
+OnGetRecordset()
+OnGetRecordset()
#OnInitialUpdate()
#OnInitialUpdate()
+OnMove(in nIDMoveCommand : unsigned int)
+OnMove(in nIDMoveCommand : unsigned int)
#OnPreparePrinting(inout *pInfo)
#OnPreparePrinting(inout *pInfo)
#OnRecordAlterar()
#OnRecordAlterar()
#OnRecordBuscar()
#OnRecordBuscar()
#OnRecordExcluir()
#OnRecordExcluir()
#OnRecordNovo()
#OnRecordNovo()
+PreCreateWindow(inout &cs)
+PreCreateWindow(inout &cs)

CSAConf_CD_V1_0Set
+classCSAConf_CD_V1_0Set
+classCSAConf_CD_V1_0Set
+m_af_deformacao
+m_af_deformacao
+m_af_desbalanceamento
+m_af_desbalanceamento
+m_af_deslocamento
+m_af_deslocamento
+m_af_fragmentos
+m_af_fragmentos
+m_af_injecao
+m_af_injecao
+m_af_laca
+m_af_laca
+m_af_microperfora_es
+m_af_microperfora_es
+m_af_nenhum_problema
+m_af_nenhum_problema
+m_af_opacidade
+m_af_opacidade
+m_af_outra_problema
+m_af_outra_problema
+m_af_outros
+m_af_outros
+m_af_ranhras
+m_af_ranhras
+m_ano_gravacao
+m_ano_gravacao
+m_c1
+m_c1
+m_c2
+m_c2
+m_camada_metalica
+m_camada_metalica
+m_camada_tintura
+m_camada_tintura
+m_cod_cd
+m_cod_cd
+m_cod_fabricacao
+m_cod_fabricacao
+m_data_registro
+m_data_registro
+m_endereco_imagem_01
+m_endereco_imagem_01
+m_endereco_imagem_02
+m_endereco_imagem_02
+m_endereco_imagem_03
+m_endereco_imagem_03
+m_fabricante
+m_fabricante
+m_marca
+m_marca
+m_observacao
+m_observacao
+m_temperatura_media
+m_temperatura_media
+m_tipo_midia
+m_tipo_midia
+m_titulo
+m_titulo
+m_umidade_media
+m_umidade_media
+CSAConf_CD_V1_0Set(inout *pdb)
+CSAConf_CD_V1_0Set(inout *pdb)
#_GetBaseClass()
#_GetBaseClass()
+AssertValid()
+AssertValid()
+DoDataExchange(inout *pFX)
+DoDataExchange(inout *pFX)
+Dump(inout &dc)
+Dump(inout &dc)
+GetDefaultConnect()
+GetDefaultConnect()
+GetDefaultSQL()
+GetDefaultSQL()
+GetRuntimeClass()
+GetRuntimeClass()

Figura Anexo.2 - Classes - Continuação