

CRITÉRIOS DE LOCALIZA O E CENÁRIOS DE IMPLANTA O DE POSTOS FIXOS DE PESAGEM DE CARGAS RODOVIÁRIAS NO ESTADO DO CEARÁ

João Alencar Oliveira Júnior

Jorge Barbosa Soares

Carlos Felipe Grangeiro Loureiro

Vanildo Mendes de Medeiros

Departamento de Engenharia de Transportes - DET
Universidade Federal do Ceará - UFC

RESUMO

Este trabalho apresenta o resultado de um estudo de pesagem de veículos de carga realizado pela equipe do DET/UFC para o Governo do Estado do Ceará. No estudo foi desenvolvida uma metodologia de localiza o, hierarquiza o e implanta o de postos de pesagem de cargas rodoviárias. São apresentados resultados das pesagens no Estado, bem como as premissas da metodologia desenvolvida. São ainda discutidas diferentes alternativas com cenários que consistem de um conjunto de postos de pesagem, sendo fornecidos os indicadores econ micos de cada cen rio.

ABSTRACT

This paper presents the results of a study on heavy vehicle weighing carried on by the Department of Transportation Engineering/UFC for the Ceará State Government. The study included the development of a methodology for locating, classifying and implementing weighing stations in roadways. It is presented the truck load data as well as the basis of the methodology developed. It is also discussed different alternatives with schemes consisting of groups of weighing stations. Economic indicators for the schemes analyzed are also presented.

1. INTRODU O

Em 1994, o Departamento de Edifica es, Rodovias e Transportes - DERT iniciou a atividade de pesagem por eixo e Peso Bruto Total (PBT) dos ve culos de carga no estado a fim de coibir o tráfego de veículos com excesso de carga. Pouco tempo depois, o DERT e a Universidade Federal do Ceará – UFC, através do seu Departamento de Engenharia de Transportes – DET, assinaram um convênio para a realiza o do *Estudo de Controle de Pesagem de Veículos de Carga no Estado do Ceará* (ASTEFA, 1994). O referido estudo possuía como objetivo, dentre outros, identificar pontos de localiza o de postos de pesagem fixos e móveis, de forma a se obter uma cobertura espacial de todo o estado do Ceará. Recentemente foi realizado um novo estudo de *Pesagem em Veículos de Carga no Estado do Ceará* (ASTEFA, 2001), desta vez com o objetivo de propor uma sistematiza o do controle de carga nas rodovias estaduais e federais do Ceará, através de um conjunto de postos permanentes de pesagem. Parte dos resultados deste estudo está consubstanciado nesta comunica o.

O estudo abrangeu todo o território (148.016 km²) do Estado do Ceará, para o controle de carga rodoviária numa malha pavimentada de pouco mais de 7.000 km, sendo 64% de rodovias estaduais e 29% de rodovias federais. Analisou-se a realidade local e o estado-da-arte da tecnologia dos equipamentos e da prática de pesagem de veículos de carga no Brasil e no exterior (DNER, 1980; DERSA, 1983; CTRE, 1997; Bushman e Pratt, 1998; Kamyab, 1998).

Entre as limita es do estudo podem ser destacadas: a) falta de dados de contagem de tráfego e de pesagem em todos os trechos onde poderão ser localizados postos de pesagem; b) falta de dados de pesagem nas rodovias federais; c) os ônibus, caminhões com carga líquida e os reboques 2C2 e 2C3 não são pesados, acarretando distor es no cálculo do número N; d) a

amostra de veículos pesados pelo DERT não   selecionada aleatoriamente, o que pode causar distor es no cálculo do número N e no estudo de viabilidade; e) o estudo, na forma original, previa a separa o dos postos de pesagem nas categorias permanente, semi-permanente e móvel e a participa o da Secretaria da Fazenda do Estado do Ceará (SEFAZ) e do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER). Por orienta o posterior do DERT, o estudo desconsiderou a implanta o de posto fixo de pesagem e a possibilidade de participa o do DNER e da SEFAZ. Esta orienta o impôs mudanças na metodologia que tiveram de ser contornadas durante a realiza o do estudo.

A limita o de assumir os dados de pesagem referentes a rodovias estaduais como sendo válidos para rodovias federais deveu-se ao fato de não se encontrarem disponíveis dados coletados de forma sistemática em rodovias federais no Ceará. Em duas ocasiões estes dados foram levantados em opera es piloto na BR-222, sendo uma no estudo ora discutido e outra realizada em janeiro de 1995. Os levantamentos apontaram valores de excesso superiores aos valores médios das rodovias estaduais. Assumir valores de excesso inferiores, referentes   rodovias estaduais, torna a recomenda o de implanta o de postos nas rodovias federais menos provável. No caso da análise realizada, a recomenda o da implanta o de postos nas rodovias federais deve ser vista como uma situa o bastante crítica, dado que os excessos podem ser ainda maiores do que os assumidos.

2. CLASSIFICA O DOS TRECHOS CANDIDATOS

Levantaram-se dados compreendendo a identifica o da malha rodoviária estadual, dos projetos estaduais de investimentos, recupera o e tabula o dos dados de pesagem do DERT nos anos de 1997 a 2000 (mais de 19.000 observa es de pesagens válidas) e volume de tráfego das rodovias. Em seguida, foram pré-selecionados 78 trechos de rodovias candidatos   monitora o de pesagem a partir de uma lista preliminar fornecida pelo DERT. Estes trechos foram visitados em campo com vistas   micro-localiza o do posto. Nestas visitas, foram levantados dados relativos   identifica o e posi o geográfica do SRE (Segmento Rodoviário Estadual), relevo da faixa de domínio, proximidade de infra-estrutura, rotas de fuga, entre outros.

Os trechos selecionados foram hierarquizados com base na solicita o de tráfego traduzida pelo número N correspondente. Com base neste indicador, os 78 trechos foram categorizados em um dos seguintes três tipos de situa o, a partir daqui denominadas Classes dos postos de pesagem:

- a) **Classe I:** trechos com $N \geq 1 \times 10^7$, onde seria impositiva a constru o da infra-estrutura física para controle efetivo das cargas, com um total de 10 postos, com VMD médio de 672 caminhões/dia. O controle da pesagem contempla uma combina o de tecnologias, ou seja, um Sensor Piezoelétrico (SP), com 6 sensores, para a fun o de monitoramento, controle de fuga da pr -pesagem e para a própria pr -pesagem, e uma balança *Bending Plate* (BP) na pesagem fiscalizatória;
- b) **Classe II:** trechos com $5 \times 10^6 \leq N < 1 \times 10^7$, onde não seria adotada a pr -pesagem, mas somente pesagem fiscalizatória usando uma balança BP, além da pesagem de monitoramento na via e/ou controle de fuga da pesagem fiscalizatória, através de um SP (com 4 sensores), totalizando 19 postos, com VMD médio de 244 caminhões/dia;

- c) Classe III: trechos com número $N < 5 \times 10^6$. Em princípio, postos pertencentes a esta Classe seriam de monitoramento e não de autua o. Em alguns casos especiais, poderia se adotar uma infra-estrutura para comportar a opera o com balança móvel de precisão (BMP), com 49 postos nesta categoria, sendo o VMD médio de 103 caminhões/dia. Além da BMP será utilizado um SP (com 4 sensores) para a fun o de monitoramento e que também poderá ser usado para controle de fuga da pesagem quando o posto estiver em opera o.

Os limites do valor do número N na classifica o acima foram selecionados com base nas recomenda es de dimensionamento de pavimentos flexíveis do DNER, usando os limites usados como parâmetros para mudança do tipo de revestimento asfáltico a ser adotado (DNER, 1996). Na determina o de N, o FV foi determinado a partir da frota comercial e levando em conta as seguintes hipóteses:

- Um percentual de veículos carregados de 70%. Optou-se pela segurança ao adotar um percentual um pouco acima dos valores encontrados em estudos anteriores realizados no estado;
- Os fatores de equivalência de carga (FEC) do *United States Corps of Engineers (USACE)* fornecidos em DNER (1998);
- Os pesos por eixo tomados de acordo com a “Lei da Balança” (+ tolerância de 5% por eixo). A Lei no. 7408/85 permite até 7,5% de excesso sobre os pesos por eixo máximos e 5% sobre o peso bruto total do veículo, ou seja, todos eixos não podem ter excesso de 7,5% simultaneamente. Os valores dos pesos legais (com a tolerância) foram ainda inflados, com base nos dados de pesagem de DERT.

3. DADOS DE PESAGEM EXISTENTES

Para obter-se um número N correspondente   realidade das cargas dos veículos locais, incorporou-se os excessos de carga por eixo medidos em campo na determina o do FV. Para tornar isto possível, resgataram-se os dados de pesagem do DERT de 1997 até a presente data, que estavam na forma de formulários que não permitiam o cálculo automatizado de parâmetros como, por exemplo, a média de sobrecarga por conjunto de eixo e por classe de veículo. A Tabela 1 mostra o total absoluto e os respectivos percentuais de veículos pesados por classe considerando a base de dados de pesagem disponível no DERT.

Tabela 1: Total de veículos pesados pelo DERT desde 1997

Classes de Veículos	2C	3C	2S2	2S3	3S2	3S3	2C2	Total
Veículos pesados	6.360	12.936	426	2.063	1	143	1	21.930
Percentuais, %	29,0	59,0	1,9	9,5	0,0	0,6	0,0	100,0

Com base nos valores médios do “percentual de excesso por conjunto de eixo (PCi)” obtidos dos dados de pesagem em campo, foi calculado o FV para cada SRE considerado neste estudo. Isto significa que os valores de peso/eixo de acordo com a Lei da Balança foram inflados em fun o do excesso encontrado em campo (Soares *et al.*, 2001). Isto foi realizado para cada um dos conjuntos de eixo para cada classe de veículo.

Considerando-se os trechos investigados obteve-se os seguintes percentuais de excesso para os diferentes conjuntos de eixo: a) Eixo dianteiro: PC1 = 31,0%; b) Segundo conjunto de eixos: PC2 = 8,2%; c) Terceiro conjunto de eixos: PC3 = 3,8% e d) Quarto conjunto de eixos:

PC4 = 0,3%. Levando em conta todos os conjuntos de eixos e ponderando por suas frequências nos diversos SRE's investigados chega-se a um excesso de carga médio de 17,3%. Dadas às limita es do atual sistema de pesagem do DERT, que possibilita que alguns veículos não sejam pesados, estes valores podem ser ainda maiores. As duas amostragens de dados referentes às rodovias federais apontaram excessos médios da ordem de 11%.

Na maioria dos trechos, 4% a 12% dos veículos pesados possuem excesso de carga. Para este conjunto de SRE's, a média dos veículos carregados que trafegam com excesso ponderada pelo VMD de cada trecho   de 7,8%. Acredita-se que estes valores devem ser maiores dadas as limita es do atual sistema de pesagem de cargas em opera o no estado. No caso das rodovias federais, os dados disponíveis apontam cerca de 50% dos veículos trafegando com excesso, portanto, bastante superior   média estadual. Vale ainda lembrar que durante a opera o piloto na BR-222, observou-se uma quantidade significativa de caminhões parados a montante do posto, aguardando o fim da opera o piloto.

Em resumo, de acordo com os dados de pesagem do DERT, 7,8% dos veículos pesados têm sobrecarga, e esta sobrecarga   de aproximadamente 17,3% nestes veículos com excesso. Note que são dois percentuais de excesso diferentes. Enquanto o primeiro se refere   quantidade de veículos com excesso, o segundo refere-se ao excesso de carga nestes veículos com excesso. A combina o destes excessos considerando todos os SRE's estudados representa um incremento médio de aproximadamente 15% no número N. O incremento no N tem um efeito no tempo de serviço dos pavimentos, pois estes estão sendo solicitados por um número maior de repeti es de carga. Os dados apontam para uma redu o m dia na vida útil dos pavimentos superior a 1 ano para o incremento de repeti es de carga observado.

4. CENÁRIOS DE IMPLANTA O DOS POSTOS DE PESAGEM

No estudo de pesagem de 1994 (ASTEFA, 1994) foi recomendada a implanta o de postos de pesagem nas fronteiras da Região Metropolitana de Fortaleza – RMF e interestaduais do estado do Ceará. Estes fluxos respondiam por cerca de 78% de toda a carga rodoviária que saía da RMF ou entrava no estado, ou seja, um percentual bastante representativo. Os demais 22% seriam, numa segunda etapa, controlados pelas balanças móveis de precisão – BMP's (Oliveira Jr. e Lima, 1994). Esta recomenda o obedecia aos parâmetros desenvolvidos para a ocasião e que ainda permanecem válidos. Ou seja, o controle das fronteiras e das cargas geradas pelas cidades p los (Pólos Geradores de Carga - PGC's). A implanta o deste estudo também pressupunha a coopera o entre o Governo do Estado do Ceará e a União, através do DERT e do DNER.

A não efetiva o do convênio DERT/DNER levou a revisão dos parâmetros do estudo de pesagem de 1994, através da cria o de seis cenários, dos quais dois (Cenários I e II) guardam rela o com o referido estudo. Os cenários implicam numa estratégia de implanta o dos postos de pesagem que incorpora a questão institucional (Convênio DERT/DNER), mas também, busca delinear uma rede de postos que seja viável economicamente. Consideram-se os custos de implanta o, manuten o e opera o, que são confrontados com os benefícios gerados pelo controle da malha rodoviária federal e estadual, operando institucionalmente de forma consorciada ou independente. São computados como benefícios do controle de peso aqueles decorrentes da redu o do custo operacional dos veículos e do aumento da vida útil do pavimento. Na análise de cada cenário e de cada posto, foram usados os seguintes métodos de compara o de alternativas: a) Valor líquido atual (VLA); b) Taxa interna de retorno (TIR)

e c) Relaa o Benefício/custo (B/C). Um detalhamento da metodologia de análise de viabilidade   encontrado em Soares *et al.* (2001).

A implanta o de um sistema de controle de pesagem apenas nas rodovias estaduais poderá criar duas rea o es distintas no comportamento dos caminhoneiros que hoje trafegam pelas rodovias federais, em virtude da tendência de desgaste acentuado destas. A primeira pode ser a migra o destes para a malha estadual, que estaria em melhores condi o es de trafegabilidade devido ao controle da sobrecarga. Entretanto, este controle também pode inibir os caminhoneiros que ainda persistirão em trafegar com sobrecarga. Desta forma teríamos a segunda op o o, que seria persistir em rodar nas rodovias federais contribuindo para o agravamento da deteriora o do pavimento e do aumento do custo operacional dos veículos de carga e de passageiros ( nibus e automóvel). Este aumento   um tributo indireto que o poder público impõe aos usuários sempre que não garante as condi o es normais de tráfego (nível de serviço) de uma infra-estrutura de transportes, em particular das rodovias.

Devido   deficiência de dados de tráfego e da inexistência de dados de pesagem nas rodovias federais, não se p de ser mais enfático quanto a esta questão por se desconhecer a magnitude real do excesso de carga na malha federal. Esta limita o do estudo não invalida a recomenda o de prioridade de controle da malha federal, pois pelo contrário, se trabalha com valores menores do que o problema real e mesmo assim, estes se mostraram prioritários quanto   necessidade de controle. Dado ao histórico de dificuldades administrativas entre a jurisdi o  federal e a estadual, foram desenvolvidos cenários que buscaram incorporar estas hipóteses de não implanta o dos postos na malha federal. *A priori* sabe-se que estas hipóteses não são as melhores para o estado do Ceará.

Os cenários considerados no presente estudo são os seguintes:

- a) **Cenário I:** implanta o dos postos de pesagem nas fronteiras metropolitanas e interestaduais. Objetiva atender a primeira premissa do estudo de pesagem de 1994, com a implanta o de postos o mais próximo da gera o da carga. Pois, o controle deve ser feito quando o veículo adentra o estado do Ceará, bem como, quando sai da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), o principal pólo gerador de carga – PGC do estado. Proporciona o melhor controle de caminhões no estado uma vez que as rodovias federais constituem as portas de entrada e saída do Estado e da RMF. Foram contempladas algumas rodovias estaduais, bem como aquelas liga o es criadas posteriormente a 1994, o que implica numa maior quantidade de postos em rela o o ao estudo anterior. Totaliza a implanta o de 20 postos de pesagem sendo 7 da Classe I, 8 da Classe II e 5 da Classe III com infra-estrutura. Um total de 8 destes postos são da malha sob jurisdi o  federal. A distância média de controle da rede de postos de pesagem   da ordem 167 Km.
- b) **Cenário II:** implanta o dos postos de pesagem nas fronteiras metropolitanas e interestaduais. Seria o Cenário I, acrescido do controle de Pólos Geradores de Carga – PGC’s. Este complementa a primeira premissa do estudo de 1994, a implanta o dos postos nas suas fronteiras, acrescido dos postos de controle do fluxo interno do estado que não intercepta as referidas fronteiras. Este fluxo corresponde a 22% dos veículos de carga. Comporta a implanta o de 46 postos de pesagem, sendo 9 da Classe I, 13 da Classe II, 18 da Classe III com infra-estrutura e 6 da Classe III sem infra-estrutura. A distância média de controle da rede de pesagem   da ordem 121 Km.

- c) **Cenário III:** implanta o dos postos de pesagem nas fronteiras metropolitanas e interestaduais sob jurisdi o do DERT. Nos trechos sob jurisdi o do DNER, assume-se a implanta o de postos Classe III sem infra-estrutura. Contempla a hipótese do DNER não aceitar a implanta o dos postos de pesagem nas rodovias federais e o DERT implementar somente os postos nas fronteiras sob a sua jurisdi o. Seria o Cenário I menos os postos localizados em rodovias federais. Nestas, recomenda-se o uso de equipamentos piezoelétricos (sensores SP). Seria o Cenário de nenhum controle das rodovias federais com a tendência de migra o do fluxo de caminhões para as rodovias estaduais que também estariam sem controle. Embora indesejável, trata-se de uma situa o provável. Totalizando 20 postos de pesagem, sendo 2 da Classe I, 5 da Classe II, 5 da Classe III com infra-estrutura. e 8 da Classe III sem infra-estrutura. Oito destes postos são implantados na malha sob jurisdi o federal. A distância média de controle da rede de postos de pesagem   da ordem 126 Km.
- d) **Cenário IV:** implanta o dos postos de pesagem nas fronteiras metropolitanas e interestaduais sob jurisdi o do DERT, mais postos na malha estadual que bloqueiam o fluxo saindo das rodovias federais. Trata-se do Cenário III corrigido, uma vez que a migra o do fluxo de caminhões para as rodovias estaduais seria controlada. Embora não seja o ideal devido   falta de controle das rodovias federais seria aquele que permite um maior controle da malha rodoviária do DERT Com um total de 43 postos de pesagem, composto por 4 da Classe I, 11 da Classe II, 17 da Classe III com infra-estrutura e 11 da Classe III sem infra-estrutura. Nenhum tipo de posto de pesagem seria implantado em rodovias federais. A distância média de controle da rede de postos de pesagem   da ordem 98 km.
- e) **Cenário V:** implanta o dos postos de pesagem em toda a malha sob jurisdi o do DERT e controle dos Pólos Geradores de Carga – PGC’s. Seria o Cenário IV com a inclusão dos PGC’s. Também não seria o ideal devido a falta de controle das rodovias federais, mas permitiria o controle total da malha rodoviária do DERT, sendo combatido o excesso de carga que migraria das rodovias federais e as cargas geradas internamente no estado. Totalizando 56 postos de pesagem, sendo 6 da Classe I, 13 da Classe II, 23 da Classe III com infra-estrutura e 14 da Classe III sem infra-estrutura. A distância média de controle da rede de postos de pesagem   da ordem 88 km.
- f) **Cenário VI:** implanta o dos postos de pesagem em toda a malha sob jurisdi o do DERT e DNER. Seria o Cenário V acrescido do controle de fronteiras do Cenário I. Seria o controle total da malha estadual e federal com superposi o funcional desnecessária de postos, pois uma vez controlada a saída da RMF e a entrada no estado do Ceará, seria desnecessário o bloqueio da migra o de carga da rodovia federal para a rodovia estadual. Neste caso recairia no Cenário II. Totalizando 64 postos de pesagem, sendo 11 da Classe I, 16 da Classe II, 23 da Classe III com infra-estrutura e 14 da Classe III sem infra-estrutura. A distância média de controle da rede de postos de pesagem   da ordem 115km.

A distância média da abrangência de controle de cada posto foi obtida de acordo com as seguintes premissas: (i) Distância ao posto de pesagem mais próximo, não considerando os postos de Classe III sem infra-estrutura; (ii) Distância entre o posto de pesagem e o pólo gerador de carga (PGC) mais próximo; (iii) Na inexistência de outro posto de pesagem e de

PGC's, foi considerada a distância até a última cidade existente na rodovia, uma vez que as cidades não possuem importância econ mica. Foi então calculada a média de quilometragem que o posto estaria controlando. A partir desta m dia, foi obtida a média de controle dos postos dentro de cada cenário. Portanto, o chamado raio de abrangência de um posto   fun o da quilometragem total protegida por este posto e da quantidade de postos do cenário no qual este está inserido. Desta forma, o posto muda sua quilometragem média de controle de acordo com o cenário.

Os resultados referentes aos seis cenários são apresentados de forma resumida na Tabela 2, com os respectivos indicadores econ micos. Dentre os cenários viáveis (I, II e VI), o Cenário I   o que apresenta os melhores resultados, maior TIR, VLA e B/C.

Tabela 2: Resumo da análise de viabilidade dos cenários investigados

Cenário	Custo (R\$)	Benefício (R\$)	VLA	TIR	B/C	Viabilidade
I	44.916.700	84.998.116	40.081.416	55,51%	1,89	Viável
II	76.918.391	108.797.312	31.878.921	33,05%	1,41	Viável
III	23.372.723	21.205.308	-2.167.415	6,48%	0,91	Inviável
IV	55.232.168	50.569.245	-4.662.923	7,06%	0,92	Inviável
V	71.812.298	58.151.381	-13.660.917	-	0,81	Inviável
VI	94.073.323	124.508.668	30.435.344	28,64%	1,32	Viável

5. CONSIDERA OES FINAIS

A metodologia adotada para verifica o das cargas (magnitude e volume) em cada SRE permite constantes atualiza oes a partir de dados de pesagem e contagem de tráfego.   possível ainda variar a taxa anual de crescimento de tráfego compatível com cada SRE, bem como usar qualquer outro período de projeto. Portanto, tem-se como produto do estudo uma poderosa ferramenta que permite a determina o do FV, e do número N correspondente, a partir de dados coletados em campo, principalmente das pesagens, pois serão obtidos VMD, pesos por eixo e PBT. As informaçoes permitem hierarquizar a prioridade de implanta o de um posto de pesagem.

A montagem dos cenários permite realizar simula oes tanto no que diz respeito   mudança funcional do posto (tipo de Classe), bem como a inclusão de novos postos. Estas mudanças possibilitaram a análise da viabilidade individual de cada posto e do conjunto de postos que constituem cada cenário, sendo uma importante ferramenta de planejamento para o órgão gestor. Os resultados obtidos no estudo apontaram a importância do controle das rodovias federais, sendo os cenários com melhores indicadores econ micos aqueles que incluem o controle das mesmas. Ressalta-se que o estudo discutido ainda se encontra sujeito às sugest oes do DERT, sendo passível de altera oes tanto em rela o   tipologia dos postos, como   redefini o dos cenários.

Agradecimentos

Os autores agradecem a toda a equipe envolvida no projeto "Pesagem de Veículos de Carga no Estado do Ceará (DERT/ASTEF/UFC)", sem a qual o estudo que originou este trabalho não teria sido realizado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASTEUF (1994) Estudo de controle de pesagem em veículos de carga no Estado do Ceará, Convênio DERT/ASTEUF/UFC, Relatório Técnico, Junho, 1994
- ASTEUF (2001) Pesagem de veículos de carga no Estado do Ceará, Relatório Final, Convênio DERT/ASTEUF/UFC, Fevereiro, 2001
- Brasil (1997), “Código de Trânsito Brasileiro - CTB”, Lei no 9.503, de 23 de setembro de 1997, Brasília, DF
- Bushman, R e Pratt, A.J. (1998) Weigh in motion technology – Economics and performance. NATMEC, Charlotte, North Carolina.
- CTRE (1997) States’ successful practices weigh-in-motion handbook. Prepared for the Federal Highway Administration. Center for Transportation Research and Education, Iowa State University.
- Conselho Nacional de Trânsito (1985) “Dispõe sobre tolerância máxima de peso bruto de veículos”, Lei No 7.408/85, CONTRAN, Brasília, DF
- _____ (1998) “Dispõe sobre tolerância máxima de peso bruto de veículos”, Resolu o no 12/98-CONTRAN, Brasília, DF
- _____ (1999) “Dispõe sobre a tolerância máxima de peso bruto de veículos”, Resolu o N  102, de 31 de agosto de 1999, CONTRAN, Brasília, DF.
- _____ (1999) “Dispõe sobre tolerância máxima de peso bruto de veículos”, Resolu o No 104, de 21 de dezembro de 1999, CONTRAN, Brasília, DF.
- _____ “Acrescentar Parágrafo  nico ao art. 4o da Resolu o no 104/99-CONTRAN”, Resolu o N  114, de 5 de Maio de 2000, Brasília, DF.
- DNER (1980) Enfoques tecnológicos no projeto de rodovias. 1  CONDET – Congresso de Desenvolvimento Tecnológico de Transportes. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, Rio de Janeiro.
- DERSA (1983) Sistema de pesagem rodoviária – Projeto funcional. Relatório do projeto preparado pela TEKHNITES Consultores Associados S/C Ltda.
- DNER (1996) Manual de pavimenta o. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, Rio de Janeiro.
- DNER (1998) Manual de reabilita o de pavimentos asfálticos. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, Rio de Janeiro.
- Kamyab, A. (1998) Weigh stations’ capacity enhancement alternatives: a comparison of mainline electronic screening and physical expansion. Transportation Conference Proceedings, 29-32.
- Oliveira Jr., J.A. e L.C. Lima (1994) Estudo de controle e pesagem de veículos de carga no Estado do Ceará – localiza o dos postos de pesagem fixos e móveis, in Anais do VIII ANPET, Recife, PE, 1994
- Soares, J.B.; J.A. Oliveira Jr. e C.F.G. Loureiro (2001) Análise de viabilidade econ mica de um sistema de pesagem de veículos de carga na malha rodoviária do estado do Ceará, Brasil. Aceito para publica o no Segundo Simpósio Internacional de Manuten o e Restaura o de Pavimentos e Controle Tecnológico, Auburn, Alabama, Estados Unidos.