



# Relatório dos Levantamentos Funcionais das Rodovias Federais



**BRASIL  
2013**



Diretor Geral do DNIT  
Jorge Ernesto Pinto Fraxe

Diretor de Planejamento e Pesquisa  
José Florentino Caixeta

Coordenador Geral de Planejamento e Programação de Investimentos  
Adailton Cardoso Dias

Coordenador de Planejamento  
Olímpio Luiz Pacheco de Moraes

Equipe Técnica:

Carlos Alberto Abramides  
Carlos Eduardo de Almeida Mattos  
Claudiana dos Reis Santana Oliveira  
Frederico Keller  
Marcelo Matos Laender  
Paulo Afonso Junqueira Júnior  
Pedro Rodrigues Luís Coelho  
Sandro Scarpelini Vieira  
Sérgio Rolim Barbosa

Equipe Técnica de Apoio das Superintendências:  
Portaria de Nomeação N° 856 de 21 de Agosto de 2012.

UF	Representante	Suplente
AM-RR	Washington Luiz Pinto Filho	Aelene Maria Lâmega da S. Campos
AL	Theonelly Nascimento Teodizio	Rogério Alves da Silva
AP-PA	Fábio Augusto Silva Machado	Wankes Solony de Carvalho C. Júnior
BA	João Félix de Almeida Mora	Vanessa Christine Ramos Green
CE	José Abner de Oliveira Filho	Nelson Wargha Filho
ES	Frederico Araújo Faustini	Ulysses Gusman Junior
GO-DF	Lezzir Ferreira Rodrigues	Ruiter da Silva Souza
MA	José Orlando Sá de Araujo	Sylvio barbosa cardoso Junior
MG	Danilo de Sá Viana Resende	Kennia Carolina Nunes dos Santos
MS	Edilson Ronni Insaurralde	Deodoro Barbosa Resente
MT	Marcelo Resende dos Santos	Fábio Rony Tavares de Menezes
PB	Leonardo Marinho Monte Silva	Reginaldo Maia Leite
PE	Emerson Valgueiro de Moraes	Normando Vasconcelos ferreira
PI	Laércio de Aguiar Coqueiro	Liliane Pereira Rebelo Fernandes
PR	Neimar Akira Miquitera	Lincoln Santos de Andrade
RO-AC	Alan Oliveira de Lacerda	José Frankeneto da Silva Cordeiro
RJ	Homero Renato Silva Brantes	Luiz Alberto Paixão
RN	Thatiana Monique O. Queiroga de Moraes	Eliana de medeiros Bezerra Tavares
RS	Terezinha Maria Barth dos Santos	José Luiz da Costa Borba
SC	Huri Alexandre Raimundo	Ugo Mourão
SE	Zenóbio Amaro de Santana Junior	Airton Teles de Mendonça
SP	Gilmar Soler Simões	João Batista Fonseca
TO	Eduardo Suassuna Nóbrega	André Massaru Murakami

Sugestões e contato: [planejamento@dnit.gov.br](mailto:planejamento@dnit.gov.br)

Este relatório está disponível no site:  
<http://www.dnit.gov.br/planejamento-e-pesquisa/planejamento/planejamento-rodoviario>.

## Sumário

1. Histórico	6
2. Rede Rodoviária Nacional	6
2.1. Rede Rodoviária Nacional – Por Tipo de Superfície	6
2.2. Rede Rodoviária Nacional não Pavimentada – Por Jurisdição	7
2.3. Rede Rodoviária Federal – Por Tipo de Superfície	8
2.4. Evolução da Malha Rodoviária Federal entre 1999 e 2013	9
3. Contexto Institucional	11
3.1 Informações e Especificações Sobre os Levantamentos de Campo	13
4. Metodologia e Aferições	17
4.1. Pista para Aferição dos Equipamentos	17
4.2. Algumas Definições	18
4.2.1. Irregularidade	18
4.2.2. Alinhamentos	18
4.2.3. Pessoal	18
4.2.4. Aparelhagem	18
4.3. Execução	18
4.3.1. Trilhas	18
4.3.2. Estaqueamento	19
4.3.3. Nivelamento	19
4.3.4. Resultados	19
4.4. Calibração dos Veículos e Equipamentos	21
5. Os Levantamentos dos Dados de Campo	22
6. Índice de Irregularidade Internacional (IRI)	23
6.1. Índice de Irregularidade Internacional (IRI) – Resultados BRASIL	24
6.2. Índice de Condição da Superfície (ICS) – Resultados BRASIL	25
7. Conclusão	26

## Apresentação

O presente trabalho foi elaborado pela equipe técnica da Coordenação de Planejamento – COPLAN/CGPLAN/DPP/DNIT, e tem por objetivo apresentar a situação funcional da malha rodoviária federal pavimentada do Brasil com base nos levantamentos realizados em campo.

A Gerência de Pavimentos constitui-se atualmente em uma importante ferramenta de administração, objetivando determinar a forma mais eficaz da aplicação dos recursos públicos disponíveis, em diversos níveis de intervenção, de sorte a responder às necessidades dos usuários dentro de um plano estratégico que garanta a melhor relação Custo x Benefício.

Desta forma, a Gerência de Pavimentos permite ao DNIT uma aplicação mais eficaz dos recursos, elevando desta forma o conforto e a segurança dos usuários das rodovias federais e mantendo os pavimentos rodoviários preservados.

Por oportuno, deve-se dizer que nos países desenvolvidos, de notória competência na manutenção e operação de rodovias, a Gerência de Pavimentos é peça chave nas decisões de governo, possibilitando um plano de obras com diversos níveis de intervenções, ensejando ao poder público, a possibilidade de optar pela solução que mais convenha aos interesses nacionais, preservando-se obviamente, as condições do atendimento dentro dos mínimos padrões de desempenho das rodovias e expectativas dos usuários.

Brasília, dezembro de 2013

José Florentino Caixeta  
**Diretor de Planejamento e Pesquisa**

## 1. Histórico

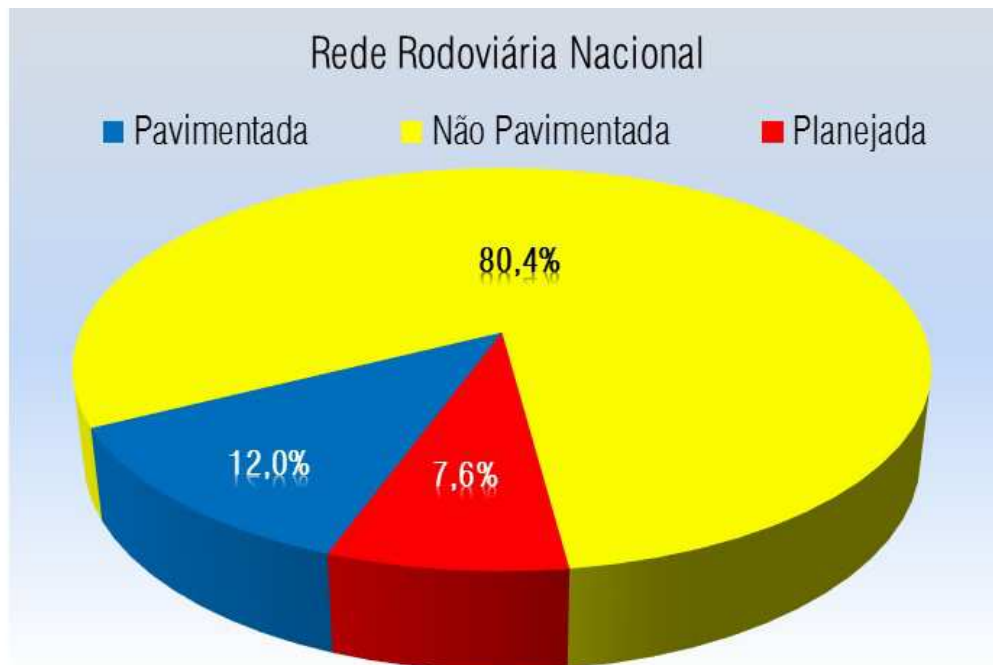
O setor rodoviário brasileiro é o mais expressivo modal de transporte de cargas do país, atingindo praticamente todos os pontos do território nacional e possuindo uma grande relevância na atividade econômica nacional.

Em função disso, o monitoramento constante das condições da malha rodoviária torna-se essencial para um planejamento estratégico e efetivo, possibilitando o acompanhamento das soluções técnicas adotadas em cada segmento rodoviário ao longo do tempo.

## 2. Rede Rodoviária Nacional

### 2.1. Rede Rodoviária Nacional – Por Tipo de Superfície

**Gráfico 1 – Rede Rodoviária Nacional por Tipo de Superfície**  
(Fonte: SNV 2013)



**Tabela 1 – Rede Rodoviária Nacional - por Tipo de Superfície**

Superfície	Porcentagem	Extensão (km)
Pavimentada	12,0%	202.988,10
Não Pavimentada	80,4%	1.358.913,70
Planejada	7,6%	129.262,00
Total	100,0%	1.691.163,80

## 2.2. Rede Rodoviária Nacional não Pavimentada – Por Jurisdição

**Gráfico 2 – Rede Rodoviária Nacional não Pavimentada por Jurisdição**  
(Fonte: SNV 2013)

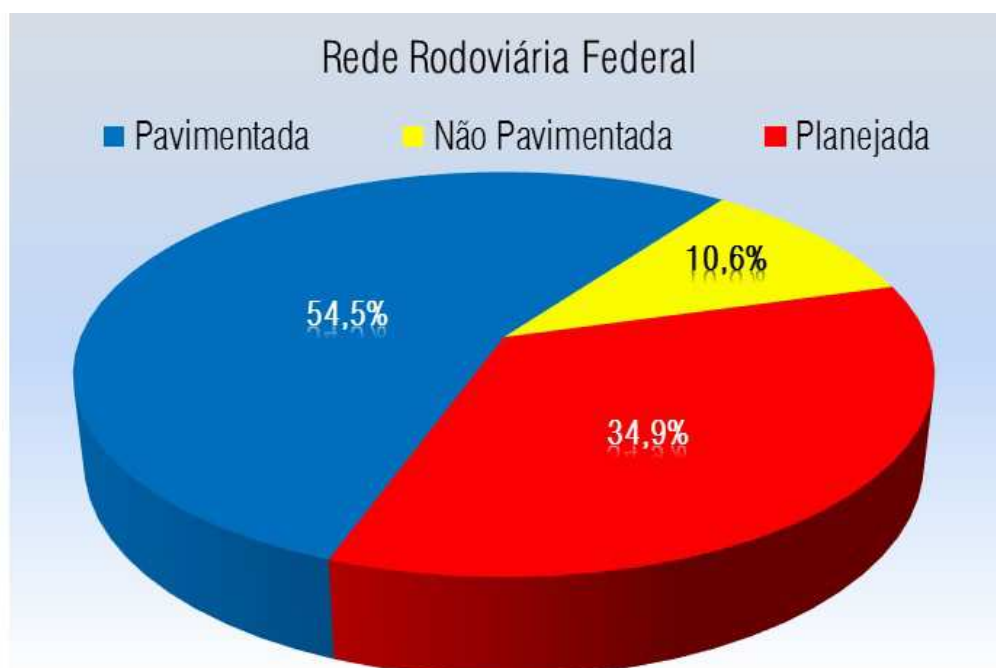


**Tabela 2 – Rede Rodoviária Nacional não Pavimentada - por Jurisdição**

Superfície	Porcentagem	Extensão (km)
Federal	0,9%	12.661,70
Estadual	8,2%	111.333,70
Municipal	90,9%	1.234.918,30
Total	100,0%	1.358.913,70

### 2.3. Rede Rodoviária Federal – Por Tipo de Superfície

**Gráfico 3 – Rede Rodoviária Federal por Tipo de Superfície**  
(Fonte: SNV 2013)



**Tabela 3 – Rede Rodoviária Federal - por Tipo de Superfície**

Superfície	Porcentagem	Extensão (km)
Pavimentada	54,5%	65.319,60
Não Pavimentada	10,6%	12.661,70
Planejada	34,9%	41.825,80
Total	100,0%	119.807,10



## 2.4. Evolução da Malha Rodoviária Federal entre 1999 e 2013

Ano	Pavimentada (km)	Não Pavimentada (km)
1999	55.905	14.843
2000	56.097	14.522
2001	55.998	14.551
2002	57.211	13.575
2003	57.723	13.594
2004	57.933	14.777
2005	58.149	14.651
2006	58.152	14.857
2007	60.351	13.605
2008	60.304	13.636
2009	61.920	13.775
2010	62.351	13.844
2011	63.966	12.975
2012	64.921	12.541
2013	65.320	12.662

**Gráfico 4 – Evolução da Malha Rodoviária Federal entre 1999 e 2013 (Fonte: SNV 2013)**

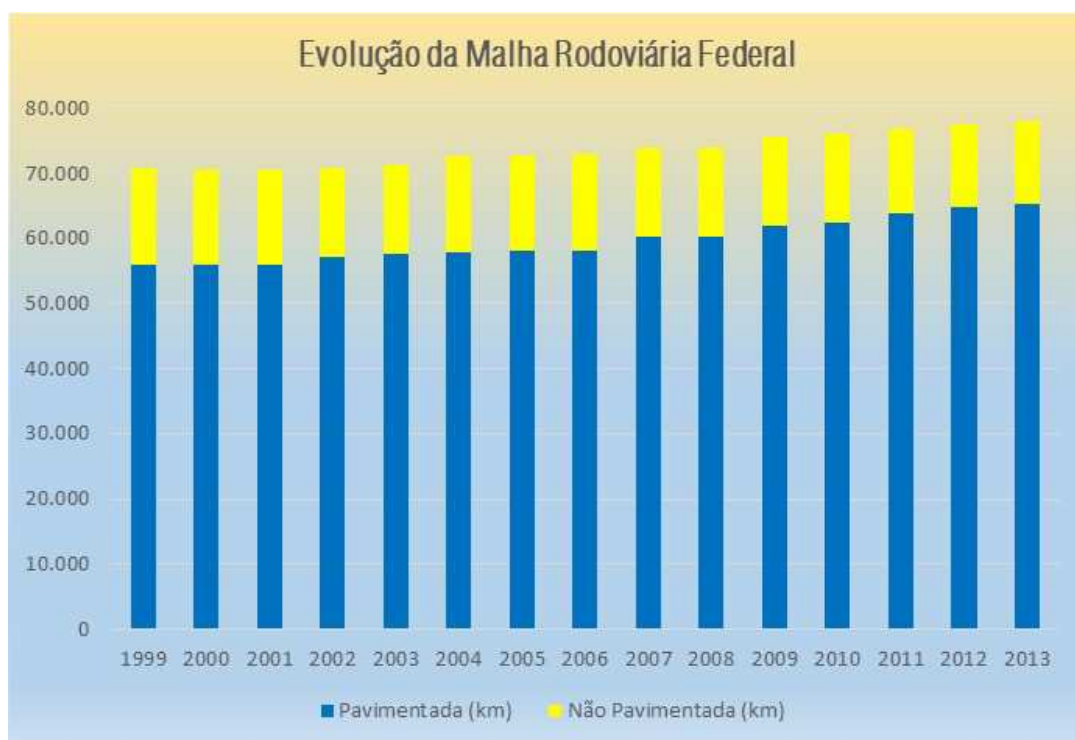


TABELA 4 - REDE DO SNV - JURISDIÇÃO FEDERAL													
REGIÃO	UF		PLANEJADA (+ ESTADUAL COINCIDENTE)	REDE NÃO PAVIMENTADA					REDE PAVIMENTADA				TOTAL
				LEITO NATURAL	EM OBRAS IMPLANT.	IMPLANT.	EM OBRAS PAVIMENT.	SUB-TOTAL	PISTA SIMPLES	EM OBRAS DUPLIC.	PISTA DUPLA	SUB-TOTAL	
Norte	RO	RONDÔNIA	445,6	0,0	0,0	80,7	320,0	400,7	1.379,5	0,0	50,4	1.429,9	2.276,2
	AC	ACRE	443,7	0,0	0,0	4,5	231,4	235,9	933,6	0,0	11,9	945,5	1.625,1
	AM	AMAZONAS	3.673,3	0,0	0,0	1.667,7	174,7	1.842,4	636,6	0,0	2,8	639,4	6.155,1
	RR	RORAIMA	165,3	55,1	0,0	653,8	0,0	708,9	1.002,2	0,0	1,8	1.004,0	1.878,2
	PA	PARÁ	2.525,8	109,0	0,0	1.523,5	1.264,1	2.896,6	2.068,4	0,0	70,6	2.139,0	7.561,4
	AP	AMAPÁ	193,4	0,0	0,0	597,1	13,4	610,5	410,5	0,0	0,0	410,5	1.214,4
	TO	TOCANTINS	336,4	328,2	56,6	67,4	267,9	720,1	1.621,6	6,9	37,8	1.666,3	2.722,8
		SUB-TOTAL	7.783,5	492,3	56,6	4.594,7	2.271,5	7.415,1	8.052,4	6,9	175,3	8.234,6	23.433,2
Nordeste	MA	MARANHÃO	1.053,9	0,0	0,0	99,4	0,0	99,4	3.129,7	0,0	32,7	3.162,4	4.315,7
	PI	PIAÚÍ	1.694,1	18,0	0,0	61,0	190,8	269,8	2.517,8	0,0	26,6	2.544,4	4.508,3
	CE	CEARÁ	1.060,4	96,0	80,9	154,0	46,4	377,3	2.119,2	0,0	71,9	2.191,1	3.628,8
	RN	RIO GRANDE DO NORTE	258,1	38,8	12,1	99,8	0,0	150,7	1.253,2	23,5	119,4	1.396,1	1.804,9
	PB	PARAÍBA	383,2	15,0	0,0	0,0	26,0	41,0	979,7	2,9	274,3	1.256,9	1.681,1
	PE	PERNAMBUCO	219,3	7,0	0,0	95,4	0,0	102,4	2.048,6	130,2	325,0	2.503,8	2.825,5
	AL	ALAGOAS	93,3	49,0	0,0	0,0	28,0	77,0	567,2	151,5	26,3	745,0	915,3
	SE	SERGIPE	76,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	161,5	135,4	21,9	318,8	395,5
	BA	BAHIA	4.812,1	383,3	39,0	557,6	106,9	1.086,8	5.367,1	0,0	108,6	5.475,7	11.374,6
		SUB-TOTAL	9.651,1	607,1	132,0	1.067,2	398,1	2.204,4	18.144,0	443,5	1.006,7	19.594,2	31.449,7
Sudeste	MG	MINAS GERAIS	6.206,4	235,1	0,0	334,0	333,9	903,0	9.514,8	211,9	1.013,3	10.740,0	17.849,4
	ES	ESPÍRITO SANTO	503,9	50,9	0,0	0,0	74,3	125,2	1.018,8	0,0	34,6	1.053,4	1.682,5
	RJ	RIO DE JANEIRO	899,7	9,3	0,0	11,6	9,3	30,2	1.112,6	0,0	509,5	1.622,1	2.552,0
	SP	SÃO PAULO	5.362,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	514,0	0,0	602,5	1.116,5	6.478,7
		SUB-TOTAL	12.972,2	295,3	0,0	345,6	417,5	1.058,4	12.160,2	211,9	2.159,9	14.532,0	28.562,6
Sul	PR	PARANÁ	2.300,1	69,7	0,0	0,0	148,7	218,4	3.083,0	0,0	662,5	3.745,5	6.264,0
	SC	SANTA CATARINA	1.301,9	0,0	0,0	0,0	9,2	9,2	1.807,5	148,7	313,4	2.269,6	3.580,7
	RS	RIO GRANDE DO SUL	2.767,9	0,0	0,0	125,1	22,3	147,4	5.426,5	0,0	325,6	5.752,1	8.667,4
		SUB-TOTAL	6.369,9	69,7	0,0	125,1	180,2	375,0	10.317,0	148,7	1.301,5	11.767,2	18.512,1
Centro-Oeste	MT	MATO GROSSO	1.755,1	464,9	0,0	419,8	331,1	1.215,8	3.592,7	46,8	60,5	3.700,0	6.670,9
	MS	MATO GROSSO DO SUL	682,2	42,8	0,0	0,6	36,2	79,6	3.755,8	0,0	66,3	3.822,1	4.583,9
	GO	GOIÁS	2.459,3	73,0	0,0	0,0	240,4	313,4	2.604,8	428,1	433,3	3.466,2	6.238,9
	DF	DISTRITO FEDERAL	152,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	82,5	0,0	120,8	203,3	355,8
		SUB-TOTAL	5.049,1	580,7	0,0	420,4	607,7	1.608,8	10.035,8	474,9	680,9	11.191,6	17.849,5
	<b>BRASIL</b>	41.825,8	2.045,1	188,6	6.553,0	3.875,0	12.661,7	58.709,4	1.285,9	5.324,3	65.319,6	119.807,1	

### 3. Contexto Institucional

Os pavimentos rodoviários representam um valioso patrimônio cuja conservação e restauração oportunas são essenciais para a sua preservação. Qualquer interrupção ou redução na intensidade ou na frequência dos serviços necessários à manutenção desse patrimônio implicará em aumentos substanciais nos custos de operação dos veículos e na necessidade de investimentos cada vez mais vultosos para recuperação da malha rodoviária.

O objetivo principal de um sistema gerencial de pavimentos é alcançar a melhor aplicação possível para os recursos públicos disponíveis e oferecer um transporte rodoviário seguro, compatível e econômico. Um sistema de gerência de pavimentos compreende, portanto, o planejamento, a programação dos investimentos, o projeto, as obras de manutenção e a avaliação periódica dos pavimentos.

A Gerência de Pavimentos vem sendo desenvolvida e implementada desde 1983. Em 1992 foi implantado um sistema de Gerência de Pavimentos - SGP, com base em uma campanha de levantamentos em toda a Rede Rodoviária Federal. Em 1996, o SGP foi totalmente reestruturado, e sofreu uma remodelagem em 2001, e em 2007 integrado com o HDM-4.

O SGP foi idealizado visando à obtenção de um Banco de Dados que, ao ser periodicamente atualizado, permita a análise das condições da rede e a alimentação do HDM-4 (sistema informatizado para a definição de prioridades e de soluções para a restauração e manutenção da rede dentro de um programa plurianual, visando a melhor relação custo/benefício para diversos níveis de investimento).

O Banco de Dados do SGP é alimentado com os dados de tráfego, estrutura, deflexão, irregularidade e defeitos do pavimento. O levantamento é realizado por segmentos, respeitando-se os limites da divisão em trechos do atual Sistema Nacional de Viação – SNV. No banco de dados do SGP a situação atual da malha rodoviária federal está caracterizada pelos seguintes levantamentos de campo:

- Levantamento Visual Contínuo (LVC) – tem a finalidade de avaliar e quantificar o nível de defeitos numa pista. A avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos é feita

através da observação de vídeos e fotos dos defeitos existentes no pavimento da rodovia em análise. Esta avaliação é feita por profissionais treinados na sede do DNIT em Brasília;

- Índice de Irregularidade Internacional (IRI) - é o somatório por quilômetro das irregularidades do pavimento em relação a um plano de referência ou, simplificando, é um dado que tem como objetivo representar o conforto do usuário ao trafegar por uma rodovia. No levantamento do IRI são aferidos os desvios da superfície da rodovia em relação a um plano de referência. Esses desvios afetam a dinâmica dos veículos, a qualidade de rolamento e as cargas dinâmicas sobre as vias. Esse levantamento também é feito por meio de deflectômetros a laser, acoplados no veículo, que fornecem leituras correspondentes à irregularidade do pavimento;
- Levantamento deflectométrico com o uso do Falling Weight Deflectometer – FWD: dados levantados em 2012;
- Dados deflectométricos a partir dos contratos de Projetos de CREMA 2ª Etapa.

Outro dado que alimenta o banco de dados do SGP é o Índice de Condição da Superfície (ICS). Ele é um índice representativo da condição geral da superfície do pavimento e é obtido considerando a pior situação entre o IRI e o Índice de Gravidade Global dos defeitos (IGG).

Finalizando, podemos dizer que o fortalecimento do setor de planejamento do DNIT, com a atualização constante dos dados de levantamento de campo e a aplicação de técnicas avançadas de controle e monitoramento da infraestrutura do sistema de transporte, torna-se peça fundamental no sucesso dos diversos programas de intervenções.

Encontra-se atualmente em andamento, com início em setembro de 2012 e duração de três anos, novos contratos de LVC e IRI, totalizando três ciclos de levantamentos de toda a malha rodoviária federal, provendo o DNIT de informações atualizadas da condição funcional até 2015.

A pesquisa de campo tem como objetivo conhecer as reais condições da malha rodoviária federal em relação aos aspectos de conservação da

via e conforto dos usuários. Conforme mencionado anteriormente, os resultados desses levantamentos subsidiam o Sistema de Gerência de Pavimentos permitindo:

- Avaliação das condições da superfície dos pavimentos;
- Identificação dos segmentos críticos da malha rodoviária federal;
- Elaboração do programa de manutenção da Malha Rodoviária Federal;

### 3.1. Informações e Especificações Sobre os Levantamentos de Campo

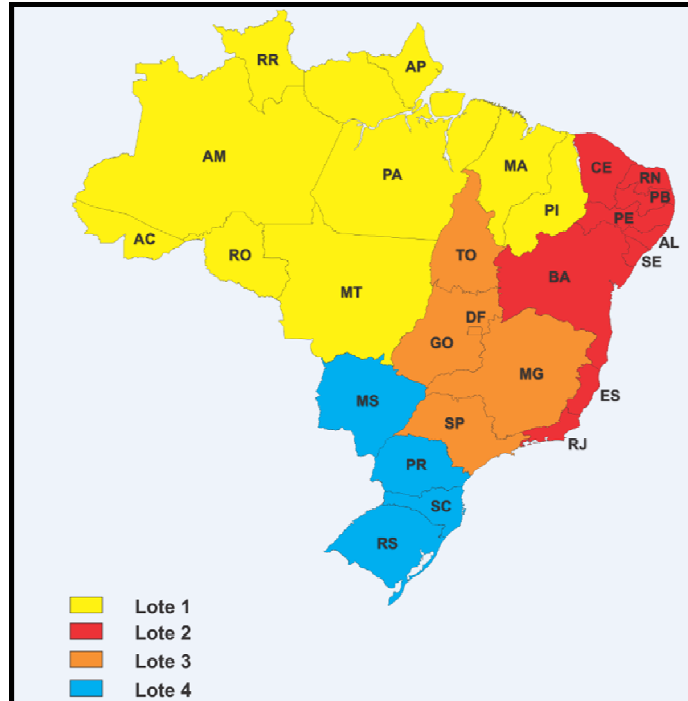
O DNIT contratou empresas por meio de Pregão Eletrônico nº 057/2012 para a execução de serviços técnicos para a caracterização funcional das rodovias, abrangendo: i) pesquisas de campo com levantamento do Índice de Irregularidade Internacional (IRI) e registro por imagens; ii) serviços em escritório com auxílio de imagens para o levantamento visual contínuo de defeitos (LVC), do cadastro da sinalização, dos dispositivos de segurança, da faixa de domínio, do perímetro urbano e da atualização do sistema de gerenciamento SGP.

Os levantamentos serão feitos em 03 ciclos consecutivos, divididos em 4 (quatro) lotes a serem realizados concomitantemente, a saber:

- Lote 1 com 16.664,00 Km abrangendo 9 Estados: AC, AM, AP, MA, MT, PA, PI, RO e RR;
- Lote 2 com 17.114,00 Km abrangendo 9 Estados: AL, BA, CE, ES, PB, PE, RJ, RN e SE;
- Lote 3 com 17.702,00 Km abrangendo 4 Estados e o DF: DF, GO, MG, SP e TO;
- Lote 4 com 16.092,00 Km abrangendo 4 Estados: MS, PR, SC e RS.

A Figura 1 mostra abrangência geográfica de cada lote.

**Figura 1 – Extensão de Cada Lote dos Levantamentos de IRI e LVC**



Os veículos utilizados nos levantamentos de campo são equipados com os dispositivos necessários devidamente integrados conforme descrição mínima a seguir:

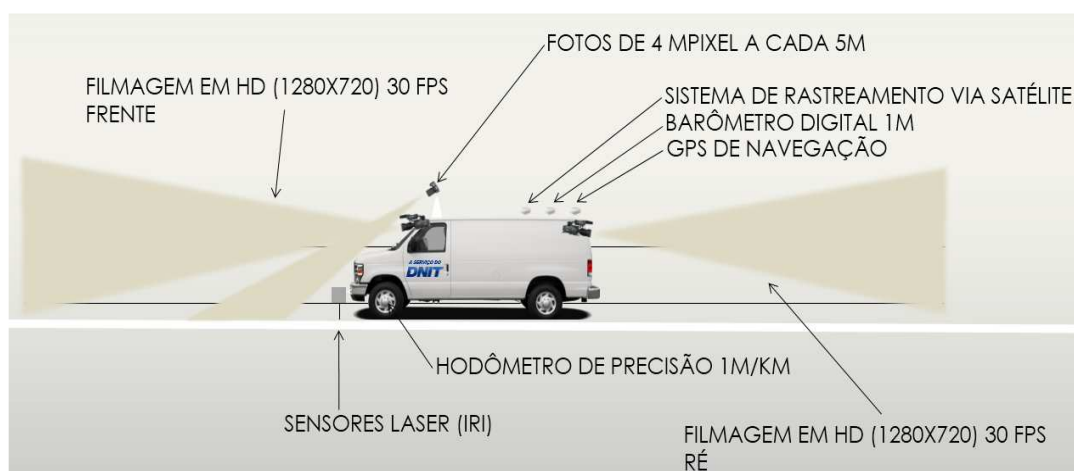
- Hodômetro de precisão com erro máximo admissível de 1 m/Km;
- GPS de navegação que permite correção por triangulação instantânea com erro máximo admissível de 10 m;
- Barômetro digital com erro máximo admissível de 1m;
- Uma câmera de alta resolução, que atende os seguintes requisitos: câmera que captura imagens (fotografias) de resolução mínima de 4 Mb pixel, de 5 em 5 m, sincronizada pelo hodômetro do veículo; a câmera está instalada na parte mais alta do veículo com direcionamento frontal e inclinação próxima da ortogonalidade que garante visibilidade de 15 metros do pavimento de toda pista (crescente e decrescente), obtida a uma distância máxima de três metros do veículo;
- Duas câmeras para filmagens instaladas no veículo, uma na parte frontal e outra na parte traseira, afixadas de modo que atende as características de imagens exigidas e detalhadas anteriormente.

As câmeras capturam uma sequência contínua de imagens (vídeo) a taxa mínima de 30 quadros por segundo. A resolução das imagens tem, no mínimo, padrão HD 720 (1280 por 720 pixels);

- Sistema de Rastreamento Via Satélite (GPS) para acompanhamento dos serviços de campo em todo território nacional;
- Perfilômetro composto por sensores a laser com 3 unidades integradas a dispositivos acelerômetros devidamente calibrados que são utilizados no serviço de levantamento da irregularidade longitudinal (IRI) e na medida do afundamento de trilhas de roda (ATR). Os levantamentos foram desenvolvidos conforme procedimento da Classe II (sem contato) e de acordo com a classificação do “HPMS Field Manual”.

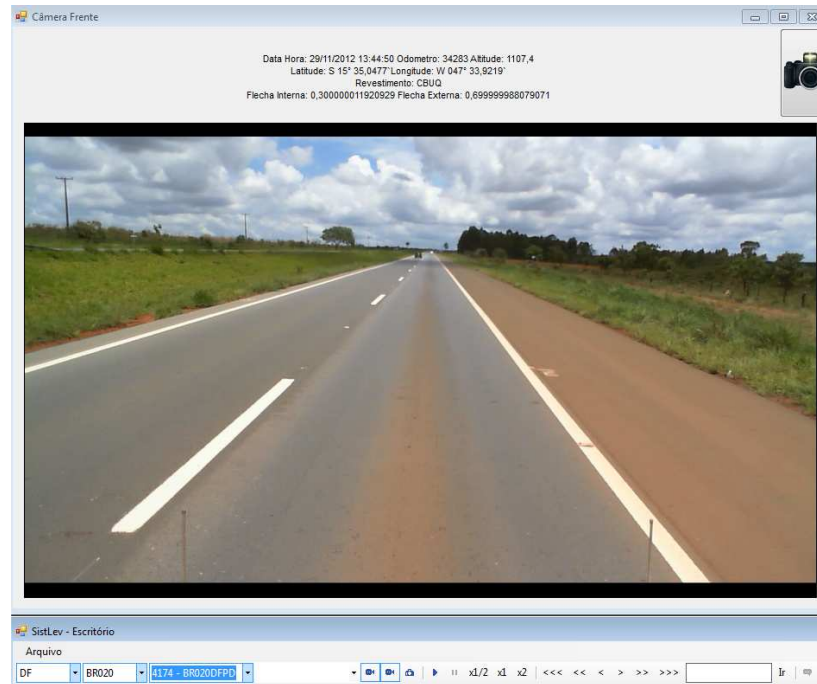
A Figura 2 mostra ilustra o veículo e os equipamentos utilizados nos levantamentos de campo.

**Figura 2 – Veículo e Equipamentos Utilizados nos Levantamentos de Campo**

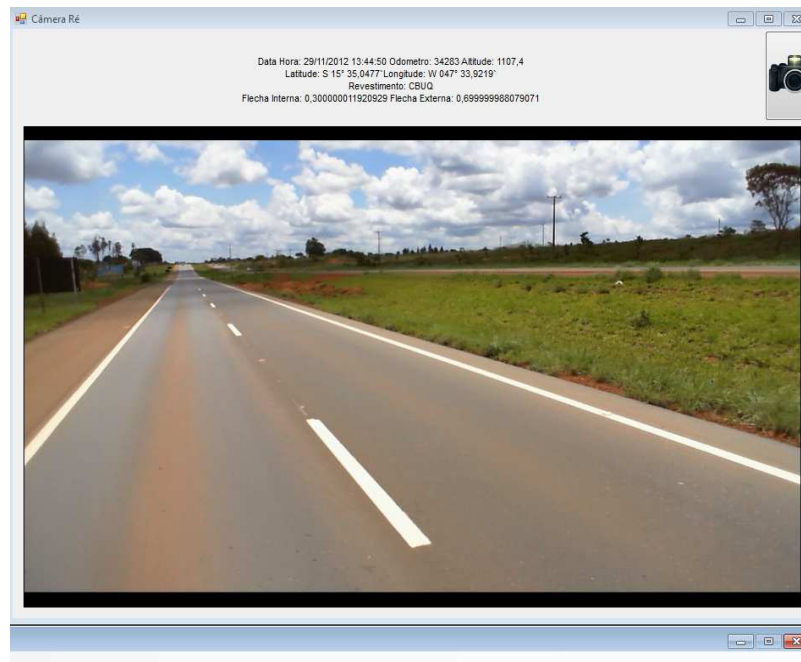


Os dados recebidos de campo são analisados e os resultados gerados no Edifício Sede do DNIT, em Brasília. O Programa utilizado para realizar o Levantamento Visual Contínuo (LVC) é mostrado nas Figuras 3, 4 e 5.

**Figura 3 – Programa Utilizado para Realizar o Levantamento Visual Contínuo (LVC) - Câmera de Frente.**



**Figura 4 – Programa Utilizado para Realizar o Levantamento Visual Contínuo (LVC) - Câmera de Ré.**





**Figura 5 – Programa Utilizado para Realizar o Levantamento Visual Contínuo (LVC) - Câmera Fotográfica.**



## 4. Metodologia e Aferições

### 4.1. Pista para Aferição dos Equipamentos

Antes do início dos levantamentos de campo foram definidos e caracterizados trechos-teste contendo parâmetros controlados para a realização da aferição dos equipamentos utilizados.

Os trechos-teste foram identificados, em conjunto com os membros da equipe técnica da CGPLAN, na BR 251 nas proximidades da SEDE do DNIT em Brasília, facilitando assim o acompanhamento dos procedimentos adotados pelos técnicos do Órgão.

Esta aferição foi dividida em dois grupos: a) aferição e calibração do Hodômetro, Barômetro e GPS e b) aferição e calibração dos sensores a laser.

Para a aferição e calibração dos sensores a laser foram identificados três trechos-teste (Bom, Regular e Ruim), onde os procedimentos para a implantação foram norteados pela Especificação de Serviço DNER-ES 173/86.

O trechos-teste foram estaqueados a cada 20m com marcação legível no bordo da rodovia e foram obtidas, para cada estaca, a medida das flechas na trilha de roda (interna e externa) com a utilização de treliça, conforme especificado na norma DNIT 006/2003 – PRO.

## 4.2. Algumas Definições

### 4.2.1. Irregularidade

Desvio da superfície da rodovia em relação a um plano de referência, que afeta a dinâmica dos veículos, a qualidade de rolamento e as cargas dinâmicas sobre a via. A escala padrão de irregularidade adotada é o “quociente de irregularidade”, QI, expresso em contagens/Km.

### 4.2.2. Alinhamentos

No alinhamento dos segmentos aplicados, adota-se que o externo deve ser coincidente com a trilha externa direita ou a 0,90m da borda e o interno deve ser paralelo a uma distância de 1,40m do externo.

### 4.2.3. Pessoal

Para a execução do levantamento conforme a norma DNER – ES 173/86, a equipe deve ser composta de dois topógrafos, um porta-mira e um anotador de leituras.

### 4.2.4. Aparelhagem

Para o método nível e mira deve ser utilizado Nível Ótico com luneta de focalização interna e traços estadimétricos, com precisão de 1,5 mm/Km, mira para nivelamento com 2,0 a 4,0 m de comprimento, com nível de bolhas graduado em divisões de pelo menos meio centímetro permitindo a leitura em milímetros por interpolação e Trena de aço graduada em centímetros.

## 4.3. Execução

### 4.3.1. Trilhas

As trilhas de roda foram localizadas e marcadas a uma distância da borda do revestimento da pista de rolamento conforme segue:

- BR 251 – Largura 3,50m cada faixa
- Distancia da borda (Lado externo) = 0,90m
- Distância da borda (Lado interno) = 2,30m

Obs.: Para o caso das trilhas de roda externas, já definidas pelo tráfego, considerou-se a posição da mesma.

#### 4.3.2. Estaqueamento

Realizado em sentido longitudinal sobre os alinhamentos externo e interno, com comprimento de 320,00m cada trecho com marcações a cada 0,50m em ciclos de 5,00m.

#### 4.3.3. Nivelamento

Implantada uma Referência de Nível (RN), executado com nível ótico sobre o alinhamento e leitura com precisão milimétrica.

#### 4.3.4. Resultados

Os dados levantados em campo por meio do nivelamento topográfico foram armazenados em planilha específica, onde após o devido tratamento obtivemos as diferenças de nível que foram aplicados no VAROD (Tabela 5), um sistema desenvolvido para gerar valores de IRI referentes a um determinado segmento de trecho levantado.

**Tabela 5 – Rede Rodoviária Federal**

$QI = -8,54 + 6,17VA_{1,0} + 19,38VA_{2,5}$ $VA_b = \left[ \sum_{i=k+1}^{N-k} \frac{(SB_i)^2}{N-2k} \right]^{\frac{1}{2}}$ $SB_i = \frac{Y_{i+k} - 2Y_i + Y_{i-k}}{(kS)^2}$ $k = \frac{b}{S}$	<b>Dados de Entrada</b>		
	<b>S</b>	0,50	0,50
	<b>b</b>	1,00	2,50
	<b>Resultados</b>		
<b>Fórmulas</b>	<b>k</b>	2	5
	<b>VA<sub>b</sub></b>	2,63	0,58

Por definição adotamos uma classificação para representar as condições do pavimento, assim dividida:

- (Boa) – Com IRI variando de 0,00 até 3,00
- (Regular) – Com IRI variando de 3,00 até 4,50
- (Ruim) – Com IRI acima de 4,50

As Figuras 6, 7, 8, e 9 mostram a preparação da pista de calibração.

**Figura 6 – Preparação da Pista de Calibração**



**Figura 7 – Preparação da Pista de Calibração**



**Figura 8 – Preparação da Pista de Calibração**



**Figura 9 – Marco IBGE**



#### 4.4. Calibração dos Veículos e Equipamentos

Após a conclusão dos levantamentos topográficos e de posse dos resultados obtidos no aplicativo VAROD, aferimos os equipamentos dos veículos destinados à execução dos levantamentos, por comparação entre os valores obtidos em seus sistemas e os resultados do levantamento. Com a ocorrência de três (3) passagens realizadas pelos veículos sobre cada trecho, obtivemos para cada uma delas um grupo de valores de IRI correspondente aos pontos de leitura a laser dos equipamentos instalados na parte frontal dos veículos.

Os resultados obtidos nesses veículos foram armazenados em planilhas Excel para posterior comparação com outro método utilizado para obtenção dos valores de IRI no local.

As Figuras 10 e 11 mostram a calibração dos veículos e equipamentos.

**Figura 10 – Calibração dos Veículos e Equipamentos**



**Figura 11 – Calibração dos Veículos e Equipamentos**



## 5. Os Levantamentos dos Dados de Campo

A classificação das rodovias quanto às suas condições foi feita de forma a apresentar os índices de IRI e ICS para o ano de 2013 encontrados em cada trecho da malha rodoviária, divididos nos intervalos determinados no Sistema Nacional de Viação – SNV, onde estes podem ser consultados no site do DNIT (<http://www.dnit.gov.br>). Os índices de ICS deste ano foram analisados após o levantamento e tratamento das imagens dos vídeos.

A coleta de dados foi realizada em toda a Malha Rodoviária Federal no período Agosto/12 a Agosto/13 dividido em quatro lotes de levantamentos (conforme mostrado anteriormente na Figura 1).

As Figuras 12 e 13 mostram um dos veículos utilizados para o trabalho do levantamento de campo que é equipado com os dispositivos de leitura da irregularidade longitudinal e dispositivos de registros de imagens.

**Figura 12 – Veículo Utilizado para o Levantamentos dos Dados do IRI**



**Figura 13 – Veículo Utilizado para o Levantamentos dos Dados do IRI**



## 6. Índice de Irregularidade Internacional (IRI)

Representa a situação da malha segundo critérios internacionais de Irregularidade – IRI (International Roughness Index), é usado para comparação com outros países e também como parâmetro de evolução das condições da malha para empréstimos internacionais – BIRD / BID e outros.

Os valores representativos do IRI e o conceito das condições dos pavimentos são mostrados na Tabela 5.

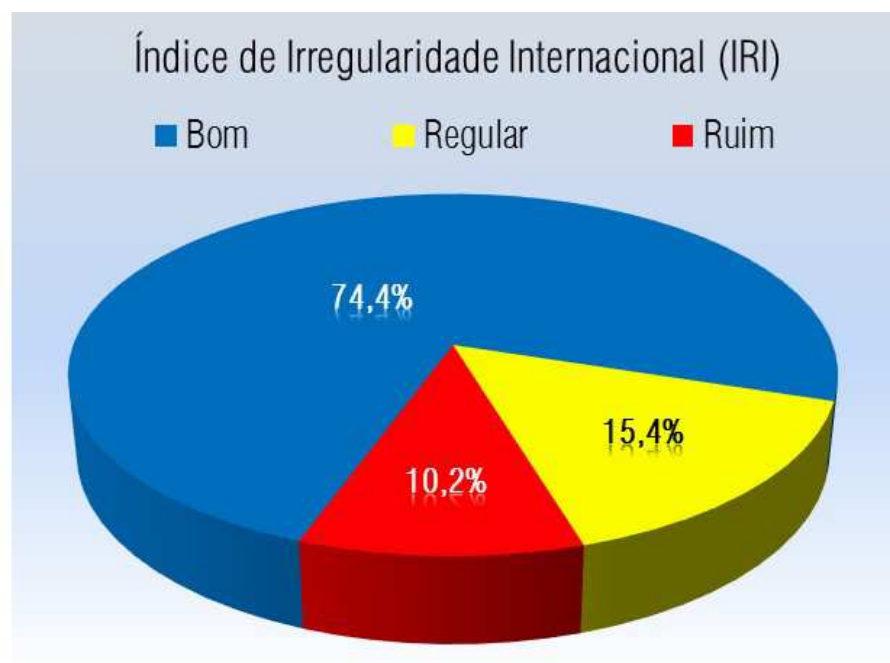
**Tabela 5 – Dados de Referência do IRI**

Descrição	Conceito
$0 < \text{IRI} \leq 3,0$	Bom
$3,0 < \text{IRI} \leq 4,5$	Regular
$\text{IRI} > 4,5$	Ruim

### 6.1 Índice de Irregularidade Internacional (IRI) – Resultados BRASIL

Os dados de IRI foram agrupados de acordo com as condições do pavimento e são mostrados no Gráfico 5.

**Gráfico 5 – Índice da Irregularidade Internacional (IRI) da Malha Pavimentada do BRASIL**





**Tabela 6 – Condição da Malha Pavimentada do BRASIL (IRI)**

Superfície	Porcentagem	Extensão (km)
Bom	74,4%	40.913,0
Regular	15,4%	8.475,9
Ruim	10,2%	5.636,0
TOTAL	100,0%	55.025,0

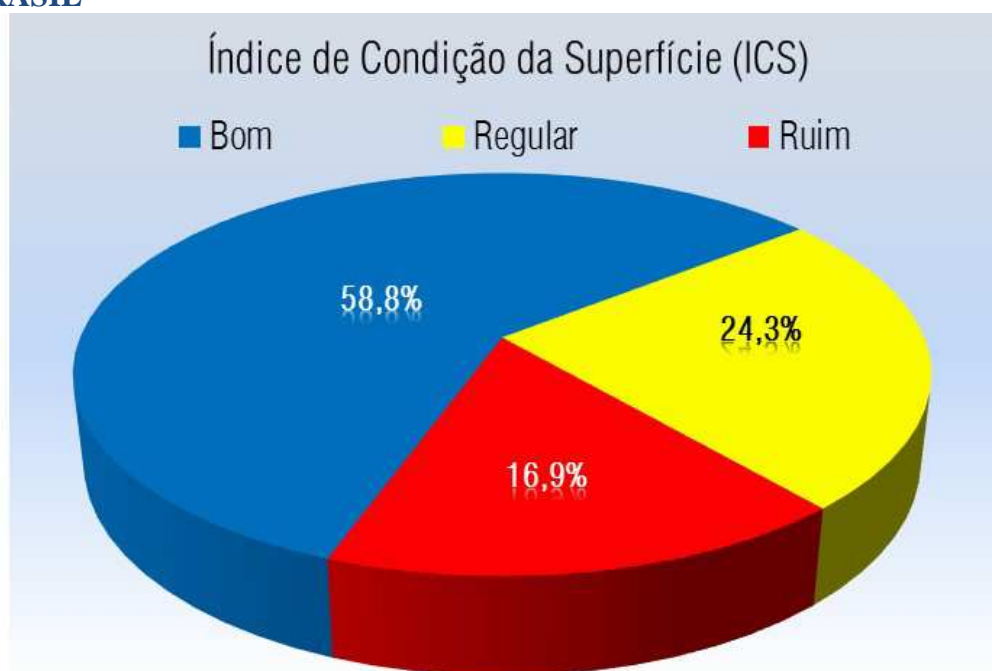
## 6.2. Índice de Condição da Superfície (ICS) – Resultados BRASIL

Para apresentação do levantamento e pela importância tanto do IRI como do LVC, após o devido tratamento, os mesmos são agrupados em um índice representativo da condição geral da superfície dos pavimentos intitulados Índice de Condição da Superfície – ICS.

**Tabela 7 – Dados de Referência do ICS**

Índice da condição da superfície	
ICS = 1 e 2	Ruim
ICS = 3	Regular
ICS = 4 e 5	Bom

**Gráfico 6 – Índice da Condição da Superfície (ICS) da Malha Pavimentada do BRASIL**



**Tabela 8 – Condição da Malha Pavimentada do BRASIL (ICS)**

Superfície	Porcentagem	Extensão (km)
Bom	58,8%	32.370,1
Regular	24,3%	13.355,6
Ruim	16,9%	9.299,3
TOTAL	100,0%	55.025,0

## 7. Conclusão

O presente trabalho teve como principais objetivos os seguintes tópicos: explicar e detalhar como foram feitas as pesquisas de campo para o levantamento do Índice da Irregularidade Internacional (IRI); mostrar o novo sistema de registro por imagens acoplado ao levantamento do IRI; mostrar como as imagens coletas em campo são utilizadas na sede do DNIT para a realização do levantamento visual contínuo (LVC), o cadastro de sinalização, dispositivos de segurança, faixa de domínio e perímetro urbano; explicar um pouco da importância do Sistema de Gerência de Pavimento (SGP) para o órgão; apresentar os resultados do Índice da Irregularidade Internacional (IRI) e do Índice de Condição da Superfície (ICS) de cada estado.

Vale apenas ressaltar que os resultados do IRI e do ICS apresentados são referentes ao primeiro ciclo do contrato restando ainda mais dois ciclos a serem levantados e apresentados.

Outro ponto importante a ser considerado é que esta é a primeira vez em que os levantamentos do IRI e das filmagens do pavimento foram realizados ao mesmo tempo, ou seja, integrados. Com este novo processo é possível obter uma melhor relação de confiabilidade entre os resultados. Nos levantamentos anteriores eram feitos separadamente.

Por fim, a próxima etapa deste trabalho será a realização dos levantamentos em campo do segundo ciclo e a finalização da integralização dos dados obtidos com o SGP.