



Rio de Janeiro, 12 a 14 de Outubro de 2007

## **GESTÃO DE PONTES: A SITUAÇÃO NA MALHA DE RODOVIAS FEDERAIS**

**Paulo de Tarso Cronemberger Mendes, Doutorando**

Professor da Universidade Federal do Piauí, [paulo.tcm@uol.com.br](mailto:paulo.tcm@uol.com.br)

**Paulo de Mattos Pimenta, PhD**

Professor da Universidade de São Paulo, [ppimenta@usp.br](mailto:ppimenta@usp.br)

**Balthasar Novák, PhD**

Professor da Universidade de Stuttgart, [balthasar.novak@ilek.uni-stuttgart.de](mailto:balthasar.novak@ilek.uni-stuttgart.de)

### **Resumo:**

Um sistema de gestão de pontes é um sistema auxiliar organizacional e de decisão constituído de um conjunto de atividades inter-relacionadas que contempla normas e diretrizes para todas as atividades, uma organização para gerir e realizar essas atividades, um banco de dados geral dessas atividades e um conjunto de ferramentas computacionais para o processamento de um inventário com as informações das condições atuais das pontes. Ele possibilita o desenvolvimento de modelos para determinação e previsão das condições futuras dos seus elementos e componentes em termos de durabilidade, de capacidade de carga e de condições de tráfego.

Em 1982 foi criado o primeiro cadastro informatizado de obras de artes especiais da malha de rodovias federais pelo Departamento Nacional de Estrada de Rodagem - DNER, denominado Sistema Geral de Cadastro Rodoviário - SIGCAR. A última tentativa de implementar um programa sistemático de inspeção de pontes ocorreu com a implantação do Sistema de Gerenciamento de Obras – SGO pelo Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes - DNIT, desenvolvido pelo Consórcio Pontis / Maia Melo, de novembro de 2001 a novembro de 2004. De um total de 4092 pontes cadastradas pelo DNIT, apenas 1210 foram inspecionadas.

Neste trabalho são analisadas as características dessas pontes, os resultados das inspeções realizadas e apresentadas comparações com o sistema SIB-BAUWERKE implantado pela Bundesanstalt für Straßenwesen – BAST, na Alemanha, que possam contribuir para uma melhor definição das medidas a serem tomadas no futuro para preservar esse patrimônio público de cerca de cinco bilhões de reais.

### **Palavras-chave:**

Gestão de Pontes; Pontes de Concreto; Inspeções de Pontes



Rio de Janeiro, 12 a 14 de Outubro de 2007

## 1 Introdução

Os 73.000 Km de rodovias pavimentadas e não pavimentadas da malha de rodovias federais do Brasil, não consideradas as rodovias concessionadas e de Parceria Público-Privada (PPP) nos estados do Rio Grande do Sul, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Bahia, possuem 4092 pontes, segundo cadastro do Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes – DNIT. Elas foram construídas principalmente a partir da década de 40 do século passado, com a consolidação de uma política de financiamento para o setor rodoviário federal através do Decreto-Lei Nº 8463 de 27 de dezembro de 1945 (Lei Jouppert), que reorganizou o Departamento Nacional de Estradas e Rodagens – DNER, criado em 1937, dando-lhe dimensão de autarquia, e criou o Fundo Rodoviário Nacional – FRN, oriundo de recursos do Imposto Único sobre Lubrificantes Líquidos e Gasosos. O FRN foi extinto em 1989.

Ao longo desses anos ocorreram muitas modificações relativas às pontes em termos de volume de tráfego, de capacidade de carga e número de eixos dos veículos, das normas de projeto e construção, dos materiais utilizados e da matriz de financiamento para sua execução, o que torna a gestão desse patrimônio uma tarefa extremamente difícil quando se pretende utilizar critérios menos subjetivos para tomadas de decisão.

Em outubro de 2001 o DNIT contratou com o Consórcio Pontis / Maia Melo, constituído pela Pontis Consultoria e Projetos Ltda, sediada no Rio de Janeiro - RJ, e a Maia Melo Engenharia Ltda, sediada em Recife - PE, os serviços de **Implantação e Operação em Âmbito Nacional do Sistema de Gerenciamento de Pontes – 3ª Fase**, também chamado SGOv3 ou simplesmente SGO, e inspecionou 1210 pontes, correspondentes a 30% do número de pontes até então cadastradas. No momento encontra-se em fase de licitação a inspeção de cerca de 2000 pontes a mais.

Uma parte dos resultados aqui apresentados diz respeito a todo o universo das pontes federais cadastradas e outra parte aos resultados das inspeções realizadas. Da análise desses resultados e da comparação com o sistema alemão SIB-BAUWERKE pretende-se reforçar a necessidade de realização de inspeções sistemáticas e de ensaios para obtenção de dados que possibilitem a confecção de modelos de determinação e previsão das condições futuras dos seus elementos e componentes em termos de durabilidade, de capacidade de carga e de condições de tráfego que possam servir como instrumentos de gestão desse valioso patrimônio.

Os dados analisados foram obtidos no DNIT, em Brasília, diretamente ou através da Superintendência Regional do DNIT em Teresina - PI.

## 2 O Sistema de Gerenciamento de Pontes - SGO

O SGO é uma aplicação cliente-servidor baseada em banco de dados relacional, com possibilidade de cadastrar as características das pontes (geométricas, funcionais, custos) e os resultados das inspeções realizadas (condições de estabilidade, condições de funcionamento) necessárias ao estabelecimento de prioridades para recuperação, manutenção e melhoramento das obras. Ele facilita a realização de consultas (dados, vídeos, fotos e desenhos esquemáticos), controla os serviços a executar e os já executados e apresenta relatórios com a situação do estoque de pontes.



Rio de Janeiro, 12 a 14 de Outubro de 2007

Para o estabelecimento das condições de estabilidade ficou definida uma nota técnica a ser atribuída a cada elemento componente da ponte, variando de 1 (elemento, com função estrutural, que esteja em estado crítico) a 5 (elemento em excelente estado). A nota técnica para a ponte como um todo corresponde à nota mais baixa atribuída aos seus elementos.

Por razões diversas, o sistema ainda não funciona conforme o previsto uma vez que as Superintendências Regionais do DNIT não têm acesso ao sistema para consulta e atualização dos dados e as inspeções, que deveriam ser sistemáticas, não vêm sendo realizadas.

### **3 A situação existente - geral**

A distribuição dos 2,67 milhões de m<sup>2</sup> das áreas de tabuleiro das pontes das rodovias federais brasileiras construídas ao longo do tempo de acordo com a figura 1, evidencia os períodos de maior e menor investimento nesse setor, bem como destaca um valor significativo, 18% da área total, correspondentes a 839 pontes, para as quais o ano de construção é desconhecido (ou simplesmente não foi informado). A figura 2 apresenta a distribuição do número de pontes por ano de construção.

Na figura 3 são apresentadas as áreas de tabuleiro das pontes por faixas de idade, destacando-se que 2249 dessas pontes, correspondentes a 44% da área total de tabuleiro, têm idades superiores a 40 anos (1410) ou têm idades desconhecidas (839).

As pontes sob jurisdição federal possuem extensão total de 253.342 m, distribuída por faixas de extensão conforme a figura 4, destacando-se as 2699 pontes com extensão igual ou inferior a 50 m, correspondentes a 66 % do número de pontes e somente a 28% da área total de tabuleiro. A figura 5 apresenta a distribuição das pontes por faixas de largura, das quais 3251 (79%) podem ser consideradas estreitas em relação ao padrão em vigor a partir de 1985, cuja largura total é de 12,40m.

A distribuição das pontes de acordo com o sistema estrutural é apresentada na figura 6, onde se constata que predominam as 3146 pontes em viga de concreto armado (seção T, I ou em caixão celular) e as 535 pontes para as quais o sistema estrutural não foi informado, correspondentes a 90% do número total de pontes (82% da área total de tabuleiro).

Do total de pontes cadastradas, 642 foram projetadas com trem-tipo de 240 kN (correspondentes a 16% do número de pontes e a 10% da área de tabuleiro) e 1670 delas se desconhece qual o seu trem-tipo de projeto (correspondentes a 41% do número de pontes e a 39% da área total de tabuleiro), conforme apresentado na figura 7.

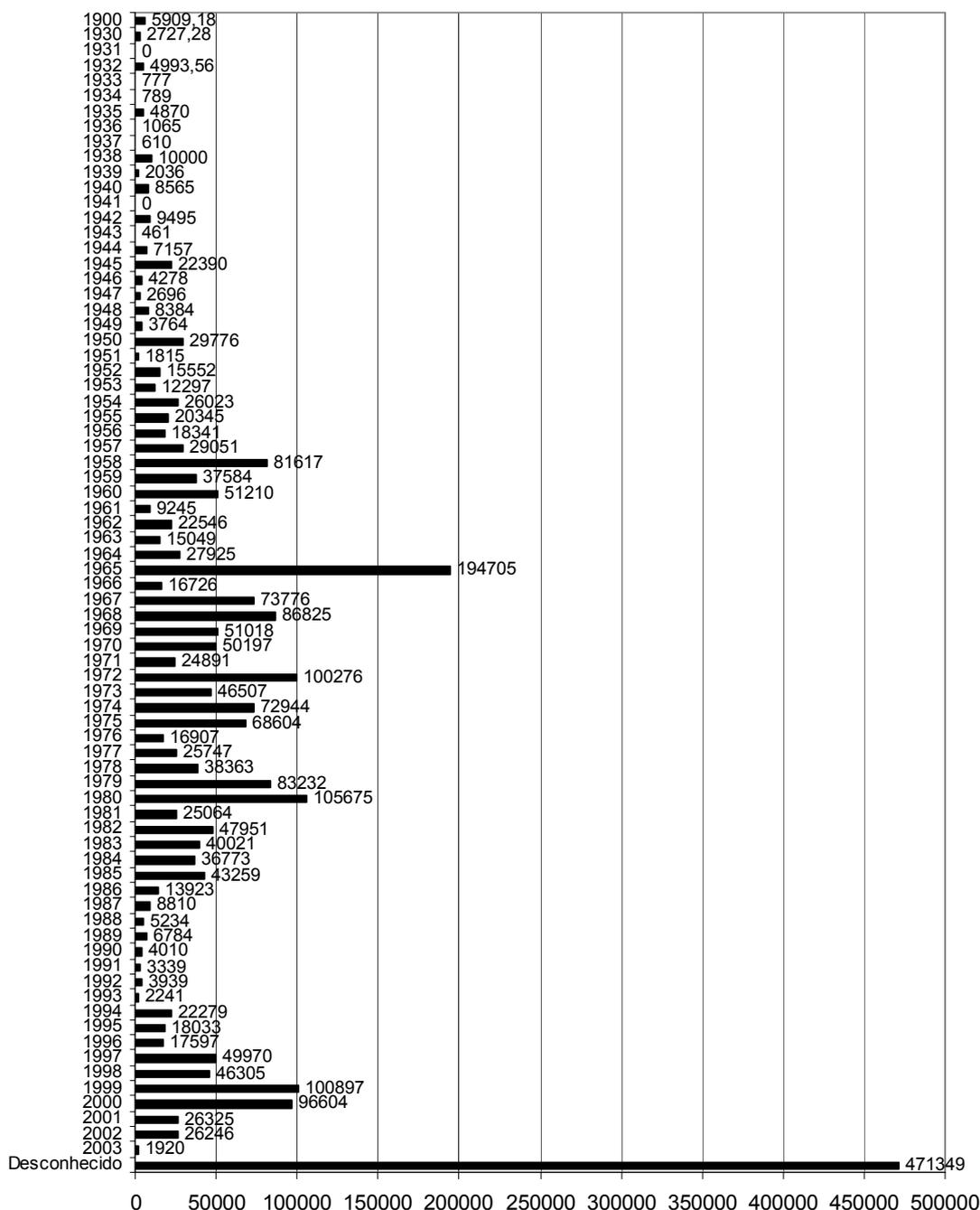
### **4 A situação existente - pontes incluídas no SGO**

As inspeções realizadas em 1210 pontes, das 4092 cadastradas, acrescentam mais informações a respeito de suas características, o que contribui para uma melhor avaliação da situação real em que elas se encontram. Para alguns dados foram acrescentadas pontes que não constaram do SGO e para as quais existiam informações a respeito.

A distribuição da área de tabuleiro das pontes construídas por Superintendência Regional do DNIT, segundo a figura 8, destaca os estados de Minas Gerais, Rio Grande do Sul e Santa Catarina com maior área construída e apresenta as áreas de tabuleiro das 137 pontes consideradas PROBLEMÁTICAS, para as quais postergar sua recuperação pode leva-la a um estado crítico, e das 386 pontes consideradas PARA OBSERVAÇÃO, para as

quais é possível postergar sua recuperação, devendo ser colocada em observação sistemática para acompanhamento da evolução dos problemas. Juntas correspondem a 44% das pontes inspecionadas.

### ÁREAS DE TABULEIRO POR ANO DE CONSTRUÇÃO (m<sup>2</sup>)



**Figura 1 – Distribuição das áreas de tabuleiro das pontes por ano de construção.**



# II CONGRESSO BRASILEIRO DE PONTES E ESTRUTURAS

Associação Brasileira de Pontes e Estruturas



Rio de Janeiro, 12 a 14 de Outubro de 2007

## NÚMERO DE PONTES POR ANO DE CONSTRUÇÃO

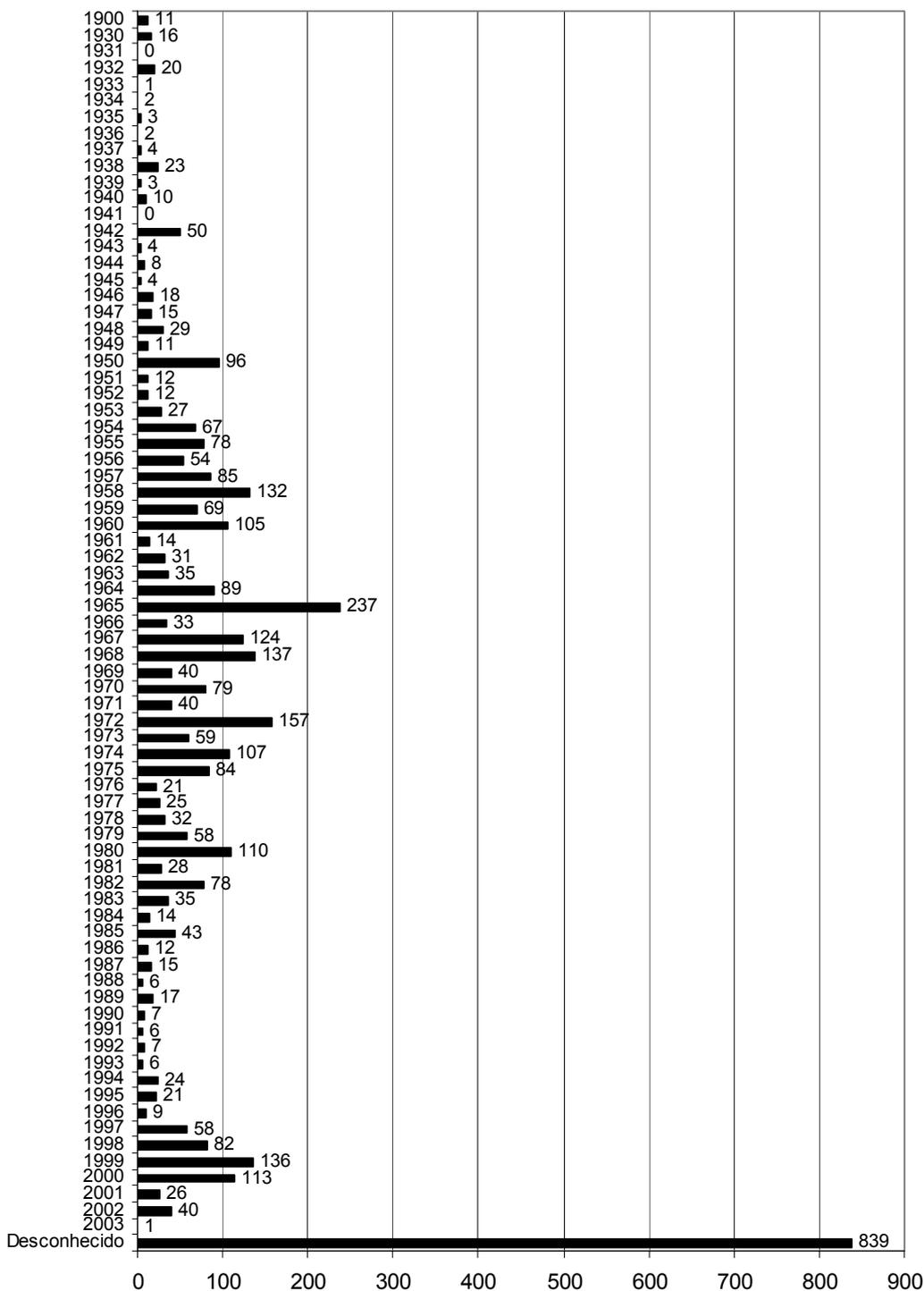


Figura 2 – Distribuição do número de pontes por ano de construção.



## ÁREAS DE TABULEIRO POR FAIXAS DE IDADE (m<sup>2</sup>)

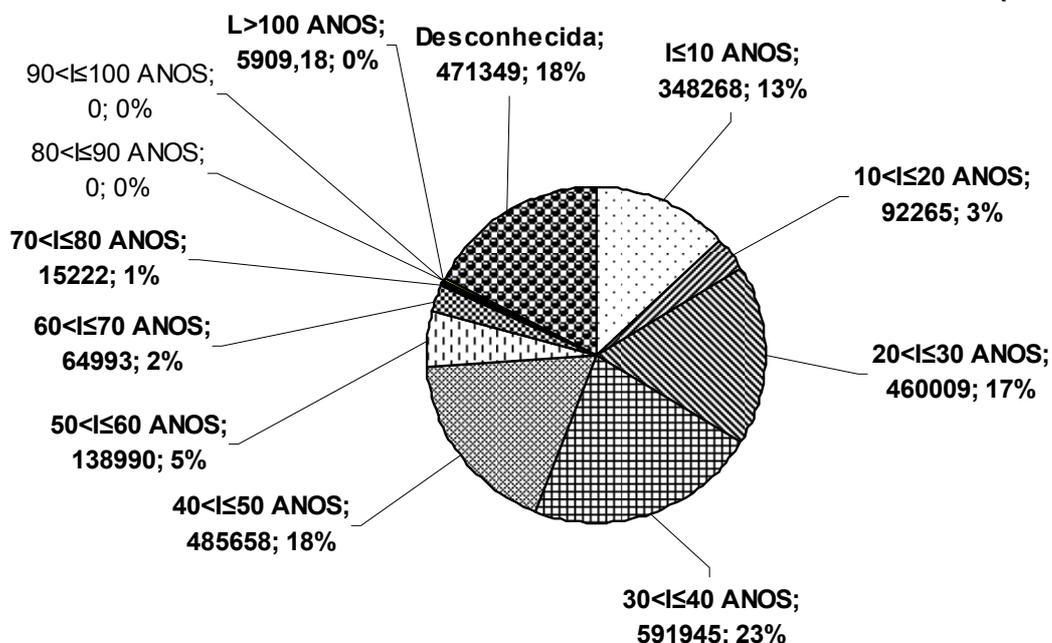


Figura 3 – Distribuição das áreas de tabuleiro das pontes por faixas de idade.

## FAIXAS DE EXTENSÃO DAS PONTES

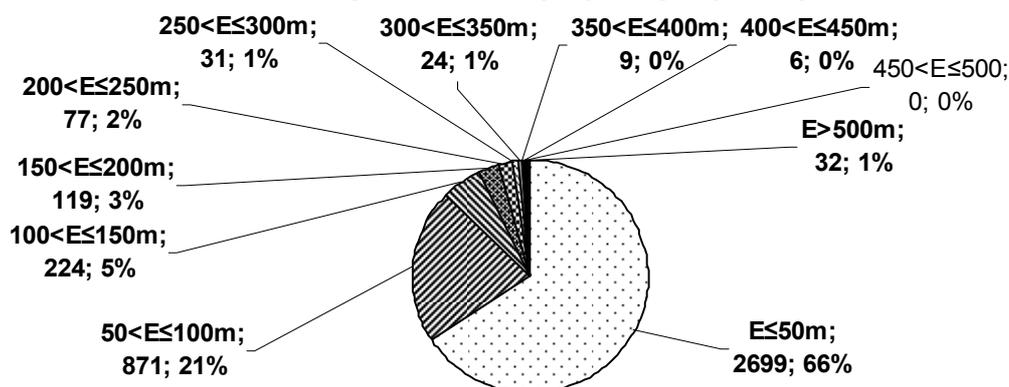


Figura 4 – Distribuição das pontes por faixas de extensão.



# II CONGRESSO BRASILEIRO DE PONTES E ESTRUTURAS

Associação Brasileira de Pontes e Estruturas



Rio de Janeiro, 12 a 14 de Outubro de 2007

## FAIXAS DE LARGURA DAS PONTES

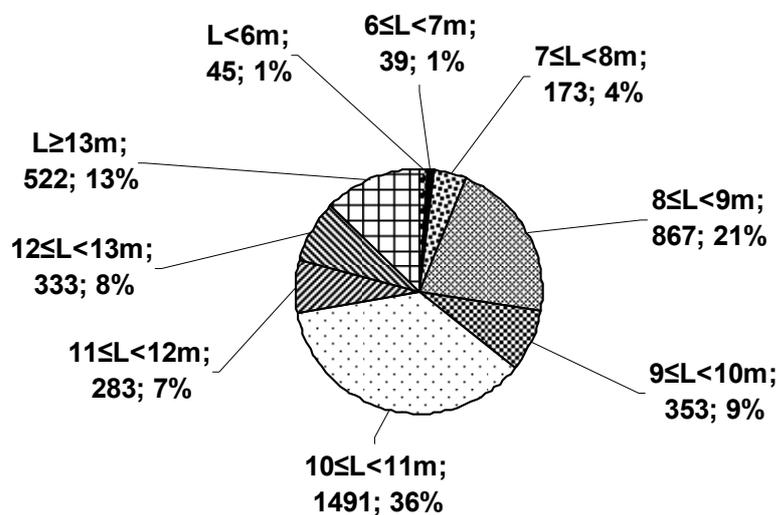


Figura 5 – Distribuição das pontes por faixas de largura.

## SISTEMA ESTRUTURAL

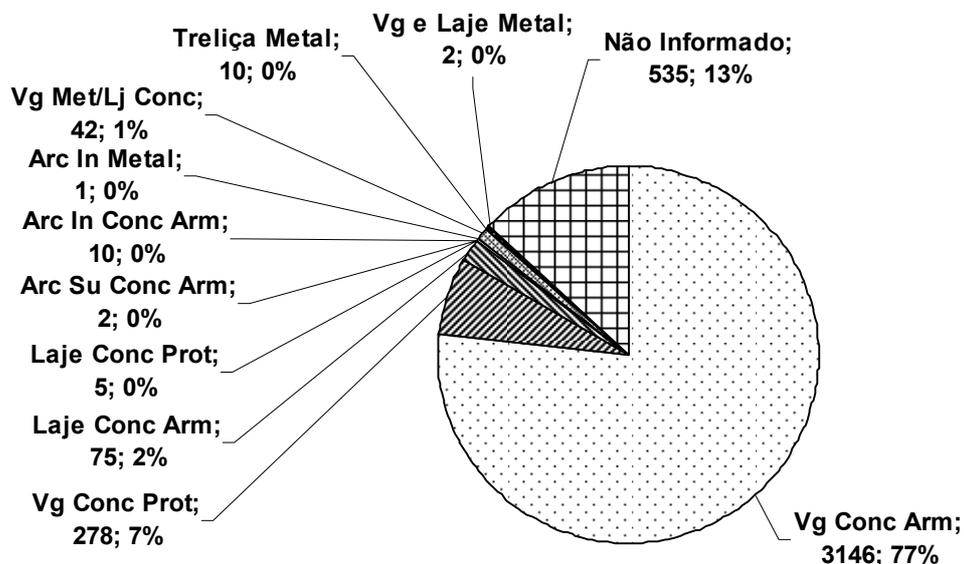


Figura 6 – Distribuição das pontes por sistema estrutural.



## TREM-TIPO DE PROJETO

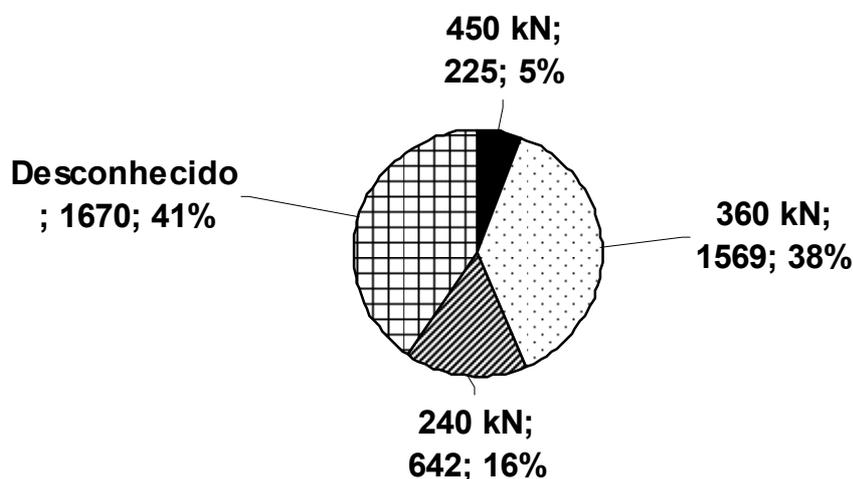


Figura 7 – Distribuição das pontes por trem-tipo de projeto.

A distribuição das pontes por número de vãos, com ou sem balanços, é apresentada na figura 9, com destaque para as 621 pontes de único vão, correspondentes a 50% do número de pontes e a apenas 6% da área de tabuleiro total das pontes incluídas no SGO.

A distribuição das pontes em função do vão máximo é apresentada na figura 10. Observa-se que 84% das pontes inspecionadas possuem vãos iguais ou inferiores a 30,00m.

Para as 621 pontes inspecionadas de vão único, as distribuições por faixa de comprimento do vão são apresentadas nas figuras 11 e 12 para vãos sem balanço (304) e com balanço (238), respectivamente. No conjunto das pontes com e sem balanços de único vão, 87% delas possuem comprimento de vão igual ou inferior a 30,00m.

As pontes foram avaliadas segundo suas condições de estabilidade em BOA, com notas de 3 a 5, para as quais não há danos ou há danos que não geram insuficiência estrutural, em SOFRÍVEL, com nota 2, para as quais há danos que geram insuficiência estrutural ainda sem risco de colapso, e PRECÁRIA, com nota 1, para as quais há danos que provocam insuficiência estrutural com risco de colapso. Os resultados constam da figura 13.

As pontes também foram avaliadas segundo suas condições de conservação em BOA / REGULAR, SOFRÍVEL e PRECÁRIA. Os resultados são apresentados na figura 14.

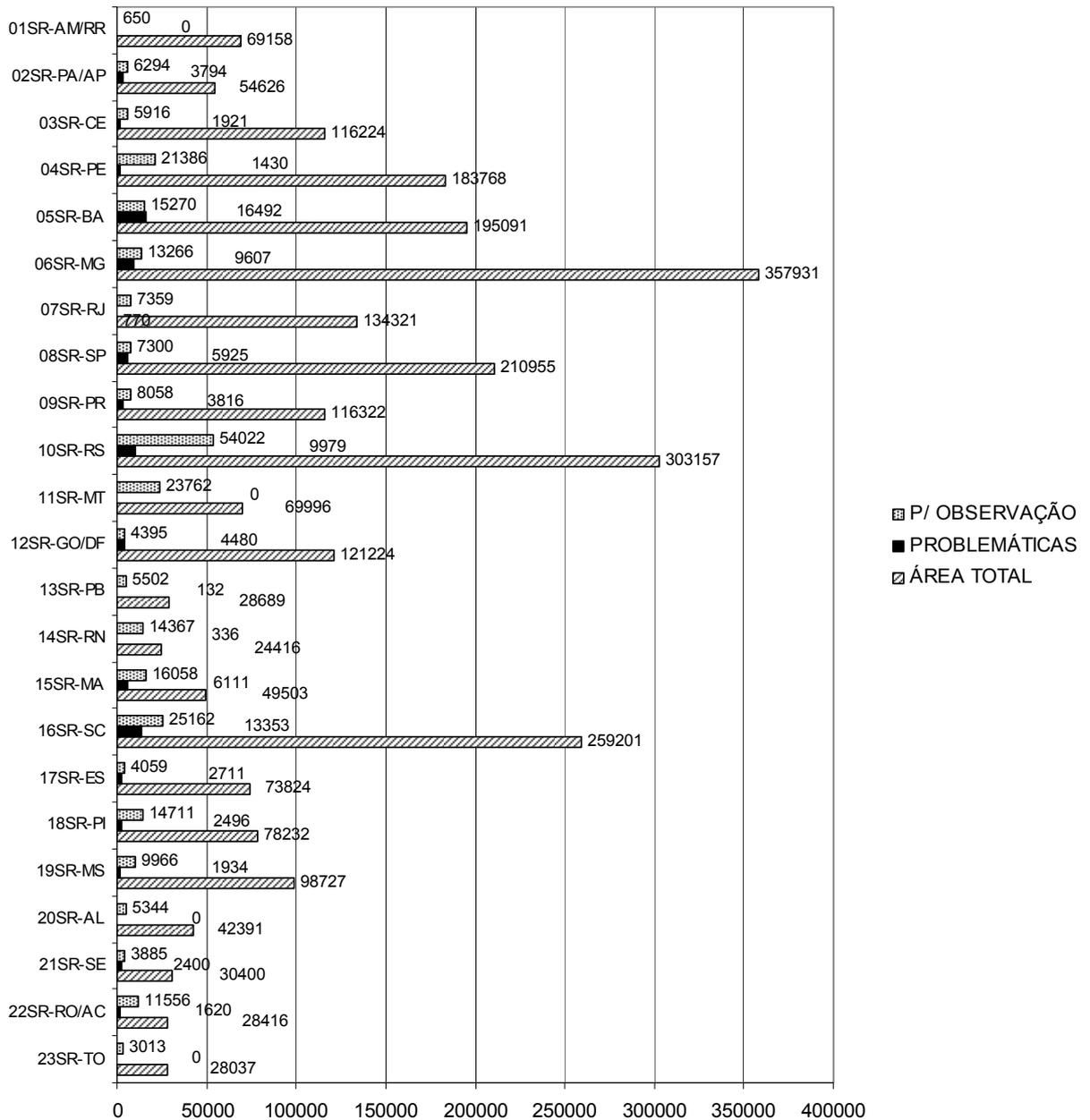
Para ressaltar o elevado grau de subjetividade dessas avaliações, as figuras 15 e 16 apresentam os resultados das avaliações realizadas no mesmo ano de 2001 pelo DNIT-PI (julho) e pela Reconcret Recuperação e Construção Ltda (setembro) e no ano de 2003 pelo Consórcio Pontis / Maia Melo (novembro) com base nos mesmos critérios, em oito pontes da BR-316 / PI. No intervalo de setembro de 2001 a novembro de 2003 somente duas dessas pontes sofreram intervenções, uma de alargamento e a outra de recuperação.

As informações contidas na Ficha de Dados Cadastrais e na Ficha de Inspeção Rotineira do SGO, embora forneçam um panorama geral das características das pontes e de sua situação através da descrição de problemas existentes, de fotos e desenhos esquemáticos,

Rio de Janeiro, 12 a 14 de Outubro de 2007

não contribuem para uma análise mais detalhada das estruturas, uma vez que não dispõem de informações mais específicas (tipo de concreto, tipo de aço, ensaios realizados durante a construção ou ao longo da vida da obra).

### ÁREA DE TABULEIRO POR SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DO DNIT - OBRAS PROBLEMÁTICAS - OBRAS PARA OBSERVAÇÃO



**Figura 8 – Distribuição das áreas de tabuleiro das pontes por SR-DNIT.**



# II CONGRESSO BRASILEIRO DE PONTES E ESTRUTURAS

Associação Brasileira de Pontes e Estruturas



Rio de Janeiro, 12 a 14 de Outubro de 2007

## NÚMERO DE VÃOS DAS PONTES (COM E SEM BALANÇOS) - SGO

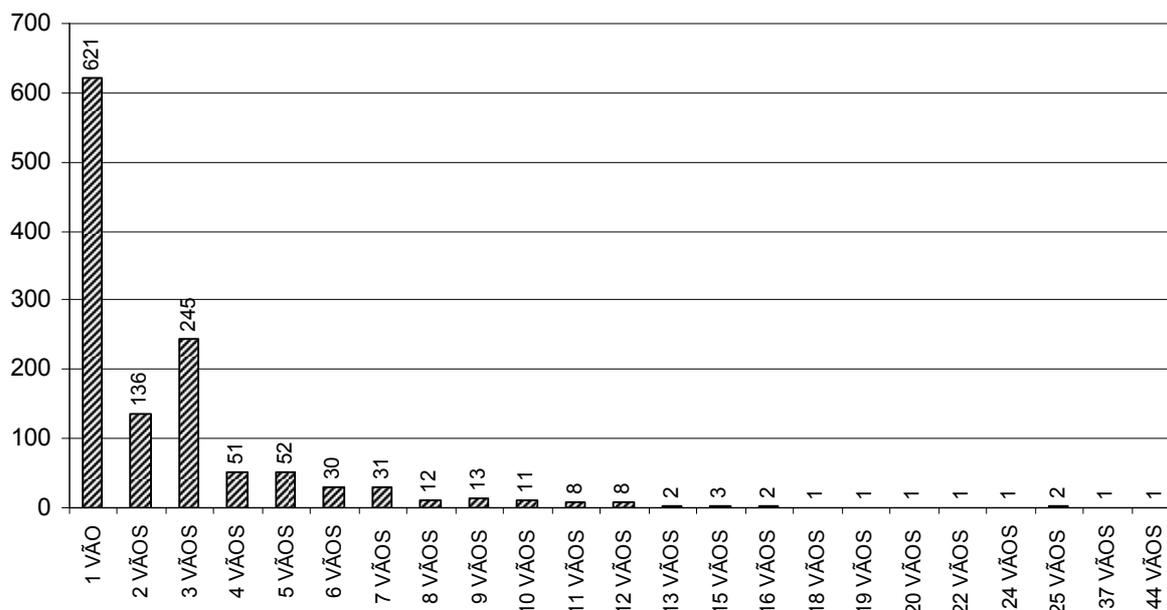


Figura 9 – Distribuição das pontes por número de vãos

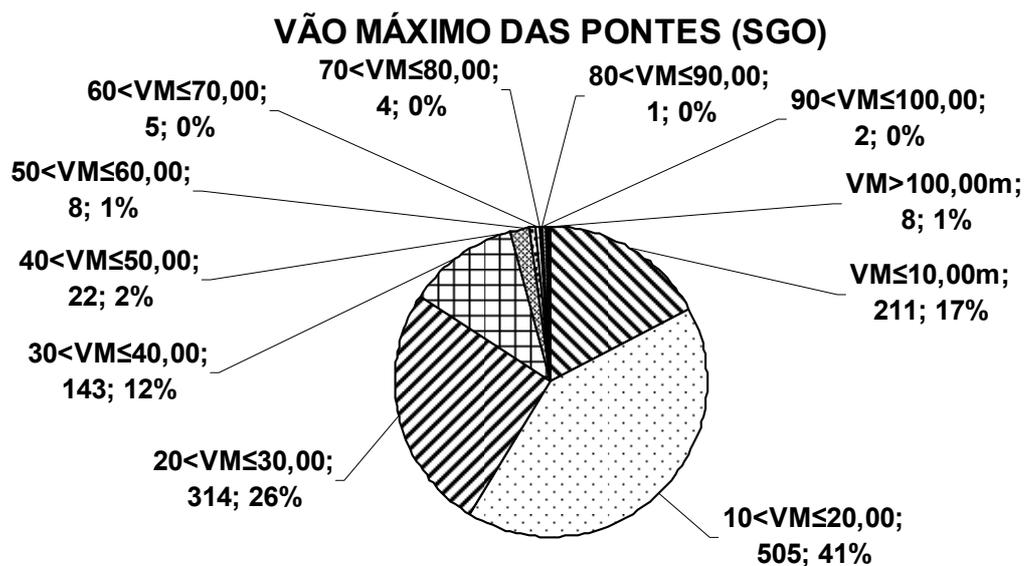


Figura 10 – Distribuição das pontes por vão máximo.



## PONTES DE 1 VÃO - DISTRIBUIÇÃO DOS COMPRIMENTOS

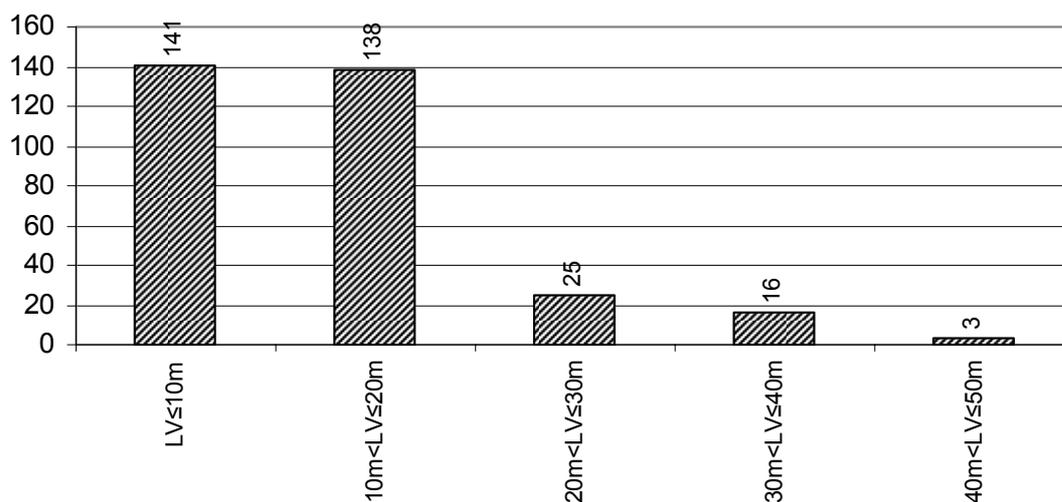


Figura 11 – Distribuição das pontes de vão único sem balanço por faixas de comprimento do vão

## PONTES DE 1 VÃO + 2 BALANÇOS - COMPRIMENTOS DOS VÃOS

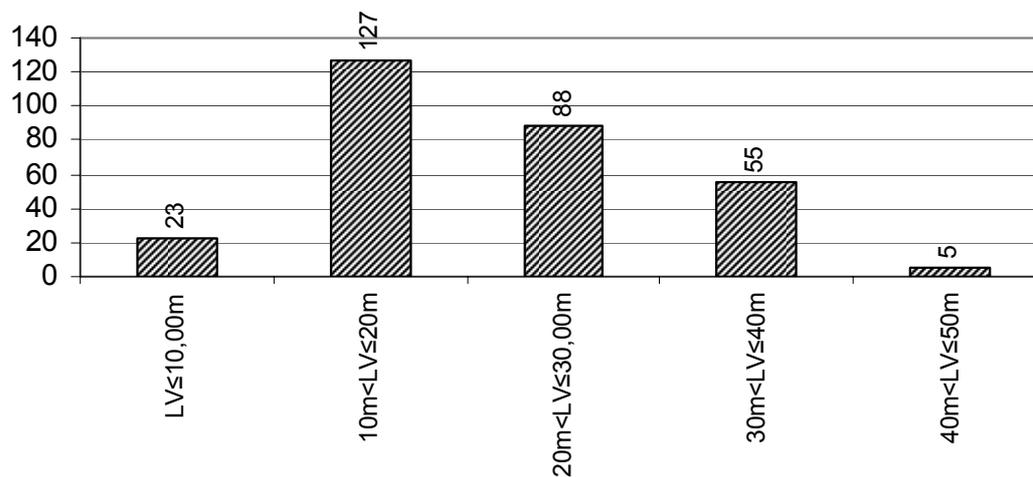


Figura 12 – Distribuição das pontes de vão único com dois balanços por faixas de comprimento do vão



## CONDIÇÕES DE ESTABILIDADE

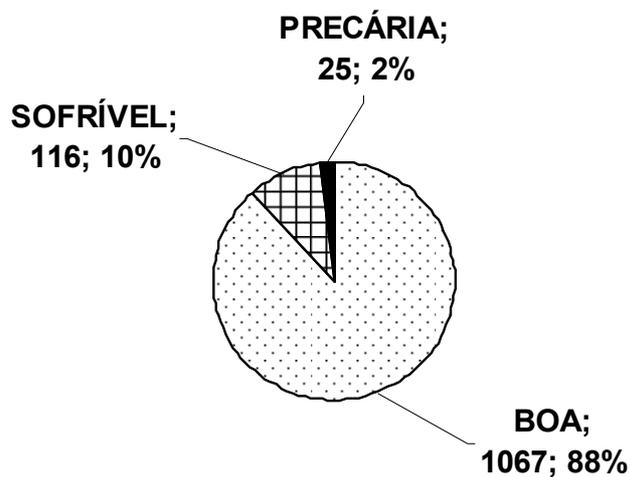


Figura 13 – Distribuição das pontes por condição de estabilidade

## CONDIÇÕES DE CONSERVAÇÃO

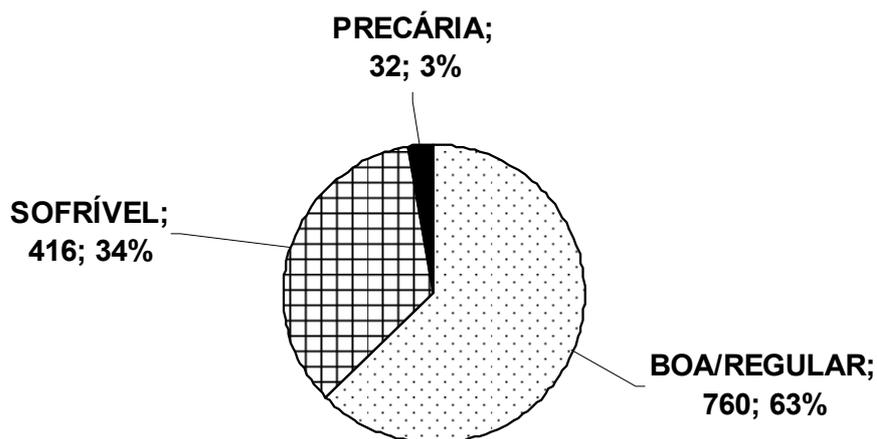
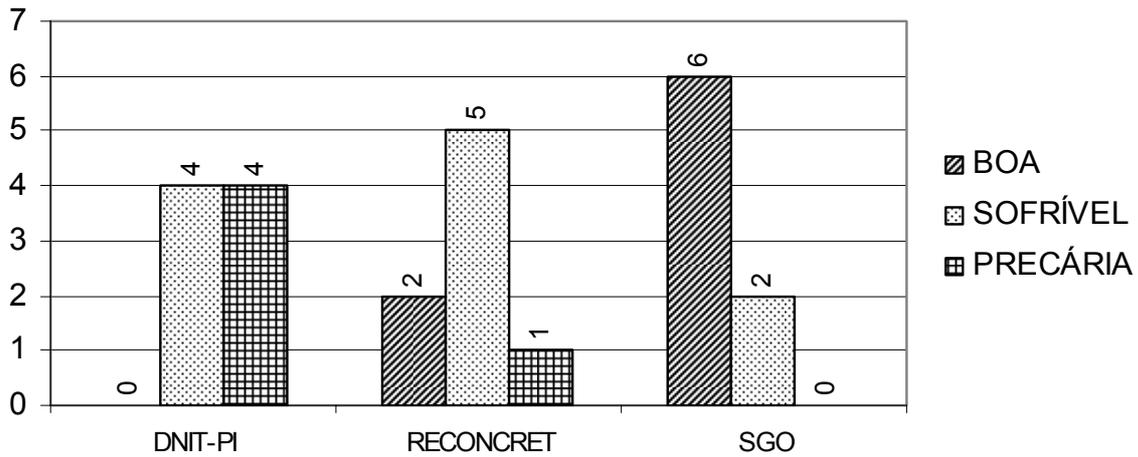


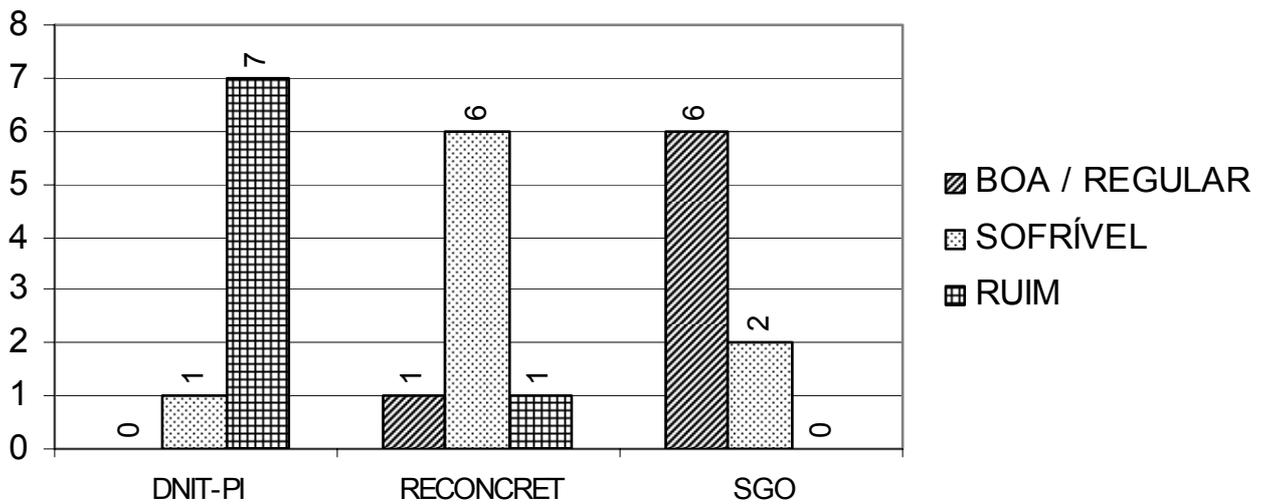
Figura 14 – Distribuição das pontes por condição de conservação

**CONDIÇÕES DE ESTABILIDADE -  
 COMPARAÇÃO DNIT / RECONCRET / SGO**



**Figura 15 – Comparação das condições de estabilidade por DNIT-PI / RECONCRET / SGO**

**CONDIÇÕES DE CONSERVAÇÃO -  
 COMPARAÇÃO DNIT / RECONCRET / SGO**



**Figura 16 – Comparação das condições de conservação por DNIT-PI / RECONCRET / SGO**



Rio de Janeiro, 12 a 14 de Outubro de 2007

## 5 O sistema SIB – BAUWERKE

A malha de rodovias federais da Alemanha dispõe de 35.272 pontes (1998) com área total de tabuleiro de 24,79 milhões de m<sup>2</sup>. A gestão dessas pontes é feita pela Bundesanstalt für Straßenwesen – BAST através do sistema SIB-BAUWERKE, software de inspeção, registro e avaliação dos dados, com base nos resultados das inspeções realizadas de acordo com várias versões da DIN 1076, desde 1930.

O que chama a atenção no SIB-BAUWERKE é o nível de detalhamento e a qualidade das informações, bem como o cumprimento do programa de inspeções, o que possibilita, além de constatar a situação das pontes para tomadas de decisão, avaliar as causas dos possíveis problemas de modo a contribuir na escolha de materiais, sistemas e detalhes construtivos e dos fabricantes de equipamentos de futuras obras, e elaborar modelos para determinação e previsão das condições futuras dos seus elementos e componentes em termos de durabilidade, de capacidade de carga e de condições de tráfego.

A caracterização do nível de deterioração dos elementos estruturais das pontes é feita através de uma matriz que contempla três diferentes aspectos: Segurança Estrutural (S), Segurança de Tráfego (V) e Durabilidade (D). A faixa de notas técnicas de S, V e D para cada elemento estrutural varia de 0 (elemento estrutural em condição muito boa) a 4 (elemento estrutural em condição muito ruim). A nota técnica do elemento estrutural depende das notas atribuídas a S, V e D e também varia de 0 a 4. Os elementos estruturais com nota igual ou inferior a 1,7 são considerados com qualidade estrutural muito boa. De 1,7 a 3,4 as deteriorações têm de ser consideradas no planejamento financeiro e devem ser feitos prognósticos com relação ao desenvolvimento das deteriorações de modo que a estratégia de manutenção a ser adotada seja a mais eficaz. Se a nota atingir 3,5 as autoridades responsáveis precisam recuperar o elemento estrutural imediatamente.

## 6 Conclusões

Com a análise dos dados disponibilizados pelo DNIT, referentes às pontes da malha de rodovias federais brasileiras, podem ser feitas as seguintes considerações:

- Os dados coletados nas fichas de cadastro e de inspeção das pontes não oferecem condições para outro tipo de avaliação que não sejam as meramente subjetivas;
- Avaliações subjetivas dão margem a uma dispersão significativa dos resultados, dependendo do nível de conhecimento e da experiência dos avaliadores;
- O número elevado de pontes para as quais não se conhece a idade (839), não se conhece o trem-tipo de projeto (1670) e não se conhecem as características de resistência dos materiais estruturais (praticamente todas) justificam a necessidade de realização de ensaios que subsidiem a elaboração de modelos para uma avaliação menos subjetiva das condições de estabilidade das pontes;
- O aumento significativo da frequência das cargas por eixo, devido ao aumento do volume de tráfego ao longo do tempo, foi multiplicado várias vezes em razão do aumento do número de eixos por veículo, o que contribui para acelerar processos de deterioração das estruturas das pontes. Nesse particular, a simples inspeção visual pode não ser a forma mais adequada para avaliar a estabilidade e a durabilidade dessas estruturas;
- É de fundamental importância que o cadastro das pontes seja alimentado com mais informações sobre as mesmas, e de forma mais detalhada, para que o acompanhamento do



Rio de Janeiro, 12 a 14 de Outubro de 2007

seu comportamento ao longo do tempo possa identificar de forma mais precisa indícios de situações indesejáveis nos aspectos de segurança estrutural, segurança de tráfego e de durabilidade;

- É necessário enfatizar quanto à importância das inspeções para acompanhar o comportamento, garantir a integridade e reduzir custos de manutenção, recuperação e substituição do estoque de pontes.

## 7 Referências Bibliográficas

DIN 1076. Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wegen, Überwachung und Prüfung. Beuth Verlag. Berlin, 1999.

EESC / USP. Análise das Conseqüências do Tráfego de Combinações de Veículos de Cargas sobre as Obras de Arte Especiais da Rede Viária do DER-SP. Relatório Técnico, 2001.

Novák, B. Strategies for Bridge Maintenance in the Bridge Management System for the German Highway Network. Institute for Lightweight Structures Conceptual and Structural Design. University of Stuttgart.

Pontis / Maia Melo. Sistema de Gerenciamento de Pontes – SGO v3. Manual de Inspeções Rotineiras de Pontes Rodoviárias, 2004.

SGO v3 – DNIT. Pontis / Maia Melo, 2004.

SIB-BAUWERKE Erfassungsprogramm v 1.73 MSDE, 2006.