



Departamento de Engenharia Informática
Faculdade de Ciências e Tecnologia
Universidade de Coimbra

Relatório final de estágio

Solução mobile georreferenciada

Relatório para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Informática

AUTOR:

Vasco Oliveira
vzoliv@student.dei.uc.pt

ORIENTADORES:

DEI | FCTUC
Prof. Dr. Rui Paiva
ruipedro@dei.uc.pt

escadote | Byline Solutions
Eng. Paulo Paiva
paulo.paiva@escadote.pt

Julho de 2014

Agradecimentos

Gostaria de agradecer, antes de mais, aos orientadores Prof. Dr. Rui Paiva e Eng. Paulo Paiva por toda a ajuda prestada e toda a paciência ao longo deste estágio.

Também gostaria de agradecer ao Prof. Dr. Adelino Ferreira do DEC, FCTUC por toda a informação e conhecimento disponibilizado sobre a área de Engenharia Civil. Sem ela, não teria sido possível a realização deste projeto.

Ainda gostaria de agradecer ao Eng. Bruno Rocha da *escadote* por toda a ajuda durante o desenvolvimento.

Gostaria também de agradecer à Cátia, por toda a ajuda no design e impressão do relatório e restante documentação entregue.

Por último, gostaria também de agradecer à minha mãe por todo o apoio ao longo destes anos, e ao mesmo tempo pedir desculpa por passar cada vez mais tempo fora de casa.

Resumo

As infraestruturas rodoviárias são uma via de comunicação muito importante para a sociedade atual sendo o meio mais usado para transporte de pessoas e mercadorias. Dada a sua importância é fundamental que as redes rodoviárias sejam bem conservadas, por questões de conforto e segurança para os seus utilizadores e por questões económicas para as entidades gestoras. Para manter os pavimentos destas infraestruturas rodoviárias em boas condições, é necessário começar por identificar quais as secções destes pavimentos que apresentam problemas, para assim serem feitas as intervenções necessárias. Este processo, no entanto, não se apresenta muito eficaz. As soluções disponíveis à data da realização deste projeto são pouco eficientes ao nível do tempo e mão-de-obra ou excessivamente dispendiosas. Em todos os casos é feita uma recolha de dados sobre o estado dos pavimentos que são posteriormente inseridos num Sistema de Gestão de Pavimentos (SGP). Estes sistemas têm como função fazer uma análise do estado geral dos pavimentos e fazer uma previsão das intervenções a realizar de forma a maximizar o nível médio do estado dos pavimentos minimizando os seus custos.

Pretende-se com este projeto desenvolver uma solução que facilite e agilize o processo de recolha de dados sobre a qualidade dos pavimentos rodoviários, que seja eficiente, de baixo custo e que recorra às novas tecnologias. Esta aplicação recorre a um equipamento tablet equipado com GPS onde é possível indicar, para cada secção de pavimento, quais as suas falhas e respetivas extensões. Os dados recolhidos são depois exportados para sistemas de gestão de pavimentos, fora do âmbito deste estágio, que irão ajudar o decisor a determinar as intervenções necessárias.

Foi então desenvolvida uma aplicação capaz de realizar estes objetivos. As entidades gestoras de infraestruturas rodoviárias tem assim uma nova alternativa para fazer a identificação e classificação das características do pavimento das várias secções que compõem a rede rodoviária, alimentando o processo de tomada de decisão para as intervenções a efetuar.

Índice

1	Introdução	1
1.1	Problema	1
1.2	Motivação e âmbito	1
1.3	Objetivos	3
1.4	Metodologias	5
1.5	Decisões iniciais	6
1.6	Resultados e contribuições atuais	6
1.7	Planificação	8
1.7.1	Primeiro semestre	8
1.7.2	Segundo semestre	10
2	Sistemas de Gestão de Pavimentos	19
2.1	Base de dados rodoviária	19
2.2	Sistema de avaliação de pavimentos	20
2.3	Patologias	21
2.4	Sistemas de avaliação de estratégias	23
3	Estado da Arte	25
3.1	Análise de soluções no mercado	26
3.1.1	Levantamento manual dos dados	26
3.1.2	VIZIROAD	27
3.1.3	Perfilómetro Laser	29
3.1.4	Automatic Road Analyser	30
3.1.5	Perfilómetro Inercial (APL)	31
3.1.6	Sideways-force Coefficient Routine Investigation Machine	32
3.1.7	Close proximity	33
3.1.8	Ground penetrating radar	34
3.1.9	Defletómetro de Impacto	35
3.1.10	Grip-Tester	36
3.1.11	Pêndulo britânico ou Pendulum Tester	36
3.1.12	Viga Benkelman	37
3.2	Observações finais	38
3.3	Tabela comparativa	40
4	Especificação de alto nível	43
4.1	Arquitetura	43
4.2	User Stories	45
4.3	Use Cases	46
5	Tecnologias	51
5.1	Sistema operativo e equipamento de testes	51
5.1.1	Sistema Operativo	51
5.1.2	Equipamento	53
5.1.3	Resultados	53

6	Base de dados	55
6.1	Diagrama Entidade-Relacionamento	55
7	Implementação	59
7.1	Protótipo funcional	59
7.2	Base de dados	61
7.3	Processos em background e AsyncTask	61
7.4	Identificação de elementos pontuais e contínuos	62
7.5	Georreferenciação	64
7.6	Exportação de dados	66
7.7	Visualização de dados em mapas	68
7.8	Importação de dados	69
8	Testes	73
8.1	Testes informais	73
8.2	Testes de usabilidade	74
8.3	Testes no terreno e medições	74
8.4	Testes funcionais	76
9	Interface final da aplicação	77
9.1	Ecrã inicial	77
9.2	Ecrã de login	78
9.3	Menu principal	79
9.4	Elementos	80
9.5	Criar elemento	81
9.6	Teclados	82
9.7	Novo teclado	82
9.8	Secções e levantamentos	84
9.8.1	Secções	84
9.8.2	Levantamentos	85
9.9	Criar secção	86
9.10	Novo Levantamento	87
9.10.1	Tab Info	88
9.10.2	Tab Estado	89
9.10.3	Tab Ocorrências	90
9.10.4	Tab Mapa	91
9.10.5	Tab Anexos	92
9.10.6	Modo ecrã inteiro	93
9.11	Ver levantamento	94
9.12	Importação e Exportação	95
9.12.1	Importação	95
9.12.2	Exportação	96
9.13	Configurações	97
10	Conclusões e Trabalho Futuro	99
10.1	Conclusões	99

10.2 Trabalho futuro	100
Anexo A - User Stories	105
A.1 US001	107
A.2 US002	107
A.3 US003	107
A.4 US004	108
A.5 US005	108
A.6 US006	109
A.7 US007	109
A.8 US008	109
A.9 US009	110
A.10 US010	110
A.11 US011	110
A.12 US012	111
A.13 US013	111
A.14 US014	111
A.15 US015	112
A.16 US016	112
A.17 US017	112
A.18 US018	113
Anexo B - Use Cases	115
B.1 [UC001] - Validar a licença	117
B.2 [UC002] - Fazer login	117
B.3 [UC003] - Importar utilizadores via Web	118
B.4 [UC004] - Importar utilizadores de um ficheiro	118
B.5 [UC005] - Importar secções/elementos/teclados de um ficheiro	119
B.6 [UC006] - Importar secções/elementos/teclados via Web	120
B.7 [UC007] - Listar secções	121
B.8 [UC008] - Adicionar uma nova secção	122
B.9 [UC009] - Iniciar o levantamento	122
B.10 [UC010] - Iniciar levantamento de uma patologia do tipo contínua	123
B.11 [UC011] - Terminar o levantamento de uma patologia do tipo contínua	124
B.12 [UC012] - Iniciar levantamento de um elemento do tipo contínuo	125
B.13 [UC013] - Terminar o levantamento de um elemento do tipo contínuo	125
B.14 [UC014] - Levantamento de uma patologia do tipo pontual	127
B.15 [UC015] - Retificar manualmente a posição de ocorrência de uma patologia pelo mapa	127
B.16 [UC016] - Introduzir manualmente o comprimento de uma ocorrência por distância	128
B.17 [UC017] - Anexar um(a) vídeo/foto/gravação de voz a um levanta- mento através de um ficheiro	129
B.18 [UC018] - Anexar um(a) vídeo/foto/gravação de voz a um levanta- mento através da/do câmara/microfone	129
B.19 [UC019] - Anexar um comentário a um levantamento	130

B.20 [UC020] - Ver lista de anexos	131
B.21 [UC021] - Editar um anexo	131
B.22 [UC022] - Apagar um anexo	132
B.23 [UC023] - Ver estado do levantamento	132
B.24 [UC024] - Finalizar o levantamento	133
B.25 [UC025] - Aceder à lista de levantamentos	133
B.26 [UC026] - Visualizar um levantamento efetuado	134
B.27 [UC027] - Editar um levantamento	134
B.28 [UC028] - Apagar um levantamento	135
B.29 [UC029] - Apagar todos os levantamentos	135
B.30 [UC030] - Exportar levantamentos/secções/elementos /teclados para ficheiro	136
B.31 [UC031] - Exportar levantamentos/secções/elementos /teclados via Web	137
B.32 [UC032] - Criar um novo elemento	137
B.33 [UC033] - Editar um elemento	138
B.34 [UC034] - Apagar um elemento	139
B.35 [UC035] - Criar um novo teclado	139
B.36 [UC036] - Editar um teclado	140
B.37 [UC037] - Marcar um teclado como padrão	140
B.38 [UC038] - Apagar um teclado	141
B.39 [UC039] - Trocar de teclado durante um levantamento	142
B.40 [UC040] - Editar ordem das teclas do teclado	142
Anexo C - Escolha do equipamento	143
C.1 Samsung Galaxy Note 10.1 (2014 Edition)	145
C.2 Samsung Galaxy Note 10.1 LTE N8020	145
C.3 Samsung Galaxy Tab 3 10.1' 4G GT-P5220 / Samsung Galaxy Tab3 10.1' 3G + Wifi GT-P5200	146
C.4 Samsung Galaxy Tab2 10.1 3G+Wifi GT-P5100	146
C.5 Samsung ATIV Tab 7 XE700T1C-G01PT	147
C.6 Samsung ATIV Tab 5 XE500T1C-G01PT	147
C.7 Sony Xperia Tablet Z LTE	148
C.8 Hauwei MediaPad 10 Link	148
C.9 Asus Transformer Pad TF300TL / TF300TG	149
C.10 Asus VivoTab RT 3G	149
Anexo D - Teste de Usabilidade - Rita Silva	151
Anexo E - Teste de Usabilidade - Fábio Simões	165
Anexo F - Protótipo não funcional	179
F.1 Ecrã inicial	181
F.2 Ecrã de login	182
F.3 Menu principal	182
F.4 Secções e levantamentos	183

F.5	Adicionar secções	184
F.6	Importação e exportação de dados	184
F.7	Levantamentos	185
F.8	Elementos	188
F.9	Teclados	189
F.10	Configurações	190
Anexo G - Catálogo de patologias		191
G.1	Fendilhamento [Ferreira, 2013a, slides 3 a 4]	193
G.2	Pele de Crocodilo [Ferreira, 2013a, slides 5 a 9]	194
G.3	Peladas [Ferreira, 2013a, slides 15 a 19]	196
G.4	Covas [Ferreira, 2013a, slides 10 a 14]	198
G.5	Reparações [Ferreira, 2013a, slides 25 a 29]	200
G.6	Rodeiras [Ferreira, 2013a, slides 20 a 24]	202
G.7	Irregularidades Longitudinais [Ferreira, 2013a, slides 30 a 33]	204
Anexo H - Análise de equipamentos		205
H.1	Samsung Galaxy Note 10.1 (2014 Edition)	207
H.2	Samsung Galaxy Note 10.1 LTE N8020	207
H.3	Samsung Galaxy Tab 3 10.1' 4G GT-P5220 / Samsung Galaxy Tab3 10.1' 3G + Wifi GT-P5200	208
H.4	Samsung Galaxy Tab2 10.1 3G+Wifi GT-P5100	208
H.5	Samsung ATIV Tab 7 XE700T1C-G01PT	209
H.6	Samsung ATIV Tab 5 XE500T1C-G01PT	209
H.7	Sony Xperia Tablet Z LTE	209
H.8	Hauwei MediaPad 10 Link	210
H.9	Asus Transformer Pad TF300TL / TF300TG	211
H.10	Asus VivoTab RT 3G	212
Anexo I - Ficheiro XML de importação e exportação de dados		213

Lista de Tabelas

1	Planeamento inicial para o primeiro semestre	8
2	Planeamento final para o primeiro semestre	9
3	Planeamento inicial para o segundo semestre	12
4	Planeamento final para o segundo semestre	15
5	Patologias e níveis de gravidade	22
6	Requisitos de funcionamento do SCRIM	33
7	Tabela comparativa de equipamentos	41
8	US005	45
9	US008	46
10	US014	46
11	[UC008] - Adicionar uma nova secção	48
12	[UC010] - Iniciar levantamento de uma patologia do tipo contínua	48
13	[UC011] - Terminar o levantamento de uma patologia do tipo contínua	49
14	Comparação dos resultados obtidos	75
15	US001	107
16	US002	107
17	US003	107
18	US004	108
19	US005	108
20	US006	109
21	US007	109
22	US008	109
23	US009	110
24	US010	110
25	US011	110
26	US012	111
27	US013	111
28	US014	111
29	US015	112
30	US016	112
31	US017	112
32	US018	113
33	[UC001] - Validar a licença	117
34	[UC002] - Fazer login	117
35	[UC003] - Importar utilizadores via Web	118
36	[UC004] - Importar utilizadores de um ficheiro	119
37	[UC005] - Importar secções /elementos/teclados de um ficheiro	120
38	[UC006] - Importar secções /elementos/teclados via Web	121
39	[UC007] - Listar secções	121
40	[UC008] - Adicionar uma nova secção	122
41	[UC009] - Iniciar o levantamento	123
42	[UC010] - Iniciar levantamento de uma patologia do tipo contínua	123
43	[UC011] - Terminar o levantamento de uma patologia do tipo contínua	124

44	[UC012] - Iniciar levantamento de um elemento do tipo contínuo . . .	125
45	[UC013] - Terminar o levantamento de um elemento do tipo contínuo	126
46	[UC014] - Levantamento de uma patologia do tipo pontual	127
47	[UC015] - Retificar manualmente a posição de ocorrência de uma patologia pelo mapa	128
48	[UC016] - Introduzir manualmente a posição de uma ocorrência por distância	128
49	[UC017] - Anexar um(a) vídeo/foto/gravação de voz a um levanta- mento através de um ficheiro	129
50	[UC018] - Anexar um(a) vídeo/foto/gravação de voz a um levanta- mento através da/do câmara/microfone	130
51	[UC019] - Anexar um comentário a um levantamento	130
52	[UC020] - Ver lista de anexos	131
53	[UC021] - Editar um anexo	131
54	[UC022] - Apagar um anexo	132
55	[UC023] - Ver estado do levantamento	132
56	[UC024] - Finalizar o levantamento	133
57	[UC025] - Aceder à lista de levantamentos	133
58	[UC026] - Visualizar um levantamento efetuado	134
59	[UC027] - Editar um levantamento	134
60	[UC028] - Apagar um levantamento	135
61	[UC029] - Apagar todos os levantamentos	136
62	[UC030] - Exportar levantamentos/ secções/elementos/teclados para ficheiro	136
63	[UC031] - Exportar levantamentos/ secções/elementos/teclados via Web	137
64	[UC032] - Criar um novo elemento	138
65	[UC033] - Editar um elemento	138
66	[UC034] - Apagar um elemento	139
67	[UC035] - Criar um novo teclado	140
68	[UC036] - Editar um teclado	140
69	[UC037] - Ativar um teclado	141
70	[UC038] - Apagar um teclado	141
71	[UC039] - Trocar de teclado durante um levantamento	142
72	[UC040] - Editar ordem das teclas do teclado	142
73	Samsung Galaxy Note 10.1 (2014 Edition)	145
74	Samsung Samsung Galaxy Note LTE 10.1 N8020	145
75	Samsung Galaxy Tab 3 10.1' 4G GT-P5220 / Samsung Galaxy Tab3 10.1' 3G + Wifi GT-P5200	146
76	Samsung Galaxy Tab2 10.1 3G+Wifi GT-P5100	147
77	Samsung ATIV Tab 7 XE700T1C-G01PT	147
78	Samsung ATIV Tab 5 XE500T1C-G01PT	148
79	Sony Xperia Tablet Z LTE	148
80	Hauwei MediaPad 10 Link	149
81	Asus Transformer Pad TF300TL / TF300TG	149

82	Asus VivoTab RT 3G	150
83	Dados do utilizador	153
84	Tarefa 1 – Resultados	154
85	Tarefa 2 – Resultados	154
86	Tarefa 3 – Resultados	155
87	Tarefa 4 – Resultados	155
88	Tarefa 5 – Resultados	156
89	Tarefa 6 – Resultados	156
90	Tarefa 7 – Resultados	157
91	Tarefa 8 – Resultados	157
92	Tarefa 9 – Resultados	158
93	Tarefa 10 – Resultados	158
94	Tarefa 11 – Resultados	159
95	Tarefa 12 – Resultados	160
96	Tarefa 13 – Resultados	160
97	Tarefa 14 – Resultados	161
98	Tarefa 15 – Resultados	161
99	Tarefa 16 – Resultados	162
100	Dados do utilizador	167
101	Tarefa 1 – Resultados	168
102	Tarefa 2 – Resultados	168
103	Tarefa 3 – Resultados	168
104	Tarefa 4 – Resultados	169
105	Tarefa 5 – Resultados	170
106	Tarefa 6 – Resultados	170
107	Tarefa 7 – Resultados	171
108	Tarefa 8 – Resultados	171
109	Tarefa 9 – Resultados	172
110	Tarefa 10 – Resultados	172
111	Tarefa 11 – Resultados	173
112	Tarefa 12 – Resultados	174
113	Tarefa 13 – Resultados	174
114	Tarefa 14 – Resultados	175
115	Tarefa 15 – Resultados	175
116	Tarefa 16 – Resultados	176
117	Fendilhamento	193
118	Pele de Crocodilo	195
119	Peladas	196
120	Covas	198
121	Reparações	200
122	Rodeiras	202
123	Irregularidades Longitudinais	204

Lista de Figuras

1	Estrutura de um SGP com o processo manual	3
2	Estrutura de um SGP com o SIGPav Mobile	4
3	Diagrama de GANTT inicial para o primeiro semestre	8
4	Diagrama de GANTT final para o primeiro semestre	9
5	Diagrama de GANTT inicial para o segundo semestre	13
6	Diagrama de GANTT final para o segundo semestre	16
7	Identificação de patologias no levantamento manual	26
8	VIZIROAD	27
9	Teclado do VIZIROAD	28
10	Perfilómetro Laser	29
11	Computador do Perfilómetro Laser	30
12	Automatic Road Aanalyser	31
13	Perfilómetro Inercial	31
14	Esquema de funcionamento do Perfilómetro Inercial	32
15	SCRIM	32
16	Roda de medição do SCRIM	33
17	Close proximity	34
18	Interior do Close proximity	34
19	Ground penetrating radar	35
20	Defletómetro de Impacto	35
21	Grip-Tester	36
22	Pêndulo britânico	37
23	Viga Benkelman	37
24	Estrutura da Viga Benkelman	38
25	Arquitetura geral do SIGPav Mobile	43
26	Diagrama ER	57
27	Exemplo de implementação do ViewPagerIndicator	60
28	Implementação do DynamicGrid	60
29	Botões representantes dos vários níveis de Covas	63
30	Menu de contexto com opção Terminar aqui	64
31	Alerta caso o utilizador não tenha o GPS ativo	64
32	Identificação de uma ocorrência e cálculo de comprimento	65
33	Edição de uma ocorrência	65
34	Ecrã de exportação	67
35	Visualização de secções com mapas	68
36	Ecrã resultante da leitura de um ficheiro para importação. Neste caso, o ficheiro apenas contém teclados.	69
37	Exemplo de importação com dados alterados	70
38	Ecrã inicial	77
39	Ecrã de login	78
40	Menu principal	79
41	Ecrã de elementos	80
42	Ecrã de criação de elementos	81

43	Ecrã de teclados	82
44	Ecrã de criação de teclados	83
45	Ecrã de secções	84
46	Ecrã de levantamentos	85
47	Ecrã de criação de secções	86
48	Ecrã de criação de levantamentos	87
49	Tab Info	88
50	Tab Estado	89
51	Tab Ocorrências	90
52	Tab Mapa	91
53	Tab Anexos	92
54	Levantamentos em ecrã completo	93
55	Menu ver levantamentos	94
56	Ecrã de importação	95
57	Ecrã de exportação	96
58	Menu de configurações	97
59	Ecrã inicial	181
60	Ecrã de login	182
61	Menu principal	182
62	Secções	183
63	Levantamentos	183
64	Adicionar secções	184
65	Importação de dados	184
66	Exportação de dados	185
67	Tab de informações	185
68	Tab de estado	186
69	Tab de patologias e elementos	186
70	Tab de representação em mapa	187
71	Tab de anexos	187
72	Teclado em ecrã completo	188
73	Ecrã de elementos	188
74	Ecrã de criação de novo elemento	189
75	Teclados	189
76	Criar teclado	190
77	Configurações	190
78	Fendilhamento de nível 1	193
79	Fendilhamento de nível 2	194
80	Fendilhamento de nível 3	194
81	Pele de Crocodilo de nível 1	195
82	Pele de Crocodilo de nível 2	195
83	Pele de Crocodilo de nível 3	196
84	Peladas de nível 1	197
85	Peladas de nível 2	197
86	Peladas de nível 3	198
87	Covas de nível 1	199

88	Covas de nível 2	199
89	Covas de nível 3	200
90	Reparações de nível 1	201
91	Reparações de nível 2	201
92	Reparações de nível 3	202
93	Rodeiras de nível 1	203
94	Rodeiras de nível 2	203
95	Rodeiras de nível 3	204

1 Introdução

1.1 Problema

Dada a grande importância que os pavimentos rodoviários têm na atualidade, é necessário que estes cumpram alguns requisitos de qualidade. Estes requisitos são importantes não só por uma questão de conforto mas também económica e de segurança para os utilizadores. Existem no entanto vários fatores que contribuem para a degradação destes pavimentos. Estes fatores podem ser:

- Condições climatéricas;
- Tráfego;
- Outras intervenções forçadas.

Desta forma, é inevitável que as condições dos pavimentos sejam deterioradas com o passar do tempo. Cabe às entidades gestoras destes pavimentos garantir que sejam feitas as várias intervenções de manutenção necessárias para conservar as boas condições dos seus pavimentos.

Mas como podemos saber em que pavimentos é necessário fazer estas intervenções? Numa primeira fase, é necessário fazer o levantamento de estado dos pavimentos. Assim, é possível saber o seu estado atual e se existe, ou não, a necessidade a necessidade de fazer uma intervenção. Para melhorar este processo, deve ser também usado um Sistema de Gestão de Pavimentos. É assim possível saber, não só quais os pavimentos que estão a necessitar de intervenção mas também prever futuras intervenções de forma a melhorar o nível médio do estado dos pavimentos minimizando os custos necessários.

Apesar de este ser o procedimento que se considera mais correto, a maioria dos municípios em Portugal não usa um SGP. Nestas entidades, as decisões são tomadas sem grande fundamentação e têm maioritariamente intuítos políticos. Estas entidades são o principal público alvo da solução proposta.

Para resolver o problema, este estágio tem como objetivo a criação de uma aplicação móvel que se enquadre num dos pontos essenciais de funcionamento de um SGP, a recolha de dados sobre o estado das várias secções de pavimentos. Esta solução permitirá agilizar o processo de análise de pavimentos rodoviários. Toda a informação recolhida poderá ser facilmente integrada no SGP da *escadote* que se encontra atualmente em desenvolvimento e não faz parte do âmbito deste estágio.

1.2 Motivação e âmbito

Na sociedade atual, uma rede rodoviária é a principal infraestrutura para transporte tanto de pessoas como de mercadorias, fazendo delas um elemento de grande importância para o desenvolvimento de um país. Estas são constituídas por várias

estradas ou pavimentos que podem ser definidos como “uma superfície de rolamento adequada à circulação de veículos, devendo proporcionar conforto, segurança e economia aos mesmos” [Luz, 2011, pág. 5]. As estradas que constituem estas redes estão constantemente expostas a condições propícias ao seu degradamento, tais como as condições climatéricas, o próprio tráfego e algumas obras forçadas devido a fatores externos. Estas condições fazem com que seja inevitável fazer intervenções de manutenção e reparação.

Para fazer uma gestão deste problema de forma eficiente, melhorando o nível médio da rede rodoviária e minimizando os custos de manutenção e reparação, é necessário usar um bom Sistema de Gestão de Pavimentos (SGP). Um SGP pode ser descrito, segundo AASHTO no seu Guia de Gestão de Pavimentos (AASHTO, 2001), como um conjunto de ferramentas ou métodos que podem auxiliar os responsáveis pelas decisões na procura de estratégias ótimas para fornecer, avaliar e manter os pavimentos em boas condições de serviço durante a sua vida útil. Outra definição foi dada por Tavakoli (Tavakoli et al, 1992 citado em Vazquez et al, 2011), citado em [Luz, 2011, pág. 7] “Um sistema de gestão de pavimentos é um programa computacional e organizacional usado para catalogar pavimentos, reconhecer o seu estado atual, calcular a evolução de deterioração e identificar vários métodos e níveis de conservação e reparação, de modo a avaliar quais os custos dessas reparações agora ou num futuro próximo” [Luz, 2011, pág. 7]. O objetivo destes sistemas é ajudar a manter o melhor estado geral dos pavimentos com os recursos monetários disponíveis.

Estes sistemas começaram a ser desenvolvidos, segundo Thompson (1994) e Markow (1995) [Nascimento, 2012, pág. 1], nos finais dos anos setenta, surgindo em 1982 o primeiro SGP. OS SGPs permitem analisar a sensibilidade da evolução do estado dos pavimentos recorrendo a diferentes estratégias de conservação com modelos de previsão do comportamento dos pavimentos.

Ao contrário do que acontece em Portugal, onde o uso destes sistemas é feito essencialmente apenas pelas Estradas de Portugal, os SGP têm uma grande aceitação em outros países. A complexidade destes SGP são bastante variáveis consoante a abordagem utilizada e o tamanho da rede. Para além destas diferenças todos eles assentam em três pontos-chave:

1. Um sistema de recolha de dados relativos ao estado de cada pavimento;
2. Uma base de dados capaz de armazenar esses dados;
3. Um programa de análise de dados.

O programa de análise de dados tem como funcionalidade principal avaliar as estratégias a tomar com objetivo de melhorar a relação custo/benefício. Através destas estratégias, pretende-se ajudar as entidades gestoras de pavimentos na tomada de decisão das intervenções a realizar. Esta arquitetura encontra-se descrita na FIG. 1 [Ferreira et al., 2009, pág. 158]. Os dados da rede rodoviária são recolhidos através de um formulário de levantamento das condições de determinado pavimento. Estes dados são posteriormente inseridos numa base de dados rodoviária que faz o

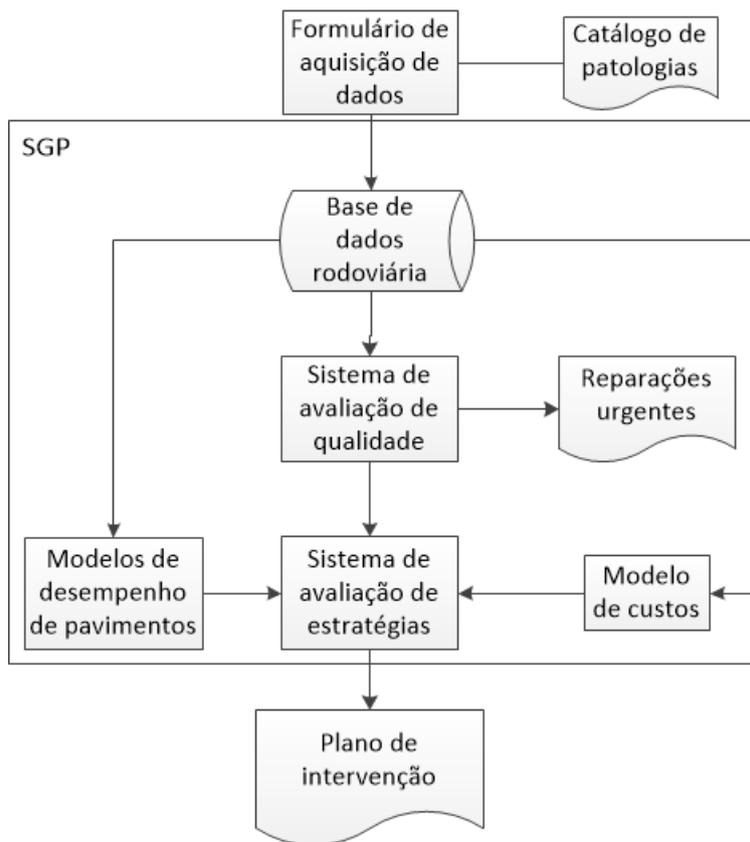


Figura 1: Estrutura de um SGP com o processo manual

cálculo quantitativo do nível de qualidade de cada estrada. Através destes cálculos é então aplicado o algoritmo de apoio a decisão que apresenta então o plano de intervenção.

O funcionamento dos SGP é descrito detalhadamente no capítulo 2.

1.3 Objetivos

O trabalho desenvolvido neste estágio teve como objetivo toda a criação de uma aplicação móvel que ajude os técnicos no levantamento do estado dos pavimentos rodoviários. Como podemos ver na FIG. 2, o pretendido é um sistema móvel e georreferenciado que facilite o processo de levantamento de dados e facilite a sua introdução no SGP, neste caso o SIGPav.

A aplicação proposta deverá cumprir os seguintes objetivos:

- Permitir fazer o levantamento de várias patologias, indicando a sua localização e a extensão de pavimento onde ocorram.
- Permitir anexar fotos, vídeos, comentários escritos ou gravações de voz das várias patologias, para facilitar a visualização de dados.

- Ser dinâmica, deverá ser possível adicionar outro tipo de características presentes nas vias rodoviárias. O utilizador poderá adicionar novos elementos, como por exemplo: passadeiras, sinalização vertical, etc. que poderão ser identificados em levantamentos.
- Permitir a transferência dos dados recolhidos para aplicações externas.

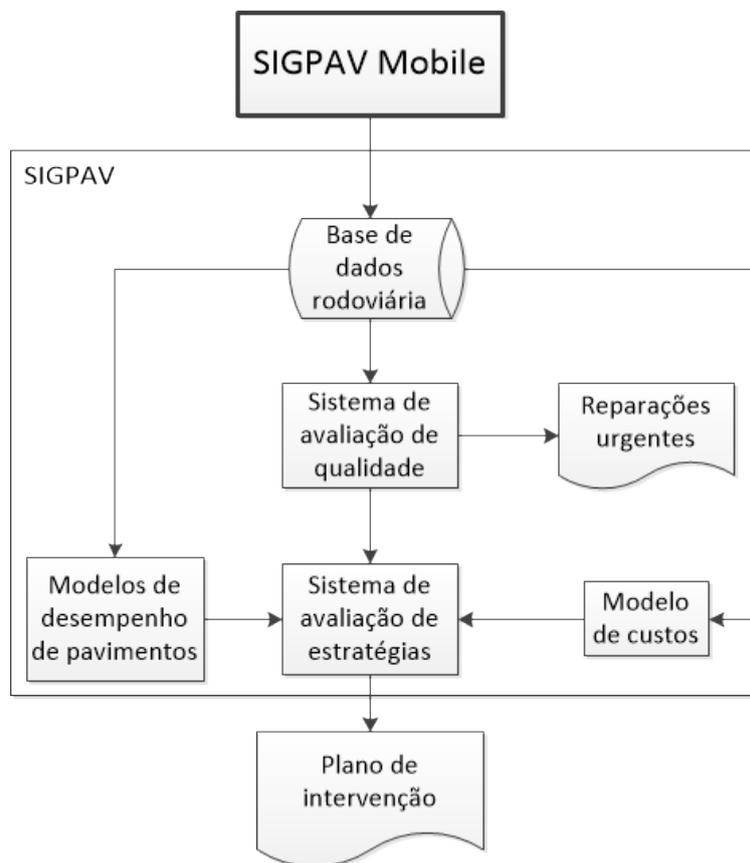


Figura 2: Estrutura de um SGP com o SIGPav Mobile

Usando este sistema, o SGP passará a funcionar como descrito na FIG. 2. Os dados são levantados através da aplicação SIGPav Mobile (cujo desenvolvimento é o objetivo deste estágio) como descrito anteriormente onde são depois exportados para a aplicação SIGPav desenvolvida pela *escadote*. Esta aplicação apresentará o plano de intervenção que será adaptado às necessidades de cada município.

Numa primeira fase, o público-alvo para o SIGPav Mobile são todas as entidades que têm a seu cargo a gestão de vias rodoviárias, onde a aplicação funciona em conjunto com o SIGPav. Como exemplo temos as câmaras municipais, concessionárias de autoestradas, juntas de freguesia, empresas públicas de gestão (Estradas de Portugal). Estas aplicações poderão ser posteriormente exportadas para outros países.

Já numa fase posterior, está também previsto a adaptação desta aplicação para outro sistema que funcione de forma independente do SIGPav. Uma vez que os dados levantados são exportados usando XML é possível fazer levantamentos e uma

exportação manual para outro SGP. Para além disso podem ser levantados outro tipo de elementos bastando para isso adicioná-los à base de dados.

1.4 Metodologias

Em Engenharia de Software, existem várias metodologias que gerem as etapas de desenvolvimento. Não existe no entanto uma metodologia que seja absolutamente melhor do que as outras uma vez que estas se adaptam de maneira diferente às várias equipas de desenvolvimento e ao software que se pretende desenvolver. Sendo assim, e uma vez que nenhuma metodologias foi imposta pela empresa, foi necessário escolher a metodologia mais indicada no âmbito deste estágio bem como o a ferramenta mais indicada para fazer esta gestão. Foram então analisadas metodologias iterativas tais como *Waterfal* e do tipo ágil tal como *Scrum*. Como ferramenta de gestão de projeto foi usado o *Microsoft Project*, uma ferramenta já usada pela escadote.

Uma vez que o primeiro semestre envolvia principalmente criação de documentação de especificação e planeamento do estágio, utilizou-se a metodologia *Waterfall*. Desta forma, as tarefas realizadas seriam realizadas integralmente e, uma vez concluída essa tarefa, dava-se início à próxima tarefa. Este semestre focou-se essencialmente em três pontos:

1. Contextualização ao tema/área onde incide este projeto;
2. Levantamentos de requisitos;
3. Protótipo não funcional da aplicação.

Para o segundo semestre foi reconsiderada a metodologia a adotar, uma vez que não teria obrigatoriamente de ser usada a escolhida para o primeiro semestre. As duas principais metodologias a considerar foram a *Scrum* e a *Waterfall*. A escolha recaiu novamente *Waterfall*, uma metodologia mais tradicional, e deveu-se a um conjunto considerável de fatores. O primeiro era o facto de a equipa envolvida neste projeto se resumir apenas ao estagiário. Desta forma, não haveria necessidade de ter todas as reuniões que envolvem a adoção da metodologia *Scrum* tais como reuniões de sprint, planeamento e retrospectiva. Mais do que isso, não havia disponibilidade por parte da escadote para ter os outros papéis na equipa e as reuniões. Isto acontece porque se trata de uma empresa pequena mas já com um vasto número de clientes. Assim, iriam aparecer certamente reuniões de clientes e seria complicado ter este tipo de reuniões regulares.

No caso deste projeto não houve necessidade de fazer releases por sprint um vez que só se pretendia ter uma versão completa da aplicação no final do estágio.

Outro fator na escolha desta metodologia foi a especificação estar já bem definida no primeiro semestre, fazendo com que fosse pouco expectável que houvesse grandes desvios ao plano de desenvolvimento.

Como controlo de progresso foram usados os relatórios semanais feitos a cada Domingo, onde eram descritas as tarefas realizadas na semana anterior e o trabalho planeado para a semana seguinte.

Para gestão de tarefas foi usado o Team Foundation Server, ferramenta já adotada pela escadote. Esta ferramenta contém também o sistema de controlo de versões que foi usado para alojar as várias versões do código desenvolvido. Sempre que uma tarefa foi terminada foi realizado um “Check In” de forma a submeter todas as alterações efetuadas no projeto para o servidor. Tentou-se assim fazer o maior número de “Check Ins” possível de forma a evitar perda de dados e a garantir que se fosse necessário fazer um “Rollback”.

1.5 Decisões iniciais

O sistema operativo para a implementação estava inicialmente em aberto ficando assim esta escolha à responsabilidade do estagiário. Dos três principais concorrentes, Android, Windows e iOS, o sistema operativo da Apple foi o primeiro a ser excluído. Uma vez que seria necessário obter equipamento específico para o desenvolvimento e que os tablets desta marca têm um custo tendencialmente superior, a implementação da aplicação nesta plataforma iria ser mais dispendiosa. Para além disso o estagiário não tinha qualquer experiência com programação para esta plataforma. Entre os sistemas operativos Windows e Android o escolhido foi Android. Depois de estabelecidos alguns requisitos mínimos para o hardware e comparadas as várias alternativas, a conclusão final foi de que existe uma variedade maior de dispositivos Android com esses requisitos de hardware. Desta forma pretende-se aumentar o número de potenciais utilizadores da aplicação. Nesta decisão também pesou o facto de o estagiário já ter alguma experiência com este sistema operativo.

Para além de escolher o sistema operativo, como descrito anteriormente, também foi necessário escolher um equipamento para testes bem como um equipamento que pudesse ser recomendado aquando da comercialização da aplicação. A decisão final foi o Samsung Galaxy Note 10.1 (2014 Edition) uma vez que, pelas várias análises realizadas, se revelou o melhor equipamento no mercado. Por outro lado, como é um equipamento dispendioso e existem alternativas mais baratas no mercado (cumprindo os requisitos estabelecidos) este não será o equipamento a ser usado para testes. Esta escolha ficou adiada para uma data mais próxima do início da implementação uma vez que os preços destes equipamentos têm tendência a descer com o tempo.

1.6 Resultados e contribuições atuais

À data da realização deste relatório foi especificada e desenvolvida uma solução que pretende ajudar a combater o problema da degradação das redes rodoviárias.

Deste desenvolvimento resultou uma aplicação capaz de recolher dados relativos ao estado sobre pavimentos, todas as suas características e falhas. Esta aplicação permite fazer também a exportação desses mesmos dados em dois formatos distintos:

- **Comma-separated values (CSV)**, que permite uma importação direta para ferramentas como o Microsoft Office;
- **eXtensible Markup Language (XML)**, que permite fazer uma importação direta com o SIGPav.

Também à data da realização do relatório estavam a ser preparados dois artigos sobre as aplicações SIGPav e SIGPav.Mobile intitulados “iRoad - Sistema De Aquisição De Dados De Qualidade Das Infraestruturas Rodoviárias” que será apresentado no 7º Congresso de Gestão e Conservação da Natureza & II Congresso de Ciência e Desenvolvimento dos Açores e “SIGPav - Sistema De Gestão Da Conservação E Reabilitação De Redes Rodoviárias” a apresentar no seminário “Engenharia de Infraestruturas de Transporte 2014”. A apresentação neste seminário também a ser preparado pelo estagiário e a equipa da escadote e terá lugar no Montebelo Agueira Lake Resort & Spa, no dia 5 de Julho de 2014. Este seminário irá contar com a presença de representantes de vários municípios de todo o país e tem como ponto de interesse a apresentação dos projetos SIGPav e SIGPav.Mobile.

Todo o desenvolvimento da aplicação SIGPav.Mobile foi da responsabilidade do estagiário. No entanto, este projeto teve algumas contribuições que foram fundamentais para os resultados alcançados. Numa fase de contextualização na área de engenharia civil, onde se enquadra este projeto, foi dada uma grande contribuição por parte do Prof. Dr. Adelino Ferreira do Departamento de Engenharia Civil. Estas contribuições passaram pela disponibilização de uma vasta documentação e informação sobre este assunto bem como uma enorme disponibilidade para tirar as várias dúvidas que foram surgindo com o avançar do projeto.

Já na fase de especificação e desenvolvimento as principais contribuições foram dadas pelos Engenheiros Paulo Paiva e Bruno Rocha da escadote que reviram todo o trabalho realizado e o retificaram sempre que necessário. Também nesta fase se contou com uma ajuda do orientador Prof. Dr. Rui Paiva com algumas dúvidas na área de engenharia de software.

Depois de implementada uma versão *alfa* da aplicação foi importante fazer alguns testes. Nesta fase é importante destacar a ajuda dos Engenheiros Fábio Simões e Rita Silva do Departamento de Engenharia Civil pela disponibilidade em realizar testes à aplicação.

Para além da ajuda relacionada com o projeto a contribuição dos orientadores foi importante em todas as fases do estágio. Esta ajuda foi principalmente evidente na fase de realização de relatório e apresentação.

1.7 Planificação

Para fazer o planeamento foi usado um diagrama de GANTT. Como ferramenta de auxílio para a realização deste diagrama foi usado o *Microsoft Project*, uma ferramenta de gestão de projetos adotada pela *escadote*.

1.7.1 Primeiro semestre

A TAB. 1 apresenta o planeamento inicial de tarefas para o primeiro semestre. O gráfico resultante pode ser visto na FIG. 3.

Nº	Nome da Tarefa	Duração	Início	Conclusão
1	Planeamento do primeiro semestre	1,5 dias	Seg 23/09/13	Ter 24/09/13
2	Contextualização do projeto	5 dias	Qua 25/09/13	Seg 14/10/13
3	Levantamento do estado de arte	5 dias	Ter 15/10/13	Qua 30/10/13
4	Levantamento de Requisitos	2,5 dias	Qua 30/10/13	Seg 11/11/13
5	Especificação de alto nível do sistema	5 dias	Seg 11/11/13	Ter 26/11/13
6	Mockups da interface (prototipagem não funcional)	4 dias	Ter 26/11/13	Ter 10/12/13
7	Planeamento do segundo semestre	0,5 dias	Qua 11/12/13	Seg 16/12/13
8	Relatório intermédio versão beta	9 dias	Seg 16/12/13	Ter 14/01/14
9	Relatório intermédio versão final	4 dias	Ter 14/01/14	Ter 28/01/14
10	Apresentação	2,5 dias	Ter 28/01/14	Qua 05/02/14

Tabela 1: Planeamento inicial para o primeiro semestre

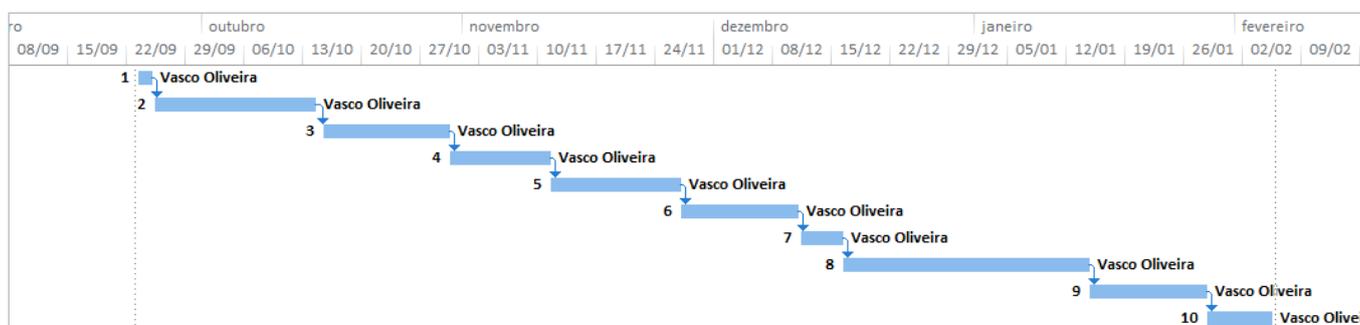


Figura 3: Diagrama de GANTT inicial para o primeiro semestre

Ao longo do semestre foram apontadas as datas de início e fim de cada uma destas etapas. Desta forma foi possível fazer uma melhor análise do planeamento inicial vs. o resultado final. A TAB. 2 representa as datas reais das tarefas do primeiro semestre e o gráfico respetivo está representado na FIG. 4.

Nº	Nome da Tarefa	Duração	Início	Conclusão
1	Planeamento do primeiro semestre	1,5 dias	Seg 23/09/13	Ter 24/09/13
2	Contextualização do projeto	3,5 dias	Ter 24/09/13	Qua 02/10/13
3	Levantamento do estado de arte	1,38 dias	Seg 07/10/13	Qui 17/10/13
4	Levantamento de Requisitos	2,5 dias	Seg 21/10/13	Ter 29/10/13
5	Especificação de alto nível do sistema	9,75 dias	Qua 30/10/13	Ter 03/12/13
6	Mockups da interface (prototipagem não funcional)	2,88 dias	Qua 04/12/13	Seg 16/12/13
7	Planeamento do segundo semestre	0,5 dias	Ter 17/12/13	Ter 17/12/13
8	Relatório intermédio versão beta	20,88 dias	Ter 17/12/13	Ter 14/01/14
9	Relatório versão final	4 dias	Qua 15/01/14	Ter 28/01/14
10	Apresentação	2,5 dias	Qua 29/01/14	Qua 05/02/14

Tabela 2: Planeamento final para o primeiro semestre

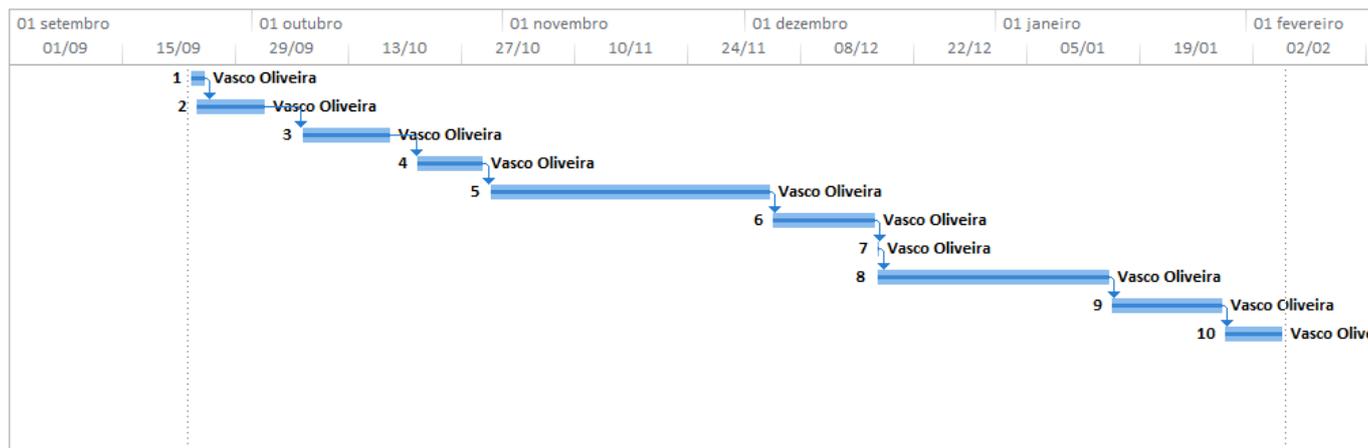


Figura 4: Diagrama de GANTT final para o primeiro semestre

Como se pode observar o plano inicial foi cumprido sem desvios muito significativos que no final do semestre acabaram por se compensar tendo o trabalho sido concluído no período de tempo esperado. As primeiras etapas do estágio foram cumpridas num período de tempo mais curto do que o inicialmente planeado. Este ligeiro avanço na

contextualização e estado da arte acabou compensar um atraso na especificação de alto nível.

O atraso foi originado por alguns fatores que não tinham sido considerados inicialmente. Ao contrário do estado da arte e da contextualização, o levantamento de requisitos, especificação de alto nível, escolha de sistema operativo e equipamento e a realização de mockups são tarefas que implicaram a validação do trabalho com a equipa da *escadote*. A última delas, realização de mockups, para além dessa validação, ainda implicou uma reunião com o Prof. Dr. Adelino Ferreira. Devido a algumas incompatibilidades de horários por vezes foi preciso esperar para ter estas reuniões. Para além disso, estas reuniões geralmente implicavam algumas correções no trabalho realizado.

Outro movido que levou à demora da realização da tarefa da especificação de alto nível foi a tarefa de escolha de sistema operativo e equipamento que estava pensada para o segundo semestre ter disso realizada já no primeiro. Esta mudança aconteceu porque era importante saber qual o sistema operativo a usar e algumas características sobre o equipamento, tal como o tamanho do ecrã, para a realização dos mockups.

Contabilizando todos os avanços e atrasos podemos ver que o desvio final foi neutro. Desta forma todo o trabalho acabou por ficar realizado no espaço de tempo previsto.

1.7.2 Segundo semestre

Também neste semestre foi usado o *Microsoft Project* para fazer o planeamento do projeto. À medida que se iam realizando as tarefas, foram apontadas as datas de início de fim de cada uma delas para fazer uma comparação final. As tarefas planeadas para este semestre estão descritas na TAB. 3 e o gráfico resultante está representado na FIG. 5.

Número Hierárquico	Nome da Tarefa	Duração	Início	Conclusão
1	Preparação das ferramentas de trabalho	2 dias	Seg 10/02/14	Ter 11/02/14
2	Implementação da interface da aplicação	13 dias	Qua 12/02/14	Sex 28/02/14
2.1	Ecrã de "Splash"	0,5 dias	Qua 12/02/14	Qua 12/02/14
2.2	Ecrã de login	0,5 dias	Qua 12/02/14	Qua 12/02/14
2.3	Ecrã de menu principal	1 dia	Qui 13/02/14	Qui 13/02/14
2.4	Ecrã de secções	1 dia	Sex 14/02/14	Sex 14/02/14
2.5	Ecrã de levantamentos	1 dia	Seg 17/02/14	Seg 17/02/14
2.6	Ecrã de listagem de elementos	1 dia	Ter 18/02/14	Ter 18/02/14
2.7	Ecrã de criação de elementos	1 dia	Qua 19/02/14	Qua 19/02/14
2.8	Ecrã de teclados	2 dias	Qui 20/02/14	Sex 21/02/14
2.9	Ecrã de criação de teclados	2 dias	Seg 24/02/14	Ter 25/02/14
2.10	Ecrã de levantamentos	3 dias	Qua 26/02/14	Sex 28/02/14
3	Implementação de operações da BD	13 dias	Seg 03/03/14	Qua 19/03/14
3.1	Estudo e escolha de tecnologias para a criação da base de dados	1 dia	Seg 03/03/14	Seg 03/03/14
3.2	Desenho do ER	1 dia	Ter 04/03/14	Ter 04/03/14
3.3	Login	1 dia	Qua 05/03/14	Qua 05/03/14
3.4	CRUD de elementos	1 dia	Qui 06/03/14	Qui 06/03/14
3.5	CRUD de teclados	2 dias	Sex 07/03/14	Seg 10/03/14
3.6	CRUD de Secções	1 dia	Ter 11/03/14	Ter 11/03/14
3.7	CRUD de levantamentos	6 dias	Qua 12/03/14	Qua 19/03/14
4	Implementação das funcionalidade de GPS	2 dias	Qui 20/03/14	Sex 21/03/14
5	Importação e exportação	23 dias	Seg 24/03/14	Qua 23/04/14
5.1	Estudo de tecnologias para a importação e exportação	1 dia	Seg 24/03/14	Seg 24/03/14
5.2	Criação de ficheiros XML	6 dias	Ter 25/03/14	Ter 01/04/14
5.3	Criação de ficheiros ZIP	1 dia	Qua 02/04/14	Qua 02/04/14

Número Hierárquico	Nome da Tarefa	Duração	Início	Conclusão
5.4	Leitura de ficheiros XML	5 dias	Qui 03/04/14	Qua 09/04/14
5.5	Importação de dados	8 dias	Qui 10/04/14	Seg 21/04/14
5.6	Importação via Web	1 dia	Ter 22/04/14	Ter 22/04/14
5.7	Exportação via Web	1 dia	Qua 23/04/14	Qua 23/04/14
6	Representação de dados em mapa	9 dias	Qui 24/04/14	Ter 06/05/14
6.1	Estudo de tecnologias a usar	1 dia	Qui 24/04/14	Qui 24/04/14
6.2	Representação de secções em mapa	2 dias	Sex 25/04/14	Seg 28/04/14
6.3	Representação de patologias	4 dias	Ter 29/04/14	Seg 05/05/14
6.4	Representação de levantamentos	1 dia	Ter 06/05/14	Ter 06/05/14
7	Validação da licença da aplicação	3 dias	Qua 07/05/14	Sex 09/05/14
8	Testes de usabilidade	15 dias	Seg 12/05/14	Sex 30/05/14
8.1	Preparação do inquérito	1 dia	Seg 12/05/14	Seg 12/05/14
8.2	Realização do inquérito	4 dias	Ter 13/05/14	Sex 16/05/14
8.3	Alterações à aplicação segundo os resultados dos testes	10 dias	Seg 19/05/14	Sex 30/05/14
9	Relatório - Protótipo	10 dias	Seg 02/06/14	Sex 13/06/14
10	Relatório - Versão final	12 dias	Seg 16/06/14	Ter 01/07/14
11	Preparar a apresentação	4 dias	Qua 02/07/14	Dom 06/07/14

Tabela 3: Planeamento inicial para o segundo semestre



Figura 5: Diagrama de GANTT inicial para o segundo semestre

À semelhança do que aconteceu no primeiro semestre, as datas de início e fim de cada tarefa foram apontadas à medida que iam sendo realizadas. Os resultados finais encontram-se representados na TAB. 4 e na FIG. 6.

Número Hierárquico	Nome da Tarefa	Duração	Início	Conclusão
1	Replanificação do segundo semestre	1 dia	Seg 10/02/14	Seg 10/02/14
2	Preparação das ferramentas de trabalho	1 dia	Ter 11/02/14	Ter 11/02/14
3	Implementação da interface da aplicação	17,88 dias	Qua 12/02/14	Sex 07/03/14
3.1	Ecrã de "Splash"	1 dia	Qua 12/02/14	Qua 12/02/14
3.2	Ecrã de login	1 dia	Qui 13/02/14	Qui 13/02/14
3.3	Ecrã de menu principal	1 dia	Sex 14/02/14	Sex 14/02/14
3.4	Ecrã de secções	1 dia	Seg 17/02/14	Seg 17/02/14
3.5	Ecrã de levantamentos	1 dia	Ter 18/02/14	Ter 18/02/14
3.6	Ecrã de listagem de elementos	1 dia	Qua 19/02/14	Qua 19/02/14
3.7	Ecrã de criação de elementos	1 dia	Qui 20/02/14	Sex 21/02/14
3.8	Ecrã de teclados	1 dia	Sex 21/02/14	Sex 21/02/14
3.9	Ecrã de criação de teclados	3 dias	Seg 24/02/14	Qua 26/02/14
3.10	Ecrã de levantamentos	4 dias	Qua 26/02/14	Seg 03/03/14
3.11	Adaptações dos ecrãs às dimensões do tablet	4 dias	Ter 04/03/14	Sex 07/03/14
4	Implementação de operações da BD	15,88 dias	Seg 10/03/14	Seg 31/03/14
4.1	Estudo e escolha de tecnologias para a criação da base de dados	3 dias	Seg 10/03/14	Qua 12/03/14
4.2	Login	1 dia	Qui 13/03/14	Qui 13/03/14
4.3	CRUD de elementos	2 dias	Sex 14/03/14	Seg 17/03/14
4.4	CRUD de teclados	1 dia	Ter 18/03/14	Qua 19/03/14
4.5	CRUD de Secções	1 dia	Qui 20/03/14	Qui 20/03/14
4.6	CRUD de levantamentos	7 dias	Sex 21/03/14	Seg 31/03/14
5	Implementação das funcionalidade de GPS	4 dias	Ter 01/04/14	Sex 04/04/14
6	Importação e exportação	46,38 dias	Seg 07/04/14	Ter 10/06/14
6.1	Estudo de tecnologias para a importação e exportação	2 dias	Seg 07/04/14	Ter 08/04/14
6.2	Criação de ficheiros XML	8 dias	Qui 10/04/14	Seg 21/04/14

Número Hierárquico	Nome da Tarefa	Duração	Início	Conclusão
6.3	Criação de ficheiros ZIP	1 dia	Ter 22/04/14	Ter 22/04/14
6.4	Leitura de ficheiros XML	8 dias	Qua 23/04/14	Sex 02/05/14
6.5	Exportação de dados para CSV	1 dia	Seg 05/05/14	Seg 05/05/14
6.6	Backup e restore de imagens da BD	1 dia	Seg 12/05/14	Seg 12/05/14
6.7	Importação de dados	20,38 dias	Ter 06/05/14	Ter 10/06/14
7	Adição de botão para terminar ocorrências	1 dia	Qua 09/04/14	Qua 09/04/14
8	Representação de dados em mapa	3 dias	Ter 13/05/14	Qui 15/05/14
8.1	Estudo de tecnologias a usar	1 dia	Ter 13/05/14	Ter 13/05/14
8.2	Representação de secções em mapa	2 dias	Qua 14/05/14	Qui 15/05/14
9	Testes de usabilidade	4,88 dias	Seg 12/05/14	Sex 16/05/14
9.1	Observação de levantamentos de estados de pavimentos	1 dia	Seg 12/05/14	Seg 12/05/14
9.2	Preparação do inquérito e realização do inquérito	1 dia	Qui 15/05/14	Qui 15/05/14
9.3	Alterações à aplicação segundo os resultados dos testes	1 dia	Sex 16/05/14	Sex 16/05/14
10	Edição de comprimento de ocorrências manual	1 dia	Ter 10/06/14	Qua 11/06/14
11	Relatório - Protótipo	7 dias	Qui 12/06/14	Sex 20/06/14
12	Relatório - versão final	7 dias	Seg 23/06/14	Ter 01/07/14
13	Preparar a apresentação	4 dias	Qua 02/07/14	Dom 06/07/14

Tabela 4: Planeamento final para o segundo semestre

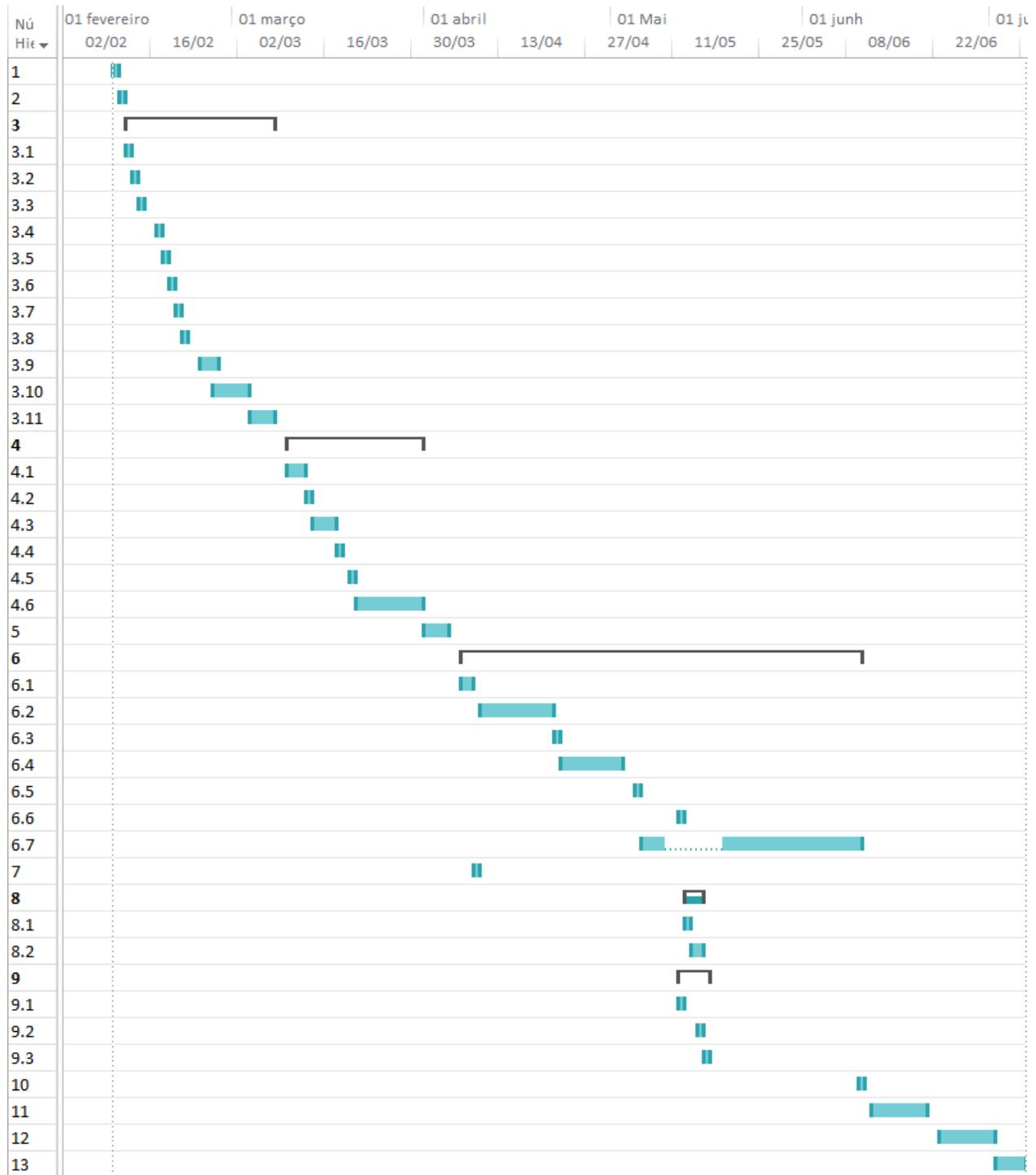


Figura 6: Diagrama de GANTT final para o segundo semestre

Como podemos ver, houve um atraso no desenvolvimento. Estes atrasos deveram-se às várias dificuldades que surgiram durante o desenvolvimento do projeto. Apesar de Android ser a única linguagem para este tipo de dispositivos conhecida pelo estagiário, o seu conhecimento não era muito profundo e houve necessidade de uma grande aprendizagem para a realização deste projeto. Isto aconteceu não só com a

programação nativa de Android mas também com a implementação do vasto número de bibliotecas externas utilizadas que nem sempre se demonstrou uma tarefa fácil. Felizmente, e apesar do atraso causado, todas estas dificuldades foram ultrapassadas.

Também alguns fatores externos, e mais difíceis de controlar, originaram atrasos no desenvolvimento. A programação da interface iniciou-se sem um tablet de testes, sendo que foi feita num *smartphone*. Quando foi adquirido o tablet, houve uma necessidade de fazer uma adaptação da interface já desenvolvida para se adaptar às dimensões do equipamento alvo, um tablet de 10”.

Depois disso, ocorreu uma avaria no computador de desenvolvimento que acabou por ter de ser trocado. O tempo gasto a tentar reparar o computador antigo até se decidir comprar um novo e fazer todas as configurações necessárias ainda foi considerável.

Também os testes acabaram por originar um atraso. Apesar destes testes já estarem planeados, não estava planeado inicialmente que os testes feitos no terreno implicassem o uso do equipamento de testes. Uma vez que não havia nenhum outro equipamento para este efeito, a escadote teve de ceder o tablet para realizar estes testes que demoram cerca de uma semana e meia. Apesar de ter continuado o desenvolvimento no emulador Android, este desenvolvimento acaba sempre por ser mais complexo e demorado.

Por fim, o falecimento de um familiar chegado também levou a uma interrupção forçada, e mais triste, do desenvolvimento.

2 Sistemas de Gestão de Pavimentos

Como foi visto anteriormente, um sistema de gestão de pavimentos é um conjunto de ferramentas que tem como objetivo procurar estratégias para ajudar na tomada de decisão e ajudar a manter os pavimentos em boas condições durante a sua vida útil ao mesmo tempo que tenta diminuir os custos das suas manutenções. Apesar de poderem ser muito diferentes, todos os sistemas de gestão de pavimentos assentam em três pontos-chave:

- Uma base de dados rodoviária;
- Um sistema de avaliação de pavimentos;
- Um Sistemas de avaliação de estratégias.

O âmbito deste estágio incide apenas num destes pontos, o sistema de avaliação de pavimentos. A aplicação a desenvolver pretende ajudar os técnicos a fazer o levantamento de estado dos pavimentos. Os dados produzidos servirão para fazer uma avaliação global de cada pavimento.

Apesar da aplicação apenas incidir neste ponto, é importante compreender como funciona todo o sistema de gestão de pavimentos. Nas próximas subsecções são descritas mais pormenorizadamente estas três componentes.

2.1 Base de dados rodoviária

Este é um dos componentes mais importantes de um SGP. Segundo Bouzigues et al (1985) citado em [Luz, 2011, pág. 14], “um sistema de gestão de pavimentos apoia-se essencialmente numa base de dados rodoviária, que por sua vez condiciona largamente o desenvolvimento e progresso das fases posteriores”. Aqui é guardada toda a informação relevante sobre cada trecho de determinada rede rodoviária bem como informação produzida por outros SGP. A informação do estado atual dos pavimentos pode ser recolhida de duas formas: manual e automática. Estes métodos são descritos posteriormente no capítulo 3.

Tipicamente os dados constituintes de uma BDR são:

- Identificação e referenciação dos trechos;
- Classificação das vias;
- Tipo de pavimento;
- Geometria da rede;
- História dos pavimentos;
- Caracterização do tráfego;
- Obras de construção e conservação;

- Custos de construção;
- Restrições orçamentais;
- Ações de conservação e os respectivos custos unitários;
- Avaliação da qualidade dos trechos rodoviários;
- Dados resultantes do Sistema de Apoio à Decisão (SAD).

2.2 Sistema de avaliação de pavimentos

A aquisição de dados, onde incide este projeto, é utilizada para fazer a avaliação do estado atual de um pavimento. Esta fase pode ser resumida como a medição periódica do estado dos pavimentos com os seguintes objetivos:

- Fornecer informação para verificar as previsões anteriormente feitas e atualizá-las, se necessário;
- Reprogramar medidas de conservação ou reabilitação, em função destas previsões atualizadas;
- Melhorar os modelos estruturais do pavimento;
- Melhorar as práticas de construção e conservação;
- Atualizar os programas da rede.

O método mais utilizado em Portugal para fazer este levantamento de dados baseia-se numa análise global da qualidade dos pavimentos que se vai traduzir num índice de qualidade global. Este sistema tem a vantagem de definir a qualidade do pavimento através de uma única nota atribuída a cada trecho, o que permite uma representação gráfica, clara e eficiente do estado dos pavimentos podendo assim ser feito um relacionamento da qualidade destes pavimentos com o conforto e segurança. Por outro lado, pode haver uma diferença entre a nota atribuída e o estado do pavimento. Nesta situação, a nota acaba por não ser representativa do seu estado real. Isto acontece porque os parâmetros podem compensar-se entre si e torna-se difícil definir os coeficientes de ponderação a atribuir a cada parâmetro.

Esta recolha de dados é feita por técnicos que, no terreno, indicam nos formulários as várias falhas que existam em cada trecho de estrada. Estas falhas fazem parte de um catálogo de patologias e variam entre os níveis 1 e 3, onde o nível 1 apresenta uma falha menos grave e um nível 3 uma falha mais grave. Para além disso é também indicado a extensão pelo qual ocorre determinada patologia. O catálogo de patologias utilizado é representado no capítulo 2.3.

O valor global de qualidade de um pavimento é representado pelo valor do Present Serviceability Index (PSI). Este índice foi desenvolvido com base no American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). Neste ensaio o

cálculo é feito atendendo às patologias da TAB. 5 bem como aos seus vários níveis. O resultado global é obtido aplicando a seguinte fórmula:

$$PSI_t = 5 - e^{-0,0002598IRI_t} - 0,002139 \times R_t^2 - 0,03 \times (C_t + S_t + P_t)^{0,5}$$

Onde:

PSI_t = Índice de qualidade do pavimento no ano t;

IRI_t = Irregularidades longitudinais no ano t;

R_t = Profundidade média das rodeiras no ano t (mm);

C_t = Área com fendilhamento e pele de crocodilo no ano t;

S_t = Área de covas e peladas no ano t;

P_t = Área com reparações no ano t.

O valor do PSI resultante varia numa escala de 0,0 a 5,0, onde 0,0 representa uma estrada em muito mau estado e 5,0 uma estrada em muito bom estado. Para além disso há que notar que um pavimento novo, regra geral, não ultrapassa o valor de 4,7 [Meneses and Ferreira, 2008], citado em [Nascimento, 2012, pág. 8].

2.3 Patologias

Podemos entender por patologias como sendo o tipo de falhas que ocorrem nos pavimentos. A TAB. 5 [Nascimento, 2012, pág. 8] apresenta uma lista detalhada das patologias consideradas para pavimentos betuminosos bem como as propriedades de cada nível. Estas são as patologias consideradas para pavimentos betuminosos (tipicamente chamados de “pavimentos alcatroados”). Apesar de existirem outras patologias para outros tipos de pavimentos, uma vez que este projeto incise apenas em pavimentos betuminosos, apenas serão consideradas estas patologias. Para mais informação sobre estas patologias, poderá ser consultado o ANEXO G.

Degradação	Gravidade	Descrição	Área afetada / valor adotado
Fendilhamento	1	Fenda isolada	$0,5m \times$ comprimento afetado
	2	$2mm <$ Abertura da fenda ramificada $\leq 4mm$	$2,0m \times$ comprimento
	3	Fenda ramificada com abertura $> 4mm$	Largura da via \times comprimento afetado
Pele de Crocodilo	1	Fendas com abertura $< 2mm$ e malha $\geq 20cm$	Largura da via \times comprimento afetado
	2	Fendas com abertura $< 2mm$ e malha $< 20cm$, ou fendas com abertura entre 2 a 4mm, ou fendas com abertura $\geq 4mm$ e malha $\geq 40cm$	Largura da via \times comprimento afetado
	3	Fendas com abertura $> 4mm$ e malha $< 40cm$	Largura da via \times comprimento afetado
Peladas	1	Peladas com largura $\leq 50cm$	$0,5m \times$ comprimento afetado
	2	$50cm <$ Largura das peladas $\leq 200cm$	$2,0m \times$ comprimento afetado
	3	Peladas com largura $> 200cm$	Largura da via \times comprimento afetado
Covas	1	Profundidade máxima da cavidade $< 2cm$	$0,5m \times$ comprimento afetado
	2	$2cm <$ Profundidade máxima da cavidade $< 4cm$	$2,0m \times$ comprimento afetado
	3	Profundidade máxima da cavidade $> 4cm$	Largura da via \times comprimento afetado
Reparações	1	Reparações em $\frac{1}{4}$ da largura da via	$\frac{1}{4} \times$ Largura da via \times comprimento afetado
	2	Reparações em $\frac{1}{2}$ da largura da via	$\frac{1}{2} \times$ Largura da via \times comprimento afetado
	3	Reparações em toda a largura da via	Largura da via \times comprimento afetado
Rodeiras	1	Profundidade máxima da rodeira $< 10mm$	$Rt = 10mm$
	2	$20mm <$ Profundidade máxima da rodeira $< 30mm$	$Rt = 30mm$
	3	Profundidade máxima da rodeira $> 30mm$	$Rt = 50mm$
Irregularidades Longitudinais	1	Utilizador não sente vibrações quando se desloca num veículo ligeiro.	$IRIt = 2.000$ mm/km
	2	Pequenas vibrações sentidas ocasionalmente pelo utilizador quando se desloca num veículo ligeiro.	$IRIt = 3.500$ mm/km
	3	Pequenas vibrações em quase toda a extensão e/ou grandes vibrações sentidas ocasionalmente pelo utilizador quando se desloca num veículo ligeiro.	$IRIt = 5.500$ mm/km

Tabela 5: Patologias e níveis de gravidade

2.4 Sistemas de avaliação de estratégias

Os sistemas de avaliação de estratégias usam modelos de previsão de comportamento dos pavimentos com técnicas de modelação. Estes modelos estão divididos em duas categorias: determinísticos e probabilísticos. A primeira abordagem recorre a equações que permitem calcular o valor do PSI de determinado trecho em função do tráfego e/ou tempo. Já na abordagem com modelo probabilístico são usadas probabilidades de mudança de estado dos trechos.

Em Portugal, segundo Ferreira e Picado-Santos (2008) e Ferreira et al. (2011) [Nascimento, 2012, pág. 10], a empresa Estradas de Portugal S.A. pediu uma análise de alguns modelos determinísticos a fim de escolher o melhor para incorporar no seu SGP. Os modelos que apresentaram melhores resultados foram:

- HDM-4 (Highway Development and Management System);
- Modelo utilizado pela Administração Rodoviária Sueca;
- Modelo utilizado no SGP do Estado do Nevada (USA);
- AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials);
- WLLPPM (Nova Zelândia);
- Modelo usado pela Administração Espanhola.

A escolha recaiu no modelo AASHTO uma vez que apresenta as seguintes características:

- Modelo baseado no índice de qualidade PSI;
- Índice já utilizado para a avaliação da qualidade dos pavimentos com base no levantamento das degradações;
- Modelo que é utilizado para dimensionamento de pavimentos.

No entanto, neste projeto a escolha incidiu no modelo de Nevada que é uma versão modificada do modelo AASHTO. Estas alterações foram feitas com o objetivo de se adaptarem melhor a uma rede urbana, reduzindo a contribuição das irregularidades longitudinais e das rodeiras, aumentando a contribuição das degradações superficiais.

3 Estado da Arte

Neste capítulo vão ser analisados os vários métodos/equipamentos que permitem fazer o levantamento do estado dos pavimentos. No subcapítulo 3.1, começa-se por fazer uma apresentação dos vários equipamentos analisados. Depois disso, no subcapítulo 3.2 é feita uma comparação mais pormenorizada dos principais concorrentes da solução proposta. Para finalizar, o subcapítulo 3.3 apresenta como forma de resumo uma tabela com as principais características dos vários equipamentos.

Antes de começar é importante perceber alguns conceitos gerais sobre estes métodos. Primeiro é importante referir que existem dois tipos de inspeções:

- Manuais;
- Mecânicas.

Nas primeiras, o levantamento do estado é feito de forma visual pelo técnico responsável pela inspeção. Desta forma ele terá de identificar manualmente as várias patologias existentes e fazer as medições necessárias para determinar o seu nível e a extensão do pavimento em que ocorre. Este método é portanto pouco eficaz e bastante demorado o que pode ser bastante crítico quando se trata de uma rede rodoviária com uma extensão de vários quilómetros. No segundo método, as inspeções mecânicas, são usados equipamentos com sensores que à medida que vão percorrendo as estradas fazem uma análise do pavimento e o levantamento automático do seu estado. Este método tem a vantagem de fazer um levantamento mais rápido do estado de um pavimento. No entanto, esta recolha automática de dados pode levar a que ocorram alguns erros e o preço deste tipo de equipamentos especializados é tão elevado que a sua aquisição se pode tornar impossível para algumas entidades gestoras de pavimentos.

Para além destes dois tipos de avaliações existem também diferentes avaliações no que diz respeito aos parâmetros analisados. Neste caso, temos as avaliações visuais e estruturais. No primeiro caso os dados levantados são as patologias existentes nos pavimentos: existência de fendilhamento, pele de crocodilo, covas, etc. Outro tipo de avaliações são as estruturais. Neste caso, os dados levantados dizem respeito à estrutura do pavimento e são relacionados com o coeficiente de atrito e ruído dos pavimentos.

Embora o âmbito deste projeto seja apenas as inspeções visuais, é também importante fazer uma análise de equipamentos que façam também outros tipos de inspeções. Foi então feito um estudo comparativo das várias tecnologias tanto para manuais como automáticas, assim como inspeções visuais e estruturais.

3.1 Análise de soluções no mercado

3.1.1 Levantamento manual dos dados

Este é o método mais simples e mais usado para fazer o levantamento de estados de pavimentos. Tal como representado na FIG. 7 [Ferreira, 2013b, slide 2], este sistema resume-se a um papel onde o técnico aponta as várias patologias que estão presentes no pavimento em análise. O formulário está dividido em duas partes: no topo, existe um cabeçalho onde são introduzidas as informações que identificam cada trecho e algumas das suas características bem como o técnico responsável pela inspeção; depois uma tabela onde o técnico assinala, para cada patologia, a extensão do pavimento onde a patologia está presente bem como o nível que a caracteriza. Como ilustrado na FIG. 7, se em determinado trecho existir um fendilhamento de nível 3 desde os 11 metros até aos 36 metros será desenhado um traço na linha dos fendilhamentos desde o número 11 ao 36 (esta marcação é feita sem grande rigor). Para representar o nível da patologia escreve-se o número correspondente juntamente ao traço.

Como auxiliar deste método é costume usar-se uma ferramenta de medição de 30 metros, uma fita-métrica de 1 a 5 metros, uma régua de 20 centímetros, uma roda de medição e uma câmara digital. Desta forma o técnico consegue fazer todas as medições necessárias.

Nome do observador:		Trecho n.º:		Data da observação: .../.../...	
---------------------	--	-------------	--	---------------------------------	--

Estrada:		Data de construção: .../.../...		Estrutura do pavimento:		Material		Espessura (m)	
Classe da estrada:		Data da última reabilitação: .../.../...				Desgaste			
Classe de tráfego:		TMDA:				Regularização			
		TMDAp:				Base			
Comprimento médio do trecho:						Sub-base			
Largura média do trecho:				Leito do pav.		CBR= %			

Distância (m)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Fendilhamento											
			3				2			1	
Pele de crocodilo											
Covas											
Peladas											
Def. localizadas											
Rodeiras											
Reparações											
Irregularidade											
Aderência											

Figura 7: Identificação de patologias no levantamento manual

Podemos facilmente perceber que este método não é muito rigoroso. São necessárias

várias ferramentas para medir distâncias e, se o trecho tiver patologias depois dos primeiros 30 metros, o uso repetitivo de ferramentas de contagem pode causar erros de medição. Para além destes erros a representação das distâncias em papel não é de todo rigorosa visto que são desenhados traços numa tabela com uma escala muito reduzida e intervalos muito grandes. Esta representação não só é pouco rigorosa e demorada como também se pode tornar rapidamente confusa e desorganizada. Isto deve-se às limitações do uso de uma tabela em papel, ou seja, para trechos maiores de 100 metros a representação mostrada na FIG. 7 por si só não é suficiente. Neste caso existem duas opções: ou se altera a escala da representação para poder representar todo o comprimento o trecho, ou são usadas várias folhas de papel para fazer esta representação. A primeira alternativa tem como desvantagem o facto de tornar este sistema ainda menos rigoroso e mais difícil de interpretar. No segundo caso, o uso de várias páginas pode potencialmente tornar o método mais desorganizado e de um ponto de vista ambiental menos amigo do ambiente. A alternativa escolhida é a segunda uma vez que é a que traz melhores resultados.

3.1.2 VIZIROAD

Este equipamento, à semelhança do formulário, também funciona com base na observação visual e recorre a um programa informático para controlo. É constituído por dois teclados que se ligam simultaneamente a um computador portátil e ao veículo onde se pretende utilizar assim como representado na FIG. 8 [Ferreira, 2013b, slide 5 e 7]. São registadas as patologias à medida que é percorrido o trecho. Sempre que é pretendido assinalar uma patologia é pressionado o botão correspondente à patologia e ao seu nível. Quando o veículo chega ao final desta ocorrência é pressionado o botão de “fim” e o registo fica guardado no computador. Uma vez terminado o levantamento, os dados são guardados numa base de dados Access.

A medição de distâncias é feita através da ligação ao veículo que pelo velocímetro consegue saber quantos metros foram percorridos desde o inicio do trecho. A utilização deste equipamento requer que o veículo circule a baixa velocidade e que o técnico tenha experiencia para reconhecer as patologias e os seus níveis à medida que é feito o percurso.

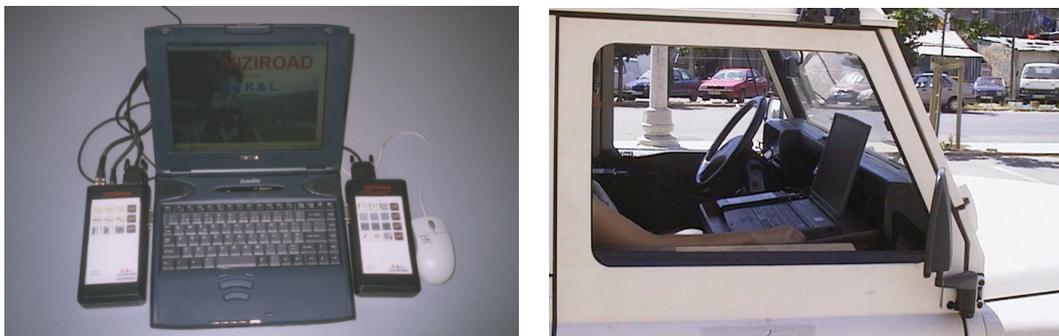


Figura 8: VIZIROAD

O teclado usado por este sistema é configurável. Isto significa que é possível adicionar outro tipo de falhas ou objetos para serem analisados (sinalização vertical, passadeiras, etc.). Para tal, no programa informático de suporte ao VIZIROAD é possível selecionar as funções que cada tecla do teclado vai desempenhar. Os novos elementos adicionados são aqui atribuídos a uma tecla. No final desta configuração são impressas duas figuras, como na FIG. 9 [Ferreira, 2013b, slide 6] que são colocadas sobre o teclado. Estes teclados podem ser importados/exportados para mais fácil acesso e utilização.

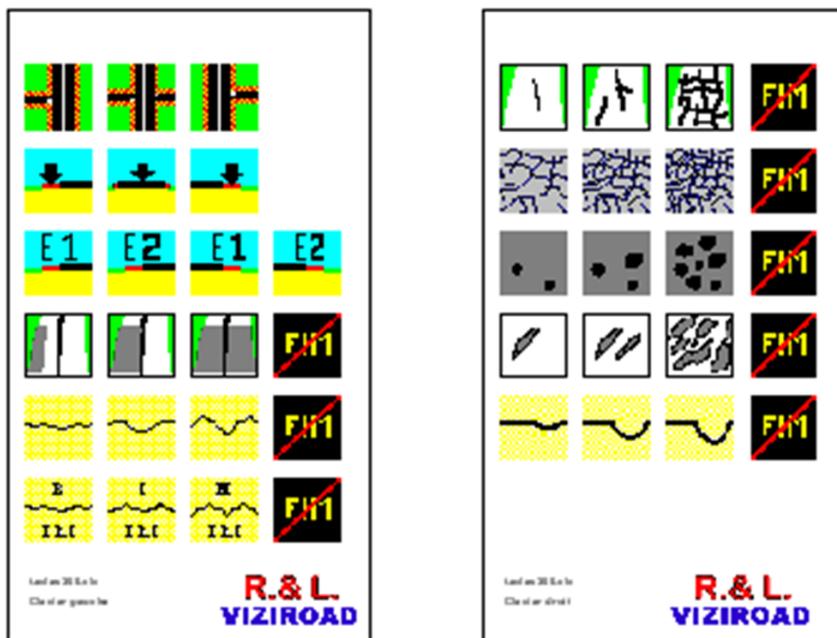


Figura 9: Teclado do VIZIROAD

Este sistema tem a vantagem de ser adaptável aos vários ambientes e necessidades dada à versatilidade do teclado. Mas, em contrapartida é um equipamento bastante dispendioso uma vez que para além das despesas de aquisição do VIZIROAD é necessário ter um computador portátil que permita fazer a recolha de dados, um veículo para fazer essas viagens de recolha de dados e ainda acrescem os custos de instalação para poder fazer a ligação do VIZIROAD ao velocímetro do carro necessária para a sua utilização. Sendo um sistema de levantamento de dados visual e manual a identificação de patologias fica a cargo do utilizador do VIZIROAD o reconhecimento das patologias e dos seus níveis. Para além de isto tornar o processo mais lento é natural que os resultados sejam subjetivos e heterogéneos.

Uma vez que este equipamento não é georreferenciado, a solução passa por ter outro utilizador equipado com um equipamento GPS para identificar as coordenadas das ocorrências de patologias. Este processo não é eficiente, uma vez que os dados tem de ser cruzados posteriormente e de forma manual [Horta et al., 2013].

3.1.3 Perfilómetro Laser

Este foi um sistema adotado pela Estradas de Portugal, SA. em Novembro de 2010 [Luz, 2011, pág. 34]. O Perfilómetro Laser consiste numa viga de alumínio que é instalada no para-choques frontal do veículo, FIG. 10 [Morgado, 2013, slide 20]. Dentro desta viga existem um conjunto de lasers (14 no caso do equipamento da EP [Luz, 2011, pág. 34] que, por sua vez, efetuam o levantamento do perfil da superfície do pavimento ao longo de alinhamentos paralelos ao sentido de deslocação do veículo. Toda a informação recolhida é visualizada e guardada no computador que acompanha o equipamento, FIG. 11 [Morgado, 2013, slide 21].



Figura 10: Perfilómetro Laser

Nas configurações da EP este equipamento recolhe informações da irregularidade longitudinal (IRI), profundidade das rodeiras, macrotextura e dados geométricos da estrada. Para além desta recolha de dados o técnico responsável também pode introduzir outra informação necessária tais como necessidades de ultrapassar ou outro tipo de informações que possam vir a ser relevantes numa posterior análise dos dados obtidos. As medições feitas são também relacionadas com um sistema de referência o que facilita a identificação e posicionamento das mesmas na rede.

A grande vantagem deste equipamento é não afetar o trânsito rodoviário uma vez que a recolha de dados feita de forma automática e não é necessário interromper ou abrandar o trânsito. Por outro lado, este sistema não é capaz de fazer o reconhecimento de algumas patologias tais como fendilhamento, peladas, desagregações, etc.. Para fazer uma avaliação completa de um pavimento seria ainda necessário recorrer ao VIZIROAD. Para resolver este problema a EP recorre a dois tipos de inspeções usando os dois equipamentos, fazendo depois o cruzamento dos dados e, tentando assim reduzir o uso do VIZIROAD [Luz, 2011, pág 34,35]. Para além deste problema



Figura 11: Computador do Perfilómetro Laser

o equipamento necessário é extremamente caro uma vez que, segundo fontes do Professor Doutor Adelino Ferreira, só a viga com os lasers que constitui o Perfilómetro laser custa cerca de 200.000€.

3.1.4 Automatic Road Analyser

O Automatic Road Analyser (ARAN) [TransView, 2013, NCAT, 2013, AHTD, 2013], FIG. 12, é um veículo modificado que integra um elevado conjunto de sensores. Entre eles estão presentes refletores laser, sensores ultrassónicos, acelerómetro, GPS, sistemas de vídeo e máquinas de visão. Esta tecnologia permite fazer uma recolha de dados de pavimentos de forma automática e georreferenciada através do uso do GPS.

A rugosidade do pavimento é medida junto das rodas de acordo com o índice internacional de rugosidade (IRI). Para além disso existe um laser no lado esquerdo que funciona a uma frequência relativamente alta e que permite a caracterização do pavimento. Estes dados são usados para definir irregularidades na superfície do pavimento que estão relacionadas com o atrito e drenagem. Estão também montados na traseira do veículo um par de lasers que fornecem dados de perfil transversais que são utilizados para estimar profundidade de falhas sejam encontradas pelo caminho percorrido.

As velocidades de operação do ARAN vão desde os 25km/h até aos limites de velocidade impostos por lei. Desta forma este sistema tem a vantagem de não ter de interromper o fluxo de trânsito para poder operar.

Apesar de não ter sido possível encontrar referências quanto ao preço do ARAN, uma vez que se trata de um veículo modificado e dedicado a este tipo de recolha de dados, é seguro afirmar que se trata de um equipamento de custo elevado.



Figura 12: Automatic Road Aanalyser

3.1.5 Perfilómetro Inercial (APL)

O perfilómetro inercial [Barella, 2008, pág. 47], FIG. 13, é um equipamento rebocável de uma roda que faz uma análise de irregularidades longitudinais (IRI) enquanto circula por determinado pavimento.



Figura 13: Perfilómetro Inercial

O esquema básico está ilustrado na FIG. 14. À medida que o APL circula pela estrada as oscilações nas suas molas são reflexo da rugosidade e são indicativos das falhas dos pavimentos. Em modelos mais recentes este sistema de molas foi substituído por sensores de aceleração. As velocidades de operação são de certa de 22km/h para os modelos com molas e 72km/h para os modelos mais recentes com acelerómetros. Quanto á medição de resultados era feita a cada 25 metros no primeiro caso e 200 metros no segundo.

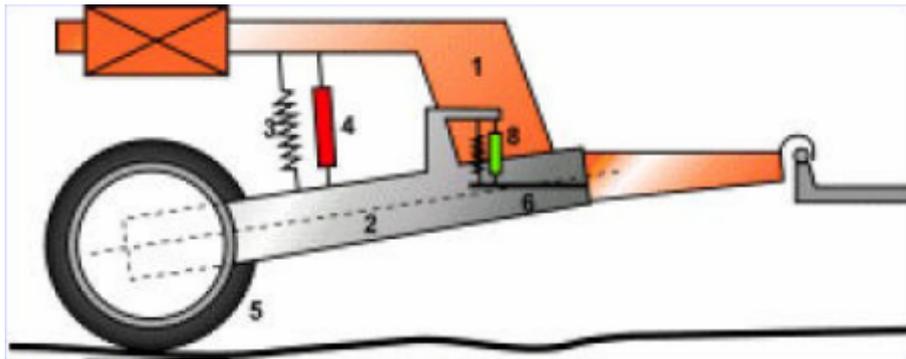


Figura 14: Esquema de funcionamento do Perfilômetro Inercial

3.1.6 Sideways-force Coefficient Routine Investigation Machine

Este equipamento tem como objetivo medir a resistência de um pavimento à derrapagem e é visível na FIG. 15 [Morgado, 2013, slide 22]. O SCRIM funciona através de uma roda de medição que é movida por trás de um sistema de rega que molha a estrada à medida que a percorre. Estas rodas, montadas de cada lado do veículo, estão a um ângulo de 20° com o alinhamento do veículo e são equipadas com um pneu liso. O movimento destas rodas é livre e ocorre à medida que o veículo se desloca [WDM, 2013] FIG. 16 [Morgado, 2013, slide 22]. É então medida a força lateral aplicada na roda. Este valor aumenta com o aumento da fricção entre a estrada e a roda [KG, 2013d].



Figura 15: SCRIM

Para ser possível fazer estas medições, é necessário que se cumpram os seguintes requisitos de temperatura:

Elemento	Temp. mínima (°C)	Temp. máxima (°C)
Superfície do pavimento	5	50
Ar	5	-
Água	8	25

Tabela 6: Requisitos de funcionamento do SCRIM

Para além destas restrições ambientais o SCRIM tem normalmente uma limitação diária de 200 a 300 quilómetros de estrada para avaliação. Para além disso a velocidade máxima de operação é de 50 km/h podendo ser usado até 80km/h se o limite de velocidade o permitir e apenas se o condutor o considerar seguro.

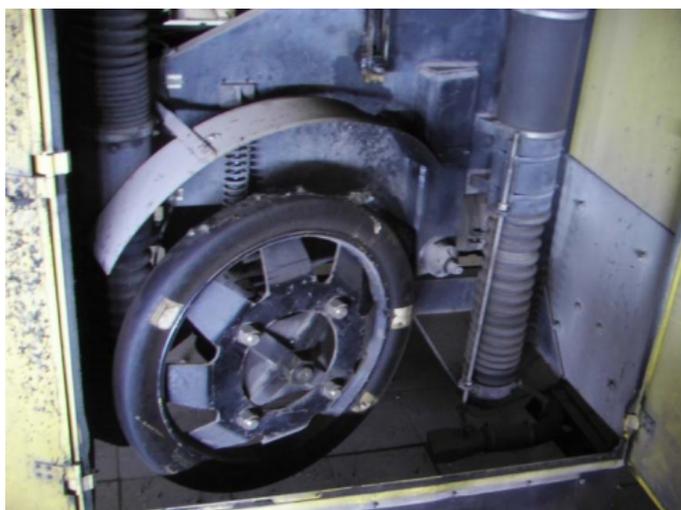


Figura 16: Roda de medição do SCRIM

Os dados obtidos são guardados a cada 5, 10 ou 20 metros. O operador (que acompanha o condutor) controla o levantamento e adiciona marcas de localização aos dados obtidos. Antes e depois de cada avaliação é necessária fazer uma calibração aos mecanismos de medição.

3.1.7 Close proximity

O Close Proximity (CPX) [KG, 2013c], FIG. 17, é um sistema que avalia os níveis de ruído emitidos quando um veículo circula num pavimento. Isto é importante por uma questão de conforto não só para os passageiros dos veículos mas também para os residentes nas zonas vizinhas.



Figura 17: Close proximity

Para fazer estas medições é usado um reboque atrelado ao veículo usado para os testes. Este reboque é constituído por uma cobertura de isolamento de som e no seu interior dois microfones e duas rodas. As duas rodas simulam, cada uma delas, tráfego de veículos ligeiros e tráfego de veículos pesados. Os dois microfones de alta sensibilidade gravam os níveis de som gerados pelas rodas à medida que vão circulando pela estrada. Este mecanismo é visível na FIG. 18 [KG, 2013a].



Figura 18: Interior do Close proximity

3.1.8 Ground penetrating radar

O ground penetrating radar (GPR) [KG, 2013b], FIG. 19 [KG, 2013e], é um sistema que permite fazer uma análise da estrutura de um pavimento. Usando um sistema de duas antenas de diferentes frequências é possível fazer uma leitura do pavimento permitindo a deteção de asfalto e materiais soltos. Sendo esta leitura feita através de radares, em vez de fazer furações, estes testes podem ser feitos a velocidades até 80 km/h não interrompendo assim o fluxo do trânsito.



Figura 19: Ground penetrating radar

3.1.9 Defletómetro de Impacto

O defletómetro de impacto (FWD) [LNEC, 2013], FIG. 20 [Ferreira, 2013b, slide 11], é um equipamento que permite fazer uma análise da capacidade de carga de pavimentos através de ensaios de carga não destrutivos. Este equipamento consiste num reboque que é atrelado a um veículo. Sempre que for preciso fazer uma medição é necessário ter o veículo imobilizado. Para começar o teste é necessário fazer a medição da temperatura do pavimento uma vez que se as temperaturas não foram as esperadas não será possível fazer o teste. O teste consiste na queda de uma carga que vai simular a passagem de um veículo por esse pavimento e na medição das deflexões daí resultantes no pavimento. Uma série de sensores é responsável por fazer estas medições.



Figura 20: Defletómetro de Impacto

3.1.10 Grip-Tester

O Grip-Tester [Ferreira, 2013b, slide 10], FIG. 21 [Surplus, 2013], é um equipamento que à semelhança do SCRIM, capítulo 3.1.6, faz a medição do coeficiente de atrito entre um pavimento e uma roda. Neste caso, a medição não é feita para a aderência lateral mas sim para a aderência no sentido do movimento do veículo (longitudinal). Este equipamento funciona de forma muito simples. É constituído por um reboque se te atrela ao veículo usado para os testes. O reboque é constituído por duas rodas que sustentam o reboque e uma terceira que está parcialmente bloqueada, FIG. 21. À medida que o veículo circula faz com que o Grip-Tester se mova pelo pavimento. Através da roda parcialmente bloqueada, é feito o registo do atrito entre o pavimento e a roda. Os valores guardados são os do atrito médio, geralmente para troços de 10m.



Figura 21: Grip-Tester

3.1.11 Pêndulo britânico ou Pendulum Tester

O Pendulo britânico [Summers, 2013, Floor-Slip, 2013] é um equipamento muito simples com a função da medição da força de atrito gerada por um determinado pavimento. Este equipamento funciona com base na lei da conservação da energia mecânica que diz que se for largado um pêndulo de altura y , num sistema sem atrito, ele vai descer e subir novamente até y . Numa situação real, onde o pêndulo passa numa determinada superfície, vai existir uma força de atrito que faz com que o pêndulo não vá alcançar a sua posição inicial. Este é o conceito por detrás do funcionamento deste equipamento. Tal como ilustrado na FIG. 22 o pendulo é puxado até estar na posição A e largado dessa altura. O pendulo vai descer e, na posição B, a borracha que está presente na base do pêndulo (marcada a vermelho) vai entrar em contato com o pavimento e o atrito gerado vai fazer abrandar o pendulo. Este abrandamento vai fazer com que o pêndulo suba até uma altura máxima inferior à inicial (posição C). Desta diferença de altura é possível calcular o valor do atrito do pavimento com a borracha na posição B. Estes valores estão representados numa escala impressa no equipamento que varia de 0 a 150 onde 0 representa um pavimento sem atrito e 150 um atrito máximo previsto para um pavimento. Para facilitar a leitura do valor um ponteiro acompanha o pendulo e aquando da subida do pendulo fica parado na posição máxima que o pendulo atingir.

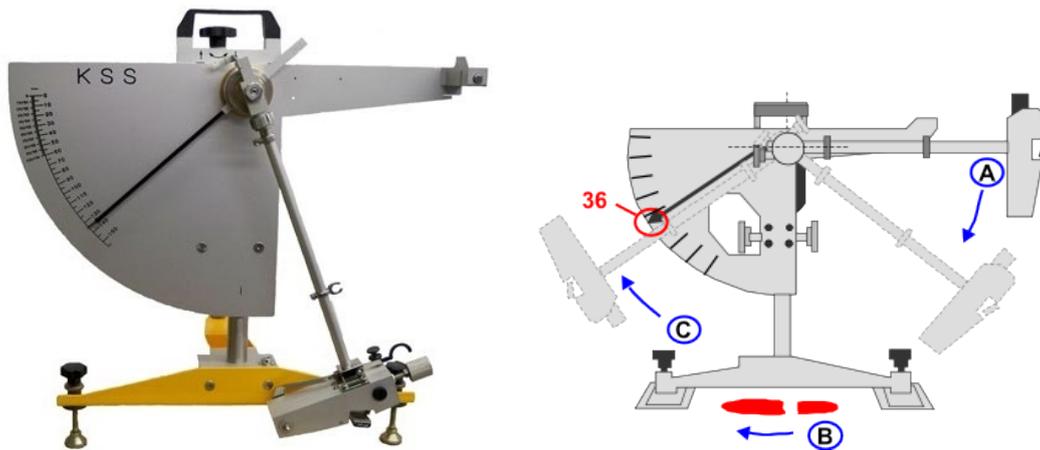


Figura 22: Pêndulo britânico

Para operar este equipamento é necessário fazer uma prévia calibração. Esta calibração consiste em fazer cair o pêndulo da sua posição horizontal, sem o uso da borracha, até que o ponteiro atinga o valor 0. Para que isto aconteça é necessário apertar ou desapertar um “parafuso” onde o braço do pêndulo está preso. Este processo fica concluído quando o ponteiro indicar o valor 0 para três testes efetuados.

Este aparelho tem a vantagem de ser simples e rápido de operar. Por outro lado apenas faz medições pontuais sendo que não é viável para trechos de estrada muito grandes.

3.1.12 Viga Benkelman

A Viga Benkelman [Gilson, 2013], FIG. 23, é um equipamento usado para medir as deflexões de pavimentos sob condições de carga, versátil e simples de operar. É composta por uma parte fixa que fica apoiada no pavimento através de três pés reguláveis e uma viga móvel está ligada por meio de uma articulação, tal como descrito na FIG. 24.



Figura 23: Viga Benkelman

Uma das pontas desta viga móvel entra em contacto com o pavimento e a outra fica em contato com o extensómetro. Para fazer a prova a viga móvel é colocada entre as duas rodas traseiras de um camião na direção do seu eixo traseiro. Após o cenário estar corretamente montado, é ligado o vibrador e feita uma leitura inicial. O vibrador tem como função eliminar a inercia das partes móveis e evitar eventuais inibições do ponteiro do extensómetro. Depois disso, desloca-se o camião até que o seu peso não exerça influência sobre a zona do pavimento onde está situada a viga e é feita a leitura final. Usando alguns cálculos trigonométricos é possível calcular o deslocamento entre a posição inicial e final da ponta de prova para assim saber o seu nível de deflexão.

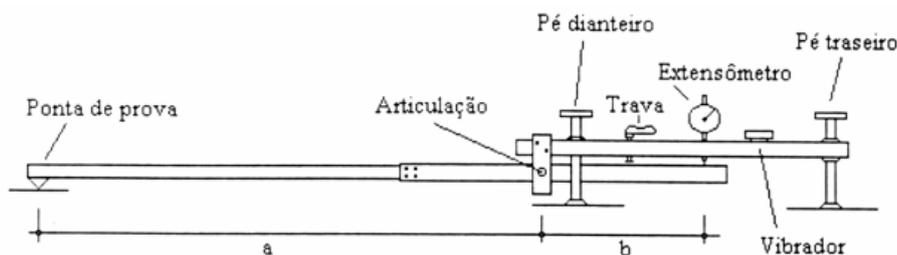


Figura 24: Estrutura da Viga Benkelman

3.2 Observações finais

Os concorrentes diretos à solução proposta são o levantamento manual e o VIZIROAD. Estes equipamentos são bastante semelhantes em alguns pontos:

- São identificáveis todas as patologias que representam este tipo de pavimentos;
- A identificação das patologias é feita pelo técnico responsável.

Apesar destas semelhanças são várias as diferenças que distinguem estes equipamentos.

Quando comparados em relação ao preço não há dúvidas que o levantamento manual será o mais económico do grupo pois apenas estamos a falar de algumas folhas de papel, uma caneta e algumas ferramentas de medição. Quanto ao VIZIROAD, não foi possível encontrar o seu custo uma vez que apenas está disponível sob orçamento. No entanto, segundo o Prof. Dr. Adelino Ferreira este equipamento tem um custo de alguns milhares de Euros, preço que não inclui nem a instalação, nem o veículo no qual ficará instalado ou o computador portátil necessário para a utilização deste equipamento. Visto que não se teve acesso ao preço do VIZIROAD, e o preço do SIGPav.Mobile ainda não foi definido pela escadote, apenas se pode fazer uma estimativa dos seus custos. O SIGPav.Mobile assenta num equipamento tablet. Tal como representado no ANEXO C, um equipamento que cumpra os requisitos definidos para esta aplicação, tem um custo igual ou superior a 309.99€. A este valor seria preciso juntar o custo da aplicação que ainda não está definido. Já no caso do VIZIROAD,

se considerarmos o exemplo de uma carrinha Renault Trafic[Renault, 2014] o preço base seria 25.310,00€. A este preço é ainda necessário adicionar o custo de um computador portátil para executar o software correspondente. Tomando como exemplo o Toshiba Satellite C50-A-1JM[Fnac, 2014] o seu custo é de 399€. É possível afirmar que o SIGPav.Mobile será mais económico do que o VIZIROAD.

Um aspeto importante a considerar quando comparamos estes equipamentos é a sua precisão a fazer as medições. Quando é feito um levantamento manual, também as medições são feitas de forma manual. Isto pode ser feito através de fita-métrica ou através de uma roda de medição. Uma vez que são ambos equipamentos bastante preciso os maiores desvios acontecem devido a algum tipo de erro humano. É seguro dizer que os erros de medição são apenas de alguns centímetros. Em relação ao VIZIROAD, uma vez que não foi possível testar o equipamento apenas será possível fazer uma comparação mais teórica sobre ele. Uma vez que o equipamento está ligado ao velocímetro do veículo, assumindo que a obtenção de distancia é feita no exato momento em que é pressionada a tecla do teclado, os erros associados podem ter duas fontes:

- Erros do velocímetro do veículo;
- Tempo de reação o técnico desde que vê uma falha, até encontrar e pressionar a tecla pretendida.

Desta forma, se considerarmos que o veiculo se desloca a uma velocidade de 50km/h e que o tempo que o técnico demora desde que passa por determinada patologia até pressionar a tecla correspondente é de 1s, temos que a distância percorrida é de:

$$50km/h = 50 \times \frac{1000}{3600} \approx 13,89m/s$$

Para 1s ficamos com:

$$d = v \times t = 13,89 \times 1 = 13,89m$$

Neste caso, vemos que o erro seria de quase 14 metros. Uma vez que o método de funcionamento deste equipamento é semelhante ao SIGPav.Mobile também este está sujeito a este tipo de erros. No entanto, caso se pretenda fazer um levantamento mais preciso, este pode ser facilmente em “modo pedonal” sem perturbar o trânsito o que não seria possível com o VIZIROAD.

Para além de erros relacionados com tempos de reação o SIGPav.Mobile está também sujeito a erros de precisão de GPS. Tal como testado por Jeff Shaner estes erros podem ir até aos 3 metros. “Em céu aberto, o mapeamento com vários dispositivos gerou 90% de resultados dentro de 3m da nossa linha”[Shaner, 2014]. Apesar de isto ser uma desvantagem existem algumas maneiras de minimizar o problema. A primeira é o recurso aos mapas que fazem uma aproximação dos pontos obtidos às coordenadas reais dos mapas melhorando assim os cálculos realizados. Outra

forma de minimizar este problema é a possibilidade de editar o comprimento das ocorrências manualmente.

Uma vez analisados os preços e precisão destes três equipamentos falta analisar a característica de destaque do SIGPav.Mobile, a integração com um Sistema de Gestão de Pavimentos (SGP). Ao contrário de qualquer outro equipamento analisado, o SIGPav.Mobile permite uma integração direta com um SGP, neste caso, o SIGPav da escadote. Usando este equipamento, depois de fazer os levantamentos, basta aceder ao menu de exportação e exportar os dados recolhidos. Uma vez na aplicação SIGPav, os dados serão importados e todos os cálculos podem ser feitos de forma a ser apresentado o plano de intervenções. Já nos restantes equipamentos os dados são introduzidos manualmente no programa de SGP adotado pela entidade que gere a rede rodoviária em questão. Esta importação manual, para além de não ser prática também pode causar alguns erros. No caso do VIZIROAD, os dados já se encontram em formato digital e a importação apenas passa por copiar os valores de uma aplicação para outra. Já no caso do levantamento manual, os dados estão em papel. Nesta situação, para além da transferência de dados ser extremamente demorada também o risco de ocorrência de erros é muito superior.

Uma vez que os outros equipamentos não são competidores diretos com o SIGPav.Mobile não se considerou relevante fazer uma comparação mais detalhada.

3.3 Tabela comparativa

De forma a ter uma visualização mais simples desta comparação a TAB. 7 apresenta um resumo das principais características dos vários equipamentos analisados.

Infelizmente, não foi possível obter os preços dos equipamentos visto que só se encontram disponíveis sob orçamento. Uma vez que também não foi possível testar no terreno qualquer um dos outros equipamentos, à exceção do formulário em papel foi impossível calcular as suas precisões.

Na coluna “Inclui SGP” pretende-se indicar se o equipamento em questão foi criado com intuito de funcionar com algum SGP. Em todos os modelos analisados as suas funcionalidades apenas permitiam fazer levantamento de dados sendo que a sua inserção num SGP, não proprietário, seria manual.

Equipamento	Tipo de inspeção	Dados analisados	Patologias reconhecidas ou outros dados	Método de deslocação	Inclui SGP	Preço
SIGPav.Mobile	Manual	Visuais	Todas, possibilidade de adicionar novas	Pedonal ou automóvel	Sim	Tablet: 309.99€ SW: N/D
Levantamento manual	Manual	Visuais	Todas	Pedonal	Não	<10€
VIZIROAD	Mecânica	Visuais	Todas	Veículo automóvel	Não	Carrinha: 25.310€ PC: 399€ VIZIROAD: N/D Instalação: N/D
Perfilometro Laser	Mecânica	Visuais	Irregularidade longitudinal; Profundidade das rodéiras; Macrotextura; Dados geométricos.	Veículo automóvel	Não	Carrinha: 25.310€ Viga: 200.000€ Instalação: N/D
SCRIM	Mecânica	Estruturais	Atrito	Veículo automóvel	Não	N/D
CPX	Mecânica	Estruturais	Ruído	Veículo automóvel	Não	N/D
GPR	Mecânica	Estruturais	Dados estruturais	Veículo automóvel	Não	N/D
Grip-Tester	Mecânica	Estruturais	Atrito	Veículo automóvel	Não	N/D
Pêndulo britânico	Manual	Estruturais	Atrito	Pedonal	Não	N/D
Viga Benkelman	Manual	Estruturais	Deflexões	Pedonal	Não	N/D
ARAN	Mecânica	Visuais e Estruturais	Irregularidade longitudinal; Atrito; Drenagem; Outras falhas.	Veículo automóvel	Não	N/D
APL	Mecânica	Visuais	Irregularidade longitudinal	Veículo automóvel	Não	N/D

Tabela 7: Tabela comparativa de equipamentos

4 Especificação de alto nível

4.1 Arquitetura

É importante especificar o modelo de funcionamento de uma aplicação em desenvolvimento. Para tal, foi desenhado um esquema que mostra a arquitetura geral do sistema SIGPav. Como representado na FIG. 25, a arquitetura está dividida em dois grandes módulos, a aplicação SIGPav e o SIGPav Mobile sendo apenas este segundo módulo onde incide o estágio.

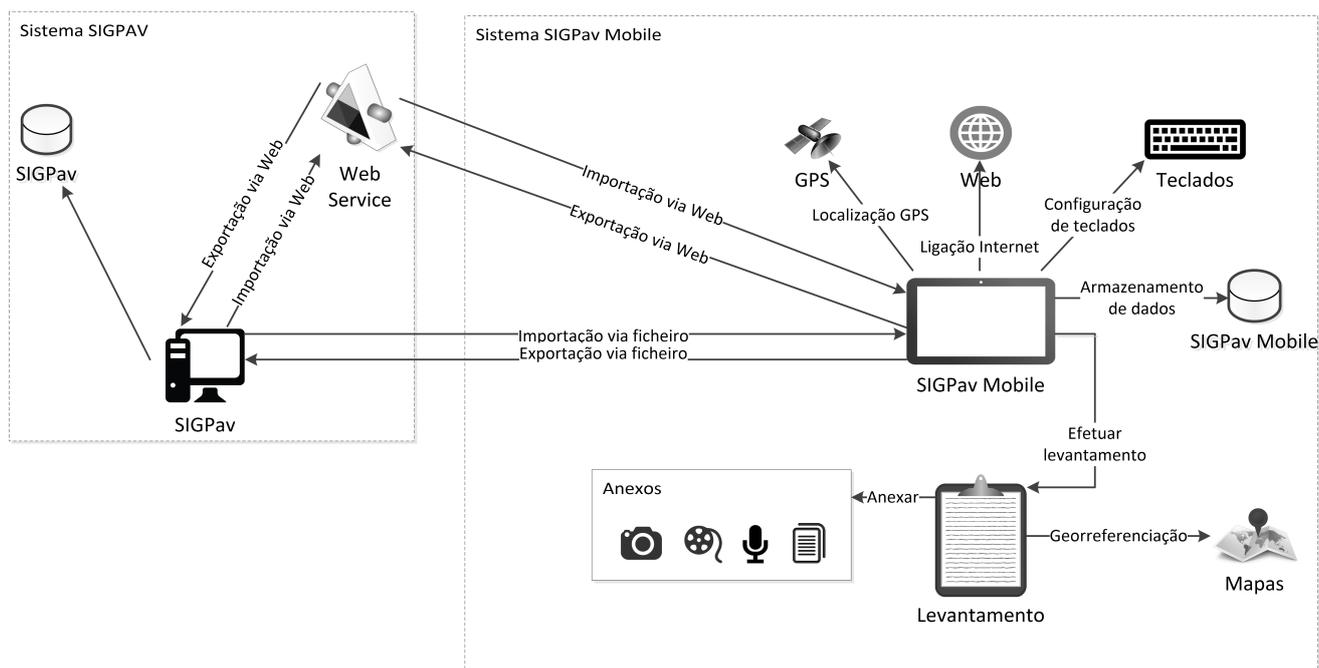


Figura 25: Arquitetura geral do SIGPav Mobile

Este estágio incidiu na criação da aplicação mobile, ou seja, o módulo “Sistema SIGPav Mobile”. Já a criação do Web Service e do módulo “Sistema SIGPAV” ficou a cargo da equipa de desenvolvimento da *escadote*.

Estes dois grandes módulos têm funções bastantes distintas. No módulo SIGPav Mobile, são recolhidos dados sobre os pavimentos rodoviários e no módulo SIGPav são efetuados todos os cálculos necessários para apresentar o plano de intervenções.

São de seguida apresentados os vários componente desta arquitetura.

GPS

Este módulo é usado para permitir à aplicação saber as suas coordenadas reais. Estas posições são utilizadas para ordenar as secções por distância e fazer identificação de:

- Posições de patologias/elementos pontuais;
- Identificar posições de início e fim de patologias/elementos contínuos;
- Posição de criação de todos os tipos de anexo.

Teclados

Os teclados virtuais utilizados por esta aplicação têm como objetivo possibilitar ao utilizador uma identificação simples e rápida das patologias que vão sendo encontradas à medida que este percorre as secções. Permitem ao utilizador “dizer” à aplicação, que patologia identificou na secção

Web

Através da ligação à internet, é possível à aplicação fazer importação e exportação de dados. Em alternativa a troca de informação pode ser manual através dos ficheiros de importação e exportação. Para além desta funcionalidade, permite à aplicação fazer representação em mapas e cálculo de distâncias segundo as trajetórias das secções.

Anexos

Para a criação de anexos, a aplicação usa como recurso de hardware:

- Câmara: para obtenção de imagens e vídeo;
- Microfone: para obtenção de vídeo e cometário verbais.

Base de dados

O recurso à base de dados tem como objetivo o armazenamento de todas as informações da aplicação. Estes dados podem ser:

- Secções;
- Levantamentos;
- Utilizadores;
- Teclados;
- Elementos/Patologias.

4.2 User Stories

Nesta secção são descritas as várias “User Stories” foram especificadas para este projeto. As user stories são um método utilizado para organizar os requisitos de uma aplicação de software. Estas descrevem de forma muito sucinta uma ou várias funcionalidades do software e são descritas em texto corrido e escrito do ponto de vista do utilizador[Cohn, 2013]. De forma geral, seguem o seguinte modelo “Como um [ator] eu quero/preciso de/devo/gostaria de [ação] para [funcionalidade].” [ScrumHalf, 2013b]. Podemos considerar como exemplo o caso de uma livraria onde uma User Story poderia ser: Como vendedor eu gostaria de verificar se um livro está disponível em stock para efetuar uma venda.

Para as User Stories serem validadas é necessário definir também alguns critérios de aceitação. Estes critérios são uma lista de itens que expressam como é que a funcionalidade implementada deve funcionar[ScrumHalf, 2013a]. Para o caso da User Story acima descrita alguns critérios de aceitação poderiam ser:

- O vendedor não pode fazer uma pesquisa sem indicar o nome do livro.
- Ao encontrar o livro, o sistema deve apresentar todos os dados correspondentes ao livro: nome completo, autores, editora, ano e a quantidade em stock.
- Se não for possível encontrar o livro, o sistema deve informar que o livro não foi encontrado.

São apresentados de seguida algumas das principais User Stories da aplicação SIGPav Mobile. A lista completa encontra-se no ANEXO A.

US005

Descrição	Como utilizador, se uma secção não estiver presente na base de dados, gostaria de poder inserir alguma informação para facilitar a sua introdução na aplicação SIGPav.
Crítérios de aceitação	<ul style="list-style-type: none"> • Caso não seja possível encontrar a secção na lista de secções da base de dados esta deve ficar com uma indicação de que esta precisa de ser inserida na aplicação SIGPav. • O sistema deve permitir adicionar informação que facilite a introdução da secção na base de dados da aplicação SIGPav durante o processo de importação.

Tabela 8: US005

US008

Descrição	Como utilizador, gostaria de poder anexar fotos/vídeo/gravações de som/comentários que ache relevantes durante a análise de uma secção.
CrITÉRIOS de aceitação	<ul style="list-style-type: none"> • O sistema deve permitir anexar fotos/vídeo/gravações de som/comentários a uma análise de estado de uma secção. • As/os fotos/vídeo/gravações de som/comentários anexadas(os) devem também conter informação associada das coordenadas GPS de onde foram criadas(os).

Tabela 9: US008

US014

Descrição	Como utilizador, preciso de configurar o teclado com patologias/elementos para fazer os levantamentos.
CrITÉRIOS de aceitação	<ul style="list-style-type: none"> • O sistema deve permitir adicionar/reordenar/remover patologias/elementos ao teclado. • O sistema deve permitir editar teclados já existentes. • O sistema deve permitir a utilização do teclado configurado. • O sistema deve permitir a seleção do teclado a usar.

Tabela 10: US014

4.3 Use Cases

Os casos de uso (use case), apesar de serem semelhantes às User Stories, não as substituem, sendo assim importante definir os casos de uso para este projeto. Os casos de uso definidos vão estar sempre relacionados com uma User Story sendo importante fazer essa referência.

Um caso de uso é uma descrição de interações entre um sistema e um ou vários atores, sendo que o “ator” pode ser uma pessoa ou outro sistema. A informação apresentada num caso de uso diz respeito aos atores envolvidos, prioridade, pré-condições, pós-condições e descrição do caso de uso. Podemos entender por cada um destes campos como:

- **Atores:** Conjunto de utilizadores envolvidos no caso de uso. Ex: utilizador, administradores, etc.
- **Prioridade:** Indica o quanto o caso de uso tem impacto no funcionamento da aplicação. Estão divididos em três categorias:
 - **Must:** requisitos que têm de ser implementados obrigatoriamente, sem estes requisitos o funcionamento do sistema fica comprometido;
 - **Should:** requisitos que devem ser implementados, contudo, se não forem, o sistema poderá ser utilizado normalmente;
 - **Could:** requisitos desejáveis que se deve tentar implementar, caso não afete a implementação dos requisitos mais importantes.
- **Pré-condições:** Conjunto de requisitos que devem estar satisfeitos para o caso de uso poder ser executado. Ex: o utilizador precisa de ter o login feito, o utilizador ter de ter opção “x” ativada, etc.
- **Pós-condições:** Conjunto de requisitos que devem estar satisfeitos no final de concluído o caso de uso. Ex: o utilizador fica com o login feito, é apresentada uma imagem no ecrã, etc.
- **Descrição do caso de uso:** Passos que devem ser efetuados para a realização do caso de uso. Ex:
 - Introduzir o email;
 - Introduzir a password;
 - Carregar em “login”.

São apresentados de seguida alguns dos principais casos de uso da aplicação SIGPav Mobile. A lista completa encontra-se no ANEXO B.

[UC008] - Adicionar uma nova secção

Atores	Técnico
Prioridade	Must
Pré-condições	<ul style="list-style-type: none"> • [UC002] – Ter login efetuado; • A secção pretendida não existe na base de dados local; • Estar no menu “Adicionar nova secção”.
Pós-condições	<ul style="list-style-type: none"> • Secção adicionada à base de dados; • É possível fazer um levantamento na secção introduzida.

Descrição do caso de uso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Preencher campo “Nome da secção”; 2. Selecionar um elemento da lista para o campo “Classe da secção”; 3. (Opcional) Introduzir largura média da secção; 4. (Opcional) Introduzir comprimento da secção; 5. (Opcional) Introduzir pais; 6. (Opcional) Introduzir Distrito; 7. (Opcional) Introduzir Conselho; 8. (Opcional) Introduzir Município; 9. (Opcional) Introduzir coordenadas de início; 10. (Opcional) Introduzir coordenadas de fim; 11. (Opcional) Introduzir observações; 12. Carregar em guardar; 13. A aplicação faz a leitura dos dados inseridos e cria um novo registo na base de dados.
---------------------------------	--

Tabela 11: [UC008] - Adicionar uma nova secção

[UC010] - Iniciar levantamento de uma patologia do tipo contínua

Atores	Técnico
Prioridade	Must
Pré-condições	<ul style="list-style-type: none"> • Estar no ecrã de levantamentos; • Ter o GPS ligado e já obteve a posição; • O utilizador e o dispositivo devem estar na posição de inicio da patologia.
Pós-condições	<ul style="list-style-type: none"> • A posição inicial da ocorrência da patologia fica registada; • É possível finalizar o levantamento dessa patologia.
Descrição do caso de uso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Selecionar a patologia que se pretende levantar; 2. Selecionar o nível da patologia; 3. Aguardar que o dispositivo obtenha a posição real.

Tabela 12: [UC010] - Iniciar levantamento de uma patologia do tipo contínua

[UC011] - Terminar o levantamento de uma patologia do tipo contínua

Atores	Técnico
Prioridade	Must
Pré-condições	<ul style="list-style-type: none"> • Estar no ecrã de levantamentos, • Ter o GPS ligado e já obteve a posição; • O utilizador e o dispositivo devem estar na posição da patologia; • [UC013] – Ter um levantamento de uma patologia do tipo contínua iniciado.
Pós-condições	<ul style="list-style-type: none"> • A posição final da ocorrência da patologia fica registada; • O registo da patologia fica concluído.
Descrição do caso de uso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Opção A: <ul style="list-style-type: none"> • Selecionar no teclado, a patologia e nível que se pretende terminar; • A aplicação procura uma ocorrência com a mesma patologia que não esteja finalizada; • A aplicação introduz as coordenadas atuais no campo da ocorrência e termina a ocorrência. 2. Opção B: <ul style="list-style-type: none"> • Clique longo no item da lista de ocorrências/elementos que se pretende terminar; • No menu de contexto, selecionar “Terminar aqui”; • A aplicação introduz as coordenadas atuais no campo da ocorrência e termina a ocorrência.

Tabela 13: [UC011] - Terminar o levantamento de uma patologia do tipo contínua

5 Tecnologias

5.1 Sistema operativo e equipamento de testes

Uma das decisões a tomar foi a escolha do sistema operativo e o equipamento onde seria feito o desenvolvimento da aplicação. Antes de iniciar os testes comparativos de sistemas operativos e modelos de tablets foram feitas algumas considerações que eliminaram à partida algumas das opções.

Para a seleção do hardware do equipamento foram tidas em conta algumas considerações iniciais. Este tipo de requisitos podem ser funcionais e não funcionais uma vez que alguns deles impedem mesmo que a aplicação funcione e outros apenas prejudicam a experiência de utilização do utilizador.

A nível do tamanho do ecrã foi discutido pelos vários elementos da escadote que o equipamento a escolher vai ter um ecrã de dimensões mínimas 10". Embora isto não seja um requisito funcional, uma vez que a quantidade de informação que vai ser apresentada por ecrã vai ter uma dimensão considerável, é importante ter um ecrã de grande dimensão de forma a experiência de utilização seja o mais fácil e agradável possível. Também no que diz respeito ao ecrã foi feita uma tentativa de escolher um equipamento com boa usabilidade no exterior uma vez que a aplicação SIGPav Mobile foi pensada no uso fora de casa.

Para que o sistema de georreferenciação seja funcional é imprescindível que o tablet venha equipado com um sistema de GPS. Desta necessidade foram descartados todos os tablets que não incluam este sistema. Quanto à seleção de equipamentos com este sistema foi feita uma tentativa de escolher um equipamento com uma boa performance o que é um pouco difícil de fazer apenas lendo as especificações do equipamento mas foi feita uma tentativa de procurar análises que descrevam esta performance.

Embora todos os tablets venham equipados com antenas WIFI nem todos tem conectividade com internet móvel. Embora não seja obrigatória uma ligação à internet durante um levantamento a aplicação contém a funcionalidade de fazer a visualização de mapas. Este requisito implica uma conexão à internet fora de casa o que provavelmente levará à necessidade de usar este tipo de ligação à internet. Assim sendo foi também necessário escolher uma versão que suporte internet móvel.

5.1.1 Sistema Operativo

A plataforma de desenvolvimento foi um fator muito importante a considerar. Existem três grandes sistemas operativos no que diz respeito a equipamentos tablet. Estes sistemas operativos são o Windows da Microsoft Corporation, o Android da Google Inc. e o iOS da Apple Inc. Para decidir qual o sistema operativo onde se iria fazer a implementação foi realizada uma pequena reunião com a equipa da *escadote*. Foi então possível tomar algumas decisões.

Uma vez que estaria previsto que a aplicação a desenvolver fosse correr apenas num equipamento, foi descartada de início a possibilidade de fazer o desenvolvimento numa ferramenta multiplataforma. Este tipo de ferramentas apenas é aconselhado quando se pretende desenvolver algo que esteja previsto correr em vários sistemas operativos, situação essa que não está prevista para este projeto. Apesar de serem uma boa alternativa para ambientes multiplataforma, não são perfeitas tendo assim alguns problemas. A performance de uma aplicação desenvolvida usando este tipo de ferramentas nunca é a mesma comparada com uma aplicação nativa. O “look and feel” de uma aplicação deste género não é semelhante à de uma aplicação nativa. Isto é importante visto que pode fazer a diferença para o utilizador. Uma aplicação com um aspeto e funcionamento diferente ao que é habitual do sistema operativo, para além de dificultar o seu uso também deixa uma má impressão do mesmo. O utilizador fica com a sensação de que não foi dedicado muito esforço e preocupação para aquela aplicação. O seu uso é mesmo desaconselhado [Lehtimäki, 2013].

O sistema operativo da Apple requeria que o desenvolvimento de aplicações seja feito através de um computador desta marca. Uma vez que a empresa responsável pelo projeto não possui nenhum equipamento deste tipo, para além de ser uma dificuldade seria um custo acrescido. Não só o custo para o desenvolvimento seria maior como também o preço necessário do equipamento necessário para testes seria acrescido (509,00€ para o modelo iPad 2 Wi-Fi + 3G [Apple, 2013]). Para além dos custos acrescidos em fazer o desenvolvimento nesta plataforma o risco de insucesso uma vez que o estagiário não tem experiência com desenvolvimento nesta plataforma nem com Objective-C. Também foi uma opinião unânime de que não faria sentido estar a desenvolver para uma plataforma tão diferente da plataforma onde está desenvolvida a aplicação SIGPav.

Apesar da decisão sobre iOS ter sido unânime, o mesmo já não se pôde dizer em relação aos sistemas operativos da Google e Microsoft. Por um lado desenvolver na mesma plataforma onde está implementado o SIGPav poderia ser vantajoso uma vez que ira tornar a experiencia de utilização das duas aplicações mais próxima tendo assim o utilizador mais facilidade em interagir com ambas as aplicações. Por outro lado não seria possível impedir os utilizadores de instalarem a aplicação SIGPav num tablet com Windows 8 ficando assim a rentabilidade do SIGPav Mobile comprometida. Tendo em conta uma questão de preços um tablet com o sistema operativo Windows 8 que cumpra todos os requisitos de hardware é tendencialmente mais caro do que um equipamento Android também com os mesmos componentes de hardware.

Sendo este software para ser comercializado em conjunto SIGPav Mobile + tablet a variedade de modelos disponíveis não se torna um fator relevante. Apesar disto, numa segunda fase, está previsto que este software seja comercializado de forma autónoma e independente da aplicação SIGPav. Nesta fase o software será vendido através de alguma “App store” ou através de contacto direto entre futuros utilizadores e a empresa. Não estando o software vinculado a um hardware específico, o número de dispositivos compatíveis com a aplicação já se torna um fator de extrema importância. Assim sendo, era importante escolher um sistema operativo que

aumentasse o número de potenciais futuros clientes e, segundo o site GSMarena [GSMarena, 2013a], Android seria o caminho certo a tomar.

Uma vez que nesta fase não foi possível tomar uma decisão final, ficou decidido que seriam analisados tanto os equipamentos Android como Windows e Windows RT e em função desses resultados seria tomada a decisão em relação tanto em relação ao sistema operativo como ao modelo.

5.1.2 Equipamento

Para ajudar com a escolha do SO, foram analisados vários dispositivos que cumpram os requisitos quer de software quer de hardware definidos no capítulo 5.1.1. Foi também aqui criada uma tabela comparativa para ajudar à sua escolha do equipamento.

Para esta análise não foram considerados todos as características uma vez que algumas delas não são importantes para este projeto. Os principais aspetos que foram tidos em conta foram:

- Qualidade de ecrã;
- Bateria/autonomia;
- Qualidade da câmara;
- Resistência a impactos (sempre que possível).

Uma vez que não é possível testar os equipamentos as análises foram feitas através de alguns sites conceituados e comprados resultados e opiniões. As análises foram procuradas inicialmente no site GSMarena¹ e, sempre que necessário, foram também analisados os testes dos sites Hardware.info² e Engadget³.

No ANEXO C são apresentadas algumas tabelas com as principais características dos equipamentos analisados, as descrições e reflexões sobre cada um deles feitas no primeiro semestre foram passadas para o ANEXO H.

5.1.3 Resultados

Depois de uma reunião com a equipa da *escadote* ficou decidido por unanimidade que o sistema operativo escolhido seria Android. Isto acontece porque o número de dispositivos Windows que cumpre todos os requisitos definidos, à data desta análise, é muito reduzida e os modelos existentes são demasiado caros. Desta forma pretende-se aumentar o número de potenciais clientes quando a aplicação for comercializada através de uma “app store”.

¹www.gsmarena.com

²uk.hardware.info

³www.engadget.com

Ficou também decidido nesta fase que não iria ser escolhido apenas um tablet mas sim dois. Esta decisão deve-se ao facto de não ser necessário adquirir um tablet “topo de gama” e muito dispendioso para realizar os testes. Desta forma, foi escolhido um tablet que se pense ser o mais adequado para a utilização desta aplicação e outro que será uma solução mais económica, cumprindo os requisitos, e que servirá para testes.

O primeiro modelo, a solução ótima, foi simples de escolher. O Samsung Galaxy Note 10.1 (2014 Edition) apresentou uma clara superioridade em relação a qualquer outro modelo existente na altura da análise. A S-pen poderá ser um ponto positivo para quem usa luvas para fazer os levantamentos ou para situações de temperaturas mais baixas onde os ecrãs táteis deixam de ser tão responsivos. Também a sua tampa traseira foi um fator de grande importância. Ao ter um toque mais suave terá maior tendência a absorver impactos aumentando assim a sua durabilidade. Para além destas características, outras tão importantes como ecrã, câmara, bateria e capacidade de processamento mostraram-se superiores não só no papel mas também nos testes realizados.

A segunda opção já não foi tomada pelo estagiário. Por questões orçamentais o equipamento escolhido foi o Samsung Galaxy Tab 3 10.1. Apesar de ter uma capacidade de processamento mais limitada e de não ter internet móvel não comprometeu o desenvolvimento da aplicação.

6 Base de dados

Para tornar todos os dados persistentes, recorreu-se ao uso de uma base de dados relacional. Existem vários motores de bases de dados mas, uma vez que o Android tem suporte nativo para o motor de base de dados SQLite, foi esse o motor escolhido para este projeto.

Para facilitar todas as operações a realizar com a base de dados recorreu-se também a um “Object-relational mapping” (ORM). Desta forma, todas as entidades da base de dados são mapeadas para classes Java que contêm os mesmo atributos. Todas as operações feitas nestas classes Java tem depois efeito na base de dados. O ORM escolhido para este projeto foi o “Lightweight Object Relational Mapping” [OrmLite, 2014] (OrmLite) visto ser o ORM mais popular para esta plataforma, ter uma licença gratuita e muita documentação disponível.

Antes de criar as classes Java que iriam representar as entidades da base de dados foi especificado o diagrama de entidades e relacionamento (ER) que as representam. Apesar de não ser crítico especificar este diagrama, considerou-se importante fazê-lo para ajudar com o arranque dessa tarefa e porque seria também a forma mais fácil de validar o funcionamento da base de dados com os restantes membros da escadote. Apesar de este diagrama ter sofrido várias alterações durante o desenvolvimento o diagrama ER final está representado na FIG. 26.

6.1 Diagrama Entidade-Relacionamento

Como podemos ver pelo diagrama da FIG. 26, a entidade com mais foco é a Surveys. Esta contém como informação de outras classes o utilizador que realizou o levantamento e a secção na qual incide o levantamento. Estes levantamentos contêm um conjunto de ocorrências que são representados na tabela “Occurrences”. Esta entidade faz a ponte entre o elemento/patologia que foi identificada e o levantamento onde foi feita essa identificação. Guarda como informação adicional as coordenadas de início e fim (para elementos/patologias contínuas) e de início (para elementos/-patologias) pontuais, bem como a sua gravidade.

A tabela “Elements” armazena todas as informações sobre elementos ou patologias. Estes elementos pertencem a uma família sendo que à data da realização deste relatório as sete patologias apresentadas na TAB. 5 e tudo o resto são elementos. Esta tabela foi criada porque está previsto que se venha a ser possível agrupar elementos por famílias. Apesar de não ser uma informação obrigatória, já que os elementos podem ter sido criados, não por utilizadores mas sim na aplicação SIGPav, os elementos também contêm a informação sobre o utilizador que o criou.

Estes elementos podem fazer parte de vários teclados. Para isso foi criada a entidade “Keyboards” que contém como informações: o utilizador, um nome e o número de colunas escolhidas pelo utilizador. Para fazer a ligação entre os teclados e os elementos que os constituem é usada a entidade “KeyboardKeys” que guarda estas

duas referências, a gravidade (para elementos com níveis) e a ordem pelo qual vai ser apresentado no ecrã.

Os registos das secções são guardados na tabela “Sections” que contem, para além de todos os atributos de uma secção, o utilizador que a criou e o registo da entidade “PathwayClass”. Apesar de esta tabela conter um número fixo de registos considerou-se importante ter esta entidade para uma eventual expansão da aplicação.

Por último foram criadas quatro tabelas que guardam os registos dos quatro tipos de anexos previstos: fotos, vídeos, voz e comentários, entidades estas que são bastante semelhantes entre si. Todas contêm as coordenadas de onde foi feita a sua criação, a referência para o levantamento e, opcionalmente, uma referência para a ocorrência a que se refere. A diferença entre estas entidades é que as fotos, vídeos e vozes, uma vez que recorrem a ficheiros externos e guardam o caminho para esses ficheiro, e nos comentários é guardado o texto de cada comentário.



Figura 26: Diagrama ER

7 Implementação

Uma vez feita toda a especificação da aplicação passou-se à fase da implementação. Como ferramenta de implementação foi usado o Eclipse para Android visto ser a ferramenta *Standard* para este tipo de projetos e já ser uma ferramenta conhecida pela estagiário.

7.1 Protótipo funcional

Dado que se decidiu implementar o SIGPav.Mobile em Android, a implementação foi baseada essencialmente em Java e XML. Foram então criados todos os ecrãs desenhados no protótipo não funcional. Para além de adicionados os objetos aos respetivos ecrãs, foram também implementadas todas as suas operações. Isto significa que, apesar de os dados não estarem ligados à base de dados, já eram feitas:

- Leituras e validação de dados nos formulários;
- Todas as transições entre menus/ecrãs;
- Funções para a interação com *ListViews*, etc.

Uma das primeiras dificuldades deparadas aquando da implementação do projeto foi o acesso à informação durante a execução da aplicação independentemente da *Activity* em que a aplicação se encontra. Em Android, as *Activities* são as classes base que contêm a parte lógica de cada um dos ecrãs. Como exemplo, temos o ecrã de login e o menu principal. Cada um deles contém uma *Activity* e foi necessário encontrar uma maneira de fazer passar informações de uma para a outra sendo neste caso, a informação do login. Como solução, foi usado O *Design Pattern Singleton* criando uma classe chamada “State” que estende a classe *Application*. É assim garantido que esta classe tem apenas uma instância e que está sempre em execução. Assim, torna-se possível armazenar informações de login que podem depois ser acedidas em qualquer outra parte da aplicação.

Apesar de a interface ser constituída por elementos nativos do Android alguns deles implicaram o recurso a uma biblioteca externa. A mais usada foi a *ViewPagerIndicator* [ViewPagerIndicator, 2014] que permitiu criar a barra horizontal que contém todas as tabs existentes no ecrã, ver FIG. 27. Como podemos ver, o ecrã é composto por duas tabs “Secções” e “Levantamentos” sendo que a primeira a tab ativa. Caso não fosse usada esta biblioteca, as tabs seriam representadas na *Action bar* (barra preta imediatamente acima), o que não era desejado.

Um dos funcionamentos que não é nativo do Android é o arrastar das teclas do teclado no ecrã de criação e edição. Para adicionar este comportamento foram analisadas várias bibliotecas tais como;

- *DraggableGridView*[DraggableGridView, 2014];
- *PagedDragDropGrid*[PagedDragDropGrid, 2014];

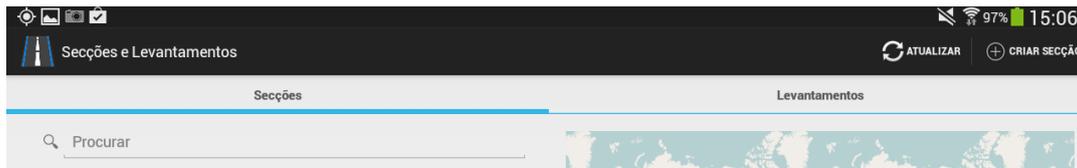


Figura 27: Exemplo de implementação do ViewPagerIndicator

- *ComplexDragDropGridView*[ComplexDragDropGridView, 2014];
- *DynamicGrid*[DynamicGrid, 2014].

Depois de analisadas e testadas todas estas bibliotecas foi escolhida a *DynamicGrid* visto ser a única que tinha o comportamento desejado.

Uma vez adicionada a biblioteca *DynamicGrid*, para além de ser possível adicionar e apagar teclas do teclado, tornou-se também possível alterar a ordem pelo qual as teclas são apresentadas, ver FIG. 28. Esta implementação acabou por se tornar bastante complexa e o resultado final não foi exatamente o esperado. Como podemos ver pelo vídeo do utilizador Alex Askerov[Askerov, 2014], ao ativar a função de arraste, os elementos oscilam suavemente no ecrã. Quando esta funcionalidade foi implementada o resultado era um conjunto de teclas que oscilavam tão rápido que o seu significado de “mobilidade” e de não estarem fixas na posição acabava por se perder. Uma vez que não se conseguiu controlar esta animação, acabou por ser retirada.

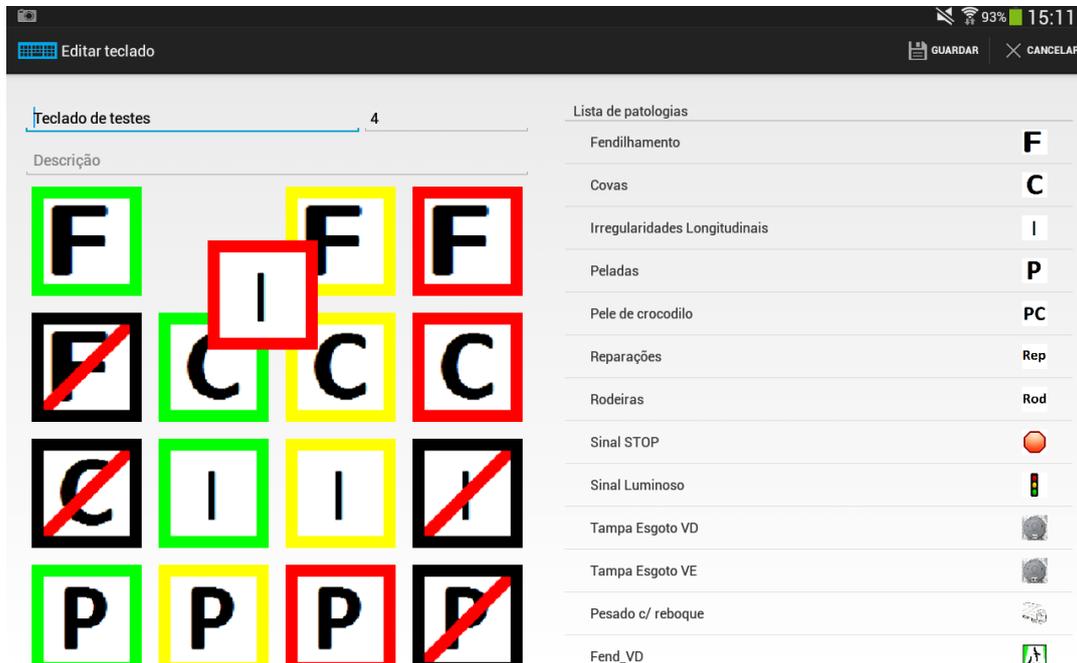


Figura 28: Implementação do DynamicGrid

Outro comportamento que acabou por não ficar como desejado foi a ativação deste modo de deslocação. Era pretendido que o evento “long click” apresentasse um

menu de contexto com as opções para apagar a tecla selecionada e apagar todas. No entanto, apenas se consegue registrar este evento quando o modo de deslocamento não está ativo. Assim, houve a necessidade de fazer com que, ao largar uma tecla na posição pretendida o modo de deslocamento ficasse desativado. Para iniciar este modo, basta o utilizador fazer um clique em qualquer uma das teclas. Para facilitar a experiencia de utilização, sempre que é ativado ou desativado este modo de deslocação é apresentado um *Toast* (mensagem pop-up) informativo.

Outra dificuldade deparada aquando da implementação dos teclados foi garantir que todas as teclas mantinham as mesmas dimensões apesar de representarem elementos diferentes com imagens diferentes. Este problema fazia com que, dependendo do número de colunas escolhidas para o teclado, as teclas ficassem cortadas ou distorcidas. Uma vez que o Android não tem uma função nativa para garantir que as imagens mantêm o ratio de 1:1, ou seja, quadradas, foi necessário recorrer a uma função externa. Foi então usada a classe *SquareImageView*[Abarisain, 2014], que estende a classe nativa *ImageView* e permitiu garantir que, independentemente do número de colunas selecionado as teclas iriam ser sempre quadradas, sem cortes ou distorções e que iriam sempre ocupar toda a largura reservada para o teclado.

7.2 Base de dados

Uma vez implementada a interface, os passos seguintes passaram por tornar os dados persistentes, ou seja, fazer a ligação à base de dados. Tal como descrito no capítulo 6, para facilitar todas as operações com a base de dados foi usado o *OrmLite*. Para implementar estas funcionalidades foi seguido um vídeo tutorial do utilizador Mohamed Shehab[Shehab, 2014]. Depois de estudado esse tutorial, foi possível dar os primeiros passos na criação da base de dados. Foi então criado um primeiro diagrama ER, ver capítulo 6, com a especificação da base de dados. A partir desse diagrama, foram criadas as classes Java que representam as suas entidades bem como as restantes classes responsáveis por fazer as ligações à base de dados e o seu manuseamento.

7.3 Processos em background e AsyncTask

Depois de adicionada a base de dados começou a notar-se alguma demora a carregar alguns dos menus da aplicação. Este atraso era principalmente notório quando se clicava numa tecla do teclado durante no ecrã de “Levantamentos”. Apesar de não ser um atraso excessivamente longo, seria o suficiente para ocorrerem falhas durante um levantamento dentro de um veículo automóvel. Para solucionar este problema começou-se a usar *Threads*, mais precisamente a classe *AsyncTask*[?] do Android. Esta classe tem como o objetivo simplificar o uso das *Threads* por parte dos programadores. As *AsyncTask* são compostas por três funções principais:

- *onPreExecute()*;

- *doInBackground(Params...)*;
- *onPostExecute(Result)*.

Uma vez que apenas a “Main Thread” pode fazer modificações visuais à interface as funções *onPreExecute()* e *onPostExecute(Result)* correm nessa “Main Thread” ao contrário da função *doInBackground(Params...)* que corre numa *Thread* separada. Desta forma, quando o utilizador carrega numa tecla do teclado, todo o processamento (obtenção do elemento correspondente, obtenção de coordenadas, inserção da nova ocorrência na base de dados é feita em background através da função *doInBackground(Params...)*. Depois de feitas todas essas operação é automaticamente chamada a função *onPostExecute(Result)* que trata de fazer as alterações visuais que para esta situação passam por atualizar a *ListView* na tab de ocorrências com o novo registo. Desta forma, quando o utilizador carrega numa tecla a animação não fica “presa” apesar de o novo registo apenas aparecer na tab “Ocorrências” alguns instantes depois. Mesmo que o utilizador carregue rapidamente em várias teclas, os cliques não são perdidos e os registos são adicionados corretamente à base de dados e apresentados no ecrã mesmo que demore breves instantes. Já no caso da navegação de menus foi usado o mesmo princípio. É usada uma *AsyncTask* que faz o carregamento de dados da base de dados através da função *doInBackground(Params...)*. Depois de carregar os dados o *onPostExecute(Result)* que já corre na “Main Thread” preenche o ecrã com os dados obtidos. Desta forma a aplicação não fica “presa” enquanto faz as operações necessárias para iniciar o ecrã.

7.4 Identificação de elementos pontuais e contínuos

A principal funcionalidade desta aplicação é a identificação e georreferenciação de elementos em pavimentos. Esta tarefa é realizada por dois atores:

- O utilizador, que no terreno identifica as várias falhas dos pavimentos;
- A aplicação, que se encarrega de obter a sua posição e o registo da mesma.

O processo de identificação de falhas nos pavimentos, começa com o utilizador que carrega na tecla correspondente ao elemento e gravidade que pretende identificar. Nesta situação existem duas situações possíveis:

- É um elemento pontual;
- É um elemento contínuo.

Caso se trate de um elemento pontual, a aplicação adiciona um registo na tabela “Occurrences” da base de dados com a referência do elemento. Este registo fica logo fechado. Caso se trate de um elemento contínuo, a aplicação para além de inserir um registo na base de dados, sem indicação de que está terminado, adiciona também a instância da classe correspondente ao registo a um *Array* com todos os registos abertos. Este *Array*, tem como funcionalidade permitir a aplicação de

uma forma mais simples saber as ocorrências que estão ainda abertas para as poder terminar.

Quando chega a altura do utilizador terminar uma ocorrência, ou seja, quando chegar ao final dessa falha o utilizador tem algumas formas de a terminar. A mais simples é pressionar no botão “STOP” correspondente ao elemento. Este botão representa-se exemplificado na quarta coluna da FIG. 29. Quando o utilizador carrega neste botão, a aplicação vai procurar no *Array* de ocorrências abertas um registo cujo elemento seja o mesmo que esteja associado ao botão pressionado. Quando o encontra, adiciona a esse registo uma coordenada de fim, e calcula a distância entre essas duas coordenadas. Depois disso, dá indicação ao registo que está completo e faz um *update* na base de dados. Para terminar, remove o registo do *Array*.

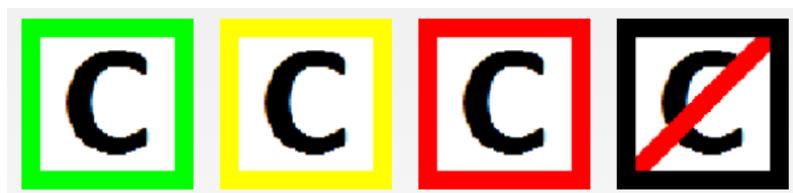


Figura 29: Botões representantes dos vários níveis de Covas

Como alternativa ao uso do botão “STOP”, o utilizador pode carregar em qualquer botão do mesmo elemento, sendo que o comportamento da aplicação vai ser semelhante. Estes botões encontram-se exemplificados na FIG. 29, onde:

- Primeira coluna, verde, indica Covas de nível 1;
- Segunda coluna, amarelo, indica Covas de nível 2;
- Terceira coluna, vermelho, indica Covas de nível 3.

Ao carregar noutra tecla do mesmo elemento, a aplicação deteta de que se trata de um elemento contínuo, e vai procurar se alguma ocorrência desse elemento está presente no *Array*. Ao contrário do que acontece da primeira vez que o utilizador carrega na tecla quando estava a iniciar a ocorrência, a aplicação vai encontrar um registo desse elemento. Desta forma, sabe que se pretende terminar o registo. Aqui também podem acontecer dois comportamentos. Se a gravidade da ocorrência for o mesmo, a aplicação termina a ocorrência como descrito anteriormente. Caso contrário, e uma vez que apenas pode ocorrer uma ocorrência de um elemento em simultâneo, a aplicação sabe que se pretende terminar a ocorrência antiga e iniciar uma nova.

Outra forma de terminar um registo de uma falha é diretamente através da lista de ocorrências. Fazendo um “long click” na posição da lista correspondente, é apresentado um menu de contexto onde se encontra a opção “Terminar aqui”, ver FIG. 30. Através desta opção, aplicação acede diretamente ao registo da ocorrência e, tal como descrito anteriormente, obtém a posição atual do utilizador, calcula a distância entre as duas posições, faz o *update* na base de dados e remove o registo do *Array*.

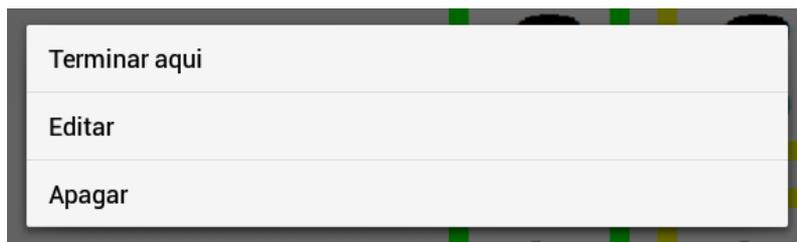


Figura 30: Menu de contexto com opção Terminar aqui

7.5 Georreferenciação

Reunidas todas as condições para armazenar os dados passou-se então à recolha dos mesmos, nomeadamente à obtenção de coordenadas GPS e cálculo de distâncias através delas. De forma a perceber como é feito o manuseamento do GPS a partir de código Java foi seguido-se um tutorial por Ravi Tamada[Tamada, 2014]. Deste tutorial, resultou a implementação de uma classe GPSTracker responsável por obter as coordenadas do dispositivo e uma função que permite verificar se nas configurações do dispositivo, o GPS se encontra ativo. Usando esta função, apenas se permite ao utilizador iniciar um levantamento caso o GPS do equipamento estiver ativo e, em caso contrário é possível reencaminhar o utilizador para o respetivo menu de configuração, ver FIG. 31.

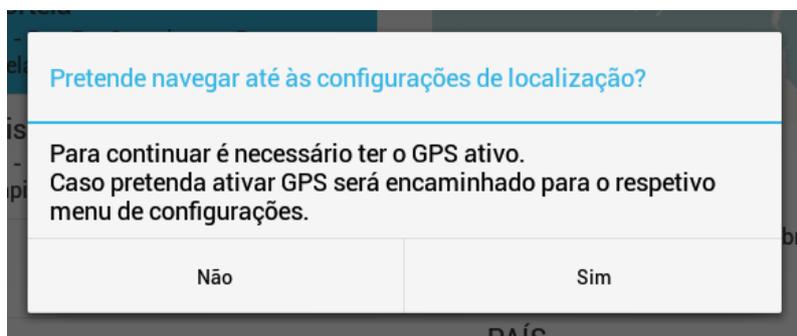


Figura 31: Alerta caso o utilizador não tenha o GPS ativo

Para receber as atualizações de posição do dispositivo o Android usa um *Location-Listener*. Este *Listener* recebe dois parâmetros de configuração:

- Número de metros necessário para que a localização seja alterada;
- Tempo necessário desde a última atualização para ocorrer uma nova.

Estes parâmetros visam a diminuir o consumo de bateria gasto durante a utilização do GPS. No entanto, para esta aplicação a precisão das coordenadas é bastante importante, sendo esses valores definidos para os mais baixos possíveis.

Uma vez iniciado um levantamento o utilizador pode, usando o GPS, indicar onde começam e acabam as várias patologias. Estes quatro valores (latitude de inicio, longitude de inicio, latitude de fim e longitude de fim) são armazenados na base

de dados na tabela "Occurrences". Sempre que é finalizada uma ocorrência, é usada a classe *Location* que permite a partir de duas instâncias, calcular facilmente a sua distância em linha reta, ver FIG. 32.

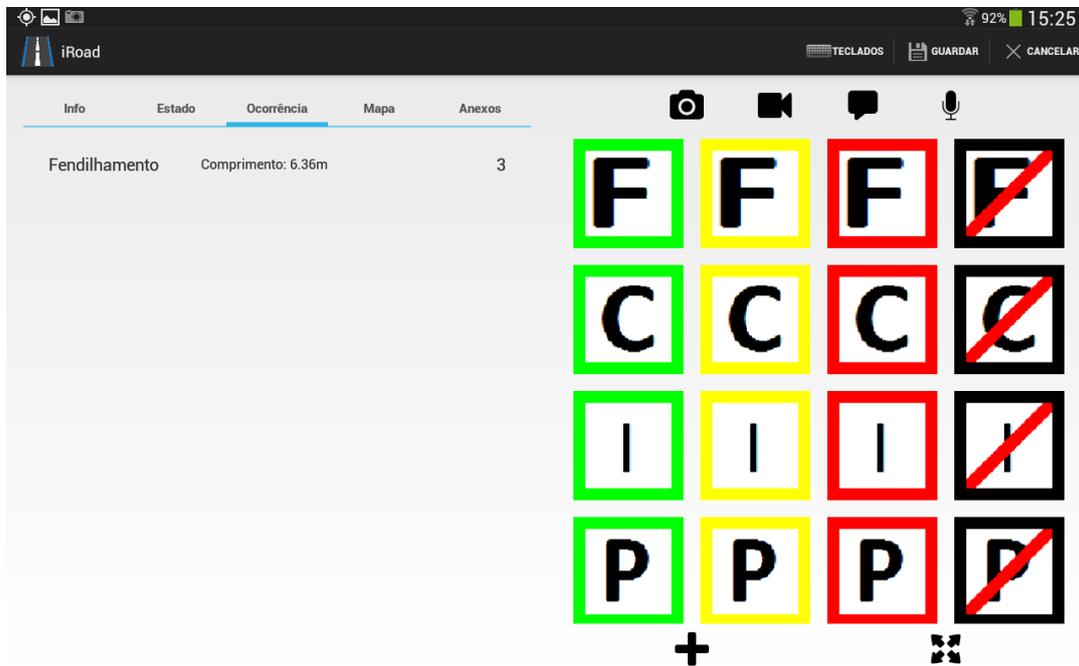


Figura 32: Identificação de uma ocorrência e cálculo de comprimento

Através de uma ligação à internet será possível fazer um cálculo mais preciso do comprimento das várias ocorrências. Este cálculo, para além de aproximar as coordenadas obtidas às coordenadas do mapa, calcula o comprimento das ocorrências segundo as várias curvas da secção.

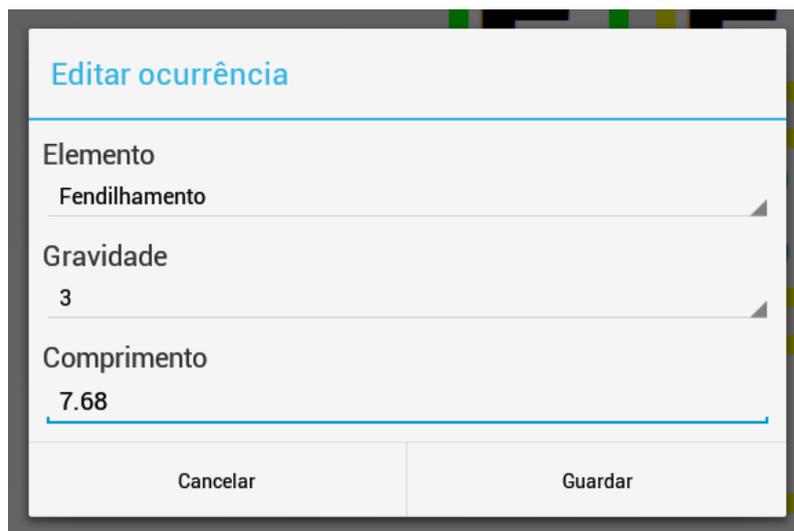


Figura 33: Edição de uma ocorrência

Uma vez que mesmo assim os cálculos estão sempre sujeitos a erros, sempre que o utilizador pretender retificar algum cálculo, pode editar a ocorrência e inserir manualmente o valor que achar mais correto, ver FIG. 33. A coluna "Length_Calc.Method", na tabela "Occurrences", garante que uma vez inserido um comprimento manualmente, os futuros cálculos não se vão sobrepor a esse valor.

7.6 Exportação de dados

Para possibilitar a exportação dos dados criados pelos utilizadores do SIGPav.Mobile escolheu-se o formato XML que permite de forma simples enviar todas as informações referentes a levantamentos, secções, teclados e elementos bem como outras configurações da aplicação. Para tal, foi usado o parser XML DOM existente em Java. Não foi especificado nenhum documento XSD porque não se considerou como uma mais-valia para este caso. Também não se fez um mapeamento do XML para classes Java porque a adaptação das classes da base de dados se demonstrou uma tarefa demasiado complicada e demorada. Para garantir uma maior flexibilidade com a criação do XML também se considerou vantajoso fazer a sua criação manualmente. Isto quer dizer que em vez de se criar um modelo XSD ou mapear classes Java, os vários atributos e propriedades usados no XML foram definidos através de código Java.

Depois de criado um primeiro protótipo do XML foi necessário fazer uma validação com os restantes elementos da *escadote* para garantir que o ficheiro poderia ser importado para a aplicação SIGPav. Desta validação surgiram algumas pequenas alterações à estrutura sendo a mais importante a passagem de algumas propriedades para atributos de forma a diminuir o número de linhas do ficheiro final. O ficheiro resultante pode ser consultado no ANEXO I.

Pretendia-se com a funcionalidade de exportação que o utilizador tivesse possibilidade de exportar apenas os itens que pretendia. Esta funcionalidade está ilustrada na FIG. 34.

Apesar de esta exportação não ser complicada quando o utilizador seleciona todos os itens, o facto de ter a possibilidade de exportar apenas alguns desses itens poderia levar à inconsistência de dados. Se considerarmos um cenário em que o utilizador pretende exportar os teclados mas não pretende exportar os elementos, ver FIG. 34, podemos ter uma inconsistência de dados se durante a importação em outro equipamento alguns dos elementos que constituem os teclados não estiverem presentes nessa base de dados.

Para resolver este problema foi preciso garantir que todas as dependências dos itens selecionados eram incluídas no ficheiro de exportação. Isto significa que, seguindo o mesmo exemplo, ao selecionar teclados e não selecionando os elementos, apenas os elementos existentes nos teclados seriam incluídos no ficheiro. Por outro lado, os elementos também contêm informação sobre o utilizador que o criou e também estes utilizadores foram incluídos na base de dados.

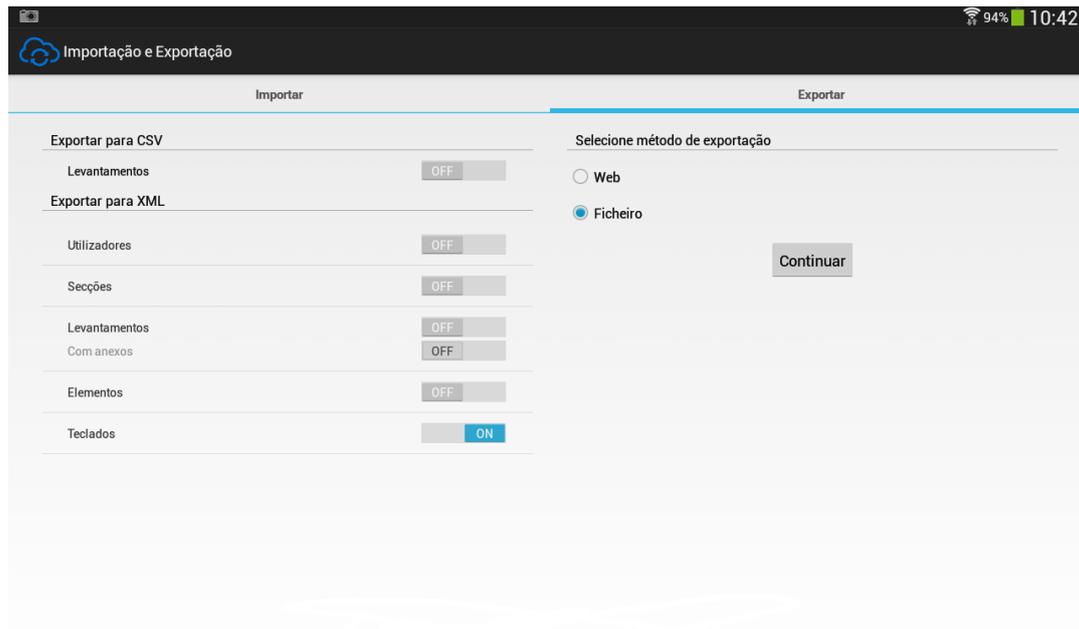


Figura 34: Ecrã de exportação

Foram implementados um conjunto de funções que garantem que todos os dados necessários para garantir a consistência de dados são exportados. Seguindo o exemplo dos teclados, a aplicação tem de garantir que todos os elementos que compõem os teclados são também incluídos na exportação. Isto apenas se mostra uma dificuldade se os elementos não estiverem marcados para exportação. Nesta situação a aplicação vai adicionar a um *Array* todas os elementos que compõem as teclas dos teclados. Usando a função *contains()* da classe *ArrayList* e uma versão modificada da função *equals()*, é garantido que não são inseridos elementos repetidos na exportação. Depois de verificadas as dependências dos teclados é necessário verificar as dependências dos elementos adicionados e assim sucessivamente. Garante-se assim a consistência dos dados.

Depois de implementada a exportação de dados deparou-se com a necessidade de ter outro método de exportação que fosse compatível com outras ferramentas tais como o Microsoft Excel, visto ser a ferramenta utilizada pelos investigadores que realizaram os testes à aplicação. A maneira mais simples de resolver este problema foi adicionar uma funcionalidade que permitisse ao utilizador exportar os dados dos levantamentos para CSV. Neste ficheiro, para cada ocorrência, existe uma linha que inclui os dados do utilizador, da secção, do elemento e finalmente da ocorrência em questão. Este ficheiro pode ser facilmente ser importado para várias outras ferramentas, tais como o Microsoft Excel.

7.7 Visualização de dados em mapas

Depois de implementada a exportação de dados, deu-se início aos testes realizados pelos investigadores do Departamento de Engenharia Civil o que implicou o empréstimo do equipamento de testes. Estava no plano inicial começar pela importação de dados. No entanto, como o desenvolvimento em Android recorrendo ao emulador torna a tarefa mais complicada e, visto que as tarefas de importação de dados iriam implicar muitas trocas de ficheiros, optou-se por alterar o plano inicial e passar para o desenvolvimento da visualização de dados em mapas.

Visto que para usar o *Google Maps* era necessário o pagamento de uma licença, optou-se por recorrer ao *OpenStreetMap*. Para usar o *OpenStreetMap* com Android foi necessário recorrer a uma biblioteca externa uma vez que o *OpenStreetMap* não tem uma biblioteca proprietária. Como alternativa, existem várias outras bibliotecas que permitem fazer a integração do *OpenStreetMap* na plataforma Android. A mais conhecida de todas estas bibliotecas é a *OSMDroid* [OSMDroid, 2014]. Sendo gratuita e tendo uma excelente documentação, foi a biblioteca escolhida para o projeto. Depois de adicionada esta biblioteca, passou a ser possível visualizar os mapas e marcar neles o ponto de início e fim de cada secção. Este resultado encontra-se ilustrado na FIG. 35.

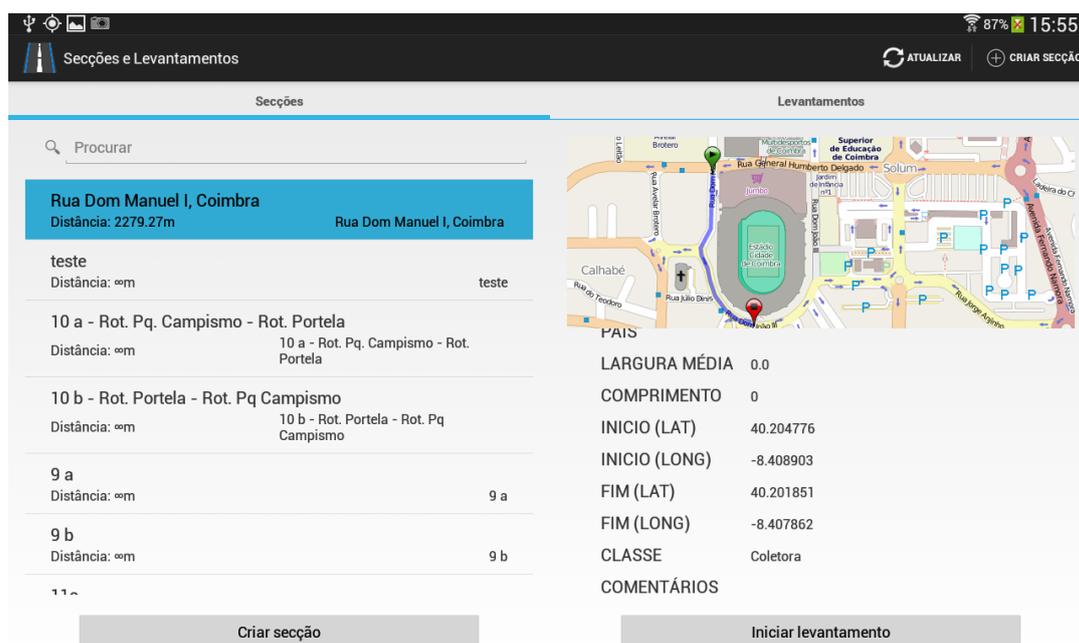


Figura 35: Visualização de secções com mapas

Apesar do *OpenStreetMap* ter resolvido a visualização de mapas, não é possível através dele fazer a representação de rotas nem cálculo de distâncias. Foi então usada outra biblioteca chamada *OSMBonusPack* [OSMBonusPack, 2014] que funciona em conjunto com o *OSMDroid*. Recorrendo a esta biblioteca, foi possível calcular as rotas entre dois pontos, neste caso uma secção, e fazer a sua representação no mapa.

Para além disto foi também possível fazer o calcula da distância, o que se acredita que vá aumentar a precisão dos cálculos.

A representação em mapas ficou implementada para as secções. No entanto, esta implementação gerou um problema ao efetuar levantamentos que, devido às limitações de tempo, não foi possível resolver. Dado isto, esta funcionalidade ficou, para já, retirada. Apesar de serem visíveis mapas em todos os ecrãs da aplicação onde se planeou inicialmente apresentar mapas apenas é apresentado o *widget* que não contém qualquer implementação na aplicação. Assim, é possível ver os mapas, fazer zoom e navegar, mas não é possível representar secções e ocorrências de patologias.

7.8 Importação de dados

Para finalizar a fase de desenvolvimento deu-se início aquela que foi possivelmente a tarefa mais complexa do projeto, a leitura de XML e importação dos dados. Para realizar esta tarefa, a aplicação começa por pedir ao utilizador, no caso de importação por ficheiro, o ficheiro ZIP com os dados que pretende importar.

Uma vez selecionado o ficheiro a aplicação começa por descomprimir o ficheiro e procurar um ficheiro XML nele contigo. Logo no início deste ficheiro, ver ANEXO I, encontram-se as informações sobre os dados exportados que indicam quais dos itens foram selecionados pelo utilizador aquando da exportação. Assim, o utilizador pode selecionar de entre os itens que foram exportados para esse ficheiro, quais os que pretende importar, ver FIG. 36.

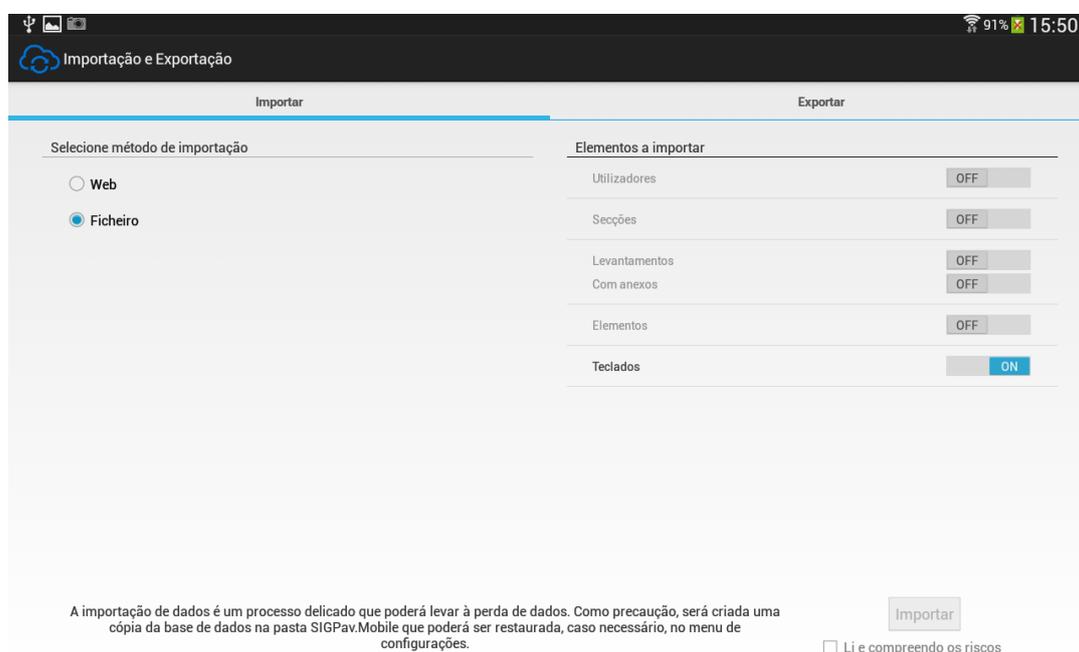


Figura 36: Ecrã resultante da leitura de um ficheiro para importação. Neste caso, o ficheiro apenas contém teclados.

Depois de o utilizador dar início ao processo de importação de dados, são lidas todas as informações do XML sendo apenas feitas inserções nos itens que o utilizador pretende importar. Os outros tipos de itens apenas são inseridos quando são dependências de algo que o utilizador pretende importar. Passando a explicar e considerando o exemplo dos teclados, o utilizador indica que pretende importar teclados mas não dá indicação de que pretende importar os elementos, ver FIG. 36. Nesta situação, a aplicação irá ler todos os elementos presentes no ficheiro guardando-os em memória sem os inserir. Quando a aplicação estiver a inserir um teclado e a ler as suas teclas, ao detetar que o elemento correspondente a uma tecla não se encontra na base de dados local vai procurar nessa lista criada anteriormente e irá inserir o elemento em questão. Caso não o encontre ou não o consiga inserir, o teclado não é importado. Caso o utilizador tenha selecionado também os elementos, em vez de serem guardados em memória são inseridos na base de dados durante a sua leitura do XML.

Para além de se tentar resolver os casos onde se tentam importar itens com dependências, tentou-se prever outro tipo de conflitos que estão relacionados com alteração e duplicação de dados. Antes de tentar fazer uma inserção na base de dados foi preciso validar duas situações:

- O UUID⁴ já existe na base de dados;
- O UUID não existe na base de dados.

Se o UUID já existir, a aplicação vai aceder à base de dados para verificar se o registo é completamente idêntico ou não. Se for idêntico, significa que os dois registos são iguais e não é realizada mais nenhuma operação. Em caso contrário é proposto ao utilizador sobrepor ou manter os dados locais, ver FIG.37.

O teclado foi alterado! Que ação pretende tomar?			
DADOS LOCAIS		DADOS EXTERNOS	
NOME	Trafego	NOME	Trafego
NÚMERO DE COLUNAS	4	NÚMERO DE COLUNAS	4
NÚMERO DE TECLAS	8	NÚMERO DE TECLAS	8
COMENTÁRIO	Trafego	COMENTÁRIO	Trafego
Ignorar		Sobrepor todos	
		Sobrepor	

Figura 37: Exemplo de importação com dados alterados

Se o UUID não existir, a aplicação tenta inserir esse registo na base de dados. No entanto, esta operação pode falhar, e.g. algum campo marcado como único pode já existir na tabela. Se considerarmos o exemplo das secções, uma secção com a mesma designação ou código pode já estar presente na base de dados. Nesta situação considera-se que a mesma secção foi criada em dois dispositivos diferentes e propõe-se ao utilizador três opções:

⁴Universally Unique Identifier: identificador único universal.

- Ignorar esse registo;
- Associar;
- Sobrepor os dados.

Na primeira opção, a aplicação vai simplesmente descartar esse registo passando imediatamente para o seguinte. Tanto no associar como no sobrepor, o UUID no XML é adicionado como chave a uma *HashMap* cujo valor é o UUID correspondente na base de dados. Desta forma, se mais tarde for necessário usar o UUID do XML facilmente se consegue aceder ao UUID correspondente na base de dados. A diferença entre estas duas opções é que enquanto a primeira se limita a inserir a entrada na *HashMap* a segunda sobrepõe os dados do XML na base de dados mantendo o UUID presente na base de dados.

A importação de dados, para além de todas as dificuldades encontradas ao nível da leitura e inserção de dados, também gerou várias dificuldades ao nível da interface. Todas as operações de importação são executadas em background. No entanto, todas as alterações feitas ao ecrã têm de ser executadas na main thread. Desta forma, é preciso recorrer à função *runOnUiThread()* para mudar da thread em background para a main thread. As dificuldades surgiram quando foi necessário apresentar um menu pop-up. Estes menus fazem com que seja permitido por parte do utilizador, indicar a ação que pretende tomar sempre que ocorre uma situação de conflito. Apesar de não ser difícil chamar a main thread para apresentar o menu pop-up, mudar de thread fez com que a primeira continuasse a execução sem esperar pela ação do utilizador. Para contornar este problema, a thread que executa as operações em background inicia um semáforo com o valor 0. Logo após executar a função *runOnUiThread()* que apresenta o novo menu de pop-up fica bloqueado com um *acquire()*. A thread que apresenta o menu ao utilizador faz um *release()* logo que o utilizador toma uma decisão desbloqueando a thread que o chamou e o processo de importação continua. Desta forma, conseguiu-se fazer com que o processo de importação esperasse pelas ações do utilizador sempre que necessário e sem recorrer a *espera ativa*⁵.

⁵Técnica onde o processo/thread fica continuamente a executar uma condição de validação para poder prosseguir com a sua execução.

8 Testes

Para validar uma aplicação é aconselhada a realização de um vasto número de testes. Entre vários outros testes existem os testes:

- Unitários;
- Usabilidade;
- Performance;
- Funcionais.

Para realizar alguns destes testes, foi necessário ajuda de dois investigadores do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Coimbra, cuja área de investigação é a conservação de redes rodoviárias. O número de utilizadores foi mais pequeno do que seria desejado. Isto aconteceu porque apenas estão dois investigadores a trabalhar nesta área e seriam essas as únicas pessoas disponíveis para realizar estes testes. Para além destes investigadores, não foram realizados mais testes com outro tipo de utilizadores visto que os primeiros demoraram mais tempo do que esperado o que acabou por comprometer os outros testes. A aplicação esteve vários dias com os investigadores que fizeram vários levantamentos usando os seus métodos habituais, ver capítulo 3.1.1, e o SIGPav.Mobile.

8.1 Testes informais

Os testes unitários foram feitos pelo estagiário de forma mais informal sempre que iam sendo adicionadas novas funcionalidades à aplicação. Para cada uma delas eram testadas várias situações de forma a comparar o resultado com o esperado. Como exemplo, podemos considerar;

- Apagar um elemento;
- Mudar o nome de uma secção;
- Alterar a ordem de uma tecla do teclado;
- Obter coordenadas de ocorrências;
- Etc, etc etc.

Também informais foram alguns testes de performance realizados. Estes testes incidiram principalmente sobre o tempo de resposta da aplicação a várias operações como transições entre menus e adição de ocorrências em levantamentos. Como se descreve no capítulo 7.3 estes testes tiveram alguns impactos na aplicação.

8.2 Testes de usabilidade

Este tipo de testes é bastante importante. Isto porque nem sempre a forma como é pensada determinada aplicação, desde o seu design à sua interação, pode ser tão prático e intuitivo para os utilizadores da aplicação como para quem a arquitetou e desenvolveu. Para além disso, e tal como aconteceu durante este estágio, nem sempre é conhecido com rigor a forma de funcionar e pensar do público alvo da aplicação.

Para a realização dos testes de usabilidade foi preparado um inquérito com várias tarefas que os utilizadores realizaram e que permitiram testar as funcionalidades principais da do SIGpav.Mobile. Como medições, foram registados os seguintes valores:

- Número de cliques em cada tarefa;
- Tempo total gasto na realização da tarefa.

Em adição, o utilizador foi também questionado sobre a facilidade de realização de cada uma dessas tarefas. Para fazer esta medição, foi usada uma escala de 1 a 5 valores onde 1 seria uma tarefa muito difícil de realizar e 5 uma tarefa muito fácil de realizar. Para além destes dados que foram recolhidos, no final de cada tarefa os utilizadores responderam à questão "O que poderia ser melhorado?". Também por parte do estagiário foram tiradas algumas notas sobre a realização de cada tarefa no campo "Observações".

Para traçar o perfil dos utilizadores, considerou importante registar se o utilizador usa o sistema operativo Android diariamente e em que tipo de equipamentos o faz. Uma vez que a aplicação foi desenhada para ter um *Look and Feel* nativo, o à-vontade do utilizador com a plataforma poderá influenciar a facilidade com que as tarefas eram realizadas.

Apesar destes testes terem envolvido um número pequeno de utilizadores foi possível tirar várias conclusões que levaram a várias alterações à aplicação. A visualização da execução de levantamentos permitiu dar uma perspetiva sobre este processo. Depois disso, o questionário permitiu receber vários feedback de utilizadores com o perfil de um utilizador final. Muitas das falhas identificadas foram imediatamente corrigidas, outras ficaram planeadas para trabalho futuro e algumas delas não foram consideradas como importantes ou como exequíveis. Os questionários realizados encontram-se nos ANEXOS D a E.

8.3 Testes no terreno e medições

Para além dos testes realizados presencialmente com os investigadores, foram também realizados testes no terreno que correspondiam a situações reais de uso do SIG-Pav.Mobile. Durante vários dias, em adição aos levantamentos realizados com o

formulário em papel, os investigadores fizeram também os levantamentos em paralelo com o SIGPav.Mobile. Estes testes permitiram testar a aplicação numa situação de uso real e comparar os resultados obtidos.

Para comparação de dados, foram medidos os comprimentos totais das ocorrências para cada secção e comparadas as diferenças. Este não foi o cenário idealizado uma vez que era pretendido comparar as diferenças de comprimentos por cada uma das várias ocorrências. Este cenário não foi possível de realizar visto que as ocorrências registadas não estavam na mesma ordem e não foi possível fazer as devidas correspondências. A TAB. 14 representa os resultados obtidos.

Cod. secção	Comp. total Lev. Manual	Comp. total Lev. SIGPav Mobile	Dif. total	% Erro
9b	357,9	345,6771393	12,22286072	3,42
10a	1520,9	1465,117114	55,78288641	3,67
10b	1179,6	1045,187654	134,4123461	11,39
11a	50,1	53,55962074	-3,459620738	6,91
11b	59	56,93438923	2,065610766	3,50
12a	172,2	167,9656582	4,234341812	2,46
12b	129	133,9706798	-4,97067976	3,85
13a	1256,8	1372,135537	-115,3355371	9,18

Tabela 14: Comparação dos resultados obtidos

Como podemos ver existem algumas diferenças nas medições feitas pela roda de medição e pelo GPS do tablet de testes. Estes erros podem acontecer por vários motivos que podem ter origem por parte do software mas também por limitações do hardware em utilização.

À data da realização dos testes, a aplicação usava a classe *Location* do Android para realizar as medições a partir dos pontos de início e fim de cada ocorrência. Apesar de ser uma forma fácil de calcular a distância, esta classe apenas permite fazer cálculos em linha reta e não tem em conta as curvaturas das secções. Isto leva a que os valores calculados tendam a ser inferiores aos reais uma vez que a distancia entre dois pontos em linha reta é sempre mais curta do que segundo uma curva. De forma a contornar este problema está previsto que os cálculos sejam feitos usando o *OpenStreetMap* sempre que exista uma ligação à internet. Recorrendo a estes mapas, é possível fazer cálculos de comprimentos considerando as curvas das secções o que se acredita que irá melhorar os resultados obtidos. Também do lado do software uma das configurações do GPS poderá ter influenciado estes resultados. Para registar a localização, o Android usa um *LocationListener* que recebe dois parâmetros de configuração:

- Tempo mínimo para que a localização seja alterada;

- Distância mínima para efetuar essa alteração.

Depois de realizados os testes, os valores foram alterados para os mínimos possíveis numa tentativa de melhorar a precisão dos dados. Não foi no entanto ainda possível fazer testes com estas novas configurações.

Para além das limitações de software temos outras limitações que são mais difíceis de controlar. Tal como descrito por Jeff Shaner, "este conjunto de chips são projetados para o consumo de energia em primeiro lugar, segundo o tempo para corrigir e terceiro para a precisão da localização" [Shaner, 2014]. Apesar de isto ser talvez a ordem correta para o uso comum, nesta situação seria preferível que a ordem de prioridades fosse a inversa, ou seja:

1. Precisão;
2. Velocidade do primeiro "fix";
3. Consumo de bateria.

Também como descrito por Mio, "O GPS comum não consegue determinar a posição com uma precisão superior a 3 metros", "Os recetores GPS mais sofisticados utilizados pelos militares são dez vezes mais precisos chegando a uma precisão de 300 milímetros" [Mio, 2014]. Dado isto, é natural que as coordenadas lidas no momento em que o utilizador pretende iniciar ou finalizar uma ocorrência tenham um desvio de alguns metros. Como forma de mitigar este problema, está a ser considerado a adaptação da aplicação para o uso de um GPS externo e com melhor precisão. Embora este sistema nunca irá ter uma precisão militar, irá trazer melhorias quando comparado a um GPS interno de um tablet. Mais uma vez, também se acredita que que o recurso aos mapas traga melhorias na precisão da obtenção destas coordenadas. Isto porque, uma vez tendo as coordenadas reais das secções, o uso de mapas permite fazer a aproximação dos dados lidos pelo equipamento às coordenadas reais presentes nos mapas.

8.4 Testes funcionais

No final da implementação de um projeto, é importante fazer testes funcionais com o cliente para validar se todas as funcionalidades estão implementadas e se correspondem ao esperado. No entanto, devido à falta de tempo algumas das funcionalidades previstas ainda não se encontram implementadas. Desta forma, estes testes apenas serão realizados quando a aplicação estiver completamente implementada.

9 Interface final da aplicação

Neste capítulo será apresentada a aplicação resultante deste estágio. Os protótipos iniciais desenvolvidos no primeiro semestre encontram-se no ANEXO F.

9.1 Ecrã inicial

O ecrã inicial, ver FIG. 38, é o primeiro ecrã visível pelo utilizador quando inicia a aplicação. Tal como qualquer outro “splash screen” este aparece enquanto a aplicação executa as operações necessárias para o seu funcionamento. Na primeira execução, onde tem de criar a base de dados e popular com alguns elementos de sistema, demora alguns segundos a executar. Nas restantes vezes terá uma execução quase instantânea.



Figura 38: Ecrã inicial

9.2 Ecrã de login

Depois do arranque da aplicação será necessário efetuar o login. O ecrã de login, ver FIG. 39, contém uma *droplist* onde o utilizador seleciona o seu nome na lista e insere o seu código PIN. Depois de fazer login o utilizador pode usar a aplicação. Caso seja a primeira utilização da aplicação e não existam utilizadores na base de dados local, o botão “Importar utilizadores” no canto superior direito permite fazer a importação de utilizadores que depois poderão usar a aplicação.

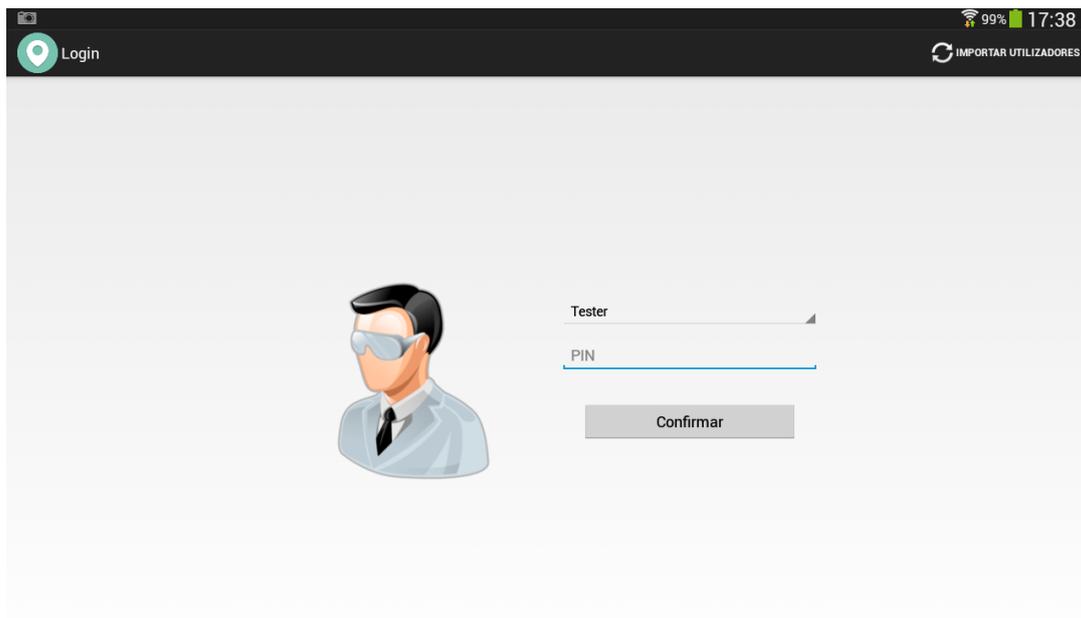


Figura 39: Ecrã de login

9.3 Menu principal

Uma vez efetuado o login, o utilizador é encaminhado para o menu principal, ver FIG. 40. Aqui, o utilizador tem acesso a todas às funcionalidades principais da aplicação, sendo elas:

- **Secções e levantamentos:** Para criação de secções e execução de levantamentos nessas secções;
- **Elementos:** para gestão dos elementos que compõem os teclados;
- **Teclados:** para gestão de teclados;
- **Importação e exportação:** onde são realizadas todas as operações de importação e exportação.

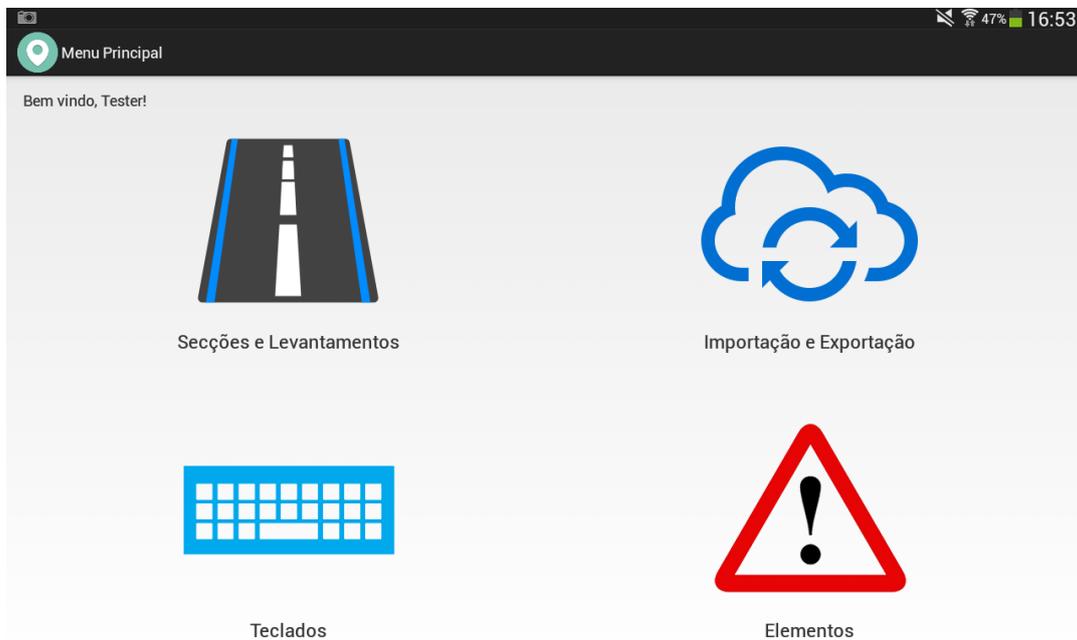


Figura 40: Menu principal

9.4 Elementos

No ecrã de elementos, ver FIG. 41, são apresentados os elementos existentes na base de dados e a informação detalhada sobre eles sempre que um elemento estiver selecionado.

Para criar um novo elemento, o utilizador pode usar o botão “Criar elemento” existente tanto por baixo da lista de elementos como no canto superior direito.

Para editar um elemento já existente, basta fazer um *long press* no elemento pretendido. No entanto existem algumas restrições:

- Os elementos de patologias, como por exemplo as 7 patologias apresentadas nas 7 primeiras posições da lista, não podem ser alteradas;
- Elementos já em uso em teclados ou levantamentos não pode ser alterados.

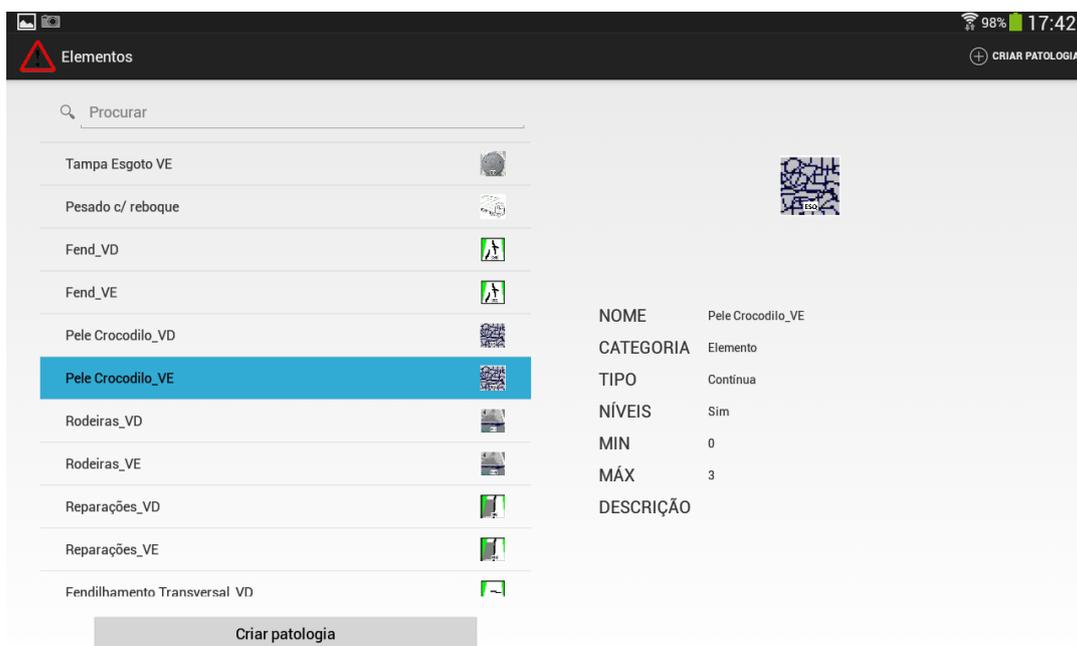
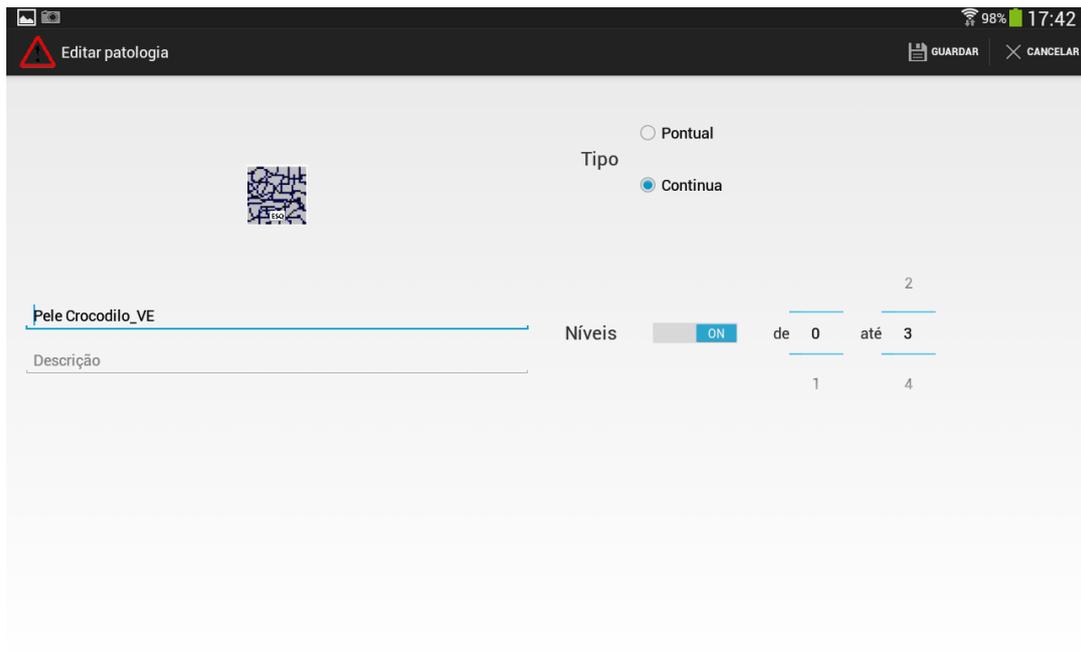


Figura 41: Ecrã de elementos

9.5 Criar elemento

Para criar um elemento é necessário preencher o formulário visível na FIG. 42. Clicando no ícone é possível selecionar a partir da galeria a imagem que o utilizador pretenda para representar o novo elemento. À direita, o utilizador necessita de seleccionar o tipo de elemento bem como indicar se se trata de um elemento como níveis ou não. Em de se tratar de um elemento com níveis, o utilizador deve indicar ainda o seu nível mínimo e máximo.



The screenshot shows a mobile application interface titled "Editar patologia". At the top right, there are icons for "GUARDAR" (Save) and "CANCELAR" (Cancel), along with a battery level of 98% and the time 17:42. The main content area is divided into several sections:

- Image Selection:** A small square icon representing a gallery selection.
- Nome:** A text input field containing "Pele Crocodilo_VE".
- Descrição:** An empty text input field.
- Tipo:** Radio buttons for "Pontual" (unselected) and "Continua" (selected).
- Níveis:** A toggle switch labeled "ON" is active. Below it, a range selector shows "de 0 até 3" with a vertical slider bar. The numbers 1 and 4 are positioned below the range.

Figura 42: Ecrã de criação de elementos

9.6 Teclados

No ecrã de teclados, ver FIG. 43, São apresentados os teclados existentes e a informação sobre o teclado selecionado. Esta informação, inclui a descrição e as teclas que o constituem. Para marcar um teclado como padrão, basta fazer um *long press* no teclado pretendido e escolher “Marcar como padrão”. Este será o primeiro teclado a aparecer quando for iniciado um levantamento. Para criar um novo teclado o utilizador pode usar o botão “Criar teclado” presente tanto por baixo da lista de teclados, como no canto superior direito do ecrã.

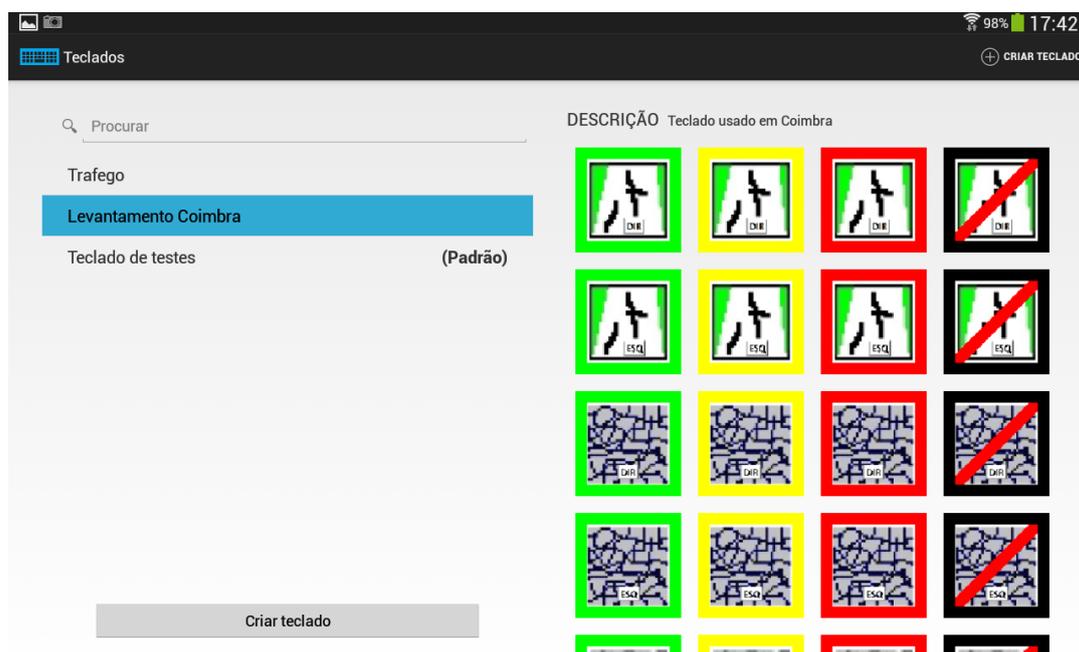


Figura 43: Ecrã de teclados

9.7 Novo teclado

Neste ecrã, ver FIG. 44, o utilizador pode configurar um teclado da forma que achar mais conveniente de usar em levantamentos. No canto superior esquerdo, são introduzidos o nome, número de colunas e descrição do teclado. Tanto o nome como o número de colunas são campos obrigatórios. No entanto, caso o número de colunas seja deixado em branco, será usado o valor default de 4.

Para adicionar teclas ao teclado, o utilizador deve clicar no elemento pretendido na lista de elementos do lado direito. Caso o elemento tenha níveis, a aplicação pede ao utilizador o nível que pretende inserir. Para além disso, no caso de se tratar de um elemento com níveis e contínuo, ainda existe a opção de adicionar a tecla “STOP”.

Para além de adicionar teclas ao teclado, é possível remover e reordenar teclas já existentes. Para as apagar, é usado um *long press* na tecla pretendida e escolher a tecla “Apagar”. Em alternativa, poderão ser apagadas todas as teclas com a opção “Apagar todas”.

Para reordenar as teclas o procedimento a usar é o seguinte:

- Clicar numa tecla para ativar o modo de reordenação;
- Arrastar a tecla para a nova posição;
- Largar a tecla;
- Repetir as vezes necessárias até que todas as teclas estejam na ordem pretendida.

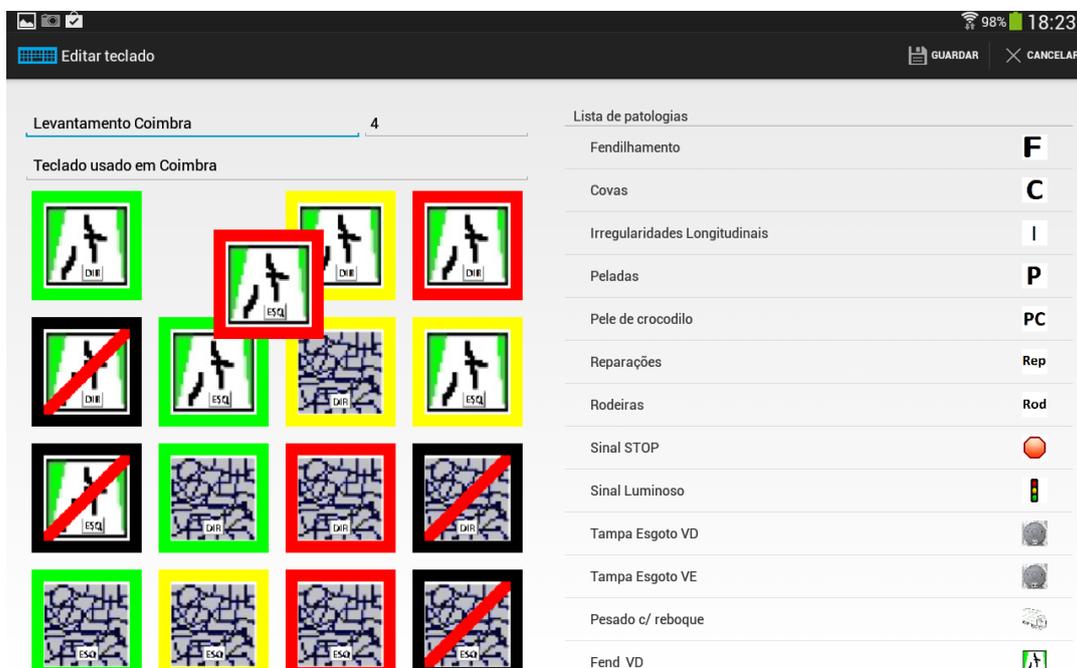


Figura 44: Ecrã de criação de teclados

9.8 Secções e levantamentos

Este menu é composto por duas Tabs que separam os ecrãs de Secções e de levantamentos. Estas Tabs são descritas nos subcapítulos seguintes

9.8.1 Secções

Neste ecrã, ver FIG. 45, é apresentado à esquerda, a lista de secções existentes e à direita a informação detalhada sobre cada uma das secções. Ao abrir este ecrã, a aplicação tenta obter a posição atual. Desta forma, consegue fazer o ordenamento das secções por distância com o intuito de facilitar a escolha ao utilizador.

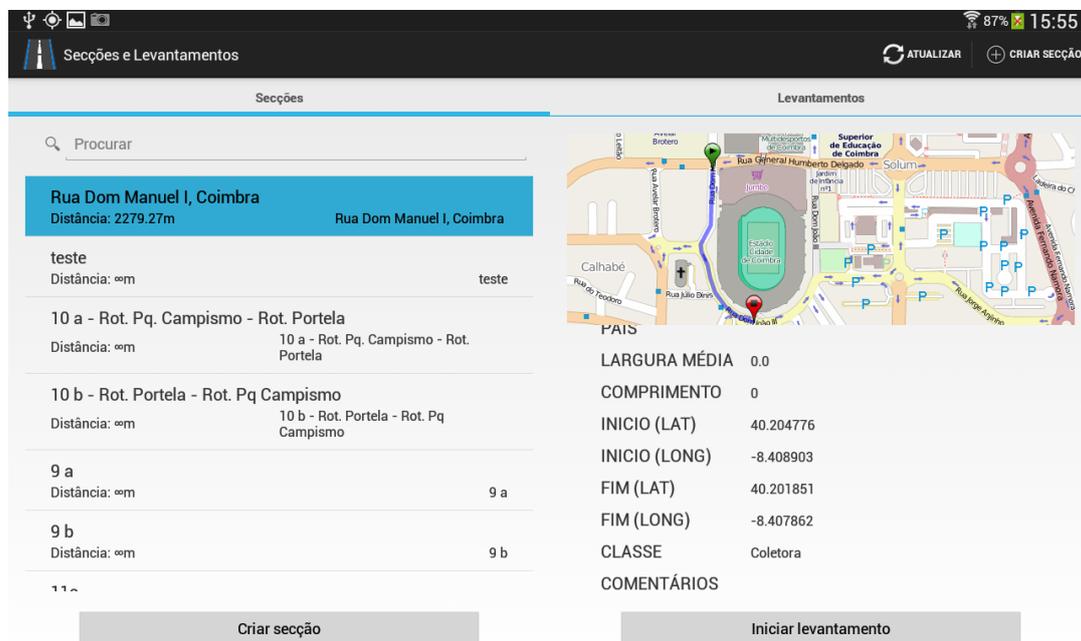


Figura 45: Ecrã de secções

Quando o utilizador seleciona uma secção, é apresentado do lado direito a informação sobre essa secção e uma representação em mapa sobre a mesma. Sempre que existir uma ligação à internet, a aplicação pode desenhar sobre o mapa o trajeto da secção selecionada. Para além desta informação é também apresentado um botão “Iniciar levantamento” que permite iniciar um levantamento nessa secção. No entanto, este levantamento só pode ser iniciado se nas configurações do dispositivo o GPS se encontrar ativo. Caso contrário o utilizador será aconselhado a navegar para o menu de configuração do GPS.

No canto superior direito existem ainda dois botões. O primeiro, “Atualizar”, faz com que a aplicação volte a obter as coordenadas atuais e recalcule as distâncias

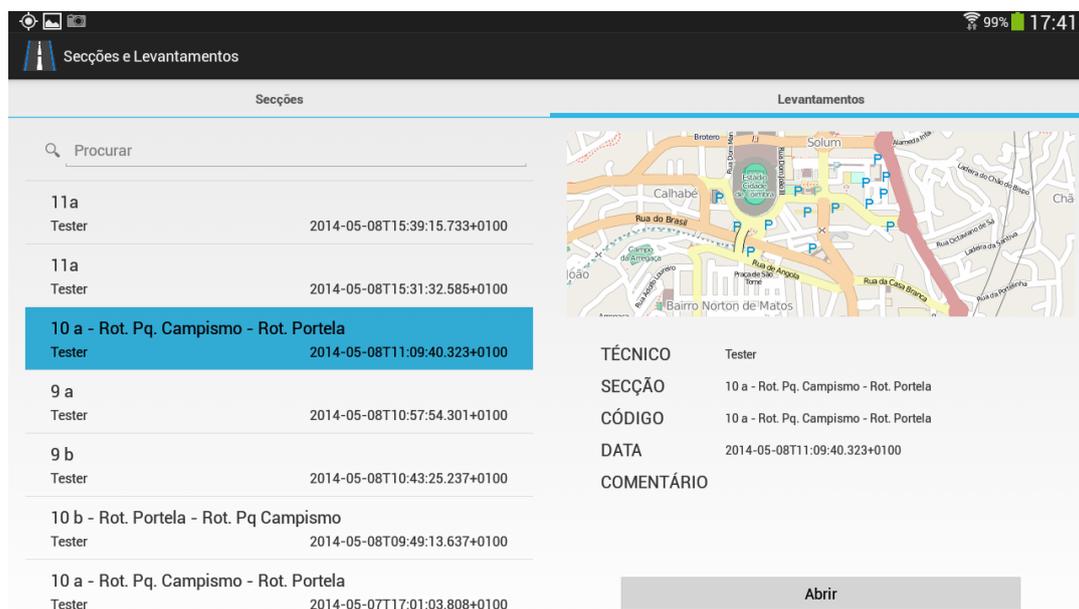
às secções e atualize a lista. Já o segundo, “Criar secção”, encaminha o utilizador para o menu de criação de secções, ver capítulo 9.9. Este botão tem o mesmo comportamento do botão visível por baixo da lista de secções.

9.8.2 Levantamentos

Na tab de Levantamentos, ver FIG. 46, é apresentada à sua esquerda, a lista de levantamentos efetuados, ordenados pela sua data. Desta forma, os levantamentos mais recentes são apresentados no topo da lista. À sua direita, é apresentada informação sobre o levantamento selecionado juntamente com uma representação em mapa sobre ele. Por baixo desta informação aparece um de dois botões:

- Continuar
- Abrir

O botão continuar permite ao utilizador continuar um levantamento que não tenha sido concluído. Aqui poderá adicionar novas ocorrências, anexos, etc. Já no botão abrir, para levantamentos já terminados, apenas podem ser vistos dados sobre o levantamentos apenas podendo ser efetuadas alterações aos anexos.



Para iniciar um novo levantamento seleccione primeiro uma secção!

Figura 46: Ecrã de levantamentos

9.9 Criar secção

No menu de criação de secções, ver FIG. 47, são pedidas ao utilizador todas as informações relevantes para a criação de uma secção. Apesar de serem várias as informações pedidas, apenas o seu nome é obrigatório.

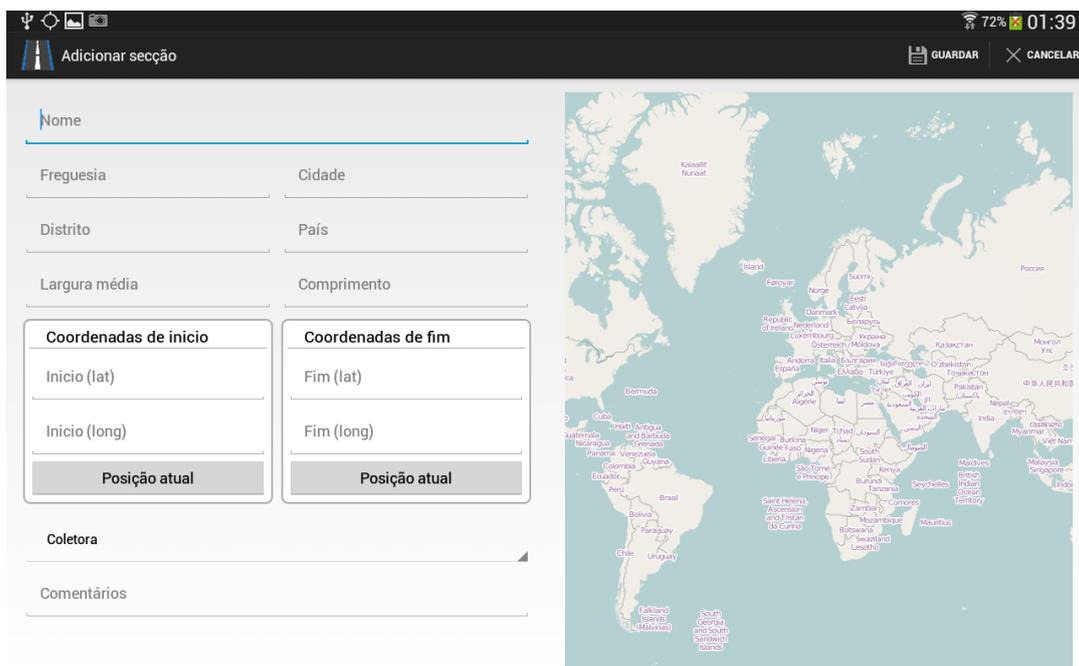


Figura 47: Ecrã de criação de secções

Nos quadros “Coordenadas de início” e “Coordenadas de fim” o utilizador introduz as duas coordenadas que identificam uma secção: início e fim. Esta inserção pode ser feita, ou manualmente ou através do botão “Posição atual” que obtém as coordenadas do dispositivo e preenche os campos do quadro correspondente. Uma vez preenchidas as duas coordenadas, e havendo uma ligação à internet, a aplicação pode fazer uma representação da secção no mapa.

9.10 Novo Levantamento

Ao iniciar um levantamento, o utilizador é encaminhado para o ecrã representado na FIG. 48.

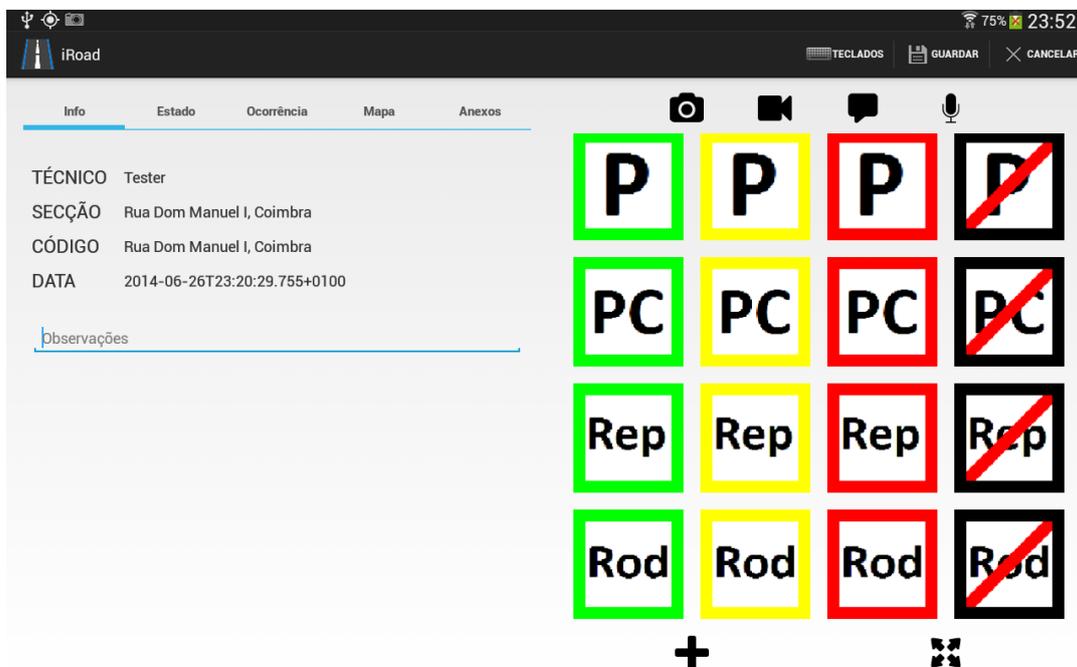


Figura 48: Ecrã de criação de levantamentos

O lado direito deste ecrã está dividido em três zonas:

- **Topo:** Quatro botões para adicionar, cada um dos quatro tipos de anexos disponíveis;
- **Centro:** O teclado ativado;
- **Baixo:** Botão para adicionar um elemento a partir da lista de todos os elementos na base de dados, e um botão para maximizar o teclado para o modo de ecrã inteiro.

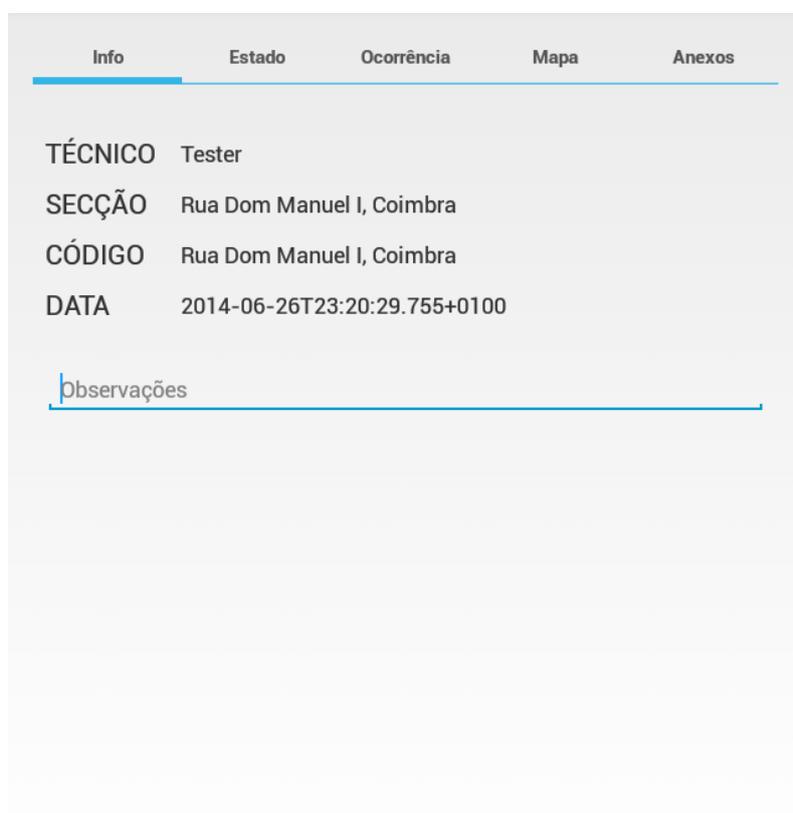
Já do lado esquerdo o ecrã está dividido em cinco tabs que são apresentadas nos subcapítulos seguintes.

9.10.1 Tab Info

A tab “Info”, ver FIG. 49, apresenta algumas informações gerais sobre o levantamento tais como:

- Técnico que efetuou o levantamento;
- Secção onde foi efetuado o levantamentos;
- Data do levantamento.

Par além desta informação, o utilizador pode inserir algumas observações que ache conveniente.



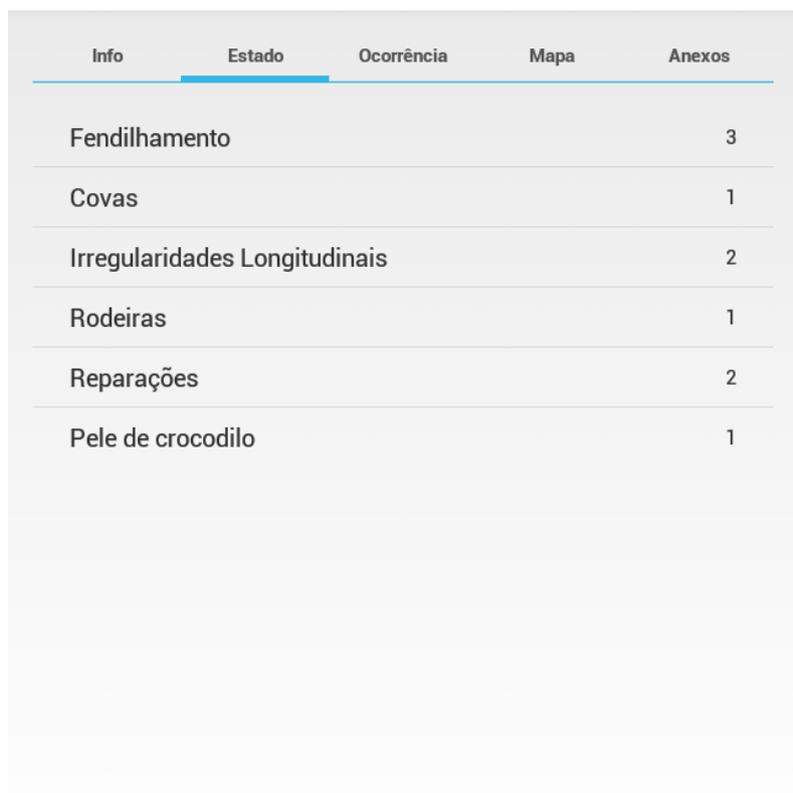
Info	Estado	Ocorrência	Mapa	Anexos
TÉCNICO	Tester			
SECÇÃO	Rua Dom Manuel I, Coimbra			
CÓDIGO	Rua Dom Manuel I, Coimbra			
DATA	2014-06-26T23:20:29.755+0100			

Observações

Figura 49: Tab Info

9.10.2 Tab Estado

Na tab “Estado”, ver FIG. 50 é apresentada alguma informação que pode ser importante para a análise do resultado de um levantamento. Esta informação é uma contagem do número de ocorrências para dada elemento levantando.



Info	Estado	Ocorrência	Mapa	Anexos
	Fendilhamento			3
	Covas			1
	Irregularidades Longitudinais			2
	Rodeiras			1
	Reparações			2
	Pele de crocodilo			1

Figura 50: Tab Estado

9.10.3 Tab Ocorrências

A tab “Ocorrências”, ver FIG. 51, apresenta a lista de todas as ocorrências de elementos que foram identificados no levantamento. Esta lista encontra-se ordenada por data de criação das ocorrências. Desta forma, as ocorrências mais recentes aparecem primeiro.

Através de um *long press* num elemento desta lista, é possível:

- Terminar a ocorrência (no caso de se tratar de um elemento contínuo e de uma ocorrência não terminada);
- Editar a ocorrência;
- Remover a ocorrência.

Info	Estado	Ocorrência	Mapa	Anexos
Reparações		Comprimento: 6.53m		3
Rodeiras		Comprimento: 12.63m		1
Reparações		Comprimento: 7.54m		2
Pele de crocodilo		Comprimento: 3m		3
Irregularidades Longitudinais		Comprimento: 2.28m		2
Irregularidades Longitudinais		Comprimento: 1.8m		2
Covas		Comprimento: 5.5m		3
Fendilhamento		Comprimento: 7.3m		3
Fendilhamento		Comprimento: 25.4m		2
Fendilhamento		Comprimento: 17m		1

Figura 51: Tab Ocorrências

9.10.4 Tab Mapa

Na tab “Mapa”, ver FIG. 52, serão apresentadas todas as ocorrências já existentes bem como as posições de criação dos vários anexos. No entanto, à data de escrita deste relatório, estas funcionalidades não se encontram ainda implementadas.

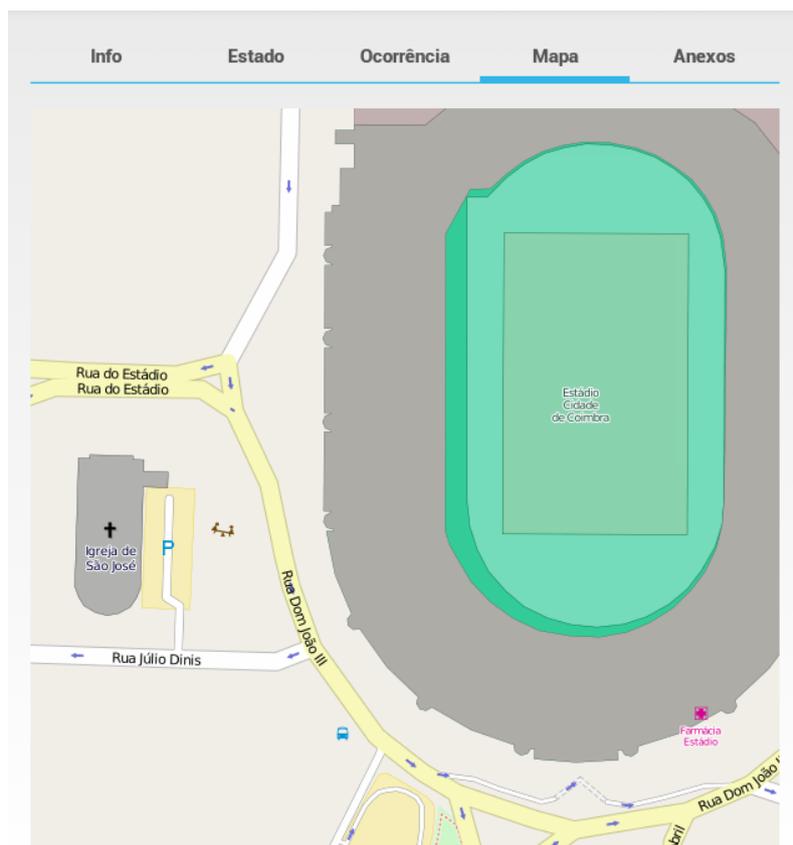


Figura 52: Tab Mapa

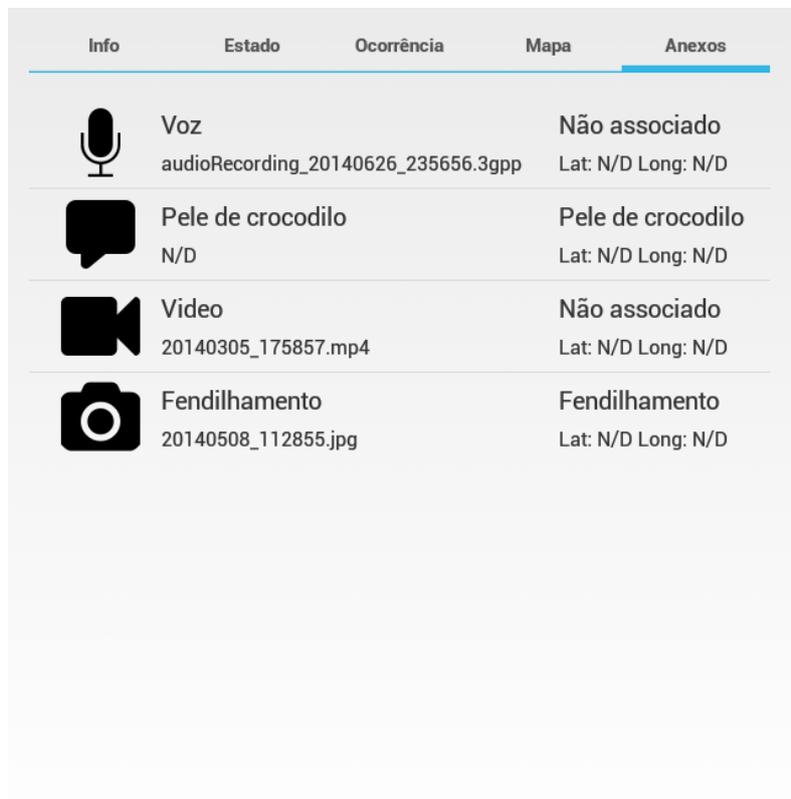
9.10.5 Tab Anexos

A tab “Anexos”, ver FIG. 53, apresenta uma lista de todos os anexos adicionados ao levantamento. Como informação, são apresentados:

- O nome do ficheiro respetivo;
- As coordenadas de criação do anexo;
- A ocorrência associada (caso exista).

Através de um *long press* num elemento desta lista é possível ao utilizador:

- Associar o anexo a uma ocorrência já existente;
- Apagar o anexo.



Info	Estado	Ocorrência	Mapa	Anexos
	Voz			Não associado Lat: N/D Long: N/D
	Pele de crocodilo			Pele de crocodilo Lat: N/D Long: N/D
	Video			Não associado Lat: N/D Long: N/D
	Fendilhamento			Fendilhamento Lat: N/D Long: N/D

Figura 53: Tab Anexos

9.10.6 Modo ecrã inteiro

No modo de ecrã inteiro, ver FIG. 54, o teclado é dividido em duas partes de forma a serem apresentadas mais teclas no ecrã. No entanto, a sua forma de funcionar é idêntica à usada no menu “Levantamento”. Apesar de neste ecrã não ser possível ver a lista de ocorrências é apresentada uma informação num pop-up sempre que é pressionada uma tecla.

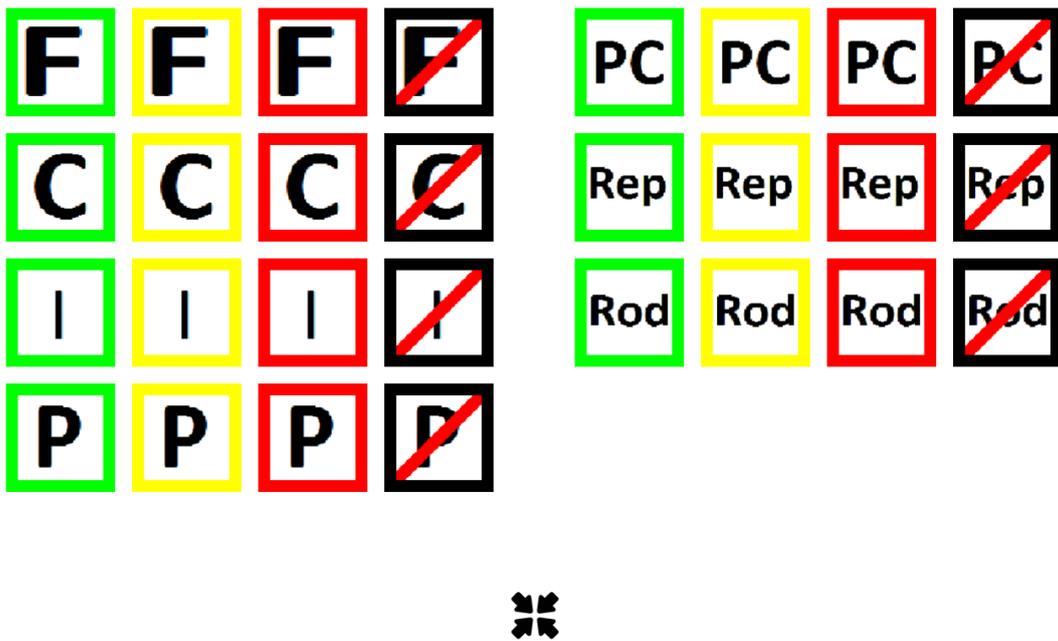


Figura 54: Levantamentos em ecrã completo

9.11 Ver levantamento

O menu “Ver levantamento”, ver FIG. 55 é um menu que se apresenta de forma muito semelhante ao “Levantamento”, ver capítulo CAP. Neste menu não é apresentado o teclado, uma vez que não se pretende que sejam inseridas novas ocorrências. Para além disso, o conjunto de tabs ocupa toda a largura do ecrã.



Info	Estado	Ocorrências	Mapa	Anexos
	Reparações	Comprimento: 6.53m		3
	Rodeiras	Comprimento: 12.63m		1
	Reparações	Comprimento: 7.54m		2
	Pele de crocodilo	Comprimento: 3m		3
	Irregularidades Longitudinais	Comprimento: 2.28m		2
	Irregularidades Longitudinais	Comprimento: 1.8m		2
	Covas	Comprimento: 5.5m		3
	Fendilhamento	Comprimento: 7.3m		3
	Fendilhamento	Comprimento: 25.4m		2
	Fendilhamento	Comprimento: 17m		1

Figura 55: Menu ver levantamentos

9.12 Importação e Exportação

O menu de “Importação e Exportação” é composto por duas Tabs “Importar” e “Exportar” que são descritas nos seguintes subcapítulos.

9.12.1 Importação

Na tab “Importar”, ver FIG. 56, o utilizador começa por seleccionar o método de importação pretendido. Depois disso, a aplicação apresenta, do lado direito, os vários itens disponíveis para fazer a importação. No caso dos itens existentes no ficheiro de importação, os itens correspondentes no lado direito ficam desbloqueados. Desta forma, o utilizador pode optar por os importar ou não. Nos itens não existentes no ficheiro, os itens na lista ficam bloqueados.

Depois de seleccionados os itens a importar, o utilizador necessita de fazer “check” na *checkbox* no canto inferior direito e usar o botão “Importar” para iniciar a importação.

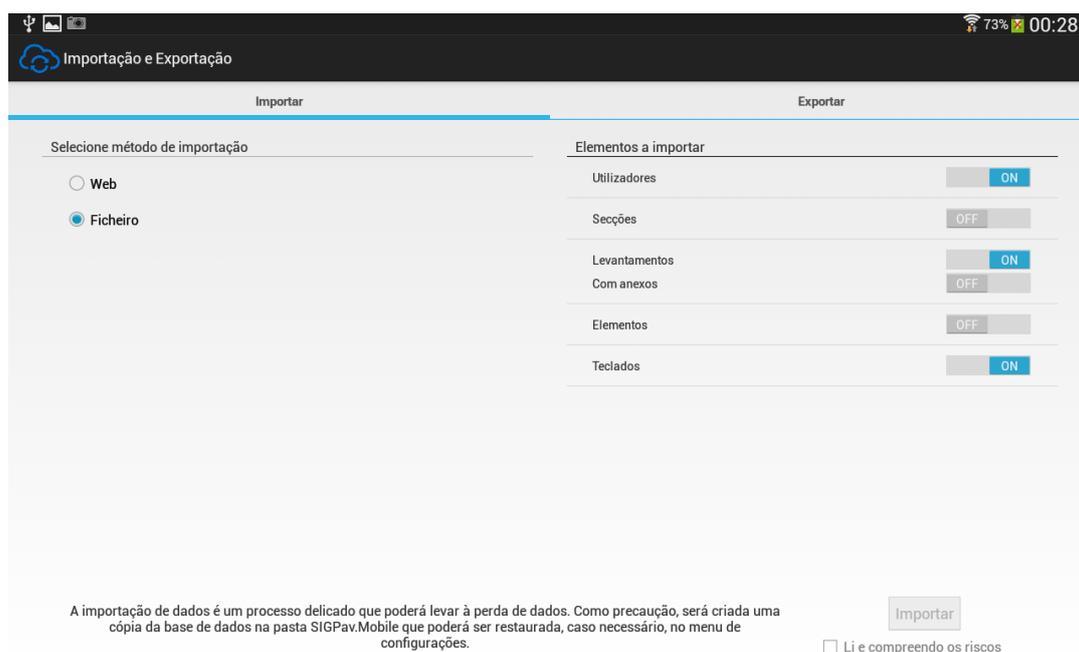


Figura 56: Ecrã de importação

9.12.2 Exportação

A exportação funciona de forma inversa da importação. Como representado na FIG. 57, o utilizador começa por seleccionar primeiro os elementos que pretende exportar e só depois necessita de seleccionar o método de exportação.

Como podemos ver pela figura existem dois formatos de exportação:

- CSV
- XML

Apenas é permitido seleccionar um tipo de dados por cada exportação. Desta forma, o utilizador pode seleccionar ou levantamentos em CSV, ou qualquer outra combinação de itens em XML. Para facilitar este procedimento, sempre que o utilizador selecciona levantamentos em CSV a aplicação garante que todas as opções em XML ficam desligadas, e vice-versa.

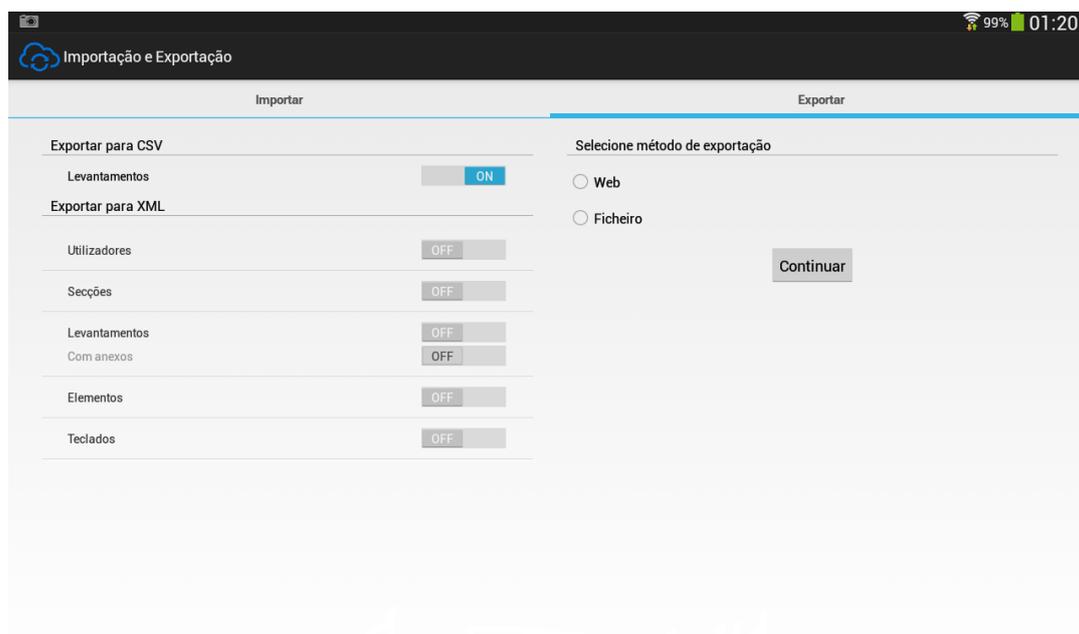


Figura 57: Ecrã de exportação

9.13 Configurações

Neste menu, ver FIG. 58, são efetuadas as configurações da aplicação. À data de escrita deste relatório, estas configurações apenas passavam pela configuração de URL e Porto de ligação ao servidor.

Em adição a esta configuração, existem também duas funções que permitem fazer backups à base de dados:

- **Backup:** faz uma cópia da imagem da base de dados para um ficheiro;
- **Restore:** pede um ficheiro de backup ao utilizador, e restaura essa imagem da base de dados.

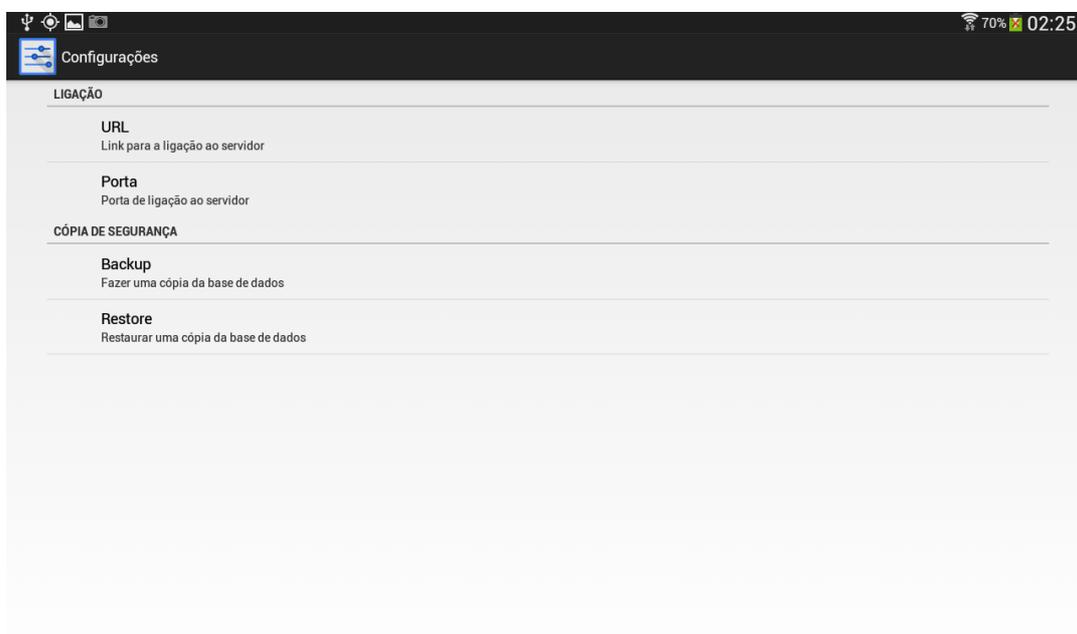


Figura 58: Menu de configurações

10 Conclusões e Trabalho Futuro

10.1 Conclusões

Com o final deste estágio conseguiu-se desenvolver e testar uma aplicação capaz de efetuar levantamentos de estados da qualidade dos pavimentos das redes rodoviárias. Uma vez que toda a aplicação SIGPav.Mobile foi criada de raiz pelo estagiário, não havendo nada especificado sobre a solução pretendida, foi preciso começar por identificar os requisitos da aplicação. Depois de validadas todas as funcionalidades que deviam incorporar a solução, criou-se um protótipo não funcional que permitisse ao utilizador interagir com todas essas funcionalidades. Esta interface foi depois validada pela *escadote* e pelo Professor Doutor Adelino Ferreira antes de se passar ao desenvolvimento. Depois de ter um protótipo da aplicação foram realizados alguns testes que permitiram fazer várias correções e melhorias à aplicação.

Apesar de não terem sido conseguido desenvolver todas os Use Cases previstos podemos considerar o decorrer deste estágio com bem sucedido. Não foram implementas Use Cases como:

- [UC003] - Importar utilizadores via Web, ver ANEXO B.3;
- [UC015] - Retificar manualmente a posição de ocorrência de uma patologia pelo mapa, ver ANEXO B.15;
- [UC031] - Exportar levantamentos/secções/elementos /teclados via Web, ver ANEXO B.31.

Estas Use Cases, apesar de serem uma mais valia para a aplicação, não se consideram para esta fase como sendo de extrema importância e não comprometem o seu uso.

A aplicação desenvolvida foi testada e é capaz de recolher dados sobre as secções rodoviárias. Estes dados podem depois ser exportadas para outros sistemas SIG-Pav.Mobile bem como para outras plataformas recorrendo aos formatos de ficheiro CSV e XML. Acredita-se também que este sistema possa vir a melhorar o nível de qualidade dos pavimentos das vias rodoviárias de vários municípios sendo não só uma mais-valia para os utilizadores mas também para estes municípios visto que, segundo o Professor Adelino Ferreira, alguns dos municípios em Portugal, tal como o de Coimbra, não possuem um SGP.

Também à data da realização deste relatório foram submetidos dois artigos:

- “iRoad - Sistema De Aquisição De Dados De Qualidade Das Infraestruturas Rodoviárias”, que foi apresentado no 7º Congresso de Gestão e Conservação da Natureza & II Congresso de Ciência e Desenvolvimento dos Açores;
- “SIGPav - Sistema De Gestão Da Conservação E Reabilitação De Redes Rodoviárias” a ser apresentado no seminário “Engenharia de Infraestruturas de Transporte 2014”, que terá lugar no Montebelo Aguireira Lake Resort & Spa.

Esta conferência vai contar com representantes de vários municípios a nível nacional e vai também contar com a presença do estagiário e restantes elementos da escadote.

10.2 Trabalho futuro

De modo a melhorar a aplicação e dar continuidade ao projeto, está previsto o desenvolvimento/melhoria das seguintes funcionalidades:

- Exportação para outros formatos, como por exemplo: *KMZ*, *ArcGIS*;
- Adicionar um botão em branco para permitir adicionar espaços nos teclados;
- Várias imagens para representar as várias gravidades de um ícone, em vez de usar apenas uma moldura com diferentes cores;
- Cálculo de distância desde o início da secção até ao início de cada ocorrência;
- Possibilidade de usar um GPS externo via Bluetooth;
- Função que permita fazer a contagem de tráfego. Esta função engloba a adição de um *timer* para fazer a contagem de tráfego num intervalo de tempo fixo.
- Otimização da integração com o *OpenStreetMaps*;
- Cálculo de distâncias recorrendo ao *OpenStreetMap*;
- Otimização da representação dos teclados;
- Criação de um sistema de Log para monitorização de ações feitas na aplicação.

Referências

- [Abarisain, 2014] Abarisain (Junho, 2014). <https://github.com/abarisain/dmix/blob/master/MPDroid/src/com/namelessdev/mpdroid/ui/SquareImageView.java>.
- [AHTD, 2013] AHTD (Outubro, 2013). http://www.arkansashighways.com/planning_research/pavement_management/pavement_management.aspx.
- [Apple, 2013] Apple (Dezembro, 2013). <http://store.apple.com/pt/buy-ipad/ipad2>.
- [Askerov, 2014] Askerov, A. (Junho, 2014). <https://www.youtube.com/watch?v=zIzNvxksIfY>.
- [Barella, 2008] Barella, R. (2008). *Contribuição para a avaliação da irregularidade longitudinal de pavimentos com perfilómetros inerciais*. Tese de Doutoramento, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- [Cohn, 2013] Cohn, M. (Novembro, 2013). <http://www.mountaingoatsoftware.com/topics/user-stories>.
- [ComplexDragDropGridView, 2014] ComplexDragDropGridView (Junho, 2014). <https://code.google.com/p/android-gridview-drag-and-drop/>.
- [DraggableGridView, 2014] DraggableGridView (Junho, 2014). <https://github.com/thquinn/DraggableGridView>.
- [DynamicGrid, 2014] DynamicGrid (Junho, 2014). <https://github.com/askerov/DynamicGrid>.
- [Ferreira, 2013a] Ferreira, A. (2012/2013a). *Catálogo de patologias dos pavimentos*, apresentação da cadeira de mestrado de engenharia civil.
- [Ferreira, 2013b] Ferreira, A. (2012/2013b). *Observação dos pavimentos*, apresentação da cadeira de mestrado de engenharia civil.
- [Ferreira et al., 2009] Ferreira, A., Meneses, S., and Vicente, F. (2009). *Pavement-management system for Oliveira do Hospital, Portugal*.
- [Floor-Slip, 2013] Floor-Slip (Outubro, 2013). <http://www.floorslip.co.uk/floor-test-with-pendulum-tester.html>.
- [Fnac, 2014] Fnac (Junho, 2014). <http://www.fnac.pt/Toshiba-Satellite-C50-A-1JM-Computador-Portatil-Computador-Portatil/a745745>.
- [Gilson, 2013] Gilson (Outubro, 2013). <http://www.globalgilson.com/productdisplay.asp?group=BenkelmanBeam>.
- [GizmoSlip, 2013] GizmoSlip (Dezembro, 2013). <http://www.youtube.com/watch?v=B73N0HmvS8Q>.

- [God, 2013] God, T. G. (Dezembro, 2013). <http://www.youtube.com/watch?v=S1ovY9ymewU>.
- [GSMArena, 2013a] GSMArena (Dezembro, 2013a). http://www.gsmarena.com/android_worldwide_marketshare_crosses_80_for_the_first_time-news-7171.php.
- [GSMArena, 2013b] GSMArena (Dezembro, 2013b). http://www.gsmarena.com/samsung_galaxy_note_10_1-review-798p6.php.
- [GSMArena, 2013c] GSMArena (Dezembro, 2013c). http://www.gsmarena.com/samsung_galaxy_note_101_2014-review-1003.php.
- [GSMArena, 2013d] GSMArena (Dezembro, 2013d). http://www.gsmarena.com/samsung_galaxy_tab_2_101-review-749.php.
- [GSMArena, 2013e] GSMArena (Dezembro, 2013e). http://www.gsmarena.com/samsung_galaxy_tab_3_101-review-948.php.
- [Guy, 2013] Guy, K. G. (Dezembro, 2013). <http://www.youtube.com/watch?v=r1mvoHq89oE>.
- [hardware.info, 2013a] hardware.info (Dezembro, 2013a). <http://uk.hardware.info/productinfo/149013/samsung-galaxy-tab-2-101-silver#tab:testresults>.
- [hardware.info, 2013b] hardware.info (Dezembro, 2013b). <http://uk.hardware.info/productinfo/149985/asus-transformer-pad-tf300-32gb-blue+-docking#tab:testresults>.
- [hardware.info, 2013c] hardware.info (Dezembro, 2013c). <http://uk.hardware.info/productinfo/172355/asus-vivotab-rt-tf600t-b1-gr-32gb-grey#tab:testresults>.
- [hardware.info, 2013d] hardware.info (Dezembro, 2013d). <http://uk.hardware.info/reviews/3789/7/asus-vivotab-rt-tf600t-review-windows-rt-according-to-asus-conclusion>.
- [hardware.info, 2013e] hardware.info (Dezembro, 2013e). <http://us.hardware.info/productinfo/173888/sony-xperia-z-tablet-black-16gb#tab:testresults>.
- [Horta et al., 2013] Horta, C., Pereira, F., Lopes, S., and Morgado, J. (2013). *O sistema de gestão de conservação de pavimentos da Estradas de Portugal, S.A. - Balanço de uma implementação consolidada*.
- [KG, 2013a] KG, S. N. G. . C. (Outubro, 2013a). http://www.strassengriffigkeit.de/index.php/cpx_principle.html.
- [KG, 2013b] KG, S. N. G. . C. (Outubro, 2013b). http://www.strassengriffigkeit.de/index.php/gpr_principle.html.

- [KG, 2013c] KG, S. N. G. . C. (Outubro, 2013c). <http://www.strassengriffigkeit.de/index.php/1%C3%A4rmmessungen-en.html>.
- [KG, 2013d] KG, S. N. G. . C. (Outubro, 2013d). http://www.strassengriffigkeit.de/index.php/scrim_principle.html.
- [KG, 2013e] KG, S. N. G. . C. (Outubro, 2013e). <http://www.strassengriffigkeit.de/index.php/substanzmessungen-en.html>.
- [Lehtimäki, 2013] Lehtimäki, J. (Dezembro, 2013). <http://www.androiduipatterns.com/2013/06/donts-of-android-design.html>.
- [LNEC, 2013] LNEC (Outubro, 2013). <http://www.lnec.pt/organizacao/dt/nit/deflectometro>.
- [Luz, 2011] Luz, A. (2011). *Contribuição para a modelação do índice de qualidade na caracterização da rede rodoviária nacional*. Tese de Mestrado, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa.
- [Meneses and Ferreira, 2008] Meneses, S. and Ferreira, A. (2008). *Novo Sistema de Apoio à Decisão para Utilização em Sistemas de Gestão de Pavimentos*.
- [Mio, 2014] Mio (Junho, 2014). <http://www.mio.com/technology-gps-accuracy.htm>.
- [Morgado, 2013] Morgado, J. (2012/2013). *O sistema de gestão de pavimentos das Estradas de Portugal, S.A.*, apresentação da estradas de portugal, s.a.
- [Nascimento, 2012] Nascimento, C. (2012). *Gestão da Conservação dos Pavimentos da Rede Rodoviária de Coimbra*. Tese de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Coimbra.
- [NCAT, 2013] NCAT (Outubro, 2013). <http://www.eng.auburn.edu/research/centers/ncat/facilities/automatic-road-analyzer.html>.
- [OrmLite, 2014] OrmLite (Junho, 2014). <http://ormlite.com/>.
- [OSMBonusPack, 2014] OSMBonusPack (Junho, 2014). <https://code.google.com/p/osmbonuspack/>.
- [OSMDroid, 2014] OSMDroid (Junho, 2014). <https://code.google.com/p/osmdroid/>.
- [PagedDragDropGrid, 2014] PagedDragDropGrid (Junho, 2014). <https://github.com/mrKlar/PagedDragDropGrid>.
- [Renault, 2014] Renault (Junho, 2014). <http://www.renault.pt/gama/veiculos-comerciais/trafic/trafic/configurador/index.jsp>.
- [Schuster, 2013] Schuster, D. (Dezembro, 2013). <http://www.notebookcheck.net/Review-Huawei-MediaPad-10-FHD-Tablet.86037.0.html>.
- [ScrumHalf, 2013a] ScrumHalf (Novembro, 2013a). <http://blog.myscrumhalf.com/2011/10/criterios-de-aceitacao-das-user-stories/>.

- [ScrumHalf, 2013b] ScrumHalf (Novembro, 2013b). <http://blog.myscrumhalf.com/2011/10/user-stories-o-que-sao-como-usar/>.
- [Shaner, 2014] Shaner, J. (Junho, 2014). <http://blogs.esri.com/esri/arcgis/2013/07/15/smartphones-tablets-and-gps-accuracy/>.
- [Shehab, 2014] Shehab, M. (Junho, 2014). <https://www.youtube.com/watch?v=beb-n2yq0kM>.
- [Sony, 2013] Sony (Dezembro, 2013). <http://www.sonymobile.com/pt/products/tablets/xperia-tablet-z/Features/#design>.
- [Summers, 2013] Summers, C. (Outubro, 2013). <http://www.highwaysmaintenance.com/skidtext.htm>.
- [Surplus, 2013] Surplus, P. (Outubro, 2013). <http://www.publicsurplus.com/sms/auction/view?auc=980355>.
- [Tamada, 2014] Tamada, R. (Junho, 2014). <http://www.androidhive.info/2012/07/android-gps-location-manager-tutorial/>.
- [TransView, 2013] TransView (Outubro, 2013). <http://www.transview.org/aran/>.
- [ViewPagerIndicator, 2014] ViewPagerIndicator (Junho, 2014). <http://viewpagerindicator.com/>.
- [WDM, 2013] WDM (Outubro, 2013). <http://www.epc.com.hk/uploadfiles/SCRIM.PDF>.
- [Wollman, 2013] Wollman, D. (Dezembro, 2013). <http://www.engadget.com/2012/04/22/asus-transformer-pad-tf300-review/>.

Anexo A - User Stories

A.1 US001

Descrição	Como utilizador, preciso de poder fazer autenticação a fim de poder usar a aplicação.
Critérios de aceitação	<ul style="list-style-type: none"> • O sistema deve permitir fazer autenticação de utilizadores. • Caso não existam utilizadores deve ser possível fazer uma importação inicial.

Tabela 15: US001

A.2 US002

Descrição	Como utilizador, preciso de poder indicar quando um levantamento começa e acaba.
Critérios de aceitação	<ul style="list-style-type: none"> • O sistema deve permitir iniciar e finalizar levantamentos; • O sistema deve alertar o utilizador quando sai de um levantamento sem guardar os dados.

Tabela 16: US002

A.3 US003

Descrição	Como utilizador, preciso de ser capaz de indicar o código ou nome da secção para o levantamento.
Critérios de aceitação	<ul style="list-style-type: none"> • O sistema deve permitir pesquisar uma rua pelo seu nome ou pelo seu código da secção na base de dados; • Ao seleccionar a secção, o sistema deve apresentar estes dados durante o levantamento; • Caso seja possível obter a posição do utilizador, as secções devem ficar listadas por distância.

Tabela 17: US003

A.4 US004

Descrição	Como utilizador, caso uma secção já exista na base de dados, deve ser possível visualizar as suas características.
Critérios de aceitação	<ul style="list-style-type: none"> • O sistema deve ter, depois de corretamente indicado a secção em questão, uma opção onde seja possível fazer a visualização das características da secção na base de dados. • Apenas deve ser possível visualizar estes dados se a secção for corretamente identificada pelo utilizador e se esta estiver presente na base de dados.

Tabela 18: US004

A.5 US005

Descrição	Como utilizador, se uma secção não estiver presente na base de dados, gostaria de poder inserir alguma informação para facilitar a sua introdução na aplicação SIGPav.
Critérios de aceitação	<ul style="list-style-type: none"> • Caso não seja possível encontrar a secção na lista de secções da base de dados esta deve ficar com uma indicação de que esta precisa de ser inserida na aplicação SIGPav. • O sistema deve permitir adicionar informação que facilite a introdução da secção na base de dados da aplicação SIGPav durante o processo de importação.

Tabela 19: US005

A.6 US006

Descrição	Como utilizador, preciso de ser capaz de indicar uma patologia/elemento continua durante um levantamento.
Critérios de aceitação	<ul style="list-style-type: none"> • O sistema deve ser capaz de registar a posição inicial e final de uma patologia/elemento continua. • O sistema deve ser capaz de obter e registar a posição inicial e final, pelas coordenadas do GPS, onde ocorre essa patologia e associa-la ao respetivo levantamento.

Tabela 20: US006

A.7 US007

Descrição	Como utilizador, preciso de ser capaz de indicar uma patologia/elemento pontual durante um levantamento.
Critérios de aceitação	<ul style="list-style-type: none"> • O sistema deve ser capaz de registar uma patologia/elemento pontual durante um levantamento. • O sistema deve ser capaz de obter e registar a posição, pelas coordenadas do GPS, onde ocorre essa patologia e associa-la ao respetivo levantamento.

Tabela 21: US007

A.8 US008

Descrição	Como utilizador, gostaria de poder anexar fotos/vídeo/gravações de som/comentários que ache relevantes durante a análise de uma secção.
Critérios de aceitação	<ul style="list-style-type: none"> • O sistema deve permitir anexar fotos/vídeo/gravações de som/comentários a uma análise de estado de uma secção. • As/os fotos/vídeo/gravações de som/comentários anexadas(os) devem também conter informação associada das coordenadas GPS de onde foram criadas(os).

Tabela 22: US008

A.9 US009

Descrição	Como utilizador, gostaria que me fosse possível ver o progresso do levantamento do estado da secção à medida que esta estivesse a ocorrer.
Critérios de aceitação	<ul style="list-style-type: none"> • sistema deve apresentar de forma gráfica o conjunto de patologias/elementos já detetadas para aquele levantamento. • O sistema deve atualizar a representação à medida de que o conjunto de patologias/elementos for alterado.

Tabela 23: US009

A.10 US010

Descrição	Como utilizador, gostaria de poder visualizar os levantamentos previamente efetuados.
Critérios de aceitação	<ul style="list-style-type: none"> • O sistema deve apresentar uma opção onde seja possível fazer a listagem dos levantamentos já efetuados e ainda guardados no equipamento. • O sistema deve permitir, selecionando um levantamento da lista de levantamentos efetuados, visualizar toda a informação que lhe é respetiva.

Tabela 24: US010

A.11 US011

Descrição	Como utilizador, gostaria de poder editar os levantamentos previamente efetuados caso seja necessário corrigir algum erro ou adicionar alguma informação.
Critérios de aceitação	<ul style="list-style-type: none"> • O sistema deve permitir, selecionando um levantamento da lista de levantamentos efetuados, editar qualquer um dos campos que lhe é respetivo.

Tabela 25: US011

A.12 US012

Descrição	Como utilizador, gostaria de poder apagar um levantamento previamente efetuado.
Critérios de aceitação	<ul style="list-style-type: none"> • O sistema deve permitir, selecionando um levantamento da lista de levantamentos efetuados, apagar esse levantamento.

Tabela 26: US012

A.13 US013

Descrição	Como utilizador, gostaria de poder adicionar/editar/eliminar elementos que podem ser identificados durante um levantamento.
Critérios de aceitação	<ul style="list-style-type: none"> • O sistema deve permitir adicionar/editar/eliminar elementos que podem ser adicionados ao teclado virtual para serem reconhecidos durante um levantamento.

Tabela 27: US013

A.14 US014

Descrição	Como utilizador, preciso de configurar o teclado com patologias/elementos para fazer os levantamentos.
Critérios de aceitação	<ul style="list-style-type: none"> • O sistema deve permitir adicionar/reordenar/remover patologias/elementos ao teclado. • O sistema deve permitir editar teclados já existentes. • O sistema deve permitir a utilização do teclado configurado. • O sistema deve permitir a seleção do teclado a usar.

Tabela 28: US014

A.15 US015

Descrição	Como utilizador, gostaria de poder alterar os ícones representantes de cada patologia/elemento no teclado para os meus próprios desenhos.
Critérios de aceitação	<ul style="list-style-type: none"> • O sistema deve permitir a edição dos ícones representativos de cada um dos botões do teclado. • O sistema deve permitir a utilização do teclado configurado com os novos ícones.

Tabela 29: US015

A.16 US016

Descrição	Como utilizador, gostaria de importar/exportar teclados previamente configurados para que sejam reutilizados.
Critérios de aceitação	<ul style="list-style-type: none"> • O sistema deve permitir exportar um teclado previamente configurado para um ficheiro. • O sistema deve permitir importar um teclado previamente configurado de um ficheiro.

Tabela 30: US016

A.17 US017

Descrição	Como utilizador, precisava de poder importar dados da aplicação SIGPav a fim de atualizar a informação na aplicação SIGPav Mobile.
Critérios de aceitação	<ul style="list-style-type: none"> • O sistema deve permitir a importação de um ficheiro a partir da base de dados da aplicação SIGPav e atualizar a informação dos códigos de secção e os respectivos nomes na base de dados. • O sistema deve permitir a importação da informação de utilizadores a fim de poderem fazer levantamentos.

Tabela 31: US017

A.18 US018

Descrição	Como utilizador, preciso de exportar os meus dados em formato aberto de forma a serem utilizados na aplicação SIGPav ou noutro tipo de aplicação.
Critérios de aceitação	<ul style="list-style-type: none">• Os dados a exportar devem ser armazenados em formato XML.• O sistema deve ser capaz de criar ficheiros com os dados recolhidos durante os levantamentos.• O sistema deve permitir a exportação de levantamentos.• O sistema deve permitir a exportação de secções.• O sistema deve permitir a exportação de teclados.• O sistema deve permitir a exportação de elementos.

Tabela 32: US018

Anexo B - Use Cases

B.1 [UC001] - Validar a licença

Atores	Aplicação SIGPav Mobile
Prioridade	Should
Pré-condições	<ul style="list-style-type: none"> • Estar ligado à internet.
Pós-condições	<ul style="list-style-type: none"> • Licença validada.
Descrição do caso de uso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar a ligação à internet; 2. Efetuar pedido ao Web Service de verificação de licença; <ol style="list-style-type: none"> (a) Licença validada com sucesso → Menu principal; (b) Licença inválida → Sai da aplicação.

Tabela 33: [UC001] - Validar a licença

B.2 [UC002] - Fazer login

Atores	Técnico
Prioridade	Must
Pré-condições	<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador tem de existir na base de dados local.
Pós-condições	<ul style="list-style-type: none"> • É possível fazer levantamentos e editar dados.
Descrição do caso de uso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Iniciar a aplicação; 2. Selecionar o nome do utilizador; 3. Introduzir o respetivo PIN; 4. A aplicação encripta o código introduzido e compara com os dados presentes na base de dados; <ul style="list-style-type: none"> • Se os dados forem iguais → Menu principal; • Se os dados não forem iguais → Alerta de dados incorretos.

Tabela 34: [UC002] - Fazer login

B.3 [UC003] - Importar utilizadores via Web

Atores	Técnico
Prioridade	Must
Pré-condições	<ul style="list-style-type: none"> • Ter o servidor Web configurado; • Estar no menu “Exportar/Importar”; • Ter espaço suficiente na memória do dispositivo para guardar o ficheiro; • Ter uma ligação à internet; • Ter a licença validada.
Pós-condições	<ul style="list-style-type: none"> • Os novos utilizadores podem fazer levantamentos na aplicação.
Descrição do caso de uso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Entrar na opção “Importar”; 2. Selecionar a opção “Web”. 3. O sistema transfere o último ficheiro de importação disponível. 4. O sistema descomprime o ficheiro transferido e apresenta as opções de importação disponíveis. 5. Selecionar “Utilizadores”; 6. Através do ficheiro XML é feita a leitura dos utilizadores existentes e uma inserção de cada um deles na base de dados.

Tabela 35: [UC003] - Importar utilizadores via Web

B.4 [UC004] - Importar utilizadores de um ficheiro

Atores	Técnico
Prioridade	Must
Pré-condições	<ul style="list-style-type: none"> • Ter espaço suficiente na memória do dispositivo para guardar o ficheiro.
Pós-condições	<ul style="list-style-type: none"> • Os novos utilizadores podem fazer levantamentos na aplicação.

Descrição do caso de uso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Entrar na opção “Importar”; 2. Selecionar “Manual”; 3. Navegar até à localização do ficheiro; 4. O sistema descomprime o ficheiro e apresenta as opções de importação disponíveis. 5. Selecionar “Utilizadores”; 6. Confirmar que foi lido o aviso respetivo à importação; 7. Confirmar. 8. Através do ficheiro XML é feita a leitura dos utilizadores existentes e uma inserção de cada um deles na base de dados.
---------------------------------	---

Tabela 36: [UC004] - Importar utilizadores de um ficheiro

B.5 [UC005] - Importar secções/elementos/teclados de um ficheiro

Atores	Técnico
Prioridade	Must
Pré-condições	<ul style="list-style-type: none"> • [UC002] – Ter login efetuado; • Estar no menu “Exportar/Importar”; • Ter espaço suficiente na memória do dispositivo para guardar o ficheiro.
Pós-condições	<ul style="list-style-type: none"> • As secções importadas são adicionadas à base de dados e é possível seleccioná-las durante um levantamento.; • Os dados já exportados presentes na base de dados são apagados.

Descrição do caso de uso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Entrar na opção “Importar”; 2. Selecionar a opção “Manual”; 3. Navegar até à localização do ficheiro; 4. O sistema descomprime o ficheiro e apresenta as opções de importação disponíveis. 5. Selecionar “Seções”/“Elementos”/“Teclados”; 6. Confirmar que foi lido o aviso respetivo à importação; 7. Confirmar. 8. Através do ficheiro XML é feita a leitura dos “Seções”/“Elementos”/“Teclados” existentes e uma inserção de cada um deles na base de dados.
---------------------------------	---

Tabela 37: [UC005] - Importar secções /elementos/teclados de um ficheiro

B.6 [UC006] - Importar secções/elementos/teclados via Web

Atores	Técnico
Prioridade	Must
Pré-condições	<ul style="list-style-type: none"> • [UC002] – Ter login efetuado; • Ter o servidor Web configurado; • Estar no menu “Exportar/Importar”; • Ter espaço suficiente na memória do dispositivo para guardar o ficheiro; • Ter uma ligação à internet.
Pós-condições	<ul style="list-style-type: none"> • As secções importadas são adicionadas à base de dados local e é possível selecioná-las durante um levantamento; • Os dados já exportados presentes na base de dados local são apagados.

Descrição do caso de uso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Entrar na opção “Importar”; 2. Selecionar a opção “Web”; 3. O sistema transfere o último ficheiro de importação disponível. 4. O sistema descomprime o ficheiro e apresenta as opções de importação disponíveis. 5. Selecionar “Seções”/“Elementos”/“Teclados”; 6. Confirmar que foi lido o aviso respetivo à importação; 7. Confirmar. 8. Através do ficheiro XML é feita a leitura das/dos “Seções”/“Elementos”/“Teclados” existentes e uma inserção de cada um deles na base de dados.
---------------------------------	---

Tabela 38: [UC006] - Importar secções /elementos/teclados via Web

B.7 [UC007] - Listar secções

Atores	Técnico
Prioridade	Must
Pré-condições	-
Pós-condições	<ul style="list-style-type: none"> • O sistema mostra uma listagem de todas as secções existentes na base de dados.
Descrição do caso de uso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aceder ao menu “Secções”. 2. A aplicação acede à base de dados para obter a lista de secções; 3. Se for possível obter a posição atual → Ordenar por ordem crescente de distância; 4. Apresentar a lista de secções.

Tabela 39: [UC007] - Listar secções

B.8 [UC008] - Adicionar uma nova secção

Atores	Técnico
Prioridade	Must
Pré-condições	<ul style="list-style-type: none"> • [UC002] – Ter login efetuado; • A secção pretendida não existe na base de dados local; • Estar no menu “Adicionar nova secção”.
Pós-condições	<ul style="list-style-type: none"> • Secção adicionada à base de dados; • É possível fazer um levantamento na secção introduzida.
Descrição do caso de uso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Preencher campo “Nome da secção”; 2. Selecionar um elemento da lista para o campo “Classe da secção”; 3. (Opcional) Introduzir largura média da secção; 4. (Opcional) Introduzir comprimento da secção; 5. (Opcional) Introduzir país; 6. (Opcional) Introduzir Distrito; 7. (Opcional) Introduzir Conselho; 8. (Opcional) Introduzir Município; 9. (Opcional) Introduzir coordenadas de início; 10. (Opcional) Introduzir coordenadas de fim; 11. (Opcional) Introduzir observações; 12. Carregar em guardar; 13. A aplicação faz a leitura dos dados inseridos e cria um novo registo na base de dados.

Tabela 40: [UC008] - Adicionar uma nova secção

B.9 [UC009] - Iniciar o levantamento

Atores	Técnico
Prioridade	Must
Pré-condições	<ul style="list-style-type: none"> • [UC002] – Ter login efetuado; • Ter uma secção selecionada;

Pós-condições	<ul style="list-style-type: none"> • O sistema deve mostrar o ecrã de levantamentos;
Descrição do caso de uso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Selecionar a secção pretendida; 2. Carregar em “Iniciar levantamento”; 3. A aplicação criar um registo do tipo Levantamento na base de dados; 4. A data do levantamento fica registada com a data do sistema; 5. O utilizador do levantamento é o utilizador que tiver login efetuado; 6. A secção do levantamento é a secção selecionada.

Tabela 41: [UC009] - Iniciar o levantamento

B.10 [UC010] - Iniciar levantamento de uma patologia do tipo contínua

Atores	Técnico
Prioridade	Must
Pré-condições	<ul style="list-style-type: none"> • Estar no ecrã de levantamentos; • Ter o GPS ligado e já obteve a posição; • O utilizador e o dispositivo devem estar na posição de inicio da patologia.
Pós-condições	<ul style="list-style-type: none"> • A posição inicial da ocorrência da patologia fica registada; • É possível finalizar o levantamento dessa patologia.
Descrição do caso de uso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Selecionar a patologia que se pretende levantar; 2. Selecionar o nível da patologia; 3. Aguardar que o dispositivo obtenha a posição real.

Tabela 42: [UC010] - Iniciar levantamento de uma patologia do tipo contínua

B.11 [UC011] - Terminar o levantamento de uma patologia do tipo contínua

Atores	Técnico
Prioridade	Must
Pré-condições	<ul style="list-style-type: none"> • Estar no ecrã de levantamentos, • Ter o GPS ligado e já obteve a posição; • O utilizador e o dispositivo devem estar na posição da patologia; • [UC013] – Ter um levantamento de uma patologia do tipo contínua iniciado.
Pós-condições	<ul style="list-style-type: none"> • A posição final da ocorrência da patologia fica registada; • O registo da patologia fica concluído.
Descrição do caso de uso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Opção A: <ul style="list-style-type: none"> • Selecionar no teclado, a patologia e nível que se pretende terminar; • A aplicação procura uma ocorrência com a mesma patologia que não esteja finalizada; • A aplicação introduz as coordenadas atuais no campo da ocorrência e termina a ocorrência. 2. Opção B: <ul style="list-style-type: none"> • Clique longo no item da lista de ocorrências/elementos que se pretende terminar; • No menu de contexto, selecionar “Terminar aqui”; • A aplicação introduz as coordenadas atuais no campo da ocorrência e termina a ocorrência.

Tabela 43: [UC011] - Terminar o levantamento de uma patologia do tipo contínua

B.12 [UC012] - Iniciar levantamento de um elemento do tipo contínuo

Atores	Técnico
Prioridade	Must
Pré-condições	<ul style="list-style-type: none"> • Estar no ecrã de levantamentos; • Ter o GPS ligado e já obteve a posição; • O utilizador e o dispositivo devem estar na posição de inicio do elemento.
Pós-condições	<ul style="list-style-type: none"> • A posição inicial da ocorrência do elemento fica registada; • É possível finalizar o levantamento desse elemento.
Descrição do caso de uso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Selecionar o elemento que se pretende levantar; 2. (Opcional) Selecionar o nível do elemento; 3. Aguardar que o dispositivo obtenha a posição real.

Tabela 44: [UC012] - Iniciar levantamento de um elemento do tipo contínuo

B.13 [UC013] - Terminar o levantamento de um elemento do tipo contínuo

Atores	Técnico
Prioridade	Must
Pré-condições	<ul style="list-style-type: none"> • Estar no ecrã de levantamentos; • Ter o GPS ligado e já obteve a posição, • O utilizador e o dispositivo devem estar na posição do elemento; • [UC015] - Ter um levantamento de um elemento do tipo contínuo iniciado.
Pós-condições	<ul style="list-style-type: none"> • A posição final da ocorrência do elemento fica registada; • O registo da patologia fica concluído.

Descrição do caso de uso	<ol style="list-style-type: none">1. Opção A:<ul style="list-style-type: none">• Selecionar no teclado, o elemento que se pretende terminar;• A aplicação procura uma ocorrência com o mesmo elemento que não esteja finalizada;• A aplicação introduz as coordenadas atuais no campo da ocorrência e termina a ocorrência.2. Opção B:<ul style="list-style-type: none">• Clique longo no item da lista de ocorrências/elementos que se pretende terminar;• No menu de contexto, selecionar “Terminar aqui”;• A aplicação introduz as coordenadas atuais no campo da ocorrência e termina a ocorrência.
---------------------------------	--

Tabela 45: [UC013] - Terminar o levantamento de um elemento do tipo contínuo

B.14 [UC014] - Levantamento de uma patologia do tipo pontual

Atores	Técnico
Prioridade	Must
Pré-condições	<ul style="list-style-type: none"> • Estar no ecrã de levantamento; • Ter o GPS ligado e já obteve a posição; • O utilizador e o dispositivo devem estar na posição da patologia.
Pós-condições	<ul style="list-style-type: none"> • A posição final da ocorrência da patologia fica registada, • O registo da patologia fica concluído.
Descrição do caso de uso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Selecionar a patologia pretendida; 2. (Opcional) Selecionar o nível do elemento; 3. Aguardar que o dispositivo obtenha a posição real.

Tabela 46: [UC014] - Levantamento de uma patologia do tipo pontual

B.15 [UC015] - Retificar manualmente a posição de ocorrência de uma patologia pelo mapa

Atores	Técnico
Prioridade	Nice
Pré-condições	<ul style="list-style-type: none"> • Estar no ecrã de levantamento, • Ter ligação à net; • Ter uma patologia iniciada ou finalizada.
Pós-condições	<ul style="list-style-type: none"> • As coordenadas da patologia são alteradas para as selecionadas.

Descrição do caso de uso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Escolher a patologia cujas coordenadas se pretendem editar; 2. Selecionar as coordenadas que se pretendem alterar (início/fim quando aplicável); 3. No mapa apresentado selecionar o ponto correspondente à posição pretendida; 4. A aplicação altera o registo na base de dados com os valores apontados no mapa; 5. A aplicação atualiza a lista de ocorrências.
---------------------------------	---

Tabela 47: [UC015] - Retificar manualmente a posição de ocorrência de uma patologia pelo mapa

B.16 [UC016] - Introduzir manualmente o comprimento de uma ocorrência por distância

Atores	Técnico
Prioridade	Should
Pré-condições	<ul style="list-style-type: none"> • Estar no ecrã de levantamento; • Ter uma patologia iniciada ou finalizada.
Pós-condições	<ul style="list-style-type: none"> • O comprimento da patologia é alterado.
Descrição do caso de uso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Clique longo no item da lista de ocorrências que se pretende editar; 2. Selecionar “editar”; 3. Na caixa de texto “Comprimento” introduzir o novo valor; 4. Confirmar.

Tabela 48: [UC016] - Introduzir manualmente a posição de uma ocorrência por distância

B.17 [UC017] - Anexar um(a) vídeo/foto/gravação de voz a um levantamento através de um ficheiro

Atores	Técnico
Prioridade	Must
Pré-condições	<ul style="list-style-type: none"> • Estar no ecrã “Anexos”.
Pós-condições	<ul style="list-style-type: none"> • A fotografia selecionada é adicionada à lista de anexos; • As coordenadas da foto são registadas como as coordenadas atuais do dispositivo.
Descrição do caso de uso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Clicar em “Adicionar vídeo”/“Adicionar foto”/”Gravação de voz”; 2. Selecionar “Ficheiro”, 3. Navegar até ao ficheiro pretendido e selecioná-la; 4. (Opcional) Selecionar uma patologia da lista de patologias já levantadas para a associar ao/à vídeo/foto/gravação de voz; 5. Confirmar.

Tabela 49: [UC017] - Anexar um(a) vídeo/foto/gravação de voz a um levantamento através de um ficheiro

B.18 [UC018] - Anexar um(a) vídeo/foto/gravação de voz a um levantamento através da/do câmara/microfone

Atores	Técnico
Prioridade	Must
Pré-condições	<ul style="list-style-type: none"> • Estar no ecrã “Anexos”.
Pós-condições	<ul style="list-style-type: none"> • O/a vídeo/foto/gravação de voz é adicionado(a) à lista de anexos; • As coordenadas da foto são registadas como as coordenadas atuais do dispositivo.

Descrição do caso de uso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Clicar em “Adicionar vídeo”/“Adicionar foto”/”Gravação de voz”; 2. Selecionar “Câmara”/“Microfone”; 3. Através da aplicação associada efetuar a gravação; 4. (Opcional) Selecionar uma patologia da lista de patologias já levantadas para a associar ao/à vídeo/foto/gravação de voz, 5. Confirmar.
---------------------------------	---

Tabela 50: [UC018] - Anexar um(a) vídeo/foto/gravação de voz a um levantamento através da/do câmara/microfone

B.19 [UC019] - Anexar um comentário a um levantamento

Atores	Técnico
Prioridade	Must
Pré-condições	<ul style="list-style-type: none"> • Estar no ecrã “Anexos”.
Pós-condições	<ul style="list-style-type: none"> • O comentário selecionado é adicionado à lista de anexos; • As coordenadas do comentário são registadas como as coordenadas atuais do dispositivo.
Descrição do caso de uso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Clicar em “Adicionar comentário”; 2. Escrever comentário; 3. (Opcional) Selecionar uma patologia da lista de patologias já levantadas para a associar ao comentário; 4. Confirmar.

Tabela 51: [UC019] - Anexar um comentário a um levantamento

B.20 [UC020] - Ver lista de anexos

Atores	Técnico
Prioridade	Must
Pré-condições	<ul style="list-style-type: none"> • Estar no ecrã de levantamentos.
Pós-condições	<ul style="list-style-type: none"> • É apresentado um ecrã com todos os anexos do levantamento.
Descrição do caso de uso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Clicar em “Anexos”.

Tabela 52: [UC020] - Ver lista de anexos

B.21 [UC021] - Editar um anexo

Atores	Técnico
Prioridade	Should
Pré-condições	<ul style="list-style-type: none"> • Estar no ecrã “Anexos”.
Pós-condições	<ul style="list-style-type: none"> • Os dados correspondentes ao anexo são alterados para os introduzidos.
Descrição do caso de uso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Clicar continuamente na linha correspondente ao anexo durante cerca de um segundo; 2. Escolher “Editar”; 3. No ecrã apresentado fazer as alterações pretendidas; 4. Confirmar.

Tabela 53: [UC021] - Editar um anexo

B.22 [UC022] - Apagar um anexo

Atores	Técnico
Prioridade	Must
Pré-condições	<ul style="list-style-type: none"> • Estar no ecrã “Anexos”.
Pós-condições	<ul style="list-style-type: none"> • O anexo selecionado é removido.
Descrição do caso de uso	<ol style="list-style-type: none"> 1. O anexo da lista correspondente ao tipo; 2. Clicar continuamente na linha correspondente durante cerca de um segundo; 3. Escolher “Apagar”; 4. Confirmar.

Tabela 54: [UC022] - Apagar um anexo

B.23 [UC023] - Ver estado do levantamento

Atores	Técnico
Prioridade	Should
Pré-condições	<ul style="list-style-type: none"> • Estar no ecrã de levantamentos.
Pós-condições	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentado um ecrã com os dados do levantamento que está a decorrer.
Descrição do caso de uso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Navegar pelas tabs do lado esquerdo do ecrã até à informação pretendida.

Tabela 55: [UC023] - Ver estado do levantamento

B.24 [UC024] - Finalizar o levantamento

Atores	Técnico
Prioridade	Must
Pré-condições	<ul style="list-style-type: none"> • Estar no ecrã de levantamentos; • Os dados do levantamento devem estar preenchidos.
Pós-condições	<ul style="list-style-type: none"> • O levantamento fica finalizado e registado; • O levantamento fica disponível para visualização no meu “Levantamentos”.
Descrição do caso de uso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Carregar em “Guardar”; 2. Confirmar.

Tabela 56: [UC024] - Finalizar o levantamento

B.25 [UC025] - Aceder à lista de levantamentos

Atores	Técnico
Prioridade	Must
Pré-condições	<ul style="list-style-type: none"> • Ter o login efetuado.
Pós-condições	<ul style="list-style-type: none"> • É apresentada uma lista com os levantamentos existentes na base de dados local.
Descrição do caso de uso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Carregar em “Secções e levantamentos”; 2. Navegar até à tab “Levantamentos”; 3. A aplicação acede à base de dados para obter a lista de todos os levantamentos; 4. A aplicação ordena os levantamentos pela sua data (mais recentes primeiro); 5. A aplicação preenche a lista de levantamentos com os dados obtidos.

Tabela 57: [UC025] - Aceder à lista de levantamentos

B.26 [UC026] - Visualizar um levantamento efetuado

Atores	Técnico
Prioridade	Should
Pré-condições	<ul style="list-style-type: none"> • Estar na tab “Levantamentos”.
Pós-condições	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentado um ecrã com os dados do levantamento selecionado.
Descrição do caso de uso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Clicar no elemento da lista correspondente ao levantamento pretendido; 2. Selecionar abrir.

Tabela 58: [UC026] - Visualizar um levantamento efetuado

B.27 [UC027] - Editar um levantamento

Atores	Técnico
Prioridade	Should
Pré-condições	<ul style="list-style-type: none"> • [UC002] – Ter login efetuado; • Estar na tab “Levantamentos”; • O utilizador que efetuou o levantamento tem de ser o utilizador com o login efetuado; • O levantamento não foi exportado.
Pós-condições	<ul style="list-style-type: none"> • Os novos dados do levantamento ficam registados.
Descrição do caso de uso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Clicar continuamente num elemento da lista de levantamentos durante cerca de um segundo; 2. Escolher “Editar”; 3. Efetuar as alterações pretendidas; 4. Clicar em guardar.

Tabela 59: [UC027] - Editar um levantamento

B.28 [UC028] - Apagar um levantamento

Atores	Técnico
Prioridade	Should
Pré-condições	<ul style="list-style-type: none"> • [UC002] – Ter login efetuado; • Estar na tab “Levantamentos”; • O utilizador que efetuou o levantamento tem de ser o utilizador com o login efetuado; • O levantamento não foi exportado.
Pós-condições	<ul style="list-style-type: none"> • O levantamento é removido definitivamente da base de dados local.
Descrição do caso de uso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Clicar continuamente num elemento da lista de levantamentos durante cerca de um segundo; 2. Clicar em “Apagar”; 3. Confirmar; 4. A aplicação remove o registo da base de dados; 5. A aplicação atualiza a lista de levantamentos.

Tabela 60: [UC028] - Apagar um levantamento

B.29 [UC029] - Apagar todos os levantamentos

Atores	Técnico
Prioridade	Should
Pré-condições	<ul style="list-style-type: none"> • [UC002] – Ter login efetuado; • Estar na tab “Levantamentos”; • O utilizador que efetuou os levantamentos tem de ser o utilizador com o login efetuado.
Pós-condições	<ul style="list-style-type: none"> • Todos os levantamentos são removidos definitivamente da base de dados local.

Descrição do caso de uso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Clicar em “Apagar todos”; 2. Confirmar; 3. A aplicação remove todos os registos de levantamentos da base de dados; 4. A aplicação atualiza a lista de levantamentos.
---------------------------------	--

Tabela 61: [UC029] - Apagar todos os levantamentos

B.30 [UC030] - Exportar levantamentos/secções/elementos /teclados para ficheiro

Atores	Técnico
Prioridade	Must
Pré-condições	<ul style="list-style-type: none"> • [UC002] – Ter login efetuado; • Estar no menu “Exportar/Importar”; • Ter espaço suficiente em disco para criar o ficheiro a exportar; • Ter login efetuado.
Pós-condições	<ul style="list-style-type: none"> • É criado um ficheiro na pasta “SIGPav_Mobile” na raiz da memória do dispositivo com a informação de todos os levantamentos efetuados incluindo os seus anexos.
Descrição do caso de uso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Navegar até à tab “Exportar”; 2. Selecionar “Levantamentos” / “Secções” / “Elementos” / “Teclados”; 3. Selecionar a opção “Manual”; 4. Comfirmar; 5. A aplicação cria um XML com os dados selecionados e os ficheiros auxiliares que forem necessários (imagens de elementos, utilizadores, anexos); 6. A aplicação cria o ficheiro ZIP final.

Tabela 62: [UC030] - Exportar levantamentos/secções/elementos/teclados para ficheiro

B.31 [UC031] - Exportar levantamentos/secções/elementos/teclados via Web

Atores	Técnico
Prioridade	Must
Pré-condições	<ul style="list-style-type: none"> • [UC002] – Ter login efetuado; • Ter o servidor Web configurado; • Estar no menu “Importar e Exportar”; • Ter espaço suficiente na memória do dispositivo para criar o ficheiro a exportar; • Ter uma ligação à internet.
Pós-condições	<ul style="list-style-type: none"> • Os levantamentos são exportados para a web para depois serem importados pela aplicação SIGPav.
Descrição do caso de uso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Na tab “Exportar” selecionar “Levantamentos”/“Secções”/“Elementos”/“Teclados”; 2. Selecionar a opção “Web”; 3. Confirmar; 4. A aplicação faz o envio do ficheiro para o Web Service com as configurações presentes no menu configurações; 5. Após o envio com sucesso, a aplicação remove o ficheiro ZIP local.

Tabela 63: [UC031] - Exportar levantamentos/secções/elementos/teclados via Web

B.32 [UC032] - Criar um novo elemento

Atores	Técnico
Prioridade	Should
Pré-condições	<ul style="list-style-type: none"> • [UC002] – Ter login efetuado; • Estar na tab “Elementos”.
Pós-condições	<ul style="list-style-type: none"> • O novo elemento é adicionado à lista de elementos e à base de dados local.

Descrição do caso de uso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Selecionar “Criar elemento”; 2. Preencher os dados pedidos; 3. Clicar em “Guardar”; 4. A aplicação cria um novo registo com o elemento na base de dados.
---------------------------------	--

Tabela 64: [UC032] - Criar um novo elemento

B.33 [UC033] - Editar um elemento

Atores	Técnico
Prioridade	Should
Pré-condições	<ul style="list-style-type: none"> • [UC002] – Ter login efetuado; • Estar no menu “Elementos”; • O elemento não pode estar a ser utilizado em nenhum teclado ou presente em levantamentos; • O levantamento não foi exportado.
Pós-condições	<ul style="list-style-type: none"> • Os novos dados do elemento ficam registados.
Descrição do caso de uso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Clicar continuamente num elemento da lista de elementos durante cerca de um segundo; 2. Selecionar “Editar”; 3. Alterar os dados pretendidos do levantamento; 4. Selecionar “Guardar”; 5. A aplicação faz um “update” do elemento na base de dados.

Tabela 65: [UC033] - Editar um elemento

B.34 [UC034] - Apagar um elemento

Atores	Técnico
Prioridade	Should
Pré-condições	<ul style="list-style-type: none"> • [UC002] – Ter login efetuado; • Estar no menu “Elementos”; • O elemento não pode estar a ser utilizado em nenhum teclado ou presente em levantamentos;
Pós-condições	<ul style="list-style-type: none"> • O elemento é apagado da base de dados local.
Descrição do caso de uso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Clicar continuamente num elemento da lista de elementos durante cerca de um segundo; 2. Selecionar “Apagar”; 3. Confirmar; 4. A aplicação verifica se o elemento está em uso em algum teclado ou presente em algum levantamento: <ul style="list-style-type: none"> • Se não estiver em uso ou presente em levantamentos → remove o registo da base de dados; Atualiza a lista de elementos; • Se estiver em uso num teclado ou presente em levantamentos → aviso de que não é possível remover.

Tabela 66: [UC034] - Apagar um elemento

B.35 [UC035] - Criar um novo teclado

Atores	Técnico
Prioridade	Should
Pré-condições	<ul style="list-style-type: none"> • [UC002] – Ter login efetuado; • Estar no ecrã “Teclados”.
Pós-condições	<ul style="list-style-type: none"> • O novo teclado é guardado e possível de utilizar.

Descrição do caso de uso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Clicar em “Criar teclado”; 2. Indicar o nome; 3. Indicar o número de colunas; 4. (Opcional) Adicionar um comentário; 5. Para cada tecla pretendida, clicar na linha correspondente na lista de patologias/elementos. 6. (Opcional) Caso necessário, indicar o nível; 7. Guardar; 8. A aplicação cria um novo registo na base de dados para o teclado; 9. A aplicação cria um novo registo na base de dados para cada tecla com as referencias dos elementos selecionados e do teclado criado.
---------------------------------	--

Tabela 67: [UC035] - Criar um novo teclado

B.36 [UC036] - Editar um teclado

Atores	Técnico
Prioridade	Should
Pré-condições	<ul style="list-style-type: none"> • Estar no ecrã “Teclados”.
Pós-condições	<ul style="list-style-type: none"> • O novo teclado é guardado e possível de utilizar.
Descrição do caso de uso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Clicar continuamente na linha correspondente ao teclado durante cerca de um segundo; 2. Escolher editar; 3. Efetuar as alterações pretendidas; 4. Confirmar.

Tabela 68: [UC036] - Editar um teclado

B.37 [UC037] - Marcar um teclado como padrão

Atores	Técnico
Prioridade	Should

Pré-condições	<ul style="list-style-type: none"> • Estar no ecrã “Teclados”.
Pós-condições	<ul style="list-style-type: none"> • O teclado é apresentado durante um levantamento.
Descrição do caso de uso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Marcar um teclado como padrão; 2. Clique longo na linha correspondente ao teclado pretendido; 3. No menu de contexto selecionar “Marcar como padrão”; 4. A aplicação faz um “update” no registo do utilizador e altera a referência do teclado padrão para o selecionado.

Tabela 69: [UC037] - Ativar um teclado

B.38 [UC038] - Apagar um teclado

Atores	Técnico
Prioridade	Should
Pré-condições	<ul style="list-style-type: none"> • [UC002] – Ter login efetuado; • Estar no ecrã “Teclados”.
Pós-condições	<ul style="list-style-type: none"> • O teclado é apagado da base de dados.
Descrição do caso de uso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Clique longo na linha correspondente ao teclado pretendido; 2. Clicar em ”Apagar”; 3. Confirmar; 4. A aplicação remove da base de dados todos os registos de teclas do teclado selecionado; 5. A aplicação remove da base de dados o registo do teclado selecionado.

Tabela 70: [UC038] - Apagar um teclado

B.39 [UC039] - Trocar de teclado durante um levantamento

Atores	Técnico
Prioridade	Could
Pré-condições	<ul style="list-style-type: none"> • Ter um levantamento iniciado.
Pós-condições	<ul style="list-style-type: none"> • O teclado mostrado é alterado.
Descrição do caso de uso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Selecionar a opção “Teclados”; 2. Selecionar o teclado pretendido; 3. A aplicação obtém da base de dados toda a informação sobre o teclado selecionado; 4. A aplicação atualiza a vista do teclado para representar o teclado selecionado.

Tabela 71: [UC039] - Trocar de teclado durante um levantamento

B.40 [UC040] - Editar ordem das teclas do teclado

Atores	Técnico
Prioridade	Should
Pré-condições	<ul style="list-style-type: none"> • Estar no ecrã “Edição de teclados”.
Pós-condições	<ul style="list-style-type: none"> • O novo teclado é guardado e possível de utilizar; • As alterações aos ícones ficam registadas.
Descrição do caso de uso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Clicar num ícone do teclado para ativar o modo de deslocamento. 2. Arrastar a tecla para a posição pretendida. 3. Depois de feitas todas as alterações, clicar em guardar; 4. A aplicação faz um “update” nos registos das teclas para modificar o campo “Order” para os valores que correspondem à escolha do utilizador.

Tabela 72: [UC040] - Editar ordem das teclas do teclado

Anexo C - Escolha do equipamento

C.1 Samsung Galaxy Note 10.1 (2014 Edition)

Marca	Samsung
Modelo	Galaxy Note 10.1 LTE (2014 Edition)
SO	Android
Preço Fnac (€)	N/D
Preço PCDiga (€)	699,89
Preço Expansys (€)	754,99
Peso (g)	547
Bateria	8,220mAh
Autonomia	
Ecrã	10.1" 2560x1600(WQXGA) TFT
CPU	2.3GHz Quad
RAM (GB)	3
Câmara (MP)	8
Flash	Sim
GPS	A-GPS + GLONASS

Tabela 73: Samsung Galaxy Note 10.1 (2014 Edition)

C.2 Samsung Galaxy Note 10.1 LTE N8020

Marca	Samsung
Modelo	Galaxy Note LTE 10.1 N8020
SO	Android
Preço Fnac (€)	659,90
Preço PCDiga (€)	N/D
Preço Expansys (€)	654,99
Peso (g)	600
Bateria	7000 mAh
Autonomia	
Ecrã	TFT WXGA 10.1' 1 280 x 800
CPU	ARM cortex A9 1,4 GHz Quad
RAM (GB)	2
Câmara (MP)	5
Flash	Sim
GPS	A-GPS

Tabela 74: Samsung Samsung Galaxy Note LTE 10.1 N8020

C.3 Samsung Galaxy Tab 3 10.1' 4G GT-P5220 / Samsung Galaxy Tab3 10.1' 3G + Wifi GT-P5200

Marca	Samsung
Modelo	Galaxy Tab 3 10.1' 4G GT-P5220 / Galaxy Tab3 10.1' 3G + Wifi GT-P5200
SO	Android
Preço Fnac (€)	N/D / 499,90
Preço PCDiga (€)	N/D / Preto: 439,90, Branco: 449,90
Preço Expansys (€)	619,99 / 444,99
Peso (g)	512
Bateria	6,800mAh
Autonomia	
Ecrã	TFT WXGA 10.1' 1 280 x 800
CPU	ARM cortex A9 1,4 GHz Quad
RAM (GB)	1
Câmara (MP)	3
Flash	Não
GPS	A-GPS + GLONASS

Tabela 75: Samsung Galaxy Tab 3 10.1' 4G GT-P5220 / Samsung Galaxy Tab3 10.1' 3G + Wifi GT-P5200

C.4 Samsung Galaxy Tab2 10.1 3G+Wifi GT-P5100

Marca	Samsung
Modelo	Galaxy Tab2 10.1 3G+Wifi GT-P5100
SO	Android
Preço Fnac (€)	N/D
Preço PCDiga (€)	369,90
Preço Expansys (€)	399,99
Peso (g)	587
Bateria	7,000mAh
Autonomia	
Ecrã	LCD TFT PLS 10.1' 1 280 x 800
CPU	Dual Core 1GHz
RAM (GB)	1
Câmara (MP)	3

Flash	Não
GPS	A-GPS + GLONASS

Tabela 76: Samsung Galaxy Tab2 10.1 3G+Wifi GT-P5100

C.5 Samsung ATIV Tab 7 XE700T1C-G01PT

Marca	Samsung
Modelo	ATIV Tab 7 XE700T1C-G01PT
SO	Windows 8
Preço Fnac (€)	N/D
Preço PCDiga (€)	N/D
Preço Expansys (€)	N/D
Peso (g)	
Bateria	
Autonomia	
Ecrã	10,6" LED FHD (1 920 x 1 080)
CPU	i5-3317U (1,7 GHz)
RAM (GB)	4
Câmara (MP)	5
Flash	Não
GPS	Sim

Tabela 77: Samsung ATIV Tab 7 XE700T1C-G01PT

C.6 Samsung ATIV Tab 5 XE500T1C-G01PT

Marca	Samsung
Modelo	ATIV Tab 5 XE500T1C-G01PT
SO	Windows 8
Preço Fnac (€)	N/D
Preço PCDiga (€)	N/D
Preço Expansys (€)	N/D
Peso (g)	761
Bateria	2 células (4 080 mAh)
Autonomia	14,5 h
Ecrã	11,6" LED HD+ (1 366 x 768)

CPU	ATOM™ Z2760 (1,8 GHz)
RAM (GB)	2
Câmara (MP)	8
Flash	Sim
GPS	Sim

Tabela 78: Samsung ATIV Tab 5 XE500T1C-G01PT

C.7 Sony Xperia Tablet Z LTE

Marca	Sony
Modelo	Xperia Tablet Z LTE
SO	Android
Preço Fnac (€)	Preto:649, Branco:599
Preço PCDiga (€)	575,00
Preço Expansys (€)	Branco: 669,99, Preto: 639,99
Peso (g)	495
Bateria	6000 mAh
Autonomia	14,5 h
Ecrã	10.1' 1.920 x 1.200
CPU	Quad-core 1.5 GHz
RAM (GB)	2
Câmara (MP)	8.1
Flash	Não
GPS	A-GPS + GLONASS

Tabela 79: Sony Xperia Tablet Z LTE

C.8 Hauwei MediaPad 10 Link

Marca	Hauwei
Modelo	MediaPad 10 Link
SO	Android
Preço Fnac (€)	N/D
Preço PCDiga (€)	N/D
Preço Expansys (€)	309,99
Peso (g)	620
Bateria	6600mAh
Autonomia	

Ecrã	10.1' 1280*800 IPS
CPU	Quad 1.2GHz
RAM (GB)	1
Câmara (MP)	8
Flash	Não
GPS	A-GPS

Tabela 80: Hauwei MediaPad 10 Link

C.9 Asus Transformer Pad TF300TL / TF300TG

Marca	Asus
Modelo	Transformer Pad TF300TL / TF300TG
SO	Android
Preço Fnac (€)	N/D
Preço PCDiga (€)	N/D
Preço Expansys (€)	N/D
Peso (g)	635 + 546
Bateria	22Wh + 16.5Wh
Autonomia	9.5h
Ecrã	10.1' WXGA 1280x800 / 10.1" WXGA 1366x768
CPU	Quad 1.2GHz
RAM (GB)	1
Câmara (MP)	8
Flash	Não
GPS	A-GPS

Tabela 81: Asus Transformer Pad TF300TL / TF300TG

C.10 Asus VivoTab RT 3G

Marca	Asus
Modelo	VivoTab RT 3G
SO	Windows RT
Preço Fnac (€)	N/D
Preço PCDiga (€)	N/D

Preço Expansys (€)	619,99
Peso (g)	538 535
Bateria	25Wh + 22Wh
Autonomia	8h/16h
Ecrã	10.1" WXGA 1366x768
CPU	Quad 1.3 GHz
RAM (GB)	2
Câmara (MP)	8
Flash	Sim
GPS	A-GPS

Tabela 82: Asus VivoTab RT 3G

**Anexo D - Teste de Usabilidade - Rita
Silva**

Dados do utilizador

Nome	Rita Silva
Sexo	Feminino
Costuma usar equipamentos Android regularmente?	Sim
Tipo de equipamentos? (Smartphone, Tablet, Ambos)	Smartphone

Tabela 83: Dados do utilizador

Tarefas

Tarefa 1 – Criar uma secção

A partir do menu principal, crie uma secção com os seguintes dados:

- Nome: “Rua do Brasil, Coimbra”;
- Freguesia: “Santo António dos Olivais”;
- Cidade: “Coimbra”;
- Distrito: “Coimbra”;
- Largura média: 13;
- Comprimento: 2100;
- Início (lat): 40.2033241 Início (long): -8.4256257;
- Fim (lat): 40.1998464 Fim (long): -8.4042061;
- Classe de Via: “Distribuidora Principal”;
- Comentários: “Comentário de teste”.

Resultados

Nº de cliques	Tempo	Grau de facilidade
21	2:59	4
O que poderia ser melhorado?		
Introduzir as coordenadas foi demorado. Não há forma automática de introduzir coordenadas.		

Observações
A aplicação demorou a carregar o menu de secções.

Tabela 84: Tarefa 1 – Resultados

Tarefa 2 – Visualizar uma secção

A partir do menu principal, veja os detalhes da secção criada anteriormente.

Resultados

Nº de cliques	Tempo	Grau de facilidade
4	38	1
O que poderia ser melhorado?		
O ecrã não é intuitivo. Devia ter um ecrã próprio sem ser preciso “editar”.		
Observações		

Tabela 85: Tarefa 2 – Resultados

Tarefa 3 – Editar uma secção

A partir do menu principal, altere os seguintes dados na secção criada anteriormente:

- Novo Comprimento: 2183;
- Nova classe: “Via Pedonal”.

Resultados

Nº de cliques	Tempo	Grau de facilidade
8	34	4
O que poderia ser melhorado?		
Observações		

Tabela 86: Tarefa 3 – Resultados

Tarefa 4 – Apagar uma secção

A partir do menu principal, apague a secção criada anteriormente.

Resultados

Nº de cliques	Tempo	Grau de facilidade
4	13	5
O que poderia ser melhorado?		
Observações		

Tabela 87: Tarefa 4 – Resultados

Tarefa 5 – Criar um novo elemento

A partir do menu principal, crie um novo elemento com os seguintes dados:

- Nome: “Poste de iluminação”;
- Descrição: “Tipo LED”;
- Tipo: Pontual;
- Níveis: Sim;
- Nível mínimo: 0;

- Nível máximo: 1;
- Uma imagem presente na galeria à sua escolha.

Resultados

Nº de cliques	Tempo	Grau de facilidade
12	37	3
O que poderia ser melhorado?		
O teclado devia desaparecer quando é clicado fora dele.		
Observações		

Tabela 88: Tarefa 5 – Resultados

Tarefa 6 – Editar um elemento

A partir do menu principal, altere os seguintes dados no elemento criado anteriormente:

- Descrição: “Tipo Incandescentes”;
- Nível máximo: 2.

Resultados

Nº de cliques	Tempo	Grau de facilidade
6	32	2
O que poderia ser melhorado?		
O teclado fica por cima da caixa de texto. Não é possível ver o que se está a escrever.		
Observações		

Tabela 89: Tarefa 6 – Resultados

Tarefa 7 – Apagar um elemento

A partir do menu principal, apague o elemento previamente criado.

Resultados

Nº de cliques	Tempo	Grau de facilidade
4	7	5
O que poderia ser melhorado?		
Observações		
Ocorreu um erro na aplicação.		

Tabela 90: Tarefa 7 – Resultados

Tarefa 8 – Criar um teclado

A partir do menu principal, criar um teclado com as seguintes características:

- Nome: “Teclado alternativo”;
- Nº de colunas: 8;
- Descrição: “Teclado com muitas colunas”;
- Teclas de fendilhamento nos seus três níveis juntamente com a tecla Stop;
- Teclas de Irregularidades Longitudinais nos seus três níveis juntamente com a tecla Stop;
- Tecla tampa esgoto;
- Tecla Sinal luminoso.

Resultados

Nº de cliques	Tempo	Grau de facilidade
34	1:47	4
O que poderia ser melhorado?		
O teclado deveria desaparecer automaticamente.		
Observações		

Tabela 91: Tarefa 8 – Resultados

Tarefa 9 – Editar um teclado

A partir do menu principal, altere os seguintes dados no elemento criado anteriormente:

- N^o de colunas: 5;
- Apagar a tecla: Sinal luminoso;
- Ajustar as teclas de forma a ficarem com a seguinte disposição:
 - 1^o linha: Fendilhamento níveis 1,2,3, Stop e tampa de esgoto;
 - 2^o linha: Irregularidades Longitudinais níveis 1,2,3, Stop.

Resultados

N ^o de cliques	Tempo	Grau de facilidade
12	49	3
O que poderia ser melhorado?		
Clicar e arrastar em vez de um clique		
Observações		
O menu de contexto deveria ter opção de edição.		

Tabela 92: Tarefa 9 – Resultados

Tarefa 10 – Definir um teclado como padrão

A partir do menu principal, marque o teclado criado anteriormente como padrão.

Resultados

N ^o de cliques	Tempo	Grau de facilidade
3	5	5
O que poderia ser melhorado?		
Observações		

Tabela 93: Tarefa 10 – Resultados

Tarefa 11 – Apagar um teclado

A partir do menu principal, marque o teclado criado anteriormente como padrão.

Resultados

Nº de cliques	Tempo	Grau de facilidade
3	4	5
O que poderia ser melhorado?		
Observações		

Tabela 94: Tarefa 11 – Resultados

Tarefa 12 – Criar um levantamento

A partir do menu principal, inicie um levantamento numa secção já existente e adicione os seguintes registos (sem preocupação com as coordenadas):

- Uma ocorrência de peladas de nível 2;
- Uma ocorrência de rodeiras de nível 3;
- Uma ocorrência tampa de esgoto;
- Uma ocorrência de fendilhamento de nível 1 seguindo de uma ocorrência de fendilhamento de nível 3;
- Uma foto a partir da camara;
- Um vídeo a partir da galeria;
- Um comentário com o texto “Começou a chover”;
- Uma gravação de voz;
- Associar a foto a uma das ocorrências registadas.

Resultados

Nº de cliques	Tempo	Grau de facilidade
49	3:14	4
O que poderia ser melhorado?		
Associar um anexo a ocorrência devia funcionar nos dois sentidos. O ícone de gravação não é intuitivo (poderia ter uma moldura à volta da imagem).		
Observações		

Tabela 95: Tarefa 12 – Resultados

Tarefa 13 – Visualização de um levantamento

A partir do menu principal, abra o levantamento previamente realizado.

Resultados

Nº de cliques	Tempo	Grau de facilidade
12	45	4
O que poderia ser melhorado?		
Observações		

Tabela 96: Tarefa 13 – Resultados

Tarefa 14 – Edição de um levantamento

A partir do menu principal, edite o levantamento previamente realizado e efetue as seguintes alterações:

- Altere o nível da ocorrência de rodeiras para nível 1;
- Altere o tipo das peladas para pele de crocodilo;
- Remova a gravação de voz.

Resultados

Nº de cliques	Tempo	Grau de facilidade
28	1:23	4
O que poderia ser melhorado?		
Observações		
Ao editar uma ocorrência, aparece sempre o nome do primeiro da lista. O nível esta bem.		

Tabela 97: Tarefa 14 – Resultados

Tarefa 15 – Remover um levantamento

A partir do menu principal, remova o levantamento anteriormente criado.

Resultados

Nº de cliques	Tempo	Grau de facilidade
4	17	5
O que poderia ser melhorado?		
Observações		
Demorou a apagar.		

Tabela 98: Tarefa 15 – Resultados

Tarefa 16 – Exportar dados

A partir do menu principal, exporte a seguinte informação:

- Exportar em XML, para ficheiro:
 - Levantamentos, sem anexos;
 - Teclados
- Exportar em CSV, para ficheiro:
 - Levantamentos

Resultados

Nº de cliques	Tempo	Grau de facilidade
9	1:15	4
O que poderia ser melhorado?		
Observações		

Tabela 99: Tarefa 16 – Resultados

Questões

Pergunta 1 – Acha a aplicação SIGPav.Mobile útil?

Sim, penso que é uma aplicação bastante útil.

Pergunta 2 – Qual a sua opinião sobre os resultados obtidos nos testes realizados?

A aplicação necessita de ajustamentos e melhorias.

Pergunta 3 – O que poderia ser melhorado na aplicação?

O principal problema da aplicação está relacionado com a qualidade do GPS que em distâncias curtas tem um erro associado grande.

Pergunta 4 – O que acha que deveria ser adicionado à aplicação?

Penso que deveriam ser feitos os ajustamentos já mencionados pessoalmente e sem dúvida resolver o problema do GPS.

Pergunta 5 – Qual o equipamento usa atualmente para fazer levantamentos de estados de pavimentos?

Neste momento os levantamentos são realizados através de inspeção visual com o auxílio de uma roda de medições que permite medir as distâncias.

Pergunta 6 – Acha que o SIGPav.Mobile poderá vir a substituir esse método utilizado?

Sim, desde que o GPS esteja a funcionar corretamente.

**Anexo E - Teste de Usabilidade - Fábio
Simões**

Dados do utilizador

Nome	Fábio Simões
Sexo	Masculino
Costuma usar equipamentos Android regularmente?	Sim
Tipo de equipamentos? (Smartphone, Tablet, Ambos)	Smartphone

Tabela 100: Dados do utilizador

Tarefas

Tarefa 1 – Criar uma secção

A partir do menu principal, crie uma secção com os seguintes dados:

- Nome: “Rua do Brasil, Coimbra”;
- Freguesia: “Santo António dos Olivais”;
- Cidade: “Coimbra”;
- Distrito: “Coimbra”;
- Largura média: 13;
- Comprimento: 2100;
- Início (lat): 40.2033241 Início (long): -8.4256257;
- Fim (lat): 40.1998464 Fim (long): -8.4042061;
- Classe de Via: “Distribuidora Principal”;
- Comentários: “Comentário de teste”.

Resultados

Nº de cliques	Tempo	Grau de facilidade
17	3:35	4
O que poderia ser melhorado?		
A obtenção de coordenadas devia ser automática.		
Observações		

A aplicação demorou a carregar o menu de secções.

Tabela 101: Tarefa 1 – Resultados

Tarefa 2 – Visualizar uma secção

A partir do menu principal, veja os detalhes da secção criada anteriormente.

Resultados

Nº de cliques	Tempo	Grau de facilidade
9	1:11	3
O que poderia ser melhorado?		
Ter um ecrã para ver os dados.		
Observações		

Tabela 102: Tarefa 2 – Resultados

Tarefa 3 – Editar uma secção

A partir do menu principal, altere os seguintes dados na secção criada anteriormente:

- Novo Comprimento: 2183;
- Nova classe: “Via Pedonal”.

Resultados

Nº de cliques	Tempo	Grau de facilidade
10	34	4
O que poderia ser melhorado?		
Observações		

Tabela 103: Tarefa 3 – Resultados

Tarefa 4 – Apagar uma secção

A partir do menu principal, apague a secção criada anteriormente.

Resultados

Nº de cliques	Tempo	Grau de facilidade
4	12	5
O que poderia ser melhorado?		
Observações		

Tabela 104: Tarefa 4 – Resultados

Tarefa 5 – Criar um novo elemento

A partir do menu principal, crie um novo elemento com os seguintes dados:

- Nome: “Poste de iluminação”;
- Descrição: “Tipo LED”;
- Tipo: Pontual;
- Níveis: Sim;
- Nível mínimo: 0;
- Nível máximo: 1;
- Uma imagem presente na galeria à sua escolha.

Resultados

Nº de cliques	Tempo	Grau de facilidade
10	1:43	4
O que poderia ser melhorado?		
O teclado devia desaparecer quando é clicado fora dele.		
Observações		

Tabela 105: Tarefa 5 – Resultados

Tarefa 6 – Editar um elemento

A partir do menu principal, altere os seguintes dados no elemento criado anteriormente:

- Descrição: “Tipo Incandescentes”;
- Nível máximo: 2.

Resultados

Nº de cliques	Tempo	Grau de facilidade
8	48	4
O que poderia ser melhorado?		
O teclado devia desaparecer. Observações ficam invisíveis.		
Observações		

Tabela 106: Tarefa 6 – Resultados

Tarefa 7 – Apagar um elemento

A partir do menu principal, apague o elemento previamente criado.

Resultados

Nº de cliques	Tempo	Grau de facilidade
4	8	5
O que poderia ser melhorado?		
Observações		
Ocorreu um erro na aplicação.		

Tabela 107: Tarefa 7 – Resultados

Tarefa 8 – Criar um teclado

A partir do menu principal, criar um teclado com as seguintes características:

- Nome: “Teclado alternativo”;
- Nº de colunas: 8;
- Descrição: “Teclado com muitas colunas”;
- Teclas de fendilhamento nos seus três níveis juntamente com a tecla Stop;
- Teclas de Irregularidades Longitudinais nos seus três níveis juntamente com a tecla Stop;
- Tecla tampa esgoto;
- Tecla Sinal luminoso.

Resultados

Nº de cliques	Tempo	Grau de facilidade
29	1:44	4
O que poderia ser melhorado?		
O teclado deveria desaparecer automaticamente.		
Observações		

Tabela 108: Tarefa 8 – Resultados

Tarefa 9 – Editar um teclado

A partir do menu principal, altere os seguintes dados no elemento criado anteriormente:

- N^o de colunas: 5;
- Apagar a tecla: Sinal luminoso;
- Ajustar as teclas de forma a ficarem com a seguinte disposição:
 - 1^o linha: Fendilhamento níveis 1,2,3, Stop e tampa de esgoto;
 - 2^o linha: Irregularidades Longitudinais níveis 1,2,3, Stop.

Resultados

N ^o de cliques	Tempo	Grau de facilidade
15	57	4
O que poderia ser melhorado?		
Clicar e arrastar em vez de um clique		
Observações		

Tabela 109: Tarefa 9 – Resultados

Tarefa 10 – Definir um teclado como padrão

A partir do menu principal, marque o teclado criado anteriormente como padrão.

Resultados

N ^o de cliques	Tempo	Grau de facilidade
3	6	5
O que poderia ser melhorado?		
Observações		

Tabela 110: Tarefa 10 – Resultados

Tarefa 11 – Apagar um teclado

A partir do menu principal, marque o teclado criado anteriormente como padrão.

Resultados

Nº de cliques	Tempo	Grau de facilidade
3	5	5
O que poderia ser melhorado?		
Observações		

Tabela 111: Tarefa 11 – Resultados

Tarefa 12 – Criar um levantamento

A partir do menu principal, inicie um levantamento numa secção já existente e adicione os seguintes registos (sem preocupação com as coordenadas):

- Uma ocorrência de peladas de nível 2;
- Uma ocorrência de rodeiras de nível 3;
- Uma ocorrência tampa de esgoto;
- Uma ocorrência de fendilhamento de nível 1 seguindo de uma ocorrência de fendilhamento de nível 3;
- Uma foto a partir da camara;
- Um vídeo a partir da galeria;
- Um comentário com o texto “Começou a chover”;
- Uma gravação de voz;
- Associar a foto a uma das ocorrências registadas.

Resultados

Nº de cliques	Tempo	Grau de facilidade
50	3:48	4
O que poderia ser melhorado?		

Observações

Tabela 112: Tarefa 12 – Resultados

Tarefa 13 – Visualização de um levantamento

A partir do menu principal, abra o levantamento previamente realizado.

Resultados

Nº de cliques	Tempo	Grau de facilidade
6	25	4
O que poderia ser melhorado?		
Observações		

Tabela 113: Tarefa 13 – Resultados

Tarefa 14 – Edição de um levantamento

A partir do menu principal, edite o levantamento previamente realizado e efetue as seguintes alterações:

- Altere o nível da ocorrência de rodeiras para nível 1;
- Altere o tipo das peladas para pele de crocodilo;
- Remova a gravação de voz.

Resultados

Nº de cliques	Tempo	Grau de facilidade
27	1:39	4
O que poderia ser melhorado?		

Observações
Os nomes ficam trocados, bem como a gravidade.

Tabela 114: Tarefa 14 – Resultados

Tarefa 15 – Remover um levantamento

A partir do menu principal, remova o levantamento anteriormente criado.

Resultados

Nº de cliques	Tempo	Grau de facilidade
7	30	4
O que poderia ser melhorado?		
Confirmação para apagar.		
Observações		
Demorou a apagar.		

Tabela 115: Tarefa 15 – Resultados

Tarefa 16 – Exportar dados

A partir do menu principal, exporte a seguinte informação:

- Exportar em XML, para ficheiro:
 - Levantamentos, sem anexos;
 - Teclados
- Exportar em CSV, para ficheiro:
 - Levantamentos

Resultados

Nº de cliques	Tempo	Grau de facilidade
17	1:26	4
O que poderia ser melhorado?		
Observações		

Tabela 116: Tarefa 16 – Resultados

Questões

Pergunta 1 – Acha a aplicação SIGPav.Mobile útil?

Sim, penso que é uma aplicação bastante útil.

Pergunta 2 – Qual a sua opinião sobre os resultados obtidos nos testes realizados?

A aplicação necessita de ajustamentos e melhorias.

Pergunta 3 – O que poderia ser melhorado na aplicação?

O principal problema da aplicação está relacionado com a qualidade do GPS que em distâncias curtas tem um erro associado grande.

Pergunta 4 – O que acha que deveria ser adicionado à aplicação?

Penso que deveriam ser feitos os ajustamentos já mencionados pessoalmente e sem dúvida resolver o problema do GPS.

Pergunta 5 – Qual o equipamento usa atualmente para fazer levantamentos de estados de pavimentos?

Neste momento os levantamentos são realizados através de inspeção visual com o auxílio de uma roda de medições que permite medir as distâncias.

Pergunta 6 – Acha que o SIGPav.Mobile poderá vir a substituir esse método utilizado?

Sim, desde que o GPS esteja a funcionar corretamente.

Anexo F - Protótipo não funcional

Protótipo não funcional

Neste anexo serão apresentados todos os mockups da interface gráfica realizados. Estes mockups foram feitos como forma de representar graficamente como foi pensada a aplicação quer no seu aspeto visual como na sua maneira de funcionar. Todos os mockups efetuados foram apresentados e validados pelo responsável do projeto, o Prof. Dr. Adelino Ferreira, antes do início da sua implementação.

F.1 Ecrã inicial

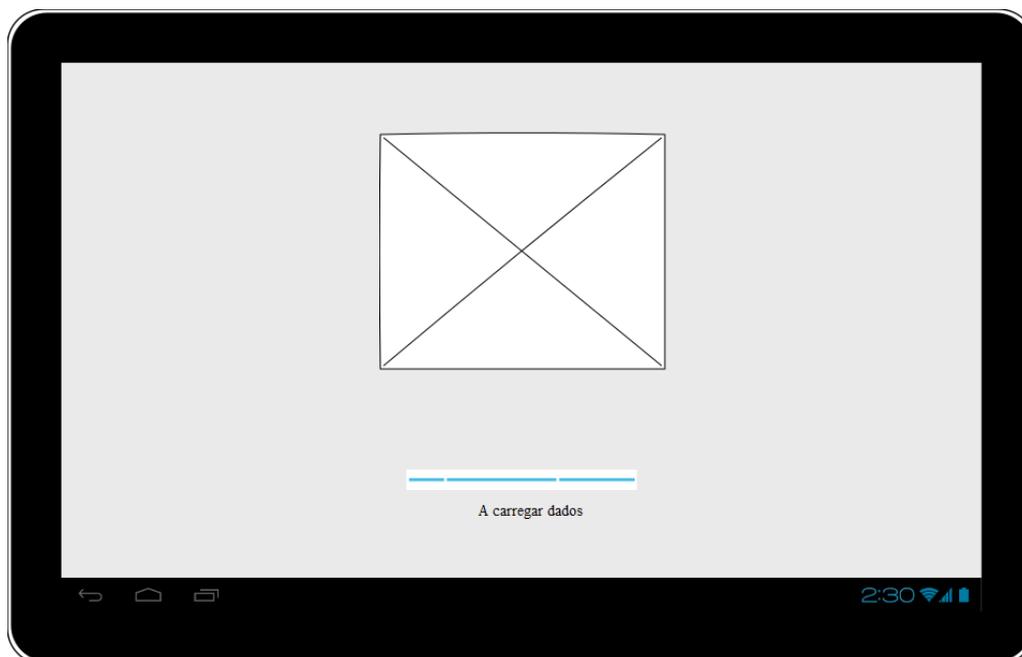


Figura 59: Ecrã inicial

F.2 Ecrã de login

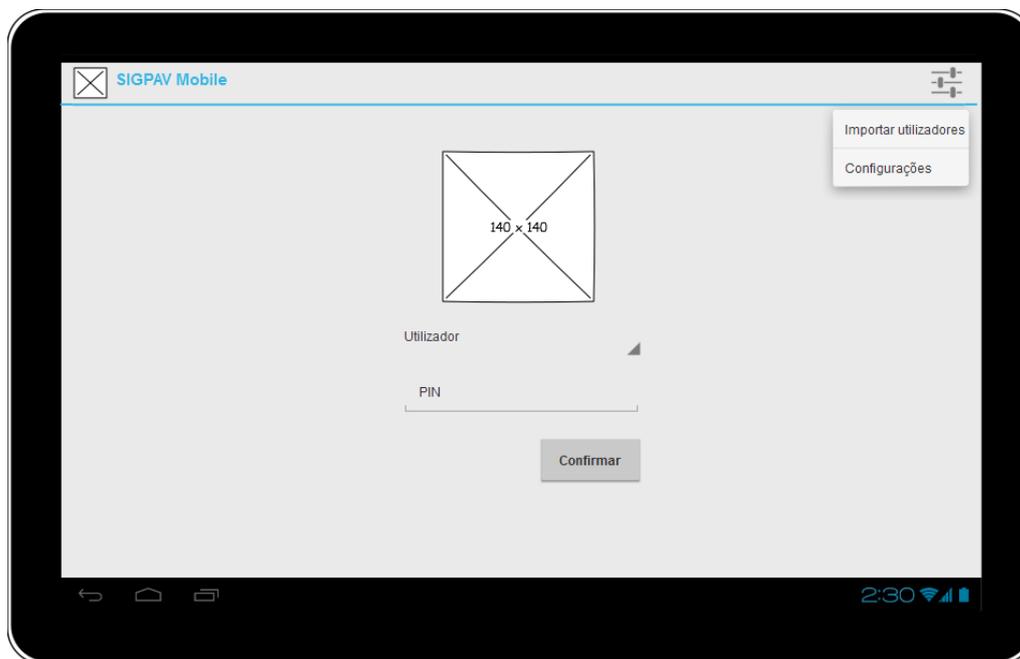


Figura 60: Ecrã de login

F.3 Menu principal

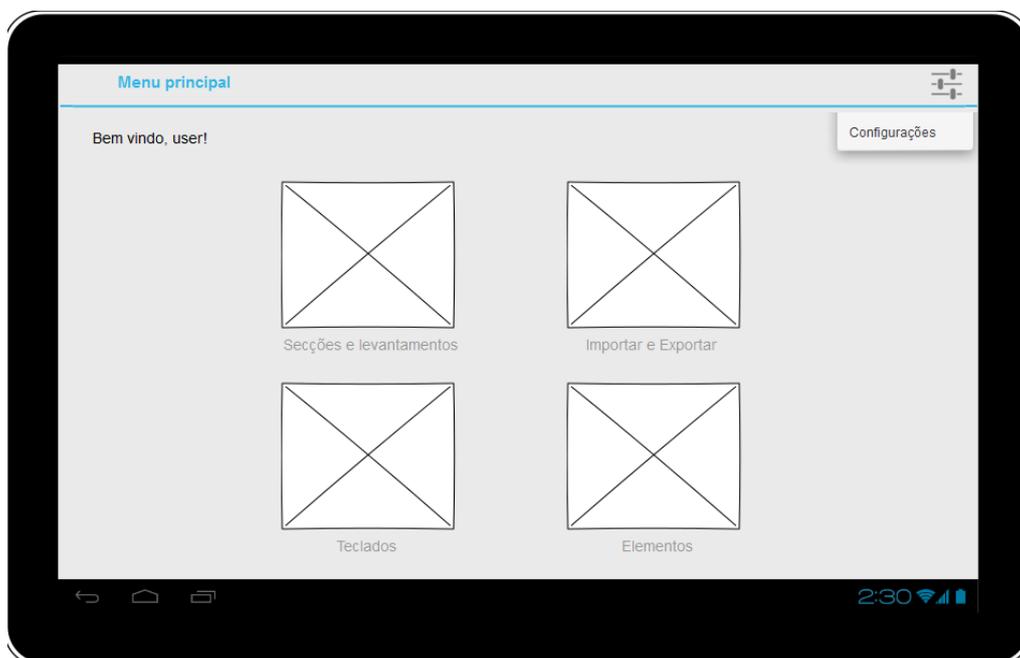


Figura 61: Menu principal

F.4 Secções e levantamentos

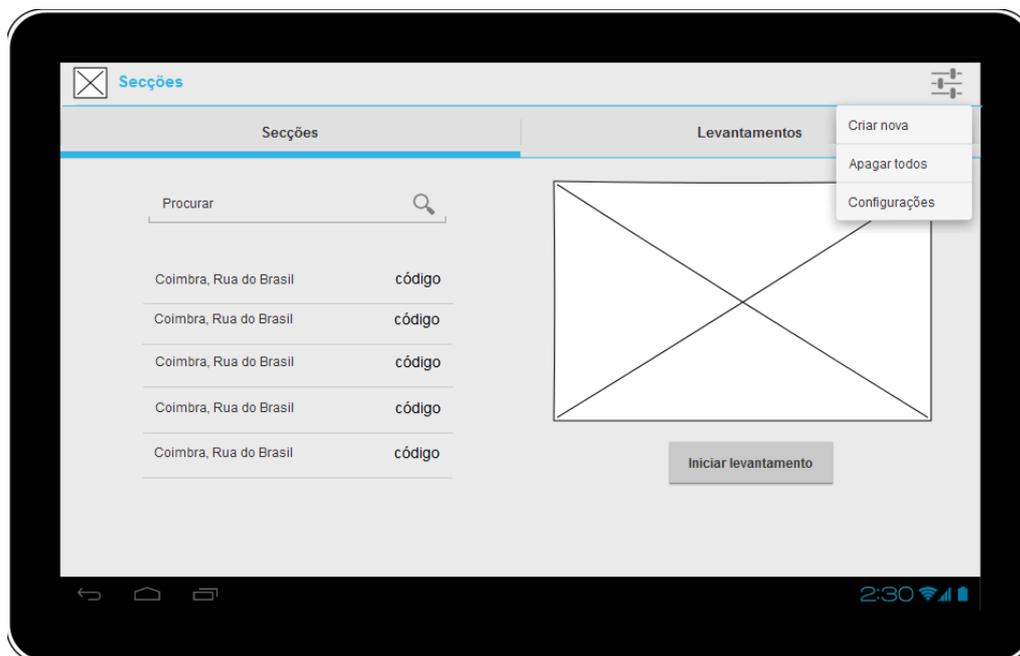


Figura 62: Secções

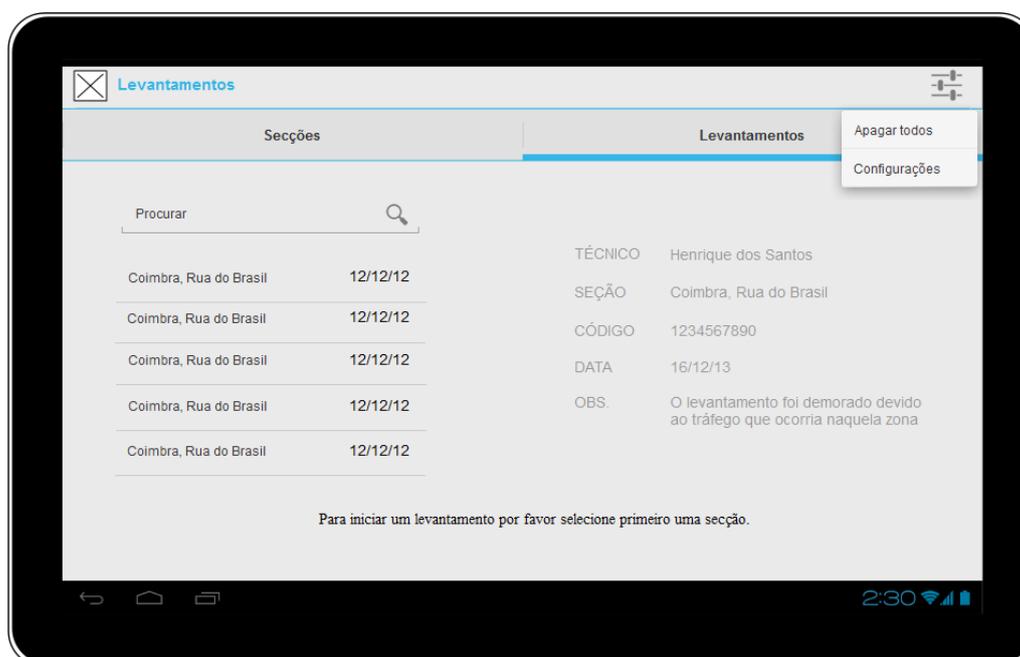


Figura 63: Levantamentos

F.5 Adicionar secções

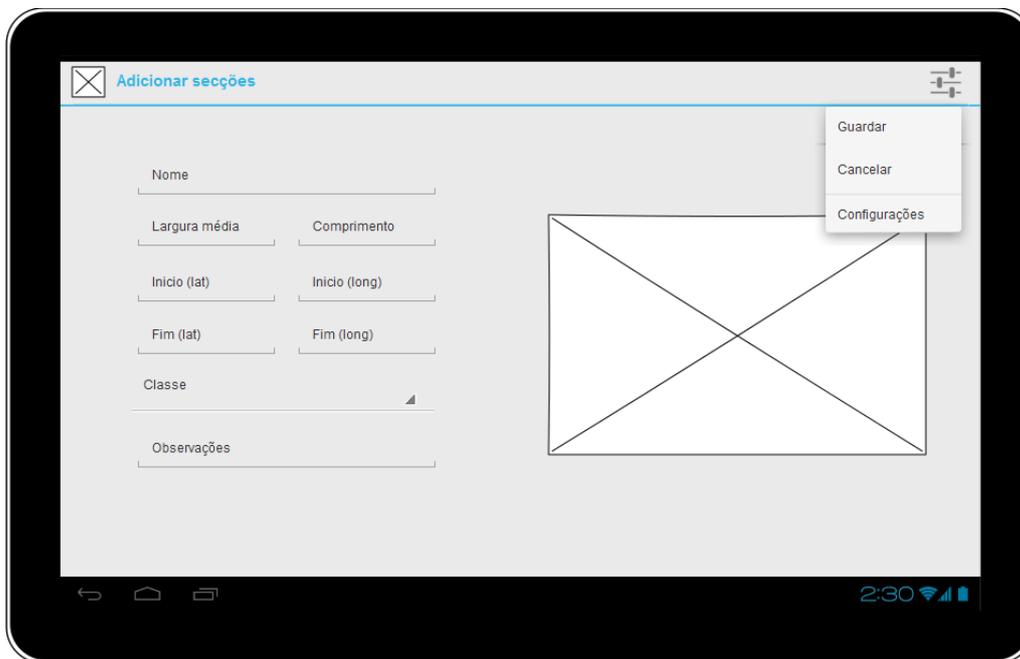


Figura 64: Adicionar secções

F.6 Importação e exportação de dados

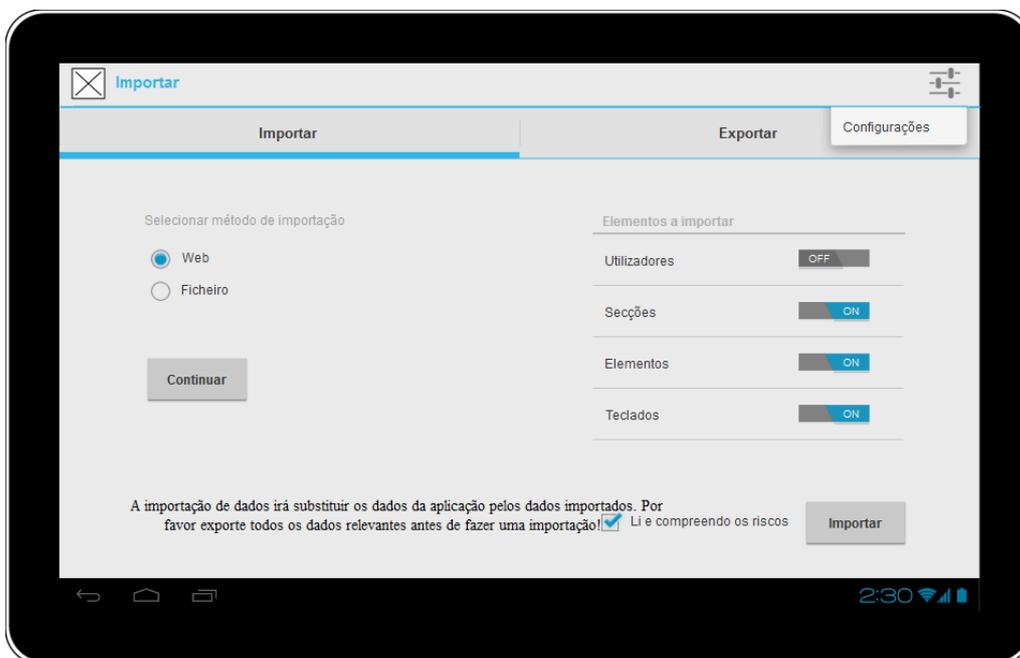


Figura 65: Importação de dados

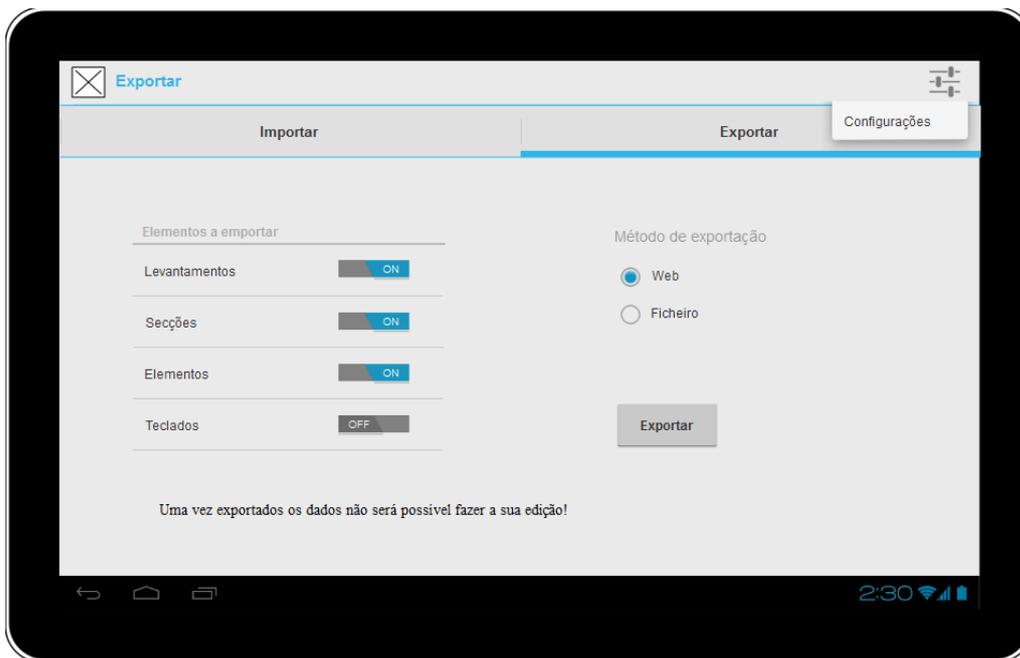


Figura 66: Exportação de dados

F.7 Levantamentos

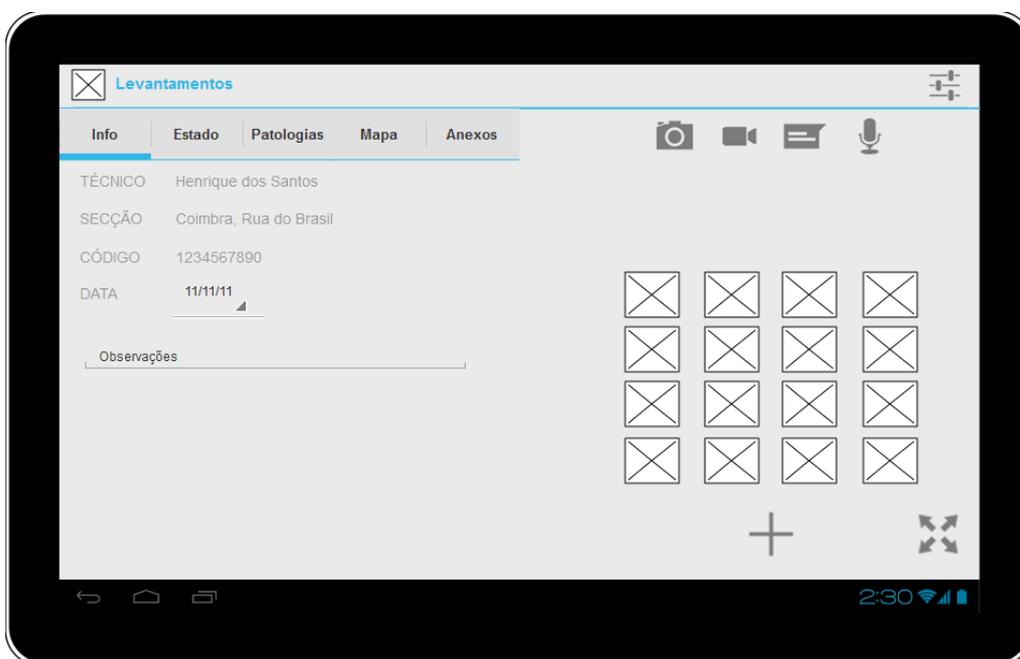


Figura 67: Tab de informações

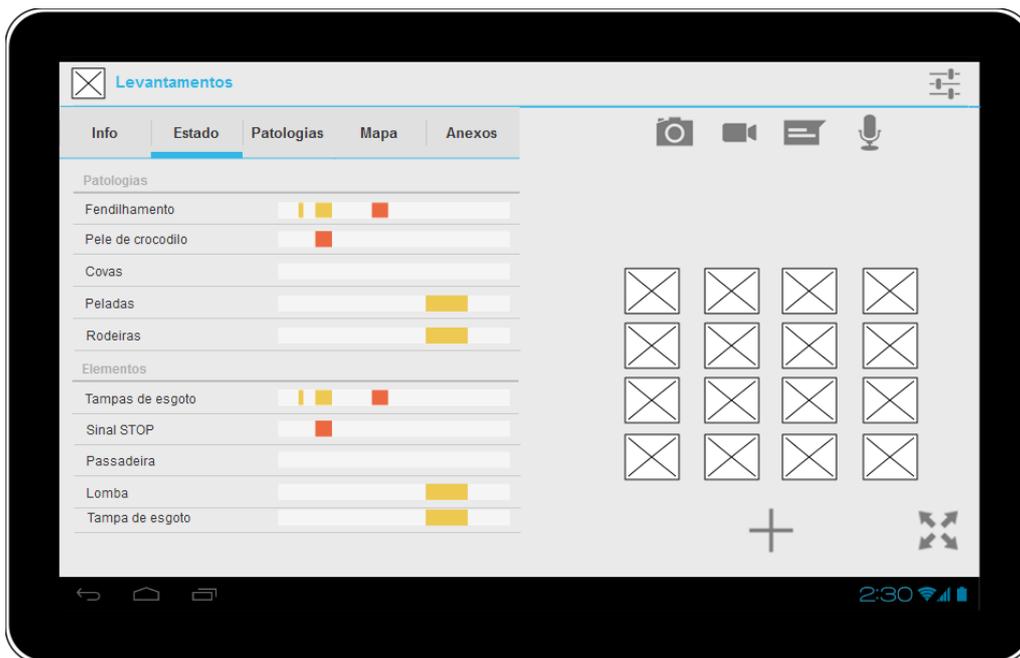


Figura 68: Tab de estado

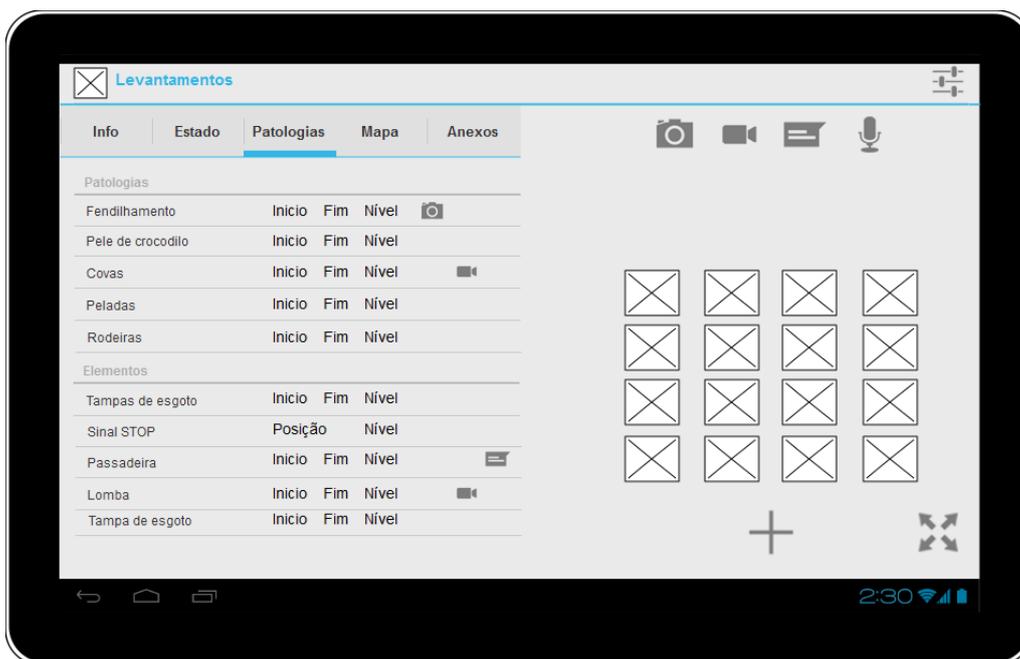


Figura 69: Tab de patologias e elementos

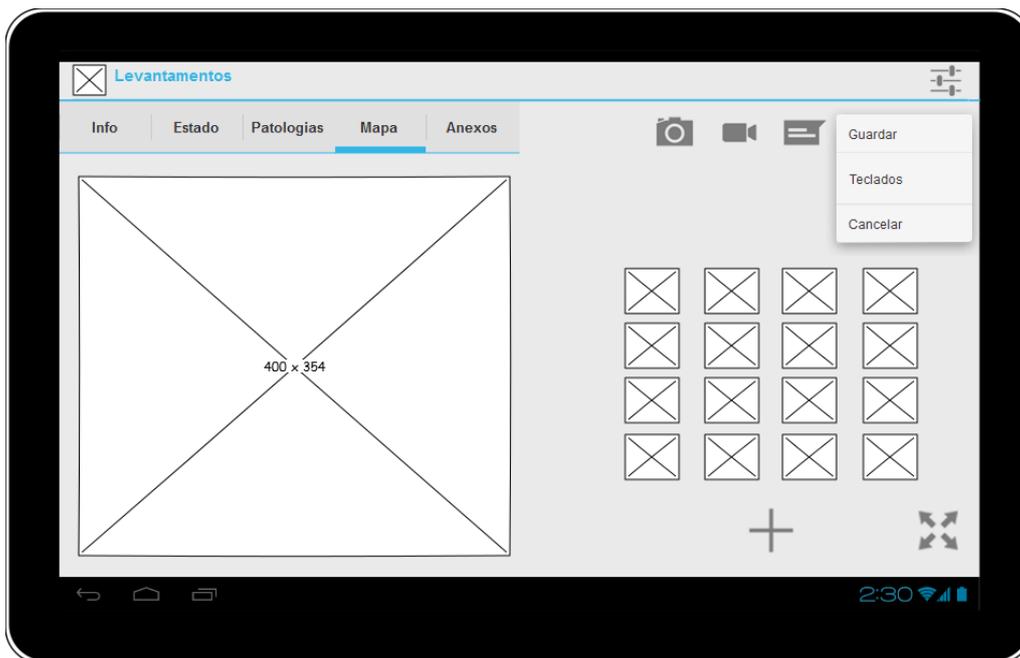


Figura 70: Tab de representação em mapa

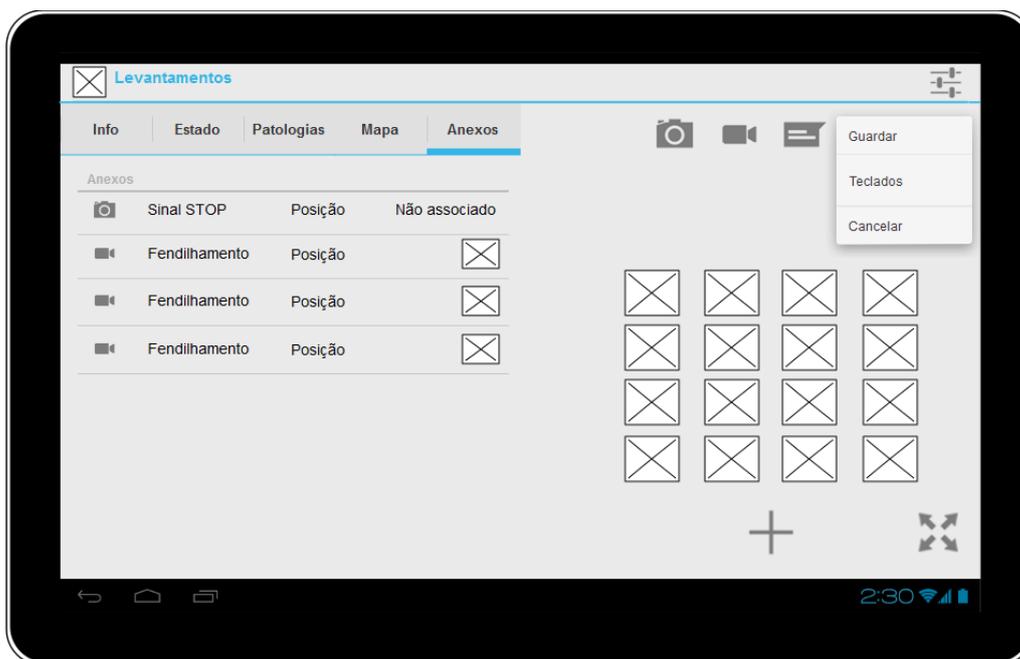


Figura 71: Tab de anexos

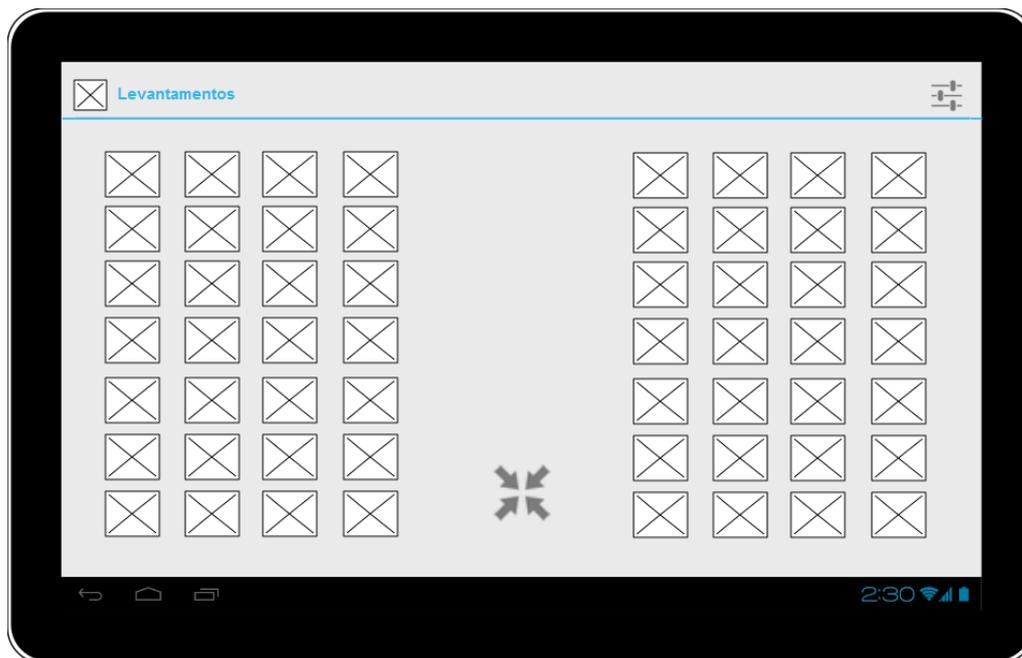


Figura 72: Teclado em ecrã completo

F.8 Elementos

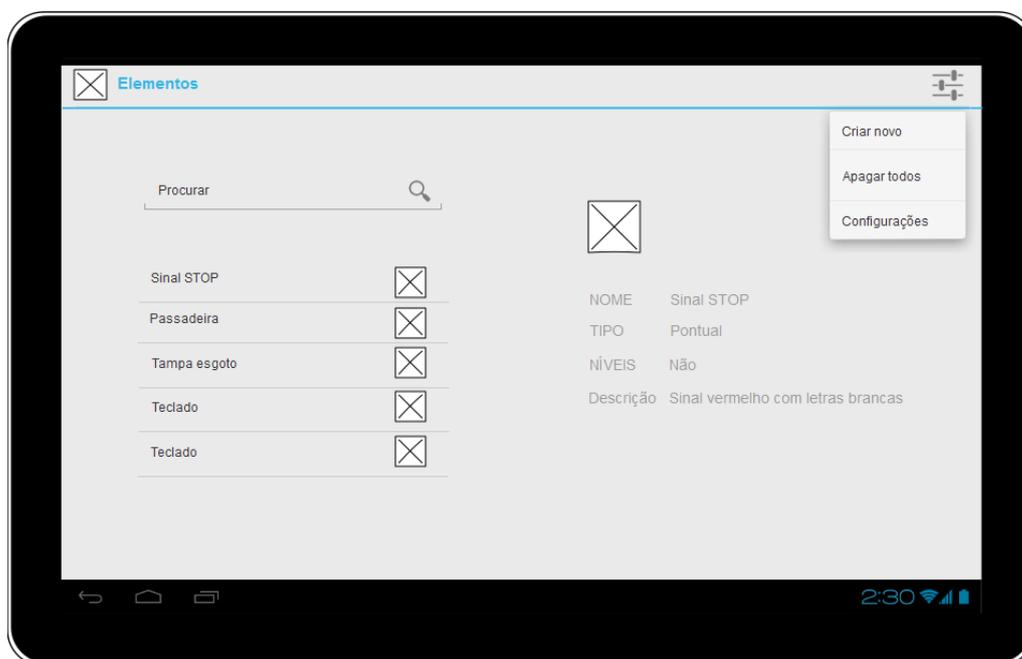


Figura 73: Ecrã de elementos

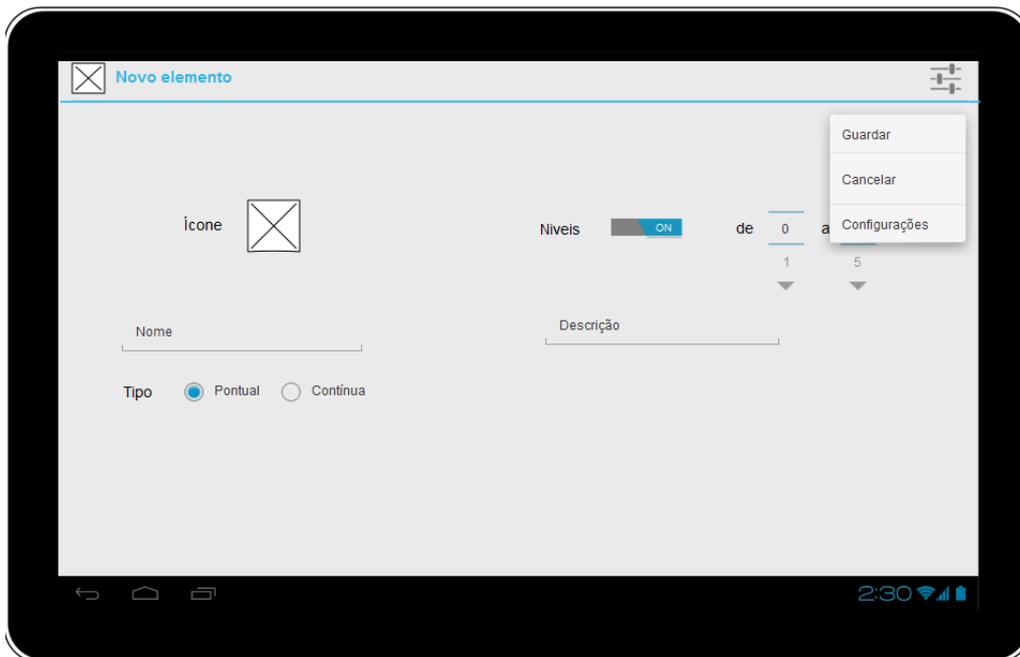


Figura 74: Ecrã de criação de novo elemento

F.9 Teclados

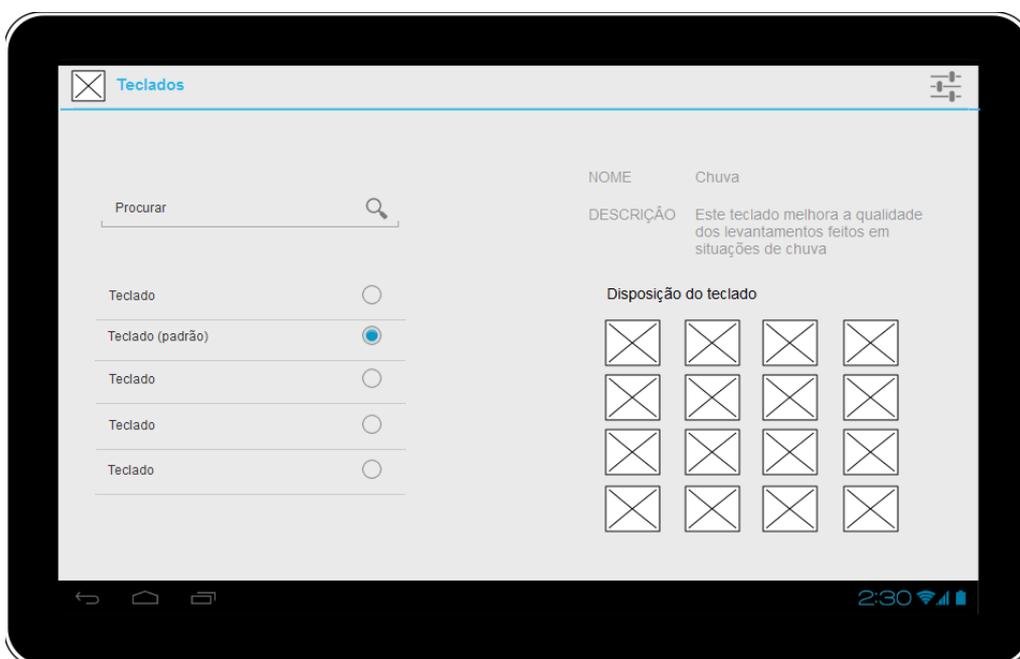


Figura 75: Teclados

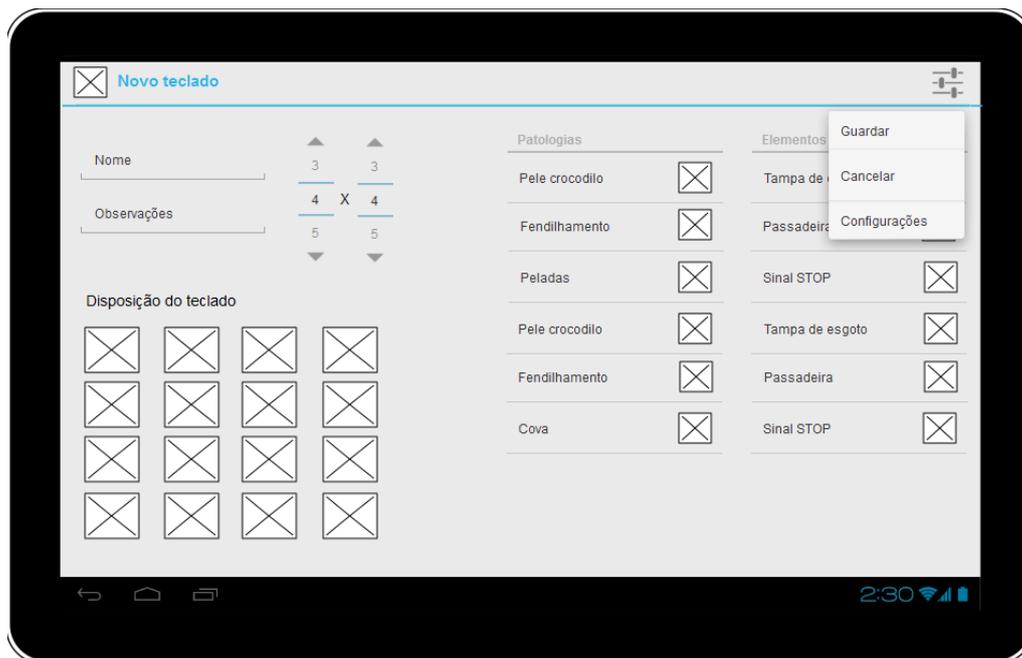


Figura 76: Criar teclado

F.10 Configurações

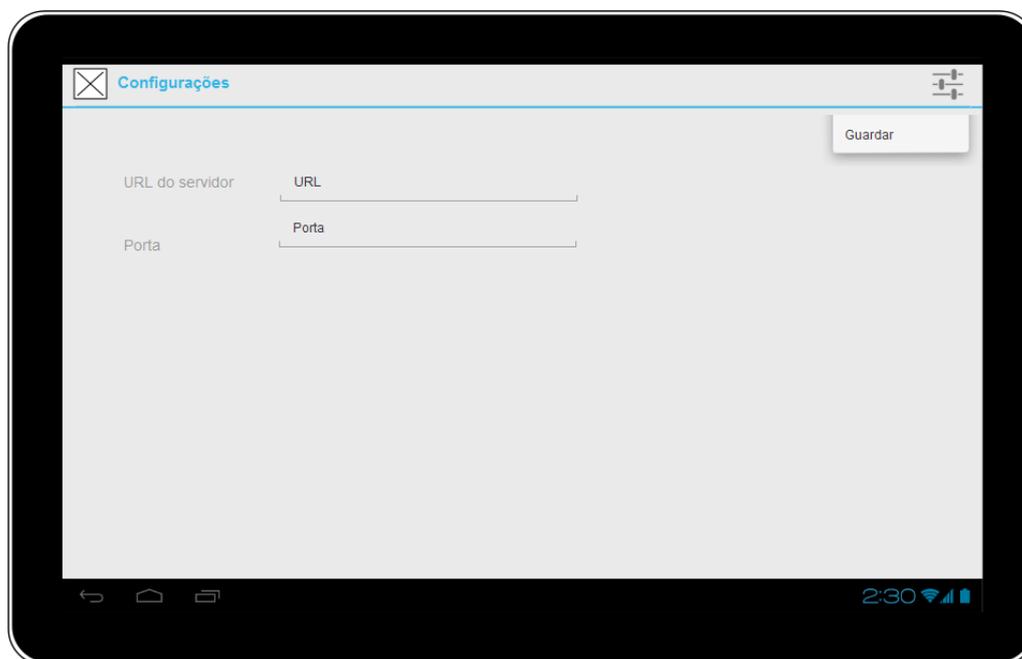


Figura 77: Configurações

Anexo G - Catálogo de patologías

G.1 Fendilhamento [Ferreira, 2013a, slides 3 a 4]

Definição	Fendas inicialmente paralelas ao eixo da estrada, evoluindo para fendas de forma irregular situadas na zona de passagem dos rodados dos veículos.
Causas possíveis	<ul style="list-style-type: none">• Fadiga da estrutura do pavimento, em particular das misturas betuminosas;• Falta de capacidade de carga da estrutura do pavimento;• Falta de capacidade de carga do solo de fundação.
Evolução	<ul style="list-style-type: none">• Extensão progressiva do fenómeno;• Pele de crocodilo.

Tabela 117: Fendilhamento



Figura 78: Fendilhamento de nível 1



Figura 79: Fendilhamento de nível 2



Figura 80: Fendilhamento de nível 3

G.2 Pele de Crocodilo [Ferreira, 2013a, slides 5 a 9]

Definição	Conjunto de fendas, mais ou menos próximas, formando uma malha.
Causas possíveis	<ul style="list-style-type: none">• Fadiga da estrutura do pavimento, em particular das misturas betuminosas;• Falta de capacidade de carga da estrutura do pavimento;• Falta de capacidade de carga do solo de fundação.

Evolução	<ul style="list-style-type: none">• Extensão progressiva do fenómeno;• Formação de covas ou peladas;• Evolução de malha larga para malha estreita.
-----------------	--

Tabela 118: Pele de Crocodilo



Figura 81: Pele de Crocodilo de nível 1



Figura 82: Pele de Crocodilo de nível 2

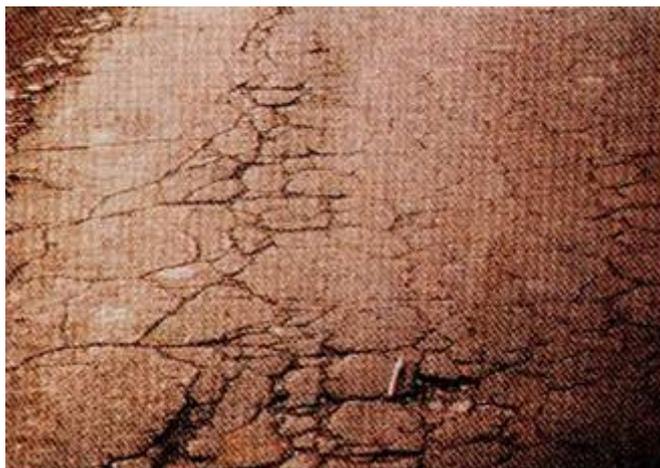


Figura 83: Pele de Crocodilo de nível 3

G.3 Peladas [Ferreira, 2013a, slides 15 a 19]

Definição	Desprendimento de pequenas placas da camada de desgaste relativamente à camada subjacente.
Causas possíveis	<ul style="list-style-type: none"> • Deficiente ligação entre a camada de desgaste e a camada de regularização; • Sub-dimensionamento da camada de desgaste; • Utilização de materiais de baixa qualidade na realização das misturas betuminosas.
Evolução	<ul style="list-style-type: none"> • Extensão progressiva do fenómeno (aumento da área afectada); • Formação de covas.

Tabela 119: Peladas



Figura 84: Peladas de nível 1



Figura 85: Peladas de nível 2



Figura 86: Peladas de nível 3

G.4 Covas [Ferreira, 2013a, slides 10 a 14]

Definição	Cavidade no pavimento de forma irregular e com profundidade e largura variáveis.
Causas possíveis	<ul style="list-style-type: none"> • Evolução da pele de crocodilo com desintegração e arranque de materiais; • Defeito localizado da camada de desgaste ou de base; • Zona localizada com falta de capacidade de carga (bolsada de argila, má drenagem); • Deficiente ligação da camada de desgaste à camada subjacente.
Evolução	<ul style="list-style-type: none"> • Extensão progressiva do fenómeno.

Tabela 120: Covas



Figura 87: Covas de nível 1



Figura 88: Covas de nível 2



Figura 89: Covas de nível 3

G.5 Reparações [Ferreira, 2013a, slides 25 a 29]

Definição	Trabalhos de conservação pontuais destinados a corrigir determinados problemas do pavimento. Constituem um ponto fraco do pavimento em termos de qualidade estrutural e funcional.
Causas possíveis	-
Evolução	<ul style="list-style-type: none"> • Inicialmente, a zona da reparação pode evidenciar saliências em relação à restante área do pavimento; • Devido à acção do tráfego, a zona da reparação pode evidenciar depressões em relação à restante área do pavimento; • A desagregação junto às zonas exteriores da reparação podem evoluir para a formação de covas e peladas.

Tabela 121: Reparações

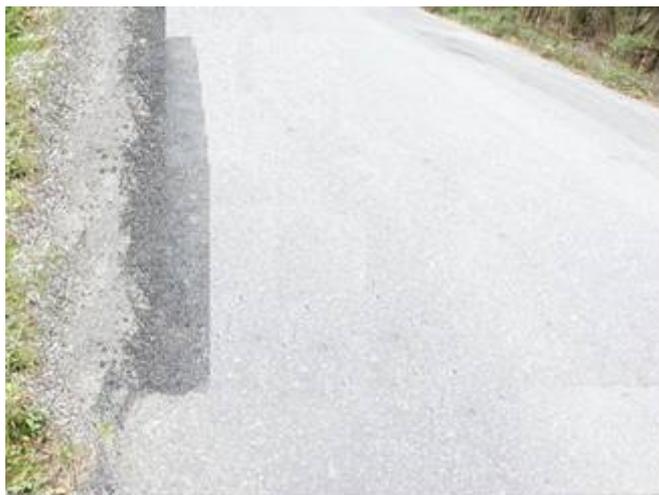


Figura 90: Reparações de nível 1



Figura 91: Reparações de nível 2



Figura 92: Reparações de nível 3

G.6 Rodeiras [Ferreira, 2013a, slides 20 a 24]

Definição	Deformação transversal na zona de passagem dos rodados dos veículos pesados.
Causas possíveis	<ul style="list-style-type: none"> • Compacidade insuficiente das camadas estruturais do pavimento; • Má formulação da mistura betuminosa. Formam-se, neste caso, rodeiras de pequeno raio; • Deformações permanentes nas camadas da fundação do pavimento. Formam-se, neste caso, rodeiras de grande raio.
Evolução	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento da profundidade da rodeira; • Aparecimento de outros tipos de degradações do pavimento, como por exemplo, o fendilhamento; • Aparecimento de cordões laterais por fluência do material.

Tabela 122: Rodeiras

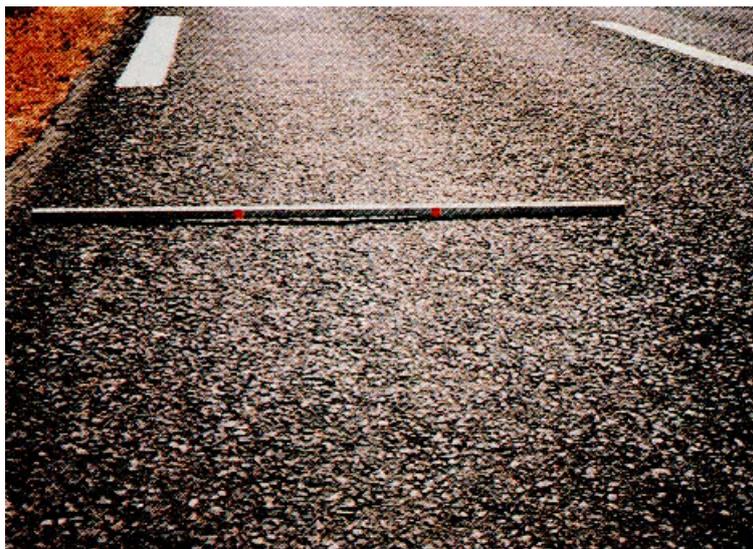


Figura 93: Rodeiras de nível 1

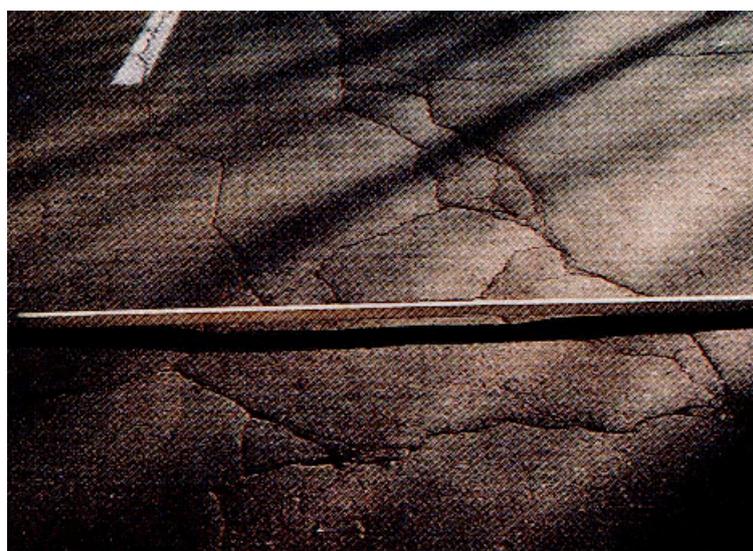


Figura 94: Rodeiras de nível 2

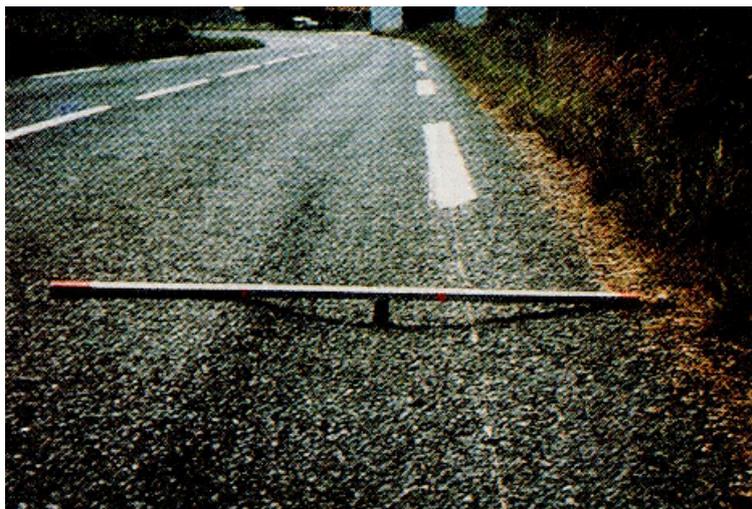


Figura 95: Rodeiras de nível 3

G.7 Irregularidades Longitudinais [Ferreira, 2013a, slides 30 a 33]

Definição	Somatório dos desníveis que se verificam entre o perfil longitudinal real e o perfil longitudinal de projeto.
Causas possíveis	<ul style="list-style-type: none"> • Má construção; • Todas as outras degradações contribuem para a irregularidade longitudinal.
Evolução	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento do valor da irregularidade; • Aparecimento de outros tipos de degradações do pavimento, como por exemplo o fendilhamento, devido ao agravamento das solicitações do tráfego (cargas dinâmicas).

Tabela 123: Irregularidades Longitudinais

Anexo H - Análise de equipamentos

H.1 Samsung Galaxy Note 10.1 (2014 Edition)

Este tablet foi analisado através da sua análise no site Gsmarena [GSMarena, 2013c] onde foi muito elogiado tanto pela sua qualidade de construção como pela sua performance.

Quando à sua robustez a impressão que transmite esta análise é a de se tratar de um equipamento de grande qualidade e resistência, “A construção é excelente, e na parte traseira de tipo couro não só acrescenta um toque de sofisticação, mas também bem aumenta a aderência”. A parte traseira deste equipamento não é rígida sendo feita de plástico, alumínio ou vidro mas um material que é um misto de plástico e algo semelhante a couro. Este novo material, não só lhe dá uma aparência mais sofisticada como também melhora a aderência prevenindo assim algumas situações de queda. Para além disso, sendo também um material com um toque mais suave melhora a sua resistência a quedas visto que a sua capacidade de absorver o choque durante o impacto é superior aos outros materiais mais rígidos.

Outra característica que distingue este tablet é a sua S-pen que está presente nos equipamentos Note da Samsung. Esta é uma característica importante se se considerar que o técnico responsável pelo levantamento faz esta tarefa usando luvas. Desta forma a S-pen irá melhorar drasticamente a facilidade de interação com o tablet.

A nível de ecrã este equipamento também desempenha um excelente papel. Não só tem uma enorme resolução como tem o maior índice de pontos por polegada (ppi) existente em máquinas deste tipo, 299ppi. Para além da resolução a qualidade de imagem é muito boa tendo também uma boa visibilidade no exterior.

O Note 10.1 dispõe de uma impressionante camara de 8MP com flash. “As fotos tiradas com o Samsung Galaxy Note 10.1 2014 são excelentes, muito melhor do que se poderia esperar de um tablet” e “vídeos a 1080p são muito “cool”” são as observações gerais dadas nesta análise.

Quanto à capacidade da bateria, os seus 8220 mAh proporcionam, pelos testes realizados, uma duração de 7 horas e 39 minutos de navegação na Web e 9 horas e 2 minutos de reprodução de vídeo. Estes números indicam que o equipamento está preparado para um dia de trabalho.

Os testes realizados ao GPS do equipamento foram bastante reduzidos sendo apenas dada a indicação de que não obtiveram qualquer tipo de problema com a receção de sinal.

H.2 Samsung Galaxy Note 10.1 LTE N8020

Este trata-se da versão anterior do Note 10.1 2014. Mesmo não sendo o modelo mais recente da marca, uma vez que ainda se encontra à venda em Portugal e

que cumpre todos os requisitos de hardware estabelecidos é também importante considera-lo como uma possibilidade.

O ecrã deste equipamento tem apenas uma densidade que embora não seja apontada como de má qualidade não tem uma qualidade excepcional “faz o trabalho mas não impressiona”. Este modelo vem também equipado com uma camara de 5MP com flash que se demonstrou um pouco desapontante. A qualidade de imagem estava longe de ser boa “já vimos melhores camaras de 5 MP em telefones e.. bem.. tablets” [GSMarena, 2013b]. A gravação de vídeo tem apenas uma resolução de 720p e também ai não obteve grandes resultados.

H.3 Samsung Galaxy Tab 3 10.1’ 4G GT-P5220 / Samsung Galaxy Tab3 10.1’ 3G + Wifi GT-P5200

Uma solução um pouco mais em conta do que os equipamentos Note é o Samsung Galaxy Tab 3 que embora tenha umas características mais “modestas” do que os modelos anteriores também cumpre todos os requisitos. Estes dois modelos são bastante semelhantes diferindo apenas no módulo de internet que pode ser 3G ou 4G/LTE. Uma vez que o restante hardware é igual os dois equipamentos são analisados em conjunto.

O ecrã deste equipamento não se revela extraordinário embora esteja adequado para a gama de preço que se encontra. No que diz respeito à sua camara, o Samsung Galaxy Tab 3 10.1’ vem equipado cum uma camara de 3 MP sem flash que apesar da sua baixa resolução até aparenta ter níveis baixos de ruído e um nível de detalhe alto para a resolução. Também nos testes realizados o GPS não apresentou qualquer tipo de problema [GSMarena, 2013e].

H.4 Samsung Galaxy Tab2 10.1 3G+Wifi GT-P5100

Este modelo enquadra-se na gama de tablets mais barata da Samsung e, embora as suas especificações não sejam “topo de gama” para a altura em que foi lançado também este modelo cumpre todos os requisitos necessários para esta aplicação [GSMarena, 2013d].

O ecrã tem uma resolução média tal como a maioria dos equipamentos desta gama. Este ecrã possui um brilho de 300 cd/m².

No campo da conectividade, este equipamento suporta “USB-on-the-go” mas, no entanto, o adaptador necessário não vem incluído. Este fator também se pode considerar importante pois a importação de dados através de uma pen USB é um cenário considerado. Quanto à sua camara, apesar de ter uma resolução baixa, não obteve grandes criticas. “Baixo ruído, detalhes suficientes, cores precisas e um bom equilíbrio entre contraste e uma gama dinâmica” foram os comentários dados em relação à qualidade das fotografias. Já em relação à gravação de vídeo também

foram positivas. Também aqui as opiniões foram a de que tinha um grande nível de detalhe, com baixo ruído e uma gravação fluida.

Apenas foi possível encontrar testes à autonomia do tablet no site hardware.info [hardware.info, 2013a]. O teste realizado consiste numa reprodução de música em stream através de WiFi. Aqui o resultado foi de 6 horas e 40 minutos.

H.5 Samsung ATIV Tab 7 XE700T1C-G01PT

Este modelo destaca-se dos outros não só pelo sistema operativo mas também pelo seu processador. Ao contrário da maioria dos equipamentos Android e Windows RT que usam um processador com arquitetura ARM este possui um processador com arquitetura x86 à semelhança dos computadores de secretária. Dado que este equipamento não se trata de um tablet semelhante aos outros analisados mas sim de um transformável e de que se tratar também de um modelo recente as análises a este equipamento são ainda um pouco reduzidas tendo disso apenas encontrados alguns curtos vídeos [Guy, 2013].

À semelhança do Galaxy Note este equipamento também possui uma S-pen que como referido anteriormente pode ser vantajoso se os levantamentos forem usados com luvas. Em relação à qualidade da camera apenas foi referenciada como sendo “ok”. Já o touchscreen foi bastante elogiado como sendo “fantástico” e muito responsivo. A nível da sua qualidade de construção também referida como um ponto a favor deste equipamento.

H.6 Samsung ATIV Tab 5 XE500T1C-G01PT

Este modelo também se encontra na mesma categoria do Samsung ATIV Tab 7 uma vez que usa um processador com a mesma arquitetura. Também para este modelo o número de análises é reduzido também tendo sido encontrados alguns vídeos.

Com este modelo também vem incluído uma S-pen que mais uma vez poderá vir a ser uma vantagem.

Através de uma análise no canal do Youtube “The Gadget God” [God, 2013] era notável que o Windows emitia constantemente o som de alerta de quando um dispositivo é ligado/desligado. Este acontecimento poderá demonstrar que a ligação do tablet ao seu teclado não é muito estável o que poderá derivar de uma fraca qualidade de construção.

H.7 Sony Xperia Tablet Z LTE

O Xperia Tablet Z é neste comparativo a única proposta da Sony que se enquadra nos requisitos. Para além das características de hardware este é o primeiro tablet

do mercado que obteve a aprovação como sendo à prova de água e de pó. A sua elevada classificação IP55 e IP57 dá-lhe certificados como sendo [Sony, 2013] à prova de água até um metro durante 30 minutos, resistente a jatos de água e resistente a poeiras. Uma vez que o equipamento a escolher será para constante uso exterior e em estradas estes certificados são fatores a considerar.

A nível de qualidade de construção, os resultados obtidos pela análise do site GSMArena foram bastante positivos. Para além da confiança que proporciona o facto de ter comprovativo como sendo à prova de água e pó foi referido que os materiais usados para a carcaça com acabamentos fosco e suave oferece mais aderência às mãos para elem de ser melhor a esconder impressões digitais. Para além disso, ao contrário do que se poderia esperar de um equipamento tão fino e feito de matérias leves o tablet dá a sensação de ser bastante resistente a tentativas de dobras ou torção.

Os testes feitos ao ecrã revelam que apesar da tecnologia *OptiContrast* o ecrã reflete muito a luz sendo a sua visibilidade no exterior seriamente comprometida. Este problema é facilmente comprovado em vídeos feitos no exterior como no *Drop Test* realizado pelo canal do Youtube *GizmoSlip* [GizmoSlip, 2013]. Já nos testes da Hardware.info [hardware.info, 2013e] o brilho do ecrã é de 343.00 cd/m².

A bateria equipada neste tablet também não se revelou muito impressionante, “uma bateria de 6.000mAh não é muito grande para um tablet e 10.1””. Este baixo valor de capacidade teve impacto nos testes de autonomia onde apenas obteve um resultado de 7 horas e 19 minutos de navegação na Web e 7 horas e 37 minutos de reprodução de vídeo. Já os testes realizados pelo site Hardware.info mostram uma duração de 4 horas e 46 minutos para reprodução de música através de WiFi e de 7 horas e 52 minutos de reprodução de vídeo Full HD.

Para além das análises da GSMArena e Hardware.info foi também analisado o vídeo do canal do Youtube “GizmoSlip” onde para além de ter permitido tirar algumas conclusões em relação á qualidade do ecrã também permitiu perceber a sua resistência a quedas. Os resultados deste teste demonstram que o tablet não é tão resistente como anunciado pela marca. Apesar de ter resistido a uma queda de costas e outra onde caia sobre um dos cantos a queda com o ecrã virado para o chão demonstrou-se fatal. Deste último teste não só resultou um ecrã rachado como também um sistema tátil que deixou de responder ao toque.

H.8 Hauwei MediaPad 10 Link

Este é o modelo mais acessível desta análise. Sendo este um equipamento menos popular o número de análises encontradas foi também bastante reduzido. Esta comparação foi então feita baseada na análise do site Notebookcheck⁶ [Schuster, 2013].

O baixo custo do Hauwei MediaPad 10 Link fez-se sentir na sua qualidade de cons-

⁶www.notebookcheck.net

trução uma vez que qualquer tentativa de torção resultava em ruído vindo do tablet. Também o ecrã deste equipamento não apresentou grande qualidade. Ao pressionar o tablet pela parte traseira é visível uma distorção de cores no ecrã nesse ponto. A distorção de cores não era só visível em condições de pressão e durante o teste era visível uma distorção de cores especialmente nos tons de cinza. Não foi só no que diz respeito às cores que este ecrã revelou problemas uma vez que a iluminação do ecrã não se demonstra homogênea em toda a sua área. Os testes realizados à câmara mostraram uma imagem aceitável mas no entanto com cores pálidas.

Este modelo também é o que apresenta a menor capacidade de memória do teste tendo apenas uma capacidade de 8Gb. Esta limitação pode, no entanto, ser facilmente ultrapassada através do uso de um cartão microsd.

H.9 Asus Transformer Pad TF300TL / TF300TG

Estes dois modelos são bastante semelhantes estando assim na mesma análise. A principal característica que distingue estes dois modelos é o módulo de ligação à internet. Assim, temos duas versões, uma LTE e outra 3G sendo elas o TF300TL e TF300TG respetivamente. Esta análise foi feita baseada principalmente nos testes da Engadget [Wollman, 2013].

A qualidade geral de construção não foi muito impressionante uma vez que esta marca possui outros modelos que, ao contrário do TF300 onde a tampa traseira é feita de plástico, possuem tampas traseiras em alumínio. Apesar disso, não foi considerado um tablet com má qualidade de construção para a gama onde se encontra.

Nos testes de conectividade foram testadas as ligações WiFi e o GPS. Em ambos os testes nenhum destes componentes demonstrou problemas.

Quanto ao ecrã este equipamento tem um nível de brilho de 350 nits o que não se considera preocupante se estivermos a trabalhar em casa mas torna o trabalho no exterior um pouco mais difícil. “Se estiver parado ao ar livre podemos notar que os ângulos de visão são mais estreitos do que no Transformer Prime”. Nos testes do site Hardware.info [hardware.info, 2013b] os valores obtidos para o brilho do ecrã foram 233.40 cd/m².

Os testes à câmara demonstraram uma boa qualidade e detalhe. A função de toque e foco demonstrou ser bastante eficaz mostrando um elevado detalhe na zona selecionada.

O teclado deste tablet é composto também por uma bateria aumentando assim a autonomia do equipamento. Graças a isso, os resultados obtidos para o teste de autonomia foram bastante bons. Nos testes da engadget os resultados obtidos foram 8 horas e 29 minutos apenas para o tablet e 12 horas e 4 minutos para o conjunto (tablet e teclado). Os testes feitos pelo site Hardware.info também foram bastante positivos. Os resultados foram de 3 horas e 42 minutos de reprodução de música

através de WiFi e 9 horas e 42 minutos para reprodução de vídeo em Full HD para o tablet sem teclado. Os mesmos testes para o conjunto tiveram um resultado de 5 horas e 59 minutos e 12 horas e 4 minutos respetivamente.

H.10 Asus VivoTab RT 3G

À semelhança dos Samsung ATIV Tab este modelo também usa o sistema operativo Windows. No entanto, ao contrário dos outros dois modelos que usam um processador de arquitetura x86 o Asus VivoTab RT 3G dispõe de um processador ARM recorrendo assim ao Windows RT. Também para este modelo foi difícil encontrar análises e as poucas que foram encontradas focavam-se mais ao sistema operativo do que ao tablet em questão. Esta curta análise é baseada na análise do site Hardware.info [hardware.info, 2013c].

Este modelo apresenta um ecrã com uma qualidade bastante boa. Para além disso também tem um brilho bastante forte sendo o seu valor de 524.41 cd/m².

Também este modelo vem com uma bateria no teclado aumentando assim a sua autonomia. Desta forma, os resultados para os testes de reprodução de música via WiFi foram de 5 horas e 42 minutos para o tablet e 10:30 para o conjunto. Já no teste de reprodução de vídeo em Full HD os resultados foram de 9 horas e 33 minutos para o tablet e de 17 horas para o conjunto.

Apesar destes pontos positivos a opinião geral sobre o equipamento não foi positiva. Esta opinião não deriva do hardware do equipamento mas sim do sistema operativo em causa, “ainda não conseguimos pensar numa boa razão para comprar um produto Windows RT” [hardware.info, 2013d].

**Anexo I - Ficheiro XML de importação
e exportação de dados**

Ficheiro XML de importação e exportação de dados

Neste anexo, é apresentado um exemplo do ficheiro XML usado para importação e importação de dados. Por questões de espaço, apenas são apresentados alguns dos itens contidos no ficheiro original. É então normal que este ficheiro não possa ser usado na aplicação uma vez que iria causar incoerência de dados. Apenas pode ser considerado como um exemplo da sua estrutura.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<SIGPav_Data Name="Tester" Id_User="423c8957-3670-4da5-8385-4321d6cf19a3" Sid="" Date="2014-06-30T12:14:52.472+0100">
  <Config Users="true" PathwaysClasses="false" Sections="true" Surveys="true" Attachs="true" Elements="true" Keyboards="true" Families="false"/>
  <Users>
    <User Id_User="423c8957-3670-4da5-8385-4321d6cf19a3" Sid="">
      <Name>Tester</Name>
      <PIN/>
      <Avatar>423c8957-3670-4da5-8385-4321d6cf19a3.png</Avatar>
    </User>
  </Users>
  <PathwaysClasses>
    <PathwayClass Id_PathwayClass="8615b131-3119-4ccf-ae43-63fadeb044bc" Sid="" Designation="Coletora"/>
  </PathwaysClasses>
  <Sections>
    <Section Id_Section="ab8dffe7-fc54-42b5-ad77-5386344d1118" Sid="" Code="Rua_Dom_Manuel_I,_Coimbra" TimeStamp="2014-06-26T15:52:51.179+0100">
      <Id_User>423c8957-3670-4da5-8385-4321d6cf19a3</Id_User>
      <Sid_User/>
      <Designation>Rua Dom Manuel I, Coimbra </Designation>
      <Id_PathwayClass>8615b131-3119-4ccf-ae43-63fadeb044bc</Id_PathwayClass>
      <Sid_PathwayClass/>
      <AvgWidth>7.35</AvgWidth>
      <Length>759</Length>
      <Parish>Coimbra</Parish>
      <District>Coimbra</District>
    </Section>
  </Sections>
</SIGPav_Data>
```

```

    <County>Coimbra</County>
    <Country>Portugal</Country>
    <CoordLatBeg>40.204776</CoordLatBeg>
    <CoordLongBeg>-8.408903</CoordLongBeg>
    <CoordLatEnd>40.201851</CoordLatEnd>
    <CoordLongEnd>-8.407862</CoordLongEnd>
    <Comment/>
  </Section>
</Sections>
<Surveys>
  <Survey Id_Survey="e40787ad-8903-45d2-881e-4
    fea6f969caf" Id_Section="b933202e-7f02-4680-b7e4-7
    a1a82f825fd" Sid_Section="" TimeStamp="2014-05-08
    T11:09:40.323+0100" Completed="1">
    <Id_User>423c8957-3670-4da5-8385-4321d6cf19a3</
      Id_User>
    <Comment/>
    <Occurrences>
      <Occurrence Id_Occurrence="68d75cb4-bf5b-4847-982
        c-20e2a718955e" Gravity="1" TimeStamp="
        2014-05-08T11:10:46.372+0100" Length="
        506.1862487792969">
        <Length_Calc_Method>1</Length_Calc_Method>
        <Id_Element>52ef7fb9-e9f7-4966-91c6-0
          cc416ccecf8e</Id_Element>
        <Sid_Element/>
        <Id_Survey>e40787ad-8903-45d2-881e-4fea6f969caf
          </Id_Survey>
        <CoordLatBeg>40.189952192237136</CoordLatBeg>
        <CoordLongBeg>-8.400628024237825</CoordLongBeg>
        <CoordLatEnd>40.18551113546397</CoordLatEnd>
        <CoordLongEnd>-8.39928657402943</CoordLongEnd>
        <Element_Name>Rodeiras_VD</Element_Name>
        <Completed>1</Completed>
      </Occurrence>
      <Occurrence Id_Occurrence="e0b705ba-a88c-49f8-
        a509-6971b0b5e45d" Gravity="2" TimeStamp="
        2014-05-08T11:28:02.533+0100" Length="
        12.90900993347168">
        <Length_Calc_Method>1</Length_Calc_Method>
        <Id_Element>9998d256-d227-4857-bc82-87
          eececd1e0a</Id_Element>
        <Sid_Element/>
        <Id_Survey>e40787ad-8903-45d2-881e-4fea6f969caf
          </Id_Survey>

```

```

        <CoordLatBeg>40.18551400509829</CoordLatBeg>
        <CoordLongBeg>-8.399246958495489</CoordLongBeg>
        <CoordLatEnd>40.18540455875449</CoordLatEnd>
        <CoordLongEnd>-8.399298079625087</CoordLongEnd>
        <Element_Name>Reparacoes_VD</Element_Name>
        <Completed>1</Completed>
    </Occurrence>
</Occurrences>
<Attachments>
    <Comments/>
    <Photos>
        <Photo Id_Photo="82277e8a-2ca4-405b-a474-3
            be0bd9e9f14" TimeStamp="2014-05-08T11
            :29:03.975+0100">
            <Id_Occurrence>e0b705ba-a88c-49f8-a509-6971
                b0b5e45d</Id_Occurrence>
            <CoordLat/>
            <CoordLong/>
            <Path>20140508_112855.jpg</Path>
        </Photo>
    </Photos>
    <Videos/>
    <Voices/>
</Attachments>
</Survey>
</Surveys>
<Families>
    <Family Id_Family="156f38bc-f52c-4d1e-a711-2
        f4f66ef2cf5" Sid_Family="" Name="Patologia"/>
</Families>
<Elements>
    <Element Id_Element="72b2232b-e3d0-415f-9da3-21
        c46981c680" Sid="" Name="Fendilhamento" TimeStamp=
        "2014-05-06T17:48:22.026+0100" System="1">
        <Id_User/>
        <Sid_User/>
        <Id_Family>156f38bc-f52c-4d1e-a711-2f4f66ef2cf5</
            Id_Family>
        <Sid_Family/>
        <Continuous>1</Continuous>
        <Levels>1</Levels>
        <LevMin>1</LevMin>
        <LevMax>3</LevMax>
        <Description/>
    </Element>
</Elements>

```

```
<Thumbnail>72b2232b-e3d0-415f-9da3-21c46981c680.png
</Thumbnail>
</Element>
</Elements>
<Keyboards>
  <Keyboard Id_Keyboard="3ea84186-e342-488a-abfa-8
    dcda7e70e1c" Sid="" Name="Teclado de testes"
    Timestamp="2014-06-19T15:08:40.898+0100">
    <Id_User>423c8957-3670-4da5-8385-4321d6cf19a3</
      Id_User>
    <Sid_User/>
    <NumColumns>4</NumColumns>
    <Comment/>
    <Keys>
      <Key Id_Key="e59201b3-1ab5-47d0-8a48-01dc12895061
        " Sid="" Id_Keyboard="3ea84186-e342-488a-abfa
        -8dcda7e70e1c" Sid_Keyboard="" Id_Element="72
        b2232b-e3d0-415f-9da3-21c46981c680"
        Sid_Element="" Gravity="1" Order="1"/>
      <Key Id_Key="5ed66d46-5481-432a-b994-fcaa32fb8fe8
        " Sid="" Id_Keyboard="3ea84186-e342-488a-abfa
        -8dcda7e70e1c" Sid_Keyboard="" Id_Element="72
        b2232b-e3d0-415f-9da3-21c46981c680"
        Sid_Element="" Gravity="2" Order="2"/>
      <Key Id_Key="d6342615-e615-448a-af5c-b5243dd00adf
        " Sid="" Id_Keyboard="3ea84186-e342-488a-abfa
        -8dcda7e70e1c" Sid_Keyboard="" Id_Element="72
        b2232b-e3d0-415f-9da3-21c46981c680"
        Sid_Element="" Gravity="3" Order="3"/>
      <Key Id_Key="98d6374a-9c32-42b9-9cdc-3382e3cbe146
        " Sid="" Id_Keyboard="3ea84186-e342-488a-abfa
        -8dcda7e70e1c" Sid_Keyboard="" Id_Element="72
        b2232b-e3d0-415f-9da3-21c46981c680"
        Sid_Element="" Gravity="-1" Order="4"/>
      <Key Id_Key="74bce549-871e-4020-94df-7205962a1d70
        " Sid="" Id_Keyboard="3ea84186-e342-488a-abfa
        -8dcda7e70e1c" Sid_Keyboard="" Id_Element="54
        df7a32-69cc-470a-8f01-eb2dd2cc277d"
        Sid_Element="" Gravity="1" Order="5"/>
      <Key Id_Key="480950f3-4db8-4779-a9cd-4a1bb96b8ee8
        " Sid="" Id_Keyboard="3ea84186-e342-488a-abfa
        -8dcda7e70e1c" Sid_Keyboard="" Id_Element="54
        df7a32-69cc-470a-8f01-eb2dd2cc277d"
        Sid_Element="" Gravity="2" Order="6"/>
    </Keys>
  </Keyboard>
</Keyboards>
```

```
<Key Id_Key="54d34287-74e1-40dc-81ac-380c4ec91236"
  Sid="" Id_Keyboard="3ea84186-e342-488a-abfa-8dcda7e70e1c"
  Sid_Keyboard="" Id_Element="54df7a32-69cc-470a-8f01-eb2dd2cc277d"
  Sid_Element="" Gravity="3" Order="7"/>
<Key Id_Key="46009a32-f4fe-440d-a82a-b5b4bc9b0230"
  Sid="" Id_Keyboard="3ea84186-e342-488a-abfa-8dcda7e70e1c"
  Sid_Keyboard="" Id_Element="54df7a32-69cc-470a-8f01-eb2dd2cc277d"
  Sid_Element="" Gravity="-1" Order="8"/>
</Keys>
</Keyboard>
</Keyboards>
</SIGPav_Data>
```