

Alexandre Hering Coelho

Portfólio de desenvolvimento de *softwares*
para aplicações em engenharia
(ordem cronológica)

14 de agosto de 2023

DGM-BiPyr

Desenvolvedores:

M. Eng. Alexandre Hering Coelho - Discussão da idéia, programação, visualização e testes.

Dr.-Ing. Thomas Vögtle - Apresentação da idéia e discussão.

Descrição:

Programa para gerar **modelos digitais de terreno** a partir de imagens geradas com dados de **laserscanner** aerotransportado. O programa se baseia no método de **pirâmide de imagens**, onde a resolução da imagem é sucessivamente reduzida e então ampliada para o valor inicial. O processo envolve critérios de filtragem e classificação. Estes critérios são controlados através de parâmetros numéricos, que servem para "calibrar" o programa, tornando-o aplicável para dados de diferentes áreas (urbano, florestas, mistos).

Recursos de software utilizados:

UNIX, C, DiDiX (IPF, Uni-KA).

Período de desenvolvimento:

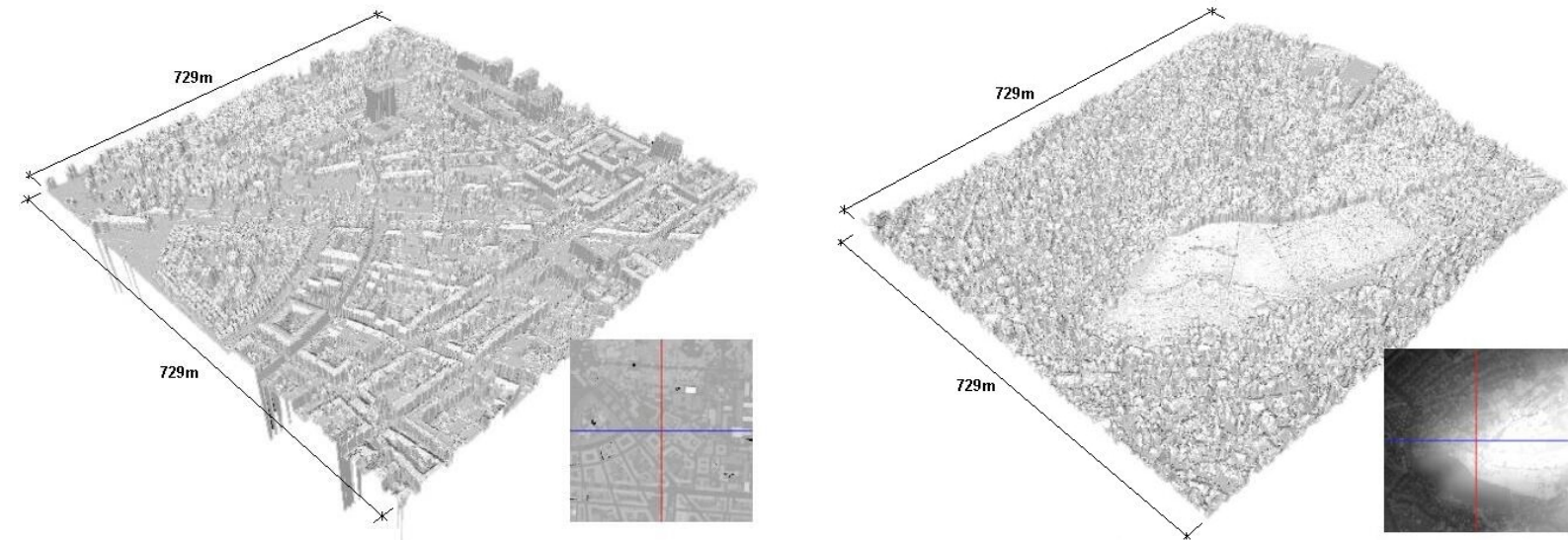
Maio a setembro de 2002.

Referências:

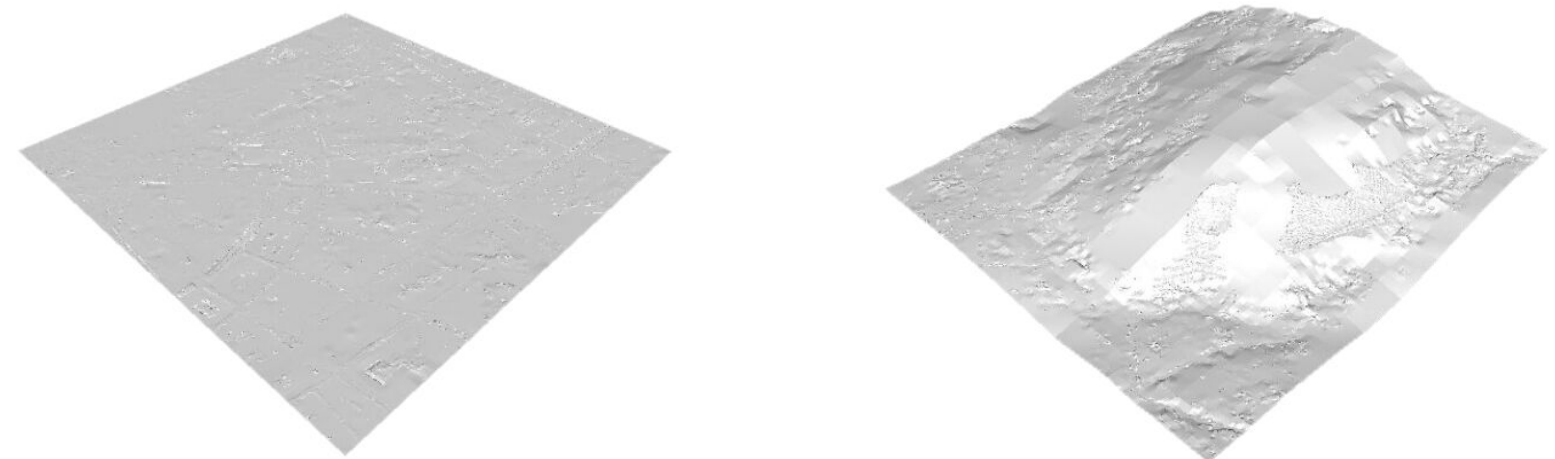
Dr.-Ing. Thomas Vögtle
thomas.voegtle@ipf.uni-karlsruhe.de Tel: ++49/721/608-2315
IPF - Universität Karlsruhe, Alemanha.

Univ.-Prof. Dr.-Ing Hans-Peter Bähr
hans-peter.baehr@ipf.uni-karlsruhe.de Tel: ++49/721/608-2315
IPF - Universität Karlsruhe, Alemanha.

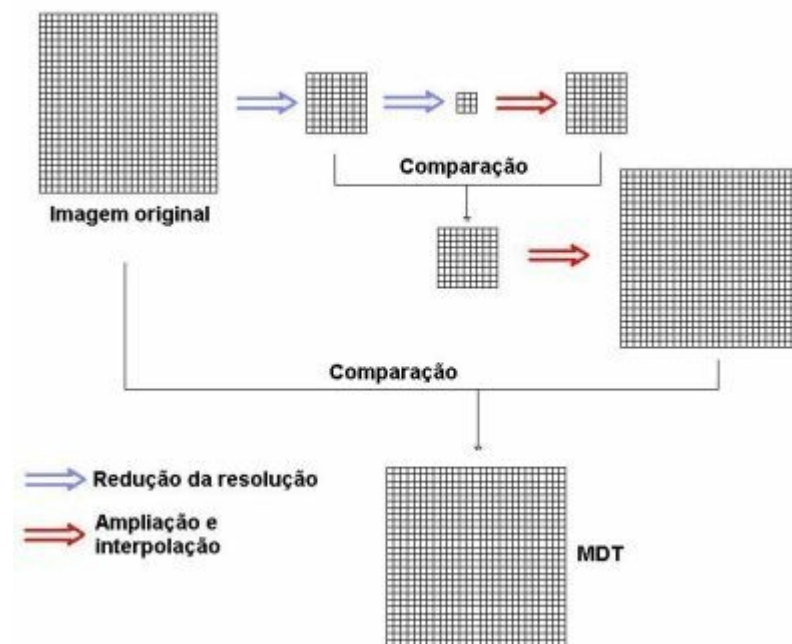
Modelos digitais de superfície (dados de último pulso)



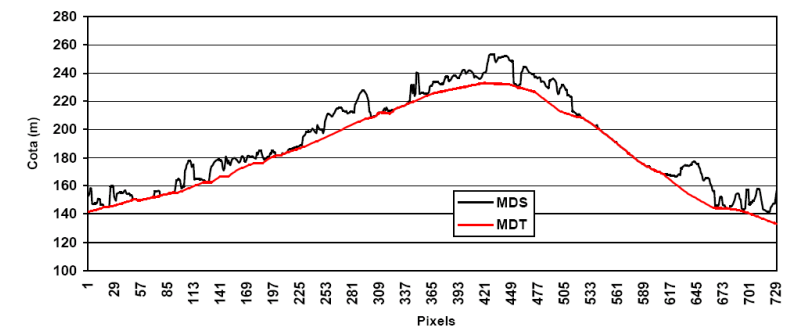
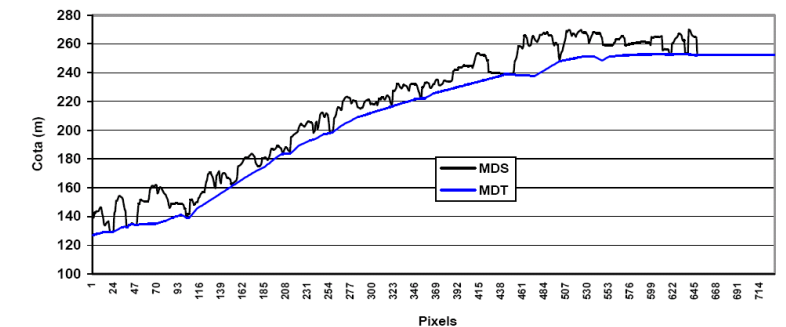
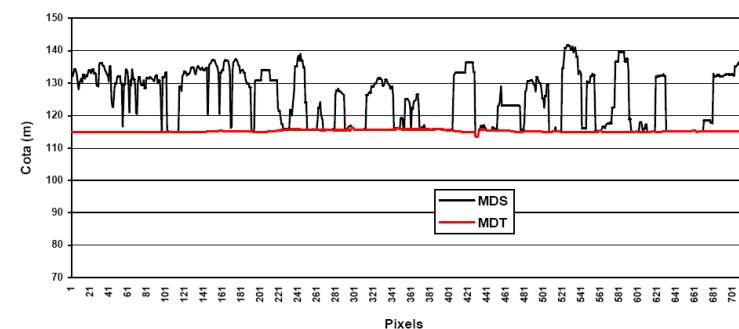
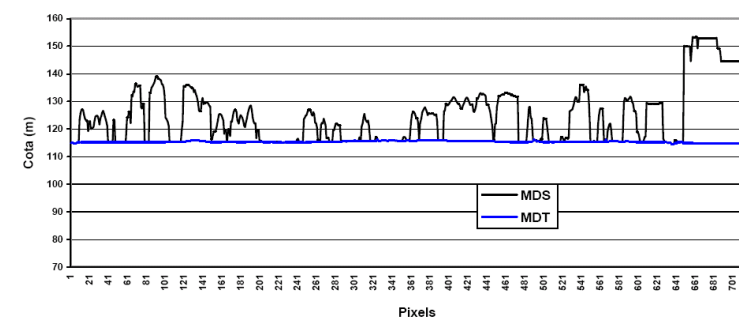
Modelos digitais de terreno resultantes



Princípio básico de funcionamento



Perfis



Ophtalmos

Desenvolvedores:

M. Eng. Alexandre Hering Coelho - Programação para banco de dados; inserção de dados em ambiente 3D com interfaces gráficas para controle de propriedades; confecção de ferramentas para manipulação de imagens digitais e visualização; montagem do sistema.

Dipl.-Ing. Johannes Leebmann - Programação para fotogrametria (processamento e transformação de dados relativos à orientação do sistema; controle da perspectiva do ambiente 3D, a partir das leituras dos sensores), calibração; montagem do sistema.

Dipl.-Ing. Guido Staub - Programação para GPS e IMU.

Descrição:

Sistema de **realidade aumentada** para uso externo, composto de *hardware* e *software*, para visualização, em tempo real, de espelhos d'água simulados, no mundo real. O objetivo é complementar os meios de visualização convencionais, como mapas, imagens, SIGs e realidade virtual, no reconhecimento e documentação de riscos provocados por enchentes.

Recursos de software utilizados:

Java (Swing, Java3D, JARToolKit, JMF, JDBC, JFreeReport), PostgreSQL, PostGIS, Hibernate.

Período de desenvolvimento:

Fevereiro de 2003 a dezembro de 2004.

Referências:

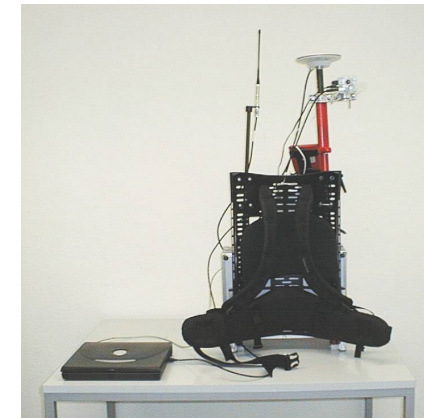
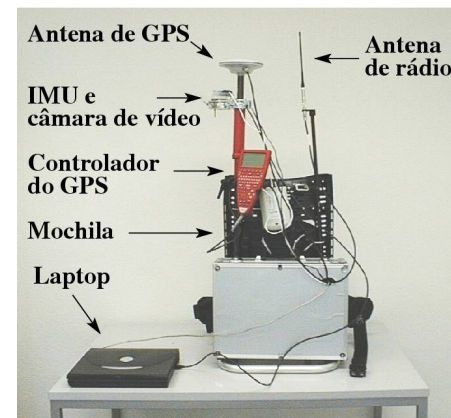
Univ.-Prof. Dr.-Ing Hans-Peter Bähr
hans-peter.baehr@ipf.uni-karlsruhe.de Tel: ++49/721/608-2315
IPF - Universität Karlsruhe, Alemanha.

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. mult. Franz Nestmann
nestmann@iwg.uka.de Tel: +49 (0)721 608-2194
IWK - Universität Karlsruhe, Alemanha.

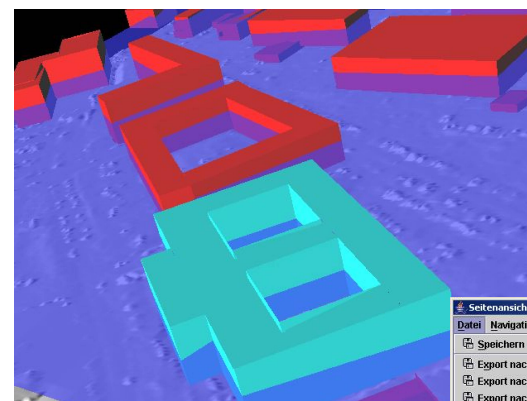
Uso do sistema ao ar livre



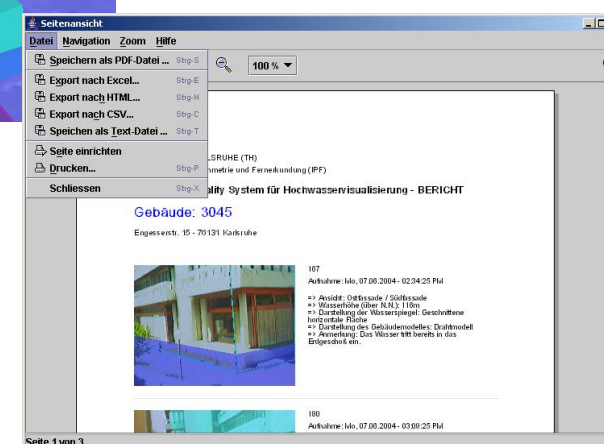
O protótipo montado no IPF



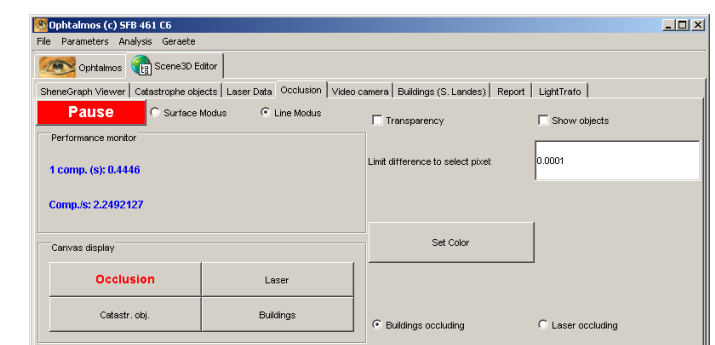
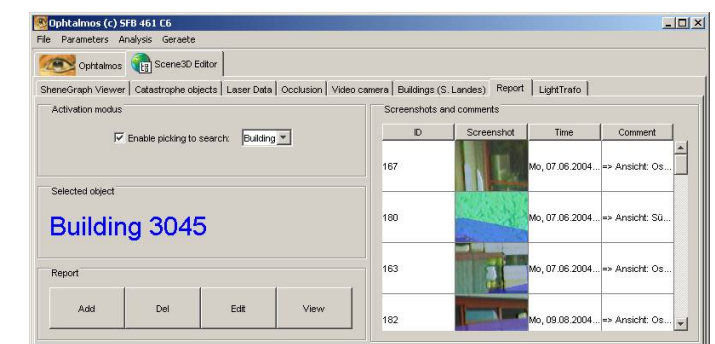
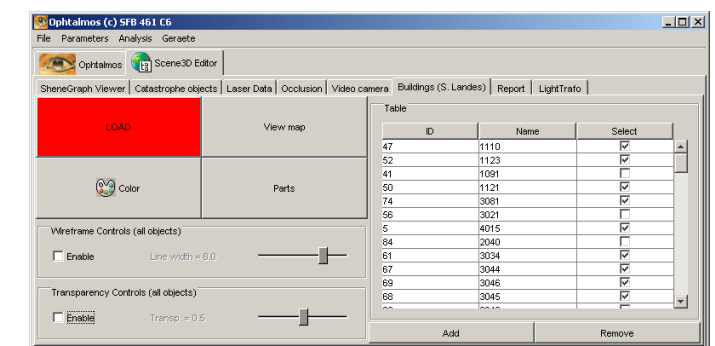
Dados usados como "fantasmas"



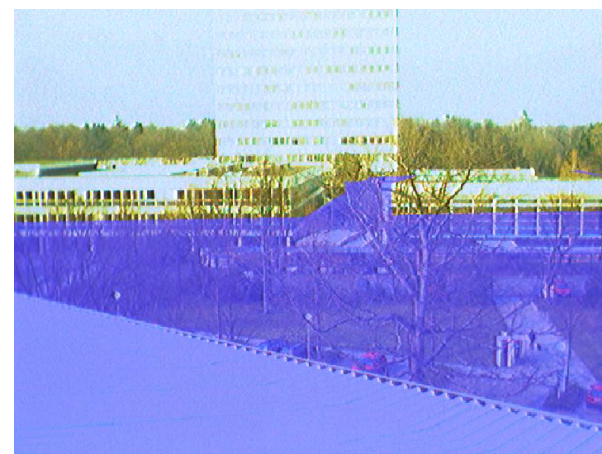
Geração de relatórios



Interfaces gráficas para controle



Cenas geradas com o sistema



Tracker

Desenvolvedor:

Dr.-Ing. Alexandre Hering Coelho

Descrição:

Programa para **deteção automática de feições**. Grades são fixadas em faces de vigas ensaiadas à flexão em laboratório, no local onde ocorre a fissuração. Uma câmara digital não-métrica toma fotografias destas grades. O programa Tracker utiliza o **coeficiente de correlação cruzada normalizado** r para buscar nas imagens as coordenadas dos cruzamentos das linhas das grades. O programa gera uma figura mostrando os pontos marcados sobre a imagem e suas coordenadas, além de gerar uma lista com as coordenadas em formato texto. As medições feitas automaticamente com o programa auxiliaram em uma pesquisa sobre o desempenho do concreto reforçado com fibras de aço na UFSC.

Recursos de software utilizados:

Java (Graphics2D).

Período de desenvolvimento:

Agosto a outubro de 2005.

Referências:

Dra. Giovanna Patricia Gava
gpgava@yahoo.com.br Tel: (45) 3220-3000

Prof. Dr. Luiz Roberto Prudêncio Jr.
ecv1lrp@ecv.ufsc.br Tel: (48) 3331-5188
ECV - UFSC

Coeficiente de correlação cruzada normalizado

$$r(u, v) = \frac{\sum_{x,y} (f1 \times f2)}{\sqrt{\sum_{x,y} f1^2 \times \sum_{x,y} f2^2}}$$

onde

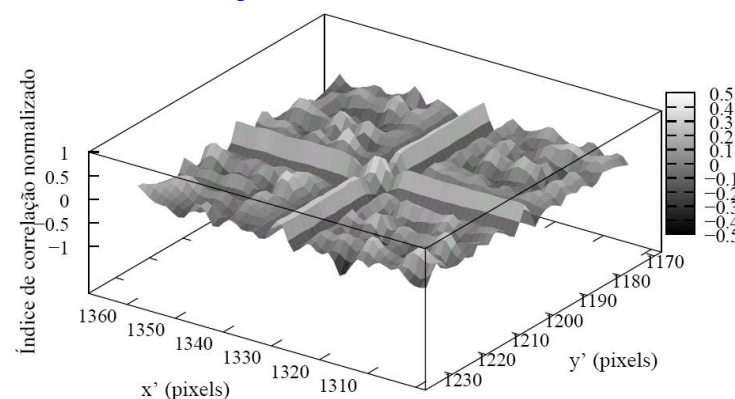
$$f1 = f(x, y) - \bar{f}_{u,v}$$

$$f2 = t(x - u, y - v) - \bar{t}$$

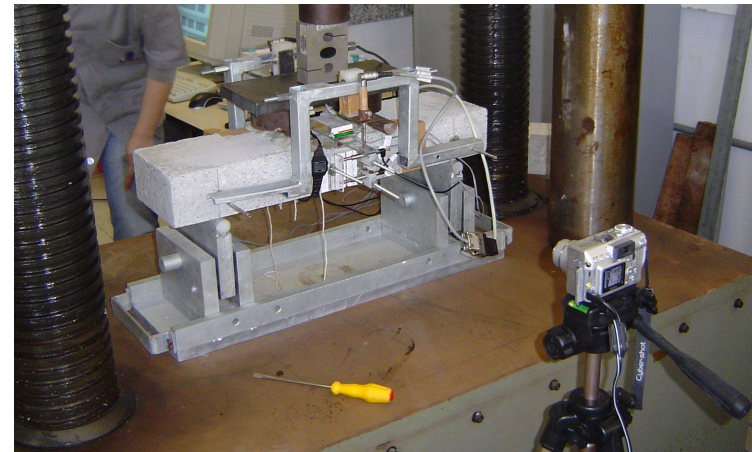
Máscara

$$M = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

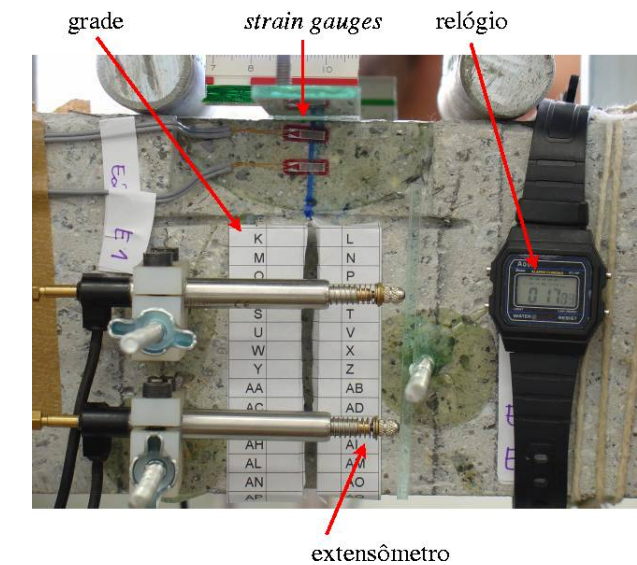
Pico de correlação encontrado em um cruzamento



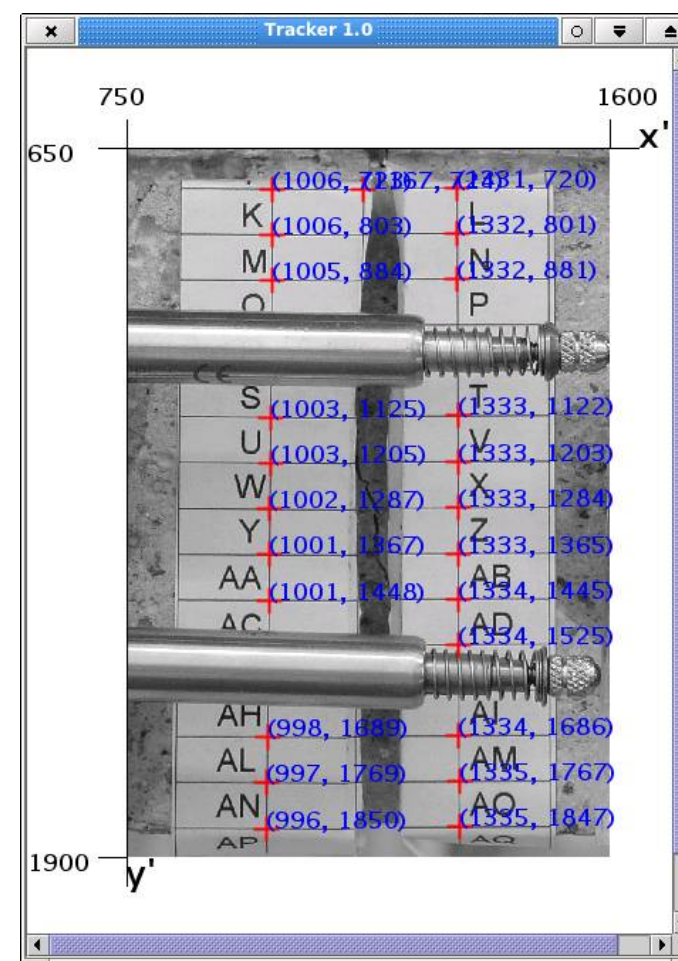
Montagem do experimento



Grade fixada na viga



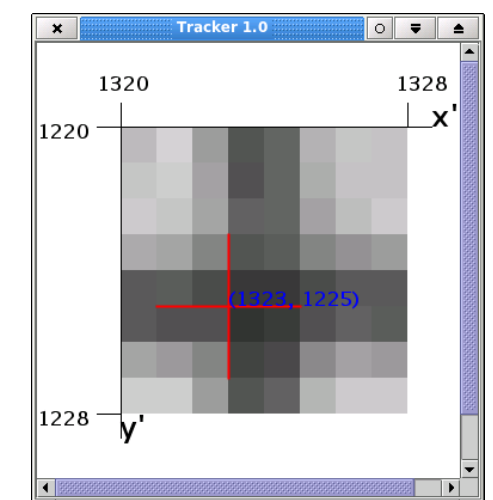
Pontos encontrados na imagem



Lista de pontos gerada

1331, 720
1006, 723
1167, 724
1332, 801
1006, 803
1332, 881
1005, 884
1333, 1122
1003, 1125
1333, 1203
1003, 1205
1333, 1284
1002, 1287
1333, 1365
1001, 1367
1334, 1445
1001, 1448
1334, 1686
998, 1689
1335, 1767
997, 1769
1335, 1847
996, 1850

Detalhe da marcação de um ponto



Laser Analyzer

Desenvolvedores:

Dr.-Ing. Alexandre Hering Coelho -
Discussão da idéia e programação.

M.Eng. Rosane Maciel Araújo
Vargas - Apresentação da idéia e
discussão.

Descrição:

Programa para processar e visualizar
em 2D e 3D dados de **laserscanner**
aerotransportado, com o objetivo de
reclassificar pontos (X, Y, Z) como
pertencentes ao primeiro ou último
pulso de retorno. O programa filtra e
classifica dados obtidos em áreas
com vegetação densa, seguindo
determinados critérios. As
superfícies "fPulse" e "IPulse"
resultantes servirão para auxiliar na
confecção do modelo digital de
terreno (MTD) e na posterior
avaliação de biomassa.

Recursos de software utilizados:

Java (Swing, Graphics2D, Java3D,
Visad), gnuplot.

Período de desenvolvimento:

Julho a setembro, 2006.

Referências:

M.Eng. Rosane Maciel Araújo
Vargas
ecv3rav@ecv.ufsc.br
Tel: (48) 3331-5181
LabFSG - ECV - UFSC

Arquivos de entrada

Poligonal (X, Y, Z)
815299.844 9644898.017 100
815281.531 9644920.554 88.680
815231.262 9644877.388 86.100
815276.410 9644855.330 102.160
815301.549 9644883.949 101.870

Dados de **laserscanner** (X, Y, Z)
815231.890 9644877.330 54.850
815233.060 9644878.720 59.630
815233.250 9644877.520 56.710
815233.930 9644876.740 56.510
815233.810 9644878.000 57.920
815234.840 9644879.570 61.050
815235.020 9644878.230 58.620
815235.120 9644876.830 57.680
815235.560 9644876.380 57.180
815235.430 9644877.660 58.860
.
.

Interface gráfica principal de controle

Laser Analyzer - Alexandre H. Coelho, set. 2006

ENTRADA DE DADOS

Arquivos com dados

Poligonal area1

Laser dados_laser.txt

Parâmetros gerais

Resolução do grid (m) 1.5

Eliminação de pontos próximos

Delta X 0.5

Delta Y 0.5

Delta Z 0.15

Classificação entre fP e IP por menor variância

Tamanho da janela 3

PROCESSAMENTO

Processar	Visualizar	Gerar relatório
Exportar: laser => GRASS 5.4	Exportar: fP e IP => TerraScan	Sair

Status: processamento concluído

Saídas em arquivos texto

Relatório do processamento

Relatório para dos dados "dados_laser.txt" da área "area1"
=====

1) Dados originais

Dimensão da área em X: 70.28700000001118 m
Dimensão da área em Y: 65.223999999946356 m

Resolução do grid: 1.5 m
.
.

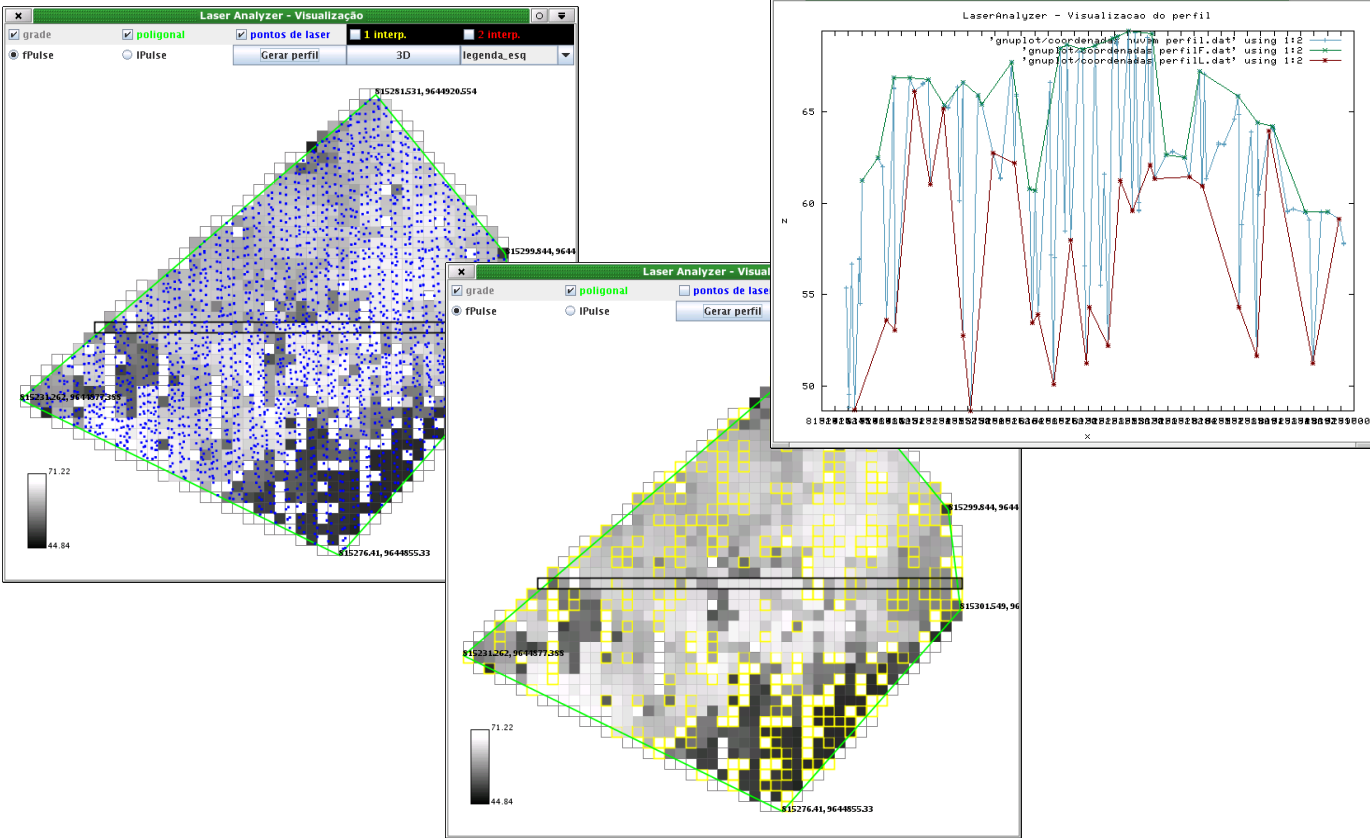
Superfícies em formato site do GRASS 5.4

815231.89|9644877.33|#0 %54.85
815233.06|9644878.72|#0 %59.63
815233.25|9644877.52|#0 %56.71
815233.93|9644876.74|#0 %56.51
.
.

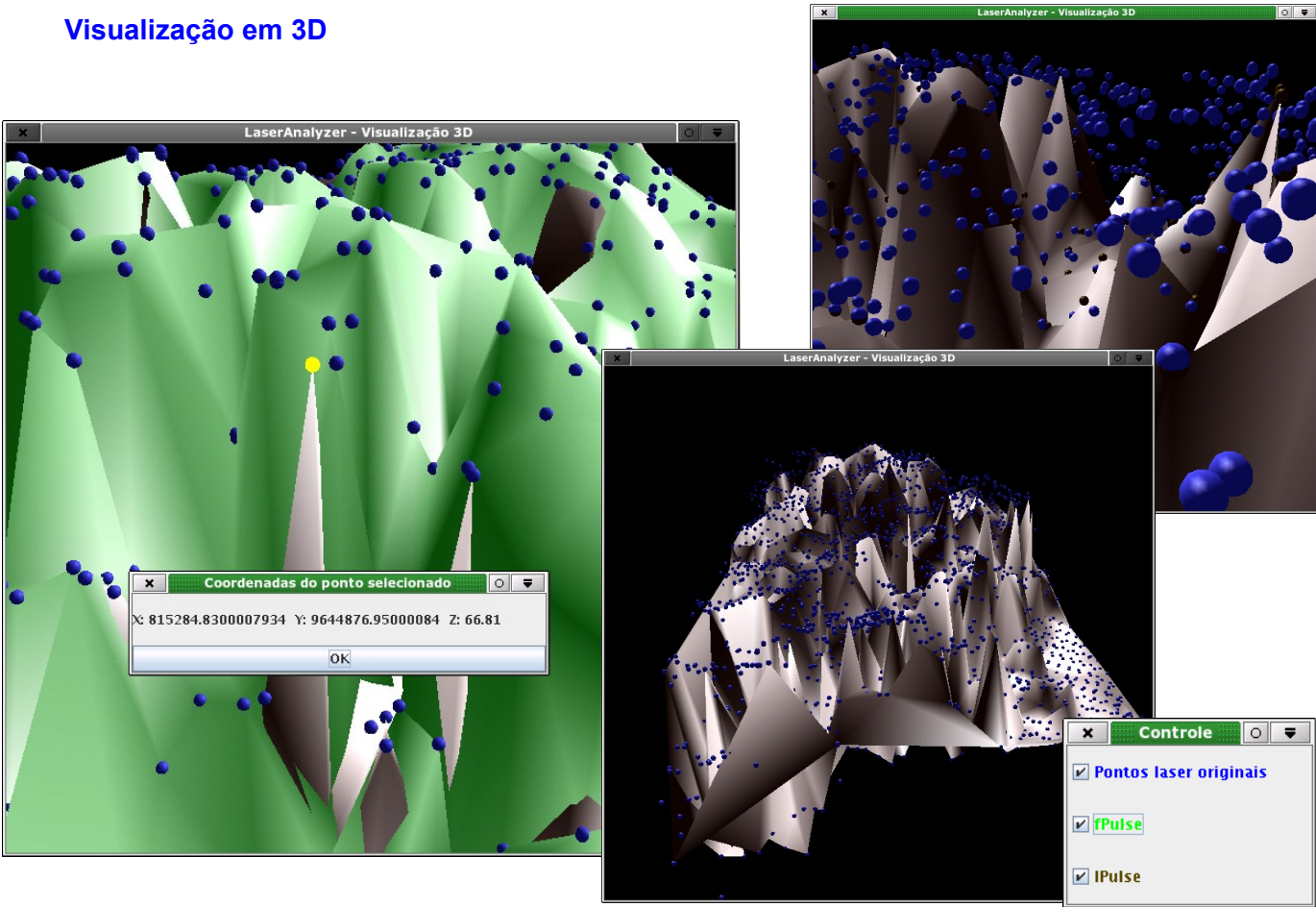
Superfícies em formato para o TerraScan

815233.25 9644877.52 56.71
815233.06 9644878.72 59.63
815234.32 9644876.1 49.07
815235.43 9644877.66 58.86
.
.

Visualização em 2D



Visualização em 3D



Platôs

Desenvolvedores:

Dr.-Ing. Alexandre Hering Coelho –
Desenvolvimento e implementação
da solução.

Descrição:

Desenvolvimento de um método e
implementação de um software para
a **identificação e demarcação
automática de platôs** em todo o
território brasileiro, baseado em
dados de SRTM, para a identificação
de jazidas de bauxita.

Recursos de software utilizados:

Java, PostGIS.

Período de desenvolvimento:

Novembro de 2008.

Referências:

Geol. Aldo Antonietto Junior
aldo@geos.com.br
Tel.: (21) 3907-9400
Hydro Norsk do Brasil, Rio de
Janeiro

PlateauRecognizer

Parâmetros para banco de dados

host: localhost
usuário: alexandre
senha:
database: hydro
tabela de entrada: curvas_5_gen_1
coluna com inform. de altitude: level

Seleção de faixa de altitude

☒ todos os dados mínima: 0
☐ faixa de altitude máxima: 2000

Modo de operação

☐ rapido ☒ porcentagem
distância máxima entre curvas de nível: 200
porcentagem mínima para manter registro: 0.6

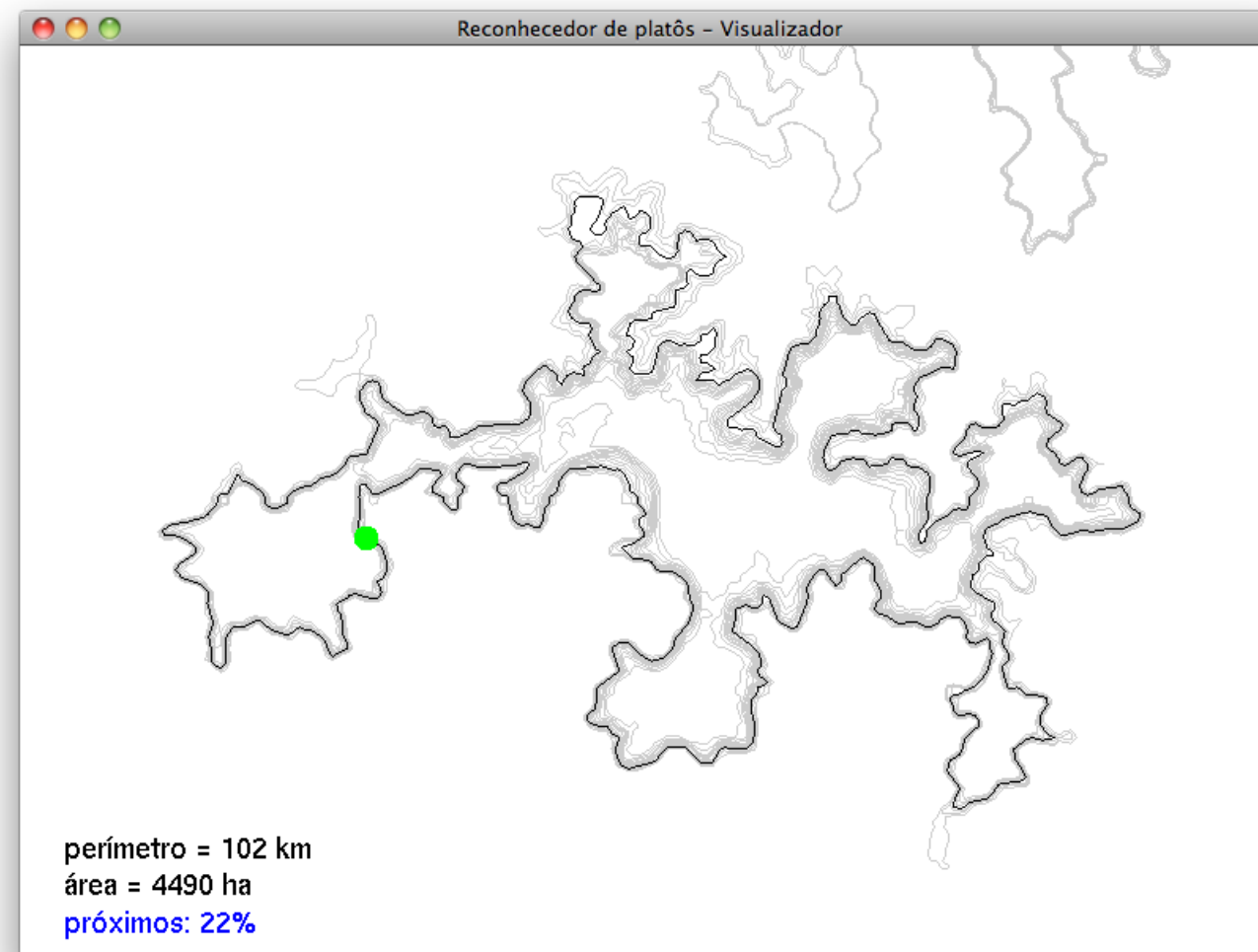
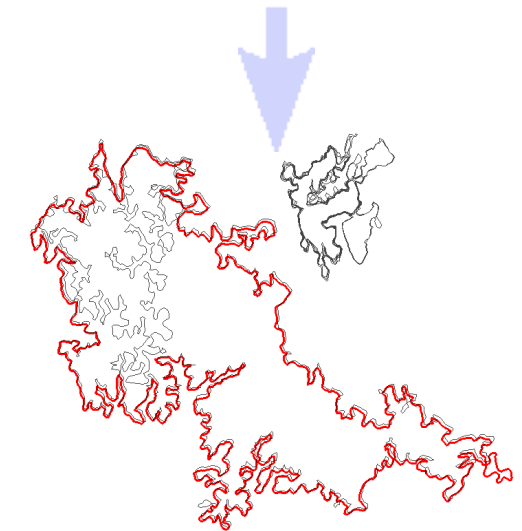
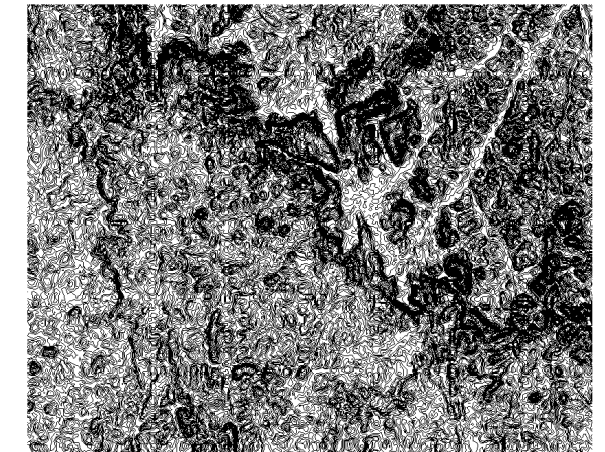
Parâmetros para pré-remoção

área mínima: 5000000
área máxima: 150000000
☒ remover poligonais abertas

Análise de variância interior

☐ Aplicar eliminação por variância interior
variância máxima:

Processar



PlateauRecognizer - Progresso

=== Iniciando o reconhecedor de platôs ===
Número de poligonos na camada = 13540
Deletados 3046 poligonos por serem formados por menos de 4 pontos
Deletados 918 poligonos abertos
Deletados 9408 poligonos por possuírem área menor que 5000000
Deletados 4 poligonos por possuírem área maior que 150000000
Aplicação para todas as curvas = true
Menor altitude nos dados = 95.0
Maior altitude nos dados = 200.0
Distância máxima entre curvas de nível = 200.0
Processando 164 poligonos remanescentes no modo porcentagem (0.6)

Processando polígono 36
Processando ponto 189

BaseProcessor

Desenvolvedor:

Dr.-Ing. Alexandre Hering Coelho

Descrição:

Programa para **automatizar a realização de verificações e correções topológicas** em camadas de dados geográficos vetoriais para servirem de **base para a criação de grafos** para utilização em sistemas de **simulação de transportes**.

Recursos de software utilizados:

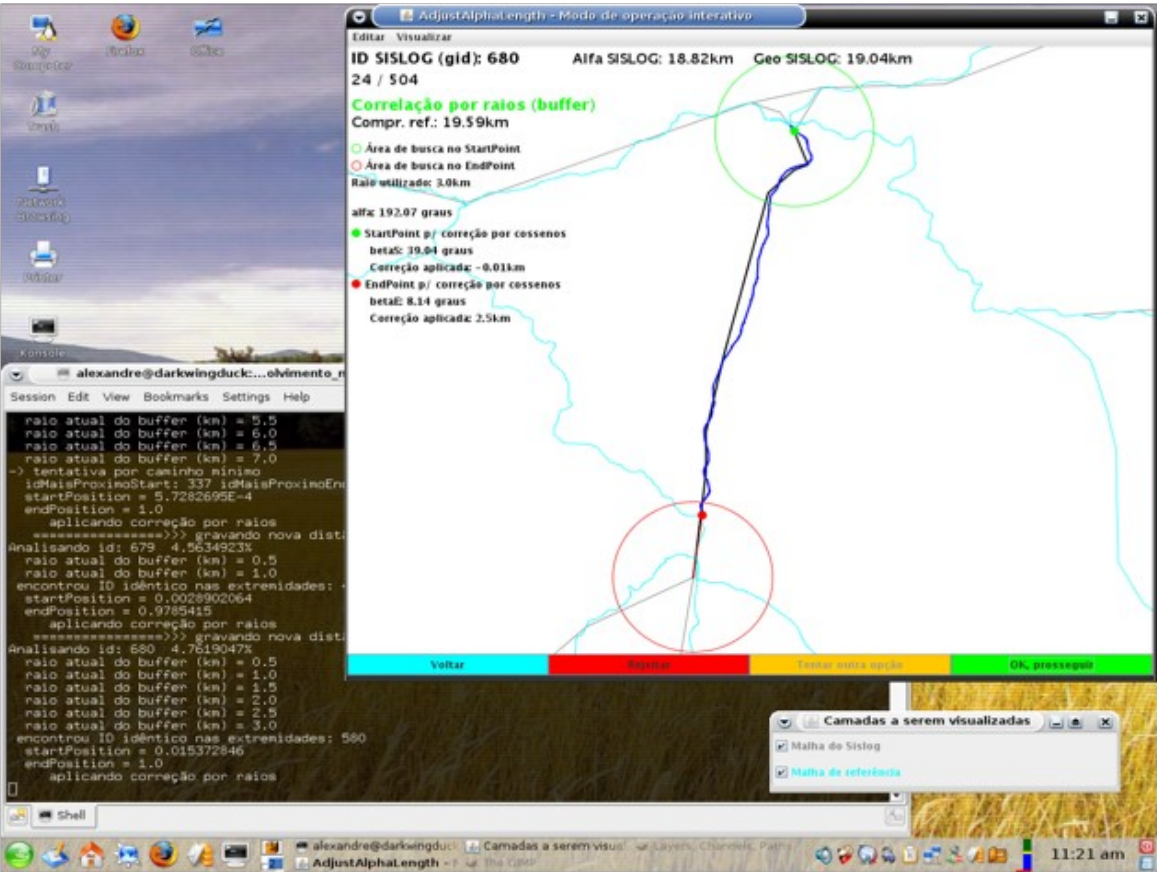
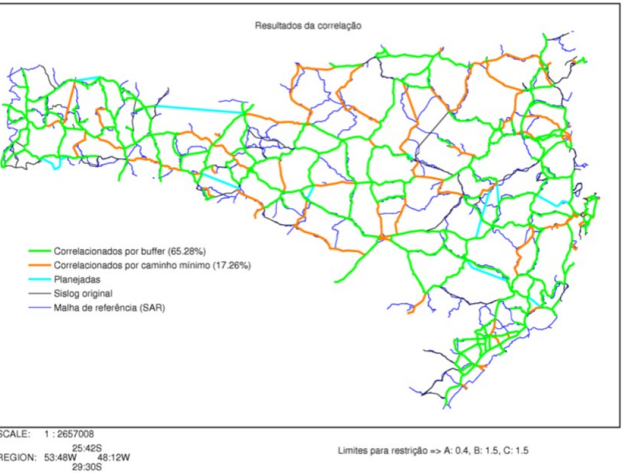
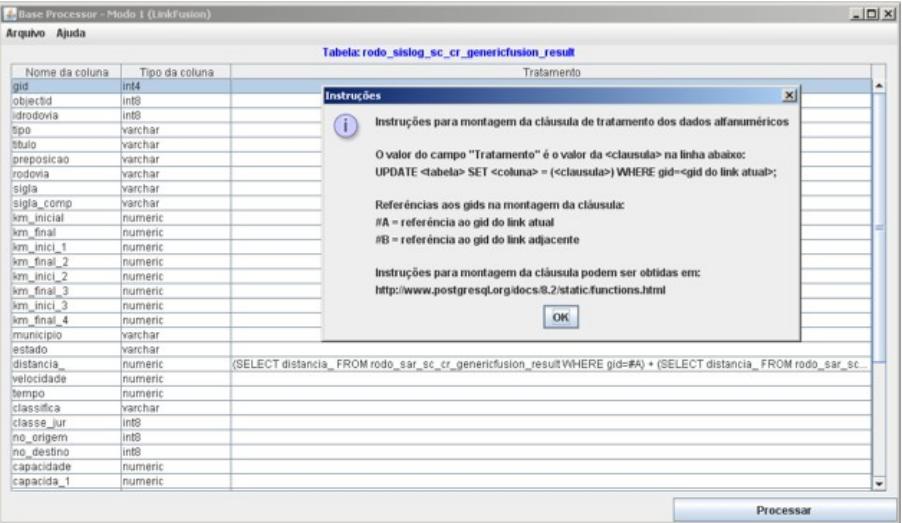
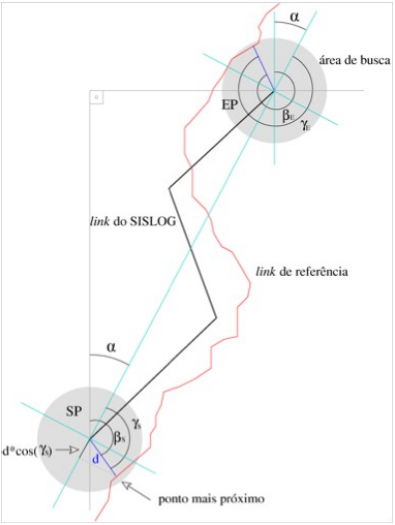
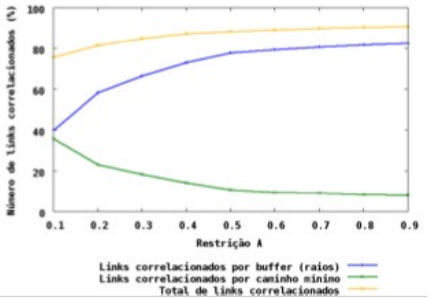
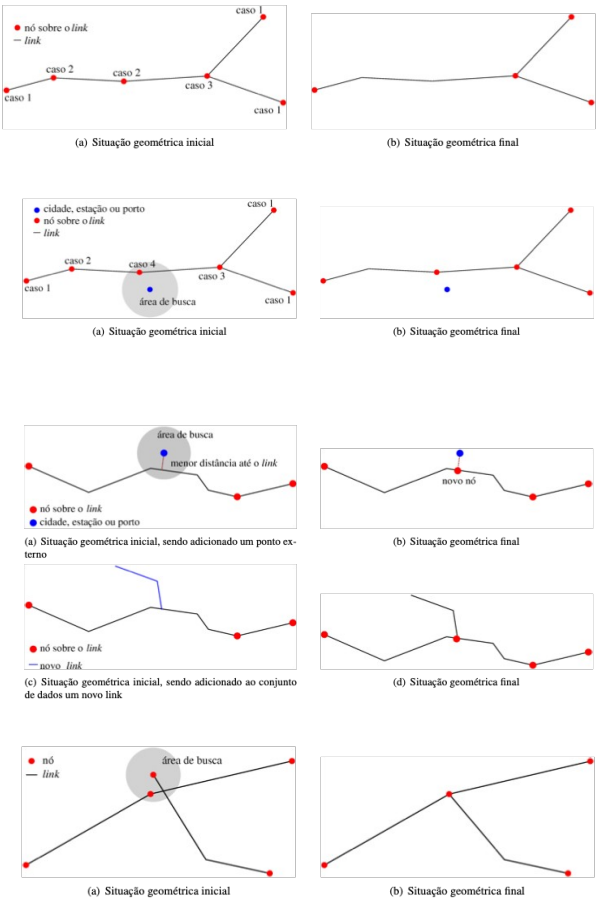
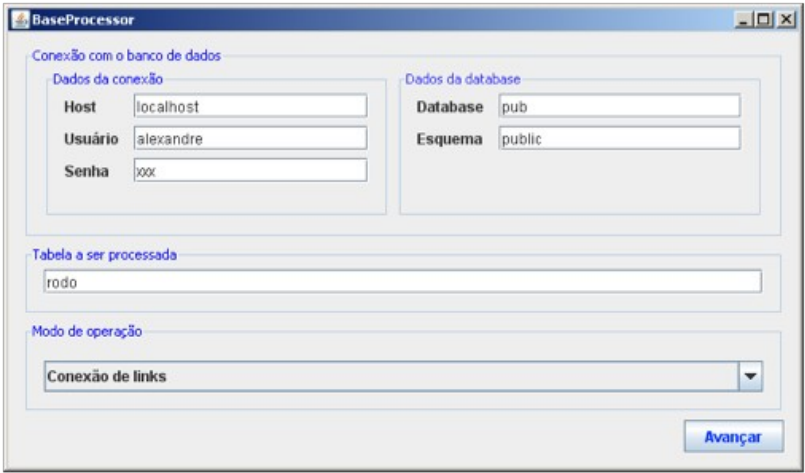
Java, PostGIS, OpenGL, gnuplot.

Período de desenvolvimento:

Janeiro a dezembro de 2009.

Referências:

Dr. Antônio Venicius dos Santos e
Dr. Edésio Elias Lopes
(UFSC/LabTrans)



ProjMonge

Desenvolvedor:

Dr.-Ing. Alexandre Hering Coelho

Descrição:

Monografia para UFSC/EGR. Elaboração de um sistema para demonstração da **projeção de Monge** utilizando a técnica da **realidade aumentada**. As primitivas geométricas ponto, reta e plano são projetadas em uma épura com o uso do sistema. As representações geradas com o sistema são semelhantes às encontradas em livros didáticos.

Recursos de software utilizados:

ARToolKit, C, OpenGL.

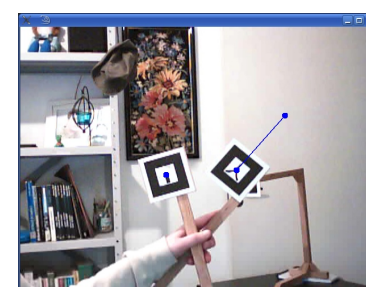
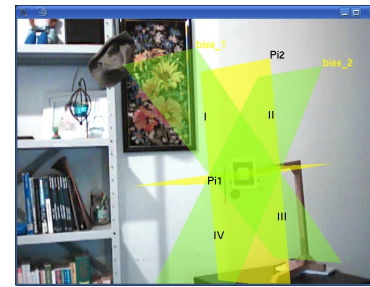
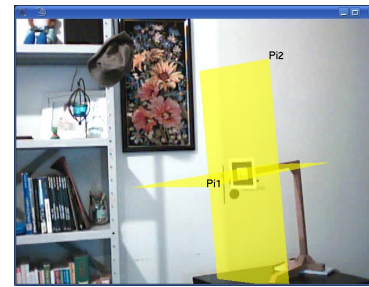
Período de desenvolvimento:

Maio a agosto de 2009.

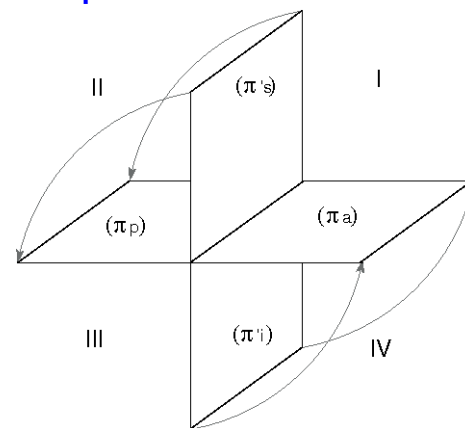
Referências:

Prof. Dr. Gilson Braviano
gilson@cce.ufsc.br
Tel: (48) 3331-9285
EGR - UFSC

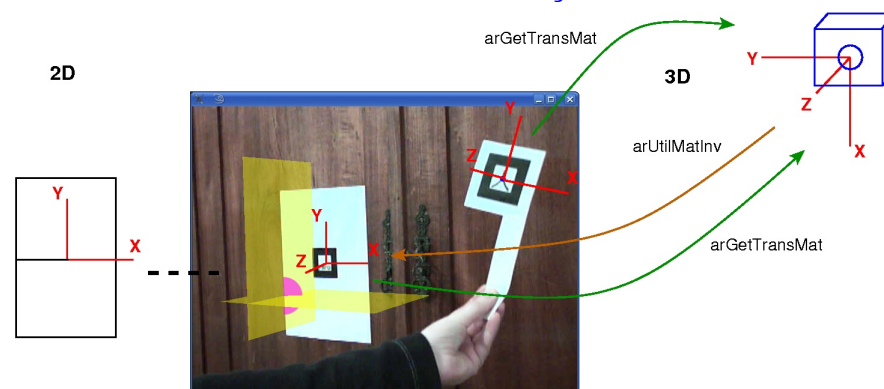
Representação dos objetos virtuais



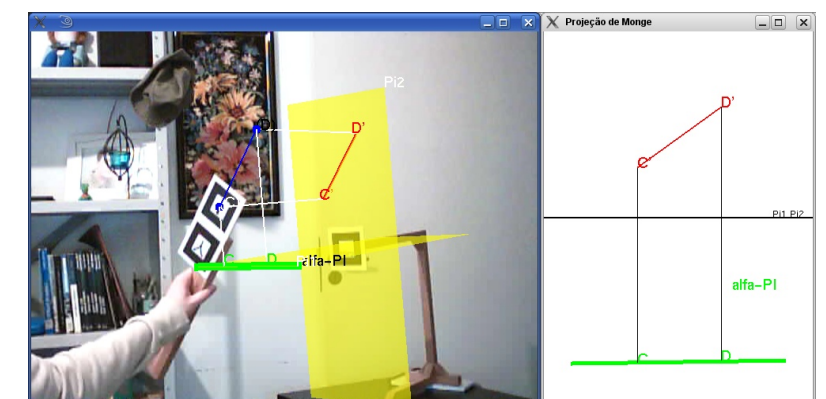
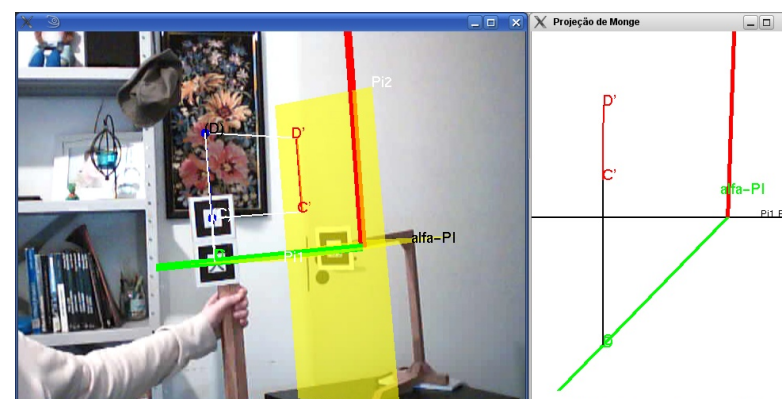
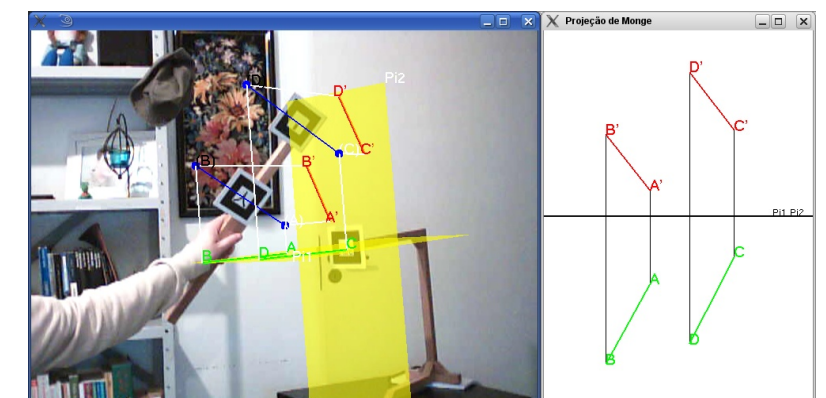
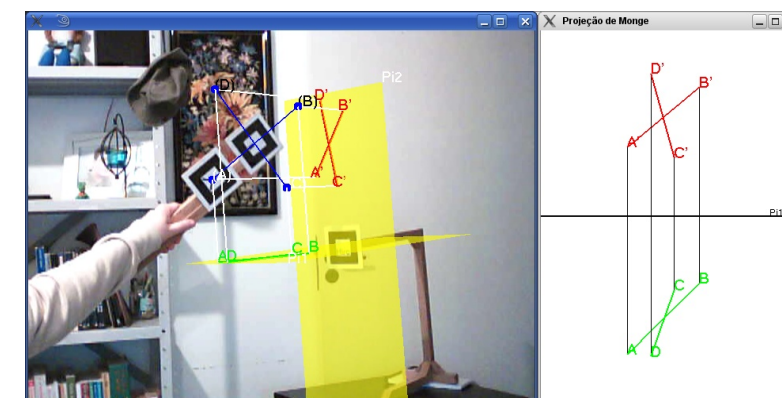
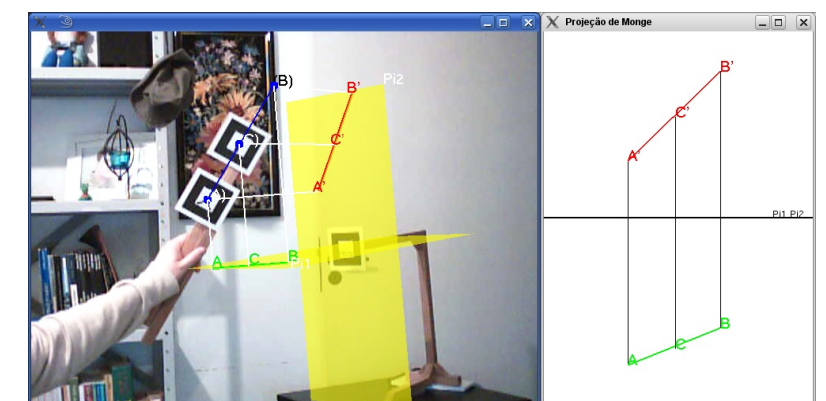
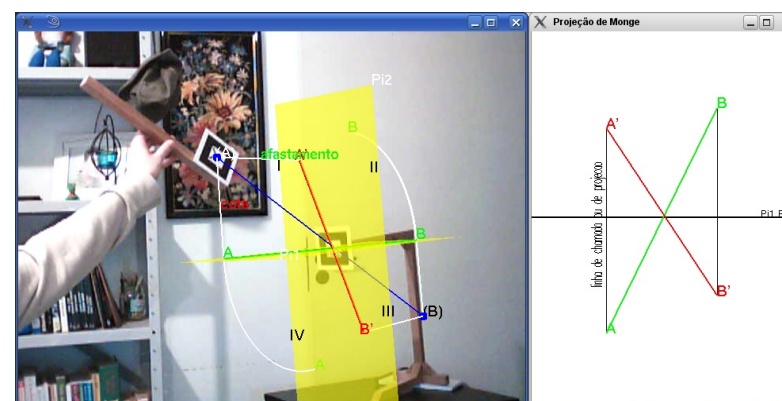
Épura



Sistemas de coordenadas e transformações



Uso do sistema



Bacia Fractal

Desenvolvedores:

Dr.-Ing. Alexandre Hering Coelho –
Discussão e implementação.

Msc. Fernanda Simoni – Idealização
e discussão.

Descrição:

Software para automatizar o procedimento para o **cálculo do índice fractal de bacias hidrográficas** a partir de dados geográficos. Os dados nos quais se baseia o software são a poligonal que descreve o limite da bacia hidrográfica e a rede de drenagem. O procedimento envolve um *loop*, onde cubos são interceptados pela rede de drenagem em 3D. O índice fractal é calculado a partir do gráfico que relaciona a aresta do cubo e o número de cubos interceptados.

Recursos de software utilizados:

Java, PostGIS, OpenGL, Gnuplot, Octave.

Período de desenvolvimento:

Setembro a outubro de 2010.

Referências:

Fernanda Simoni Schuh
fernandasimoni@yahoo.com.br
Tel.: (48) 8801-7288

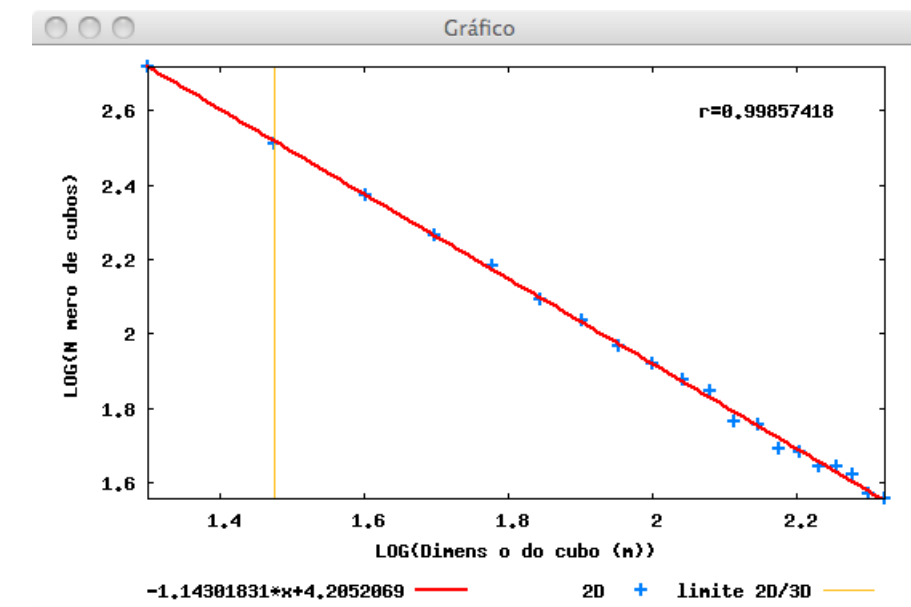
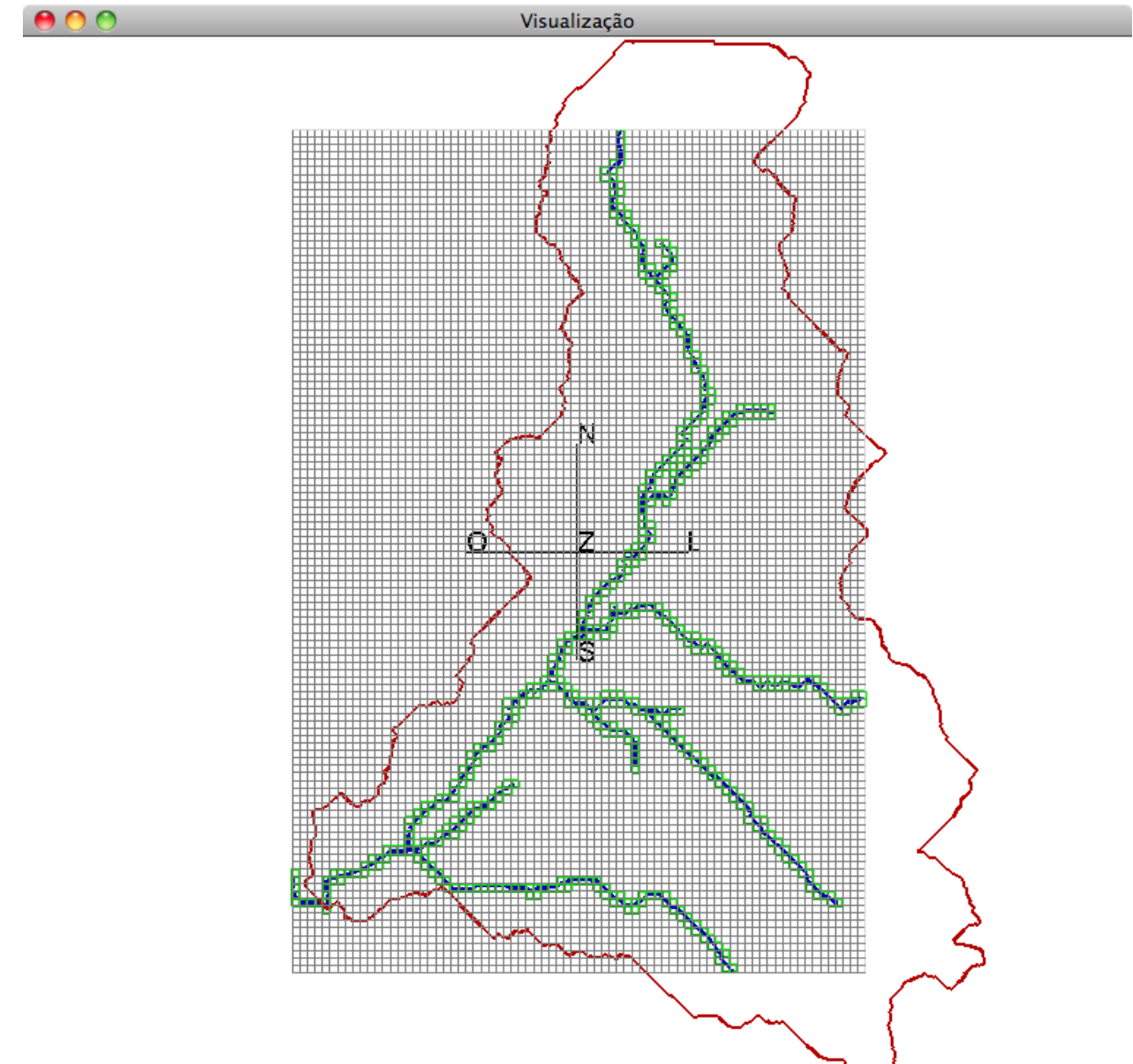
Modo de uso
☐ Visualização ☐ Processamento ☒ Proc. com visual

Tabela bacias: bacias_50000
Identificador da bacia: 1
Tabela drenagem: stream_5000_3d
Dimensão inicial (m) - maior: 200
Dimensão final (m) - menor: 10
Passo (m): 10

Dados devem estar em UTM

Processar

```
Terminal — octave-3.2.3 — 70x35
Rodando em Mac OS X
=====
modo = 3
=====
Extensao total 2D = 7.571km
Extensao total 3D = 7.594km
=====
minX = 715286.0
maxX = 716798.0
minY = 7090582.0
maxY = 7092858.0
minZ = 0.245000004768372
maxZ = 97.4250030517578
rangeX = 1512.0
rangeY = 2276.0
rangeZ = 97.18000304698943
=====
ciclos = 20
=====
ciclo 1
numCubosX = 8
numCubosY = 11
numCubosZ = 1
dimensao = 210.0; cubos intersectados = 36
=====
ciclo 2
numCubosX = 8
numCubosY = 12
numCubosZ = 1
dimensao = 200.0; cubos intersectados = 37
=====
ciclo 3
numCubosX = 8
numCubosY = 12
numCubosZ = 1
```



Restituidor as built

Desenvolvedores:

Dr.-Ing. Alexandre Hering Coelho –
Idealização e implementação.

Descrição:

Software para segmentação automática e cálculo de parâmetros geométricos de eixos viários com base em dados geográficos. Com o auxílio do software os **traçados são automaticamente segmentados** segundo as suas características geométricas **horizontais e verticais**, como tangentes, curvas e rampas. Para os segmentos identificados são **determinados os parâmetros geométricos**, como raios e ângulos internos de curvas horizontais e gradientes na vertical. Parâmetros geométricos globais para trechos são computados, como os índices de geometria horizontal e vertical, e podem ser registrados como atributos dos trechos de vias analisados.

Recursos de software utilizados:

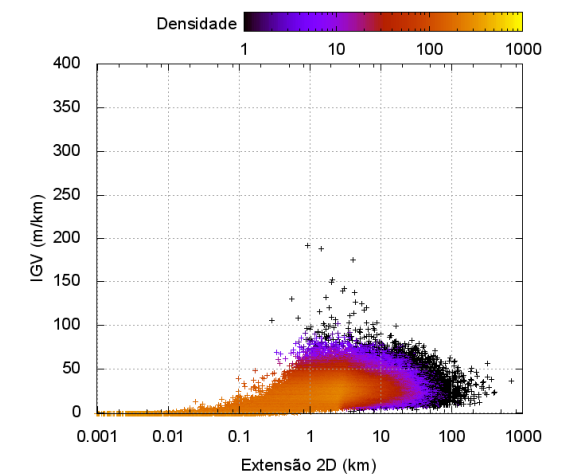
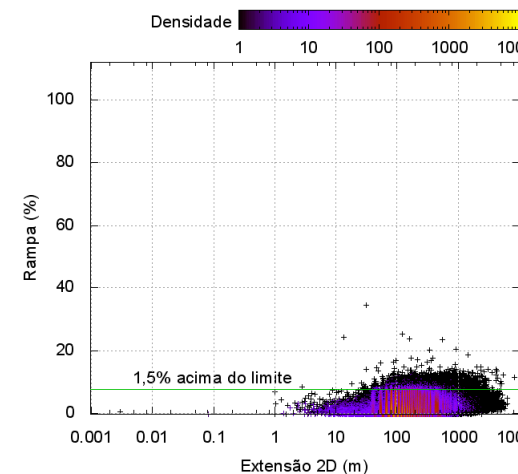
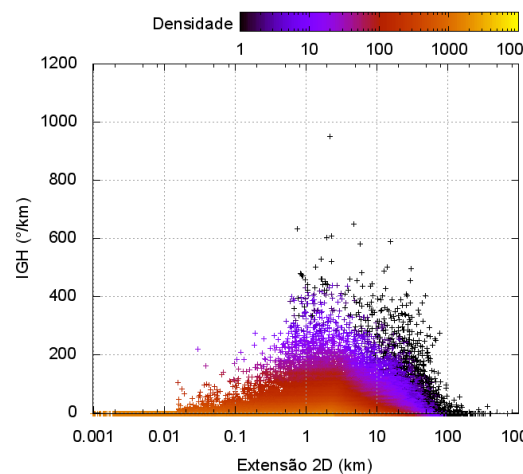
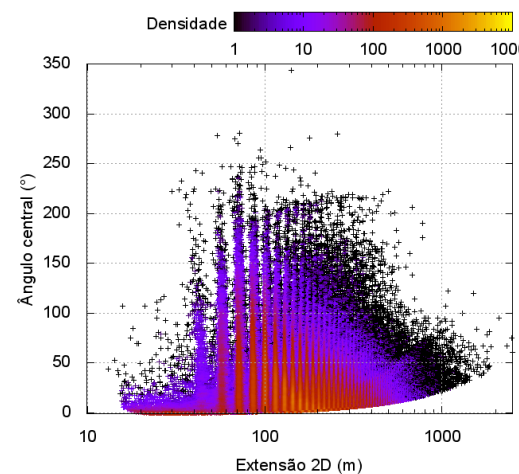
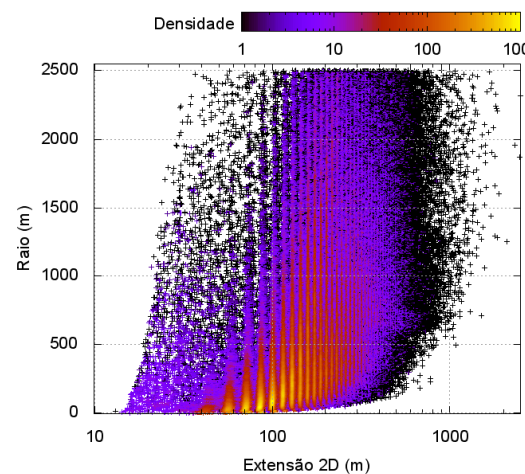
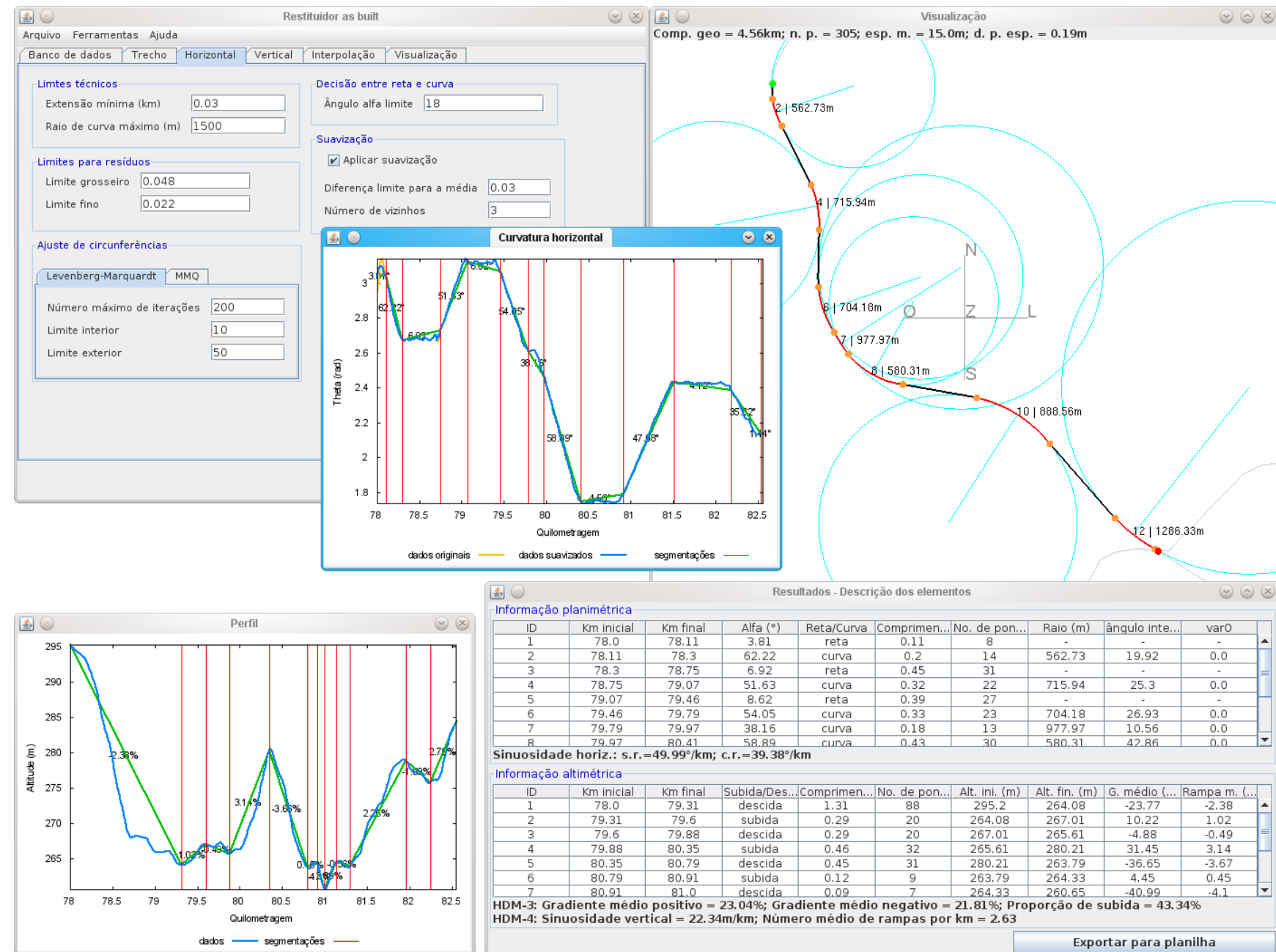
Java, PostGIS, OpenGL, Gnuplot, Octave.

Período de desenvolvimento:

Outubro de 2008 - 2014.

Referências:

Prof. Dr. Amir Mattar Valente
LabTrans - UFSC



Integrador Semântico

Desenvolvedores:

Dr.-Ing. Alexandre Hering Coelho –
Idealização e implementação.

Descrição:

Software para realizar a **integração geométrica de dados vetoriais** sobre eixos viários **com modelos de superfícies** (SRTM, ASTER). As altitudes dos vértices das poligonais tridimensionais são transformadas através de um **ajustamento por mínimos quadrados** (método paramétrico), onde equações de observações descrevem as altitudes iniciais e equações de inunção descrevem as **regras semânticas**.

Recursos de software utilizados:

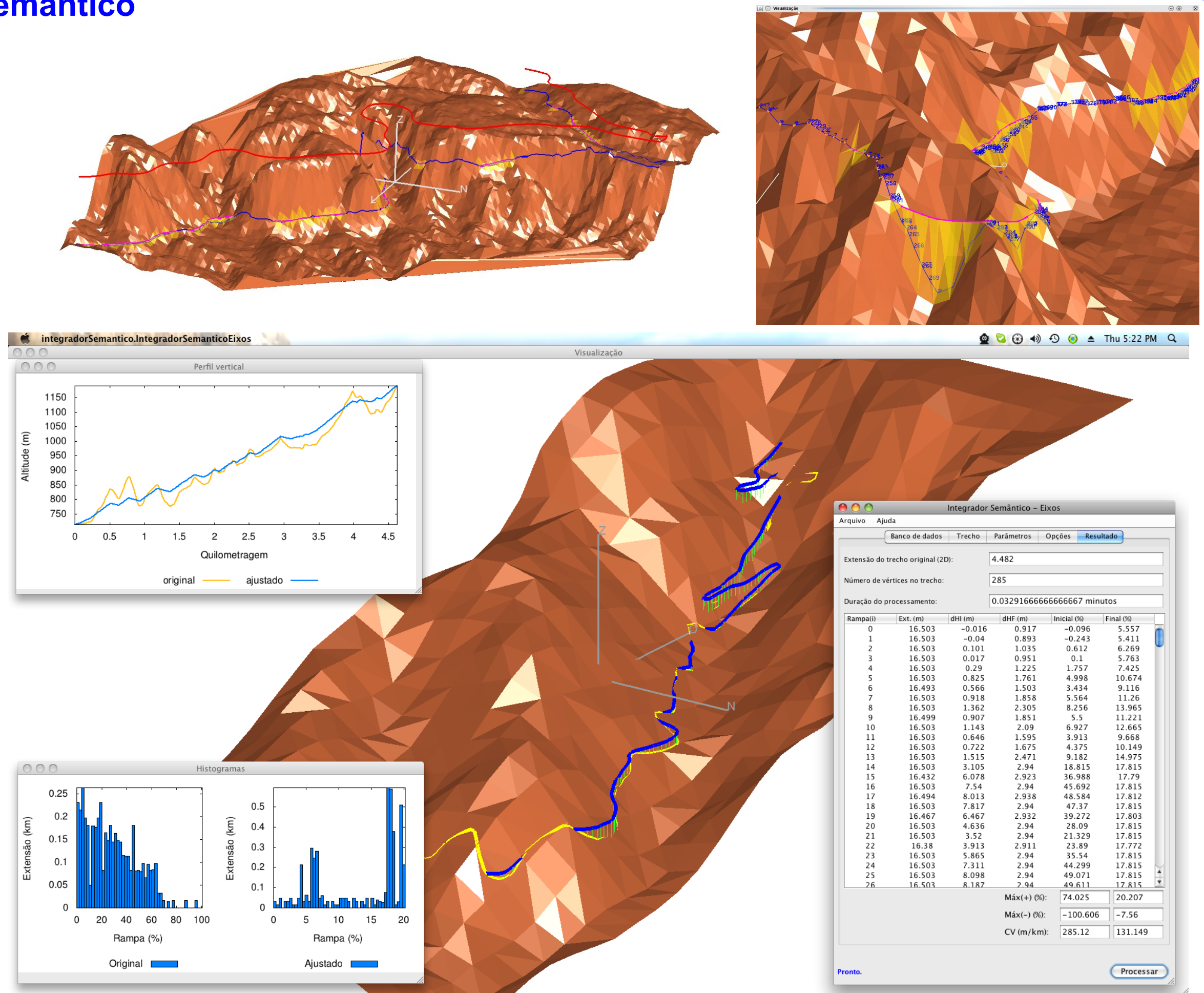
Java, PostGIS, OpenGL, Gnuplot, Octave.

Período de desenvolvimento:

Maio de 2010 - 2012.

Referências:

Prof. Dr. Amir Mattar Valente
LabTrans - UFSC



ECV5115

Desenvolvedores:

Dr.-Ing. Alexandre Hering Coelho

Descrição:

Implementações computacionais para auxiliar no trabalho didático da disciplina de Projeto Geométrico de Estradas (ECV5115) na ECV/UFSC. Funcionalidades:

- elaboração de áreas de estudo únicas (modelos digitais de elevação) para cada equipe;
- elaboração de um relatório completo para a correção do trabalho, sendo dados os PIs, os raios das curvas horizontais e os PIVs.

Recursos de *software* utilizados:

Java, SQLite.

Período de desenvolvimento:

Julho a agosto de 2016.

Referências:

Dr. Luciana Rohde, Dr. Liseane Padilha Thives

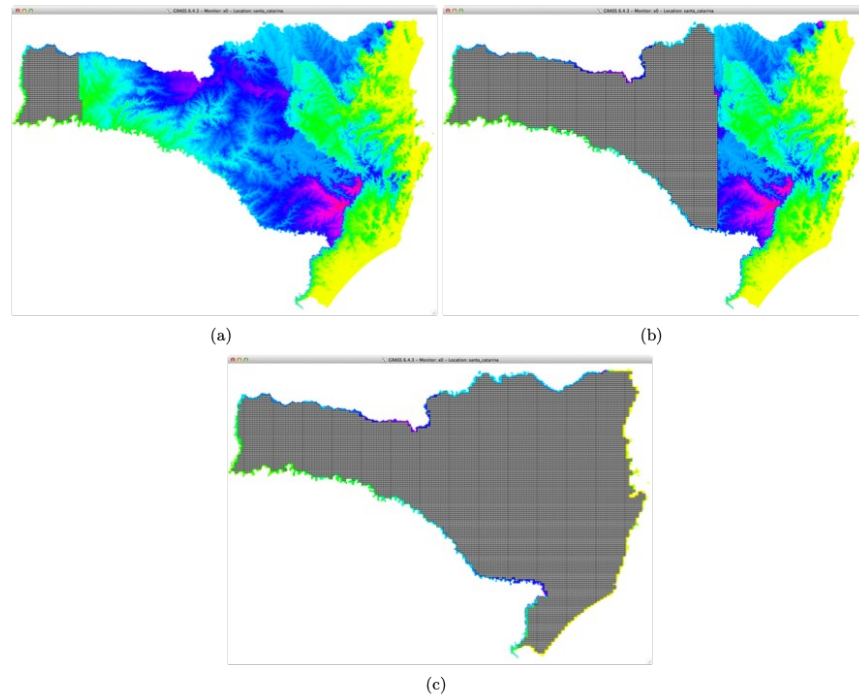


Figura 3: Avanço do processamento

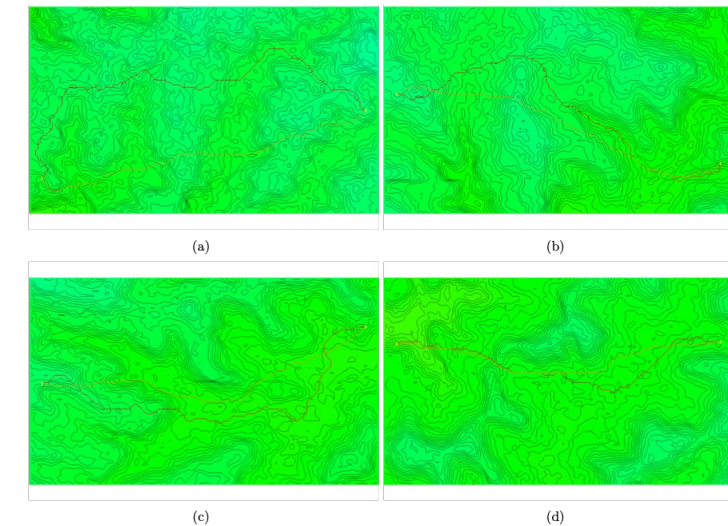
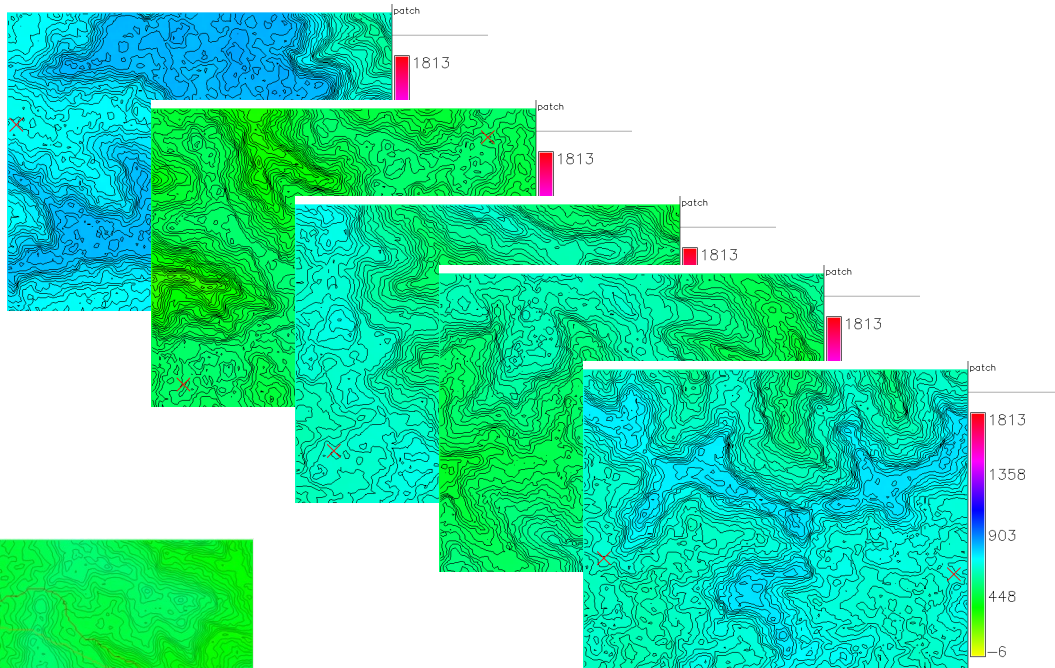


Figura 6: Exemplos de áreas de estudo resultantes, com pontos de origem e destino do traçado e o resultado da aplicação das funções *r.drain* e *r.walk*

PROJETO

Equipe = Alexandre

Classe = II

Terreno = ondulado

Abaulamento = 2.000 %

Comprimento de transição (L_C) preferido = 100.00 m

Veículo de projeto = CO

Número de faixas = 2

CARACTERÍSTICAS

Velocidade diretriz mínima = 70.0 km/h

Taxa de superelevação máxima (e_{max}) = 8 %

Valor máximo admissível do coeficiente f (f_{max}) = 0.15

Raio mínimo para e_{max} = 167.75 m

Rampa de superelevação admissível (r_{max}) = 1:185

Largura da faixa = 3.50 m

Gabarito lateral = 0.90 m

Rampa máxima = 5.00 %

Valor K para curvas convexas (mínimo desejável) = 29.00 m/%

Valor K para curvas côncavas (mínimo desejável) = 24.00 m/%

Veículo de projeto:

Largura total (L_V) = 2.60 m

Distância entre eixos (E_E) = 6.10 m

Balanco dianteiro (B_D) = 1.20 m

CURVA HORIZONTAL 1

Raio = 700.00 m: transição = necessária; superelevação = necessária

Deflexão = 51°59'26.27s Esquerda (-51.990631504394834) → ≤ 10 cm > 30

Superelevação = 3.375%

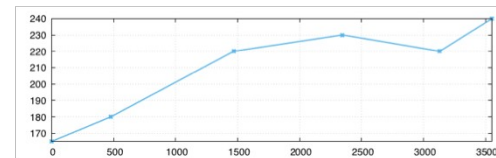
Superlargura = 0.40 m	
Gabarito devido à trajetória em curva (G_C)	2.63 m
Gabarito devido ao balanço dianteiro (G_D)	0.01 m
Gabarito lateral (G_L)	0.90 m
Folga dinâmica (F_D)	0.26 m
Largura total da pista em curva (L_T)	7.33 m
Largura normal da pista em tangente (L_N)	7.00 m
Superlargura calculada (S)	0.33 m

Comprimento de transição = 100.00 m	
Limite mínimo = 39.20 m → 40.00 m	
Critério do comprimento mínimo absoluto	39.20 m
Critério da fluência ótica	-1.0
Critério do conforto	4.67 m
Critério da máxima rampa de superelevação	21.85 m
Limite máximo = 154.00 m → 150.00 m	
Critério do máximo ângulo da clóide	700.00 m
Critério do tempo de percurso	154.00 m
Critérios complementares	
Extensão total mínima com superelevação	100.00 m

Concordâncias com espirais de transição	
Ângulo central da espiral (S_C)	4°5'33.20s* (4.09255567950588)
Ângulo central da curva circular (θ)	43°48'19.87s* (43.805520145383085)
Desenvolvimento em curva circular (D_C)	535.19 m
Comprimento total da curva (D_T)	735.19 m
Coordenadas dos pontos SC e CS	
$\#C$	2.38 m
$\#C$	99.95 m
Parâmetros de recuo da circular	
p	0.60 m
q	49.99 m
Comprimento da tangente exterior (T_E)	391.62 m

PROJETO ALTIMÉTRICO

Vértice	Posição planimétrica (m)	Altitude (m)
0 = PP	0.00	165.00
PI ₁	479.00	180.00
PI ₂	1468.00	220.00
PI ₃	2346.00	230.00
PI ₄	3131.00	220.00
PF	3552.00	240.00



CURVA VERTICAL 1

$i_1 = 3.132\%$; $i_2 = 4.044\%$ → côncava

$L = 21.91m \rightarrow 20.00m$

CURVA VERTICAL 2

$i_1 = 4.044\%$; $i_2 = 1.139\%$ → convexa

$L = 84.26m \rightarrow 80.00m$

ALINHAMENTO VERTICAL 1

Comprimento (planimétrico) = 479.00 m

Rampa = 3.13 %

Curva: 1

$L_A = 10.00$ m;

$L_{TOTAL} = 10.00$ m

ALINHAMENTO VERTICAL 2

Comprimento (planimétrico) = 989.00 m

Rampa = 4.04 %

Curvas: 1 e 2

$L_A = 10.00$ m; $L_B = 40.00$ m

$L_{TOTAL} = 50.00$ m

ALINHAMENTO VERTICAL 3

Comprimento (planimétrico) = 878.00 m

Rampa = 1.14 %

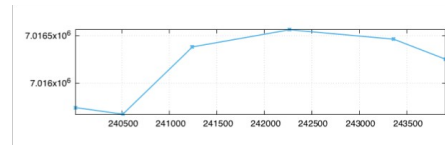
Curvas: 2 e 3

$L_A = 40.00$ m; $L_B = 30.00$ m

$L_{TOTAL} = 70.00$ m

PROJETO PLANIMÉTRICO

Vértice	X (m)	Y (m)
0 = PP	240010.00	7015739.96
PI ₁	240508.80	7015670.24
PI ₂	241242.63	7016379.73
PI ₃	242263.27	7016559.90
PI ₄	243362.11	7016461.41
PF	243910.00	7016249.40



VERIFICAÇÃO DAS SUCESSÕES DAS CURVAS

Sucessão	Raios (m)	Situação
Curva 1 → Curva 2	700.00 → 850.00	Exatidão necessária
Curva 2 → Curva 3	850.00 → 1300.00	Exatidão necessária
Curva 3 → Curva 4	1300.00 → 1600.00	Exatidão necessária

ALINHAMENTO HORIZONTAL 1

Comprimento = 503.65 m

Azimute = 97.9570520266061 (97°57'25.39s°)

Curva: 1

Comprimento do trecho em tangente	
T_1 (m)	391.62
T_2 (m)	n.a.
$T_1 + T_2$ (m)	391.62
Comprimento em tangente (m)	112.02 → OK
Comprimento de transição na tangente	
L_T1 (m)	59.26
L_T2 (m)	n.a.
$L_T1 + L_T2$ (m)	59.26
Verificação	OK
Verificações gerais	
Menor que 3km	OK
Menor que $2.5 \times (D_1 + D_2)/2$ (m)	n.a.
Menor que 1,5 min na V_{dir} (m)	1750.00 → OK

ESTAQUEAMENTO CONJUNTO

0 = PP	0.00 m	0 + 0.00 m
TS ₁	112.02 m	5 + 12.02 m
SC ₁	212.02 m	10 + 12.02 m
PCV ₁	469.00 m	23 + 9.00 m
PTV ₁	489.00 m	24 + 9.00 m
CS ₁	747.21 m	37 + 7.21 m
ST ₁	847.21 m	42 + 7.21 m
TS ₂	1166.11 m	58 + 6.11 m
SC ₂	1266.11 m	63 + 6.11 m
PCV ₂	1428.00 m	71 + 8.00 m
PTV ₂	1508.00 m	75 + 8.00 m
CS ₂	1670.84 m	83 + 10.84 m
ST ₂	1770.84 m	88 + 10.84 m
PC ₁	2249.30 m	112 + 9.30 m
PCV ₃	2316.00 m	115 + 16.00 m
PTV ₃	2376.00 m	118 + 16.00 m
PT ₃	2442.67 m	122 + 2.67 m
PC ₂	2990.23 m	149 + 10.23 m
PCV ₄	3061.00 m	153 + 1.00 m
PTV ₄	3201.00 m	160 + 1.00 m
PT ₄	3272.90 m	163 + 12.90 m
PF	3552.48 m	177 + 12.48 m

ECV5129

Desenvolvedores:

Dr.-Ing. Alexandre Hering Coelho

Descrição:

Software para **gerar automaticamente dados de demanda sintéticos diferentes** para cada aluno e relatórios com **gabaritos completos para a correção** de um trabalho aplicado na disciplina de Engenharia de Tráfego na ECV/UFSC, envolvendo processamento de dados de tráfego e aplicação do *Highway Capacity Manual* (HCM). O procedimento tem como base a observação de dados de tráfego em modelos de simulação microscópica.

Recursos de software utilizados:

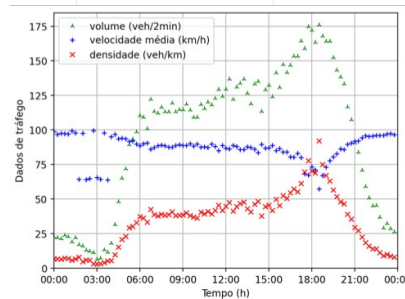
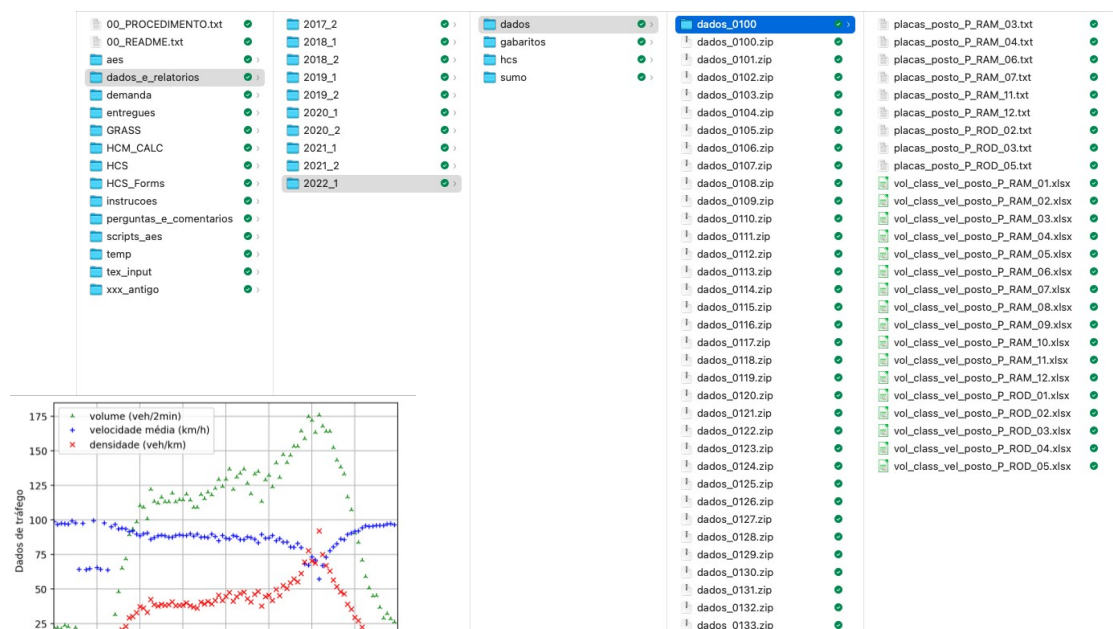
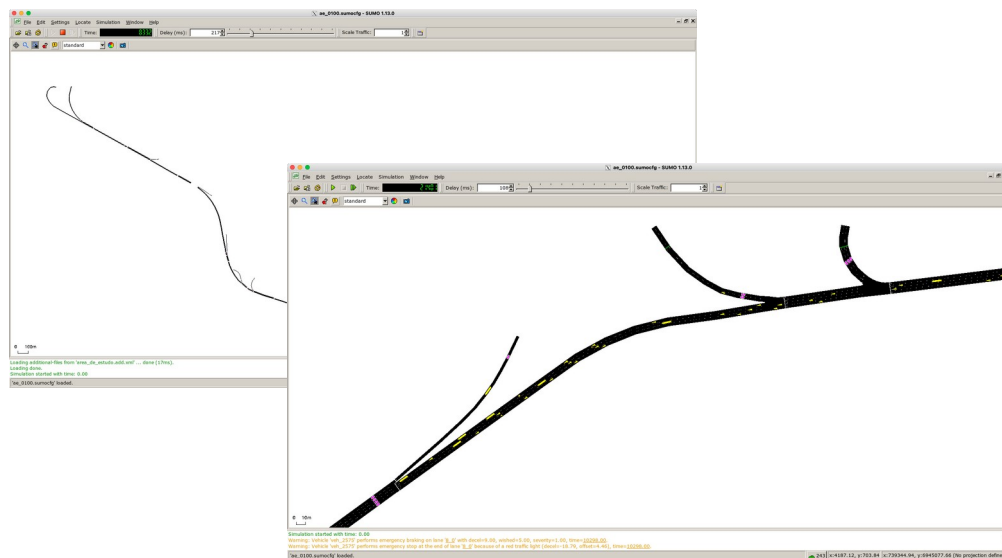
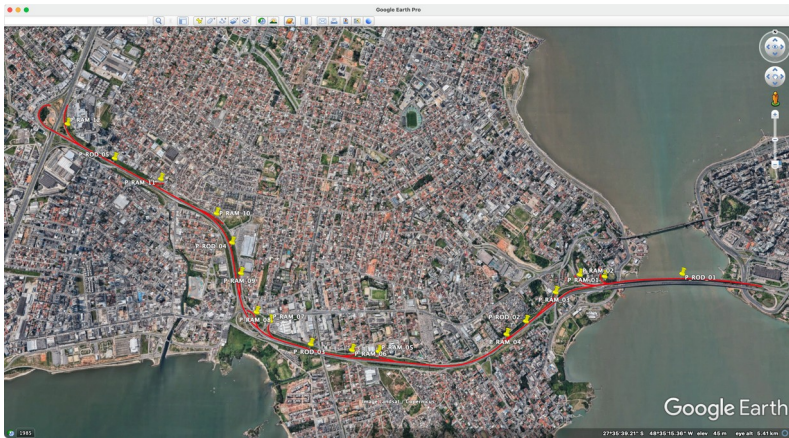
Python, PostGIS, SUMO.

Período de desenvolvimento:

Junho a setembro de 2017.

Referências:

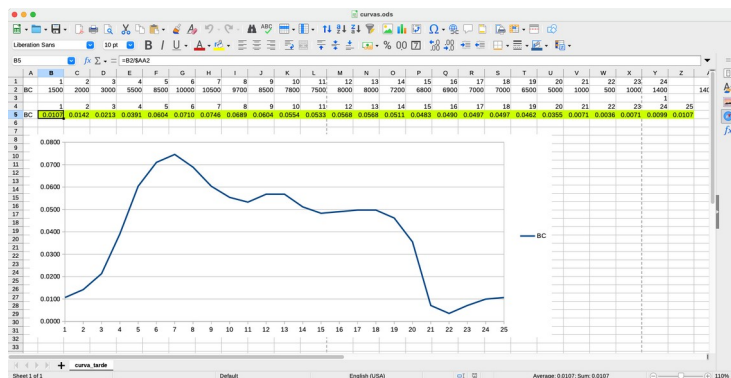
Alunos da disciplina ECV5129 no ECV/UFSC.



Posto	VHP	PHF
P_RAM_01	109	0,779
P_RAM_02	440	0,965
P_RAM_03	979	0,893
P_RAM_04	153	0,869
P_RAM_05	561	0,948
P_RAM_06	559	0,932
P_RAM_07	1165	0,971
P_RAM_08	1147	0,962
P_RAM_09	311	0,802
P_RAM_10	856	0,960
P_RAM_11	741	0,899
P_RAM_12	2028	0,927
P_ROD_01	4873	0,968
P_ROD_02	5328	0,958
P_ROD_03	5148	0,974
P_ROD_04	2462	0,933
P_ROD_05	4049	0,962

Posto	moto	carro	cam_leve	cam_pesado	especial	total
P_RAM_01	14	85	10	0	0	109
P_RAM_02	49	350	41	0	0	440
P_RAM_03	93	757	128	1	0	979
P_RAM_04	18	113	22	0	0	153
P_RAM_05	51	427	82	1	0	561
P_RAM_06	56	441	62	0	0	559
P_RAM_07	114	894	157	0	0	1165
P_RAM_08	139	861	146	1	0	1147
P_RAM_09	29	245	37	0	0	311
P_RAM_10	101	649	105	1	0	856
P_RAM_11	84	551	106	0	0	741
P_RAM_12	224	1551	251	2	0	2028
P_ROD_01	516	3779	576	2	0	4873
P_ROD_02	559	4094	672	3	0	5328
P_ROD_03	543	3968	636	1	0	5148
P_ROD_04	263	1905	293	1	0	2462
P_ROD_05	442	3098	503	6	0	4049

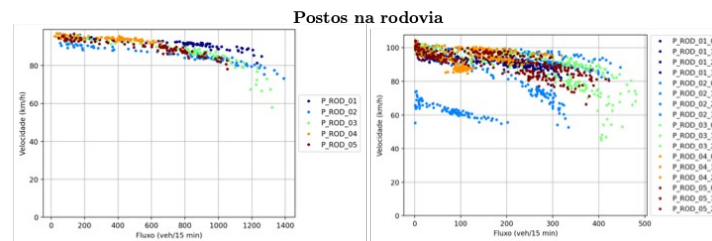
Posto	FFS (km/h)	Amostra	Período de 00:00:00 até
P_RAM_01	54,41	107	05:45:00
P_RAM_02	58,06	102	01:45:00
P_RAM_03	57,94	117	01:00:00
P_RAM_04	45,10	106	05:15:00
P_RAM_05	56,68	106	01:30:00
P_RAM_06	58,69	106	01:45:00
P_RAM_07	45,17	114	00:45:00
P_RAM_08	44,65	115	00:45:00
P_RAM_09	59,28	100	03:00:00
P_RAM_10	58,49	121	01:00:00
P_RAM_11	57,08	108	01:00:00
P_RAM_12	67,95	131	00:30:00
P_ROD_01	95,98	169	00:15:00
P_ROD_02	90,72	178	00:15:00
P_ROD_03	95,83	170	00:15:00
P_ROD_04	95,89	156	00:30:00
P_ROD_05	94,62	124	00:15:00



Gabarito – Parte 1: Processamento dos dados dos postos de monitoramento Área: 0127

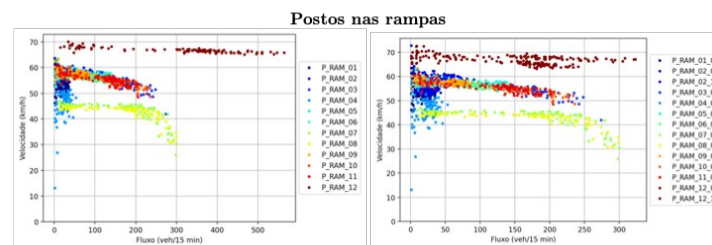
Total de veículos no detector P_ROD_03 = 69489 veh/dia

Identificação de indícios de congestionamento



Por pista

Por faixa

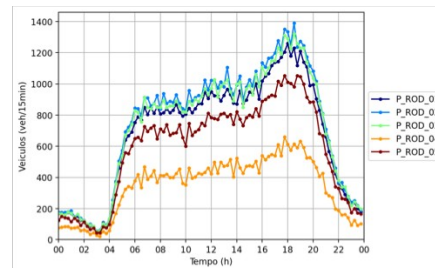


Por pista

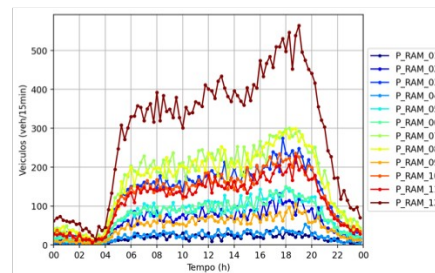
Por faixa

Curvas de variação em 15 minutos

Postos na rodovia



Postos nas rampas



Ent.	Mov.	V (veh/h)	Prop. (%)	VHP:M1 (veh/h)	VHP/V17	VHP:M2 (veh/h)
1	vFF	3986	79,0	4210	1,0567	4212
1	vFR	124	2,5	130	1,0567	131
1	vRF	899	17,8	949	1,0567	949
1	vRR	35	0,7	36	1,0567	36
Total		5044	100,0	5328		5330
2	vFF	3364	68,8	3540	1,0541	3545
2	vFR	1008	20,6	1060	1,0541	1062
2	vRF	405	8,3	426	1,0541	426
2	vRR	115	2,4	121	1,0541	121
Total		4892	100,0	5148		5156
3	vFF	1598	40,0	1618	1,0166	1624
3	vFR	1629	40,7	1649	1,0166	1655
3	vRF	393	9,8	398	1,0166	399
3	vRR	378	9,5	382	1,0166	384
Total		3998	100,0	4049		4064

Síntese

Segmento	Nota	Peso	Nota x peso
Basico_01	9,5	0,085	0,81
Basico_02	10,0	0,085	0,85
Basico_03	9,5	0,085	0,81
Entrelacamento_01	8,5	0,170	1,45
Entrelacamento_02	7,5	0,170	1,28
Rampa_01	5,5	0,135	0,74
Rampa_02	8,0	0,135	1,08
Rampa_03	6,0	0,135	0,81
Total			7,82

Detalhamento

Segmento básico: Basico_01				
Dado	Gabarito	Equipe	Situação ou Diferença (%)	Desconto
Número de faixas	3	3	=	0,0
Volume de demanda	3057	3057	0,00	0,0
FHP	0,924	0,924	0,00	0,0
Terreno	Level	Level	=	0,0
P _r	14,60	14,10	3,39	0,5
FFS	59,08	59,00	0,14	0,0
Nota = 9,5				

ECV5157

Desenvolvedores:

Dr.-Ing. Alexandre Hering Coelho

Descrição:

Software para **gerar automaticamente dados de demanda sintéticos diferentes** para cada aluno e informações para apoiar a correção do trabalho aplicado na disciplina de Planejamento de Transportes Urbanos na ECV/UFSC, envolvendo o Modelo 4 Etapas de Transporte e o *software* VISUM.

Recursos de *software* utilizados:

Python, PostGIS.

Período de desenvolvimento:

Junho a agosto de 2018.

Referências:

Alunos da disciplina ECV5157 no ECV/UFSC.

Prof. Alexandre Hering Coelho
Universidade Federal de Santa Catarina
Departamento de Engenharia Civil
E-mail: alexandre.coelho@ufsc.br

Florianópolis, 17 de setembro de 2019

ECV5157 – Planejamento de Transportes Urbanos

Método para geração de dados fictícios de demanda para áreas de estudo de transporte urbano

1 Objetivo

Gerar arquivos com todos os dados fictícios complementares necessários para a execução completa das três primeiras etapas do Modelo 4 Etapas de Transportes, no âmbito do trabalho da disciplina, envolvendo:

- a aplicação do método de regressão multivariada na etapa de geração;
- uma verificação do modelo gravitacional e aplicação do método Furness na etapa de distribuição;
- a aplicação do modelo logit binomial na etapa de divisão modal.

Os arquivos produzidos por este método devem conter os seguintes dados:

- matrizes OD atuais de hora de pico da manhã para os transportes privado e público;
- dados socioeconômicos relacionados com a atração para cada zona de tráfego;
- valores para as características que compõem a função utilidade para o modelo logit binomial a ser utilizado na divisão modal.

Os dados devem ser gerados de forma que todas as regressões envolvidas com as etapas tenham coeficientes de determinação r^2 e p -values dentro de intervalos pré-estabelecidos.

1

2 Dados de entrada

- Shapefile* de centroides, gerados através do processamento em SIG dos dados de zonas de tráfego do IBGE, com colunas de atributos contendo os seguintes dados, também obtidos junto ao IBGE:

- identificador único;
- população total da zona;
- renda média da zona;

onde os dados de população e renda média são os dados socioeconômicos relacionados com a produção de viagens.

- Arquivo de matriz *skim* de tempos de viagem em minutos em formato CSV gerada com o VISUM, a partir dos dados dos centroides e da malha viária modelada.

3 Procedimento

- Determinar tempos de viagem intrazonais, com:

- Calcular a distância média entre o centroide analisado e os três centroides mais próximos e assumir como raio r de uma zona de tráfego circular.
- Calcular a distância média de percurso intrazonal, considerando zonas circulares de raio r com:

$$\bar{D} = \frac{r}{\sqrt{2}} \quad (1)$$

- Calcular o tempo de viagem, em minutos, usando velocidade média de 50 km/h.

- Determinar o número de viagens produzidas em cada centroide P_i , com base nos dados socioeconômicos de população e renda e em uma função arbitrada, aplicando uma perturbação randômica.

- Calcular o r^2 e os p -values da regressão multivariada da produção. Se os valores não estiverem dentro de um intervalo determinado, voltar ao passo 2.

- Calcular o $\bar{X}$ e o $\bar{Y}$ a partir das coordenadas dos centroides.

- Determinar os valores de atração A_i para cada centroide com base no total de produção e na proporcionalmente à proximidade a $(\bar{X}, \bar{Y})$, de forma que a atração seja maior quanto mais o centroide estiver central na área de estudo. No resultado temos $\sum P_i = \sum A_i$.

2

- Calcular o número de viagens entre cada par de centroides com base nos dados de produção, atração, distâncias e em um modelo gravitacional com β arbitrado, utilizando o método vinculado, para manter os valores de produção e atração já determinados em 2 e 5.

- Checar a calibração de um modelo gravitacional sobre os dados da matriz OD determinada em 6 e os dados de produção e atração determinados em 2 e 5. Caso o r^2 encontrado ficar fora de um intervalo determinado, voltar ao passo 2. Caso o número de tentativas ultrapasse um valor limite, continuar para o passo 8.

- Determinar os dados socioeconômicos relacionados com a atração (emprego e volume de produção), com base nos dados de atração e utilizando funções arbitradas, aplicando perturbações randômicas.

- Calcular o r^2 e os p -values da regressão multivariada da atração. Se os valores não estiverem dentro de um intervalo determinado, voltar ao passo 8.

- Projetar os dados socioeconômicos relacionados com a produção e com a atração para o futuro com base em taxas de crescimento arbitradas.

- Calcular a produção e a atração futuras com base nos dados obtidos em 10 e nas regressões encontradas em 3 e 9. Corrigir os dados de atração com base nos dados de produção para fazer $\sum P_i = \sum A_i$.

- Realizar o procedimento de distribuição por Furness com base na matriz OD atual determinada em 6 e nos dados de produção e atração futuros determinados em 11, com um erro aceitável determinado. Somente verificar o número de iterações necessárias.

- Gravar em um arquivo em formato XLS os dados socioeconômicos relacionados com a atração (já aproveitando para colocar junto os dados de entrada relacionados com a produção).

- Determinar as proporções de transporte privado e público atuais para os pares OD com base nos dados de tempo de percurso e em funções arbitradas para calcular os dados de utilidade (custo e tempo de percurso) e para uma regressão de logit binomial.

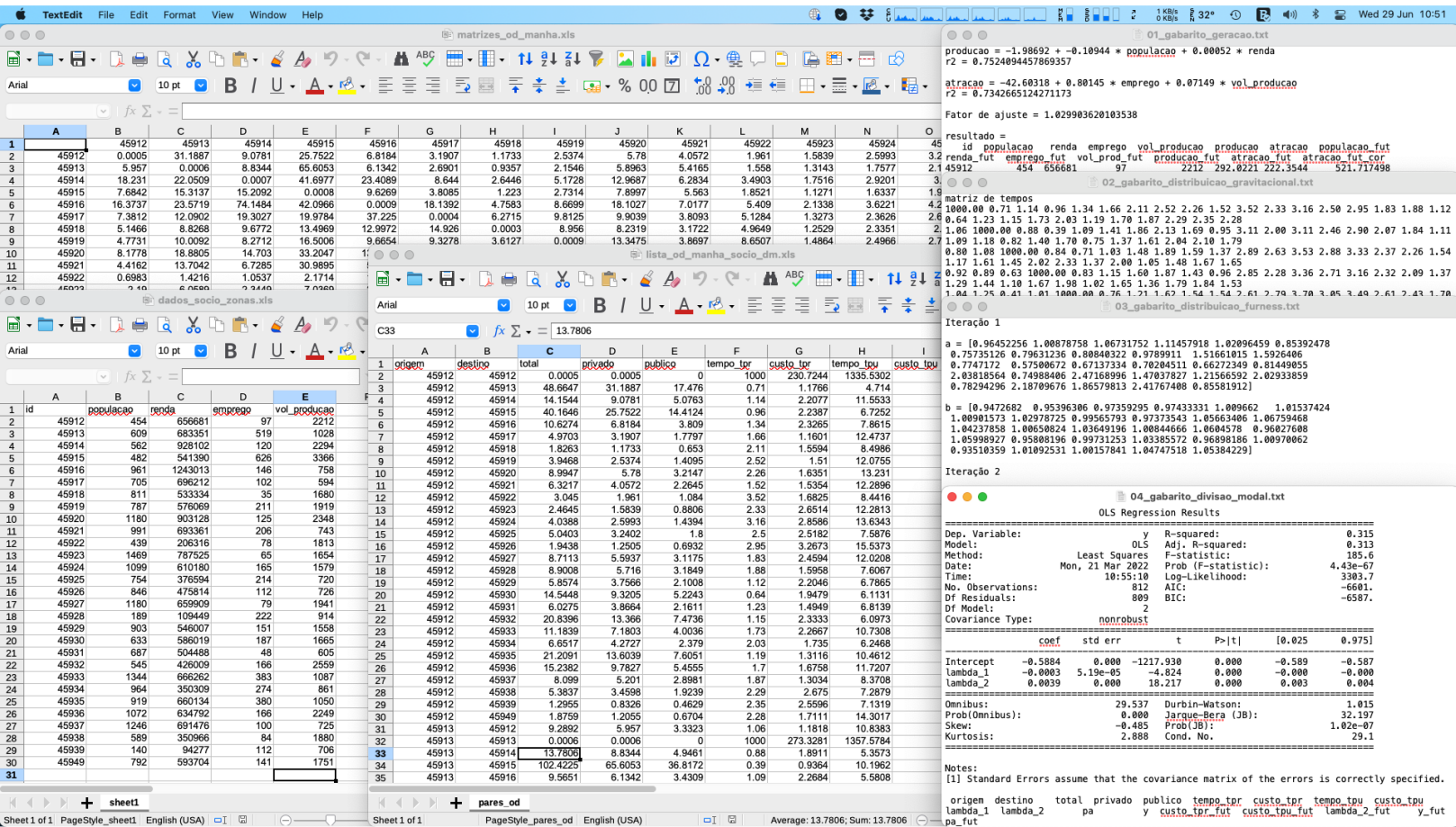
- Determinar os valores para os dados de utilidade utilizando funções arbitradas e aplicando variações randômicas.

- Calcular o r^2 e os p -values da regressão para calibração do modelo logit binomial. Se os valores não estiverem dentro de um intervalo determinado, voltar ao passo 15.

- Gravar em um arquivo em formato XLS os dados das matrizes OD atuais de transporte privado e público.

- Gravar em um arquivo em formato XLS os dados de número de viagens por modo de transporte e os respectivos valores das utilidades atuais.

3



HCM-TrafficData

Desenvolvedores:

Dr.-Ing. Alexandre Hering Coelho – Idealização, implementação e uso.

Descrição:

O programa auxilia na **automatização no processamento e análise de dados de contagem de tráfego para o seu uso no procedimento do Highway Capacity Manual (HCM)** para segmentos de rodovia em regime de fluxo ininterrupto. Em grandes áreas de estudo, devido à elevada quantidade de dados a serem tratados, e a relativa complexidade destas tarefas, se torna inadequado, ou até mesmo impossibilitado, o uso de planilhas eletrônicas. Através do uso do programa é minimizado o esforço do analista, até a produção de um relatório de dados sobre a demanda, para serem utilizados no HCM. As funcionalidades específicas são as seguintes:

- Importação de dados de contagem de tráfego com diferentes agregações temporais, diferentes períodos de monitoramento e diferentes classificações de veículos.

- Análise de abrangência e completude temporal nos dados de contagem.

- Cálculo de fatores de expansão e fatores K.

- Estabelecimento de relações entre postos de contagem permanente com postos de contagem de curta duração (que tenham pelo menos completude mensal).

- Geração de relatórios contendo todos os memoriais de cálculo em formato PDF.

- Geração de planilhas eletrônicas contendo os dados de VMDa observados e expandidos para todos os postos na área de estudo.

- Geração de planilhas eletrônicas contendo todos os dados de demanda necessários para uso nos métodos do HCM.

Recursos de software utilizados:

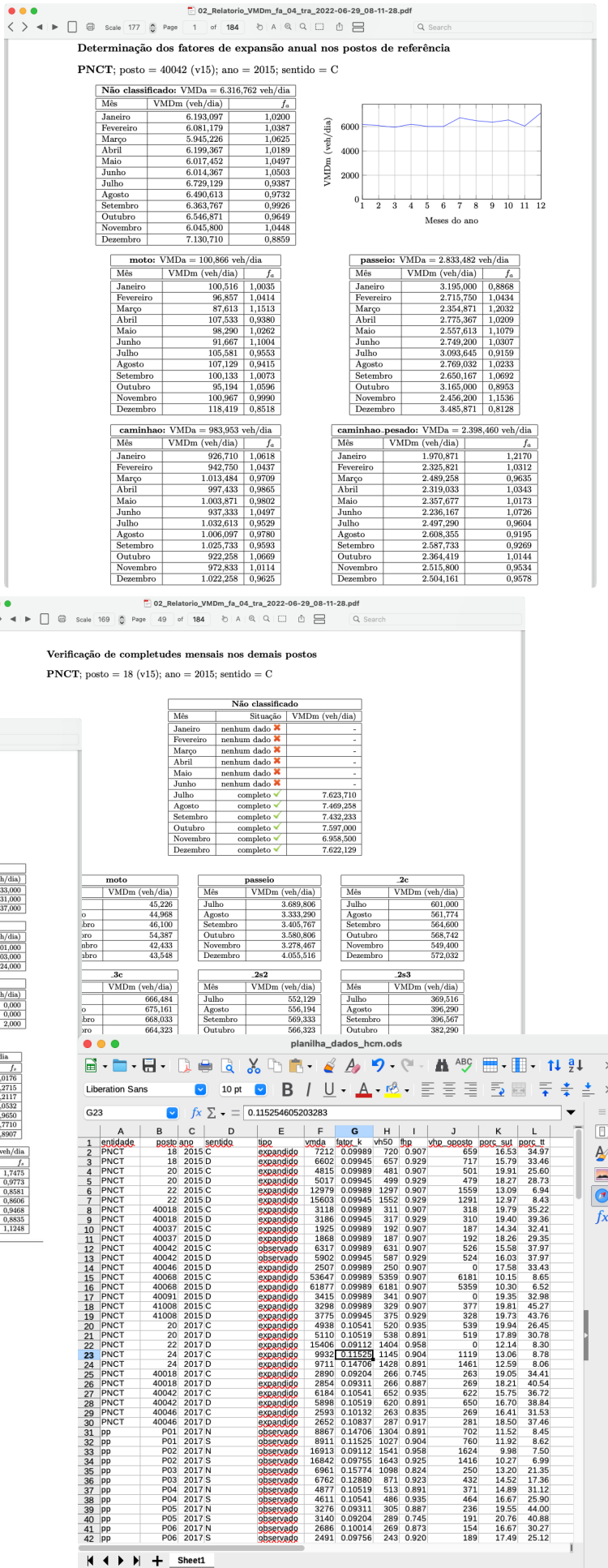
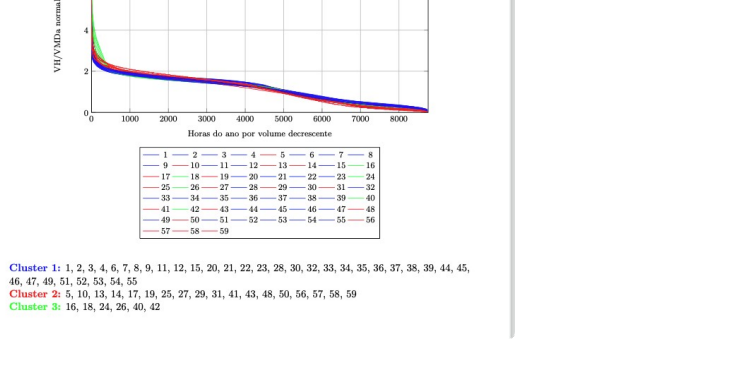
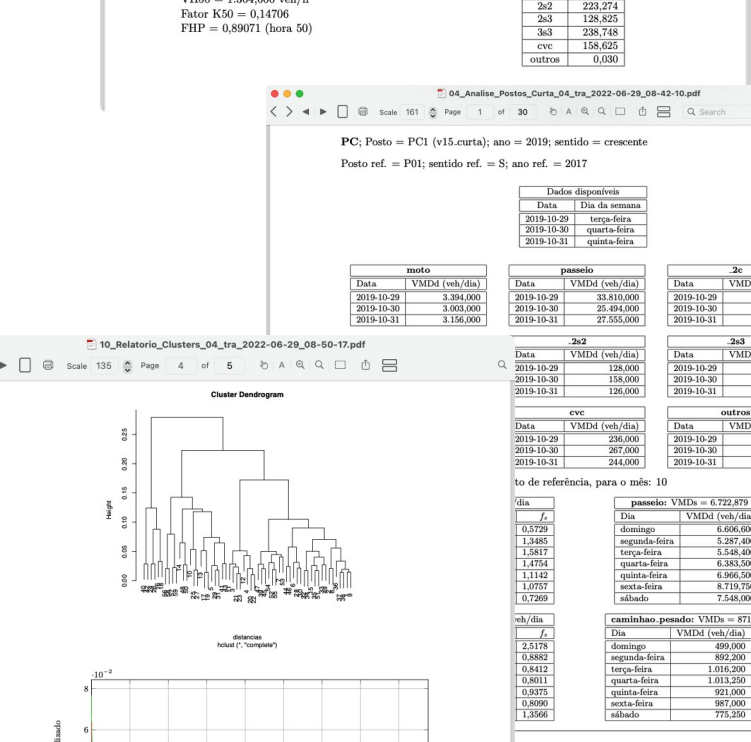
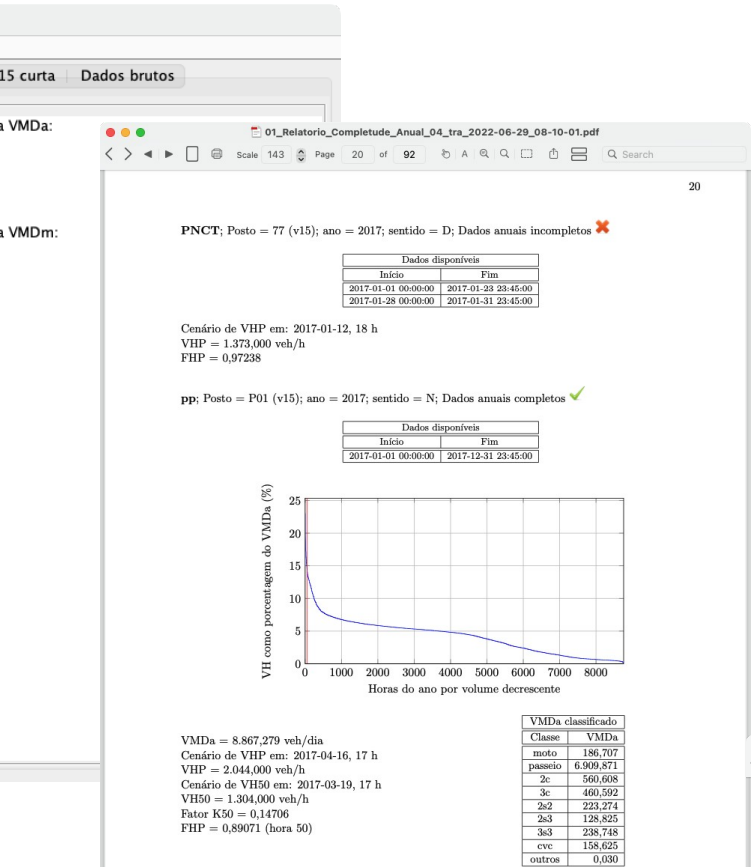
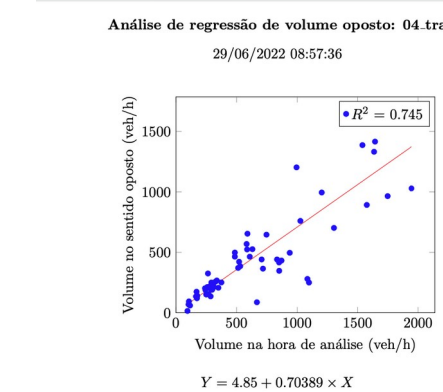
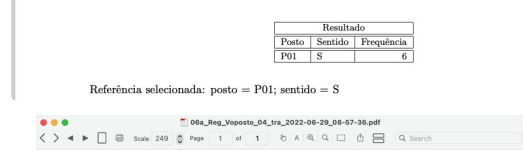
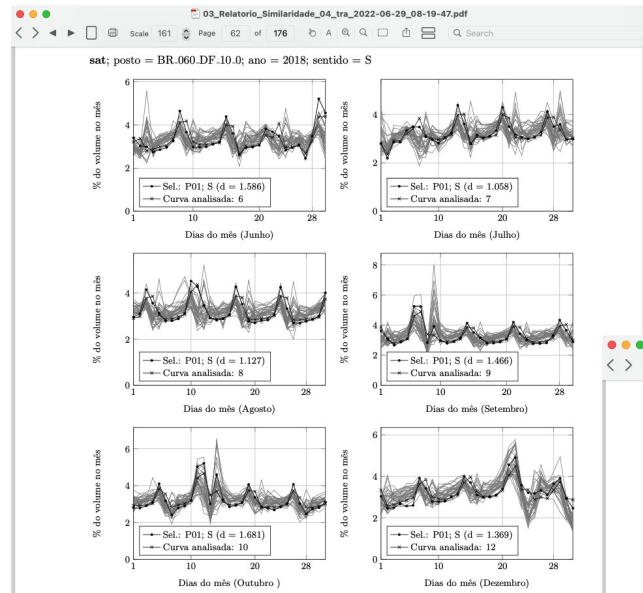
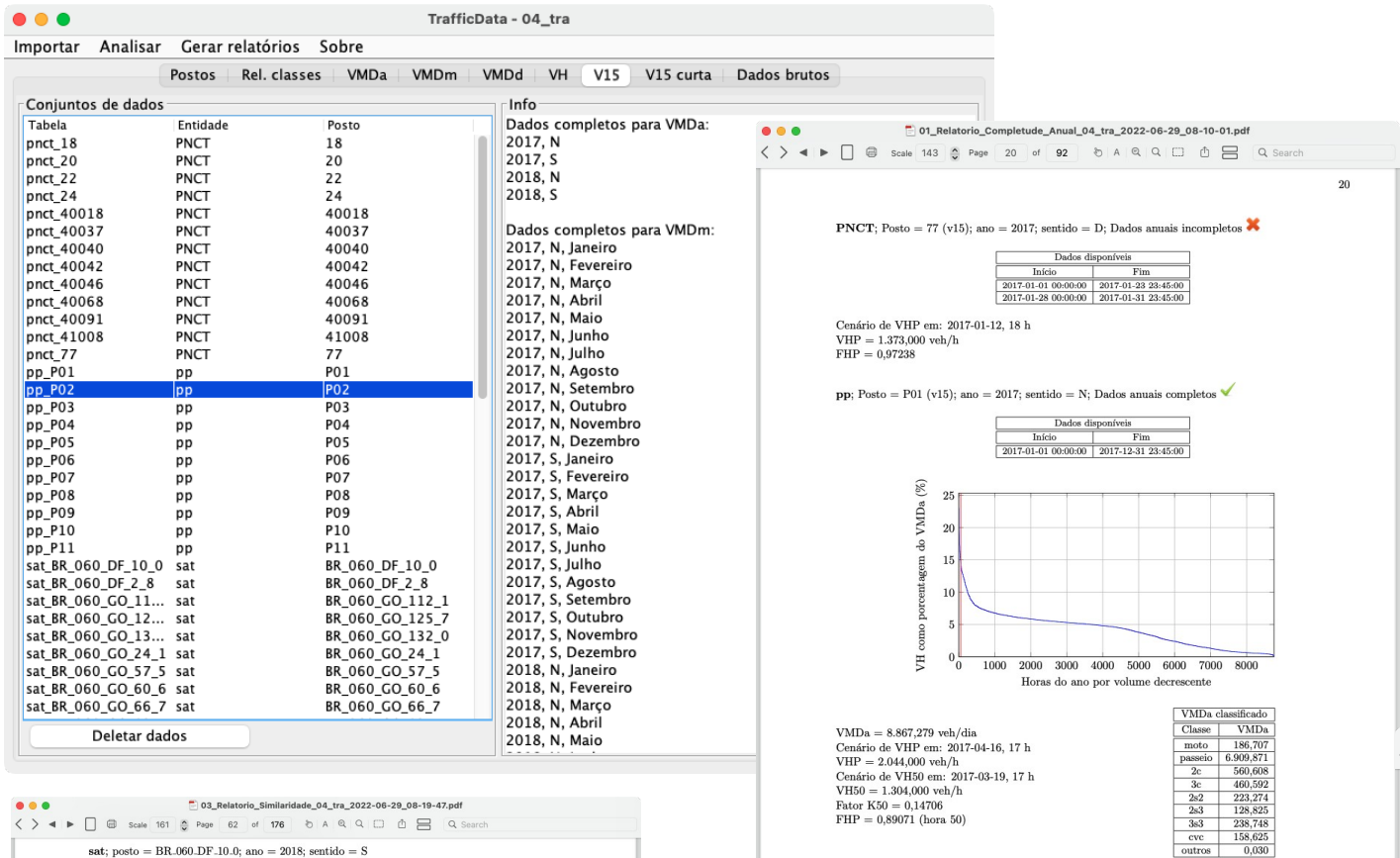
Java, PostgreSQL, R.

Período de desenvolvimento:

Abril a dezembro de 2019.

Referências:

Prof. Amir Mattar Valente – Coordenador do projeto (UFSC/LabTrans, ANTT/SUINF).



PBZPA-Automat

Desenvolvedores:

Dr.-Ing. Alexandre Hering Coelho –
Idealização e implementação.

Descrição:

Software para **gerar desenhos tridimensionais do Plano Básico de Zonas de Proteção de Aeródromos**, segundo o que especifica a ICA 11-408 do COMAER (2020). São especificados na sua interface gráfica todos os dados necessários para automatizar a produção de arquivos digitais contendo estes desenhos, nos formatos DXF para a produção dos desenhos técnicos de projeto, e KML para a visualização no programa Google Earth.

Recursos de software utilizados:

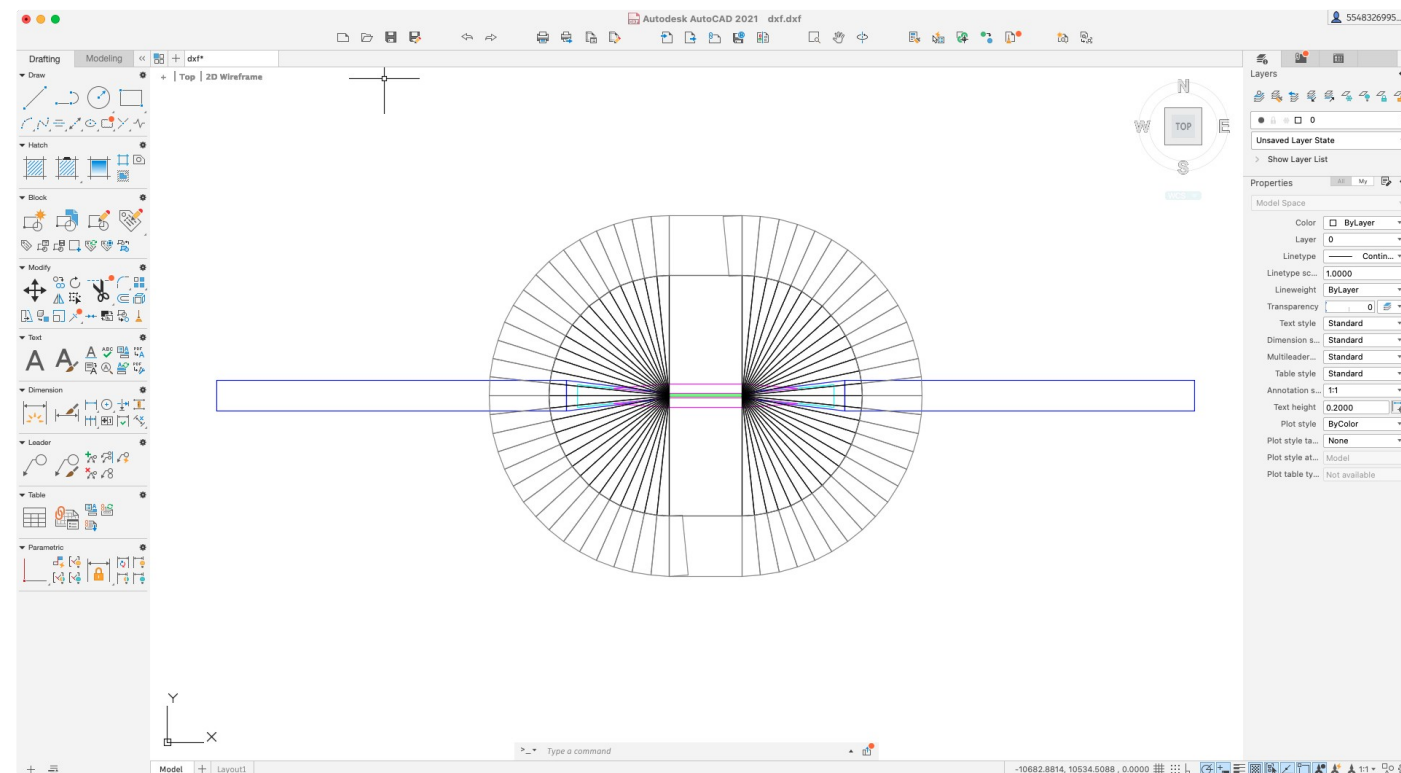
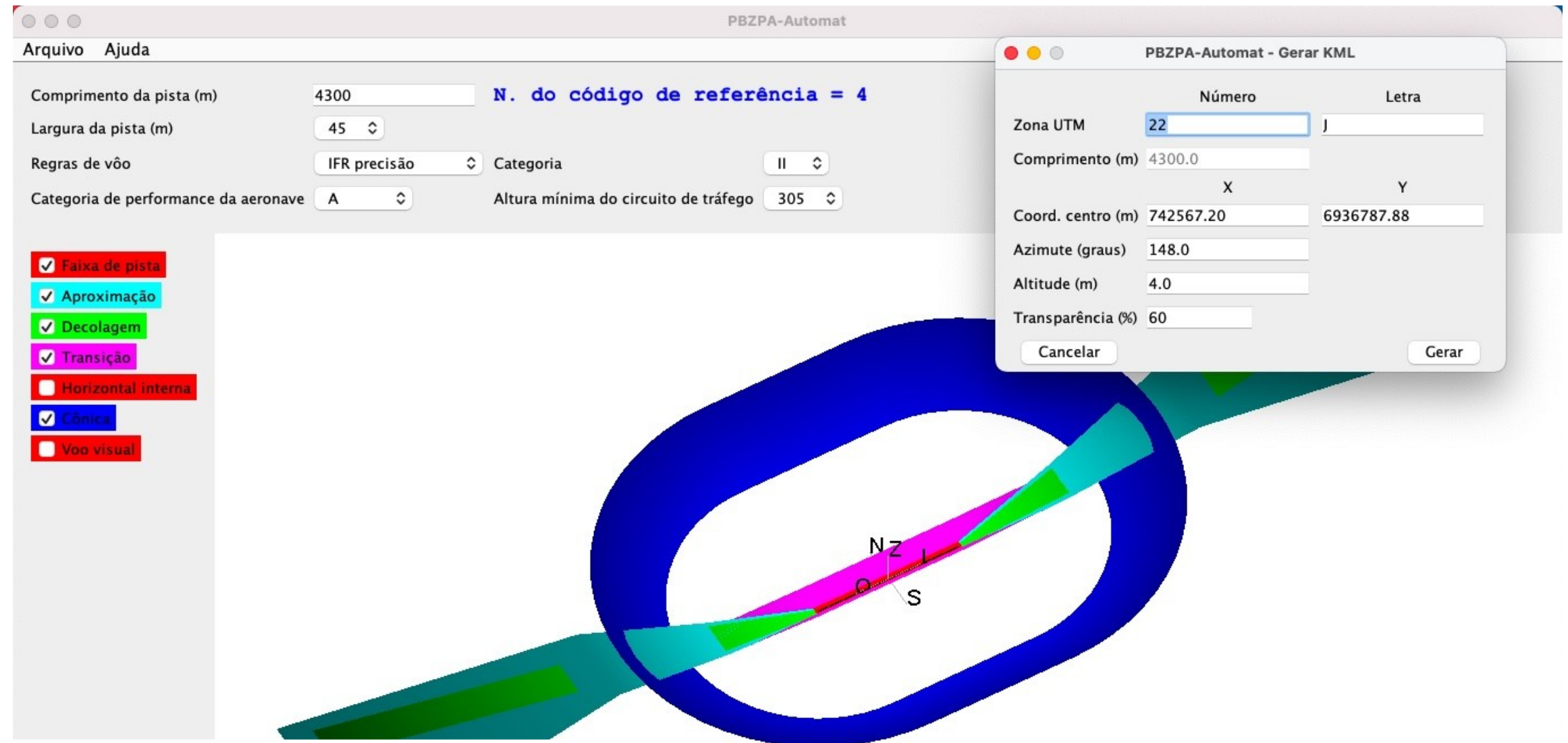
Java, OpenGL, SQLite.

Período de desenvolvimento:

Dezembro de 2019 – março de 2021.

Referências:

Alunos da disciplina de Aeroportos do Departamento de Engenharia Civil da UFSC.



AirportWRA

Desenvolvedores:

Dr.-Ing. Alexandre Hering Coelho –
Idealização e implementação.

Descrição:

Programa para automatizar a análise de dados de vento para a determinação da orientação de pistas de pouso e decolagem de aeroportos. O programa determina a orientação que recobre a maior quantidade de incidência na rosa dos ventos. Utiliza como dados de entrada arquivos de dados disponibilizados pela *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) no formato *Integrated Surface Data* (ISH), e gera planilhas eletrônicas com os dados de velocidade e frequência de ventos acumulados e arquivos de imagem com os gráficos gerados.

Recursos de *software* utilizados:

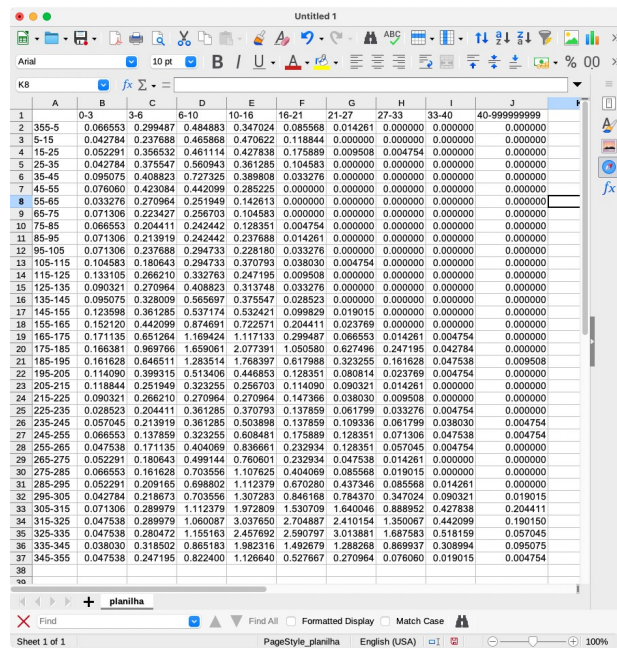
Java, Java2D, SQLite.

Período de desenvolvimento:

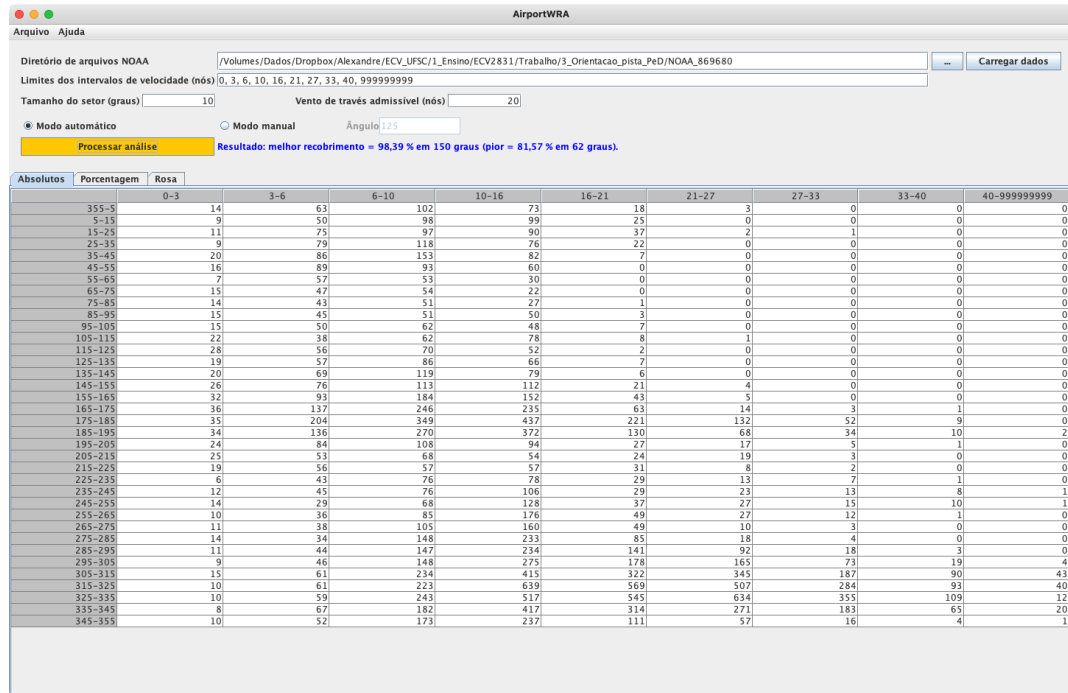
Abril a agosto de 2021.

Referências:

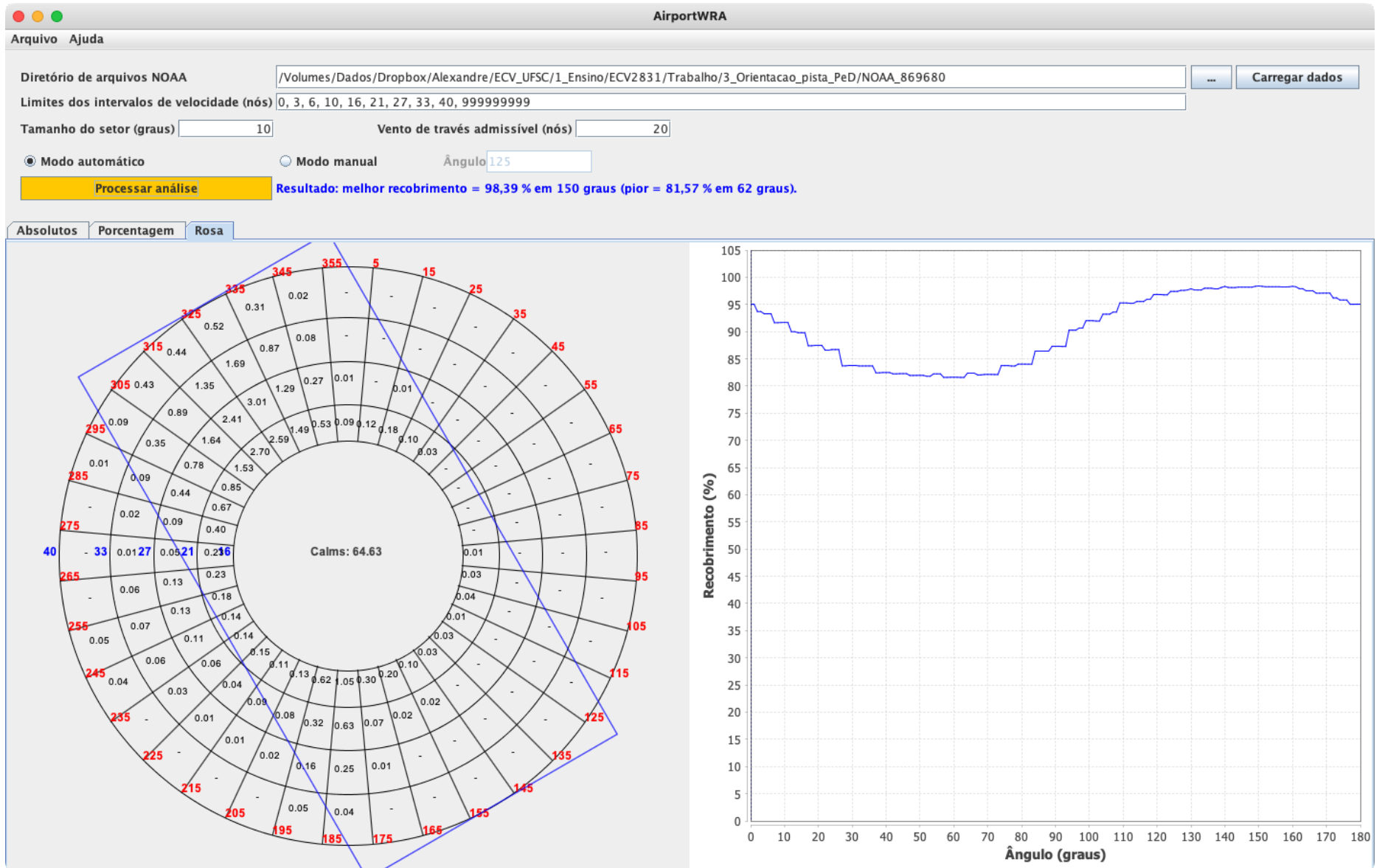
Alunos da disciplina de Aeroportos do Departamento de Engenharia Civil da UFSC.



	0-3	3-6	6-10	10-16	16-21	21-27	27-33	33-40	40-999999999
355-5	0.066553	0.299487	0.484883	0.347024	0.085568	0.014261	0.000000	0.000000	0.000000
5-15	0.042784	0.237688	0.465868	0.470622	0.118844	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
15-25	0.052291	0.356532	0.461114	0.427838	0.175889	0.009508	0.004754	0.000000	0.000000
25-35	0.042784	0.375547	0.560943	0.361285	0.104583	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
35-45	0.095075	0.408823	0.727225	0.389808	0.033276	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
45-55	0.076060	0.423084	0.442099	0.285225	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
55-65	0.033276	0.270964	0.261949	0.142613	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
65-75	0.071306	0.223427	0.256703	0.104583	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
75-85	0.066553	0.204411	0.242442	0.128351	0.004754	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
85-95	0.071306	0.213919	0.242442	0.237688	0.014261	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
95-105	0.071306	0.237688	0.294733	0.228180	0.033276	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
105-115	0.104583	0.180643	0.294733	0.370793	0.038030	0.004754	0.000000	0.000000	0.000000
115-125	0.133105	0.266210	0.332763	0.247195	0.009508	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
125-135	0.090321	0.270964	0.408823	0.313748	0.033276	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
135-145	0.096075	0.328009	0.565897	0.375547	0.028523	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
145-155	0.123598	0.361285	0.537174	0.532421	0.098829	0.019015	0.000000	0.000000	0.000000
155-165	0.152120	0.442099	0.874691	0.722571	0.204411	0.023769	0.000000	0.000000	0.000000
165-175	0.171135	0.651264	1.169424	1.171733	0.299487	0.066553	0.014261	0.004754	0.000000
175-185	0.186381	0.969766	1.659061	2.077391	1.055080	0.627496	0.247195	0.042784	0.000000
185-195	0.161628	0.646511	1.283514	1.768397	0.617988	0.323255	0.161628	0.047538	0.009508
195-205	0.114090	0.399315	0.513406	0.446853	0.128351	0.080814	0.023769	0.004754	0.000000
205-215	0.118844	0.251949	0.323255	0.256703	0.114090	0.090321	0.014261	0.000000	0.000000
215-225	0.090321	0.266210	0.270964	0.270964	0.147366	0.038030	0.009508	0.000000	0.000000
225-235	0.028523	0.204411	0.361285	0.370793	0.137859	0.061799	0.033276	0.004754	0.000000
235-245	0.057045	0.213919	0.361285	0.503898	0.137859	0.109336	0.061799	0.038030	0.004754
245-255	0.066553	0.137859	0.232355	0.608481	0.175889	0.018351	0.071306	0.047538	0.004754
255-265	0.047538	0.171135	0.404069	0.836661	0.232934	0.128351	0.057045	0.004754	0.000000
265-275	0.052291	0.180643	0.499144	0.760601	0.232934	0.047538	0.014261	0.000000	0.000000
275-285	0.066553	0.161628	0.703556	1.107625	0.404069	0.085568	0.019015	0.000000	0.000000
285-295	0.052291	0.209165	0.688902	1.112379	0.670280	0.437346	0.085568	0.014261	0.000000
295-305	0.042784	0.218673	0.703556	1.307283	0.846168	0.784370	0.347024	0.090321	0.019015
305-315	0.071306	0.289979	1.112379	1.972809	1.530709	1.640046	0.888952	0.427838	0.204411
315-325	0.047538	0.289979	1.060087	3.037650	2.704867	2.401514	1.350067	0.442099	0.190150
325-335	0.047538	0.280472	1.156163	2.457692	2.590797	3.013881	1.687583	0.518159	0.057045
335-345	0.038030	0.318502	0.865183	1.982316	1.492679	1.288268	0.869937	0.308994	0.095075
345-355	0.047538	0.247195	0.822400	1.126640	0.527667	0.270964	0.076060	0.019015	0.004754



Absolutos	Porcentagem	Rosa
355-5	14	63
5-15	9	50
15-25	11	75
25-35	9	79
35-45	20	86
45-55	16	89
55-65	7	57
65-75	15	47
75-85	14	43
85-95	15	45
95-105	15	50
105-115	22	58
115-125	28	56
125-135	19	57
135-145	20	69
145-155	26	76
155-165	32	93
165-175	36	137
175-185	35	204
185-195	34	136
195-205	24	84
205-215	25	53
215-225	19	56
225-235	6	43
235-245	12	45
245-255	14	29
255-265	10	36
265-275	11	38
275-285	14	34
285-295	11	44
295-305	9	46
305-315	15	61
315-325	10	61
325-335	10	59
335-345	8	67
345-355	10	52



TrPlan-DM

Desenvolvedores:

Dr.-Ing. Alexandre Hering Coelho –
Idealização e implementação.

Descrição:

Agrupa um número de métodos relacionados com a modelagem de demanda para o planejamento de transportes, já bem consagrados na literatura técnica, em um aplicativo com uma interface gráfica simples, aonde o usuário pode carregar os dados, visualizá-los, executar os métodos, visualizar e exportar os resultados.

Recursos de software utilizados:

Java

Período de desenvolvimento:

Junho a dezembro de 2022.

Referências:

Alunos da disciplina de Planejamento de Transportes Urbanos do Departamento de Engenharia Civil da UFSC.

TrPlan

Arquivo Métodos diretos Geração Distribuição Divisão modal AHP Ferramentas Ajuda

Distribuição - Gravitacional vinculado

Dados de entrada Resultados

OD atual ps/Dropbox/Alexandre/ECV_UFSC/3_Extensao/Softwares_Civil/Desenvolvimento/TrPlan/Dados/02_Distribuicao/gravitacional_od_atual.xlsx

O\D	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5
Z1	43927.0	1456.0	314.0	3754.0	365.0
Z2	47219.0	45437.0	3326.0	11651.0	1396.0
Z3	19151.0	7218.0	16907.0	4150.0	591.0
Z4	84116.0	6665.0	1355.0	181585.0	8285.0
Z5	16664.0	1623.0	484.0	19574.0	31162.0

Impedâncias ps/Dropbox/Alexandre/ECV_UFSC/3_Extensao/Softwares_Civil/Desenvolvimento/TrPlan/Dados/02_Distribuicao/gravitacional_impedancias.xlsx

O\D	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5
Z1	1.6	4.5	7.0	4.5	8.8
Z2	4.5	1.2	4.1	7.0	11.7
Z3	7.0	4.1	1.2	11.1	15.8
Z4	4.5	7.0	11.1	1.4	4.7
Z5	8.8	11.7	15.8	4.7	1.3

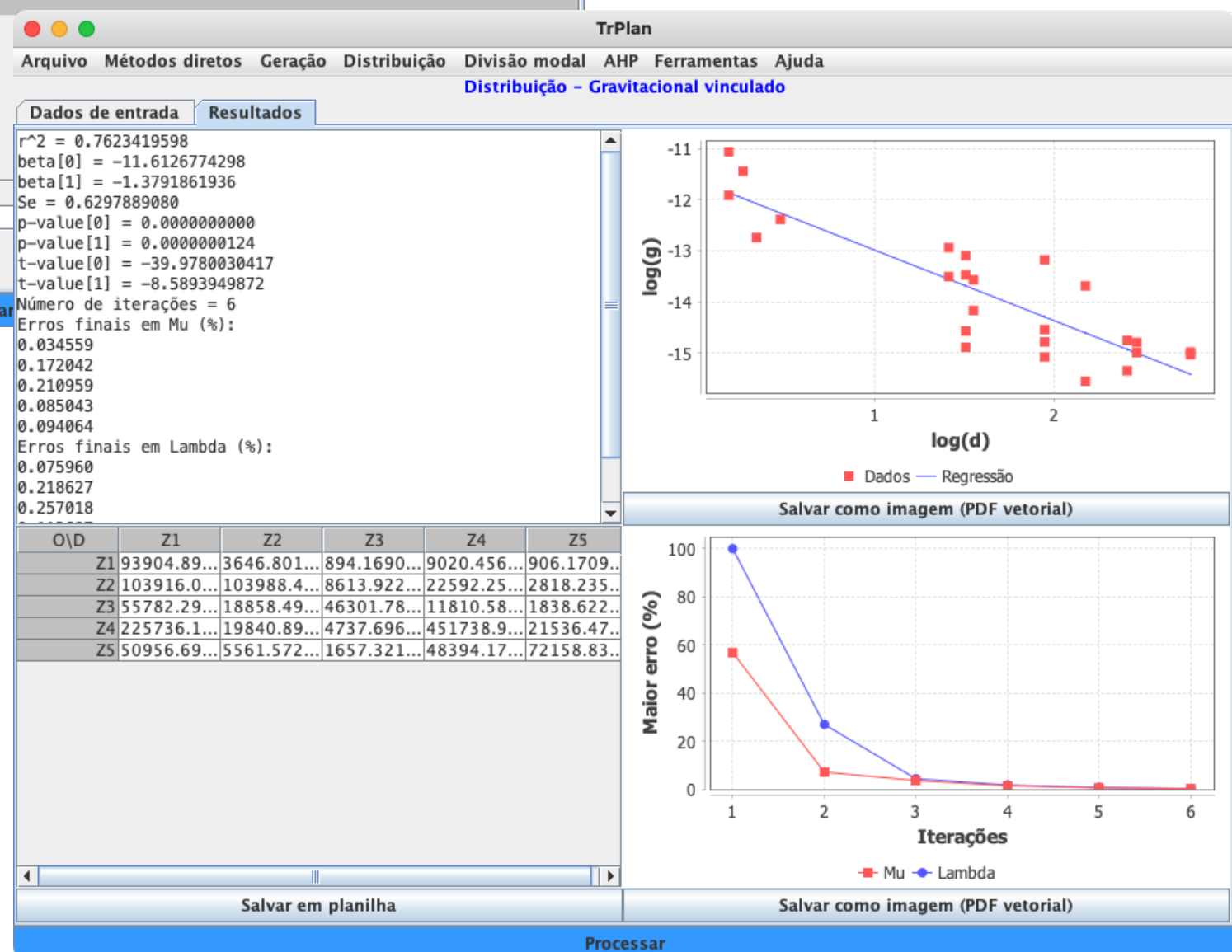
Produção e atração futuros UFSC/3_Extensao/Softwares_Civil/Desenvolvimento/TrPlan/Dados/02_Distribuicao/gravitacional_prod_atra_futuros.xlsx

zona	producao	atracao
1.0	67349.0	342148.0
2.0	147976.0	105332.0
3.0	82208.0	37825.0
4.0	474818.0	326505.0
5.0	120178.0	58346.0

Erro máximo admissível (%) 0.5

Utilizar distâncias intrazonais na calibração ☒ Sim ☐ Não

Processar



R-Marking

Desenvolvedores:

Dr.-Ing. Alexandre Hering Coelho –
Idealização, aperfeiçoamento e
implementação final em Java.

Eng. Robson Hiroaki Akimura –
Primeira implementação em Python
e testes.

Descrição:

Automatiza o projeto da sinalização
horizontal de pistas pavimentadas de
pouso e decolagem em aeroportos.

Recursos de *software* utilizados:

Java

Período de desenvolvimento:

Maio a agosto de 2023.

Referências:

Alunos da disciplina de Aeroportos
do Departamento de Engenharia Civil
da UFSC.

Arquivo

Ajuda

Comprimento (m)

2300

Altitude (m)

743

Temperatura padrão = 10.2 °C

Temperatura de referência (°C)

15

Declividade (%)

0

Comprimento básico = 1869 m

Código de pista = 4

Largura (m)

45

Orientação (graus)

62

Designações: 6 e 24

Tipo de operação

IFR precisão CAT I

Tipo de pista

Pista paralela

Posição de pista

Direita

Tipo de zona de toque

Composta

Incluir borda

☒

EIXO

====

Comprimento das faixas = 32 metros

Largura das faixas = 0,45 metros

Espaçamento entre as faixas = 28 metros

Número de faixas = 36

Tinta = 518,40 m^2

BORDA

=====

Largura das faixas = 0,90 metros

Tinta = 4140,00 m^2

FAIXAS DE CABECEIRA

=====

Largura e espaçamento = 1,70 metros

Tinta = 612,00 m^2

PONTO DE VISADA

=====

Distância da cabeceira = 300 metros

Extensão da faixa = 45 metros

Largura da faixa = 8 metros

Espaço lateral entre as laterais internas das faixas = 18 metros

Tinta = 720,00 m^2

ZONA DE TOQUE

=====

Número de pares = 4

Comprimento = 22,50

Largura = 1,80

Espaçamento = 1,50

Espaçamento interno = 18

Tinta = 364,50 m^2

TINTA TOTAL

=====

Total de tinta = 6354,90 m^2

Este total não inclui a tinta para a pintura das designações.

Diretório para o arquivo de saída /Users/alexandre/Downloads/pintura.dxf

...

Processar

