

**UM MODELO TEÓRICO PARA ESTRUTURAÇÃO DE
UM SISTEMA DE INFORMAÇÕES PARA CONTROLE
E ACOMPANHAMENTO DA MANUTENÇÃO DE UMA
MALHA RODOVIÁRIA**



04209813

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

**Programa de Pós-Graduação em Engenharia de
Produção**

**UM MODELO TEÓRICO PARA ESTRUTURAÇÃO DE
UM SISTEMA DE INFORMAÇÕES PARA CONTROLE
E ACOMPANHAMENTO DA MANUTENÇÃO DE UMA
MALHA RODOVIÁRIA**

Júlio Pacheco Monteiro Neto

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção

Orientador: Prof. Oscar Ciro López Vaca

Florianópolis

2002

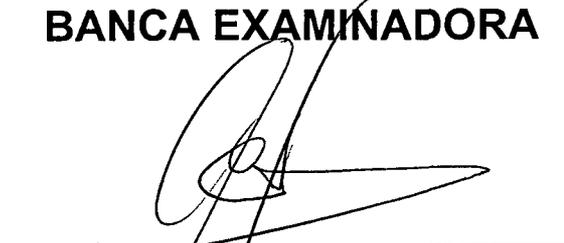
Júlio Pacheco Monteiro Neto

**UM MODELO TEÓRICO PARA ESTRUTURAÇÃO DE UM
SISTEMA DE INFORMAÇÕES PARA CONTROLE E
ACOMPANHAMENTO DA MANUTENÇÃO DE UMA MALHA
RODOVIÁRIA**

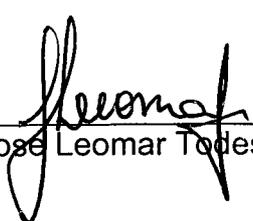
Esta dissertação foi julgada e aprovada para a obtenção do
título de **Mestre em Engenharia de Produção** no
Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção da
Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis, 7 de fevereiro de 2002

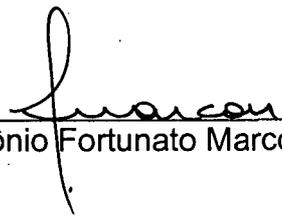
BANCA EXAMINADORA



Prof. Oscar Giro López Vaca, Dr.
Orientador



Prof. José Leomar Tedesco, Dr.



Prof. Antônio Fortunato Marcon, Dr.

A Deus, que tanto nos dá e a quem tão pouco retribuimos.

À minha querida esposa Marinês, que tão bem ilumina meus dias.
Aos meus filhos, Gustavo Henrique e André Ricardo,
que embora dificultando minha concentração,
alegram e dão razão à minha vida.

Agradecimentos

Ao professor Dr. Oscar Ciro López Vaca, por sua ajuda e profissionalismo apresentado durante as aulas e orientações.

Aos professores do curso de pós-graduação, por seus competentes exemplos e amizade.

À Vanderléia L. S. Schmidt pela simpatia, eficiência, paciência e constante boa vontade no trato com as pessoas.

Aos dirigentes do Departamento de Estradas de Rodagem do Paraná que permitiram e me apoiaram nesta empreitada.

Aos engenheiros e colegas de trabalho Farhat, Milton, Ricardo, Celso e Faraco, dentre tantos outros, que muito me ajudaram cobrindo minhas ausências, ouvindo minhas lamentações ou colaborando nas questões técnicas que este trabalho envolveu.

Ao meu pai, Júlio e a minha sempre lembrada mãe, Walderez, que com tanto amor me educaram, sempre me incentivando através das sementes da leitura e do conhecimento.

E a todos os amigos e colegas que, cada um à sua forma, me ajudaram, incentivaram ou me suportaram neste período.

Escutar sempre, pensar sempre, aprender sempre: eis o que é viver.

Barão de Feuchterslebeu

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE QUADROS	x
LISTA DE SIGLAS	xii
RESUMO	xiv
ABSTRACT	xv
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Justificativa.....	2
1.2 Objetivos.....	3
1.2.1 Objetivo Geral	3
1.2.2 Objetivos Específicos.....	4
1.3 Estrutura do Estudo	4
1.4 Limitações da Pesquisa	5
2 A MANUTENÇÃO RODOVIÁRIA	7
2.1 Conceitos Básicos	8
2.2 A Importância da Manutenção de uma Malha Rodoviária	11
2.3 A Degradação do Nível de Serviço das Rodovias.....	12
2.4 A Gerência de Pavimentos.....	15
2.5 Avaliação da Malha Rodoviária	16
2.6 Critérios para Escolha e Definição da Base de Dados.....	20
2.7 O Usuário, o Técnico Rodoviário e o Gerente de uma Malha Rodoviária	24
2.8 Custos Envolvidos na Manutenção Rodoviária.....	27
2.9 Sistemas Atualmente Disponíveis.....	29
2.9.1 A Situação atual no Departamento de Estradas de Rodagem do Paraná.....	29
2.9.2 Sistema de Gerenciamento Físico de Rodovias - GEFIR.....	32
2.9.3 Sistema de Gerência Rodoviária - SGR	33
2.10 Considerações finais sobre o capítulo.....	34
3 A INFORMAÇÃO	35
3.1 A Sociedade e a Informação.....	35
3.1.1 Tecnologia da Informação.....	36
3.1.2 Dados, Informações e Conhecimento.....	39
3.2 Sistemas de Informação	42
3.2.1 Evolução e o Histórico dos Sistemas de Informação	46
3.2.2 Classificação dos Sistemas de Informação.....	49
3.2.3 Sistemas de Informação no contexto do Processo Decisório.....	55
3.2.4 <i>Data Warehouse</i>	57
3.3 Considerações finais sobre o capítulo.....	65
4 O MODELO PROPOSTO	66
4.1 O projeto do <i>Data Warehouse</i>	66
4.1.1 Planejamento do projeto.....	67
4.1.2 Administração do projeto.....	68
4.1.3 Definição dos requisitos do negócio.....	69
4.1.4 Modelagem dimensional.....	72

4.1.5 Projeto e Arquitetura Técnica	78
4.1.6 Implantação e manutenção	82
4.1.7 Outras atividades do ciclo de vida do Data Warehouse	83
4.2 O Sistema de Informações Proposto	83
4.3 Estrutura do Sistema de Informações Proposto	84
4.4 O Banco de Dados	86
4.5 Dados de Entrada	87
4.6 Saídas do Sistema Proposto	88
4.6.1 Relatórios eletrônicos	88
4.6.2 Relatórios impressos	89
4.6.3 Relatórios gráficos	90
4.7 Procedimentos Operacionais de Campo	91
4.8 Considerações finais sobre o capítulo	92
5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	93
ANEXOS	103
Anexo I	104
Anexo II	106
Anexo III	111
Anexo IV	119

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Comparação entre o estado da estrada e os efeitos da degradação para o órgão rodoviário e os usuários	13
Figura 2 - Hierarquia dos Sistemas de Informação	50
Figura 3 - Interação da informação com o processo decisório	55
Figura 4 - Integração de negócios, sistemas de informação e tecnologia da informação	57
Figura 5 - Relação entre a base operacional do sistema de origem, a área de estagiamento e o <i>Presentation Server</i>	61
Figura 6 - O ciclo de projeto do Data Warehouse	66
Figura 7 - Diagrama “estrela” da manutenção de uma malha rodoviária.....	77
Figura 8 - Representação esquemática do <i>Data Warehouse</i> proposto..	84
Figura 9 - Representação esquemática do sistema de informações proposto	85
Figura 10 - Representação esquemática da situação dos trechos rodoviários, conforme seu estado geral	120
Figura 11 - Representação esquemática de um viaduto	122
Figura 12 - Representação esquemática de uma interseção em nível ...	126
Figura 13 - Representação esquemática de um trecho rodoviário com seus principais elementos	127

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Composição de carga transportada, transporte de passageiros e investimentos por modo de transporte	11
Quadro 2 - Estado de conservação das rodovias no Brasil	11
Quadro 3 - Extensão da malha rodoviária nacional, por jurisdição	12
Quadro 4 - Comparativo entre o conceito qualitativo e o conceito quantitativo	19
Quadro 5 - Elementos considerados na avaliação rodoviária segundo o DER/PR(1999)	20
Quadro 6 - Níveis de qualidade das informações	21
Quadro 7 - Variáveis necessárias à criação de um banco de dados de um sistema de gerência de pavimentos	23
Quadro 8 - Envolvidos com a qualidade do pavimento e suas expectativas	25
Quadro 9 - Comparativo entre os pontos fortes e fracos dos gerentes, técnicos e usuários de uma malha rodoviária	26
Quadro 10 - A dupla potencialidade da TI sobre a organização.....	38
Quadro 11 - Fases para implementação eficaz de uma TI	39
Quadro 12 - Evolução nos sistemas de informação	44
Quadro 13 - Evolução dos SI e do conceito de informação	46
Quadro 14 - Tipos de sistemas de informação	50
Quadro 15 - Comparação entre Relational Data Base Management System otimizado para OLTP e <i>Data Warehouse</i>	59
Quadro 16 - Comparação entre algumas características dos Operational Data Sstore e dos Data Warehouse	63
Quadro 17 - Informações imprescindíveis aos sistemas de informações ..	72
Quadro 18 - Notas e conceitos de avaliação dos elementos rodoviários ..	74
Quadro 19 - Priorização das questões a serem utilizadas no Data Warehouse	76
Quadro 20 - Identificação das dimensões de acordo com cada questão proposta e sua necessidade acumulada do banco de dados do Data Warehouse	77

Quadro 21 - Padrão de cores utilizado na caracterização da situação dos trechos rodoviários	122
Quadro 22 - Acompanhamento do tráfego por trecho rodoviário	123
Quadro 23 - Situação de conservação das rodovias sob jurisdição do DER/PR	124
Quadro 24 - Situação dos gastos com conservação das rodovias sob jurisdição do DER/PR	125
Quadro 25 - Consumo mensal de serviços e materiais	131

LISTA DE SIGLAS

AASHO	= American Association of State Highway Officials
ABCP	= Associação Brasileira de Cimento Portland
ABDER	= Associação dos Departamentos de Estradas de Rodagem
ANEOR	= Associação Nacional de Empresas de Obras Rodoviárias
ASHTO	= American Association of State Highway and Transportation Officials
BD	= Banco de Dados
BID	= Banco Inter-Americano de Desenvolvimento
BIRD	= Banco Inter-Americano de Reconstrução e Desenvolvimento
CEPAL	= Comissão Econômica para América Latina, Caribe – Nações Unidas
CI	= Centro de Informações
CPD	= Centro de Processamento de Dados
CRM	= Client Relationship Management
DASD	= Direct Access Storage Device
DER	= Departamento de Estradas de Rodagem
DER/PR	= Departamento de Estradas de Rodagem do Paraná
DNER	= Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
DOLAP	= Desktop OLAP
DW	= <i>Data Warehouse</i>
GEIPOT	= Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes
HDM III	= Highway Design and Maintenance Model, version III
HOLAP	= Hybrid OLAP
IPR	= Instituto de Pesquisas Rodoviárias
IQL	= Information Quality Level
MIT	= Massachusetts Institute of Technology
MOLAP	= Multidimensional OLAP
MT	= Ministério dos Transportes
OAE	= Obra de Arte Especial
ODS	= Operation Data Store
OLAP	= On-Line Analytical Processing

OLTP	= On-Line Transaction Processing
PC	= Personal Computer
RDBMS	= Relational Data Base Management System
ROLAP	= Relational OLAP
SAD	= Sistemas de Apoio à Decisão
SGDB	= Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados
SGP	= Sistema de Gerenciamento de Pavimentos
SI	= Sistemas de Informações
SIG	= Sistemas de Informações Gerenciais
TI	= Tecnologia da Informação
TRRL	= Transport and Road Research Laboratory

RESUMO

MONTEIRO Neto, J. P. **Um Modelo de Sistema de Informações para Controle e Acompanhamento da Manutenção de uma Malha Rodoviária.** Florianópolis, SC, 2001. 130 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina.

Este trabalho tem como proposta sugerir um sistema de informações a ser utilizado pelos tomadores de decisão do Departamento de Estradas de Rodagem do Paraná, em suas tarefas referentes ao gerenciamento da extensa malha rodoviária sob jurisdição direta do Estado. Para tanto, avaliou-se a situação atual da informatização deste órgão rodoviário, os sistemas atualmente em uso e os em implantação ou melhorias, assim como a base de dados disponível. Do ponto de vista técnico operacional, identificou-se os dados necessários às tarefas de gerenciamento da malha, as questões que seriam úteis serem respondidas com o uso do sistema atual mas que não são diretamente disponibilizadas na forma requerida pelos usuários tomadores de decisão. Identificou-se também aquelas informações que só seriam disponíveis através do cruzamento de dados com o uso de um Data Warehouse. Como forma de avaliação da situação dos elementos componentes dos trechos rodoviários utilizou-se a metodologia dos procedimentos atualmente em uso, no DER/PR, embora considere-se que esta deva ser futuramente melhorada incluindo as maiores exigências dos usuários das rodovias e as novas capacidades tecnológicas disponíveis. Comparando as necessidades dos usuários do sistema e dos dados disponíveis, identificou-se as novas entradas necessárias para complementar a base de dados a ser utilizada tanto pelo sistema de informação como um todo, quanto pelo Data Warehouse. A abordagem adotada é predominantemente qualitativa, possuindo uma perspectiva de corte transversal. A população alvo é composta pelos dirigentes e demais tomadores de decisão do DER/PR. Os dados primários foram coletados através de entrevistas não estruturadas e posteriormente foi aplicado um questionário para priorização das informações a serem oferecidas pelo sistema. Os dados foram tratados de forma qualitativa. Com base nestas avaliações propõe-se um sistema de informação contendo um *Data Warehouse* que atenda às necessidades dos usuários tomadores de decisão e sugere-se a ampla utilização de apresentações gráficas, devido principalmente à facilidade de uso e capacidade de síntese de grande volume de dados.

Palavras-chave: Sistemas de Informação. Sistemas de Apoio à Decisão. Rodovias, Gerenciamento Rodoviário. Malha Rodoviária.

ABSTRACT

MONTEIRO Neto, J. P. **Um Modelo de Sistema de Informações para Controle e Acompanhamento da Manutenção de uma Malha Rodoviária.** Florianópolis, SC, 2001. 130 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina.

The aim of this work is to suggest a information system to be used by the decision makers of the Department of Highways of Paraná State, in its referring tasks to the management of the extensive highway network under direct jurisdiction of the State. For so much, firstly the current situation of informatization of this highway agency was evaluated, the systems now in use and in implantation or improvements, as well as the available database. By the operational technical point of view was identified the necessary data to the tasks administration of the mesh, the subjects that would be useful they be answered with the use of the current system but that are not directly available in the form requested by the decision makers, and also those information that would be only available through the crossing of data with the use of a Data Warehouse. As form of evaluation of the situation of the component elements of the road spaces was used the methodology of the procedures now in use by DER/PR, although was consider that this should be improved in the future with the inclusion of the users' of the highways largest demands and the new technological capacities now available. Comparing the users' of the system needs and of the available data, where identified the new necessary inputs to complement the base of data to be used so much by the information system as a whole, as for the Data Warehouse. The adopted approach is mainly qualitative, possessing a perspective of traverse court. The population objective is composed by the leaders and other decision makers of DER/PR. The primary data were collected through not structured interviews and later on a questionnaire was applied for prioritization of the information to be offered by the system. The data were been in a qualitative way. With base in these evaluations was proposed a information system contending a *Data Warehouse* that assists to the decision makers needs and suggests a wide use of graphic presentations owed mainly by the use easiness and the capacity of synthesis of great volume of data.

Word-keys: Information Systems. Decision Support Systems. Highways. Highway Management. Highway Mesh.

1 INTRODUÇÃO

Rápidas mudanças atingiram a sociedade e também suas relações políticas e econômicas. Novos paradigmas substituem aqueles já consagrados por séculos de evolução. A competitividade tornou-se acirrada pela abertura dos mercados. Os valores vigentes estão sendo rapidamente alterados. Novos conceitos foram definidos e os horizontes desta nova era iniciaram um processo de expansão que tem como efeito as grandes mudanças que hoje se presenciavam.

O grande desafio atual, a competitividade, reflete o grau dessas mudanças. O poder estatal compete com as empresas privadas onde anteriormente havia o monopólio. E mesmo onde ainda a reserva de mercado persiste, o Estado sofre o processo de comparação com a conseqüente exigência de uma clientela cada vez mais informada e crítica.

Vive-se num mundo em que o valor dado à informação já é maior que o atribuído à produção. Um mundo de mudanças rápidas e tão diferente de tudo que existiu antes quanto a era industrial foi diferente da era agrícola que a precedeu. Um mundo tão diferente que não pode mais ser definido como resultado de uma evolução, só pode ser descrito como conseqüência de uma revolução. Este mundo, agora com novas regras, novos tipos de organização, novos desafios para a administração, vê-se na transição de uma economia industrial para uma economia de informação. A informação, mais do que a terra ou o capital, torna-se a força motriz na criação de riquezas e prosperidade.

Numa economia de informação, a sobrevivência das organizações baseia-se em sua capacidade de adquirir, tratar, interpretar e utilizar a informação de forma eficaz. As organizações que liderarem essa competição serão as grandes vencedoras do futuro.

Neste sentido, este trabalho possui como inspiração, o fato que os órgãos gestores dos transportes públicos ou privados podem, valendo-se de um Sistema de Informações, manter controle sobre a situação de uma malha viária, tanto no que se refere aos meios para conservá-la quanto ao controle de seus custos, sem nunca perder o domínio sobre a manutenção do patrimônio rodoviário em um nível de serviço, preestabelecido e condizente com os anseios da sociedade.

1.1 Justificativa

O ministro dos Transportes, Eliseu Padilha, numa palestra proferida na Escola do Estado Maior da Aeronáutica e na Escola Superior de Guerra, no Rio de Janeiro, em agosto de 2000, afirmava que somente para a manutenção e restauração de 10.176 km (quase 1/6 da extensão total necessitando recuperação) das rodovias federais iria gastar US\$ 650 milhões. Considerando a extensão total da malha rodoviária federal e sua situação lastimável, deduz-se que este volume de dinheiro não será suficiente para colocar toda a malha em condições ideais uma vez que os US\$ 6.387,58 por quilômetro de estrada, seriam suficientes apenas para quatro anos de manutenção, mas não para atender às necessidades de restauração de aproximadamente 64%, ou seja, 94.797 km da malha rodoviária pavimentada nacional, segundo ABCP, 2000. Faz-se urgente a necessidade de melhorar a qualidade dos investimentos, já que os recursos são extremamente escassos.

A presente pesquisa justifica-se pelo fato de que o Paraná, o Brasil e o mundo vêm sofrendo um rápido processo de busca de novas formas de reduzir custos e aumentar a eficiência dos processos de controle e manutenção rodoviária. Soluções como a terceirização andam par e passo com a melhoria dos serviços desenvolvidos pela administração direta do Estado, obrigando a

ambos buscar o melhor que seus esforços podem produzir a fim de se manterem competitivos.

O Brasil possui atualmente, de acordo o Departamento Nacional de Estradas de Rodagem - DNER, um patrimônio rodoviário que alcança 148.120 km de estradas pavimentadas e 1.501.339 km de estradas não pavimentadas. Segundo dados históricos aproximados, disponibilizados pelo DER/PR, necessita-se algo por volta de US\$ 1.500/km/ano para a manutenção da malha rodoviária pavimentada. Temos então uma necessidade anual de US\$ 222.180.000 somente para a manutenção rotineira das rodovias pavimentadas.

Portanto, uma vez que a sociedade tem de pagar um preço muito alto para manter as condições mínimas de transporte, que o faça eficazmente, com segurança, conforto e a um custo mínimo. Para tanto, é necessário que os gerentes deste patrimônio tenham pleno conhecimento sobre suas condições, informes precisos sobre os custos, intervenções, tráfego e principalmente dados que os auxiliam sobre o exato momento de intervenção.

A atual conjuntura de competitividade imposta pela globalização dos mercados exige análise cada vez mais apurada das formas de produção e comercialização existentes e novos instrumentos de análise. Desta forma novos enfoques podem e devem ser propostos.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desta pesquisa é propor um modelo para a implementação de um Sistema de Informações como instrumento no aumento de competitividade e da eficiência de novos processos de controle e

manutenção de uma malha rodoviária, utilizando a informação como uma ferramenta estratégica de planejamento e acompanhamento.

1.2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos do trabalho são os seguintes:

- a) Identificar quais os dados e informações disponíveis no ambiente atual da manutenção rodoviária, dentro do DER/PR;
- b) Determinar quais são as informações relevantes aos serviços de acompanhamento e gerenciamento de uma malha rodoviária;
- c) Identificar a metodologia utilizada na avaliação dos trechos rodoviários.

Assim, o resultado esperado com esta pesquisa é contribuir no aprofundamento dos estudos teórico-metodológicos da parca literatura existente sobre o tema.

1.3 Estrutura do Estudo

Estruturalmente, este trabalho será composto por cinco capítulos. O primeiro contém esta introdução que apresenta o problema, a justificativa, os objetivos geral e específicos, a relevância e esta estrutura do estudo.

O segundo capítulo consiste no resultado do estudo da base teórico-conceitual, onde serão estudados os temas: a sociedade e a informação com abordagem na tecnologia da informação e os conceitos de dados, informações e conhecimento; os sistemas de informação com seu histórico, classificação do processo decisório e o *Data Warehouse*.

Em seguida, o terceiro capítulo estuda a manutenção rodoviária onde serão analisados alguns conceitos básicos, o nível de serviço das rodovias, a avaliação da malha rodoviária e os usuários desta malha.

O quarto capítulo apresentará os resultados da pesquisa com a descrição, análise e interpretação dos dados, sugerindo um sistema de informações. E, por fim, o quinto capítulo trará as conclusões e recomendações.

Para a estruturação e organização do estudo será utilizada a "Metodologia de Pesquisa e Elaboração de Dissertação", elaborada pela Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Laboratório de Ensino à Distância.

1.4 Limitações da Pesquisa

As limitações que envolveram a pesquisa devem-se principalmente à inexistência de softwares similares ao proposto ou literatura que abrangesse o tema de uma forma mais ampla. Os softwares e literatura encontrados objetivam a utilização operacional ou tática das informações, e não as informações de cunho estratégico.

Outro problema que não permitiu maior aprofundamento no estudo dos dados, foi o fato que os sistemas em operação ou implantação no DER/PR, que possuem relação com o sistema proposto, pertencem a uma empresa contratada para a terceirização dos serviços de informática.

A população desta pesquisa foi definida como constituída por 16 pessoas sendo que 10 participaram das entrevistas preliminares e apenas 8

responderam ao questionário final. Acreditamos que a pequena participação não invalida o estudo, pois como sugere INMON (1997), deve-se fazer um protótipo e submetê-lo à apreciação dos usuários. Durante o período de testes serão feitas as modificações que aprimoram o sistema.

2 A MANUTENÇÃO RODOVIÁRIA

Ao contrário do que se possa imaginar as atividades de manutenção de uma rodovia iniciam-se imediatamente após a sua construção, quando ela ainda é nova e em bom estado e vai existir até que sua vida útil chegue ao fim, exigindo assim, restauração ou reconstrução.

PADULA e FELEX (2000) afirmam que uma boa rodovia deve oferecer serviços que:

- ◆ Atendam à sensação de conforto e segurança dos que a usam;
- ◆ Satisfaçam às expectativas de conforto em viagem;
- ◆ Atendam normas e especificações para construção e manutenção;
- ◆ Atendam a requisitos fixados pela sociedade;
- ◆ Tenham custos de operação e manutenção compatíveis.

As condições acima listadas serão atendidas em sua totalidade apenas até a entrega da rodovia ao tráfego, e isto se a construção for perfeita. A partir de então, sob efeito do tempo, tráfego, agentes ambientais, dentre outros, a rodovia sofrerá uma progressiva deterioração de sua qualidade, tanto mais rapidamente quanto mais agressivo o meio se apresentar.

A respeito dos pavimentos, LIMA e RODRIGUES (2000) afirmam que constata-se a necessidade da intervenção em hora oportuna, uma vez que os pavimentos começam a se deteriorar a partir do primeiro dia útil. Sua estrutura não é perene e independente de eventuais falhas de projeto e construção torna-se inevitável promover sua reabilitação. A não manutenção dos pavimentos gera um aumento significativo nas despesas das atividades que visam promover ao pavimento condições de serventia adequada.

Para o usuário e para o órgão rodoviário o pavimento é o elemento mais visível e importante da rodovia, não querendo desfazer os itens de segurança,

por exemplo. Por esta razão daremos uma atenção especial a ele. Também analisaremos apenas os chamados pavimentos flexíveis, aqueles que se comportam como um elemento elástico, sofrendo com o tempo deformações plásticas e sujeitos à fadiga.

Os pavimentos rígidos, embora reconhecidamente de ótima qualidade e competitivos também no fator custo, não serão aqui analisados devido ao fato que seu uso é, infelizmente, ainda incipiente no país. De qualquer forma, com pequenas adaptações, o presente estudo também pode aplicar-se a pavimentos que utilizem este método construtivo.

2.1 Conceitos Básicos

A definição usual adotada por vários autores e também pelo Departamento Nacional de Estradas de Rodagem é a que diz que (BRASIL, 1998a: 17): “conservação é um amplo conjunto de atividades destinadas a assegurar um transporte seguro, econômico e confortável em uma rodovia ou rede de rodovias”.

Uma das finalidades primordiais da manutenção é evitar, ao máximo possível, a perda desnecessária do capital já investido, mediante a proteção física da estrutura básica e da superfície da rodovia. A manutenção deve evitar a deterioração precoce dos pavimentos e, por conseguinte, a necessidade de serviços de restauração ou reconstrução.

HAAS e HUDSON (1996) apud FELEX e MELO afirmam que, para que cumpram sua finalidade, os pavimentos deverão satisfazer a necessidade de viagens seguras, econômicas, e confiáveis de clientes da via.

Segundo o DNER (BRASIL, a, 1998, p.17), os serviços realizados relativamente à conservação de rodovias são os transcritos a seguir:

- ◆ Conservação Corretiva Rotineira: operações que normalmente são executadas uma ou mais vezes a cada ano e que tem o objetivo de reparar ou sanar um defeito. Constituem-se exemplos de atividades de manutenção rotineira nos pavimentos os reparos localizados ou remendos de defeitos na pista ou no acostamento e a selagem de trincas.
- ◆ Manutenção Preventiva Periódica: operações que normalmente são executadas uma vez a cada dois ou cinco anos e que tem o intuito de evitar o surgimento ou agravamento dos defeitos, preservar as características superficiais, a integridade estrutural e, conseqüentemente, a serventia da rodovia. As atividades preventivas relacionadas com o pavimento são chamadas de recuperações superficiais ou recargas.
- ◆ Recuperações Superficiais (Recargas): atividades de manutenção periódica em rodovias pavimentadas, onde se procura restabelecer algumas características do pavimento, sem se constituir em um acréscimo da capacidade estrutural. Fundamentalmente, destinam-se a impermeabilizar revestimentos abertos e/ou fissurados, preservar a durabilidade do revestimento asfáltico, prevenir o desenvolvimento prematuro de trincas e recuperar a rugosidade dos revestimentos desgastados. As recargas normalmente se aplicam quando o pavimento ainda está em bom estado, não tendo chegado sequer ao estado regular. Algumas técnicas de recuperação superficial são as resselagens (capa selante, lama asfáltica e tratamentos superficiais) e o recapeamento esbelto com mistura asfáltica (máximo de 4,0 cm). A reciclagem superficial também pode ser incluída como uma atividade de renovação do revestimento. Os objetivos são basicamente preservar a qualidade de rolamento e assegurar a integridade estrutural da rodovia por mais um período de tempo
- ◆ Restauração: é o conjunto de operações destinadas, fundamentalmente, a aumentar a capacidade estrutural do pavimento. Processa-se normalmente pela substituição ou reciclagem de uma ou mais camadas existentes,

complementadas por outras camadas que deverão conferir ao pavimento o aporte de capacidade estrutural necessário e restabelecer suas características originais. Na maioria das vezes esta operação corresponde ao reparo seletivo, que pode envolver a remoção localizada da estrutura do pavimento, o reperfilamento e o reforço do pavimento, além de eventuais melhorias da drenagem. Dentro de um esquema sadio de conservação, a restauração deveria ser apenas ocasionalmente necessária, restringindo-se à recuperação de pontos defeituosos.

- ◆ Reforço do Pavimento: a expressão "reforço" se aplica para designar uma atividade específica de restauração que implica na sobreposição de uma ou mais camadas asfálticas, as quais responderão pelo aumento da capacidade estrutural e ainda pela correção de deficiências superficiais existentes. O reforço estrutural do pavimento deverá ser concebido quando as operações corretivas de menor vulto já não se fizerem suficientes para conter o processo evolutivo e inexorável de degradação do pavimento.
- ◆ Reconstrução: é a renovação completa da estrutura do pavimento. Pode envolver a remoção parcial ou total da estrutura existente e substituição por materiais novos (processo tradicional) ou ainda o aproveitamento do material antigo através de processos de reciclagem a frio ou a quente. O objetivo desta atividade é remediar as conseqüências provocadas pelo descuido prolongado e se realiza nos casos em que a restauração já não é mais possível.
- ◆ Conservação de Emergência, que é o conjunto de operações de conservação realizadas com o objetivo de corrigir defeitos surgidos de modo repentino, ocasionando restrições ao tráfego e/ou sérios riscos aos usuários(BRASIL.b,1982).

2.2 A Importância da Manutenção de uma Malha Rodoviária

Conforme ilustra o Quadro 1, 62.40% da carga transportada, 96.03% dos passageiros e 50,55% da riqueza do país circularam por nossas rodovias no ano de 1998. Isto nos permite deduzir que a distribuição modal dos transportes brasileira não é a ideal, e que mesmo com toda a importância que o transporte rodoviário possui no Brasil ele não é considerado como merece, já que apenas 29% da malha encontra-se em estado de manutenção considerado bom ou excelente (ver Quadro 2)

Quadro 1 - Composição de carga transportada, transporte de passageiros e investimentos por modo de transporte.

MODO	CARGA		PASSAGEIROS		R\$	
	ton/km	%	Pas/km	%	X 1000	%
Aéreo	2.195,00	0,31	21.902	2,52	588.777	16,87
Aquaviário	90.444,00	12,75	-	-	498.392	14,28
Dutoviário	31.429,00	4,43	7.224	0,83	167.543	4,80
Ferrovário	141.239,00	19,91	5.443	0,63	471.481	13,51
Rodoviário	444.079,00	62,60	835.163	96,03	1.764.431	50,55
Total	709.386,00	100,00	869.732	100,00	3.490.624	100,00

Fonte: GEIPOT. Anuário Estatístico dos Transportes de 1998.

Quadro 2 - Estado de Manutenção das Rodovias no BRASIL

SITUAÇÃO	PERCENTUAL
PÉSSIMO	7 %
REGULAR	32 %
MAU	25 %
BOM	17 %
EXCELENTE	12 %
EM OBRAS	7 %

Fonte: ABCP (2000)

No Quadro 3, a seguir, pode-se verificar que o país possui um patrimônio rodoviário que alcança 148.120 km de estradas pavimentadas e 1.501.339 km de estradas não pavimentadas, considerando-se o total de estradas sob jurisdição dos governos municipais, estaduais e federais. Deste total apenas 29%, ou seja, 42.955 km não precisam mais do que manutenção rotineira.

Quadro 3 - Extensão da malha rodoviária nacional, por jurisdição

RODOVIAS	PAVIMENTADAS		NÃO PAVIMENTADAS		TOTAL	
FEDERAIS	51.370	78,5	14.046	21,5	65.416	4,0
ESTADUAIS	81.881	42,5	110.924	57,5	192.805	11,7
MUNICIPAIS	14.869	1,1	1.376.369	98,9	1.391.238	84,3
TOTAL	148.120	9,0	1.501.339	91,0	1.649.459	100,0

Fonte: BRASIL.c (2000).

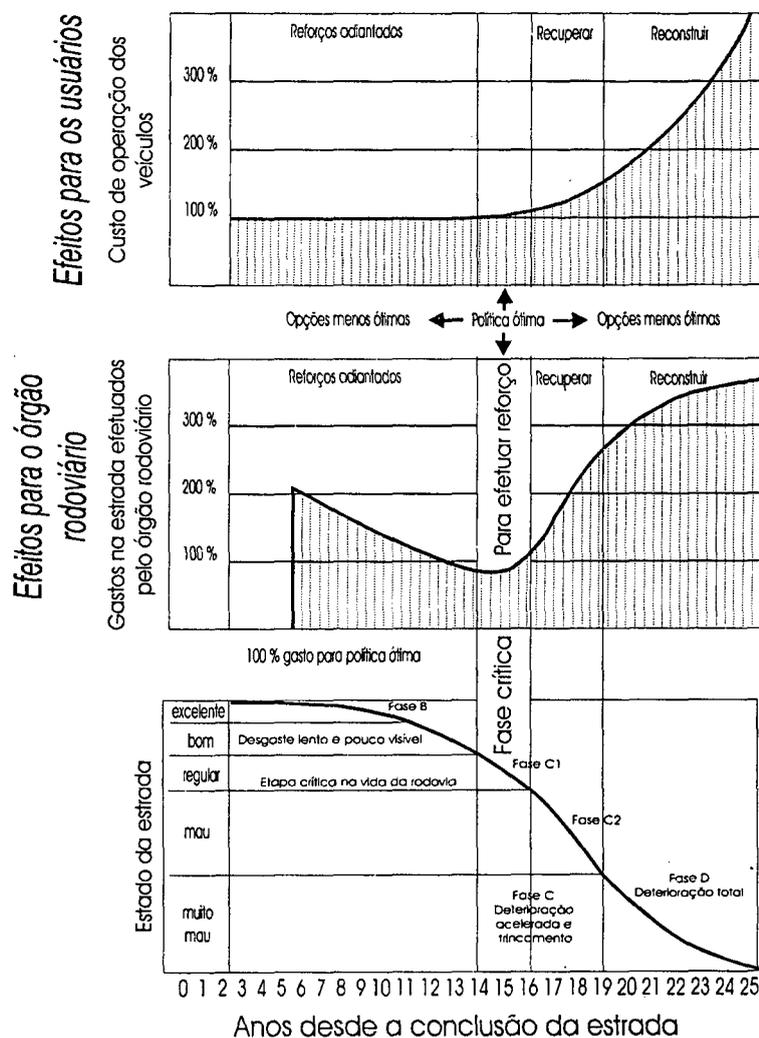
A seguir estudaremos os dados que são normalmente utilizados pelos técnicos em manutenção rodoviária em suas tarefas.

2.3 A Degradação do Nível de Serviço das Rodovias

Segundo SCHLIESSLER et al (1992), a evolução da degradação de uma rodovia de pavimento flexível, se nenhuma intervenção for efetuada ao longo do tempo, segue de maneira geral o que está mostrado na Figura 5, a seguir. Por ela identifica-se quatro fases da deterioração do pavimento flexível, que não é muito diferente da situação apresentada por rodovias não pavimentadas ou com pavimentos rígidos. A primeira, a fase A, que acontece durante a construção. As demais ocorrem depois da rodovia estar aberta ao tráfego.

A seguir apresenta-se o que acontece nestas fases da vida das estradas:

Figura 1 - Comparação entre o estado da estrada e os efeitos da degradação para o órgão rodoviário e os usuários



Fonte: Adaptado de SCHLIESSLER, 1992.

- ◆ **Fase A – Construção:** Esta fase termina no dia de sua inauguração, quando se considera que os fatores de desgaste como tempo, clima e tráfego começam a atuar sobre o pavimento. Relegando qualquer problema de projeto ou construtivo, pode-se considerar que a rodovia termina esta fase em bom estado.
- ◆ **Fase B – Deterioração lenta e pouco visível:** Nos primeiros anos de vida existe uma deterioração muito lenta e pouco visível do pavimento. Ocorre principalmente em sua superfície, atingindo muito pouco a estrutura. As

atividades de manutenção necessárias são geralmente de conservação corretiva rotineira e preventiva periódica, principalmente na drenagem e na capa. Envolvem pouco esforço, tempo e custo.

- ◆ *Fase C – Deterioração acelerada e trincamento:* Neste ponto, a rodovia sob efeito da fadiga estrutural, principalmente, começa a apresentar mostras de deterioração acelerada. Primeiramente, na fase C1, ainda invisível aos usuários, mas já bastante importante ao pavimento. Em seguida, na fase C2, os defeitos já são bastante visíveis, e defeito visível é sinal, de maneira geral, de estrutura seriamente comprometida. Esta fase é bastante rápida, dura em geral de dois a cinco anos. É a fase crítica para a rodovia, se as corretas intervenções foram executadas, a relação custo/benefício das intervenções será maximizada, tanto sob o ponto de vista dos usuários quanto do órgão rodoviário.
- ◆ *Fase D – Deterioração total:* Nesta fase, o usuário que já sentia o desconforto, sente também o prejuízo financeiro e o perigo de uma rodovia esburacada. Apresentam-se sérias deformações longitudinais e transversais. A estrutura do pavimento está irremediavelmente prejudicada cabendo apenas a reconstrução, mesmo que parcial da rodovia. O custo para torná-la novamente em bom estado pode chegar a 80% do custo da construção de uma rodovia nova em condições similares.

Pelo gráfico superior da Figura 1 pode-se deduzir que para o usuário os custos de operação dos veículos podem triplicar caso se deixe de recuperar a rodovia na época adequada. Qualquer intervenção anterior à fase crítica definida pela política ótima não trará nenhum benefício ao usuário e, no entanto o órgão rodoviário terá um custo adicional que pode alcançar 200% do valor da intervenção no momento ideal, o que acontece principalmente pelos custos financeiros envolvidos, conforme mostra o gráfico central da figura. Se, contudo, as atividades de recuperação forem postergadas os custos para a correção dos problemas sofrem um rápido incremento podendo chegar a mais de 300% daquele apresentado na melhor situação.

É importante notar que a fase B, aquela em que a rodovia está em bom estado, sua manutenção será eventual e barata, correspondendo a um período razoavelmente longo. A partir da fase C, onde temos um período crítico, época ideal para as atividades de recuperação das estradas, a degradação torna-se bastante rápida e os custos envolvidos na recuperação e operação aumentam bastante e o conforto e segurança do usuário torna-se muito abaixo do desejável.

2.4 A Gerência de Pavimentos

A vida útil da rodovia é projetada para determinado número de anos com base numa previsão de tráfego, sendo que ao término deste prazo, a manutenção não será mais suficiente para manter as boas condições de conforto e segurança para o usuário, e os custos envolvidos em sua manutenção e operação chegarão a um limite que exigirão uma intervenção mais drástica, e cara. A esta intervenção, no final da vida útil da rodovia, dá-se o nome de *restauração*, se apenas houve intervenções na estrutura do pavimento, sem alterar outras características técnicas. Define-se como *melhoramentos* àquelas intervenções que além de recompor o estado inicial da via, também alteram características já existentes.

A escolha do momento propício ao início dos trabalhos de correção dos defeitos do pavimento deve ser definida pelos métodos de gerência de pavimento, que podem auxiliar também na escolha do tipo e na intensidade da intervenção mais econômica.

HAAS et al (1994) definem esta gerência de pavimentos como sendo um conjunto de conceitos, métodos e processos para orientar ações, planejar, projetar, construir, manter, avaliar, e pesquisar sobre pavimentos onde seu objetivo principal é manusear ou discutir conseqüências de informações e uso

de critérios para decisões que dirijam a produção de programas para construção, manutenção e reabilitação de pavimentos com o máximo retorno de recursos aplicados, sobre estes componentes de rodovias.

Segundo SOUZA (1992), métodos utilizados na gerência de pavimentos, como o HDM III, Highway Design and Maintenance Model, software do Banco Mundial e o da Teoria Probabilística, proposto pelo GEIPOT, Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes, prestam-se a dar aos tomadores de decisão a hora oportuna e a forma de atuar sobre o pavimento. Mas devido à grande quantidade de energia e dinheiro necessária à coleta de dados, restringe-se seu uso como métodos de acompanhamento constante da situação de uma malha rodoviária.

2.5 Avaliação da Malha Rodoviária

As avaliações da malha rodoviária podem ser consideradas de duas maneiras diferentes, as avaliações subjetivas e as avaliações objetivas:

- ◆ Avaliações subjetivas: têm como resultados informações qualitativas que nos dão uma boa idéia apenas sobre as impressões qualitativas e geralmente globais do trecho a ser avaliado. São, geralmente, tarefas mais rápidas, baratas, e não requerem instrumentos especiais. Há contudo o problema de reprodução dos resultados visto que dependem das opiniões dos avaliadores.
- ◆ Avaliações objetivas: fornecem como resultado informações quantitativas, numéricas sobre o item avaliado. São geralmente de levantamento mais demorado, mais caras, requerendo muitas vezes equipamentos especiais para sua execução. Geralmente os resultados são melhor reproduzíveis e resultam em informações sobre áreas restritas.

Enquanto as avaliações subjetivas fornecem boas informações para o gerenciamento da malha rodoviária, as avaliações objetivas tendem a se

prestar mais como subsídio aos projetos e gerenciamento da malha viária, onde necessita-se de informações muito mais aprofundadas. Assim, como o intuito deste trabalho é a elaboração de uma base de dados para administração da malha rodoviária, e devido principalmente aos altos custos e esforços necessários, optou-se tanto quanto possível, pelos métodos subjetivos de avaliação dos parâmetros que nos são mais interessantes. Por outro lado, sempre que avaliações objetivas estiverem disponíveis, ou que por outro motivo se justifiquem, serão estas avaliações as utilizadas.

DOMINGUES e OLIVEIRA (1998) afirmam que a partir de levantamentos de campo é possível verificar a condição atual das rodovias, e com levantamentos regulares pode-se acompanhar seu desempenho armazenando-os em banco de dados, muito úteis na gerência dos pavimentos.

As avaliações das características superficiais de pavimentos, no Brasil, atendem as seguintes normas:

- ◆ Avaliações Subjetivas: DNER-PRO 07/78 - Avaliação Subjetiva da Superfície de Pavimento
- ◆ Avaliações Objetivas: DNER-PRO 08/78 - Avaliação Objetiva da Superfície de Pavimentos Flexíveis e Semi-Rígidos e DNER-ES 128/83 - Levantamento da Condição de Superfície de Segmentos Testemunha de Rodovias de Pavimentos Semi-Rígidos para Gerência de Pavimentos a Nível de Rede

Os primeiros estudos que resultaram em modelos que expressavam as relações entre os custos de construção, manutenção e operação rodoviária foram produzidos no MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), em 1968 e mais tarde entre 1971 e 1975 o TRRL (*Transport and Road Research Laboratory*), do Quênia aprimorou o modelo. Novos estudos foram realizados no Brasil entre 1976 e 1981 pelo GEIPOT, aprimorando os modelos anteriores.

O pavimento sempre foi o elemento de uma rodovia mais estudado, e onde mais se procurou encontrar modelos que representassem sua realidade. Como meio de representar a qualidade de um pavimento CAREY e IRICK (1960) introduziram o conceito de *present serviceability*, ou serventia em português. Definiam esta serventia como sendo o “potencial de um segmento de pavimento de servir ao tráfego de automóveis, caminhões e ônibus que ali trafegam em alta velocidade” o que na época, anos 50, era 80 km/hora. Esta definição possui validade apenas para o presente, nunca para o futuro ou passado. É um processo subjetivo e sua quantificação é feita através de notas dadas por pessoas treinadas com base no conforto fornecido pelo deslocamento em determinado trecho de pavimento.

A AASHO define a forma de medir a serventia através de notas dadas por pessoas treinadas para tal. Hoje o Brasil se utiliza desta forma de trabalhar através da DNER-PRO07/78, norma do DNER. Já VASCONCELOS et al. (1994), definem serventia como a habilidade de um trecho de pavimento acomodar um tráfego oferecendo segurança e conforto. Relatam ainda sobre o PSI, *present serviceability index*, ou índice atual de serventia, que é calculado considerando características físicas do pavimento, sendo, portanto, um método objetivo com características similares ao valor atual de serventia.

A seguir encontra-se o Quadro 4 onde identifica-se a relação entre os conceitos qualitativos e quantitativos de auscultação da degradação superficial dos pavimentos.

HEYN et al. (1993) com base num sistema elaborado a partir de 1982, através de um acordo do Banco Mundial e o Estado do Paraná, chamado SAM (Sistema de Apoio a Manutenção), definem que os principais serviços rotineiros a serem executados em uma rodovia são:

- ◆ Pista: tapa buraco, remendo profundo e selagem de trincas;
- ◆ Limpeza: roçada, capina, limpeza de sarjetas, limpeza de valetas e limpeza de bueiros;

- ◆ Segurança: recomposição de sinalização vertical, recomposição de guarda-corpo, recomposição de defensas, renovação de sinalização horizontal;
- ◆ Outros: recomposição de sarjetas, recomposição de bueiros, recomposição de aterros, remoção de barreiras, execução de bueiros, execução de sarjetas, etc..

Quadro 4 - Comparativo entre a avaliação no conceito qualitativo e o conceito quantitativo

Conceito Qualitativo	Conceito Numérico
Conceito	PSI – Present Serviceability Index
Excelente	5 – 4
Bom	4 – 3
Regular	3 – 2
Mau	2 – 1
Péssimo	1 – 0

Fonte: VASCONCELOS et al. (1994)

Embora a pista seja o componente mais importante da rodovia, outros elementos também a compõem e devem ser avaliados. De toda a base de dados manipulada pelos engenheiros e técnicos envolvidos com a manutenção da malha, foram considerados relevantes os seguintes grupos de elementos do cadastro rodoviário segundo o DER/PR em seu Manual de Procedimentos Básicos para Supervisão das Atividades de Conservação das Rodovias, 1999, conforme se encontra no Quadro 5 a seguir:

Cada grupa acima pode ser utilizado sob uma forma mais ou menos detalhada, conforme as tarefas a serem elaboradas. Contudo, de forma geral, quanto mais pormenorizada for a base de dados, maior o conjunto de informações que teremos para tomar nossas decisões e maior será o custo e o tempo necessário para obtê-las.

Quadro 5 - Elementos considerados na avaliação rodoviária segundo o DER/PR (1999)

Elemento	Conteúdo
Pavimento	Pavimento flexível ou Semi-rígido
Canteiro e faixas de Domínio	Separador, plataforma e áreas laterais de rodovias e de marginais, trevos, acessos, entroncamentos e retornos.
Obras de arte especiais	Superestrutura, drenagem e infra-estrutura
Dispositivos de proteção e Segurança	Barreiras e defensas
Sinalização de rodovias e de marginais, trevos, acessos, entroncamentos e retornos.	Sinalização horizontal
	Dispositivos Auxiliares
	Sinalização vertical
Drenagem e obras de arte corrente	Bueiros Dissipadores de energia Galerias Sarjetas Valetas
Pavimento de marginais, trevos, acessos, entroncamentos e retornos.	Pavimento flexível ou semi-rígido

Fonte: DER/PR (1999)

2.6 Critérios para Escolha e Definição da Base de Dados

Para a administração efetiva das informações rodoviárias são requeridos objetivos bem definidos e informações apropriadas e atualizadas, de forma a orientarmos a nossa coleta de dados com a qualidade e quantidade necessária. A qualidade da informação pode variar de acordo com o fim a que se destina, aumentando em intensidade mas diminuindo na extensão da cobertura analisada, obedecendo à seguinte seqüência: planejamento, programação, preparação e operação.

O Quadro 6 a seguir, apresenta uma classificação do que foi chamado por PATERSON e SCULLION (1990) de IQL (*Information Quality Level*) ou Índice de Qualidade da Informação.

Quadro 6 - Níveis de qualidade das informações

Nível de qualidade da Informação	Descrição sumária	Aplicação	Coleta de Dados
IQL-I	Muito detalhada e compreensiva	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Pesquisa ◆ Operações ◆ Projetos avançados ◆ Diagnósticos 	Curta para extensões limitadas ou amostras isoladas usando equipamentos especializados; lentos exceto para automação avançada.
IQL-II	Detalhada	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Preparação (projetos) ◆ Programação avançada ◆ Planejamento avançado 	Extensões limitadas utilizando métodos semi-automáticos; ou completa cobertura usando automação avançada de alta velocidade.
IQL-III	Detalhes resumidos e categorização dos valores	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Programação ◆ Planejamento ◆ Projeto básico 	Amostra completa usando alta velocidade, métodos semi-automáticos de baixa precisão; ou amostras a baixa velocidade; ou processadas com origem em outros dados.
IQL-IV	Muito resumida	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Estatística ◆ Projeto de rodovias de baixo volume de tráfego ◆ Planejamento e programação simples 	Métodos manuais ou semi-automáticos, processados ou estimados.

Fonte : PATERSON e SCULLION, (1990).

Entende-se aqui por planejamento, como sendo aquelas decisões estratégicas necessárias para a elaboração de planos de longo prazo (maiores do que cinco anos). Programação inclui as decisões de caráter tático, executada sobre as decisões tomadas pelo planejamento e envolvem a disponibilização dos recursos, materiais, humanos e monetários de acordo com o anteriormente estipulado e que possuem um horizonte de validade de até três anos. A preparação é a tarefa de dar condições, com base em um grau de certeza bastante alto, para que a operação possa ser levada a cabo (incluem os projetos, as planilhas de custos, as ordens de serviço, etc.). A operação da malha rodoviária por fim, é a execução no campo, dos serviços necessários, seu acompanhamento, medição, etc..

Os serviços de planejamento se utilizam do IQL IV, menos pormenorizado e com dados menos aprofundados, portanto mais baratos e de obtenção mais rápida, a programação faz uso do IQL IV ou IQL III, a preparação usa os níveis III e II do IQL, e por fim os serviços de operação fazem uso de informações mais aprofundadas, caras e demoradas na sua coleta, disponíveis nos níveis II e I do IQL.

WORLD BANK.a defende que, para um efetivo gerenciamento da malha rodoviária, existe a necessidade de dar-se condições físicas de acesso à situação atual da malha rodoviária, segurança, nível de serviço, eficiência na operação da malha e principalmente capacidade de prever os efeitos dos atos das políticas a serem implementadas. Dizem também que para um bom gerenciamento são necessários objetivos muito bem definidos e dados apropriados e atualizados, além do que, os dados necessários às decisões do gerenciamento devem possuir características que permitam:

- ◆ Determinação da condição ótima das rodovias e as estratégias e necessidades para alcançá-la;
- ◆ Acesso às condições atuais das rodovias e das OAE;
- ◆ Definição dos níveis adequados de investimento;
- ◆ Priorização da demanda de capital e dos investimentos na manutenção;
- ◆ Simulação dos efeitos de cada investimento nas futuras condições e na performance do sistema rodoviário;
- ◆ Estimação dos custos dos investimentos;
- ◆ Acompanhamento dos gastos.

Para PATERSON e SCULLION (1990), os seguintes critérios devem ser considerados quando da seleção dos dados:

- ◆ Relevância: apenas os dados que possuam influência direta com as saídas desejáveis do sistema devem ser armazenados. Dados desejáveis, interessantes ou possivelmente úteis devem ser omitidos em favor do que é reconhecidamente importante.

- ◆ Conveniência: o volume dos dados coletados, assim como sua frequência de coleta e o nível de detalhe requerido são fatores muito influentes nos custos, diferindo grandemente para os diferentes estágios do processo.
- ◆ Integridade: a *confiabilidade dos dados*: requisito de reconhecida importância é assegurado por sua precisão, cobertura espacial, plenitude dos atributos e identificação das tendências.
- ◆ Capacidade de recursos: o volume e a qualidade dos dados devem ser proporcionais aos recursos materiais e humanos disponíveis, sob pena de inviabilizar o sistema.

HAAS et al. (1994) propõem as variáveis apresentadas no Quadro 7, como aquelas consideradas relevantes e importantes para estarem presentes num banco de dados relativo a uma malha rodoviária.

Quadro 7 -Variáveis necessárias à criação de um banco de dados de um sistema de gerência de pavimentos

Desempenho	Utilização
Rugosidade	Restauração
Desgaste da superfície	Restauração+Manutenção
Deflexão	Restauração
Atrito	Restauração+Manutenção
Propriedade das camadas	Restauração

Histórico	Utilização
Manutenção	Restauração+Manutenção
Construção	Restauração+Manutenção
Tráfego	Restauração+Manutenção
Acidentes	Restauração+Manutenção

Políticas	Utilização
Orçamentos	Restauração+Manutenção
Disponibilidades e alternativas	Restauração+Manutenção

Geometria	Utilização
Dimensões de seções	Restauração
Curvatura	Restauração
Espessura de camada	Restauração
Greide	Restauração

Meio Ambiente	Utilização
Drenagem	Restauração+Manutenção
Clima	Restauração

Custos	Utilização
Construção	Restauração
Manutenção	Restauração+Manutenção
Reabilitação	Restauração
Custos ao usuário	Restauração

Fonte: HAAS et al. (1994)

2.7 O Usuário, o Técnico Rodoviário e o Gerente de uma Malha Rodoviária

A avaliação da malha rodoviária, quanto a quem a utiliza, pode ser feita sob três pontos de vista distintos: usuário, técnico em manutenção rodoviária, gerente da malha rodoviária. Cada um vê a rodovia sob um prisma diferente, o usuário quer ter segurança e conforto e custo baixo de operação; o técnico conhecimento pormenorizado da malha, controle dos eventos e custos; e o gerente da malha conhecimento geral e instantâneo da situação atual da malha sob ambos os pontos de vista anteriores.

A situação da malha rodoviária sob o ponto de vista do usuário é reflexo de seu estado de manutenção, restringe-se ao enfoque funcional, não levando em consideração aspectos estruturais. O problema é que uma estrada segura e confortável, portanto funcionalmente boa, pode não estar necessariamente boa sob o aspecto estrutural, e uma rodovia com sua estrutura ameaçada pode estar com sua ruína iminente, sua degradação estrutural pode estar mascarada, como acontece na fase C1, como vimos na Figura 5. No entanto uma estrada com sua estrutura ainda não afetada mantém suas características técnicas e operacionais por um período de tempo relativamente longo e a um custo razoavelmente baixo. Assim sendo, considerar uma base de dados apenas com dados baseados no ponto de vista do usuário pode ser temerário.

Considerar exclusivamente os interesses do pessoal técnico de manutenção rodoviária ou de gerenciamento da malha também pode não ser interessante, visto que o nível de detalhamento de suas análises são geralmente superiores às necessidades do gerente da malha rodoviária, sua coleta de dados é bastante onerosa e lenta devido à profundidade e detalhamento da auscultação.

Vê-se, portanto, que para gerenciar uma malha rodoviária uma base de dados incluindo ambos os pontos de vista anteriores é a mais desejável. A

visão do usuário é a de quem é, em última instância, a razão de existir das estradas. O ponto de vista dos técnicos é a de quem conhece os problemas e as soluções, e de quem vai alimentar o banco de dados.

Neste trabalho faz-se uso a palavra usuário como sinônimo do que foi chamado por cliente, segundo FELEX e MARQUES (2000), e corresponde ao destinatário de um produto ou serviço provido por um fornecedor. É bom lembrar que o cliente é quem define a qualidade de um produto ou serviço, é dele a palavra final, ou pelo menos deveria. Nas rodovias, os clientes são principalmente motoristas, passageiros e embarcadores. Porém existem outros, como moradores de vizinhança, empresários, políticos, etc..

Os mesmos autores FELEX e MARQUES (2000), apresentam também o Quadro 8 a seguir, onde estão enunciadas as principais expectativas dos envolvidos com as rodovias, mais especificamente com relação aos pavimentos.

Quadro 8 - Envolvidos com a qualidade do pavimento e suas expectativas

Envolvidos com o uso de pavimentos	Expectativa ou necessidades típicas
Motoristas e passageiros	Qualidade de viagem, ou tráfego de veículos.
Empregados do transporte	Satisfação, oportunidade e valorização
Proprietários de empresas para transporte	Velocidade. Menor desgaste dos veículos
Poder público e seus representantes	Boa imagem e ampliação da capacidade de investimentos públicos
Sociedade	Administração responsável

Fonte: FELEX e MARQUES (2000).

O Quadro 9, mostra os pontos positivos e negativos que os gerentes da malha rodoviária, os técnicos e os usuários apresentam em suas avaliações quanto à malha rodoviária.

Quadro 9 - Comparativo entre os pontos fortes e fracos dos gerentes, técnicos e usuários de uma malha rodoviária.

	PONTOS POSITIVOS	PONTOS NEGATIVOS
GERENTE	Poder decisório	Foco muito restrito à sua área de atuação, desconhecendo detalhes.
	Bom conhecimento geral sobre a malha rodoviária	Conhecimento sobre a malha rodoviária defasada no tempo
	Bom conhecimento das várias interferências e influências externas sobre a malha rodoviária	Muitas vezes cobra soluções aos problemas mesmo que em detrimento da boa técnica
		Muitas soluções são tomadas sob pontos de vista que não levam em consideração a boa técnica.
TÉCNICO	Conhecimento profundo sob a situação da rodovia tanto sob o ponto de vista superficial e aparente quanto estrutural e não aparente.	Foco restrito à sua área de atuação, desconhecendo, o ponto de vista geral da malha e as implicações e interferências externas
	Conhecimento (mesmo que parcial) do histórico da rodovia	Falta de maior poder decisório sobre a malha rodoviária
	Certa previsibilidade dos problemas e condições futuras da rodovia	Muitas vezes a necessidade de resolver problemas vem em detrimento à boa técnica
	Certa capacidade de influenciar decisões	
USUÁRIO	É para ele que existe a rodovia.	Foco restrito à sua capacidade limitada de percepção.
	Capacidade de influenciar politicamente sobre a malha rodoviária	Conhecimento apenas da situação aparente da rodovia
	Dentro das limitações de seu ponto de vista sabe bem diferenciar o bom do ruim	Visão leiga sobre as condições rodoviárias
	Bom conhecimento dos problemas locais da malha rodoviária	Pouco poder de decisão sobre a rodovia
		Desconhecimento e desinteresse sobre os efeitos do tráfego sobre a malha rodoviária quando da sua avaliação

2.8 Custos Envolvidos na Manutenção Rodoviária

O projeto rodoviário deve obrigatoriamente considerar além dos custos de construção, os custos de manutenção da via, bem como os custos da sua operação. Custos esses que são intimamente relacionados.

O custo operacional dos veículos é dependente do número de veículos que utilizarão a rodovia, das condições superficiais do pavimento e da geometria definida. Essa geometria afeta diretamente os custos de construção e a escolha do pavimento afetará os futuros custos de construção, manutenção e custos operacionais dos veículos. As condições da superfície do pavimento são afetadas pela ação do tráfego, o tipo de manutenção e as condições ambientais.

Com o intuito de mostrar a importância da manutenção rodoviária mostraremos alguns estudos que citam valores aproximados médios. Em razão das vultosas somas envolvidas fica bem claro a importância para os usuários, para os órgãos rodoviários e, portanto para toda a sociedade que tanto a construção quanto a manutenção rodoviária sejam muito bem estudadas, planejadas e implementadas.

HEYN et al. (1993) afirmam que os custos de conservação rotineira, para cada quilômetro por ano, oscilaram para estradas do Paraná, entre US\$ 1.000 e 1.400. A mesma fonte informa que pelos estudos do Banco Mundial, os mesmos serviços para o Chile e para a Coréia tiveram um custo entre US 4500 e US\$ 6500.

MOURÃO e GUIDA (2000) concluem que os custos operacionais são muito maiores que os custos envolvidos na manutenção dos pavimentos, portanto qualquer intervenção de manutenção deve ser elaborada com o objetivo de diminuir os custos operacionais. Outra conclusão a que chegaram é que uma análise com abordagem econômica deve sempre ser elaborada juntamente com a análise estrutural do pavimento.

ANDRADE e DOMINGUES (1994) relatam que segundo estudos do Banco Mundial, os custos operacionais dos veículos aumentam em três dólares para cada um não gasto corretamente e oportunamente. O valor despendido pela reconstrução prematura das rodovias deterioradas cria um custo adicional de outros dois a três dólares. Considerando-se toda a malha rodoviária nacional (federal, estaduais e municipais), os autores afirmam que este custo pode chegar a 4% do PIB brasileiro.

Em consequência dos custos operacionais serem tão altos, deve-se considerar esse fator como primário, tanto para o projeto de novas rodovias, quanto para a manutenção das atuais. Esse é um elemento muito importante no custo do transporte rodoviário que a sociedade acaba pagando. Seja pelo custo dos fretes, da manutenção dos veículos ou das perdas materiais e humanas causadas pelos acidentes.

O custo de construção rodoviária é muito alto e aumenta exponencialmente com as melhorias que diminuiriam os custos de manutenção e operação. Como os custos operacionais serão assumidos pelo usuário, existe uma tendência de diminuir os custos da construção mesmo aumentando os custos de manutenção e operação. É uma falsa idéia de economia.

Para SOUZA e FORATO (1992), até a década de 1960 a única política era a de construção, e os trabalhos de manutenção rodoviária eram executados sem planejamento. Hoje com a malha rodoviária nas condições atuais, existe um melhor reconhecimento da necessidade dos serviços de manutenção, dando origem aos sistemas de gerenciamento dos pavimentos, devido principalmente à:

- ◆ À redução das disponibilidades financeiras para a manutenção de rodovias;
- ◆ À exigência por órgãos de financiamento, como o Banco Mundial, de um emprego mais racional dos recursos obtidos através de empréstimos;
- ◆ Maior limitação dos recursos energéticos e de materiais para emprego em pavimentos;

- ◆ Reconhecimento do efeito direto da condição dos pavimentos nos custos operacionais dos veículos, principalmente no consumo de combustível, de pneus e nos custos de manutenção;
- ◆ O desenvolvimento, no Brasil, de métodos e equipamentos para avaliação de pavimentos.

2.9 Sistemas Atualmente Disponíveis

2.9.1 A Situação atual no Departamento de Estradas de Rodagem do Paraná

O DER/PR vem passando por uma modernização em seus procedimentos administrativos, incluídos na reforma geral de sua estrutura. Desta forma, após o processo de modernização operacional, possui hoje disponíveis o seguintes sistemas:

- ◆ Sistema de Administração da Manutenção, SAM, tem como objetivo gerenciar as atividades de manutenção rodoviária, planejamento, orçamento e programação.
- ◆ Sistema de Custos e Orçamentos: o SCO é o gerenciador de dados de insumos e serviços com suas respectivas composições unitárias, as quais constituem a tabela de preços e orçamentos de obras rodoviárias.
- ◆ Sistema de Medições de Obras: o objetivo do SMO é efetuar os acompanhamentos físico e financeiro das obras que estão sendo realizadas.
- ◆ Sistema de Controle de Diárias: o SCD efetua a emissão de ordem de viagem e diárias para funcionários do Órgão e controla a respectiva prestação de contas.
- ◆ Sistema de Gerenciamento Financeiro: o SGF auxilia o gerenciamento de títulos (contratos, processos de indenização e ordens de fornecimento, entre outros), permitindo o controle das movimentações orçamentárias e

financeiras, faturas e pagamentos, bem como o acompanhamento de contas corrente e do orçamento do Estado.

- ◆ Sistema de Controle de Processos Judiciais: A função do CPJ é suprir as necessidades do setor responsável pelos processos jurídicos, fornecendo recursos para cadastrar/consultar todas as informações pertinentes a esses processos, rotinas de distribuição de processos, acompanhamentos das fases dos processos, agendamento e controle de leitura.
- ◆ Sistema de Controle de Processos Administrativos: o CPA gerencia o cadastramento e a manutenção de dados referentes aos processos administrativos e correspondência/ofícios do Órgão.
- ◆ Sistema de Avaliação de Desapropriações: a função do SAD é acompanhar os processos desapropriatórios.
- ◆ Sistema de Controle da Dívida Ativa: o SID auxilia no cadastramento das informações relativas à inscrição em dívida ativa dos créditos do órgão, para que seja possível a emissão dos documentos que compõem o processo de cobrança da dívida.
- ◆ Sistema de Auxílio a Licitações: SAL apóia a gestão dos processos licitatórios, trazendo facilidades ao setor de licitações na elaboração de editais, publicações legais, análise da documentação, publicação dos resultados e acompanhamento das tramitações do processo relativo ao edital. Inclui recursos para o cadastramento de empresas e emissão de Certificados de Registro Cadastral nas mais diferentes áreas de atuação.
- ◆ Sistema de Gerência de Equipamentos Rodoviários: Através deste sistema é possível manter atualizado o cadastro de equipamentos dos Órgão, o registro e gerenciamento de manutenções e consumo de peças, serviços e materiais.
- ◆ Sistema de Controle de Almojarifados: o ALX controla os movimentos de entrada e saída de materiais do almoxarifado geral e dos almoxarifados das Regionais, bem como a transferência de materiais, gerenciando o estoque e a devida localização dos materiais entre os mesmos.
- ◆ Sistema de Administração de Compras e Suprimentos: o CMP tem como objetivo acompanhar processo de compras desde a efetuação do pedido de

material diretamente no sistema até a resposta aos setores requerentes, passando pela montagem do processo de compra, auxílio na análise das propostas, controle de emissão da solicitação de empenho ao setor financeiro e encaminhamento dos materiais ao almoxarifado.

- ◆ Sistema de Atendimento Municipal: todo o acompanhamento (cadastramento, tramitação e atendimento) das solicitações para auxílio municipal, é fornecido pelo SAT.
- ◆ Sistema de Cadastramento e Controle de Pessoal: o SCP controla a evolução profissional, dos registros de cursos e promoções, controle de horas extras, programação de férias, todos os procedimentos ligados à vida funcional aparecem relacionados no Sistema de Cadastramento e Controle de Pessoal.
- ◆ Sistema de Controle de Condições de Tráfego das Rodovias: no CTR são registradas todas as ocorrências que possam causar alguma condição anormal de tráfego nas rodovias.
- ◆ Sistema de Autorização Especial de Tráfego: A função do AET é agilizar o processo de solicitação, análise e emissão de autorizações, diminuindo o tempo de espera do requerente para a liberação do transporte de cargas especiais.
- ◆ Sistema Estatístico de Acidentes Rodoviários: ACT auxilia na emissão de estatísticas referentes aos acidentes rodoviários, a partir dos dados coletados no local da ocorrência: condições gerais da rodovia e condição do tempo no momento do acidente, dados do local, tipo de acidente, bem como dados referentes aos veículos envolvidos, vítimas e testemunhas do acidente. Essas estatísticas permitem identificar os trechos críticos das rodovias através do cálculo do índice de qualidade e índice geral de acidentes.
- ◆ Sistema de Obras de Arte Especiais: Registra as características gerais, dimensões e classe das obras de arte especiais, define o estado de manutenção atual e cadastra o orçamento estimado para realização de serviços necessários à obra.

2.9.2 Sistema de Gerenciamento Físico de Rodovias - GEFIR

Esse sistema foi desenvolvido pela empresa Enejota Cavallieri Engenharia, que se destina a atender às necessidades de concessionárias de rodovias, aos Departamentos de Estradas de Rodagem, às agências de acompanhamento de concessões e outros órgãos do poder concedente, que administram e operam rodovias. O sistema é disponibilizado ao cliente, via internet, sendo operado por ele, de forma remota com uso de criptografia e os arquivos de dados são armazenados de forma compatível com outros sistemas de base de dados

Os relatórios de saída são definidos pelos clientes. Sua arquitetura é aberta, sendo disponibilizados inicialmente setenta relatórios gerados a partir de uma seleção feita de acordo com suas necessidades, e que são:

- ◆ Relatórios gerenciais onde se pode resumir todas as informações sobre despesas de manutenção correlacionadas com a extensão equivalente das rodovias e o volume de tráfego;
- ◆ Relatórios Operacionais que se destinam aos responsáveis pelo gerenciamento das atividades de manutenção e detalham as intervenções das rodovias, podendo ser utilizados como medição de serviços de manutenção;
- ◆ Relatórios de análise que permitem a análise e o cruzamento dos resultados de intervenções executadas;
- ◆ Programas de intervenções, que são cronogramas físicos e financeiros utilizados para auxiliar a programação de futuras intervenções;
- ◆ Mapa do sistema rodoviário através do qual se acessam informações dos elementos físicos das rodovias, inclusive desenhos e fotos.

2.9.3 Sistema de Gerência Rodoviária - SGR

Esse sistema é comercializado pela empresa AMODAL Serviços de Engenharia Ltda., com sede em Curitiba/Paraná, e tem por finalidade auxiliar o planejamento, controle e monitoração das atividades de manutenção e reabilitação de rodovias.

Esse sistema SGR é constituído por outros três sistemas:

- ◆ Sistema de Informações Rodoviárias – SIR, que é responsável pelo armazenamento dos dados básicos a serem utilizados no planejamento, e compõe-se dos seguintes módulos: cadastro, pesquisas e relatórios;
- ◆ Sistema de Administração da Conservação – SAC, que atuando sobre os dados do SIR executa tarefas de auxílio ao planejamento físico e orçamentário e no controle da manutenção rodoviária, compondo-se das seguintes cinco fases: planejamento físico, planejamento orçamentário, programação de serviços, controle e implementação e transferência de tecnologia;
- ◆ Sistema de Gerência de Pavimentos – SGP, que com o uso dos dados fornecidos pelo SIR, é capaz de fornecer elementos para subsidiar as decisões quanto aos programas de investimentos, determinando estratégias de reabilitação oportunas e econômicas.

As intervenções consideradas tanto no SAC quanto no SGP são classificadas em quatro grandes grupos que são:

- ◆ Melhoramentos;
- ◆ Conservação preventiva e periódica;
- ◆ Conservação corretiva rotineira;
- ◆ Restauração ou reabilitação (selagem, reforço, reciclagem, reconstrução).

2.10 Considerações finais sobre o capítulo

Embora a manutenção das rodovias seja um importante fator na economia de um país, muito pouco se tem feito no Brasil. A imprensa proclama a insegurança, o desconforto e os prejuízos no transporte de cargas e passageiros; a classe política assegura não haver dinheiro suficiente para manutenção de nosso enorme patrimônio rodoviário. Por mais paradoxal que possa parecer é exatamente a aplicação de recursos suficientes e oportunos que pode economizar para o país, já que a manutenção da malha rodoviária é mais barata que a reconstrução, o tráfego em boas estradas é diretamente e indiretamente mais econômico que em estradas precárias.

Os órgãos rodoviários devem, portanto, conhecer o patrimônio a fim de identificar oportunidades, otimizando os sempre limitados investimentos, considerando as necessidades dos usuários, as próprias e a da nação como um todo.

3 A INFORMAÇÃO

3.1 A Sociedade e a Informação

Já em 1974, TOFFLER, em seu livro "O Choque do Futuro", considerava que na nova sociedade, as empresas para acompanhar o ambiente turbulento e descontínuo, precisarão ser flexíveis, criativas e inovadoras, portanto, não é concebido administrar, gerenciar, funcionar ou decidir sem o uso de Sistemas de Informação.

MEIRELLES (1994) afirmava que os usos dos recursos de processamento de dados e das informações eram ainda pouco explorados, mas que na nova sociedade o computador estava se tornando uma ferramenta cada vez mais imprescindível como agente responsável pelo processo de transformação para a nova sociedade de informação.

Somente a partir do pós-guerra a informação veio a ganhar a devida importância, passando a ser considerada como tema de uma teoria e juntamente com as novas tecnologias, principalmente a informática, passou a ter interesse social, financeiro e tecnológico. A partir dos anos 70 passou a ser amplamente reconhecida, também, como uma mercadoria.

TROYJO (1997) define a Sociedade Global da Informação como sendo a globalização expressa na operacionalidade do mundo contemporâneo. Assim:

- ◆ O conhecimento é o mais importante insumo-produto da economia contemporânea;
- ◆ O conhecimento é a moeda de troca da globalização e, portanto,
- ◆ Produzir, armazenar, cambiar, incorporar e transmitir conhecimento são as principais fontes de poder e riqueza do século XXI, o século da Sociedade Global da Informação.

GARDIN apud CRONIN (1998:201) cita 4 tipos de valores que julga existirem na informação:

- a) Valor de uso baseia-se no uso final que se faz da informação;
- b) Valor de troca é aquilo que o usuário está preparado para pagar, e variará de acordo com as leis de oferta e demanda;
- c) Valor de propriedade, que reflete o custo substitutivo de um bem em particular;
- d) Valor de restrição surge no caso de informação secreta ou de interesse comercial, quando o ideal é que haja uso zero (ou restrito) pelas outras pessoas interessadas.

3.1.1 Tecnologia da Informação

Muitas vezes encontra-se os termos Sistemas de Informação e Tecnologia da Informação como sinônimos. Neste trabalho Sistema de Informação será entendido como o conjunto de softwares que manipulam e são manipulados durante o processo de coleta, recuperação, processamento, armazenamento e distribuição das informações com a finalidade de facilitar o planejamento, controle, coordenação e o processo decisório (LAUDON e LAUDON, 1999). Tecnologia da Informação ou TI, conforme HATTORI (1992), é o conjunto de componentes necessários para o tratamento das informações, e que englobam: *hardware*, *software*, redes, telecomunicações e outros meios disponíveis.

A questão da Tecnologia da Informação envolve tanto aspectos técnicos como organizacionais que incluem recursos humanos, negócios e metas, e principalmente, uma postura administrativa ampla e bem elaborada.

A implementação dessa tecnologia resulta em benefícios, tanto à estrutura organizacional quanto para as rotinas específicas de trabalho. BRITO

(1996) considera que os benefícios da introdução da TI resultam da transformação do escopo dos negócios, das mudanças nos processos internos (estrutura e processos organizacionais), das mudanças na arquitetura de sistemas de informação e da plataforma de TI.

Por outro lado, TAIT (2000) defende que os fracassos com os sistemas baseados em TI são motivados, principalmente, por ações tomadas com base na aplicação dos conhecimentos sobre os dados e pela integração entre conhecimento e informação, sendo que muitas informações não são utilizadas pelos administradores em seu processo decisório, por serem obsoletas. ENSSLIN et al. (1996) e WALTON (1994) citam alguns problemas com o uso de TI e os motivos para seu fracasso:

- ◆ A ênfase excessiva na técnica, em vez de focalizar em problemas organizacionais;
- ◆ A identificação errada do problema do usuário;
- ◆ As falhas no gerenciamento do processo de desenvolvimento e implantação de sistemas;
- ◆ Os empregados ignoram o sistema não fazendo uso do mesmo;
- ◆ A introdução da TI pode ocasionar baixo moral entre os empregados que tendem a se sentir diminuídos; os resultados com o uso do sistema podem ser desapontadores.

WALTON (1994) enumera três benefícios da implementação da TI em uma organização: eficiência, eficácia e transformação, relacionando-os aos elementos indivíduo, unidade funcional e organização. No Quadro 10 a seguir, o autor apresenta relacionamento da potencialidade de TI com a organização.

ENSSLIN et al. (1996) afirmam que o potencial da TI no contexto do decisório é limitado por fatores como: grau de envolvimento e treinamento do usuário, fontes de informação, suportes de gerenciamento, nível de atividade gerencial e características das tarefas suportadas (estruturação, incerteza, dificuldade e interdependência).

Quadro 10 - A dupla potencialidade da TI sobre a organização

Efeitos na Organização Voltada à aceitação	Efeitos na organização voltada ao Comprometimento
Monitora e controla	Distribui o poder e a informação e promove a auto-supervisão
Rotiniza e cadencia	Proporciona o discernimento e promove a inovação
Despersonaliza	Enriquece a comunicação
Despoja os indivíduos de seu conhecimento	Levanta as necessidades de habilidades e promove o aprendizado
Reduz a dependência das pessoas	Aumenta a importância da habilidade individual e a motivação humana

Fonte: WALTON (1994)

Considerando as características próprias do setor público, CUNHA (1994) sugere os seguintes itens para se alcançar a dimensão estratégica da Tecnologia da Informação:

- ◆ A definição de uma estrutura (pessoas) com poder de decisão estratégica;
- ◆ A definição de uma estrutura (pessoas) que viabilize a tradução das orientações estratégicas em ações concretas de planejamento e acompanhamento (um grupo executivo);
- ◆ A organização de um modelo de gestão e acompanhamento de informática que diga respeito a todo o governo;
- ◆ Um sistema de informação do uso da informática, para conhecer a situação atual; e:
- ◆ Indicadores de desempenho.

WALTON (1994) apresenta 3 fases para se implementar uma TI, que são: criação do contexto para TI, desenho de um sistema de TI e instalação do sistema de TI para utilização. Maiores detalhes podem ser vistos no Quadro 11, a seguir.

Do Quadro 11, identifica-se também que a primeira fase visa o desenvolvimento de um contexto para a TI, a segunda fase tem por preocupação o desenho de um sistema que integre a TI e a organização e a última fase é voltada para a implantação da TI, considerando os usuários. Para que esta terceira fase seja adequada, são necessárias: assegurar o alinhamento de TI; reforçar o apoio e a aceitação pelos usuários; e desenvolver o domínio pelos usuários.

Quadro 11 - Fases para implementação eficaz de uma TI

Ingredientes chaves	Fase 1: Criação do contexto para TI	Fase 2: Desenho de um sistema de TI	Fase 3: Instalação do sistema de TI para utilização
Alinhamento	Visão alinhada com as estratégias de negócios de organização e tecnológicas	Desenho do sistema alinhado com a visão	Operação do sistema alinhado com a visão
Comprometimento/ Suporte/Posse	Alto comprometimento organizacional; Suporte das lideranças ao projeto de TI	O sistema é desenhado para ativar e promover a aceitação pelos usuários	Os usuários sentem forte aceitação em relação ao sistema
Competência/ Domínio	Competência geral para as tarefas e conhecimento sobre TI	O sistema é desenhado para utilizar e promover o domínio pelos usuários	Os usuários dominam o sistema

Fonte: WALTON (1994)

3.1.2 Dados, Informações e Conhecimento

Embora exista a persistente tendência de se usar as palavras dados e informação como sinônimos, elas representam idéias bem diferentes. Enquanto dados são fatos brutos que ainda não sofreram nenhuma análise, as informações são esses mesmos dados analisados, interpretados, de onde se retira o conhecimento que se deseja.

Para Platão, os dados puros eram uma reflexão em uma parede de todas as coisas acontecendo no mundo. Desta forma, os dados podem ser considerados os fatos brutos, o fluxo infinito de coisas que estão acontecendo agora e que aconteceram no passado.

DAVENPORT e PRUSAK (1998) definem dados como sendo um conjunto de fatos distintos e objetivos, relativos aos eventos. A informação é como uma mensagem, geralmente na forma de um documento ou uma comunicação audível ou visível que deve informar.

Para MANÃS (1999) dado não é informação. Dado é a expressão em estado bruto e não interpretada de um fato, enquanto que a informação é um dado registrado, classificado, organizado ou interpretado dentro de um contexto, exprimindo significado. É um acréscimo de conhecimento. Informação vem da palavra latina *informare*, que significa dar forma.

Os autores LAUDON e LAUDON (1999) afirmam que informação é um conjunto de dados aos quais seres humanos deram forma para torná-los significativos e úteis. Informação deve informar, enquanto os dados de forma alguma possuem esta atribuição. A informação é os dados coletados, organizados, ordenados, aos quais são atribuídos significados e contexto.

Segundo SIMCSIK (1992, p.72) a filosofia da informação na empresa é definida sob dois pontos de vista, relacionados com o uso:

- ◆ Uso interno da informação, onde se pode estruturá-la como “meio de ligação entre unidades organizacionais dinâmicas, estruturadas de forma sistêmica e integrativa, com o objetivo de canalizar os fluxos de forças produtivas, quer intelectuais quer energética, para os objetivos empresariais e pessoais, com bases sólidas no passado e no presente, com dados seguros e precisos para a formatação de um cenário futuro previsível, no nível otimizado (alfa), neutro (beta) ou pessimista (delta)”.

- ◆ Uso externo da informação, onde pode-se estruturá-la como “meio técnico de busca contínua e ininterrupta de mensagens com as devidas retroalimentações, visando a objetivos empresariais de manutenção e aproveitamento de oportunidades de mercado, num processo dinâmico de mudanças organizacionais para um posicionamento melhor na comunidade.”

Assim como a falta de informação leva à ignorância, o excesso leva ao caos, portanto a oportunidade, a relevância e a sintetização são essenciais à sua manipulação. Enfim as informações já são mais importantes que os setores industriais, agrícolas ou comerciais em muitos países do primeiro mundo. A informação não polui, não consome reservas minerais ou ecológicas, não se preocupa com as distâncias.

Sun Tsu, no milenar livro A Arte da Guerra (TSU, 1996) já reconhecia a importância das informações quando afirmava que “... se você conhece o inimigo e conhece a si mesmo, não precisa temer o resultado de cem batalhas. Se você se conhece, mas não conhece o inimigo, para cada vitória ganha sofrerá também uma derrota. Se você não conhece nem o inimigo nem a si mesmo, perderá todas as batalhas...”.

O conhecimento é a ação ou efeito de conhecer, está associado a idéia, noção, ciência, etc. O conhecimento encontra-se na cabeça das pessoas que se não quiserem dividi-lo, ninguém poderá alcançá-lo. O conhecimento vem sempre associado a compreender que por sua vez, é inventar, ou reconstruir através de um constante processo de reinvenção.

A gestão do conhecimento preocupa-se em agregar valor às informações, filtrando, resumindo e sintetizando, e, dessa forma, desenvolve um perfil de utilização pessoal que ajuda a chegar ao tipo de informação necessário para passar à ação (MANAGEMENT, 1999).

3.2 Sistemas de Informação

Muitas são as definições de Sistemas de Informação, aqui apresentamos algumas, elaboradas pelos principais autores:

- ◆ OLIVEIRA (1999:40) define como: "O processo de transformação de dados em informações. E quando esse processo está voltado para a geração de informações que são necessárias e utilizadas no processo decisório da empresa, diz-se que esse é um sistema de informações gerenciais".
- ◆ LAUDON e LAUDON (1999:4): "Um sistema de informações pode ser definido como um conjunto de componentes inter-relacionados trabalhando juntos para coletar, processar, armazenar e distribuir informação com a finalidade de facilitar o planejamento, o controle, a coordenação, a análise e o processo decisório em empresas e outras organizações. Os sistemas de informações contêm informação sobre pessoas, lugares e coisas de interesse, no ambiente ao redor da organização e dentro da própria organização. Os sistemas de informação essencialmente transformam a informação em uma forma utilizável para a coordenação de fluxo de trabalho de uma empresa, ajudando empregados ou gerentes a tomar decisões, analisar e visualizar assuntos complexos e resolver outros tipos de problemas".
- ◆ BIO (1987): afirma que Sistema de informação é um subsistema do sistema empresa, e assim conclui-se que seja composto por um conjunto de subsistemas de informação, que por definição serão interdependentes.
- ◆ POLLONI (2000:30): "Sistemas de informações são qualquer sistema usado para prover informações (incluindo seu processamento), qualquer que seja sua utilização".
- ◆ ROBBINS (2000) define um Sistema de Informações Gerenciais como um sistema utilizado para prover a administração regularmente das informações que necessita. O autor ressalta que um sistema de informações objetiva especificamente proporcionar à administração informações, e não simplesmente dados.

O termo Sistemas de Informação que já está consagrado na literatura da área (LAUDON e LAUDON, 1999), e é utilizado referindo-se aos sistemas de informação computadorizados, que fazem uso de softwares de forma a termos confiabilidade e rapidez ao acesso das informações, a um nível impossível de ser alcançado por meios manuais. A importância de uma informação só se caracteriza quando esta é oportuna, relevante, atualizada e muitas vezes sintética. Um sistema de informações além de atender as necessidades atuais, deve ter capacidade de adaptar-se para os momentos futuros, já que com o tempo sofrerá um declínio em sua produtividade, pois o ambiente sofrerá alterações tais como: aumento de serviço, modificação das metodologias de trabalho, modernização na operacionalidade dos serviços, entre outras razões.

O Sistema de Informações procura, entre outros aspectos, aproximar os dados das informações, as informações das decisões, as decisões das ações, as ações dos resultados, sendo que as principais finalidades de um Sistema de Informações segundo OLIVEIRA (1999:45) são:

- ◆ Redução dos custos das operações;
- ◆ Melhoria no acesso às informações, propiciando relatórios mais precisos e rápidos, com menor preço;
- ◆ Melhoria na produtividade, tanto setorial quanto global;
- ◆ Melhoria nos serviços realizados e oferecidos;
- ◆ Melhoria na tomada de decisões, através do fornecimento de informações mais rápidas e precisas;
- ◆ Estímulo de maior interação entre os tomadores de decisão;
- ◆ Fornecimento de melhores projeções dos efeitos das decisões;
- ◆ Melhoria na estrutura organizacional, por facilitar o fluxo de informações;
- ◆ Melhoria na estrutura de poder para aqueles que entendem e controlam o sistema;
- ◆ Redução do grau de centralização de decisões na empresa;
- ◆ Melhoria na adaptação da empresa para enfrentar os acontecimentos não previstos, a partir das constantes mutações nos fatores ambientais;
- ◆ Otimização na prestação dos seus serviços aos clientes;

- ◆ Melhor interação com os seus fornecedores;
- ◆ Melhoria nas atitudes e atividades dos funcionários da empresa;
- ◆ Aumento do nível de motivação das pessoas envolvidas;
- ◆ Redução dos custos operacionais;
- ◆ Redução da mão-de-obra burocrática, e;
- ◆ Redução dos níveis hierárquicos.

TAIT (2000:55) identificou que muitos problemas ainda existem na área de sistemas de informação, trazendo problemas para seu uso mais amplo. Dentre os problemas existentes destacam-se:

- ◆ Metodologias de planejamento inadequadas;
- ◆ Falta de integração dos SI com negócios da empresa;
- ◆ Falta de pessoal qualificado para planejamento de SI;
- ◆ Visão de arquitetura centrada na tecnologia, SI pobremente projetados, fornecimento de dados inseguros e incompletos, SI subtilizados e não atendimento das necessidades dos usuários;
- ◆ Sistemas construídos fora de contexto, não integrados e que não fornecem suporte a toda a empresa.

No Quadro 12, a seguir, vemos como se comporta a evolução dos sistemas de informações dentro de uma empresa segundo SIMCSIK (1992).

Quadro 12 - Evolução nos sistemas de informação

Início	Contágio	Controle	Integração	Adm. Dados	Maturidade
				50% operacional 40% controle/avaliação 10% estratégico	
		80% operacional 20% controle/avaliação			
		AUTOMAÇÃO INTEGRAÇÃO (banco de dados, planilha eletrônica)		Agregação (centros de informação - CIs)	
100% operacional MANUAL (estruturação/racionalização)					

Fonte: SIMCSIK (1992, v.2:91)

Onde:

- ◆ Início: Nesta fase ocorre a introdução dos computadores na organização. Inicia-se o processo de aprendizado da tecnologia e o crescimento ocorre de forma lenta. O foco está voltado para a assimilação e conhecimento da tecnologia que acaba de chegar à empresa.
- ◆ Contágio: Ocorreu a assimilação da nova tecnologia por parte da empresa e inicia-se um processo de expansão rápida, mas de forma não muito controlada por parte da administração.
- ◆ Controle: Há certo amadurecimento da organização na utilização de Sistema de Informação. Inicia-se um processo de controle por parte da administração. O planejamento se faz presente, como forma de gestão de recursos de informática.
- ◆ Integração: Os sistemas concebidos de forma isolada começam a ser integrados, ocorre certa padronização de forma a permitir que a integração seja possível.
- ◆ Administração de Dados: Nesta fase já ocorreu um amadurecimento na utilização dos sistemas de informação. As preocupações estão voltadas ao tratamento que deve ser dispensado ao "dado". Este passa a ser considerado como um recurso da empresa e começa a ser administrado de forma a permitir sua obtenção e condições de integrabilidade face às necessidades de informação para a empresa.
- ◆ Maturidade: A organização está informatizada de acordo com suas necessidades, ocorreu a implantação de sistemas necessários ao seu bom desempenho.

É importante ressaltar que as organizações podem não obrigatoriamente seguir exatamente esta seqüência. Isso acontece muitas vezes como consequência das inovações tecnológicas que ocorrem na área de informática, tanto em equipamentos como em software.

3.2.1 Evolução e o Histórico dos Sistemas de Informação

A evolução dos sistemas de Informação ocorreu juntamente com a evolução do hardware e do software. Para os autores LAUDON e LAUDON (1999), representa-se essa evolução segundo o mostrado no Quadro 13, a seguir:

Quadro 13 - Evolução dos SI e do conceito de informação

Período	Conceito de Informação	Sistemas de Informação	Finalidade
1950-1960	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Mal necessário ◆ Necessidade burocrática 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Máquinas de contar eletrônica 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Processamento de papel e contabilização rápida
1960-1970	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Suporte de finalidade geral 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Sistemas de Informação Gerencial ◆ Fábrica de informação 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Requisitos de rapidez nos relatórios gerais
1970-1980	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Controle de gerenciamento customizado 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Sistema de Suporte à Decisão ◆ Sistema de suporte a executivos 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Melhorar e customizar a tomada de decisão
1985-2000	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Recurso estratégico ◆ Vantagem competitiva ◆ Arma estratégica 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Sistemas estratégicos 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Promover sobrevivência e prosperidade da organização

Fonte: LAUDON e LAUDON (1996)

INMON (1997) relata que os bancos de dados foram, a princípio, utilizados apenas para o processamento operacional, geralmente transacional, até que a evolução da tecnologia permitiu seu uso também para o atendimento das necessidades informacionais, analíticas ou também chamadas gerenciais pelo pessoal de administração de empresas.

Esse processamento analítico é que auxilia aos tomadores de decisão em suas tarefas e o sistema é conhecido por Sistema de Apoio à Decisão, ou SAD. Os SADs ao contrário de manipular poucos registros por vez, trabalham com a manipulação de um grande volume de dados, retirando destes a informação que seria muito difícil, ou mesmo impossível, de outra forma. Na prática esta separação entre banco de dados operacionais e informacionais ou analíticos se faz necessária já que tanto os dados, quanto a tecnologia de suporte à sua manipulação, e até mesmo os usuários são substancialmente diferentes.

A popularização da informática nas empresas surgiu no final da década de 60, quando os computadores rodavam apenas um aplicativo por vez, as aplicações eram caracterizadas por relatórios e a programação pela linguagem COBOL. Utilizavam-se os cartões perfurados e a armazenagem de dados era feita por fitas magnéticas na forma seqüencial.

Na década seguinte, popularizaram-se o uso de dispositivos de armazenamento de acesso direto, ou DASD (*Direct Access Storage Device*), já que permitia maior eficiência ao acesso dos dados, o Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados ou SGDB, tão eficiente no auxílio da manipulação dos dados e a utilização de ambos em conjunto caracterizou aquilo que se chama de banco de dados, que é a união dos dados numa única fonte para alimentar todo o processamento. O banco de dados promoveu uma visão de uma organização "baseada em dados", em que o computador poderia atuar como coordenador central para atividades de toda a empresa.

A idéia dos sistemas de informação para os negócios começou a tomar forma e os computadores tornaram-se importantes máquinas de negócios, trazendo mais eficiência às empresas.

Nas décadas de 70 e 80, o avanço tecnológico resultou em novos sistemas de informação mais poderosos e baratos. Surgiram bancos de dados relacionais e a informatização nas empresas permitiu que algumas pessoas

fizessem uso dos microcomputadores, visto que seu custo era menor e sua capacidade e facilidade de uso eram maiores, acessíveis a pessoas com pouco conhecimento técnico.

O processamento de transações on line de alta performance permitiu o desenvolvimento de redes até a nível global. Os PCs e as linguagens de 4ª geração permitiram que o usuário final assumisse um papel mais ativo, controlando ele próprio os sistemas e os dados, sem utilização do pessoal do "CPD". Essa evolução permitiu a aplicação dos recursos da Business Intelligence, ou seja, a uma análise otimizada dos dados, mudando o enfoque que até então era dado ao conjunto de informações.

Com a popularização das transações on-line de alta performance, surgiram programas de extração, que varrem arquivos ou bancos de dados, e através de certos critérios de seleção, recolhem-se os dados necessários e os transporta para outro arquivo ou banco de dados. Isso acontece também porque os Sistemas Transacionais geram um grande volume de dados, e pela diversidade dos sistemas implantados nas empresas, as pesquisas são produzidas muito lentamente.

Foi necessário encontrar uma maneira de armazenar as informações contidas nos Sistemas Transacionais numa base de dados central, de forma a permitir a integração total dos dados da empresa. Além disso, os Sistemas Transacionais trabalham com uma situação instantânea dos negócios, não guardando os registros de fatos passados, sendo necessário manter o histórico das informações e permitir ao analista de negócios visualizar um mesmo fato através de diversas dimensões diferentes. Para que isso aconteça os dados são dispostos em outro ambiente, outra formatação, geralmente preservando o histórico e guardando sumarizações e possibilitando diferentes perspectivas de uma mesma informação. Embora não necessariamente é comum a formatação dos dados sob a forma dimensional, como num cubo de tantas dimensões quanto necessárias, o que chamamos de hipercubo. A esse novo Sistema de

Apoio à Decisão foi dado o nome de *Data Warehouse*, ou em português, Armazém de Dados.

O *Data Warehouse* exige novos métodos de estruturação de dados, tanto para armazenamento quanto para a recuperação de informações. Também as perspectivas e técnicas necessárias para projetar o *Data Warehouse* são substancialmente diferentes das utilizadas para os Sistemas Transacionais.

3.2.2 Classificação dos Sistemas de Informação

Para LAUDON e LAUDON (1996), os sistemas de informação atuais, abrangendo vários níveis são fruto da evolução do uso das informações e dos conceitos de sistemas de informação. Já TAIT (2000:37), relaciona os diferentes tipos de sistemas de informação, segundo cada nível organizacional onde é utilizado, como se pode ver no Quadro 14, apresentado a seguir.

Segundo OLIVEIRA (1999), os Sistemas de Informações são aqueles que auxiliam nas tarefas que vão desde o processamento, até a sugestão de soluções dos problemas das organizações, passando pela análise dos dados disponíveis. Hierarquicamente poderiam ser representados como no diagrama mostrado na Figura 2.

Quadro 14 - Tipos de sistemas de informação.

Tipos de sistemas	Informação de entrada	Processamento	Informação de saída	Usuários	Nível
Sistema de Suporte a Executivo	Dados agregados	Gráficos; simulações; interativos.	Projeções, respostas às perguntas.	Gerentes seniores	Estratégico
Sistema de Suporte a Decisão	Baixo volume de dados; modelos analíticos.	Interativo; simulações; análises.	Relatórios especiais; análise da decisão; resposta às perguntas.	Profissionais e gerentes de <i>staff</i>	Nível gerencial
Sistema de Informação Gerencial	Resumo dos dados; alto volume dos dados; modelos simples.	Relatórios rotineiros; modelos simples; análise de baixo nível	Sumários e relatórios de exceção	Gerentes médios	Nível gerencial
Sistema Especialista	Especificação de projeto; base de conhecimento.	Modelagem; simulações.	Modelos; gráficos.	Profissionais; staff técnico	Nível conhecimento
Sistema de Automação de Escritório	Documentos	Documentos; gerenciamento; particionamento; comunicação.	Documentos; mail.	Trabalhadores de escritório	Nível conhecimento
Sistema de Processamento de Transações	Transações; eventos.	Classificação; listagem; junção; atualização.	Relatórios detalhados; listas; sumários.	Pessoal de operações; supervisores.	Nível operacional

Fonte : TAIT (2000:37)

Figura 2: Hierarquia dos Sistemas de Informação



Fonte: Adaptado de OLIVEIRA (1996).

Sistemas Transacionais

Sistemas Transacionais são, como o nome diz, aqueles que cuidam das transações da empresa, manipulam as informações com fins operacionais. São aqueles que executam apenas operações matemáticas, tais como folha de pagamento, livro caixa, contabilidade, etc.. Estão localizados na base da pirâmide e são os primeiros a serem implementados nas empresas e transferem as informações para o nível superior, SIG.

Como características destacam-se:

- ◆ São estruturados quanto às suas decisões;
- ◆ São padronizados e repetitivos quanto ao seu funcionamento;
- ◆ A garantia do sistema é a exatidão da informação;
- ◆ Relativa falta de flexibilidade da geração da informação;
- ◆ São baseados em dados internos da organização;
- ◆ Geram relatórios de controle gerencial.

Sistemas de Informações Gerenciais (SIG)

São aqueles sistemas que têm por finalidade oferecer informações compiladas, ou fazer uma primeira análise das informações fornecidas pelos Sistemas Transacionais e visam fornecer subsídios para a tomada de decisões. Para POLLONI (2000), o recurso mais importante para o Sistema de Informação Gerencial é o banco de dados, que comporta a interligação entre arquivos (vários arquivos lógicos em um único arquivo físico) e promove a obtenção de respostas rápidas e ágeis na manipulação dos dados. BROWN apud TARAPANOFF (1985) apresenta quatro razões para justificar o desenvolvimento de um sistema de informação gerencial:

- ◆ Fornecer informação sobre o ambiente;
- ◆ Reduzir ambigüidades e fornecer uma base empírica para tomada de decisão;
- ◆ Avaliar a situação passada e presente e prognosticar o futuro;
- ◆ Avaliar e monitorar as atividades em termos de processo e progresso.

Sistemas de Apoio à Decisão (SAD)

SAD é para KEEN (1978) um assistente para quem o decisor delega atividades envolvendo recuperação, computação e divulgação de informações. Portanto onde o julgamento humano é importante, mas existem limitações quanto ao volume, tipo ou forma de apresentação dos dados, os SADs são ferramentas excepcionais no processo de decisão.

Os SADs também podem ser explicados como sistemas que colocam à disposição dos tomadores de decisão recursos em nível estratégico de acompanhamento e tomada de decisões, através das seguintes tarefas: recuperação ad hoc (filtros, agregações, resumos); apresentação de informação (relatórios, mapas, gráficos, animações, visualização, dentre outros); manipulação de modelos (estatísticos, matemáticos, de simulação, econométricos, IA); outros tipos de apoio (escolha, estruturação do processo, comunicação, negociação)

Geralmente esses sistemas não tomam decisões, mas analisam e executam simulações, expondo aos usuários os resultados comparados. O objetivo dos SAD é viabilizar a utilização do computador de forma interativa para auxiliar tomadores de decisão a utilizar os dados e modelos nas diversas fases de seu processo decisório.

Segundo POLLONI (2000), para a concepção de um SAD é necessário identificarmos:

- ◆ Qual o objetivo do sistema;
- ◆ Qual seu ambiente de processamento;
- ◆ Quais os recursos de que ele necessita (hardware, software, pessoal, etc.);
- ◆ Quais os componentes do sistema (suas atividades essenciais);
- ◆ Qual será a administração do sistema.

MEIRELLES apud POLLONI (2000) defende que um SAD pode melhorar a eficiência pessoal da seguinte forma:

- ◆ Melhorando a eficiência pessoal, automatizando tarefas repetitivas, diminuindo o tempo para realizá-las, etc.;
- ◆ Acelerando a resolução de problemas, permitindo um tempo de resposta baixo para receber informações, melhorando consistência e exatidão e fornecendo maneiras mais eficientes de prever ou resolver problemas;
- ◆ Facilitando a comunicação entre pessoas, permitindo o uso de ferramentas de persuasão;
- ◆ Promovendo aprendizado e treinamento;
- ◆ Utilizando ferramentas para facilitar a comunicação entre os membros da organização: padronizando mecânica, transporte e terminologia; fornecendo uma base conceitual e de dados comum para a decisão e aumentando o controle da organização como um todo.

Para a elaboração de um SAD, CIELO (2000) sugere os seguintes passos, que embora pareçam ser bastante simples, na verdade exigem um profundo conhecimento técnico e do negócio, para ter sucesso.

1. Tudo começa com o levantamento e definição dos objetos de negócios e, por conseguinte, das questões gerenciais que os respondem. Essa etapa é de extrema importância, pois é ela quem irá determinar quais serão os dados a serem armazenados no *Data Warehouse*. Também exige uma metodologia específica e diferente dos sistemas transacionais. Diz-se que essa fase é que determinará o sucesso ou fracasso do SAD.
2. Elabora-se então para a modelagem dimensional, ou seja, partindo dos objetos gerenciais levantados faz-se a modelagem do novo banco gerando os fatos e as dimensões. Logo em seguida, faz-se a criação física do modelo, onde as especificidades do SGBD e da ferramenta OLAP escolhido são levadas em consideração para otimizar as futuras consultas ao banco.
3. Feito isso, o passo seguinte é a carga dos dados no DW. Para isso, é necessário que se definam as origens dos mesmos nos sistemas legados, ou seja, identificar em quais sistemas e onde estão armazenados. Nessa etapa é imprescindível a presença de um analista de sistemas da empresa

que conheça profundamente os sistemas transacionais, pois isso facilitará muito o trabalho de localização e identificação dos dados.

4. A seguir é necessário fazer-se as rotinas de extração dos dados. Essas rotinas podem ser desenvolvidas por programadores em qualquer linguagem de programação.
5. Após a extração resta dar a carga dos dados no banco dimensional criado no segundo passo. Essa carga também pode ser feita através de rotinas desenvolvidas por programadores.
6. Uma alternativa às rotinas mencionadas nas duas etapas anteriores é o que se chama de ferramentas de “extração, filtragem e carga dos dados”, que têm uma série de funcionalidades que as tornam muito superiores às primeiras. Contudo o fator custo pode torná-las inviáveis em projetos com escopo mais restrito.
7. Concluída a carga deve-se fazer uma checagem profunda da consistência dos dados, isso é muito importante, pois estamos trabalhando com informações para dar suporte a decisão e, qualquer dado errado poderá determinar o fracasso da análise do negócio em questão.
8. Outro passo importantíssimo na elaboração de um SAD é a confecção e armazenamento dos metadados. Os metadados são os dados de controle do *Data Warehouse*, eles são responsáveis pelo mapeamento dos dados de cada etapa da implementação do SAD.
9. Para a análise dos dados têm-se as ferramentas OLAP, que permitem a visualização dos dados da base dimensional e sua análise de acordo com a nossa imaginação. As ferramentas OLAP serão as grandes companheiras dos diretores e gerentes tomadores de decisão. Com esses softwares, também denominados ferramentas de *front-end*, o usuário poderá analisar as informações que estão contidas no banco multidimensional e com isso eles serão auxiliados a tomar a decisão em cima de um histórico e não somente com a sua intuição.

BARBIERI (1995) propõe que a arquitetura de um sistema de informações seja planejada da seguinte forma:

- ◆ Obter o comprometimento da alta gerência;
- ◆ Definir os processos da empresa;
- ◆ Definir as classes de dados que suportam o negócio da empresa;
- ◆ Analisar os sistemas de informações existentes;
- ◆ Cruzar as necessidades detectadas com as expectativas e perspectivas dos executivos da empresa;
- ◆ Analisar os resultados e propor novos desenvolvimentos;
- ◆ Definir a arquitetura de informações;
- ◆ Estabelecer prioridades de implantação dos itens da arquitetura.

Permite-se assim deduzir que a informação pode ser usada com intuito de identificar alternativas para provocar mudanças:

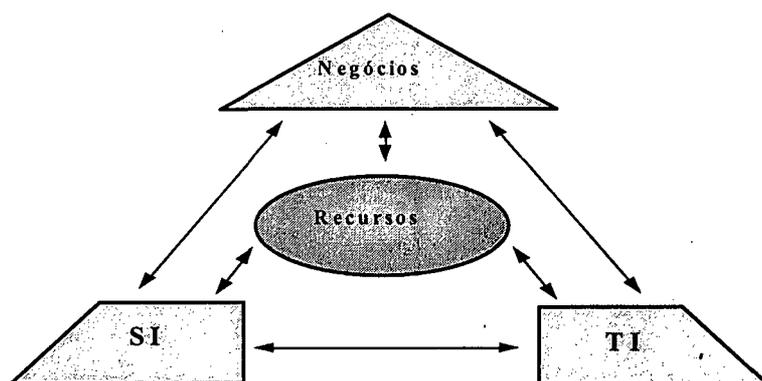
- ◆ De acordo com a transformação do ambiente externo;
- ◆ Para diferenciar a organização das demais que atuam no mesmo segmento;
- ◆ Para configurar novas cadeias de valor;
- ◆ Dentre outros valores.

A informação revoluciona a cadeia de valores das organizações, uma vez que otimiza e controla as funções, transformando-se numa vantagem competitiva que contribui para minorar custos. Um sistema de informações para o processo decisório possibilita mais segurança aos decisores, que terão disponibilizadas informações úteis e atualizadas, e suas respostas podem ser em tempo real e mais substanciada por decisões embasadas em fatos.

TAIT (2000) defende que para o correto planejamento dos sistemas de informação nas organizações deve-se considerar a integração de negócios, sistemas de informação e tecnologia da informação. Na linha de integração de sistemas, negócios e tecnologia, tem-se que o planejamento envolve três níveis que, quando combinados, dão sustentação às atividades de planejamento na empresa: o planejamento de negócios, o planejamento de sistemas de

informação e o planejamento de tecnologia da informação, conforme mostra a Figura 4.

Figura 4 - Integração de negócios, sistemas de informação e tecnologia da informação



Fonte: TAIT (2000:38)

O planejamento de negócios envolve a influência dos clientes e competidores sobre o mesmo, o envolvimento do potencial humano e a conversão de objetivos de negócios em objetivos de desempenho. No campo do planejamento de sistemas de informação, deve ser observado que os mesmos assumem um papel predominante nas empresas, pelo uso da tecnologia da informação, que muda desde o tempo de resposta dos procedimentos até a própria execução dos procedimentos (TAIT, 1994).

3.2.4 *Data Warehouse*

Da evolução natural da tecnologia e dos negócios nasceu o *Data Warehouse* (DW), que é um tipo de Sistemas de Apoio à Decisão, prometendo

solução às questões que tradicionalmente não são encontradas nos bancos de dados tradicionais. Esses armazéns de dados podem servir como base para que estratégias tecnológicas tão importantes como as ferramentas para a Gestão das Relações com os Clientes (CRM), Inteligência de Negócios (ou *Business Intelligence*), ou ainda soluções para o gerenciamento de cadeias de suprimentos.

O *Data Warehouse* é um banco de dados físico, geralmente construído numa modelagem dimensional, que fica separado do sistema OLTP, embora seja alimentado por esses sistemas transacionais. Esse processo de alimentação é feito de forma automática através das chamadas ferramentas de extração, filtragem e carga dos dados.

Da definição de INMON (1997), tem-se o *Data Warehouse* como sendo uma coleção de dados orientados ao assunto, integrados, não voláteis e variáveis em relação ao tempo, que tem por objetivo dar apoio aos processos de tomada de decisão. Pode-se identificar as seguintes características que lhes são inerentes:

- ◆ **Orientação ao assunto:** Os dados utilizados pelos *Data Warehouse* são fortemente escolhidos e organizados de forma a responder perguntas analíticas, de amplitude bem definida dentro de determinado assunto, ao contrário dos sistemas transacionais que estão voltados para processos e aplicações específicas;
- ◆ **Integração:** Os dados fonte de sistemas OLTP são modificados e convertidos para um estado uniforme de modo a permitir a carga no DW;
- ◆ **Não volatilidade:** Os dados após serem extraídos, transformados e transportados para o DW estão disponíveis aos usuários somente para consulta;
- ◆ **Variabilidade em relação ao tempo:** Os DW armazenam dados por um período de tempo de 5 a 10 anos. O elemento tempo é fundamental;
- ◆ **Localização:** Os dados podem estar fisicamente armazenados de três formas:

- Num único local centralizando, procurando maximizar o poder de processamento e agilizando a busca dos dados;
 - Os distribuídos são *Data Marts*, armazenados por áreas de interesse para quem precisa de bastante performance;
 - Armazenados por níveis de detalhes em vários servidores.
- ◆ **Credibilidade dos Dados:** discrepâncias podem causar problemas quando se quer extrair dados para suportar decisões estratégicas;
 - ◆ **Granularidade:** que é o nível de detalhe ou de resumo dos dados existentes. Quanto maior for o nível de detalhes, menor será o nível de granularidade.

O OLTP (*On Line Transaction*) tem por finalidade automatizar os processos, melhorar o desempenho e confiabilidade, e é construído sobre o BD operacional, portanto com alterações em tempo real e extremamente dinâmico. Portanto existe grande diferença entre OLTP e *Data Warehouse*, como pode-se ver no Quadro 15, onde faz-se uma comparação com um *Relational Data Base Management System* (ou RDBMS) otimizado para OLTP. Os RDBMS são componentes do DW capazes de armazenar informações e fornecer respostas rápidas e confiáveis.

Quadro 15 - Comparação entre Relational Data Base Management System otimizado para OLTP e Data Warehouse

	OLTP	Data Warehouse
Objetivo	Operação diária de Automação	Acesso a informações e análise
Estrutura	RDBMS	RDBMS
Modelo de Dados	Normalizado	Dimensional
Acesso	SQL	SQL, mais extensões de análise de negócios.
Tipo de Dados	Dados que movimentam o negócio	Informação para analisar o negócio
Estado dos Dados	Alteração incompleta	Histórico, descritivo.

Fonte: HARRISON (1998:137)

Todos os grandes bancos de dados podem, teoricamente, ser usados como gerenciadores do *Data Warehouse*, entretanto vale salientar que

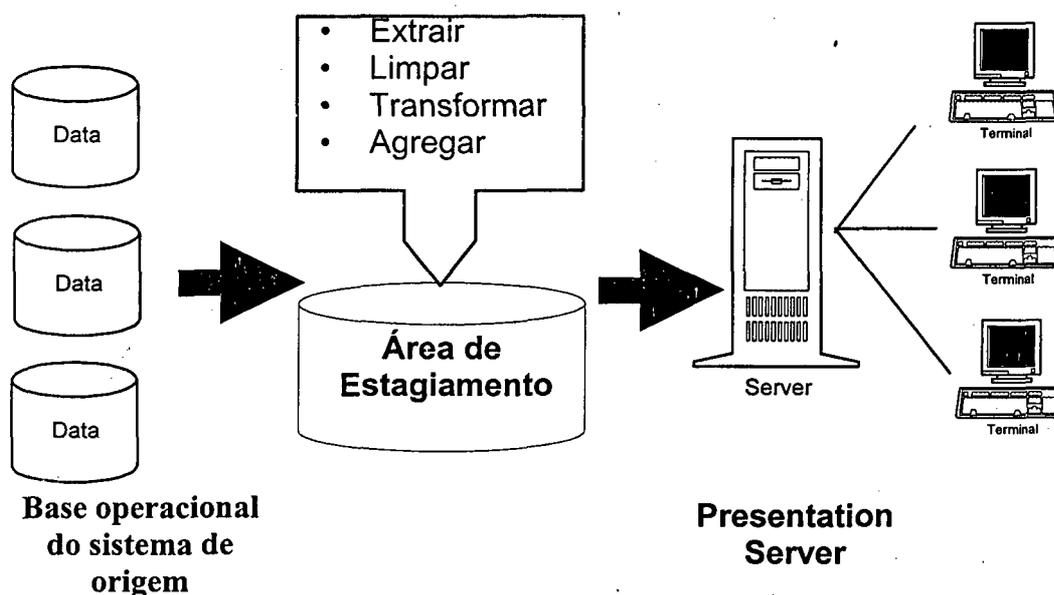
capacidade de compressão de dados e otimização de performance de *queries* são duas características fundamentais para um SGBD que pretende comportar uma imensa quantidade de dados e que será acessado por uma quantidade sempre crescente de usuários. Para a visualização dos dados, existem ferramentas específicas, conhecidas como ferramentas OLAP, embora também planilhas eletrônicas ou bancos de dados pouco sofisticados como o Access, apesar de serem ferramentas bastante simples podem ser utilizados, sem a performance adequada ou capacidade de ver os dados multidimensionalmente.

KIMBALL et al. (1998) consideram como elementos básicos componentes de um *Data Warehouse* os seguintes itens:

- ◆ Sistema Fonte que é um sistema operacional de registros que as vezes são chamados de sistemas legados em um ambiente *mainframe*, cuja função é capturar as transações de negócios;
- ◆ Área de Transição ou *Data Staging Area* onde se armazena os dados durante a extração, limpeza, transformação, agregação, e transferência dos dados, desde a base operacional do sistema de origem até a disponibilização destes para o *Presentation Server*;
- ◆ Servidor de Apresentação ou *Presentation Server* é responsável por abrigar e ordenar o *Data Warehouse* e de acordo com KIMBALL et al. (1998), é o destino final para toda a informação que já foi devidamente preparada pela área de estagiamento.

TODESCO (2000) representa esquematicamente o servidor de apresentação, conforme se pode ver na Figura 5, a seguir. Outros elementos que também devem ser considerados devido sua grande importância e que segundo KIMBALL et al. (1998), são:

Figura 5 - Relação entre a base operacional do sistema de origem, a área de estagiamento e o *Presentation Server*.



a) Modelagem Dimensional

Define-se por dimensões, as diferentes perspectivas envolvidas na análise de um caso. Essas dimensões são geralmente compostas por campos não numéricos em um banco de dados. Os campos numéricos em um banco de dados correspondem geralmente a um conjunto de medidas. Se necessário fazem-se agregações dessas medidas segundo as diversas dimensões que ficam armazenadas para futuros acessos. A forma como essas agregações são armazenadas pode ser vista em termos de dimensões e coordenadas, origem do termo multidimensional. Modelagem Dimensional é uma técnica de projeto lógico que busca apresentar os dados em uma estrutura padronizada mais intuitiva aos usuários e permite um ganho de tempo na consulta.

Segundo KIMBALL et al. (1998), a modelagem multidimensional é a única técnica bastante interessante de entregar dados aos usuários finais no *Data Warehouse*. Sua vantagem principal é apresentar o dado numa arquitetura padrão e intuitiva, que permite acessos de alta performance. Cada dimensão, ou eixo, no espaço multidimensional corresponde a um campo ou coluna de uma tabela relacional e cada ponto, um valor correspondente à

interseção desses campos ou colunas. Dados representando objetos ou eventos que possam ser descritos e, portanto classificados, por dois ou mais de seus atributos são denominados dimensionais, embora possam ser armazenados e representados em estruturas relacionais. Para que isso possa ocorrer necessita-se de formas específicas de modelagem, como o modelo "Estrela" e o modelo "Floco de Neve".

No modelo Estrela, existe uma tabela central chamada *tabela de fatos*, com várias conexões para outras tabelas que são chamadas de *tabelas de dimensão* que são menores e armazenam as descrições textuais das dimensões. As tabelas de dimensão armazenam dados descritivos do negócio e são geralmente constantes usadas como fonte de restrição (filtro de seleção) e cabeçalho de página, possuindo apenas uma ligação com a tabela de fatos. O modelo Estrela tem a vantagem de ser simples e intuitivo, mas também faz uso de novos enfoques de indexação e união de tabelas. Geralmente as dimensões representam hierarquias.

A tabela de fatos é a essência do operacional e tem origem em um processo do negócio, armazenam grande quantidade de dados, continuamente valorados e são aditivos. Contém medições numéricas do negócio obtida da interseção de todas as dimensões. Representa os relacionamentos muitos-para-muitos entre as diversas tabelas de dimensões, e tem como chave primária uma chave composta de todas as chaves estrangeiras das tabelas de dimensão, o que acontece para aumentar sua performance.

b) Data Mart

A criação de um *Data Warehouse* é cara, demorada e exige considerável esforço gerencial visto que sua abrangência é bastante grande. Contudo um *Data Warehouse* menor, focando uma área específica, possui esses problemas minorados, e com a condição de ter sido projetado como parte de um todo, pode ser considerado como uma fase na implantação de um *Data Warehouse*. Ao *Data Warehouse* com essas condições dá-se o nome de

Data Mart que nada mais é que um “pedaço lógico de um *Data Warehouse* completo” (KIMBALL et al., 1998:19), que fornece suporte à decisão a um pequeno grupo de pessoas. As diferenças entre *Data Mart* e *Data Warehouse* são apenas com relação ao tamanho e ao escopo do problema a ser resolvido. Assim, as definições dos problemas e os requisitos de dados são essencialmente os mesmos para os dois casos.

c) *Operational Data Store – ODS*

Encontramos na literatura duas definições distintas. A primeira diz que é a camada entre o sistema operacional e o *Data Warehouse* e surgiu com a arquitetura cliente/servidor. A segunda diz que o ODS é um facilitador do suporte a decisão, uma parte do DW. Apresenta-se no Quadro 15, uma comparação entre algumas características dos ODSs e dos *Data Warehouse* :

Quadro 16 - Comparação entre algumas características dos Operational Data Stores (ODS) e dos Data Warehouse

	ODS	<i>Data Warehouse</i>
Tecnologia	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Atualizações de propósito geral. ◆ Tempo de resposta rápido. 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Carga e acesso sem atualizações.
Audiência	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Público de escritório 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Público gerencial
Dados	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Atuais e quase atuais. ◆ Detalhados. ◆ Atualizações. 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Históricos. ◆ Detalhados e resumidos. ◆ Fotografias não voláteis.
Escala Física	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Pequena 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Muito grande.
Decisões	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Detalhadas. Instantâneas. 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Longo prazo. ◆ Posicionamento e direcionamento

Fonte: PARENTE (2000)

d) *On-Line Analytical Processing - OLAP*

A tecnologia OLAP (On Line Analytical Processing) foi criada pela necessidade de análises dos dados de forma mais fácil e flexível, e ao mesmo tempo, capaz de permitir a análise de múltiplas visões do negócio em

diferentes níveis de detalhes. HARRISON (1998) afirma que OLAP é uma ferramenta de software que facilita a consulta de banco de dados ou permite formas de análise um pouco mais complexas e devem possuir quatro habilidades importantes, que são: consulta a relatórios, análise multidimensional, análise estatística, Data Mining. O OLAP possui cinco funções principais que são, segundo HARRISON (1998:82), a interface, a geração de consultas, o processo, formatação de dados e a exibição. Essas funções geram consultas SQL ao DW e situam-se entre o DW e os componentes de apresentação/interface com o usuário de um aplicativo.

e) Aplicações para o Usuário Final

São as ferramentas que consultam, analisam e apresentam as informações necessárias para atender a uma necessidade de negócio. São ferramentas para acesso aos dados, planilhas, pacotes gráficos e uma interface amigável, que vão desde simples ferramentas ad hoc até sofisticados softwares *Data Mining*.

f) Metadados

Os metadados armazenam informações sobre todo o ciclo de vida do *Data Warehouse*. Para HARRISON (1998), os objetos de interface e exibição são ligados a funções OLAP e ao *Data Warehouse* pelos metadados, que proporcionam dados sobre o conteúdo do *Data Warehouse*, assim como os dados usados para executar funções OLAP. Algumas questões geralmente respondidas pelos metadados são: De onde vieram os dados? Como foram calculados? Quando foi realizado o processo de ETL? Estatísticas de utilização. Mudanças na política de negócios. Entre outras.

Para a elaboração de um *Data Warehouse*, KIMBALL (1998:22) propõe os seguintes passos:

1º Passo: Decidir qual processo(s) do negócio será modelado, por meio da combinação do conhecimento do negócio com o conhecimento dos dados que estão disponíveis

2º Passo: Decidir sobre o grão do processo do negócio. O grão é o nível fundamental atômico de dados que representará o processo na tabela de fatos. Grãos típicos são transações individuais, instantâneos individuais diários ou instantâneos mensais.

3º Passo: Escolher as dimensões que serão aplicadas a cada registro da tabela de fatos. Para cada dimensão escolhida, descrever todos os diferentes atributos de dimensão (campos) que preenchem cada tabela dimensional.

4º Passo: Escolher os fatos mensuráveis que irão popular cada registro da tabela de fatos. Fatos mensuráveis são quantidades numéricas aditivas como quantidade vendida e vendas (em espécie).

3.3 Considerações finais sobre o capítulo

Somente o conhecimento pode identificar a oportunidade e a relevância de uma ação. O grande problema está em manusearmos o conhecimento quando a base de dados é muito superior à capacidade humana de geri-los.

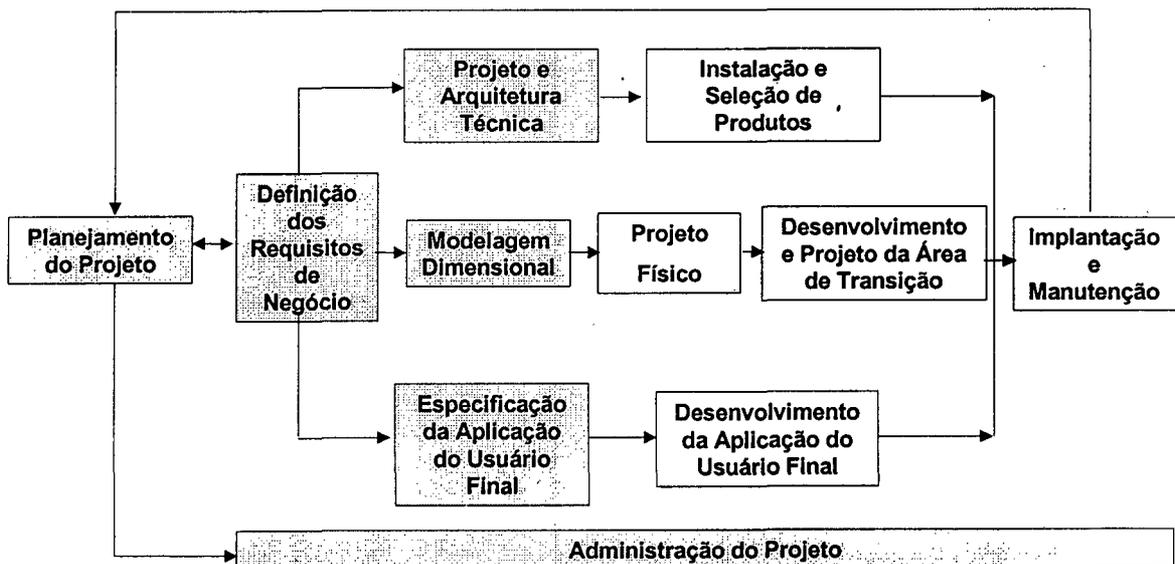
As ferramentas disponíveis são os chamados Sistemas de Apoio à Decisão, SAD, que permitem manipular eficientemente grande número de informações em nível estratégico. Esses sistemas devem disponibilizar informações suficientemente confiáveis e sintéticas para que os tomadores de decisão tenham condições de utilizá-las. Para isso, é necessário a extração e o cruzamento de enormes volumes de dados, o que este trabalho sugere que seja feito com o uso da tecnologia Data Warehouse.

4 O MODELO PROPOSTO

4.1 O projeto do *Data Warehouse*

KIMBALL, 1998, sugere que o projeto de um Data Warehouse aconteça conforme o apresentado na Figura 6 adiante, onde os quadros com fundo escuro apresentam as tarefas que puderam ser desenvolvidas, mesmo que parcialmente, as demais deverão ser trabalhadas oportunamente quando da implementação do sistema.

Figura 6: O ciclo de projeto do Data Warehouse



Fonte: KIMBALL, 1998.

4.1.1 Planejamento do projeto

Em virtude das restrições que impediram sua implementação, tomou-se especial atenção no planejamento do modelo, de forma que esse possa ser útil quando da implementação do sistema, já que essa fase é responsável por fornecer os meios de se projetar o Sistema em si. Na realidade, com este planejamento pretende-se verificar e demonstrar o potencial do projeto, demonstrando sua utilidade e importância ao DER/PR como ferramenta auxiliar na tomada das decisões estratégicas.

Nesta fase talvez os maiores cuidados sejam em manter-se a objetividade, o foco, utilizando uma interface com os sistemas operacionais para a obtenção de dados e limitando ao máximo a quantidade de dados pesquisados.

Sugere-se aqui especial atenção quanto à escolha dos membros do projeto do Data Warehouse, devendo ser previsto no mínimo o seguinte quadro:

- ◆ Diretor do Projeto DW
- ◆ Gerente do Projeto DW
- ◆ Analista de Negócios
- ◆ Arquiteto do DW
- ◆ Administrador do BD
- ◆ Especialista em Migração de Dados
- ◆ Especialista em Transformação de Dados
- ◆ Especialista em Testes de Segurança e Qualidade
- ◆ Trainer
- ◆ Escritor Técnico

Nessa fase procurou-se:

- ◆ Identificar formas de demonstrar resultados;

- ◆ Não olhar um processo isolado;
- ◆ Não deixar que políticas atrapalhem o andamento do planejamento;
- ◆ Levantar todos os dados, e formar todas as combinações possíveis;
- ◆ Separar dados individuais e combinados que possam ser relevantes;
- ◆ Identificar benefícios;
- ◆ Identificar custos;
 - Equipamento;
 - Software;
 - Pessoal;
 - Treinamento;
 - Espaço físico, entre outros.

4.1.2 Administração do projeto

Caberá à administração do projeto garantir que as atividades pertinentes ao ciclo de vida do Data Warehouse mantenham-se sincronizadas e no rumo pré-estabelecido, devendo ser capaz de permitir a constante busca e monitoramento aos objetivos gerais e ao escopo definido para o projeto, identificando as regras e responsabilidades da equipe e auxiliando na identificação dos próximos passos.

A administração deverá valer-se de um plano de projeto, que abrangerá todo o processo de desenvolvimento, devendo ser periodicamente atualizado, e refletindo tanto a realidade atual quanto a prevista, de forma que a equipe tenha condições de desenvolver estratégias para ajustar e minimizar a propagação de problemas. Esse plano deverá possuir uma documentação detalhada o que ajudará na adaptação de novos membros ao trabalho da equipe, manterá um histórico útil para consultas. Sua atividade fundamental é o planejamento que deve atentar-se para os objetivos e o escopo do projeto, prover a equipe de estimativas de projeto tais como: dados históricos, técnicas

de estimativa, e com destaque, os riscos envolvidos. O plano de projeto deverá conter os seguintes itens:

- ◆ Cronograma com a divisão do trabalho;
- ◆ Recursos, tais como: pessoal, hardware, software, e outros;
- ◆ Organização do pessoal, como a estrutura de equipe, por exemplo;
- ◆ Mecanismos de controle.

4.1.3 Definição dos requisitos do negócio

Os requisitos do negócio impactam virtualmente todos os aspectos do projeto do Data Warehouse determinando quais dados estão disponíveis, como estão organizados e como são atualizados. Assim especial atenção foi dada a essa tarefa. Essencialmente, a essa tarefa cabe descobrir como o usuário toma suas decisões sendo, portanto imprescindível a percepção dos objetivos, da forma de trabalhar e dos desafios dos futuros usuários.

As informações relevantes aos tomadores de decisão e com as quais o Data Warehouse irá trabalhar foram identificadas através de seções coordenadas, quando possível e entrevistas. Posteriormente foi distribuído um questionário, elaborado a partir de entrevistas prévias, onde os tomadores de decisão (3 diretores, 1 chefe de gabinete, 3 coordenadores, 1 supervisor e 7 gerentes) puderam priorizar as informações segundo as necessidades de suas funções, conforme encontradas no Quadro 19, adiante. Considerando a importância e responsabilidade dos diretores e de algumas outras funções, avaliou-se separadamente suas respostas. Essa análise, contudo, apenas veio confirmar as prioridades já anteriormente identificadas pelo conjunto dos técnicos.

Essa priorização fez-se necessária, pois em estimativas iniciais chegou-se a um tamanho da base de dados extremamente grande, o que o tornaria

inviável, técnica e economicamente o Data Warehouse planejado. Posteriormente com a modificação do grão de dia para mês isto deixou de ser necessário. Outra razão bastante interessante é que com base nesta priorização pode-se prever quais serão os dados mais utilizados, e assim quando do projeto do banco de dados do *Data Warehouse*, poder-se-á ordená-los pela quantidade de acessos esperados, aumentando a eficiência do sistema.

A primeira questão, "Qual a situação, segundo os diversos meios de avaliação, para cada trecho rodoviário, por período de tempo?", exigem o conhecimento da malha rodoviária sobre a qual se deseja trabalhar, e a avaliação de seu estado para cada trecho rodoviário. É importante que cada avaliação fique armazenada de forma a ter-se um histórico da evolução da situação do trecho rodoviário.

Da questão considerada como segunda prioridade "Qual o volume de tráfego por trecho rodoviário e por período de tempo?", identificou-se a necessidade de se trabalhar com os dados de tráfego e o cadastro de rodovias.

Da terceira prioridade "Qual foi a evolução e qual a previsão futura, segundo os diversos meios de avaliação, para cada trecho rodoviário e por período de tempo?", identifica-se a necessidade de se conhecer a qualidade do trecho rodoviário, atual e histórica, e se possível uma previsão futura.

A questão considerada como de quarta prioridade, "O que se fez e quanto já se gastou por trecho e por período de tempo?", se utilizará dos dados referentes ao trecho rodoviário e os serviços executados, armazenados historicamente.

Como quinta prioridade encontrou-se: "Descrição de cada trecho rodoviário com a localização de cada elemento (melhorias ambientais, estrutura, classificação, geometria, elementos, O.A.E., O.A.C., data de construção, reconstrução, pontos negros, etc..)". Como esses dados são

puramente cadastrais e utilizados apenas para consulta, embora identificados como necessários não farão parte do *Data Warehouse*, sendo acessados diretamente do banco de dados dos sistemas operacionais.

Na sexta prioridade, "Qual o consumo mensal de serviços e materiais por trecho e por período?", as necessidades serão idênticas à questão anterior.

Como sétima prioridade encontrou-se, "Priorização das intervenções por gravidade, volume de tráfego, etc..", que se infere, segundo a forma de trabalho proposta por PRIETO et al. (2000), através do trecho rodoviário, volume de tráfego e qualidade do trecho.

A oitava questão, "Qual a localização, data e demais dados sobre os acidentes rodoviários, por trecho e por período de tempo?", refere-se à segurança do usuário e de seu patrimônio. Nela identificou-se a necessidade de conhecer o trecho e os acidentes rodoviários.

A nona prioridade, "Qual a localização física e bem definida dos diversos eventos, por trecho e por período de tempo? (km, estaca ou coordenada geográfica, com sua classificação, custo, etc.)" necessitará dos dados referentes a trecho rodoviário e eventos.

A décima e última prioridade, "Qual a divisão administrativa e equipe responsável pelo trecho rodoviário?", não foi considerada em razão de o DER/PR estar passando por modificações em sua estrutura funcional. Desta forma ainda não está bem claro como ficará a estrutura de responsabilidades dentro do órgão.

Portanto, para compor o banco de dados, baseado nas questões enunciadas identificaram-se as informações que seriam imprescindíveis e que estão relacionados no Quadro 17, a seguir:

Quadro 17 - Informações imprescindíveis ao sistema de informação

Questão	Informações imprescindíveis
1	Cadastro dos trechos componentes da malha rodoviária.
2	Avaliação dos elementos dos trechos rodoviários com seu histórico.
3	Tráfego pormenorizado por trecho rodoviário.
4	Elementos de previsão da evolução da condição dos trechos rodoviários.
5	Histórico dos custos das intervenções corretivas e preventivas dos trechos rodoviários, através de custo de materiais e serviços e intervenções.
6	Identificação de elementos geométricos e estruturais dos trechos rodoviários.
7	Identificação dos acidentes rodoviários dentro da malha rodoviária
8	Identificação da qualidade, do trecho e do tráfego
9	Identificação dos eventos dentro dos trechos.

4.1.4 Modelagem dimensional

Com a identificação das questões cujas respostas seriam importantes para o processo decisório, chegou-se a um dos pontos mais críticos do desenvolvimento de um *Data Warehouse*, que é a determinação do nível de granularidade. Definiu-se que o grão seria o gasto por evento, por localização por mês. O gasto é dado por R\$ e m^3 , m^2 , m, t, hora/homem e hora máquina. O evento representa um fato que ocorre de modo pontual, conforme pode ser visto no item b), adiante, ou pode ser ainda um acidente rodoviário. A localização por enquanto poderá ser dada por km e fração (metros) ou, futuramente, quando estiver pronto o georeferenciamento da malha, por coordenadas geográficas (também poderia ser feito por estaca).

Dos dados disponíveis no banco de dados do sistema, o *Data Warehouse* utilizará os apresentados mais detalhadamente no Anexo II, mas que resumidamente são:

a) Dimensão tempo

Considerando o nível de detalhamento das informações exigido pelos tomadores de decisão definiu-se pelo grão de tempo em nível mensal. Um grão desta magnitude será incapaz de recuperar informações relativas ao dia da semana ou do mês, contudo apenas os estudos que incluam acidentes de trânsito precisam deste grau de precisão. Mas considerando que existe atualmente um sistema específico para auxiliar a análise dos boletins de acidentes de trânsito, acreditamos que esta não será uma falta muito grande, mesmo porque tal análise não cabe ao nível hierárquico do usuário do sistema proposto. O sistema deverá ser suficientemente versátil a ponto de aceitar alterações futuras, podendo ser modificado de modo a atender esta necessidade, caso eventualmente, haja este interesse.

b) Dimensão Eventos

Eventos são cada uma das ocorrências pontuais ou não, que porventura existam no âmbito da rodovia e que exijam algum tipo de intervenção para sua correção. A intervenção em cada evento ocorre com um dispêndio de recursos, sejam materiais, humanos ou financeiros. Os eventos podem ocorrer tanto na pista de rolagem e nos acostamentos, onde são mais visíveis e perceptíveis aos usuários, quanto nos bordos ou canteiros centrais, nos elementos de segurança e proteção, etc..

c) Dimensão tráfego

Com base na dimensão tráfego teremos uma noção do volume e do perfil de tráfego que faz uso de cada trecho rodoviário. Também teremos idéia de sua evolução com o tempo e da vida útil estimada restante. Essas informações são de relevância muito grande quando utilizadas juntamente com outras como número de acidentes, por exemplo.

d) Dimensão qualidade dos elementos rodoviários

A qualidade do elemento rodoviário será representada por uma nota ou conceito de acordo com o que já é utilizado no Sistema de Apoio à Manutenção – SAM. A utilização desse método subjetivo já é conhecido e dominado pelos engenheiros e técnicos do DER/PR o que facilita sua implantação. Também existe uma grande facilidade e rapidez na obtenção dos dados desta forma, pois a vistoria pode, na maior parte dos elementos, ser feita de dentro de um veículo em movimento.

O Quadro 18 ilustra a forma de avaliação utilizada atualmente pelo DER/PR e que deverá ser utilizada pelo sistema proposto na avaliação dos elementos componentes da rodovia. Ela se baseia no sistema SAM, relacionando as notas a conceitos. A utilização desse quadro será importante pois existe uma tabela associada de nível de esforço, capaz de inferir a ordem de grandeza dos custos das intervenções, possibilitando uma previsão de gastos para a manutenção da malha rodoviária.

Quadro 18 – Notas e conceitos de avaliação dos elementos rodoviários

Nota	Conceito	Condição do elemento rodoviário
5	Excelente	Condições muito boas. Não existe, realmente, necessidade de trabalho de manutenção, a não ser serviços muito esparsos de conservação de rotina.
4	Bom	Condições boas. Não existe necessidade de trabalhos de manutenção a não ser os de rotina em pequena escala.
3	Regular	Condições regulares. O elemento funciona como previsto, no entanto estima-se como necessário efetuar em prazo da ordem de um ano, operações de manutenção corretiva e/ou preventiva a fim de evitar deterioração do elemento.
2	Ruim	Condições ruins. Partes do elemento não funcionam como esperado. A fim de garantir a função prevista, uma recomposição e/ou manutenção corretiva considerável deverá ser, efetivamente, aplicada.
1	Péssimo	Condições péssimas. O elemento não funciona como esperado. Para exercer sua função seria necessária uma reconstrução ou substituição de toda a extensão do elemento que recebeu esta graduação. Não pode ser aplicada manutenção corretiva ou preventiva, efetivamente, ao elemento nas condições atuais.

Fonte: DER/PR Sistema de Apoio à Manutenção – SAM

e) Dimensão materiais e serviços

A dimensão materiais e serviços deverá conter dados quantitativos de materiais e/ou serviços que foram utilizados na correção de quaisquer eventos. Com estes dados seremos capazes de identificar os volumes exigidos de materiais e/ou serviços necessários em cada correção e os seus custos. A grande utilidade disto será saber se as soluções corretivas adotadas foram eficazes ou não, já que se tem fácil acesso ao histórico dos eventos e soluções adotadas. Os serviços podem ser classificados como provenientes do pavimento, das atividades de limpeza, de segurança ou outros, conforme se pode ver a seguir:

- ◆ Materiais e serviços relativos ao reparo de pavimento;
- ◆ Materiais e serviços relativos à limpeza;
- ◆ Materiais e serviços relativos à segurança;
- ◆ Materiais e serviços relativos a outros eventos.

f) Dimensão trechos rodoviários

A dimensão trechos rodoviários possui informações sobre os trechos rodoviários conforme o proposto pelo plano rodoviário estadual. Essa dimensão possui dados sobre o nome da rodovia, trecho e subtrecho, informando também se a rodovia é pista simples ou dupla.

Utilizando-se as prioridades apresentadas no Quadro 19, e calculando-se as necessidades máximas necessárias ao banco de dados do Data Warehouse construiu-se o Quadro 20, apresentado a seguir. Nele identifica-se as questões que fazem uso da tecnologia Data Warehouse e aquelas que utilizam-se apenas dos bancos de dados tradicionais. Com o intuito de manter os gastos computacionais a um nível mínimo, e construir um sistema piloto mais barato e a um prazo menor, decidiu-se deixar o atendimento das questões priorizadas em 8º e 9º lugar para fases posteriores de implantação. O Data Warehouse ficou então com um Banco de dados dimensionado em até 115 Mb, compatível com a capacidade atual do DER/PR que é superior a 30 Gbytes.

Foi então elaborado um diagrama “estrela”, conforme mostrado na Figura 7 a seguir. Nele identificam-se as dimensões necessárias ao sistema, que são: tempo, evento, tráfego, qualidade do trecho rodoviário, materiais e serviços e trechos rodoviários. Deixou-se de utilizar nesta primeira fase de implantação, as dimensões características geométricas e acidentes que poderão ser incluídas posteriormente.

Quadro 19 - Priorização das questões a serem utilizadas no Data Warehouse

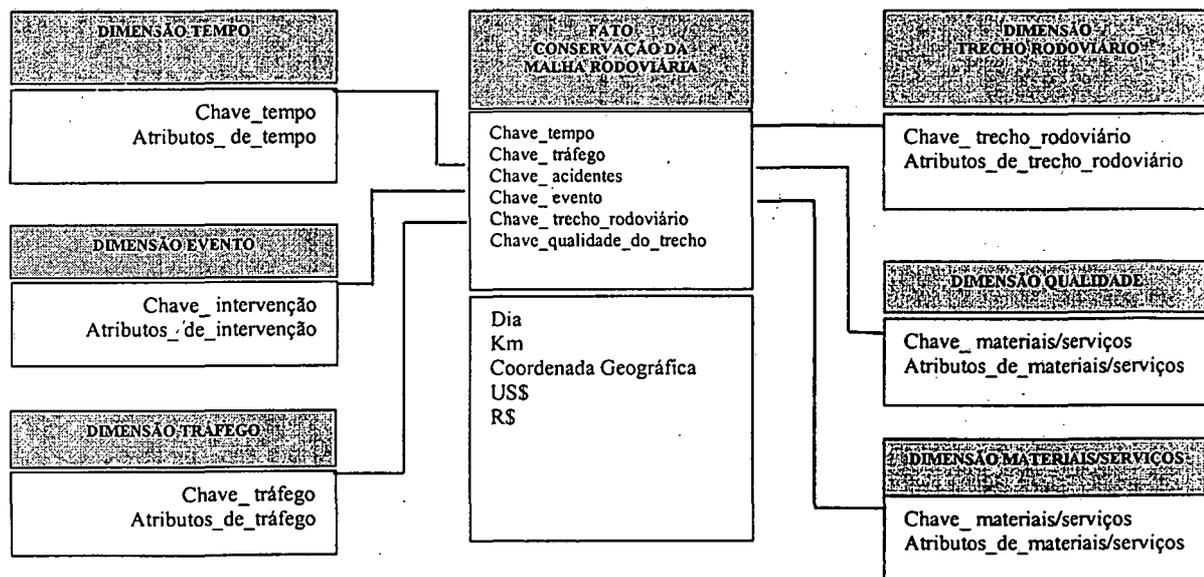
Ordem	Questões
1	Qual a situação, segundo os diversos meios de avaliação, para cada trecho rodoviário, por período de tempo?
2	Qual o volume de tráfego por trecho rodoviário e por período de tempo?
3	Qual foi a evolução e qual a previsão futura, segundo os diversos meios de avaliação, para cada trecho rodoviário e por período de tempo?
4	O que se fez e quanto já se gastou por trecho e por período de tempo?
5	Descrição de cada trecho rodoviário com a localização de cada elemento (melhorias ambientais, estrutura, classificação, geometria, elementos, O.A.E., O.A.C., data de construção, reconstrução, pontos negros, etc..)
6	Qual o consumo mensal de serviços e materiais por trecho e por período?
7	Priorização das intervenções por gravidade, volume de tráfego, etc..
8	Qual a localização, data e demais dados sobre os acidentes rodoviários, por trecho e por período de tempo?
9	Qual a localização física e bem definida dos diversos eventos, por trecho e por período de tempo? (km, estaca ou coordenada geográfica, com sua classificação, custo, etc..)
10	Qual a divisão administrativa e equipe responsável pelo trecho rodoviário?

Quadro 20 – Identificação das dimensões de acordo com cada questão proposta e sua necessidade acumulada do banco de dados do Data Warehouse (ver no Quadro 19 a relação de questões)

Questões Priorizadas	Tempo	Trecho	Evento	Tráfego	Características Geométricas	Acidentes	Materiais e serviços	Qualidade	Capacidade acumulada do BD
1	Não faz uso do DW								
2	X	X		X					11,8 kb
3	X	X	X					X	4,3 Mb
4	X	X					X		115 Mb
5	Não faz uso do DW								
6	X	X					X		115 Mb
7	Não faz uso do DW								
8	X	X				X			1,41Gb
9	X	X	X	X	X				36 Gb
10	Não faz uso do DW								

O passo seguinte foi a identificação dos atributos, considerados importantes para comporem cada dimensão, realizada a partir da observação histórica da quantidade de ocorrências diárias. Desta forma, as dimensões definidas foram: Tempo, 60 meses; Eventos, 27; Tráfego, 11; Materiais/serviços, 24; qualidade, 10 e trechos rodoviários com 3 atributos.

Figura 7: Diagrama “estrela” da manutenção de uma malha rodoviária



A seguir, ilustra-se o cálculo do dimensionamento do banco de dados do *Data Warehouse* (ver Anexo II):

Dimensão tempo: 5 anos x 12 meses = 60

Dimensão evento: 27

Dimensão qualidade do trecho rodoviário: 10

Dimensão tráfego: 11

Dimensão trecho rodoviário: 3

Dimensão materiais/serviços: 24

Número de registros de fatos básicos: $60 \times 27 \times 10 \times 11 \times 3 \times 24 = 12,83 \times 10^6$

Número de campos-chave: 6

Número de campos de fatos: 5

Total de Campos: 11

Tamanho básico da tabela de fatos: 12.830.000 registros x 11 campos x 4 bytes
= 564.517.600 bytes

Tamanho máximo da tabela de fatos: 564.517.600 bytes, ou seja, aproximadamente **565 Megabytes**.

4.1.5 Projeto e Arquitetura Técnica

Essas tarefas correspondem ao projeto do *Data Warehouse* propriamente dito, sendo portanto essencial ao seu desenvolvimento de forma eficaz e menos onerosa, permitindo uma maior flexibilidade do sistema, facilidade em seu aprendizado e aumento na produtividade.

a) Arquitetura do Back Room

Back Room é onde acontece o estagiamento dos dados, é o motor do Data Warehouse, e embora sendo um ponto tão importante não foi possível fazer um estudo mais pormenorizado, já que não se conseguiu um amplo acesso ao banco de dados, impossibilitando um estudo maior que levasse à definição da arquitetura do Back Room.

b) Arquitetura do Front Room

O *Front Room* é a parte acessível pelo operador do Data Warehouse. É o que o usuário de negócios vê e trabalha no seu dia-a-dia. O sistema proposto deverá prever acesso aos dados que abrangem:

- ◆ Navegação dos Metadados ou Navegação Warehouse;
- ◆ Acesso e Segurança, envolvendo autenticação e autorização;
- ◆ Monitoramento de atividades que captarão informações a respeito do uso do DW;
- ◆ Gerenciamento de consultas e relatórios onde se prevê: a simplificação do conteúdo, reformulação de consultas, redirecionamento e múltipla passagem SQL, agregações advertidas, dados consistentes, controle de consultas e localização dos serviços de consultas.

Para o usuário final uma ferramenta importante é a utilização, além dos relatórios previstos e apresentados no Anexo IV, de serviços de formatação de relatórios que apresentam documentos pré-formatos, que embora com limitações, permitem uma interação extra com os usuários.

c) Infra-estrutura e metadados

◆ *Infra-estrutura*

A infraestrutura do Data Warehouse inclui:

- ◆ Hardware;
- ◆ Rede;
- ◆ Funções de baixo nível tais como a segurança que as funções de alto nível se utilizam.

A escolha do hardware a ser utilizado deverá basear-se, na medida do possível, na utilização dos equipamentos atualmente em uso, e em algumas aquisições imediatas que permitam o aumento da capacidade dos bancos de dados, servidores do *Data Warehouse*, dentre outros. A capacidade de digitalizar os dados e projetos rodoviários também precisará ser ampliada, através de novas aquisições de hardware, software e treinamento de pessoal. Como o ciclo de vida dos hardwares é pequeno, em pouco tempo todo o sistema poderá estar implantado em todas as máquinas que substituirão as atualmente em uso e ainda sem as condições técnicas necessárias.

Maior estudo deverá ser feito com relação à rede de comunicações ora em uso, embora provavelmente o sistema não venha a representar um acréscimo substancial às necessidades atuais que são bastante grandes e estão satisfatoriamente atendidas.

Com relação aos softwares, um grande estudo deverá ser enviado visando a compatibilidade e o atendimento dos novos requisitos impostos, tanto pelo *Data Warehouse* quanto aos programas gráficos sugeridos. Como os novos sistemas implantados recentemente, ou em implantação pelo DER/PR são baseados em SQL e Unix, grande parte das dificuldades será com certeza amenizada.

◆ **Metadados**

Os metadados são dados que fazem referência a outros dados, elementos críticos em seu gerenciamento, um dos mais importantes componentes do Data Warehouse. Segundo INMON, 1997, os metadados mantêm informações sobre "o que está e onde está", no DW. Tipicamente os aspectos que sobre os quais os metadados manterão informações são:

- ◆ A estrutura dos dados, segundo a visão do programador;
- ◆ A estrutura dos dados, segundo a visão dos analistas de SAD;
- ◆ A fonte de dados que alimenta o DW;

- ◆ A transformação sofrida pelos dados no momento de sua migração para o DW;
- ◆ O modelo de dados;
- ◆ O relacionamento entre o modelo de dados e o DW.

Todas as fases do projeto de Data Warehouse, desde a modelagem até a visualização da informação, gerarão metadados, sendo que neles estarão contidas informações como atributos das tabelas, agregadas utilizadas, cálculos necessários, descrições, periodicidade das cargas, histórico de mudanças etc...

c) Segurança

Um ponto muito importante a ser considerado, e melhorado, refere-se às condições de segurança. Tanto frente ao perigo a acessos indevidos como referentes à garantia de acesso ininterrupto e de boa qualidade. Os sistemas atualmente em uso, já se preocupam com as restrições a invasões do sistema, mas com relação aos acessos, esses são ainda bastante demorados e com grande número de insucessos em determinados dias do mês, ou em horas de pico.

A solução a esses possíveis entraves, já está sendo procurada e quando da implantação do sistema proposto com certeza as condições serão bem melhores. KIMBALL, 1998, resume a vulnerabilidade dos sistemas em:

- ◆ Vulnerabilidade física dos Bancos de dados: roubo, destruição intencional, fogo, umidade, água, sujeira, envelhecimento físico dos meios de armazenamento e manipulação dos dados, problemas elétricos, distúrbios magnéticos, perdas por descuido ou omissão, perdas por obsolescência técnica, seqüestro de mídias ou formas de acessos.
- ◆ Vulnerabilidade na segurança dos recursos informacionais: revelação de informações confidenciais, revelação de códigos, revelação de informações de terceiros mantidas sob tutela, revelação de informações sensíveis, remoção de proteções, roubo de ativos financeiros, roubo de ativos de

serviços, roubo de informações, roubo de identidade, roubo de privacidade, dispersão de informações sem as devidas proteções, espionagem, "porta dos fundos" nos sistemas, suborno, roubo ou estorceu.

As soluções de segurança sugeridas são:

- ◆ Roteadores e Firewalls;
- ◆ *Directory Server*;
- ◆ Encriptação;

4.1.6 Implantação e manutenção

Para alcançar o sucesso na implantação do Data Warehouse, além de focar um grande esforço no usuário do negócio, sem sacrificar o back room e o front room, exigirá muito do planejamento e da coordenação, sendo que existem áreas chaves a considerar e que incluem pelo menos as seguintes:

- ◆ Desktop do usuário final;
- ◆ Treinamento do usuário final;
- ◆ Estratégias de suporte ao usuário final;
- ◆ Estratégia de geração e instalação das versões do DW;
- ◆ Manutenção e acompanhamento do DW;
- ◆ Gerenciar o ambiente de DW existente;
- ◆ Necessidades de manutenção;
- ◆ Apoio contínuo aos usuários;
- ◆ Educação contínua aos usuários;
- ◆ Operação de gerência do Data Warehouse;
- ◆ Tuning do Data Warehouse;
- ◆ Manter dados e processos de gerenciamento de metadados;
- ◆ Sucesso monitorado e métricas de serviço;
- ◆ Captura das decisões realizadas através de DW.

4.1.7 Outras atividades do ciclo de vida do Data Warehouse

As outras atividades do ciclo de vida do Data Warehouse a qual este trabalho baseou-se não puderam ser mais bem exploradas visto as restrições de acesso aos sistemas existentes.

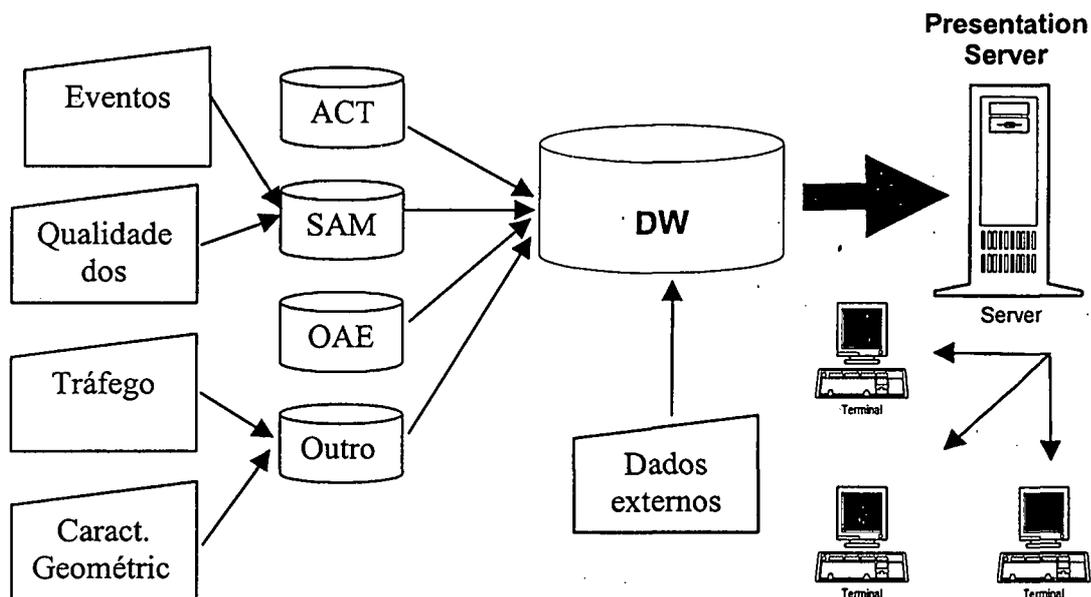
4.2 O Sistema de Informações Proposto

Apenas a utilização dos sistemas usuais de pesquisa de dados não seriam suficientemente úteis na identificação de informações importantes para a tomada de decisão a respeito de uma malha rodoviária, já que dentro de um banco de dados muito grande, onde existem grandes variedades de dados interligadas, a capacidade humana de manipulação desses é bastante limitada. Métodos tradicionais empregados nos Sistemas de Apoio à Decisão seriam menos eficientes sem a utilização de um *Data Warehouse* que fizesse o cruzamento dos dados, manipulando-os, e fornecendo informações úteis, acessíveis e compreensíveis aos tomadores de decisão.

O sistema proposto, por esses motivos, prevê a utilização de um *Data Warehouse* paralelamente ao Sistema de Informações Gerenciais tradicional, como vemos na Figura 8, a seguir.

A área de atuação do *Data Warehouse* proposto limita-se ao controle e gerenciamento da malha rodoviária, não preocupando-se em auxiliar os tomadores de decisão em outros domínios. Assim classifica-se este como um *Data Mart*, pois corresponde a um sistema mais simples, de menor abrangência, criado para atender a um departamento ou focado a um objetivo mais estreito que atender a toda a organização.

Figura 8: Representação esquemática do *Data Warehouse* proposto

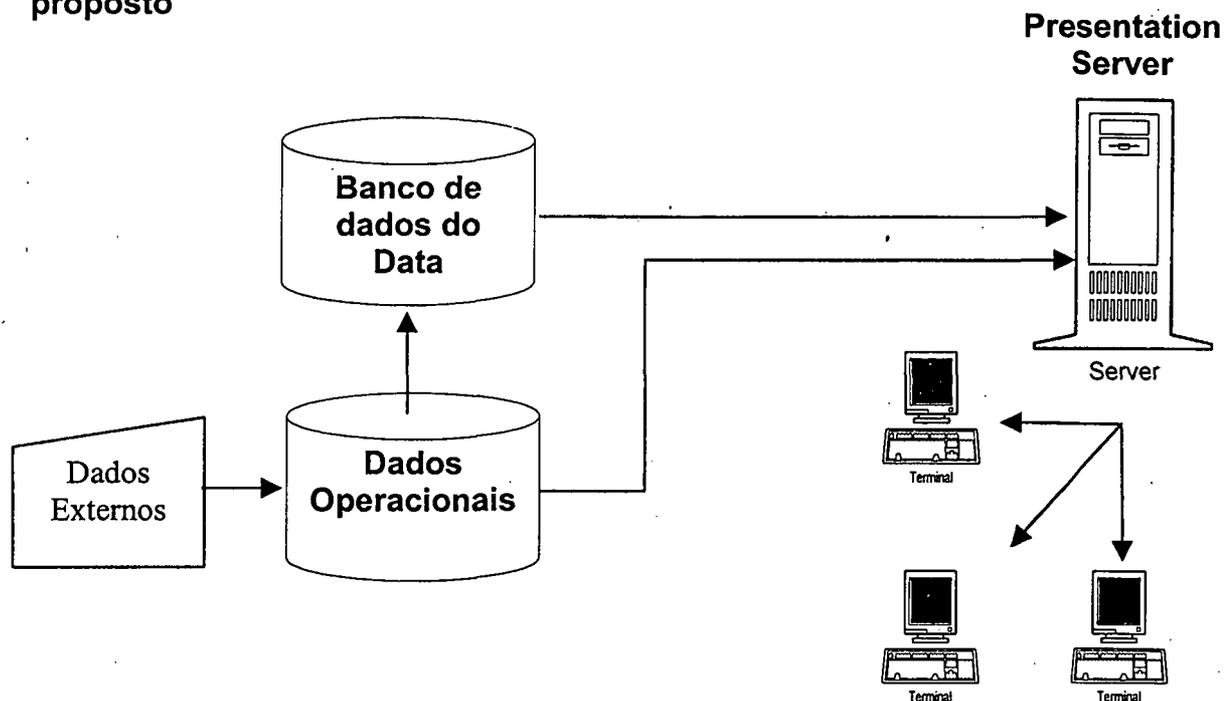


4.3 Estrutura do Sistema de Informações Proposto

O DER/PR dispõe, há muito tempo, de vários sistemas de informação, que a partir de 1995 passaram por um processo de modernização e ampliação de suas funções. O sistema proposto visa ampliar ainda mais seu potencial de utilização com a aplicação da técnica de *Data Warehouse* com o enfoque direcionado à gerencia da malha rodoviária atual e futura.

Como visto anteriormente, diversos sistemas já compõem o Sistema de Informações do DER/PR, e na medida do possível a base instalada será aproveitada ao máximo. Quando algum dado importante não se fizer presente, serão necessárias alterações nos sistemas atuais, ou até a implantação de novos sistemas de forma a garantir a existência e disponibilidade desses dados. Ao sistema de informações atual pretende-se acrescentar a ferramenta *Data Warehouse*, conforme pode-se ver na Figura 9, a seguir.

Figura 9: Representação esquemática do sistema de informações proposto



Dessa forma verifica-se que a atualização dos dados não será feita diretamente no *Data Warehouse*, mas sim nos sistemas transacionais. Os dados que não estiverem disponíveis através dos sistemas atuais, deverão ser incluídos pelos técnicos rodoviários, através de softwares de inclusão de dados disponibilizados nos escritórios regionais, ou através de alterações nos sistemas transacionais.

Eventualmente alguma modificação do banco de dados dos atuais sistemas, serão necessárias, com a finalidade de facilitar o acesso mais eficiente pelo *Data Warehouse*. Isso pode ocorrer mesmo que para isso haja um aumento de sua dimensão física em virtude de uma possível redundância dos dados, e também pelo particionamento de seus arquivos.

Assim pode-se afirmar que trabalharemos com dois tipos de dados, os dados que comporão o banco de dados tradicional (operacional), e os que alimentarão o *Data Warehouse*. Os dados cujo acesso será eventual e que não sofrerão cruzamento com outros dados permanecerão nos bancos de dados

tradicionais aonde o sistema irá pesquisá-los, se necessário. Aqueles dados que sofrerão cruzamentos a fim de encontrarmos informações não visíveis em separado, serão retirados pelos programas de extração, acumulados na área de estagiamento e carregados para o *Data Warehouse*. O acesso a um ou outro será transparente aos usuários.

O sistema deverá gerar relatórios referentes à situação dos dados, informando e solicitando eventuais atualizações, o que garantirá sua consistência. Isto é muito importante para poder-se assegurar a atualidade das informações. Também deve-se assegurar sobre a origem dos dados, se os dados são reais ou estimados, uma vez que o sistema poderá gerar dados com base em um histórico, prevendo uma situação que eventualmente não venha a ocorrer. Seria o caso, por exemplo, do volume de tráfego, que é estimado para dez ou vinte anos, ou para o exemplo da roçada, serviço que nos permite certa previsibilidade.

4.4 O Banco de Dados

O sistema proposto coletará dados dentro dos sistemas já operacionais no DER/PR e enunciados no Item 3.9.1, e também através de novas entradas a serem eventualmente efetuadas pelos técnicos de manutenção rodoviária (dados quantitativos e qualitativos referentes aos eventos e serviços realizados nos trechos rodoviários), polícia rodoviária (no que se refere a acidentes de trânsito), tráfego e outros que se fizerem necessários.

Como o sistema de gerenciamento de uma malha rodoviária não precisa conter o mesmo nível de detalhes do encontrado nos sistemas transacionais, visto possuir um enfoque gerencial, apenas alguns dados dos bancos de dados atuais serão utilizados pelo sistema proposto. Aqueles dados pormenorizados permanecerão disponíveis nos sistemas atuais, contudo dificilmente serão

utilizados diretamente pelos tomadores de decisão visto que neste nível o usual é ocorrer a utilização de uma visão de conjunto dos dados, geralmente resultado de uma compilação dos dados transacionais puros.

O Banco de Dados que deverá estar disponível para ser utilizado pelo sistema proposto deverá conter no mínimo o seguinte:

- ◆ Identificação dos trechos rodoviários segundo o Sistema Rodoviário Estadual;
- ◆ Identificação do trecho rodoviário;
- ◆ Informações Legais sobre o trecho rodoviário;
- ◆ Informações sobre o projeto do trecho rodoviário;
- ◆ Dados sobre o tráfego rodoviário;
- ◆ Serviços efetuados no trecho rodoviário;
- ◆ Cadastro de Obras de Arte Especiais;
- ◆ Cadastro de interseções;
- ◆ Pontos negros;
- ◆ Estado geral dos elementos da rodovia.

Podemos encontrar maior detalhamento desses dados necessários ao sistema no Anexo III.

4.5 Dados de Entrada

O DER/PR, em consequência de seu processo intensivo de informatização já possui um ambiente bastante informatizado em todos seus níveis hierárquicos e funcionais. Dessa forma a entrada dos dados a serem utilizados pelo sistema já são normalmente feitos através dos sistemas atuais, precisando-se eventualmente pequenas modificações nos sistemas utilizados pelos usuários dos escritórios regionais. A maior parte dos dados tendo como

fonte a base de dados já existente, precisará apenas de extração e tratamento a ser executados pelo sistema a ser implantado.

Será ainda assim, necessário a inclusão de alguns dados não utilizados pelo sistema atual, como, por exemplo, as notas relativas à qualidade dos trechos e dos elementos que os compõem. Estudos deverão ser efetuados a fim de definir se essas novas inclusões serão efetuadas por novos sistemas ou incorporadas aos atuais.

4.6 Saídas do Sistema Proposto

O atual nível de informatização do DER/PR facilitará em muito a utilização do sistema proposto, visto que para os tomadores de decisão será apenas mais um sistema disponibilizado, dentre tanto outros, que normalmente já fazem uso em suas tarefas diárias.

Como todos os demais sistemas, esse deverá possuir como orientação principal, além da facilidade de uso, rapidez e confiabilidade na disponibilização dos dados, o mérito de diminuir a circulação e armazenamento de papéis. Assim, a utilização de relatórios impressos, deverá restringir-se a um mínimo, sendo o vídeo o principal meio de acesso às informações gráficas ou não.

4.6.1 Relatórios eletrônicos

As melhores características da mídia eletrônica não seriam plenamente exploradas sem a utilização intensiva de relatórios eletrônicos, seja para sua manipulação ou transmissão. O grande obstáculo ainda continua sendo o

persistente costume de sempre imprimir o que temos eletronicamente, mesmo sem precisar. Isso é tanto mais verdadeiro quanto mais novo for o usuário no uso da informática.

O sistema todo é baseado na manipulação de arquivos eletrônicos e para conscientizar o usuário deverá utilizar-se de dois meios: apresentar relatórios digitais bem elaborados e restringir a emissão de relatórios impressos. Isso poderá garantir maior agilidade ao sistema em razão da rapidez do transporte das informações eletrônicas e evitar a existência de armazenamento de dados de forma paralela, com a resultante desatualização de algum dos arquivos.

O sistema deverá ser projetado, assim como os atualmente em uso o são, com características *on line* e quando necessário também em tempo real.

4.6.2 Relatórios impressos

Embora exista atualmente a disponibilidade de terminais de computador a todos os tomadores de decisão e a todos aqueles que incluem os dados no sistema, ainda assim a utilização de relatórios impressos será necessária. Isso ocorre por diversos fatores, inclusive em consequência de ainda existir indisponibilidade de assinatura digital dos documentos e meios eletrônicos de coleta de dados no campo. Ambas as limitações serão brevemente eliminadas com a tecnologia já planejada e a ser implantada no DER/PR.

Os relatórios impressos serão basicamente 'espelhos' daqueles apresentados nos relatórios eletrônicos, podendo ser textuais como grande parte dos atualmente em uso, ou gráficos como os sugeridos nos Anexos IV e V.

É importante que os sistemas previstos possuam capacidade de trocar dados com planilhas eletrônicas, editores de textos e outros aplicativos de uso comum, e já incorporados aos métodos de trabalho do DER/PR.

4.6.3 Relatórios gráficos

A utilização de dados gráficos será muito importante na forma de trabalho proposta, já que, segundo MONTEIRO NETO (1998), possuem pelo menos as seguintes características que podem auxiliar em muito os tomadores de decisão:

- ◆ Possibilitam a síntese de grandes volumes de dados;
- ◆ Forma usual, natural e universal de comunicação humana;
- ◆ Facilidade de uso;
- ◆ Substituição da forma de apresentação de informações de difícil interpretação (relatórios, planilhas, etc.).

Essas características fazem com que os relatórios gráficos venham a ser exaustivamente utilizados pelo sistema proposto. Seu uso será tanto a nível de gráficos bi ou tridimensionais, quanto de modelos esquemáticos da rodovia ou de seus elementos, como pode-se ver sugestões nas figuras a seguir.

A representação gráfica do trecho rodoviário poderá ser apresentada conforme vemos na Figura 13 que se encontra no Anexo IV, onde identificam-se a quilometragem da via, diagramas de curvas e rampas, além de alguns de seus principais elementos. Caso haja algum nível de detalhe disponível, ao passarmos com o cursor do mouse sobre o elemento deverá aparecer um *hint* informando e perguntando ao usuário se pretende aprofundar sua pesquisa. Se a resposta for afirmativa, o sistema abre um link com os dados mais detalhados que os anteriormente apresentados ou uma figura, se for o caso.

As figuras apresentadas no Anexo IV, apresentam croquis de uma interseção em nível e de um viaduto rodoviário, que poderão ser lincados ao esquema gráfico da rodovia. Também outros elementos poderão ser apresentados, assim como o nível de detalhamento poderá ser ampliado, caso seja necessário.

4.7 Procedimentos Operacionais de Campo

Do ponto de vista operacional, a coleta de dados no campo deverá ser efetuada conforme um plano de vistoria da malha rodoviária que definirá quem, quando e como as tarefas serão executadas. Deverão ser elaborados também os planos de treinamento de pessoal, para que os funcionários, feitores de área e engenheiros, paralelamente às suas funções normais, façam a coleta dos dados e a digitação dos mesmos no menor prazo de tempo possível, a fim de termos assegurado uma maior representatividade temporal da malha avaliada.

A metodologia a ser utilizada na avaliação dos trechos rodoviários será atualmente em uso no sistema SAM, o que permitirá uma adaptação mais fácil e rápida aos usuários dos sistemas, visto que a metodologia já é usualmente empregada no DER/PR e o treinamento restringir-se-á ao treinamento da ferramenta informatizada de entrada de dados.

Em alguns casos prevê-se a evolução da degradação de um serviço com o passar do tempo. Por exemplo, uma roçada deverá ser refeita após determinado período de tempo, já que o mato cresce. Sabe-se também que o crescimento do mato será mais rápido no período do verão e mais lento no período do inverno. Assim, de acordo com a experiência dos técnicos, é possível estimar o período de tempo em que, depois de executada uma roçada, a faixa de domínio permanece limpa adequadamente. O sistema poderá alterar automaticamente a condição do serviço "roçada", de excelente, para bom, até

péssimo, para determinado trecho, se após determinado tempo não for dada entrada, no sistema, da execução deste serviço. Todas essas regras devem ser amplamente documentadas e disponibilizadas nos metadados para que seja possível sua aplicação.

4.8 Considerações finais sobre o capítulo

Este trabalho procurou seguir o proposto por KIMBALL,1998, mas como não foi possível a implementação do sistema, nem mesmo de um protótipo que pudesse validar o Data Warehouse, algumas etapas não foram desenvolvidas. Mesmo assim, em razão das condições atuais do DER/PR pode-se acreditar com bastante segurança que a implantação de um sistema de informação como proposto é viável, tanto econômica, quanto tecnicamente.

Os investimentos já feitos em seu quadro técnico, em hardware e software permitem a implantação da nova metodologia com um nível de investimento e esforço compatível com as atuais disponibilidades e política de modernização do órgão.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Este capítulo pretende expor os principais resultados da avaliação efetuada no Departamento de Estradas de Rodagem do Paraná, bem como apresentar sugestões que permitam melhorar e ampliar os atuais sistemas informacionais utilizados para o gerenciamento da malha rodoviária no âmbito deste órgão rodoviário.

Considerando que o DER/PR, no momento do desenvolvimento do presente trabalho, estava passando por uma fase de transição estrutural e funcional, sem que todas as questões relativas a procedimentos e responsabilidades estejam plenamente definidas, este trabalho precisa ser ainda revisto e aprimorado com o passar do tempo. Também a implantação do sistema de informações proposto deverá ser mais bem estudada já que existem sistemas que estão atualmente em fase de implantação ou melhoramentos. Estas foram as principais dificuldades encontradas tanto na busca e coleta das informações quanto nas definições do sistema proposto.

Com relação aos dados e informações disponíveis dentro do DER/PR identificou-se que apesar do uso intensivo da informática, em todos os níveis hierárquicos, os sistemas alcançam ainda apenas os patamares operacionais e gerenciais, onde praticamente todos os sistemas e dados necessários já estão disponíveis à exceção do sistema de tráfego. O auxílio às decisões estratégicas não foram ainda plenamente disponibilizadas, o que pode ser feito a um curto prazo de tempo e com custos que podem ser considerados pequenos, já que relativamente poucos esforços precisam ser despendidos, uma vez que muito já foi e está sendo feito.

A respeito da caracterização de quais informações seriam relevantes aos serviços de acompanhamento e gerenciamento da malha rodoviária, foi possível identificar-se que base de dados já implantada no DER/PR é compatível com as necessidades dos tomadores de decisão em suas

atividades de acompanhamento e gerenciamento da malha rodoviária. A maior ausência, no entanto, refere-se a dados atualizados e confiáveis sobre o tráfego nas rodovias. Como esses são a base de muitos estudos, tais como, vida útil restante das rodovias, priorização das intervenções, previsão de melhoramentos, e muitas outras, esse é um ponto fraco que deverá ser incluído nas prioridades do DER/PR. Investimentos com a identificação e análise de pontos negros ou elementos perigosos ao tráfego devem ser priorizados e para tanto uma nova missão, mais ampla e com mais condições de trabalho, deverá ser prevista para a Divisão de Segurança Rodoviária. Praticamente todos os dados a serem utilizados já estão disponíveis através dos sistemas atualmente em uso, ou ainda em implantação. Esse é um ponto importante a ser frisado. A idéia é aproveitar ao máximo esta base instalada, minimizando novas entradas manuais de dados, novos investimentos com hardware ou software e treinamento. Contudo algumas modificações deverão ser efetuadas para permitirem a inclusão e manipulação a novos dados. Também quase todas as demais necessidades anteriormente citadas já são pelo menos parcialmente atendidas, o que refletirá em custos não tão assustadores e com menores restrições por parte de seus futuros usuários.

Relativamente à identificação da metodologia utilizada, a avaliação da malha rodoviária é feita segundo o sistema proposto no SAM – Sistema de Apoio à Manutenção, desenvolvido para satisfazer as necessidades gerenciais da manutenção da malha rodoviária. O sistema adapta-se perfeitamente às necessidades previstas, contudo melhorias podem ser feitas com a inclusão do ponto de vista dos usuários como mais um elemento nas avaliações.

A implantação de um sistema tal como este trabalho sugere, necessitará de:

- ◆ Treinamento de pessoal que irá operar os sistemas (em todos os níveis);
- ◆ Treinamento de pessoal para o desenvolvimento do *Data Warehouse*;
- ◆ Modificações na base de dados instalada para atender aos novos requisitos;

- ◆ Aumento da capacidade de armazenamento de dados;
- ◆ Identificação e aquisição de softwares e hardwares compatíveis com os novos requisitos;
- ◆ Ampliação da disponibilização de terminais de computador, compatível com as novas exigências;
- ◆ Disponibilização de meios de coleta de dados ao pessoal operacional;
- ◆ Planejamento operacional das tarefas a serem executadas no campo;
- ◆ Reavaliação e melhorias na metodologia de avaliação dos elementos rodoviários;
- ◆ Elaboração de novos manuais de utilização do sistema.

O ponto que consideramos como mais importante, e ao qual sugerimos uma ampliação nos estudos, é sem dúvida o que se refere à metodologia de avaliação da rede rodoviária para ser utilizada como referência aos tomadores de decisão. A metodologia aqui proposta é apenas uma adaptação do método utilizado no sistema SAM do DER/PR onde avalia-se conceitualmente e dá-se notas a cada elemento da manutenção rodoviária sob o ponto de vista do órgão rodoviário. O ponto fraco deste método é que o ponto de vista dos usuários, aqueles que são a razão de existir da rodovia, não é considerado. A nova metodologia deverá prever ainda, o georeferenciamento e a utilização dos novos meios de coletas de dados, com o que poderemos individualizar muito mais cada um dos eventos ou ações sobre as rodovias. Implementações futuras ao sistema poderão prever meios de auxiliar na priorização das intervenções, principalmente quando da existência de recursos limitados.

Como conclusão, identificamos que embora o órgão possua um histórico tecnológico invejável, tem ainda muito a fazer no que se refere a ferramentas de suporte à decisão. Os recursos restritos, as exigências dos usuários e a comparação com os serviços prestados pela concorrência com a iniciativa privada, exigem otimização de esforços para obtenção de melhores resultados finais. Assim a tecnologia da informação, através dos sistemas de

apoio à decisão podem ser a ferramentas ideal para o próximo passo na evolução tecnológica do Departamento de Estradas de Rodagem do Paraná.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AASHO. **The AASHO Road test: report 5 Pavement Research – HRB Special Report 61E**. Washington, D.C., 1962
- Revista Engenharia e Construção. Geração de mercados. São Paulo: ABCP Set/2000.
- ANDRADE, Mário H Furtado; DOMINGUES, Felipe A. Aranha. **Considerações sobre o financiamento e gestão da conservação rodoviária**. 1º Congresso Nacional de Engenharia de Transportes. Foz do Iguaçu, agosto de 1994.
- BARBIERI, F. E. **Informação e Qualidade**. Dissertação de Mestrado. Campinas: UNICAMP, 1995.
- BARROS, A.J.S., LEHFELD, N. A. S.. **Fundamentos de Metodologia: um guia para a iniciação científica**. 2.ed. São Paulo: Makron Books, 2000.
- BEUREN, I.M. **Gerenciamento da Informação: um recurso estratégico no processo de gestão empresarial**. São Paulo: Atlas, 1998.
- BIO, S. R. **Sistemas de Informação**. São Paulo: Atlas, 1987.
- BRASIL.a. MT/DNER/IPR. **Manual de reabilitação de Pavimentos Asfálticos**. Publicação 704/100. Rio de Janeiro, RJ, 1998.
- BRASIL.b. DNER. MT/DNER/IPR. **Treinamento em conservação rodoviária**. 1982. Volume 1.
- BRASIL.c. DNER. Disponível no site www.dner.gov.br, em maio de 2000.
- BRASIL.d. GEIPOT. **Anuário Estatístico de Transportes**. Disponível no site www.geipot.gov.br em maio de 2001.
- BRITO, Mozart José. **"Tecnologia da Informação e Mercado Futuro - O caso da BM&F"**. Tecnologia da Informação e Estratégia Empresarial. São Paulo: FEA/USP, 1996.
- CAREY, W. N.; IRICK, P. E.. **The pavement serviceability – performance concept**. Highway Research Board, n.250. 1960
- CIELO, Ivã. **Arquiteturas OLAP**. Site da WEB. Nov. 2000
- CUNHA, Maria A. V. C. **Gestão da TI e administração pública**. Anais XVIII ENANPAD, 1994.

- DAL'ALBA, Adriano. **Um estudo sobre Data Warehouse..** Nov.2000 Site da WEB <http://www.geocities.com/SiliconValley/Port/5072/>
- DAVENPORT, H. T., PRUSAK, L **Conhecimento empresarial: como as organizações gerenciam o seu capital intelectual.** Rio de Janeiro : Campus, 1998.
- DER/PR. **Manual de procedimentos básicos para supervisão das atividades de conservação das rodovias.** Diretoria de Conservação, Divisão de Concessões e Pedagiamento,1999.
- DNER. PRO-08: **Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos. Procedimentos.** Rio de Janeiro, 1987.
- DNER. PRO-128: **Levantamento da condição de superfície de segmentos testemunha de rodovias de pavimento flexível ou semi-rígido para gerência de pavimentos a nível de rede. Especificação de serviço.** Rio de Janeiro, 1983.
- DOMINGUES, Fellipe A. R.; OLIVEIRA, Maria Ester D.. **Vida Remanescente de Serviço (VRS).** 31ª Reunião Anual de Pavimentação. São Paulo, outubro de 1998.
- ENSSLIN, L.; SOUZA, E. A.; SPÍNDOLA F., A.; FERREIRA, M. V.. **O Uso Estratégico da Tecnologia da Informação.** Anais 20ª. ENANPAD, Angra dos Reis, setembro/1996.
- FELEX, José Bernardes; et al. **Uso de séries temporais para estudos sobre comportamento de pavimentos.** 32ª Reunião Anual de Pavimentação. Brasília, out/2000.
- FELEX, José Bernardes; MARQUES, Claudia S. Antônio. **A qualidade de pavimentos e normas NBR ISO 9000.** 32ª Reunião Anual de Pavimentação. Brasília, out/2000.
- FELEX, José Bernardes; MELO, Ricardo Almeida de. **Avaliadores, pavimentos e qualidade.** 32ª Reunião Anual de Pavimentação. Brasília, out/2000.
- GARDIN, E. L.. **Planejamento Estratégico de Sistemas de Informação.** Campinas,1998. Dissertação de Mestrado. Bibliotecas da Unicampi.
- GARDNER, Stephen R. **Building the Data Warehouse.** Communications of the ACM, 41 (9): 52-60. September 1998.
- GONTIJO, Paulo R.A. et al. **Uma Nova Metodologia para Auscultação de Pavimentos Rodoviários.** 28º Reunião Anual de Pavimentação. Belo Horizonte, 1994.

- HAAS, R. **Modern Pavement Management**. Krieger Publishing Company – Malamar. Florida. 1994.
- HARRISON, Thomas H.. **Intranet Data Warehouse: ferramentas e técnicas para a utilização do Data Warehouse na intranet**. Berkeley Brasil. São Paulo, 1998.
- HATTORI, Jorge L.T. **O uso de TI para vantagem competitiva**. Dissertação de Mestrado em Ciência da Computação pela Universidade Federal de São Carlos, 1992.
- HEYN, Argus Thá; STENCEL, Romeu; ARANOVICH, Albano. **Análise de investimentos a longo prazo em conservação rodoviária no estado do Paraná**. DER/PR, 1993.
- INMON, William H. **Como construir o Data Warehouse**. Rio de Janeiro, Editora Campus, 1997.
- KEEN, Peter G. W. Morton; SCOTT Michael S. **Decision Support Systems: on organizational perspective**. Addison-Wesley Publishing Company, 1978.
- KIMBALL, Ralph et al, Warren. **The Data Warehouse Lifecycle Toolkit: expert methods for designing, developing, and deploying Data Warehouses**. New York, John Wiley & Sons, 1998.
- LAUDON, K.& LAUDON, J. **Management Information Systems-Organization and Technology**. Macmillan Publishing Company, EUA, 1996, 818 páginas.
- LAUDON, K. C., LAUDON, J. P. **Sistemas de Informação**. 4 ed. Rio de Janeiro : LTC, 1999.
- LIMA, Robson F.L.; RODRIGUES, John K. G.. **Criação e uso de um banco de dados georeferenciado para gerência de pavimentos flexíveis da malha rodoviária federal do estado da Paraíba**. 32ª Reunião Anual de Pavimentação. Brasília, out/2000.
- MANAGEMENT 12. **O que esperar do mundo digital: entrevista com Don Tapscott**. HSM Management, n.12, janeiro e fevereiro de 1999.
- MAÑAS, A. V.. **Administração de Sistemas de Informação – como otimizar a empresa por meio dos Sistemas de Informação**. São Paulo: Erica, 1999.
- MEIRELLES, Fernando de Souza. **Informática: novas aplicações para microcomputadores**. 2.ed. São Paulo: Makron Books,1994.

- MONTEIRO NETO, J. P. Apostila de Introdução a Computação Gráfica. Unioeste: Cascavel, 1998.
- MOURÃO, Silvío Figueiredo; GUIDA, Hugo Nicodemo. **Análise da influência da qualidade dos pavimentos em investimentos de manutenção rodoviária.** 32ª Reunião Anual de Pavimentação. Brasília, out/2000.
- OLIVEIRA, D. P. R.. **Sistemas de Informações Gerenciais.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 1996.
- OLIVEIRA, D. P. R.. **Sistemas de Informações Gerenciais.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- ORTOLANI, L. F. B. **Produtividade e tecnologia da Informação - Evidências e indicadores da administração pública no Paraná,** Fundação Getúlio Vargas, São Paulo: 1997. Dissertação de Mestrado em Administração de Empresas.
- PADULA, Flávio R. de Goes; FELEX, José B.. **Qualidade de viagens em rodovias e auditoria.** 32ª Reunião Anual de Pavimentação. Brasília, out/2000.
- PARENTE, Daniel. **Operational Data Stores – ODS.** Nov.2000 Site da WEB http://www.dwbrasil.com.br/html/art_ods.html
- PATERSON, W.D.O; SCULLION, T.. **Information systems for road management: draft guidelines on system design and data issues.** Infrastructure and Urban Development Department Report INU 77. Washington, DC, 1990. The Word Bank. Disponível no site www.wds.worldbank.org em abril de 2000.
- POE, Vidette; Klauer, Patricia & Brobst, Stephen. **Building a Data Warehouse for decision support.** New Jersey, Prentice Hall PTR, 1998.
- POLLONI, E. G. F. **Administrando Sistemas de Informação.** São Paulo: Futura, 2000.
- PRIETO, Valter et al. **Gestão da Conservação de Pavimentos Rodoviários – Critério para Definição do Tipo de Conservação dos Pavimentos na Malha.** V Encontro de Conservação rodoviária. 2000.
- ROBBINS, S. P. **Administração: mudanças e perspectivas.** São Paulo: Saraiva, 2000.
- SANTOS, Antônio Raimundo. **Metodologia Científica: a construção do conhecimento.** 2.ed. Rio de Janeiro: DP&A editora, 1999

- SCHLIESSLER, Andreas; BULL, Alberto. **Seminário Internacional sobre Gerencia e Conservação Rodoviária.** CEPAL / ANEOR / ABDER. Curitiba, 1992.
- SIMCSIK, T. **O . M. I. S. – INFORMAÇÃO & SISTEMAS.** São Paulo: Makron Books, 1992. v.2
- SOUZA(a), Antônio Carlos do V; FORATO, João Antônio. **Conservação rodoviária e gerência.** 26ª Reunião anual de pavimentação. Aracaju, outubro de 1992.
- SOUZA(b), Antônio Carlos Valle de. **Métodos de Estimação de Custos Rodoviários.** 26ª Reunião Anual de Pavimentação. 1992.
- TAIT, Tânia F. C. **Um Modelo de Arquitetura de Sistemas de Informação para o Setor Público: estudo em empresas estatais prestadoras de serviços de informática.** Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Florianópolis, 2000.
- TAIT, Tânia F.C. **Uma avaliação do processo de planejamento estratégico de sistemas de informação em empresas do mercado brasileiro e uma proposta simplificada de arquitetura de sistemas de informação.** Dissertação de Mestrado em Ciência da Computação, Universidade Federal de São Carlos, SP, 1994.
- TARAPANOFF, K. **Técnicas para tomada de decisão nos Sistemas de Informação.** Brasília: Thesaurus, 1995.
- TODESCO, José Leomar. **Notas de Aula.** Cascavel, out. 2000.
- TOFFLER, A. **O choque do futuro.** São Paulo: Editora Artenova, 1974.
- TROYJO, M. P. **Globalização, Sociedade Global da Informação e a Nova Universidade: uma visão Geral. Atraindo a Inteligência: o início de um processo.** Reflexões e Debates da I Conferência Brasileira de Ciências e Tecnologia, Boston, Massachusetts. Brasília: MRE, 1997. p. 369-375
- TSU, Sun. **A Arte da Guerra.** 8. Ed. Rio de Janeiro: Record, 1996.
- VASCONCELOS, J.F.; SILVA, M.D.; MOURÃO, S.F.. **A serventia dos pavimentos.** 28ª Reunião anual de pavimentação. Belo Horizonte, 1994.
- WALTON, Richard E. **Tecnologia de Informação - O uso de TI pelas empresas que obtêm vantagem competitiva.** Tradução: Edson Luiz Riccio. São Paulo: Editora Atlas, 1994.

WORD BANK. **Data Requirements**. DOC1100. Issue 1. Date March 1997.
Disponível em www.wds.worldbank.org em novembro de 2000.

WORD BANK.. **Selecting Road Management Systems**. DOC1101, issue 1,
march 1997. Disponível em www.wds.worldbank.org em novembro de
2000

ANEXOS

Anexo I

Questionário sobre as questões importantes a serem abordadas pelo Data Warehouse do Sistema de Informações proposto.

Questionário

Algumas questões já foram preliminarmente apresentadas. Existe alguma outra que um sistema de informações possa responder e seja útil às suas atividades em particular, ou a este órgão rodoviário em geral?

No quadro a esquerda das questões, enumere a ordem que a seu ver melhor representa as prioridades a serem analisadas.

- O que se fez e quanto já se gastou por trecho e por período de tempo?
- Qual a situação, segundo os diversos meios de avaliação, para cada trecho rodoviário, por período de tempo?
- Qual foi a evolução e qual a previsão futura, segundo os diversos meios de avaliação, para cada trecho rodoviário e por período de tempo?
- Descrição de cada trecho rodoviário com a localização de cada elemento (melhorias ambientais, estrutura, classificação, geometria, elementos, O.A.E., O.A.C., data de construção, reconstrução, pontos negros, etc..)
- Qual o volume de tráfego por trecho rodoviário e por período de tempo?
- Qual a localização física e bem definida dos diversos eventos, por trecho e por período de tempo? (km, estaca ou coordenada geográfica, com sua classificação, custo, etc..)
- Qual a divisão administrativa e equipe responsável pelo trecho rodoviário?
- Qual o consumo mensal de serviços e materiais por trecho e por período?
- Qual a localização data e demais dados sobre os acidentes rodoviários, por trecho e por período de tempo?
- Priorização das intervenções por gravidade, volume de tráfego, etc..

Anexo II

Dados disponíveis nas dimensões do Data Warehouse do Sistema de
Informações proposto.

Os dados disponíveis nas dimensões do *Data Warehouse* serão as seguintes:

a) Dimensão tempo

No dimensionamento do banco de dados do *Data Warehouse* estipulamos um horizonte de 10 anos, o que perfazem 120 meses.

b) Dimensão Eventos

A seguir temos a relação de eventos que serão cadastrados pelo sistema:

- ◆ Eventos relativos ao pavimento:
 - Painelas;
 - Desgaste da capa;
 - Exsudação na capa;
 - Afundamentos na pista;
 - Afundamentos junto às obras de arte especiais;
 - Trilhas de rodas;
 - Ondulações e escorregamentos;
 - Remendos na pista;
 - Trincas na capa;
 - Defeitos nos acostamentos.
- ◆ Eventos relativos à limpeza:
 - Vegetação alta à beira da pista;
 - Vegetação invadindo a pista ou elementos de drenagem e segurança;
 - Obstrução de sarjetas;
 - Existência de objetos ou quaisquer obstáculos na pista e faixa de domínio;
 - Areia, terra ou quaisquer outras sujeiras na pista;
 - Obstrução ainda que parcial de valetas;
 - Obstrução ainda que parcial de bueiros.
- ◆ Eventos relativos à segurança:

- Deficiências na sinalização vertical;
- Defeitos ou inexistência de guarda-corpo;
- Defeitos ou inexistência nas defensas;
- Deficiências na sinalização horizontal;
- ◆ Outros eventos:
 - Defeitos em sarjetas;
 - Defeitos em bueiros;
 - Defeitos em aterros;
 - Quedas de barreiras;
 - Inexistência de bueiros;
 - Inexistência de sarjetas.

c) Dimensão tráfego

A dimensão tráfego conterà:

- ◆ Ano do levantamento do tráfego;
- ◆ Taxa de crescimento anual dos automóveis e utilitários (%);
- ◆ Taxa do crescimento anual dos ônibus (%);
- ◆ Taxa de crescimento anual dos caminhões (%);
- ◆ TMDA de automóveis;
- ◆ TMDA de utilitários;
- ◆ TMDA de ônibus;
- ◆ TMDA de caminhões leves;
- ◆ TMDA de caminhões médios;
- ◆ TMDA de caminhões pesados;
- ◆ TMDA de caminhões articulados.

d) Dimensão qualidade dos elementos rodoviários

Com relação à qualidade dos elementos rodoviários são os seguintes elementos considerados pelo sistema:

- ◆ Sinalização vertical;

- ◆ Sinalização horizontal;
- ◆ Dispositivos de segurança, tais como: defensas, barreiras, elementos antiofiscamento, cercas, guarda-corpos e atenuadores de impacto;
- ◆ Buracos na pista;
- ◆ Irregularidades, trilhas, exsudação e corrugações na capa;
- ◆ Defeitos no acostamento;
- ◆ Limpeza da pista, das sarjetas, bueiros, valetas e faixa de domínio;
- ◆ Roçada e capina;
- ◆ Terraplenagem e drenagem;
- ◆ Sistemas de drenagem.

e) Dimensão materiais e serviços

Os materiais e serviços podem ser classificados como provenientes do pavimento, das atividades de limpeza, de segurança ou outros, conforme se pode ver a seguir:

- ◆ *Materiais e serviços relativos ao reparo de pavimento*
 - Tapa buraco;
 - Remendo profundo;
 - Reperfilagem;
 - Correção de defeitos no acostamento;
 - Correção de defeito junto a OAE;
 - Correção de exsudação ou pista escorregadia;
 - Correção de trilha de rodas;
 - Correção de corrugações.
- ◆ *Materiais e serviços relativos à limpeza*
 - Roçada;
 - Capina;
 - Limpeza de sarjetas;
 - Remoção de objetos ou quaisquer obstáculos da pista e faixa de domínio,
 - Varrição da pista; limpeza de valetas;

- Limpeza de bueiros.
- ◆ *Materiais e serviços relativos à segurança*
 - Recomposição de sinalização vertical;
 - Recomposição de guarda-corpo;
 - Recomposição de defensas;
 - Renovação de sinalização horizontal.
- ◆ *Materiais e serviços relativos a outros eventos*
 - Recomposição de sarjetas;
 - Recomposição de bueiros;
 - Recomposição de aterros;
 - Remoção de barreiras;
 - Execução de bueiros;
 - Execução de sarjetas.

f) *Trecho rodoviário*

A dimensão trecho rodoviário conterá três atributos a serem utilizados em sua identificação, segundo o sistema já utilizado no Sistema Rodoviário Estadual, que são:

- ◆ Código da rodovia;
- ◆ Código do trecho;
- ◆ Código do subtrecho.

Anexo III

Banco de Dados mínimo necessário para construção do Data Warehouse
proposto

O Banco de Dados que deverá estar disponível para utilização do sistema proposto deverá conter:

a) Identificação dos trechos rodoviários segundo o Sistema Rodoviário Estadual

A malha rodoviária sob jurisdição do DER/PR deve estar, por força da lei, contida no Sistema Rodoviário Estadual, sendo alterada anualmente de acordo com as novas inclusões de trechos novos ou transferência de segmentos ou trechos inteiros aos poderes municipais. Esses dados são atualmente disponíveis.

Desta forma toda e qualquer evento, acidente ou qualquer outro fato deve ser referido à malha oficial com sua nomenclatura e quilometragem quando de seu armazenamento ou manipulação. O sistema poderá, entretanto, apresentar dois ou mais trechos acumulando sua quilometragem e seus dados se isto for necessário. Isso pode acontecer já que alguns trechos podem ser conhecidos de maneira um pouco diferente daquela apresentada oficialmente.

b) Identificação do trecho rodoviário

Para identificação de cada trecho rodoviário, definido conforme o estipulado no Sistema Rodoviário Estadual, os seguintes dados se fazem necessários e encontram-se arquivados nos bancos de dados atuais.

- ◆ Sigla da Rodovia;
- ◆ Nome da Rodovia;
- ◆ Quilômetro do início do trecho;
- ◆ Quilômetro do fim do trecho;
- ◆ Extensão;
- ◆ Jurisdição (escritório do DER/PR);
- ◆ De (identificação do local do início do trecho da rodovia);
- ◆ Para (identificação do local do fim do trecho da rodovia);
- ◆ Data de construção;
- ◆ Data da última restauração;
- ◆ Observações gerais (campo descritivo de alguma situação especial).

c) Informações Legais sobre o trecho rodoviário

A área onde estão localizadas as rodovias pertencem ao Estado, adquirida através de um processo de desapropriação amigável ou litigiosa, desencadeado a partir da decretação, pelo governador do Estado, de uma área de utilidade pública. Esse decreto será utilizado em todos os procedimentos necessários para a transferência das propriedades para o patrimônio do Estado. Os dados que comporão o Banco de Dados são:

- ◆ Decreto de utilidade pública;
- ◆ Largura da faixa de domínio.
 - Lado esquerdo do eixo da rodovia;
 - Lado direito do eixo da rodovia.

Atualmente o cadastro mais atualizado encontra-se com os gerentes de desapropriação em cada superintendência, podendo-se apenas com algumas melhorias nos sistemas atuais obter-se um banco de dados centralizado.

d) Informações sobre o projeto do trecho rodoviário

O cadastro técnico de um trecho rodoviário deverá conter dados referentes tanto à geometria da rodovia quanto da solução estrutural adotada, sendo os seguintes dados necessários:

- ◆ Dados geométricos
 - Largura da plataforma de terraplenagem;
 - Largura da faixa de rolamento;
 - Largura do acostamento;
 - Rampa máxima de projeto;
 - Raio mínimo da curva circular;
 - Distância de visibilidade;
 - Velocidade diretriz.
- ◆ Dados estruturais
 - Material do subleito;
 - Material da sub-base;
 - Espessura da sub-base;

- Material da base;
- Espessura da base;
- Material do reforço da capa;
- Espessura da camada de reforço da capa;
- Material da capa;
- Material do acostamento;
- Espessura do material da capa;
- Material utilizado na primeira restauração;
- Espessura da capa utilizada na primeira restauração;
- Material utilizado na segunda restauração;
- Espessura da capa utilizada na segunda restauração;
- Material utilizado na terceira restauração;
- Espessura da capa utilizada na terceira restauração.

Atualmente os bancos de dados com essas informações encontram-se desatualizados e dispersos sendo portanto necessário o recadastramento completo da malha rodoviária.

e) Dados sobre o tráfego rodoviário

Os dados de tráfego previstos para serem armazenados no Banco de Dados do sistema são os elencados a seguir. A coleta de dados sobre o tráfego, apesar de extremamente importante tem sido sistematicamente negligenciada pelo DER/PR. Deve-se investir maciçamente neste objetivo tanto para se obter dados não disponíveis quanto para a manutenção desses dados de forma atualizada.

- ◆ Ano do levantamento do tráfego;
- ◆ Taxa de crescimento anual dos automóveis e utilitários (%);
- ◆ Taxa do crescimento anual dos ônibus (%);
- ◆ Taxa de crescimento anual dos caminhões (%);
- ◆ TMDA de automóveis;
- ◆ TMDA de utilitários;
- ◆ TMDA de ônibus;

- ◆ TMDA de caminhões leves;
- ◆ TMDA de caminhões médios;
- ◆ TMDA de caminhões pesados;
- ◆ TMDA de caminhões articulados.

f) Serviços efetuados no trecho rodoviário

Os dados serão obtidos da apropriação dos serviços executados conforme já é atualmente feito na entrada de dados do sistema SAM, e deverão conter:

- ◆ Local do reparo (quilômetro + metros);
- ◆ Data do reparo;
- ◆ Faixa de tráfego (direita, esquerda, ambas);
- ◆ Tipo de intervenção;
- ◆ Quantidade de material pétreo;
- ◆ Tipo de massa utilizada para recomposição do pavimento;
- ◆ Quantidade de massa utilizada para recomposição do pavimento.

g) Cadastro de Obras de Arte Especiais

Os dados a serem recuperados nas pesquisas ao Sistema de Obras de Arte Especiais, já existentes e operacional no DER/PR são os seguintes:

- ◆ Código da obra;
- ◆ Rodovia;
- ◆ Trecho/subtrecho (de - para);
- ◆ Localização (quilômetro + metro);
- ◆ Obstáculo (rio, rodovia, ferrovia, etc.);
- ◆ Tipo de obra (ponte, viaduto, passagem superior, passagem inferior);
- ◆ Tipo estrutural (placa, vigas contínuas, vigas isostáticas, viga caixão, arco, treliças, estaiada, pênsil, outros);
- ◆ Número de pistas de tráfego;
- ◆ Comprimento total da estrutura;
- ◆ Largura total da estrutura;
- ◆ Largura total das pistas de rolamento;

- ◆ Altura livre;
- ◆ Número de tramos;
- ◆ Rampa;
- ◆ Raio da curva.

O DER/PR possui atualmente um banco de dados onde está disponível dados bastante pormenorizados das Obras de Arte Especiais, devendo contudo certificar-se da atualidade das informações.

De acordo com a necessidade e capacidade de investimento do DER/PR poderá ser incluído ainda um croqui, ou fotografia da obra de arte especial. O problema é que a capacidade dos bancos de dados atuais deverão ter uma ampliação muito grande, a um custo muito alto atualmente. Com certeza num futuro não muito distante isto será possível devido ao barateamento do armazenamento dos dados.

h) Cadastro de interseções

Devido a sua importância, essas obras rodoviárias são consideradas à parte, e o cadastro no sistema proposto prevê os seguintes dados:

- ◆ Código da obra;
- ◆ Localização (quilometro + metro);
- ◆ Interseção com (código da rodovia, ferrovia, rua, outras);
- ◆ Interseção com (código de uma segunda rodovia, ferrovia, rua, outras);
- ◆ Código da Obra de Arte Especial (para cruzar com o cadastro de OAE, se campo em branco então a interseção é em nível);
- ◆ Croqui da interseção.

Não existe atualmente um banco de dados atualizado desses elementos rodoviários, e o que existe não está digitalizado. A maioria das obras mais novas já foi projetada com o uso de softwares CAD como o AutoCAD, o que permite um arquivamento dos projetos de forma bastante otimizada e barata, contudo as obras mais antigas deverão ser digitalizadas o que necessitará de

um incremento substancial na capacidade de armazenamento dos bancos de dados.

i) Pontos negros

Os dados a serem armazenados, com relação à identificação dos pontos negros, são:

- ◆ Código da rodovia;
- ◆ Localização (quilômetro + metro);
- ◆ Natureza dos acidentes mais comuns;
- ◆ Número de acidentes, no ano anterior, no trecho em questão;
- ◆ Número de acidentes, no ano anterior, no ponto negro;
- ◆ Número de acidentes, no presente ano, no trecho em questão;
- ◆ Número de acidentes, no presente ano, no ponto negro.

Embora o DER/PR possua um sistema bastante completo de acompanhamento dos acidentes rodoviários, não existe um esforço adequado à análise e interpretação das informações disponíveis. Seria importante o aumento dos esforços nesta área com o uso do cruzamento dos dados de acidentes com os de tráfego para uma avaliação mais real da situação das rodovias.

j) Estado geral dos elementos da rodovia

Os elementos que o sistema proposto deverá conter são os seguintes:

- ◆ Estado geral do conjunto de elementos do trecho rodoviário;
- ◆ Estado geral da superfície da pista de rolamento inclusive 3^{as} faixas;
- ◆ Estado geral da superfície do acostamento;
- ◆ Estado geral da sinalização horizontal;
- ◆ Estado geral da sinalização vertical;
- ◆ Estado geral da limpeza de canteiros e faixa de domínio;
- ◆ Estado geral das OAE;

- ◆ Estado geral dos elementos de drenagem (incluindo sarjetas, valetas, bueiros, meios-fios e guias, entradas e descidas d'água, caixas coletoras, dissipadores de energia, saída de drenos);
- ◆ Estado geral dos dispositivos de proteção e segurança (incluindo muros de arrimo, defensas, lombada e sonorizadores, meios-fios, banquetas);
- ◆ Existência de ocupação irregular da faixa de domínio.

Existem atualmente coletas dispersas, parciais e não periódicas das condições das rodovias, o que não é de forma alguma útil ao sistema proposto. As coletas de informações atuais são efetuadas exclusivamente quando existe alguma necessidade de conhecimento da situação de algum elemento da malha, principalmente da pista.

Será necessário a identificação da periodicidade das avaliações para cada um dos elementos acima enumerados e sua caracterização de acordo com os conceitos e notas apresentados no Quadro 18.

Anexo IV

Relatórios de saída propostos

Relatórios de saída propostos

São os seguintes os relatórios de saída propostos pelo sistema, para cada uma das seis questões que o sistema pretende atender.

As figuras e informações aqui contidas são meramente ilustrativas, não representando necessariamente a situação dos trechos rodoviários.

1. Qual a situação, segundo os diversos meios de avaliação, para cada trecho rodoviário, por período de tempo?

A razão desses relatórios é apresentar uma visão geral da malha rodoviária através de um relatório gráfico onde os tomadores de decisão tenham informações sobre o estado da rodovia conforme avaliações previamente realizadas nos trechos (ver Figura 10).

No mapa rodoviário estadual serão utilizadas cinco diferentes cores na representação dos trechos, conforme o resultado da avaliação feita seguindo o Quadro 18, representando a situação apresentada pelos trechos conforme os conceitos usualmente empregados em correspondência às notas do SAM.

A fim de manter-se um histórico da situação das rodovias, deverão ser mantidos arquivados os mapas anteriores, bem como o registro das datas das avaliações. Poderá ser previsto a apresentação de animações representando alterações ocorridas na malha dentro de determinados períodos de tempo.

Será mantido um mapa rodoviário, conforme apresentado na Figura 10, a seguir, onde se pode encontrar a situação das rodovias tanto de forma global para toda a malha quanto por escritórios ou superintendências regionais. As atribuições deste gráfico deverão ser ampliadas com a inclusão de novos atributos a serem implementados juntamente com este já previsto e que poderão ser: níveis de volume de tráfego, níveis de volume de acidentes, níveis de gastos com conservação rotineira por quilômetro de rodovia, dentre outras. Como o relatório é gráfico, a escolha das cores deverá ser objeto de um estudo

especial de forma a ser obtido um suficientemente adequado à identificação dos diversos atributos de forma simultânea.

Figura 10: Representação esquemática da situação dos trechos rodoviários, conforme seu estado geral.



De acordo com o Quadro 18 podemos utilizar o padrão gráfico apresentado no Quadro 21 a seguir:

Quadro 21: Padrão de cores utilizado na caracterização da situação dos trechos rodoviários

Nota	Conceito	Cor
5	Excelente	Azul
4	Bom	Verde
3	Regular	Amarelo
2	Ruim	Laranja
1	Péssimo	Vermelho

avaliação poderão ser utilizados, tais como: Viga Benkelman, FWD, Resumo do DNER PRO-8, DNER PRO-128, dentre outros.

A vida útil restante estimada é considerada pela vida útil de projeto. O relatório poderá ser o apresentado no Quadro 23, a seguir:

Quadro 23: Situação de conservação das rodovias sob jurisdição do DER/PR

Trimestre da Avaliação:				Método de Avaliação:			
1º trimestre/2001				Conceitual			
Rodovia	Trecho			Vida útil restante estimada	Nota	Conceito	Observação
	Código	De	Até				
PRT-163	S0190	Rio Iguaçu	Cap. Leonidas Marques	5 anos	3	regular	Previsão de melhorias
PR-182	S0260	Palotina	Maripá	6 anos	4	Bom	Trilha de rodas incipientes
Resumo geral do estado de manutenção das rodovias sob jurisdição do DER/PR							
Excelente	99,9	%	99.999	Km			
Bom	99,9	%	99.999	Km			
Regular	99,9	%	99.999	Km			
Ruim	99,9	%	99.999	Km			
Péssimo	99,9	%	99.999	Km			

4. O que se fez e quanto já se gastou por trecho e por período de tempo?

Este relatório tem a responsabilidade de informar aos tomadores de decisão os custos dependidos pelas intervenções, por período de tempo, permitindo priorizar medidas corretivas, como restauração, por exemplo, àqueles trechos de maior custo de manutenção.

Os relatórios podem ser emitidos pela ordem de custo por quilometro ou por rodovias, utilizando a malha rodoviária na sua integridade ou por superintendências regionais.

Com a relação das principais intervenções executadas no período, e do estado geral dos trechos, tem-se uma melhor noção da situação da rodovia, conforme pode-se constatar no Quadro 24, adiante:

5. Descrição de cada trecho rodoviário com a localização de cada elemento (melhorias ambientais, estrutura, classificação, geometria, elementos, O.A.E., O.A.C., data de construção, reconstrução, pontos negros, etc..)

Estes relatórios não são baseados na tecnologia Data Warehouse já que os bancos de dados tradicionais atendem suficientemente as necessidades dos tomadores de decisão.

Para facilitar a rápida absorção das informações pelos tomadores de decisão, sempre que possível os relatórios serão apresentados sob a forma gráfica como mostrado nas Figuras 11, 12 e 13, a seguir. Contudo faz-se necessário manter-se os arquivos de cadastramento para recuperação de informações mais detalhadas.

No caso específico das interseções será interessante a utilização de diversos *layers* que poderão ser utilizados juntamente com os croquis, de forma a mostrar-se ou não atributos que porventura possam ser importantes, tais como esquemas de fluxo de tráfego e sinalização existente.

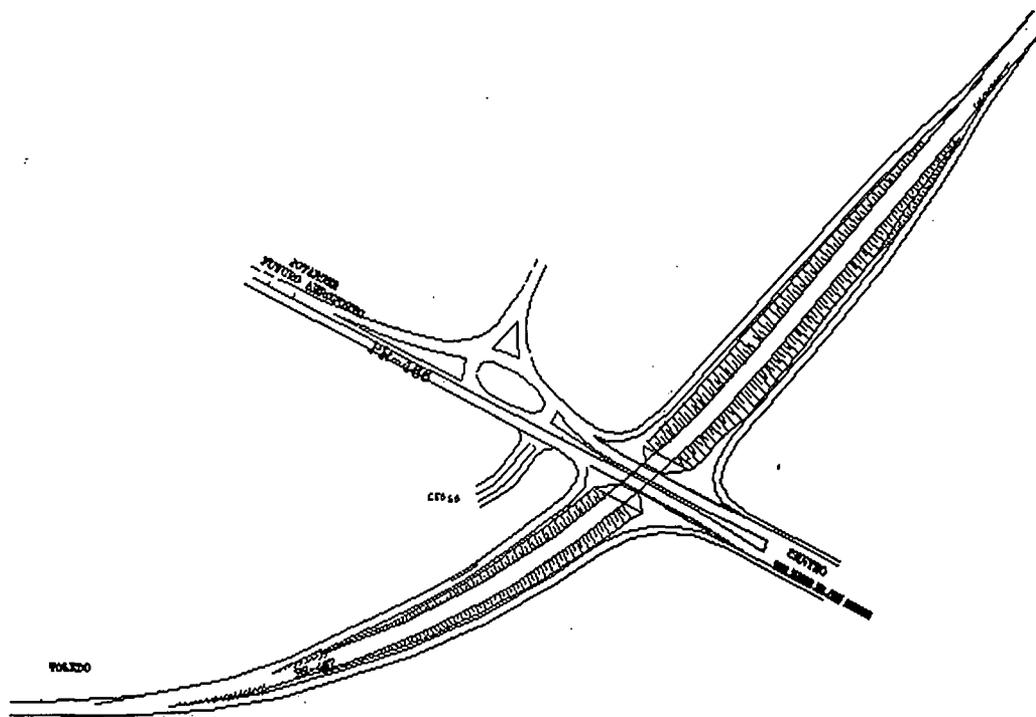


Figura 11: Representação esquemática de um viaduto

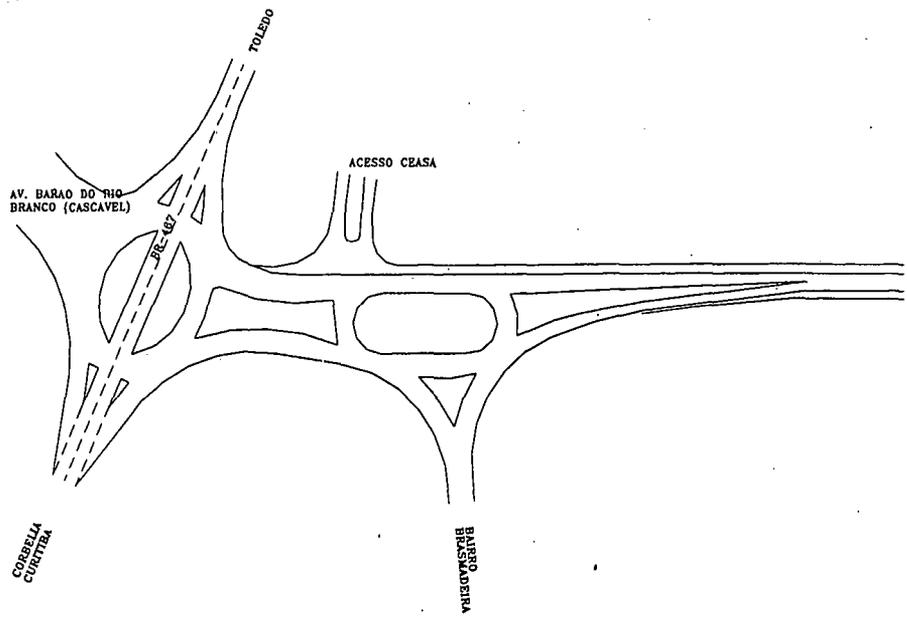


Figura 12: Representação esquemática de uma interseção em nível

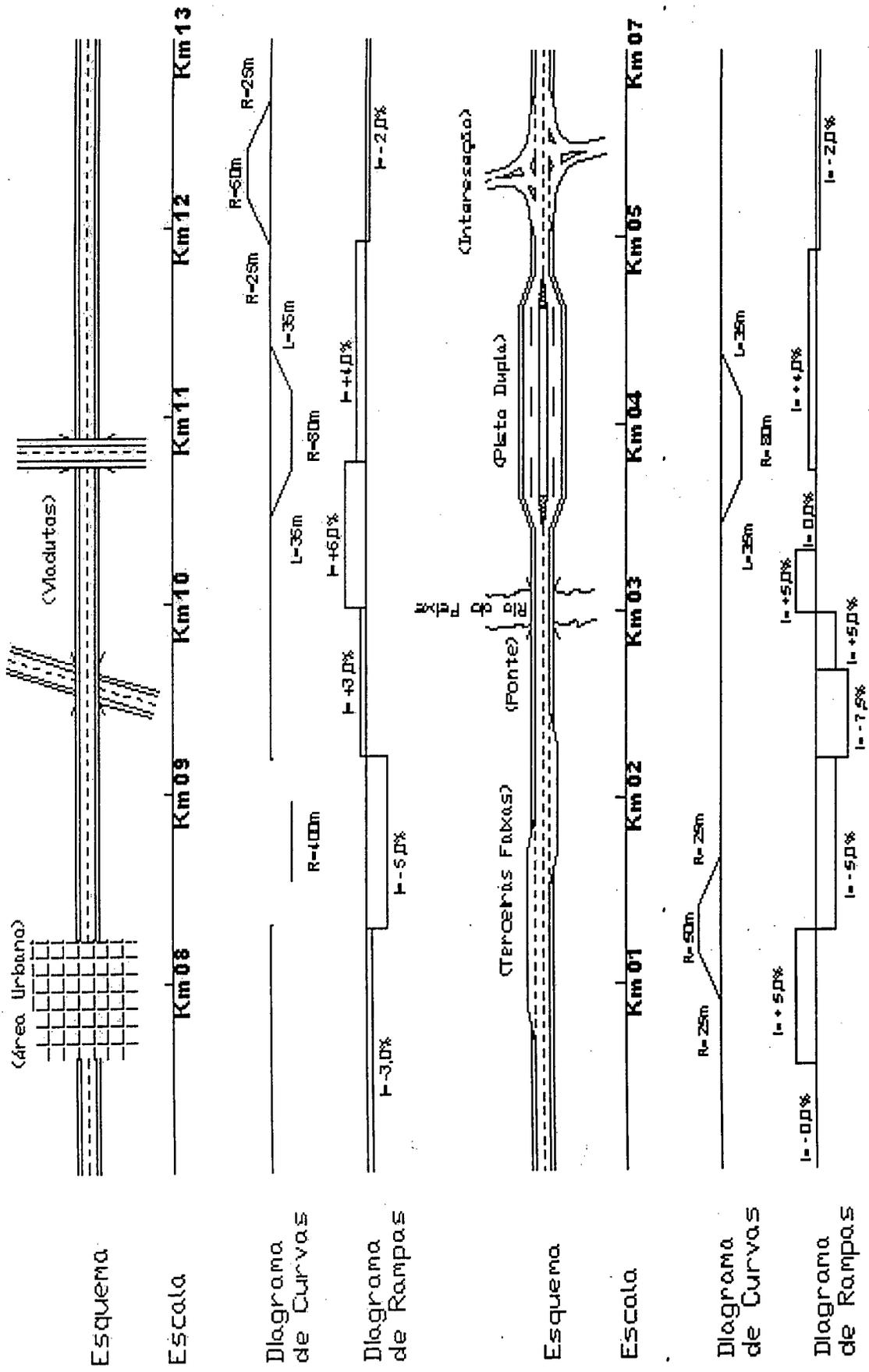


Figura 13: Representação esquemática de um trecho rodoviário com seus principais elementos

6. Qual o consumo mensal de serviços e materiais por trecho e por período?

A razão do relatório que responderá a esta questão é informar aos tomadores de decisão o consumo de materiais e serviços utilizados na manutenção de cada trecho, permitindo identificar seu custo anual e custo por quilômetro. A variação repentina desses custos ou a identificação de valores acima do esperado pode representar trechos que devem ser mais pormenorizadamente estudados a fim de se identificar as causas e as possíveis soluções a serem adotadas.

O relatório poderá se apresentar como vê-se no Quadro 25, sendo que os dados de entrada serão provenientes do SAM.

