

# Aplicação de Métodos de Identificação de BLACK-POSTS Usando SIG

**Silva, T. A. N.**  
Escola Politécnica de Pernambuco  
Universidade de Pernambuco  
50.720-001 - Recife, Brasil  
Thamyrisalves08@hotmail.com

**Macedo, M. R. O. B. C. M.**  
Escola Politécnica de Pernambuco  
Universidade de Pernambuco  
50.720-001 - Recife, Brasil  
emilialsht@poli.br

**Kohlman Rabbani, E. R.**  
Escola Politécnica de Pernambuco  
Universidade de Pernambuco  
50.720-001 - Recife, Brasil  
marcia.macedo@poli.br

**Resumo** *Objetiva-se nesse trabalho identificar os pontos negros em relação a ocorrência de acidentes rodoviários, a partir de uma área piloto da Região Metropolitana. Este trabalho se insere num projeto maior, o SIG@TRANS um sistema de informações geográfico que será desenvolvido para facilitar a visualização e diagnósticos dos pontos negros na RMR. Usando um Sistema de Informação Geográfica (SIG), é possível coletar, mapear, consultar e analisar os pontos com os maiores índices de acidentes (pontos negros), facilitando a tomada de decisão e ação por parte dos órgãos competentes. Foi desenvolvida uma planilha computacional para o cálculo dos pontos negros utilizando-se três diferentes métodos: Frequência dos acidentes por quilômetro, a Taxa de Acidente e Taxa Crítica de Acidente conforme descritos no Manual de Segurança Viária desenvolvido pelo Comitê Técnico, PIARC. Estes métodos foram aplicados ao trecho da BR101 entre o a Cidade do Cabo de Santo Agostinho e Igarassu, analisando-se os acidentes ocorridos em 2013 para cada quilometro da via. Os resultados foram analisados e comparados a fim de serem incorporados ao sistema SIG@TRANS que irá mapeá-los a fim de seguir com o diagnóstico dos mesmos.*

**Abstract** *Objective in this work is identifying black spots for the occurrence of road accidents, from a pilot area of the Metropolitan Region. This work is part of a larger project, the GIS @ TRANS geographic information system that will be developed to facilitate the visualization and diagnostics of black spots on RMR. Using a Geographic Information System (GIS), it is possible to collect, map, query and analyze the points with the highest accident rates (black dots), facilitating decision making and action by the competent bodies. Frequency of accidents per mile, the rate of Accident and Critical Accident Rate as described in a road safety manual developed by the Technical Committee, PIARC: a computer spreadsheet for the calculation of blackheads using three different methods was developed. These methods were applied to the part of the the BR101 between Cabo de Santo Agostinho and Igarassu City, analyzing the accidents occurred in 2013 for every mile of track. The results were analyzed and compared in order to be incorporated into the GIS system that will SIG@TRANS will them to follow with the same diagnosis.*

## 1 Introdução

Os acidentes de trânsito no Brasil destacam-se em termos de magnitude, tanto em número de mortes e feridos quanto por suas consequências monetárias para os usuários e para a sociedade. Em função do crescimento dos acidentes de trânsito os setores responsáveis estão sendo cada vez mais exigidos no que se refere à qualidade e segurança das vias.

A malha viária de uma área urbana precisa satisfazer as necessidades de mobilidade enquanto satisfaz os requisitos estabelecidos pela coletividade: minimizar os riscos de acidentes e impactos ambientais, respeitar as restrições orçamentárias, estimular o desenvolvimento econômico, entre outros. Um contínuo monitoramento da malha viária do ponto de vista da segurança faz-se necessário a fim de garantir que as demandas da sociedade estão sendo atendidas. Apesar de haverem uma variedade de métodos disponível para detectar os problemas de segurança viária, a análise detalhada dos acidentes ocorridos nas vias continua sendo um dos principais indicadores das deficiências da rede.

O novo Código de Trânsito Brasileiro – CTB, privilegia as questões de segurança e de preservação da vida. Uma de suas características é o expressivo conjunto de medidas de prevenção que contém, não sendo, por conseguinte, um instrumento apenas punitivo. A sua implantação objetivava ser, assim, o mecanismo legal e eficaz para a diminuição dos principais fatores de risco, envolvendo condutor, pedestre, veículos e via pública. [2]

A implantação efetiva do CTB requer a superação do atraso tecnológico nas questões do trânsito brasileiro, como a baixa confiabilidade das estatísticas referentes à frota das pessoas habilitadas, bem como em relação às vítimas e às ocorrências de acidentes de trânsito; o precário controle de tráfego, inspeção e segurança veicular; a desagregação de normas e procedimentos relativos à engenharia de trânsito; a fiscalização inadequada; e o treinamento ultrapassado para a habilitação de novos condutores, além da capacitação técnica de recursos humanos.

Segundo um estudo realizado em janeiro de 2011 pela Universidade de Michigan nos EUA, que visava analisar a gestão da segurança viária nos países em desenvolvimento, conhecidos como BRIC, avaliando tópicos como estatísticas de acidentes, programas de segurança no trânsito, obstáculos no seu desenvolvimento, existência de institutos de pesquisa desse tema, agência governamentais responsáveis pela segurança viária, entre outros, verificou que o Brasil não apresenta um plano de segurança viária, havendo a necessidade de aprimorar os estudos desse tema e ação planejada e sistemática neste sentido [6].

À medida que houve um crescimento socioeconômico do país nas últimas décadas, ocorreu um aumento também no número de veículos motorizados e conseqüentemente, no número de acidentes de trânsito. De acordo com o Sistema de Informação de Mortalidade – SIM, só no ano de 2010 morreram em decorrência de acidente de trânsito 40.610 pessoas, e em Pernambuco foram 1.920 pessoas.

Com a chegada da Refinaria da Petrobrás, Estaleiro Atlântico-Sul e diversas empresas satélites ao Porto de Suape, o número de veículos e seu fluxo tem aumentado sensivelmente, e que vem sendo percebido pelo aumento do congestionamento na região. A necessidade de adequar a mobilidade da região fica ainda mais evidente com a aproximação da Copa do Mundo no Brasil, havendo a necessidade de garantir um planejamento mais eficaz no que tange a mobilidade segura e sustentável.

O planejamento de intervenções públicas e privadas no setor de transportes insere-se na consecução de metas socioeconômicas e ecológicas, rumo ao desenvolvimento sustentável. Nesse contexto, as decisões sobre o tema devem ser embasadas em análises abrangentes, que avaliem pontos críticos na rede viária e possibilitem a proposição de alternativas viáveis que possam diminuir as condições de risco de acidentes existentes.

A expansão das redes de transportes, principalmente dentro das áreas urbanas, precisa acompanhar o crescimento populacional e garantir um nível de operação do sistema em longo prazo (mobilidade segura e sustentável), como também um crescimento programado e organizado que garantam a segurança dos diversos usuários das vias. Além dos critérios técnicos para a expansão da rede, outras informações relacionadas aos acidentes de trânsito devem ser consideradas, tais como: tipo de veículos envolvidos, as características geométricas das vias, fluxo de veículos, características ambientais entre outros que possibilitam a identificação na malha viária dos pontos negros (blackspots) em relação aos acidentes, ajudando na priorização de medidas de controle a serem tomadas.

Os tipos de acidentes e seções da rede que necessitam de ações remediais imediatas precisam ser determinados e isto pode ser feito com o monitoramento sistemático dos acidentes nas vias e análise da formação de *blackspots* a fim de que futuros problemas possam ser antecipados [7]. Dessa forma, as decisões sobre o tema devem ser embasadas em análises abrangentes, que avaliem alternativas por meio de múltiplas interações. A complexidade e o volume de informações necessárias ao suporte de modelos de análise adequados, que permitam a constante reavaliação de metas e objetivos, exigem que essas atividades estejam apoiadas num sistema de informações ágil e robusto, que integre os dados originados das várias entidades relaciona-

das com o planejamento de transportes. Os Sistemas de Informação Geográfica - SIG tornam possível uma melhor compreensão das relações espaciais existentes entre os elementos analisados, facilitando a avaliação de diversas alternativas e permitindo a visualização de situações complexas, cuja representação só seria possível através de um grande volume de mapas e documentos [3].

Espera-se neste trabalho contribuir com o desenvolvimento de banco de dados (de preferência que relacione os dados especialmente, como o SIG) como ferramenta para armazenar as informações relativas aos acidentes de trânsito em áreas críticas do RMR, permitindo um acesso fácil, análise rápida e visualização das informações relevantes para identificação dos pontos negros em relação segurança nas vias.

## 2 Objetivos da Pesquisa

### 2.1 Objetivo Geral

Desenvolver e aplicar uma metodologia para diagnóstico de pontos negros (*Blackspots*) em relação à risco de acidentes de trânsito em um trecho da BR 101, a fim de ser implementada em um sistema de informações geográficas, contribuindo com a estruturação de um sistema georreferenciado de gestão de segurança nas vias urbanas.

### 2.2 Objetivos Específicos

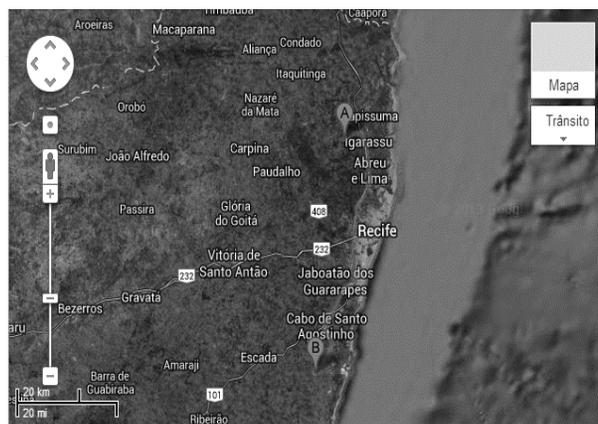
Segue uma lista dos principais objetivos específicos necessários para atingir o objetivo geral estabelecido:

- Estabelecer critérios prioritários para identificação de áreas críticas em relação à segurança viária em áreas urbanas.
- Coletar dados relacionados aos acidentes de trânsito e características geométricas das vias nas áreas consideradas críticas do ponto de vista de risco de acidentes viários de um trecho da BR 101.
- Desenvolver planilha de cálculo utilizando metodologia para identificação de pontos negros do PIARC.
- Identificar os principais pontos negros quanto à segurança viária, tendo como base as causas e gravidades dos acidentes de trânsito conforme modelos internacionais de segurança nas vias.
- Contribuir com a elaboração de uma base cartográfica, obedecendo os critérios de topologia de redes, seguindo os padrões recomendados pelo OGC – Open Gis Consortium.

## 3 Metodologia

### 3.1 Metodologia para escolha do local

Foi escolhida para ser analisada neste trabalho um trecho da BR 101, por tratar-se de uma via com um grande fluxo de veículos (ver na Figura 1 o trecho estudado neste trabalho). Foi obtido o acesso ao banco de dados através da Polícia Rodoviária Estadual e Federal esses dados são referentes ao ano de 2013 Para identificar os principais pontos de acidentes foi utilizado o critério de quantidade de acidentes por quilômetro e a quantidade de acidentes por quilômetro com base nos fluxo de veículos.



**Figura (1):** Delimitação da área em estudo **Fonte:** Googlemaps (2014)

### 3.2 Metodologia para diagnósticos de acidentes

Os tres métodos escolhidos e utilizados para identificação de acidentes terá como base a proposta apresentada pelo “Manual de Segurança Rodoviário” (Road Safety Manual) elaborado pelo *World Road Association's Road Safety Committee* denominado doravante de PIARC (2003) e seguirá as seguintes etapas:

#### 1) Frequência dos Acidentes

A frequência dos acidentes será calculada através da análise dos dados que foram obtidos pelos órgãos públicos responsáveis Polícia Rodoviária Federal – PRF. Serão considerados os dados de acidentes e suas respectivas localizações no ano de 2013, sendo somados todos os acidentes por quilômetro de via analisado.

#### 2) Taxa de Acidentes

O Cálculo da taxa de acidentes registrados para cada trecho durante o período de análise seguirá fórmula apresentada na Equação 1:

$$R_j = \frac{f_j \times 10^6}{365,25 \times PL_j Q}$$

Erro! Fonte de referência não encontrada.)

Onde:

$f_j$  = taxa de acidente no local (acidentes/km)

P = Período de análise (ano)

$L_j$  = comprimento da seção do local (km)

Q = tráfego diário médio anual de local (conhecido em inglês por AADT – Avarage Annual Daily Traffic)

### 3) Taxa Crítica de Acidente

Para o calculo da taxa crítica de acidentes foi utilizada a equação 2 apresenta abaixo:

$$R_{cj} = R_{rp} + K \sqrt{\frac{R_{rp} \times 10^6}{365,25 \times PL_j Q_j}} + \frac{1 \times 10^6}{730,5 \times PL_j Q_j}$$

Equação (2)

Onde:

$R_{cj}$  - Taxa Crítica de Acidente

$R_{rp}$  - Taxa média de acidente em local semelhante (acidentes/Km)

K - Coeficiente estatístico - 1,036 para um nível de confiança de 85%

P - Período de análise (ano)

Os três métodos estudados são se certa forma complementares sendo a taxa crítica a que dará resultados mais refinados quanto a identificação dos pontos negros. O apêndice A apresenta os cálculos para cada um dos métodos para o quilômetro 54 ao 103 da BR 101 analisados.

### 3.3 Metodologia para o uso do SIG

No princípio foi proposta a coleta e armazenagem de dados para que fosse possível mapear os blackspots com mecanismos que combinam diversas informações através de algoritmos de manipulação e análise, bem como para consultar, recuperar, visualizar e plotar o conteúdo no sistema georreferenciado. Nessa primeira etapa não foi possível o mapeamento dos pontos, mas foi desenvolvida a planilha computacional para o calculo dos pontos negros a

partir de três métodos complementares. A tabela apresentada no Apêndice A apresenta o detalhamento dos dados coletados e calculados para determinação dos pontos críticos

## 4 Análise e Resultados

Foram realizadas análises primárias dos blackspots em relação à frequência, taxa de acidentes e a taxa crítica d

acidentes, como mostram os gráficos 1, 2 e 3, respectivamente.

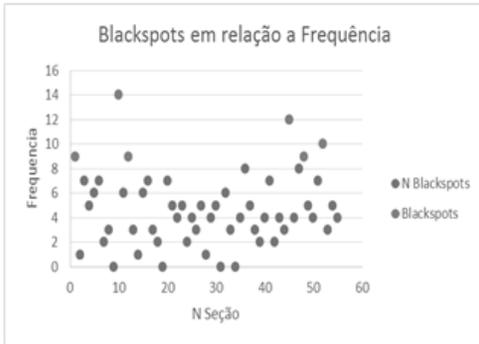


Gráfico 1: Número de Blackspots em relação à frequência de acidentes

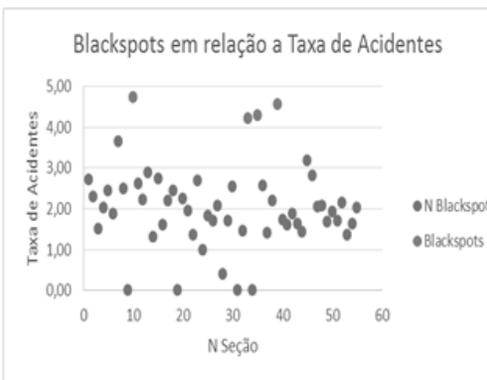


Gráfico 2: Número de Blackspots em relação à Taxa de acidentes

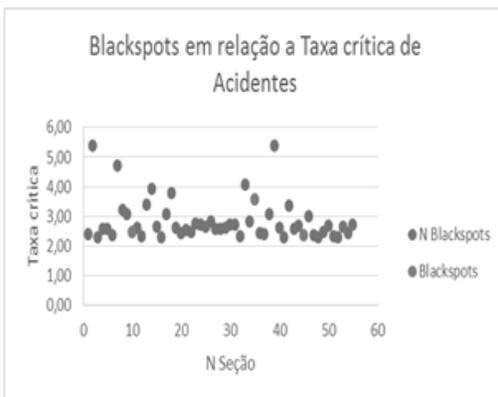


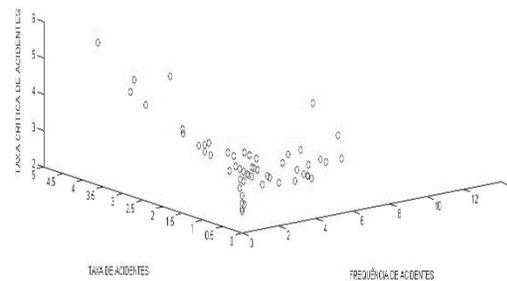
Gráfico 3: Número de Blackspots em relação à

Taxa crítica de acidentes

Quando realiza-se uma análise dos gráficos, percebe-se claramente que, em relação à frequência e a taxa de acidentes, os dados são linearmente separáveis, tornando possível uma prospecção desses dados utilizando uma árvore de decisão. Em relação à taxa crítica de acidentes, esses

dados não são linearmente separáveis e sua prospecção só será realizada a partir de redes neurais. Os pontos negros de acordo com a taxa crítica de acidentes são os quilômetros 1,10,12,45,48,52. Estudos mais aprofundados devem ser feitos nestes quilômetros a fim de diagnosticar as causas dos acidentes poder propor ações de melhoria para diminuir a incidência e gravidade dos acidentes

Foi então construindo um gráfico 3D (Figura 2) relacionando os blackspots à frequência, taxa de acidentes e taxa crítica de acidentes, a fim de analisar sua correlação. Conforme ilustrado na Figura 2 é possível perceber que esses dados estão fortemente influenciados pela frequência de acidentes, o que sugere a adoção de um outro método para analisar mais profundamente, ou ainda a adoção de uma média ponderada para valorar os métodos.



## 5 Considerações Finais

Os dados coletados e analisados mostram como o número de acidentes na RMR é grande e que há métodos simples que podem ser utilizados para identificar os pontos que devem receber atenção imediata dos órgãos públicos a fim de reduzir os riscos de acidentes. O próximo estágio do estudo terá como foco a análise dos demais métodos existentes e escolha do que melhor se adequa a realidade local para que possa se continuar com o diagnóstico e mapeamento dos pontos negros a fim de contribuir com um instrumento que possa colaborar com a melhoria do planejamento urbano da segurança viária da região. Acredita-se que o desenvolvimento do SIG necessitará do apoio técnico de um especialista a fim implementar a metodologia proposta de forma eficiente e prática.

## Referências

- [1] AASHTO - American Association of State Highway Transportation Officials. **Highway Safety Manual** (HSM). Washington-DC: Federal Highway Administration. 2010.

- [2] BRASIL. Ministério das Cidades. **Código de Trânsito Brasileiro**. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/publicacoes/download/ctb.pdf>>. Acesso em: 07 dez. 2013.
- [3] CÂMARA, Gilberto; DAVIS JR., Clodoveu Augusto; MONTEIRO, Antônio Miguel Vieira (ed). **Introdução à Ciência da Geoinformação**. Livro on-line. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2001. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro>>. Atualizado em 04/06/2001.
- [4] HARWOOD, DW; KOHLMAN RABBANI, ER; RICHARD, KR. Systemwide optimization of safety improvements for resurfacing, restoration or rehabilitation projects. **Transportation Research Record**. Washington: TRB, 2003.
- [5] KOHLMAN RABBANI, ER; BULLEN, G. Marginal Delay: New measure for quality of service at signalized intersections. **Transportation Research Record**. Washington: TRB, 2003.
- [6] LUOMA, J.; SIVAK, M. **Road-Safety Management in Brazil, Russia, India and China**. Disponível em: <<http://deplblue.lib.umich.edu/bitstream/handle/2027.42/89427/102786.pdf>>. Acesso em: 06 dez. 2013
- [7] PIARC - TECHNICAL COMMITTEE ON ROAD SAFETY. **Road Safety Manual: Recommendations from the World Road Association**. Paris: Route Market. 2003

**7. APÊNDICE A - Tabela com os dados coletados e calculados dos blackspots de acordo com os métodos de frequência de acidentes, taxa de acidentes e taxa crítica de acidentes**

<b>Km Acidente</b>	<b>Frequência de acidentes</b>	<b>Gravemente feridos</b>	<b>Levemente feridos</b>	<b>Mortos</b>	<b>Acidentes s/ feridos</b>
54	26	1	14	0	11
55	15	4	4	0	7
56	13	0	2	1	10
57	45	7	13	0	25
58	46	7	17	2	20
59	32	2	14	2	14
60	43	1	10	2	30
61	32	2	8	1	21
62	22	2	1	0	19
63	49	3	13	0	33
64	60	2	13	3	42
65	73	1	21	1	50
66	60	3	19	1	37
67	103	10	38	2	53
68	147	5	32	1	109
69	122	7	31	0	84
70	107	9	30	0	68
71	75	6	14	1	54
72	56	3	9	1	43
73	73	2	22	1	48
74	41	6	16	2	17
75	29	2	4	0	23
76	27	5	5	0	17
77	49	6	15	1	27
78	73	6	12	0	55
79	32	7	7	1	17
80	134	10	12	1	111
81	22	6	3	1	12
82	76	8	7	1	60

83	90	6	15	2	67
84	31	4	16	1	10
85	17	3	5	1	8
86	31	15	9	4	3
87	18	9	3	0	6
88	11	1	7	1	2
89	17	3	9	1	4
90	27	5	11	0	11
91	20	3	9	0	8
92	25	2	16	0	7
93	18	1	2	1	14
94	30	7	10	0	13
95	11	0	1	1	9
96	21	3	8	1	9
97	28	8	14	1	5
98	23	3	2	4	14
99	21	1	7	0	13
100	15	3	2	0	10
101	11	3	1	1	6
102	14	4	10	2	0
103	13	4	1	0	8

N° SEÇÃO	FREQÜÊNCIA DE ACIDENTE	BLACKSPOTS FREQUÊNCIA DE ACIDENTES	N° SEÇÃO	TAXA DE ACIDENTE	BLACKSPOTS TAXA DE ACIDENTES	N° SEÇÃO	TAXA CRITICA DE ACIDENTES	BLACKSPOTS TAXA CRITICA DE ACIDENTES
30	5	N	28	0,41	N	28	2,55	N
31	0	N	29	1,70	N	29	2,58	N
32	6	N	30	2,54	N	30	2,71	N
33	3	N	31	0,00	N	31	2,69	N
34	0	N	32	1,46	N	32	2,31	N
35	4	N	34	0,00	N	33	4,06	N
36	8	N	36	2,56	N	34	2,82	N
37	5	N	37	1,40	N	36	2,43	N
38	3	N	38	2,19	N	37	2,37	N
39	2	N	40	1,74	N	38	3,04	N
40	4	N	41	1,61	N	39	5,38	N
41	7	N	42	1,87	N	40	2,60	N
42	2	N	43	1,62	N	41	2,29	N
43	4	N	44	1,44	N	42	3,35	N
44	3	N	45	3,17	N	43	2,55	N
46	4	N	46	2,81	N	44	2,67	N
47	8	N	47	2,06	N	46	3,00	N
49	5	N	48	2,08	N	47	2,33	N
50	4	N	49	1,69	N	48	2,29	N
51	7	N	50	1,92	N	49	2,45	N
53	3	N	51	1,70	N	50	2,67	N
54	5	N	52	2,15	N	51	2,31	N
55	4	N	53	1,37	N	52	2,27	N
1	9	S	54	1,63	N	53	2,63	N
10	14	S	55	2,03	N	54	2,43	N
12	9	S	10	4,73	S	55	2,71	N
45	12	S	33	4,21	S	10	2,45	S
48	9	S	35	4,29	S	35	3,56	S
52	10	S	39	4,56	S	45	2,34	S

Nº SEÇÃO	FREQUÊNCIA D ACIDENTE	BLACKSPOTS FREQUÊNCIA DE ACIDENTES	Nº SEÇÃO	TAXA DE ACIDENTE	BLACKSPOTS TAXA DE ACI- DENTES	Nº SEÇÃO	TAXA CRITICA DE ACIDENTES	BLACKSPOTS TAXA CRI- TICA DE ACIDENTES
2	1	N	1	2,72	N	1	2,40	N
3	7	N	2	2,28	N	2	5,38	N
4	5	N	3	1,50	N	3	2,27	N
5	6	N	4	2,03	N	4	2,55	N
6	7	N	5	2,43	N	5	2,55	N
7	2	N	6	1,88	N	6	2,35	N
8	3	N	7	3,65	N	7	4,69	N
9	0	N	8	2,49	N	8	3,19	N
11	6	N	9	0,00	N	9	3,04	N
13	3	N	11	2,61	N	11	2,60	N
14	1	N	12	2,22	N	12	2,31	N
15	6	N	13	2,88	N	13	3,39	N
16	7	N	14	1,30	N	14	3,91	N
17	3	N	15	2,74	N	15	2,63	N
18	2	N	16	1,60	N	16	2,29	N
19	0	N	17	2,19	N	17	3,04	N
20	7	N	18	2,43	N	18	3,78	N
21	5	N	19	0,00	N	19	2,61	N
22	4	N	20	2,24	N	20	2,43	N
23	5	N	21	1,94	N	21	2,53	N
24	2	N	22	1,35	N	22	2,45	N
25	4	N	23	2,68	N	23	2,75	N
26	3	N	24	0,99	N	24	2,69	N
27	5	N	25	1,83	N	25	2,63	N
28	1	N	26	1,71	N	26	2,80	N
29	4	N	27	2,07	N	27	2,57	N
30	5	N	28	0,41	N	28	2,55	N
31	0	N	29	1,70	N	29	2,58	N
32	6	N	30	2,54	N	30	2,71	N
33	3	N	31	0,00	N	31	2,69	N

35	4	N	34	0,00	N	33	4,06	N
36	8	N	36	2,56	N	34	2,82	N
37	5	N	37	1,40	N	36	2,43	N
38	3	N	38	2,19	N	37	2,37	N
39	2	N	40	1,74	N	38	3,04	N
40	4	N	41	1,61	N	39	5,38	N
41	7	N	42	1,87	N	40	2,60	N