

Final

# Gestão de alarmes para a Web e dispositivos móveis, utilizando o software Connexall

PROJECTO DE MESTRADO

**Luís Miguel Sousa Martins**

MESTRADO EM ENGENHARIA INFORMÁTICA



UNIVERSIDADE da MADEIRA

*A Nossa Universidade*

[www.uma.pt](http://www.uma.pt)

setembro | 2015

# **Gestão de alarmes para a Web e dispositivos móveis, utilizando o software Connexall**

PROJECTO DE MESTRADO

**Luís Miguel Sousa Martins**

MESTRADO EM ENGENHARIA INFORMÁTICA

ORIENTAÇÃO

Lina Maria Pestana Leão de Brito

CO-ORIENTAÇÃO

Karolina Baras



Gestão de alarmes para a Web e dispositivos móveis,  
utilizando o software Connexall

Luís Miguel Sousa Martins  
Mestrado em Engenharia Informática

**Orientadora:** Professora Lina Brito  
**Coorientadora:** Professora Karolina Baras

Funchal, setembro 2015

## Resumo

A adoção de *software* de gestão de alarmes revela-se essencial nas organizações, sobretudo no contexto hospitalar e de segurança, devido à celeridade com que os alarmes têm de ser processados nos ambientes críticos em que são gerados. Nos últimos anos, tem-se verificado uma enorme promoção de diretivas que recomendam a utilização de *software* de gestão de alarmes, de forma a que as organizações estejam preparadas para lidar com situações problemáticas e para prestar um serviço de qualidade.

O fenómeno da ubiquidade computacional promovido pela utilização massiva da Web e de dispositivos móveis revolucionou de forma significativa o modo como as pessoas comunicam e partilham informação entre si. Deste modo, tem havido uma consciencialização por parte das organizações que desenvolvem sistemas de gestão de alarmes em investir recursos na migração das suas aplicações de *desktop* para a Web e para dispositivos móveis.

O Connexall é uma das soluções de gestão de alarmes com maior adoção no mercado, no entanto, carece de aplicações de *software* focalizadas na Web e nos dispositivos móveis. Neste sentido, o objetivo deste projeto de mestrado consiste em desenvolver duas aplicações de gestão de alarmes, o Active Alarm Client Plus para Android e o Device Assignment Client para a Web, integradas com o Connexall, através da utilização de um *Web service* para o efeito. Com o desenvolvimento deste projeto, pretende-se expandir os horizontes de aplicação do Connexall no que diz respeito à diversidade de equipamentos computacionais presentes no mercado, de modo a promover a ubiquidade cada vez mais assente no acesso e partilha de informação no contexto de gestão de alarmes.

**Palavras-chave:** Gestão de alarmes, Connexall, *desktop*, Web, dispositivos móveis.

## **Abstract**

The adoption of alarm management software has been very important within organizations, especially in the healthcare and security context, due to the urgency that alarms must be processed in the critical environments in which they arise. In recent years, there has been a lot of effort to promote policies that recommend the usage of alarm management software, so that organizations can be prepared to deal with problematic situations and to provide a better quality of service.

The phenomenon of ubiquitous computing caused by the massive usage of the Web and mobile devices has significantly revolutionized the way people communicate and share information with each other. Thus, there has been an awareness for the organizations that develop alarm management systems to invest resources to migrate their desktop based applications to the Web and mobile devices.

Connexall is one of the most widely used alarm management solutions in the market, however, it lacks software applications focused on the Web and mobile devices. In this way, the goal of this master's project is to develop two alarm management applications, the Active Alarm Client Plus for Android and the Device Assignment Client for the Web, integrated with Connexall by using a Web service. The development of this project aims to expand the Connexall's usage to the diversity of computing devices available in the market, in order to promote the ubiquity regarding the way we access and share information in the alarm management context.

**Keywords:** Alarm management, Connexall, desktop, Web, mobile.

## **Agradecimentos**

Gostaria de agradecer às minhas orientadoras Professora Karolina Baras e Professora Lina Brito pela orientação e por todo o apoio e incentivo que me transmitiram ao longo do desenvolvimento deste projeto de mestrado.

Agradeço ao Dr. David Tavares, CEO da GlobeStar Sytems Inc. e ao Dr. Luís Ferreira, diretor de operações e *marketing* da GlobeStar Systems Europe pelo apoio e confiança que depositaram em mim ao longo desta etapa da minha vida e por me terem concedido a oportunidade de realizar o presente projeto de mestrado com a utilização do Connexall.

Quero também agradecer à Dr.<sup>a</sup> Carla Raposo, técnica superior do Hospital do Divino Espírito Santo, ao Dr. Renato Nunes, técnico superior do Centro Hospital de Lisboa Central e a todos os meus colegas da GlobeStar Systems Europe por terem participado ativamente na fase de testes das aplicações desenvolvidas ao longo deste projeto de mestrado.

Por fim, agradeço à minha família por todo o carinho e apoio que me transmitiram durante toda a minha formação académica e profissional.

# Índice

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1. Motivação .....	1
1.2. Objetivos.....	2
1.3. Estrutura do documento .....	3
<b>2. ESTUDO DAS SOLUÇÕES DE GESTÃO DE ALARMES DISPONÍVEIS NO MERCADO .....</b>	<b>4</b>
2.1. Solução Connexall .....	4
2.2. Solução AirStrip Technologies .....	8
2.3. Solução DynAMo Alarm Management Software.....	9
2.4. Solução Extension Healthcare .....	9
2.5. Solução Philips IntelliSpace Event Management .....	10
2.6. Solução ViGIE Solutions.....	11
2.7. Conclusões .....	12
<b>3. ARQUITETURA DE SOFTWARE.....</b>	<b>14</b>
3.1. Web Services Client.....	14
3.2. Requisitos funcionais .....	14
3.2.1. Funcionalidades comuns ao AAC Plus e DAC.....	16
3.2.1.1. Gerir alarmes.....	16
3.2.1.2. Gerir <i>callpoints</i> virtuais .....	17
3.2.1.3. Gerir definições.....	17

3.2.2.	Funcionalidades específicas do AAC Plus .....	17
3.2.2.1.	Gerir alarmes.....	17
3.2.2.2.	Gerir definições.....	17
3.2.3.	Funcionalidades específicas do DAC .....	18
3.2.3.1.	Gerir alarmes.....	18
3.2.3.2.	Gerir planos de agendamento de associações de alarmes a utilizadores ou a dispositivos de comunicação .....	19
3.2.3.3.	Gerir envio de mensagens.....	19
3.2.3.4.	Gerir definições.....	19
3.3.	<i>Attribute-driven design</i> .....	20
3.3.1.	Cenários de qualidade .....	20
3.3.2.	Táticas e estilos arquiteturais .....	24
3.3.2.1.	Disponibilidade .....	24
3.3.2.2.	Desempenho.....	25
3.3.2.3.	Segurança.....	26
3.3.2.4.	Usabilidade .....	28
3.3.2.5.	Modificabilidade .....	28
3.3.3.	Vista componente-conector do sistema .....	29
<b>4.</b>	<b>DESIGN E DESENVOLVIMENTO DO AAC PLUS.....</b>	<b>31</b>
4.1.	<i>Design</i> de uma interface de utilizador responsiva e <i>user-friendly</i> .....	31
4.1.1.	Áreas de interação e animação.....	32
4.1.2.	Iconografia .....	34
4.1.3.	Estilo de escrita de mensagens.....	35

4.2.	Opções de desenvolvimento .....	36
4.3.	Funcionalidades da aplicação .....	37
4.3.1.	Início de sessão do utilizador .....	37
4.3.2.	Secções de “Os meus alarmes” e “Todos os alarmes” .....	39
4.3.3.	Secção de “Callpoints virtuais” .....	42
4.3.4.	Atualização automática de informação na aplicação .....	44
4.3.5.	Pesquisa na aplicação .....	45
4.3.6.	Definições da aplicação .....	46
4.3.7.	Falha de conectividade com os servidores .....	48
4.4.	Documentação do código .....	48
4.5.	Testes e resultados .....	49
4.5.1.	Testes unitários .....	49
4.5.2.	Testes de utilizador e resultados da avaliação da aplicação .....	52
<b>5.</b>	<b>DESIGN E DESENVOLVIMENTO DO DAC .....</b>	<b>60</b>
5.1.	<i>Design</i> de uma interface de utilizador responsiva e <i>user-friendly</i> .....	60
5.1.1.	Áreas de interação e animação .....	61
5.1.1.	Iconografia .....	64
5.1.	Opções de desenvolvimento .....	64
5.2.	Funcionalidades da aplicação .....	65
5.2.1.	Início de sessão do utilizador .....	66
5.2.2.	Secções de “Os meus alarmes” e “Todos os alarmes” .....	67
5.2.3.	Secção de “Callpoints virtuais” .....	70
5.2.4.	Secção de “Planos” .....	72

5.2.5.	Secção de “Envio de mensagens” .....	72
5.2.6.	Atualização automática de informação na aplicação .....	73
5.2.7.	Pesquisa na aplicação.....	74
5.2.8.	Definições da aplicação .....	75
5.2.9.	Falha de conectividade com os servidores.....	79
5.3.	Documentação do código.....	80
5.4.	Testes e resultados .....	81
5.4.1.	Testes unitários .....	81
5.4.2.	Testes de utilizador e resultados da avaliação da aplicação .....	83
<b>6.</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>91</b>
6.1.	Objetivos atingidos .....	91
6.2.	Trabalho futuro .....	92
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>97</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>101</b>
	Anexo A – Diagramas de casos de uso do AAC Plus.....	101
	Anexo B – Diagramas de casos de uso do DAC.....	103
	Anexo C – Protótipo do AAC Plus .....	106
	Anexo D – Protótipo do DAC.....	110
	Anexo E – Inquérito de avaliação do AAC Plus.....	119
	Anexo F – Inquérito de avaliação do DAC.....	122

## **Lista de Tabelas**

Tabela 1 - Comparação entre as várias soluções de gestão de alarmes .....	13
Tabela 2 - Priorização dos cenários de qualidade .....	21
Tabela 3 - Cenário de qualidade nº1 (disponibilidade).....	22
Tabela 4 - Cenário de qualidade nº2 (desempenho) .....	22
Tabela 5 - Cenário de qualidade nº3 (segurança) .....	23
Tabela 6 - Cenário de qualidade nº4 (usabilidade) .....	23
Tabela 7 - Cenário de qualidade nº5 (modificabilidade) .....	24
Tabela 8 - Táticas e estilos arquiteturais para o cenário de qualidade nº1 (disponibilidade).....	25
Tabela 9 - Táticas e estilos arquiteturais para o cenário de qualidade nº2 (desempenho) .....	26
Tabela 10 - Táticas e estilos arquiteturais para o cenário de qualidade nº3 (segurança) .....	27
Tabela 11 - Táticas e estilos arquiteturais para o cenário de qualidade nº4 (usabilidade) .....	28
Tabela 12 - Táticas e estilos arquiteturais para o cenário de qualidade nº5 (modificabilidade).....	29
Tabela 13 - Mensagens definidas no AAC Plus em inglês e português .....	35
Tabela 14 - Testes unitários do AAC Plus.....	50
Tabela 15 - Testes unitários do DAC.....	81

## Lista de Figuras

Figura 1 - Active Alarm Client .....	5
Figura 2 - Virtual Callpoint Client.....	6
Figura 3 - Device Assignment Client.....	7
Figura 4 - Monitorização médica na aplicação AirStrip ONE [5].....	8
Figura 5 - Monitorização de alarmes na solução DynAMo Alarm Management Software [6] .....	9
Figura 6 - Aplicação móvel Extension Engage Mobile de gestão de alarmes [7].....	10
Figura 7 - Exemplo de um relatório gerado pelo sistema Philips IntelliSpace Event Management [8].....	11
Figura 8 - Exemplo de um relatório gerado na solução ViGIE Healthcare [9] .....	12
Figura 9 - Módulos de funcionalidades do AAC Plus .....	15
Figura 10 - Módulos de funcionalidades do DAC .....	16
Figura 11 - Vista componente-conector do sistema.....	30
Figura 12 - <i>Action bar</i> e menu de tabuladores da aplicação AAC Plus.....	33
Figura 13 - Animação de progresso no AAC Plus.....	34
Figura 14 - Início de sessão no AAC Plus .....	38
Figura 15 - Secções de “Os meus alarmes” e “Todos os alarmes” no AAC Plus.....	40
Figura 16 - Detalhes de um alarme no AAC Plus.....	41
Figura 17 - <i>Feedback</i> ao efetuar uma ação num alarme no AAC Plus.....	42
Figura 18 - Notificação de um novo alarme associado ao utilizador no AAC Plus ....	42
Figura 19 - Secção de “ <i>Callpoints</i> virtuais” do AAC Plus .....	43
Figura 20 - Detalhes de um <i>callpoint</i> virtual no AAC Plus.....	44
Figura 21 - Mecanismo de <i>infinite scrolling</i> na secção “ <i>Callpoints</i> virtuais” no AAC Plus.....	45
Figura 22 - Funcionalidade de pesquisa no AAC Plus .....	46
Figura 23 - Definições do AAC Plus .....	47
Figura 24 - Exemplos de mensagens em caso de falha de comunicação do AAC Plus com os servidores.....	48
Figura 25 - Gráfico dos resultados da pergunta #1 do inquérito do AAC Plus .....	53
Figura 26 - Gráfico dos resultados da pergunta #2 do inquérito do AAC Plus .....	53

Figura 27 - Gráfico dos resultados da pergunta #3 do inquérito do AAC Plus .....	54
Figura 28 - Gráfico dos resultados da pergunta #4 do inquérito do AAC Plus .....	54
Figura 29 - Gráfico dos resultados da pergunta #5 do inquérito do AAC Plus .....	54
Figura 30 - Gráfico dos resultados da pergunta #6 do inquérito do AAC Plus .....	55
Figura 31 - Gráfico dos resultados da pergunta #7 do inquérito do AAC Plus .....	55
Figura 32 - Gráfico dos resultados da pergunta #8 do inquérito do AAC Plus .....	55
Figura 33 - Gráfico dos resultados da pergunta #9 do inquérito do AAC Plus .....	56
Figura 34 - Gráfico dos resultados da pergunta #10 do inquérito do AAC Plus .....	56
Figura 35 - Gráfico dos resultados da pergunta #11 do inquérito do AAC Plus .....	56
Figura 36 - Gráfico dos resultados da pergunta #12 do inquérito do AAC Plus .....	57
Figura 37 - Gráfico dos resultados da pergunta #13 do inquérito do AAC Plus .....	57
Figura 38 - Gráfico dos resultados da pergunta #14 do inquérito do AAC Plus .....	57
Figura 39 - Gráfico dos resultados da pergunta #15 do inquérito do AAC Plus .....	58
Figura 40 - Gráfico dos resultados da pergunta #16 do inquérito do AAC Plus .....	58
Figura 41 - Menu de topo do DAC .....	61
Figura 42 - Menu lateral do DAC .....	62
Figura 43 - Ecrãs do DAC num dispositivo móvel.....	63
Figura 44 - Animação de progresso no DAC.....	63
Figura 45 - Exemplo de código de Sass para referenciar uma imagem numa determinada densidade de ecrã no DAC, com a utilização de uma <i>media query</i> .....	64
Figura 46 - Exemplo de tabela de informação com os filtros de pesquisa e de ordenação no DAC .....	66
Figura 47 - Início de sessão no DAC .....	66
Figura 48 - Secção de “Os meus alarmes” no DAC .....	68
Figura 49 - Secção de “Todos os alarmes” no DAC.....	68
Figura 50 - Secção de “Os meus alarmes” no DAC com o menu lateral oculto.....	69
Figura 51 - Detalhes de um alarme no DAC.....	69
Figura 52 - <i>Feedback</i> ao efetuar uma ação num alarme no DAC.....	70
Figura 53 - Secção de “Callpoints virtuais” no DAC .....	71
Figura 54 - Detalhes de um <i>callpoint</i> virtual no DAC.....	71
Figura 55 - Secção de “Planos” no DAC .....	72
Figura 56 - Secção de “Envio de mensagens” no DAC.....	73

Figura 57 – Mecanismo de <i>infinite scrolling</i> na secção de “Callpoints virtuais” no DAC .....	74
Figura 58 - Funcionalidade de pesquisa no DAC .....	75
Figura 59 - Submenus de “Definições” no menu lateral e no menu de topo do DAC.	75
Figura 60 - Separador “Global” no ecrã de definições do DAC.....	76
Figura 61 - Separador “Menu principal” nas definições do DAC .....	76
Figura 62 - Separador de “Soluções Connexall” nas definições do DAC .....	77
Figura 63 - Ecrã de detalhes de uma solução Connexall nas definições do DAC.....	78
Figura 64 - Página da solução Connexall “UCI Camas livres” no DAC.....	79
Figura 65 - Página da solução Connexall “Serviços de transporte” no DAC.....	79
Figura 66 - Exemplo de mensagem de falha de comunicação do DAC com os servidores apresentada na secção de “Todos os alarmes” .....	80
Figura 67 - Exemplo de mensagem de falha de comunicação do DAC com os servidores apresentada na secção de “Definições” .....	80
Figura 68 - Gráfico dos resultados da pergunta #1 do inquérito do DAC .....	84
Figura 69 - Gráfico dos resultados da pergunta #2 do inquérito do DAC .....	85
Figura 70 - Gráfico dos resultados da pergunta #3 do inquérito do DAC .....	85
Figura 71 - Gráfico dos resultados da pergunta #4 do inquérito do DAC .....	85
Figura 72 - Gráfico dos resultados da pergunta #5 do inquérito do DAC .....	86
Figura 73 - Gráfico dos resultados da pergunta #6 do inquérito do DAC .....	86
Figura 74 - Gráfico dos resultados da pergunta #7 do inquérito do DAC .....	86
Figura 75 - Gráfico dos resultados da pergunta #8 do inquérito do DAC .....	87
Figura 76 - Gráfico dos resultados da pergunta #9 do inquérito do DAC .....	87
Figura 77 - Gráfico dos resultados da pergunta #10 do inquérito do DAC .....	87
Figura 78 - Gráfico dos resultados da pergunta #11 do inquérito do DAC .....	88
Figura 79 - Gráfico dos resultados da pergunta #12 do inquérito do DAC .....	88
Figura 80 - Gráfico dos resultados da pergunta #13 do inquérito do DAC .....	88
Figura 81 - Gráfico dos resultados da pergunta #14 do inquérito do DAC .....	89
Figura 82 - Gráfico dos resultados da pergunta #15 do inquérito do DAC .....	89
Figura 83 - Gráfico dos resultados da pergunta #16 do inquérito do DAC .....	89

Figura 84 - Diferença entre <i>REST</i> e <i>WebSocket</i> no processamento de pedidos com variação ao nível do número de pedidos e com uma quantidade de informação fixa de 1000 bytes [43].....	95
Figura 85 - Diferença entre <i>REST</i> e <i>WebSocket</i> no processamento de pedidos com variação ao nível do tamanho da informação e com um número fixo de 1000 pedidos [43] .....	96
Figura 86 - Diagrama de casos de uso dos módulos do AAC Plus.....	101
Figura 87 - Diagrama de casos de uso para a funcionalidade de “Gerir alarmes” do AAC Plus.....	101
Figura 88 - Diagrama de casos de uso para a funcionalidade “Gerir callpoints virtuais” do AAC Plus .....	102
Figura 89 - Diagrama de casos de uso para a funcionalidade “Gerir definições” do AAC Plus.....	102
Figura 90 - Diagrama de casos de uso dos módulos do DAC .....	103
Figura 91 - Diagrama de casos de uso para a funcionalidade de “Gerir alarmes” do DAC .....	103
Figura 92 - Diagrama de casos de uso para a funcionalidade “Gerir callpoints virtuais” do DAC .....	104
Figura 93 - Diagrama de casos de uso para a funcionalidade “Gerir planos de agendamento de associações de alarmes a utilizadores” do DAC.....	104
Figura 94 - Diagrama de casos de uso para a funcionalidade “Gerir envio de mensagens” do DAC.....	105
Figura 95 - Diagrama de casos de uso para a funcionalidade de “Gerir definições” do DAC .....	105
Figura 96 - Ecrã de início de sessão no AAC Plus .....	106
Figura 97 - Ecrã de “Os meus alarmes” no AAC Plus .....	106
Figura 98 - Ecrã de “Todos os alarmes” no AAC Plus.....	107
Figura 99 - Ecrã de detalhes de um alarme no AAC Plus .....	107
Figura 100 - Ecrã de “Callpoints virtuais” no AAC Plus .....	108
Figura 101 - Ecrãs de detalhes de um <i>callpoint</i> virtual (ativar e cancelar) no AAC Plus .....	108
Figura 102 - Ecrã de definições no AAC Plus.....	109

Figura 103 - Exemplos de mensagens em caso de falha de comunicação do AAC Plus com os servidores.....	109
Figura 104 - Ecrã de início de sessão no DAC .....	110
Figura 105 - Ecrã de “Os meus alarmes” no DAC .....	110
Figura 106 - Ecrã de “Os meus alarmes” com o menu lateral oculto no DAC.....	111
Figura 107 - Ecrã de “Todos os alarmes” no DAC.....	111
Figura 108 - Ecrã de detalhes de um alarme no DAC .....	112
Figura 109 - Ecrã de “Callpoints virtuais” no DAC .....	112
Figura 110 - Ecrã de detalhes de um <i>callpoint</i> virtual no DAC.....	113
Figura 111 - Ecrã de “Planos” no DAC .....	113
Figura 112 - Ecrã de “Envio de mensagens” no DAC.....	114
Figura 113 - Ecrã referente aos resultados de pesquisa no DAC.....	114
Figura 114 - Ecrã de definições no tabulador “Global” no DAC .....	115
Figura 115 - Ecrã de definições no tabulador “Menu principal” no DAC.....	115
Figura 116 - Ecrã de definições no tabulador “Soluções Connexall” no DAC .....	116
Figura 117 - Ecrã relativo ao formulário para adicionar uma nova solução <i>Connexall</i> no DAC.....	116
Figura 118 - Ecrã de exemplo de uma solução <i>Connexall</i> com o filtro de <i>callpoints</i> virtuais no DAC .....	117
Figura 119 - Exemplo de uma mensagem na secção de “Os meus alarmes”, em caso de falha de comunicação do DAC com os servidores .....	117
Figura 120 - Exemplo de uma mensagem na secção de definições, em caso de falha de comunicação do DAC com os servidores .....	118

## Lista de acrónimos

AAC	Active Alarm Client
API	Application Programming Interface
ASP.NET	Active Server Pages .NET
ATAM	Architecture Tradeoff Analysis Method
CPU	Central Processing Unit
CRUD	Create Read Update Delete
CSS	Cascading Style Sheets
DAC	Device Assignment Client
dp	Density-independent pixel
FDA	Food and Drug Administration
GB	Gigabyte
GHz	Gigahertz
HDB	Historical Database
HTML	HyperText Markup Language
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
HTTPS	Hypertext Transfer Protocol Secure
HDPI	High Dot Per Inch
IDE	Integrated Development Environment
IIS	Internet Information Services
IP	Internet Protocol
JSDoc	JavaScript Doc
JSON	JavaScript Object Notation
KLAS	Kent Gale, Leonard Black, Adam Gale and Scott Holbrook
LDPI	Low Dot Per Inch
MDPI	Medium Dot Per Inch
MVC	Model–view–controller
OB	Obstetrics
OPC	Object Linking and Embedding for Process Control
PBX	Private Branch Exchange
PHP	PHP: Hypertext Preprocessor

RAM	Random Access Memory
REST	Representational State Transfer
Sass	Syntactically Awesome Style Sheets
SDK	Software Development Kit
SMPP	Short Message Peer-to-Peer
SMS	Short Message Service
SSRS	SQL Server Reporting Services
TCP	Transmission Control Protocol
TDD	Test-Driven Development
UCI	Unidade de Cuidados Intensivos
URL	Uniform Resource Locator
VCC	Virtual Callpoint Client
XML	Extensible Markup Language
XHDPI	X-High Dot Per Inch
XXHDPI	XX-High Dot Per Inch
XXXHDPI	XXX-High Dot Per Inch

# 1. Introdução

Atualmente existem diversas aplicações de *software* que permitem efetuar a gestão de alarmes tanto numa perspetiva de monitorização como de controlo, sobretudo nas áreas da saúde, da segurança, da domótica e das indústrias do setor primário e secundário. Neste sentido, nos últimos anos, tem surgido uma necessidade crescente por parte das organizações em adotar *software* de gestão de alarmes, de modo a serem devidamente certificadas no que diz respeito ao cumprimento de determinados padrões de qualidade. É de salientar que nos Estados Unidos da América, muitos hospitais procuram adotar este tipo de certificações, nomeadamente junto da Joint Commission [1], sendo necessário adquirir e implementar um sistema de gestão de alarmes para o efeito. A Joint Commission é uma organização independente e sem fins lucrativos que certifica programas de saúde e organizações hospitalares nos Estados Unidos da América, de modo a garantir que estas organizações disponibilizam cuidados de saúde adequados aos utentes.

Recentemente, as tecnologias Web e de dispositivos móveis têm vindo a revolucionar o modo como as organizações operam sobretudo ao nível de fluxos de trabalho e atribuição de responsabilidades, uma vez que permitem conferir maior usabilidade e portabilidade aos sistemas, assim como maior mobilidade aos recursos humanos das organizações. Deste modo, muitos dos sistemas de gestão de alarmes têm vindo a migrar as soluções de *desktop* para a *Web* e dispositivos móveis.

## 1.1. Motivação

O Connexall [2], desenvolvido pela GlobeStar Systems Inc., consiste num *middleware* que permite efetuar a gestão de alarmes de sistemas, bem como despoletar notificações em tempo real via chamada, *SMS (Short Message Service)* e *e-mail*. As principais áreas de aplicação do Connexall são a saúde, a segurança e a domótica. O Connexall é um *software* certificado pela FDA (Food and Drug Administration) dos Estados Unidos da América e foi eleito no ano de 2014 como *top performer* em gestão de alarmes pela KLAS (Kent Gale, Leonard Black, Adam Gale and Scott Holbrook) [3]. A KLAS é uma entidade independente dos Estados Unidos da América responsável por analisar e avaliar o desempenho de soluções tecnológicas utilizadas na área da saúde.

Atualmente, a gestão de alarmes no Connexall é realizada mediante a utilização de quatro aplicações de *desktop* principais (Connexall Notification Server, Active Alarm Client, Virtual

Callpoint Client e Device Assignment Client), para além dos diversos aplicativos que permitem a integração com equipamentos e sensores (Standard Input Client e Standard Output Client) e sistemas de comunicação (p. ex.: Email Output Client, Voice Response Client e Wireless Telephony Client para Android, iOS, Cisco, Polycom, Spectralink, *SMPP (Short Message Peer-to-Peer)*, entre outros). Atendendo à crescente necessidade de disponibilização deste tipo de aplicações para a *Web* e dispositivos móveis, torna-se preponderante para a GlobeStar Systems Inc. apostar fortemente neste tipo de tecnologias. Atualmente, ao nível de soluções *Web*, o Connexall disponibiliza algumas soluções de visualização de relatórios sobre alarmes presentes no sistema, designadamente através da utilização do Microsoft SSRS (SQL Server Reporting Services) ou com acesso direto à base de dados do Connexall em Microsoft SQL Server. No que diz respeito a plataformas de dispositivos móveis, o Connexall integra com diversos sistemas de comunicação, nomeadamente Android, iOS, Cisco, Polycom, Spectralink, entre outros. Nestas integrações, o Connexall envia uma notificação de um alarme para um determinado utilizador que utilize um dispositivo móvel, sendo, no entanto, apenas possível visualizar e processar um alarme de cada vez. Em cada alarme, o utilizador pode confirmar o respetivo processamento, reencaminhar para outros utilizadores, cancelar em caso de falso alarme, bem como telefonar para um determinado número de telefone, utilizando sistemas de *PBX (Private Branch Exchange)* externos ao Connexall (p. ex.: sistemas de chamada de enfermeiros). O facto de um utilizador não poder visualizar todos os alarmes existentes no sistema que lhe estejam associados no momento, através de um dispositivo móvel, representa uma limitação que se pretende superar com o desenvolvimento deste projeto.

## **1.2. Objetivos**

O objetivo deste projeto é o desenvolvimento da aplicação AAC Plus (Active Alarm Client Plus) para Android e de parte da aplicação DAC (Device Assignment Client) para a *Web*, mediante os recursos disponibilizados pela aplicação Web Services Client (*Web service RESTful* - serviço baseado na arquitetura *REST (REpresentational State Transfer)* [4]). A aplicação AAC Plus irá englobar as aplicações de Active Alarm Client e Virtual Callpoint Client do Connexall para *desktop* numa única aplicação nativa para a plataforma Android. Por outro lado, a aplicação DAC irá disponibilizar parte das funcionalidades do DAC do Connexall para *desktop*, dado que o Web Services Client ainda não disponibiliza os recursos necessários para desenvolver todas as funcionalidades do Device Assignment Client. Ao longo deste relatório a aplicação do DAC para a *Web*, desenvolvida no âmbito deste projeto, será referida

como DAC e a aplicação do DAC já existente no Connexall será referida como DAC para *desktop*, com a finalidade de se diferenciar as aplicações.

### **1.3. Estrutura do documento**

O presente capítulo pretende introduzir o âmbito do tema do projeto, referir as necessidades existentes do *software* Connexall para as plataformas Web e de dispositivos móveis e, por conseguinte, indicar os objetivos a cumprir com o desenvolvimento do projeto.

No segundo capítulo, apresenta-se uma análise efetuada a diversos sistemas de gestão de alarmes presentes no mercado, dando-se particular ênfase às soluções Web e de dispositivos móveis disponibilizadas por estes sistemas.

No terceiro capítulo, define-se a arquitetura de *software* do sistema, na qual se procede ao levantamento dos requisitos funcionais e à utilização do método de desenho arquitetural *attribute-driven design*, de modo a determinar os atributos de qualidade, elaborar os cenários de qualidade e definir as táticas e estilos arquiteturais.

No quarto e quinto capítulos, descreve-se o processo de *design* da interface de utilizador e de desenvolvimento das aplicações AAC Plus e DAC, respetivamente, tendo em consideração a arquitetura de *software* definida no terceiro capítulo.

Por fim, o sexto capítulo contém as conclusões, bem como referência a trabalho futuro a desenvolver.

## 2. Estudo das soluções de gestão de alarmes disponíveis no mercado

Ao longo deste capítulo procede-se à descrição das principais soluções de gestão de alarmes presentes no mercado, com particular ênfase no Connexall, dado que foi no âmbito desta solução que se fez o desenvolvimento do projeto descrito neste relatório.

### 2.1. Solução Connexall

O *software* Connexall [2] consiste numa das soluções de gestão de alarmes mais utilizadas no mercado com mais de 1000 clientes institucionais por todo o mundo e em diversas áreas, com particular incidência na área da saúde.

Como referido na secção 1.1., o *software* Connexall disponibiliza quatro aplicações de *desktop* no âmbito da gestão de alarmes de sistemas:

- Connexall Notification Server: aplicação de servidor na qual são criados e configurados alarmes como *callpoints*, bem como os utilizadores e grupos de utilizadores que podem eventualmente ser associados a determinados alarmes. Para além disto, é possível criar planos de agendamento de associações de alarmes a utilizadores ou dispositivos de comunicação. Quaisquer tipos de entidades (*callpoints*, utilizadores, dispositivos e planos) são criados dentro de localizações (diretórios). É de salientar que o Connexall Notification Server tem a capacidade de “aprender” alarmes provenientes de diversos sistemas e automaticamente adicionar os alarmes como *callpoints* no sistema, de modo a serem devidamente configurados por um técnico certificado do Connexall. Um *callpoint* consiste numa entidade abstrata que pode representar um pedido, um evento, um equipamento, um sensor ou qualquer outra entidade. O facto de um *callpoint* ser “virtual”, permite que este possa ser controlado remotamente (p. ex.: ligar ou desligar uma lâmpada). Assim que um *callpoint* virtual se encontra ativo, o Connexall procede à criação automática de um alarme que representa esse *callpoint*. Por outro lado, a desativação de um *callpoint* virtual, implica o cancelamento automático do alarme.
- Active Alarm Client: aplicação que permite efetuar a gestão dos alarmes presentes no Connexall. No âmbito de cada alarme, é possível efetuar três operações principais: confirmar, reencaminhar e cancelar. Ao confirmar um alarme, um utilizador indica que é responsável por efetuar o processamento do mesmo. O reencaminhamento de um alarme consiste em delegar a responsabilidade do mesmo para os utilizadores

associados ao próximo nível de reencaminhamento do alarme, existindo um total de três níveis: primário, secundário e de *backup*. O cancelamento de um alarme pode ser efetuado caso se trate de um falso alarme. As opções de reencaminhamento e de cancelamento só estão ativas consoante a configuração efetuada no alarme (ou *callpoint*), utilizando o Connexall Notification Server para o efeito. Por outro lado, a opção de confirmação de um alarme é a única opção que se encontra sempre disponível para todos os alarmes configurados no Connexall. Na configuração de um determinado alarme é possível definir algumas opções personalizadas que permitem efetuar as operações principais de confirmar, reencaminhar e cancelar, mediante outras designações (p. ex.: opção de “consulta médica concluída” que implica cancelar o alarme). Para além disto, pode ser também possível ativar um determinado *callpoint* virtual mediante a criação de uma opção personalizada disponível como ação de um alarme (p. ex.: opção de “operação médica concluída” que cancela o alarme e ativa um *callpoint* virtual para solicitar a higienização da sala de operações, o que por sua vez origina um novo alarme). Na figura 1 é possível visualizar a interface de utilizador do Active Alarm Client, com uma lista de alarmes presentes no sistema. Em cada alarme é possível visualizar os respetivos detalhes, nomeadamente o nome do alarme, a sua localização, o nível de reencaminhamento (primário, secundário ou *backup*), se o alarme foi confirmado com a indicação de um ícone de visto sobreposto ao ícone do alarme, a data de ativação, entre outros campos.

Callpoint	Location	Priority	Level	Start Time	Firmed Info
4A Pedido Equipamento	4A Serviços Transporte	0	Primary	3:21:40PM 24/8	
4A Pedido Espécime	4A Serviços Transporte	0	Primary	2:28:01PM 24/8	
4B Pedido Paciente	4B Serviços Transporte	0	Primary	2:30:45PM 24/8	
BO S3 Fibroscópio	BO S3 Pedidos para a Sala	0	Primary	2:30:36PM 24/8	
BO S3 Intensificador Raios X	BO S3 Pedidos para a Sala	0	Primary	2:30:41PM 24/8	
BO S3 Lençol Aquecido	BO S3 Pedidos para a Sala	0	Backup	2:28:08PM 24/8	
BO S3 Luz de Cabeça	BO S3 Pedidos para a Sala	0	Primary	2:28:20PM 24/8	
BO S3 Medidor de Tensão Arterial	BO S3 Pedidos para a Sala	0	Secondary	2:28:04PM 24/8	
UCI Adultos Cama 1 Livre	UCI Camas Adultos	0	Primary	2:30:49PM 24/8	
UCI Adultos Cama 4 Livre	UCI Camas Adultos	0	Primary	2:30:54PM 24/8	
UCI Adultos Cama 5 Livre	UCI Camas Adultos	0	Primary	2:30:58PM 24/8	
UCI Adultos Cama 6 Livre	UCI Camas Adultos	0	Primary	2:30:55PM 24/8	

Figura 1 - Active Alarm Client

- Virtual Callpoint Client: aplicação que permite efetuar o controlo remoto de sistemas representados como *callpoints* virtuais ou solicitar pedidos (ativar ou cancelar). Ao ativar um determinado *callpoint* virtual, existe eventualmente a possibilidade de adicionar informação sob a forma de formulários dinâmicos, definidos no momento da configuração do *callpoint* no Connexall Notification Server. Assim que um *callpoint* virtual é ativado, o sistema despoleta a criação de um alarme associado a este *callpoint*. Na figura 2, apresenta-se a interface de utilizador do Virtual Callpoint Client, com uma lista de *callpoints* virtuais configurados no sistema, sendo que a seta presente do lado esquerdo de cada *callpoint*, indica que este se encontra ativo. A cor da seta revela o nível de reencaminhamento: verde para primário, amarelo para secundário e vermelho para *backup*. Além disto, é possível visualizar se o alarme associado ao *callpoint* virtual já foi confirmado por um utilizador ao haver um ícone de um visto a sobrepor o ícone do *callpoint*.

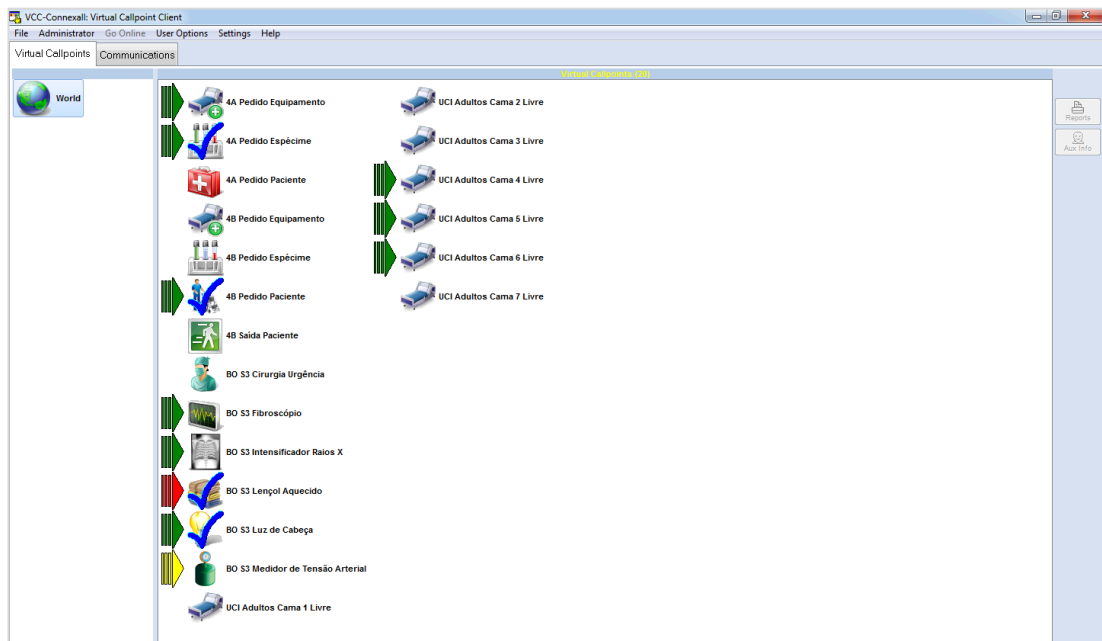


Figura 2 - Virtual Callpoint Client

- Device Assignment Client (DAC para *desktop*): aplicação que inclui como módulos as aplicações de Active Alarm Client e Virtual Callpoint Client, bem como outras funcionalidades, tais como gerir as associações de alarmes a determinados utilizadores, grupos de utilizadores ou dispositivos de comunicação e as associações de utilizadores a grupos de utilizadores. A associação de dispositivos de comunicação a alarmes consiste num mecanismo antigo (*legacy*) utilizado no Connexall antes da introdução

dos utilizadores e grupos de utilizadores a partir da versão 5.0, mas que se encontra disponível para efeitos de compatibilidade com alguns clientes que estão ainda em fase de migração para a versão mais recente do Connexall (versão 6.0). No Device Assignment Client é possível ainda ativar ou cancelar planos de agendamento de associações de alarmes a utilizadores ou dispositivos de comunicação e enviar mensagens a determinados utilizadores ou dispositivos (*manual paging*). Os planos são utilizados para ativar determinadas associações de alarmes a utilizadores ou dispositivos de comunicação que devem estar disponíveis somente no decorrer de determinadas situações ou turnos de trabalho. No Connexall Notification Server efetua-se a configuração dos horários relativos a cada um dos planos. Na figura 3 apresenta-se a interface do Device Assignment Client na funcionalidade de associações de alarmes a utilizadores ou dispositivos de comunicação.

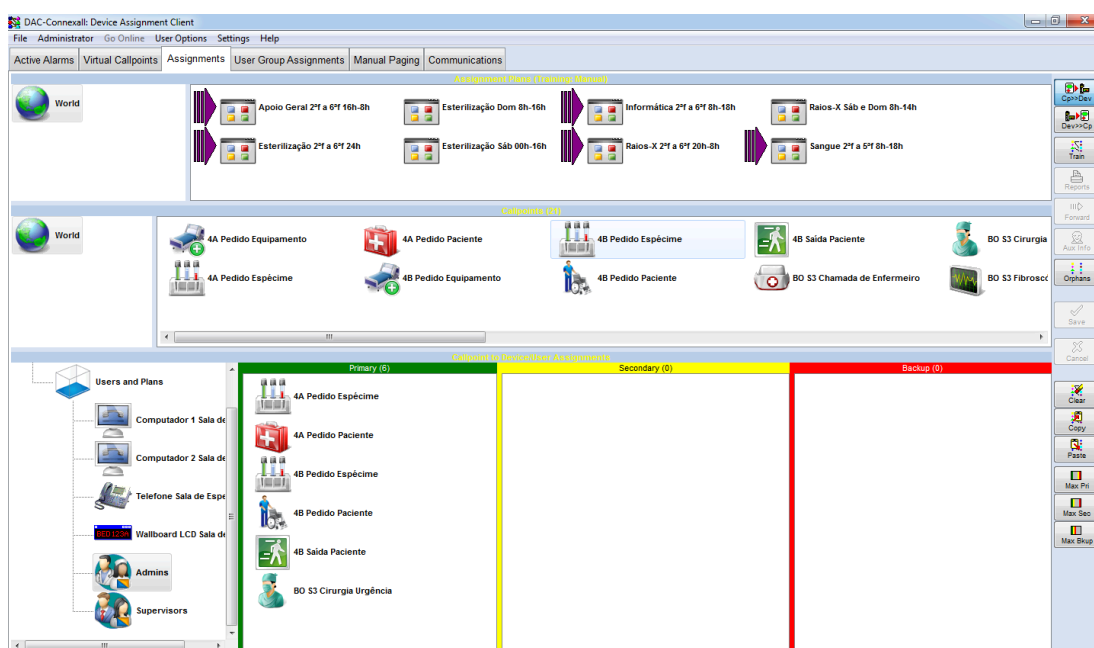


Figura 3 - Device Assignment Client

Como foi mencionado na secção 1.1., torna-se essencial a disponibilização das aplicações Active Alarm Client e Virtual Callpoint Client para dispositivos móveis e do Device Assignment Client para a Web, face à crescente necessidade de adoção deste tipo de tecnologias na disponibilização de soluções de gestão de alarmes.

## 2.2. Solução AirStrip Technologies

A AirStrip Technologies [5] desenvolve aplicações para dispositivos móveis, usadas em contexto médico, com particular enfoque ao nível da monitorização de dados médicos de pacientes em tempo real.

A arquitetura da solução AirStrip ONE disponibilizada pela AirStrip Technologies é constituída por um servidor AirStrip ONE que processa informação proveniente de equipamentos de monitorização médica (p. ex.: batimento cardíaco, pressão arterial, resultados de exames médicos, alergias, entre outros) que são posteriormente enviados para a aplicação AirStrip ONE instalada nos dispositivos móveis (Android, iOS e Windows Phone). A aplicação AirStrip ONE permite efetuar a monitorização médica relativa a diversas especialidades clínicas, nomeadamente cardiologia, obstetrícia, cirurgia, cuidados intensivos, cuidados de saúde primários, enfermagem, medicina interna, neurologia e pneumologia. Anteriormente, a estratégia da AirStrip Technologies passava por desenvolver aplicações dedicadas para cada especialidade médica como foi o caso das aplicações AirStrip – Cardiology, AirStrip – Patient Monitoring e AirStrip OB (Obstetrics). Atualmente, estas aplicações podem ser substituídas utilizando somente a aplicação AirStrip ONE. Na figura 4 é possível visualizar a interface de utilizador da aplicação AirStrip ONE para dispositivos móveis.



Figura 4 - Monitorização médica na aplicação AirStrip ONE [5]

Em paralelo com a solução AirStrip ONE, a AirStrip Technologies, disponibiliza também a solução AirStrip Accelerator Services que permite agilizar os fluxos de trabalho clínico, ao

disponibilizar formação técnica sobre a utilização das aplicações médicas, bem como ao nível da gestão de processos clínicos.

### 2.3. Solução DynAMo Alarm Management Software

A DynAMo Alarm Management Software [6], desenvolvida pela Honeywell, constitui numa solução de gestão de alarmes focalizada em fábricas e indústrias, com a finalidade de otimizar o processo de manutenção das instalações e equipamentos. A arquitetura do sistema consiste essencialmente num servidor de *OPC (Object Linking and Embedding for Process Control)* que recolhe valores provenientes de diversos equipamentos, sendo possível enviar notificações por e-mail, consoante a definição de determinados parâmetros para o efeito. O sistema disponibiliza uma solução para a Web e dispositivos móveis que permite realizar a monitorização contínua de alarmes, assim como gerar relatórios (ver figura 5) que podem ser personalizados pelos utilizadores, de acordo com as suas preferências.

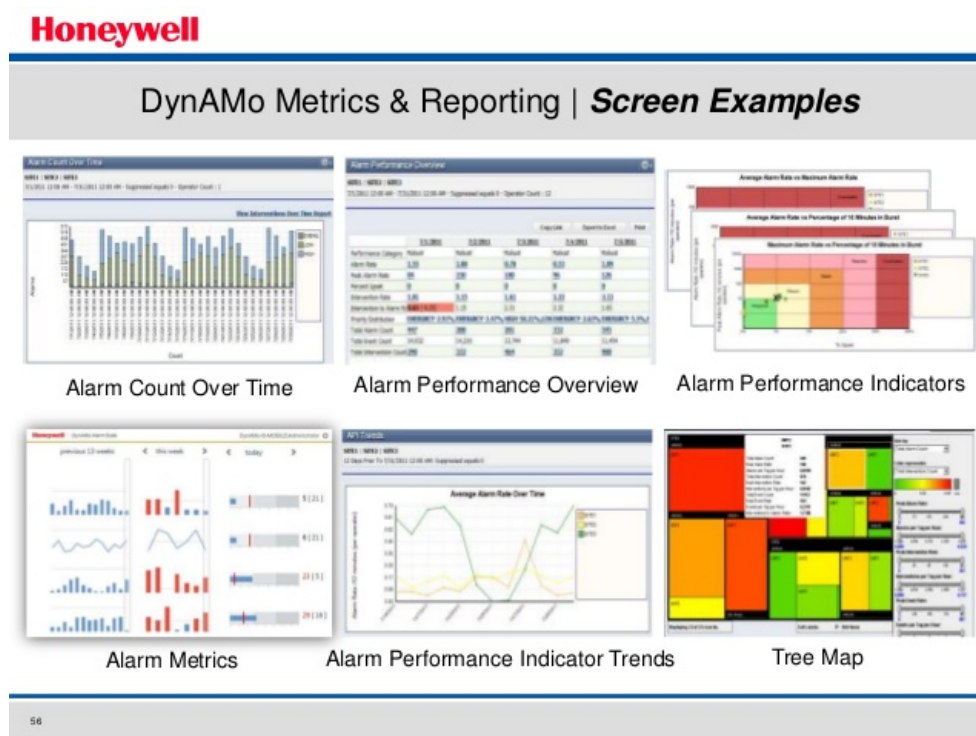


Figura 5 - Monitorização de alarmes na solução DynAMo Alarm Management Software [6]

### 2.4. Solução Extension Healthcare

A Extension Healthcare [7] consiste num sistema de gestão de alarmes focalizado somente na área da saúde. A arquitetura deste sistema compreende a utilização de um servidor que

permite processar alarmes provenientes de equipamentos médicos e enviar notificações em tempo real para dispositivos móveis, recorrendo a uma aplicação móvel disponibilizada no âmbito da solução Extension Engage Mobile. A aplicação móvel permite receber e processar alarmes através de respostas pré-definidas ou iniciar uma conversa por mensagens de texto com profissionais médicos, de modo a transferir a responsabilidade dos alarmes recebidos (ver figura 6). Esta aplicação é o produto principal disponibilizado pela Extension Healthcare, sendo que esta disponibiliza também uma aplicação de *desktop* de administração que permite efetuar a gestão de utilizadores e grupos de utilizadores, a configuração dos alarmes e as associações de alarmes a determinados utilizadores. Para além disto, a aplicação de administração disponibiliza relatórios com o histórico de alarmes e métricas de avaliação do desempenho dos recursos humanos de um hospital.

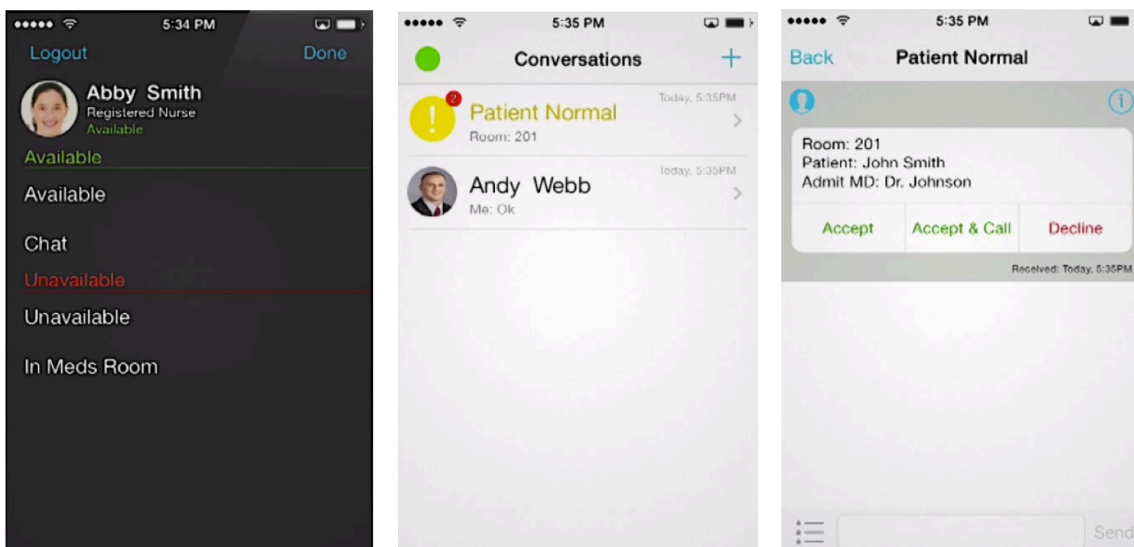


Figura 6 - Aplicação móvel Extension Engage Mobile de gestão de alarmes [7]

## 2.5. Solução Philips IntelliSpace Event Management

O sistema Philips IntelliSpace Event Management [8], anteriormente conhecido como Emergin antes de ter sido adquirido pela Philips, consiste num sistema de gestão de alarmes utilizado principalmente em contexto hospitalar. A arquitetura deste sistema consiste em utilizar um servidor responsável por recolher alarmes provenientes de diversos sistemas e equipamentos, com vista a despoletar notificações para dispositivos móveis. Na aplicação de administração do sistema é possível gerir os utilizadores e os alarmes, bem como fazer a associação de alarmes a determinados utilizadores. A Philips IntelliSpace Event Management não disponibiliza uma aplicação móvel dedicada à gestão de alarmes associados a um

determinado utilizador. Portanto, só é possível processar um alarme de cada vez, através das notificações enviadas pelo sistema aos dispositivos móveis. Ao nível de soluções Web, o sistema apresenta a aplicação HDB (Historical Database) que permite visualizar relatórios acerca dos alarmes que são detetados e processados pelo sistema, bem como sobre a capacidade de resposta por parte dos profissionais de saúde, relativamente às notificações que lhes são enviadas. A aplicação permite ainda aos utilizadores personalizar os relatórios com a informação que pretendem visualizar em concreto, nomeadamente ao nível da definição de filtros por determinados alarmes e localizações, entre outros parâmetros. É de realçar que é possível gerar relatórios com o historial de resposta dos recursos humanos face aos alarmes gerados, como se pode verificar na figura 7.

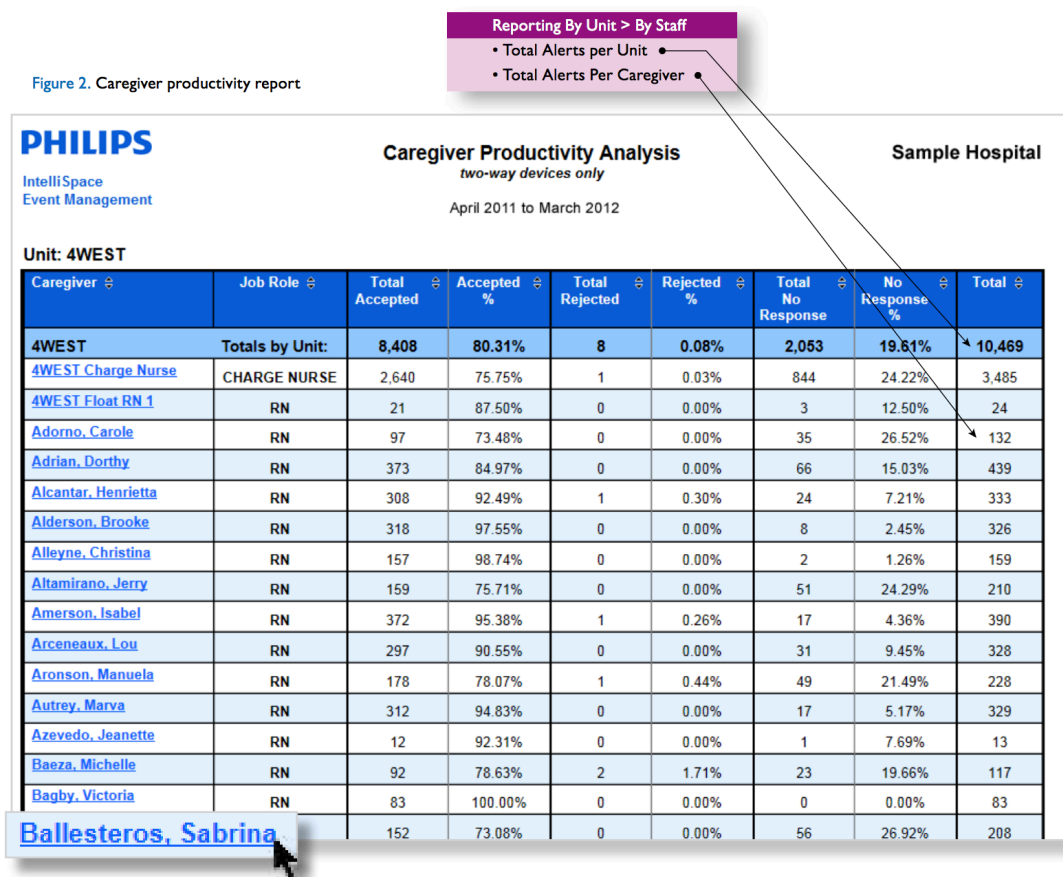


Figura 7 - Exemplo de um relatório gerado pelo sistema Philips IntelliSpace Event Management [8]

## 2.6. Solução ViGIE Solutions

A ViGIE Solutions [9] desenvolve soluções de monitorização contínua de sistemas de diversas áreas: saúde, farmacêutica, alimentar, museus, vitivinicultura e energia. Nas referidas

soluções existe uma aplicação de servidor que recolhe informações provenientes de sensores e outros sistemas que depois de processados, podem despoletar alarmes ou notificações via chamada, SMS e e-mail. A ViGIE Solutions não disponibiliza uma aplicação móvel focalizada na gestão de alarmes. No entanto, fornece uma solução Web que permite efetuar a monitorização dos sistemas, assim como gerar relatórios detalhados dos alarmes gerados e da capacidade de resposta de uma organização face aos alarmes. É de mencionar que a referida solução Web, permite ao utilizador personalizar os relatórios de acordo com as suas preferências e responsabilidades na organização. Na figura 8, apresenta-se um exemplo de um relatório gerado na solução ViGIE Healthcare.

ViGIE Healthcare												
Bem vindo Eng Administração ViGIE												
Início Ir para... Alarmes Relatórios Configurações Módulos Ajuda Sair												
Sábado, 16 de Outubro de 2010   Crédito SMS: Tem 137 mensagens disponíveis!												
Vista Geral do Sistema												
Hospital 1 - Bloco Operatório Central - Sala Op 1- 2 sensor(es) associado(s) Ir para vista de sala Não existem alarmes.												
Id	Nº Série	Descrição curta	Descrição completa	Sensor Activo?	Parâmetro	ACTUAL	Mínimo	Máximo	Média	↓	↑	Ir para
1	11675	SENSOR1	Temp. OD:BE	SIM	Temperatura (°C)	3	n/d	n/d	n/d	●	●	Configurar
					Humidade Relativa (%HR)	59	n/d	n/d	n/d	●	●	
Id	Nº Série	Descrição curta	Descrição completa	Sensor Activo?	Parâmetro	ACTUAL	Mínimo	Máximo	Média	↓	↑	Ir para
5	T-13333	PRESSÃO	PressS1	NÃO	Pressão Diferencial (Pa)	8	n/d	n/d	n/d	●	●	Configurar
Hospital 1 - Bloco Operatório Central - Sala Op 2- 1 sensor(es) associado(s) Ir para vista de sala Não existem alarmes.												
Id	Nº Série	Descrição curta	Descrição completa	Sensor Activo?	Parâmetro	ACTUAL	Mínimo	Máximo	Média	↓	↑	Ir para
2	10128	SENSOR2	Temp. OD:C4	SIM	Temperatura (°C)	19	n/d	n/d	n/d	●	●	Configurar
					Humidade Relativa (%HR)	55	n/d	n/d	n/d	●	●	

Figura 8 - Exemplo de um relatório gerado na solução ViGIE Healthcare [9]

## 2.7. Conclusões

A gestão de alarmes é um tema de grande relevo nas organizações de diversas áreas, nomeadamente na saúde, segurança e indústrias do setor primário e secundário. Com efeito, existe um vasto leque de soluções de gestão de alarmes disponíveis no mercado, sendo que, ao longo deste capítulo, descreveram-se as soluções de maior relevância.

O Connexall e a ViGIE Solutions destacam-se por disponibilizarem soluções abstratas que permitem ser personalizadas para diferentes áreas, ao contrário das restantes soluções indicadas no presente capítulo. O Connexall carece de aplicações de gestão de alarmes orientadas para a Web e dispositivos móveis, em contraste com os concorrentes DynAMo Alarm Management Software, Extension Healthcare e ViGIE Solutions. Na tabela 1 efetua-se uma comparação entre as várias soluções de gestão de alarmes mencionadas ao longo deste capítulo.

Tabela 1 - Comparação entre as várias soluções de gestão de alarmes

	Software adaptável a diversas áreas	Aplicação móvel de gestão de alarmes	Aplicação Web de gestão de alarmes	Relatórios personalizáveis
Connexall	✓	✗	✗	✓
AirStrip Technologies	✗	✓	✗	✓
DynAMo Alarm Management	✗	✓	✓	✓
Extension Healthcare	✗	✓	✗	✓
Phillips IntelliSpace Event Management	✗	✗	✓	✓
ViGIE Solutions	✓	✗	✓	✓

O objetivo do presente projeto, como mencionado na secção 1.2., compreende o desenvolvimento da aplicação Active Alarm Client Plus (Active Alarm Client e Virtual Callpoint Client) para a plataforma Android e o Device Assignment Client para a Web, consoante as funcionalidades disponibilizadas pelo Web Services Client do Connexall.

### **3. Arquitetura de *software***

Ao longo deste capítulo define-se a arquitetura de *software* do sistema que compreende o levantamento dos requisitos funcionais e a definição dos atributos de qualidade do sistema.

#### **3.1. Web Services Client**

O Web Services Client é um *Web service RESTful* baseado na arquitetura *REST* [4] que foi criado para permitir o desenvolvimento de aplicações para a Web e dispositivos móveis integradas com o Connexall. O Web Services Client ainda se encontra em fase de desenvolvimento, e portanto, existem diversos recursos que terão de ser desenvolvidos, de modo a disponibilizar todas as funcionalidades do AAC e VCC no AAC Plus e do DAC para desktop no DAC. O Web Services Client dispõe de recursos que permitem efetuar a gestão de alarmes, *callpoints* virtuais, ativação e cancelamento de planos e envio de mensagens. Todavia, será necessário aumentar a funcionalidade dos recursos que permitem o processamento de ações adicionais nos alarmes, para além das três ações principais (confirmar, reencaminhar e cancelar). Para além disto, deverá ser possível o preenchimento de formulários de informação dinâmicos na ativação de um *callpoint* virtual. Outra funcionalidade importante a desenvolver no Web Services Client consiste na possibilidade de armazenar e aceder às associações entre alarmes e utilizadores ou dispositivos de comunicação que deverão ser possíveis de efetuar no DAC. Na secção 6.2. referente a trabalho futuro, indica-se com maior detalhe todos os recursos que deverão ser disponibilizados no Web Services Client para permitir a continuação do desenvolvimento do AAC Plus e do DAC.

#### **3.2. Requisitos funcionais**

Ao longo desta secção, definem-se os requisitos funcionais no âmbito das funcionalidades das aplicações AAC Plus e DAC. Note-se que o AAC Plus e o DAC partilham parte dos requisitos definidos para os módulos de gestão de alarmes, de *callpoints* virtuais e de definições com algumas exceções devidamente referenciadas, de modo a evitar a repetição de informação. Neste sentido, de forma a não sobrecarregar esta secção, todos os requisitos estão organizados em módulos de funcionalidades. Nas figuras 9 e 10 é possível visualizar os referidos módulos de funcionalidades nos diagramas de casos de uso referentes às aplicações AAC Plus e DAC, respetivamente. Todos os restantes diagramas de casos de uso que contêm os requisitos

funcionais identificados para as aplicações AAC Plus e DAC, encontram-se disponíveis nos anexos A e B, respetivamente.

#### **Módulos de funcionalidades para o AAC Plus:**

- Gerir alarmes;
- Gerir *callpoints* virtuais;
- Gerir definições.

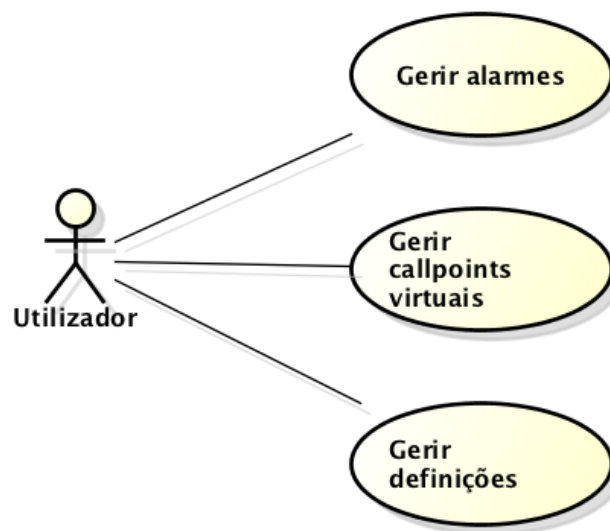


Figura 9 - Módulos de funcionalidades do AAC Plus

#### **Módulos de funcionalidades para o DAC:**

- Gerir alarmes;
- Gerir *callpoints* virtuais;
- Gerir planos de agendamento de associações de alarmes a utilizadores ou a dispositivos de comunicação;
- Gerir envio de mensagens;
- Gerir definições.

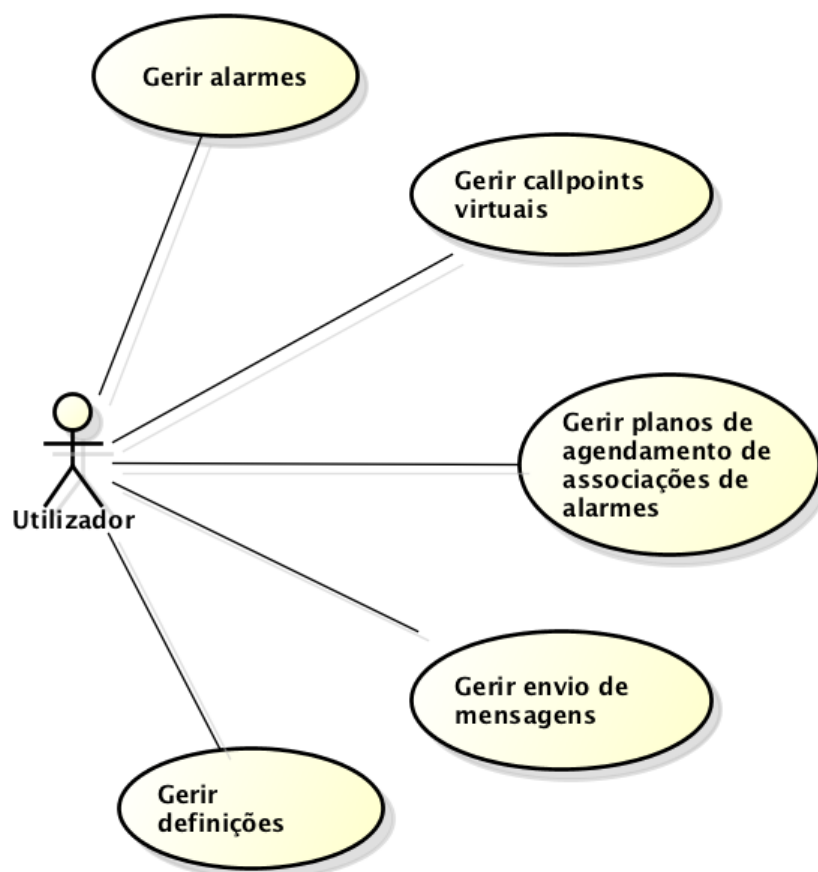


Figura 10 - Módulos de funcionalidades do *DAC*

### 3.2.1. Funcionalidades comuns ao AAC Plus e DAC

O AAC Plus e o DAC partilham de funcionalidades inerentes aos módulos de gestão de alarmes, de *callpoints* virtuais e de definições que irão ser apresentados de seguida.

#### 3.2.1.1. Gerir alarmes

- Visualizar uma lista com todos os alarmes presentes no sistema;
- Visualizar uma lista com os alarmes que se encontram associados ao utilizador autenticado;
- Pesquisar um alarme pela designação;
- Visualizar detalhes de um alarme;
- Confirmar um alarme, de modo a indicar que este foi recebido e devidamente processado;

- Reencaminhar um alarme, que consiste em transferir o alarme para um nível de reencaminhamento posterior, existindo um total de três níveis de reencaminhamento: primário, secundário e de *backup*;
- Cancelar um alarme, se este tiver sido configurado para o efeito no Connexall Notification Server.

#### **3.2.1.2. Gerir *callpoints* virtuais**

- Visualizar uma lista com todos os *callpoints* virtuais configurados no sistema;
- Pesquisar um *callpoint* virtual pela designação;
- Visualizar detalhes de um *callpoint* virtual;
- Ativar um *callpoint* virtual, sendo que o Connexall procede à criação automática de um novo alarme a notificar do sucedido;
- Cancelar um *callpoint* virtual, o que por sua vez implica o cancelamento automático do respetivo alarme no Connexall.

#### **3.2.1.3. Gerir definições**

- Definir o estado de utilizador (disponível ou ocupado).

### **3.2.2. Funcionalidades específicas do AAC Plus**

Para além das funcionalidades descritas na secção anterior, o AAC Plus fornece algumas funcionalidades específicas, nomeadamente no módulo de gestão de alarmes e no módulo de gestão de definições.

#### **3.2.2.1. Gerir alarmes**

- Receber notificações de novos alarmes que estejam associados ao utilizador autenticado.

#### **3.2.2.2. Gerir definições**

- Definir o *URL (Uniform Resource Locator)* do *broker* [10] que permite estabelecer a comunicação com os servidores que executam o Web Services Client. Nas definições da aplicação deve-se referir “URL do servidor”;

- Selecionar um dos seguintes intervalos de atualização em segundos das listas de alarmes e de *callpoints* virtuais: 2, 4, 10, 15, 20 e 30 segundos. Por defeito, o valor selecionado deverá ser de 2 segundos;
- Selecionar uma das seguintes opções de ordenação das listas de alarmes, em que, por defeito, a opção selecionada deverá ser a “Prioridade (crescente) e data de ativação (crescente)”:
  - Data de ativação (decrecente);
  - Data de ativação (crescente);
  - Prioridade (crescente) e data de ativação (crescente);
  - Prioridade (crescente) e data de ativação (decrecente);
  - Nível de reencaminhamento (decrecente) e data de ativação (crescente);
  - Nível de reencaminhamento (decrecente) e data de ativação (decrecente).
- Ativar as notificações de novos alarmes associados ao utilizador;
- Desativar as notificações de novos alarmes associados ao utilizador;
- Ativar o som das notificações;
- Desativar o som das notificações;
- Ativar o modo de vibração das notificações;
- Desativar o modo de vibração das notificações.

### **3.2.3. Funcionalidades específicas do DAC**

Para além das funcionalidades indicadas na secção 3.2.1., o DAC disponibiliza outras funcionalidades específicas, nomeadamente nos módulos de gestão de planos de agendamento de associações de alarmes a utilizadores ou a dispositivos de comunicação, de gestão do envio de mensagens e de gestão de definições, como se apresenta abaixo.

#### **3.2.3.1. Gerir alarmes**

- Selecionar uma das seguintes opções de ordenação da tabela de alarmes em que, por defeito, a opção selecionada deverá ser a “Prioridade (crescente) e data de ativação (crescente)”:
  - Data de ativação (decrecente);
  - Data de ativação (crescente);
  - Prioridade (crescente) e data de ativação (crescente);

- Prioridade (crescente) e data de ativação (decrecente);
- Nível de reencaminhamento (decrecente) e data de ativação (crescente);
- Nível de reencaminhamento (decrecente) e data de ativação (decrecente).

### **3.2.3.2. Gerir planos de agendamento de associações de alarmes a utilizadores ou a dispositivos de comunicação**

- Visualizar uma lista com todos os planos presentes no sistema;
- Pesquisar um plano pela designação;
- Ativar um plano;
- Cancelar um plano.

### **3.2.3.3. Gerir envio de mensagens**

- Visualizar uma lista com todos os utilizadores e dispositivos de comunicação presentes no sistema;
- Pesquisar um utilizador ou dispositivo de comunicação pela designação;
- Enviar uma mensagem a um utilizador;
- Enviar uma mensagem a um dispositivo de comunicação.

### **3.2.3.4. Gerir definições**

- Ativar uma das principais secções da aplicação (“Os meus alarmes”, “Todos os alarmes”, “Callpoints virtuais”, “Planos” e “Envio de mensagens”);
- Desativar uma das principais secções da aplicação;
- Visualizar uma lista de páginas personalizadas de alarmes e/ou *callpoints* virtuais;
- Definir uma página personalizada de alarmes e/ou *callpoints* virtuais.

É de referir que no DAC, o *URL* do *broker* [10] e o intervalo de atualização automática de informação na aplicação (p. ex.: alarmes, *callpoints* virtuais, planos e destinatários de mensagens) devem ser definidos diretamente num ficheiro de definições para o efeito, de modo a facilitar o processo de instalação e manutenção da aplicação.

Nos requisitos funcionais não se definiram operações de *CRUD* (*create-read-update-delete*), de modo a não afetar a legibilidade e fácil compreensão dos diagramas de casos de uso [11] (ver anexos A e B).

### **3.3. Attribute-driven design**

Nesta secção, apresentam-se os cenários de qualidade obtidos mediante a definição dos atributos de qualidade. Assim sendo, utiliza-se o método de desenho arquitetural *attribute-driven design* [10] para efetuar a decomposição do sistema, com o intuito de alcançar os atributos de qualidade, segundo a definição de táticas e estilos arquiteturais. Com a conclusão do *attribute-driven design*, apresenta-se a vista componente-conector [12] do sistema que apresenta os vários elementos que compõem o sistema e as relações entre estes. Dado que o Connexall, incluindo o Web Services Client, tem a respetiva arquitetura já definida, não se procede à criação da vista componente-conector do servidor, de modo a não sobrecarregar este relatório.

A documentação referente à arquitetura de *software* realizada no âmbito deste projeto foi validada pelo Dr. Luís Ferreira, gerente de operações e *marketing* da GlobeStar Systems Europe (filial da GlobeStar Systems Inc.). No entanto, não foi possível utilizar o método *ATAM* (*Architecture Tradeoff Analysis Method*) [10] para realizar a avaliação da arquitetura de *software* definida, devido à necessidade de alocação de recursos humanos dedicados para o efeito.

#### **3.3.1. Cenários de qualidade**

Os atributos de qualidade mais importantes para o sistema (*architectural drivers*) são a disponibilidade, o desempenho e a segurança.

Na tabela 2 apresenta-se a priorização dos atributos de qualidade com os respetivos cenários, ordenados por relevância. É de referir que a escalabilidade do sistema está relacionada com a disponibilidade, o desempenho e a modificabilidade (facilidade de modificação), e portanto, os cenários de qualidade definidos para estes atributos permitem o crescimento sustentável do sistema ao longo do tempo.

Tabela 2 - Priorização dos cenários de qualidade

Nº	Atributo de qualidade	Cenário de qualidade
1	Disponibilidade	O tempo máximo de indisponibilidade do sistema deverá ser de 5 minutos.
2	Desempenho	O sistema deverá responder a um pedido solicitado pelo utilizador nas aplicações AAC Plus e DAC em menos de 15 segundos.
3	Segurança	O sistema deverá bloquear o utilizador e o respetivo endereço de <i>IP (Internet Protocol)</i> à 5ª tentativa errada de autenticação.
4	Usabilidade	As aplicações AAC Plus e DAC deverão mostrar um indicador de progresso assim que o utilizador efetuar uma ação sobre um alarme (confirmar, reencaminhar e cancelar) ou <i>callpoint</i> virtual (ativar ou cancelar).
5	Modificabilidade	As aplicações AAC Plus e DAC deverão permitir adicionar uma nova língua em menos de 4 pessoas/hora.

Os cenários de qualidade idealizados para os atributos de disponibilidade, desempenho e de segurança já tinham sido previamente estabelecidos na arquitetura do sistema antes do desenvolvimento deste projeto, de forma a permitir a criação do Web Services Client. Decidiu-se incluir estes cenários de qualidade, de forma a introduzir o âmbito do sistema no qual o AAC Plus e o DAC se inserem. Os cenários de qualidade relativos à usabilidade e modificabilidade foram introduzidos especificamente para o desenvolvimento do AAC Plus e do DAC.

De seguida, procede-se à definição dos cenários de qualidade, recorrendo ao *Quality Attribute Workshop* [10] realizado junto da entidade GlobeStar Systems Europe. Procedeu-se à criação de uma tabela para cada um dos cenários de qualidade definidos (ver tabelas 3, 4, 5, 6 e 7).

Tabela 3 - Cenário de qualidade nº1 (disponibilidade)

<b>Atributo de qualidade</b>	Disponibilidade.
<b>Âmbito do atributo</b>	Tempo de recuperação do sistema.
<b>Cenário nº1</b>	O tempo máximo de indisponibilidade do sistema deverá ser de 5 minutos.
<b>Estímulo</b>	Falha de comunicação do sistema com as aplicações AAC Plus e DAC.
<b>Fonte do estímulo</b>	Interno ao sistema.
<b>Ambiente</b>	Funcionamento normal.
<b>Artefacto</b>	Sistema.
<b>Resposta</b>	Deteção e recuperação de falha no sistema.
<b>Medida da resposta</b>	Em menos de 5 minutos.

Tabela 4 - Cenário de qualidade nº2 (desempenho)

<b>Atributo de qualidade</b>	Desempenho.
<b>Âmbito do atributo</b>	Tempo máximo de resposta.
<b>Cenário nº2</b>	O servidor deverá responder a um pedido solicitado pelo utilizador nas aplicações AAC Plus e DAC em menos de 15 segundos.
<b>Estímulo</b>	Receção de um pedido.
<b>Fonte do estímulo</b>	Utilizador.
<b>Ambiente</b>	Funcionamento normal.
<b>Artefacto</b>	Servidor.
<b>Resposta</b>	Processar o pedido e enviar a informação solicitada no formato <i>JSON (JavaScript Object Notation)</i> .
<b>Medida da resposta</b>	Menos de 15 segundos.

Tabela 5 - Cenário de qualidade nº3 (segurança)

<b>Atributo de qualidade</b>	Segurança.
<b>Âmbito do atributo</b>	Número máximo de tentativas de autenticação.
<b>Cenário nº3</b>	O sistema deverá bloquear o utilizador e o respetivo endereço de <i>IP</i> à 5ª tentativa errada de autenticação.
<b>Estímulo</b>	Acesso não autorizado ao sistema.
<b>Fonte do estímulo</b>	Indivíduo de identidade desconhecida que não é autorizado a aceder ao sistema.
<b>Ambiente</b>	O sistema está online.
<b>Artefacto</b>	Informação do sistema.
<b>Resposta</b>	Bloquear o utilizador e o respetivo endereço de <i>IP</i> .
<b>Medida da resposta</b>	À 5ª tentativa errada de autenticação.

Tabela 6 - Cenário de qualidade nº4 (usabilidade)

<b>Atributo de qualidade</b>	Usabilidade.
<b>Âmbito do atributo</b>	Receber <i>feedback</i> sobre uma ação efetuada sobre um alarme ou <i>callpoint</i> virtual.
<b>Cenário nº4</b>	As aplicações AAC Plus e DAC deverão mostrar um indicador de progresso assim que o utilizador efetuar uma ação sobre um alarme (confirmar, reencaminhar e cancelar) ou <i>callpoint</i> virtual (ativar ou cancelar).
<b>Estímulo</b>	Efetuar uma ação sobre um alarme ou <i>callpoint</i> virtual.
<b>Fonte do estímulo</b>	Utilizador.
<b>Ambiente</b>	<i>Runtime</i> .
<b>Artefacto</b>	Interface de utilizador.
<b>Resposta</b>	Apresentar o estado da ação com um indicador de progresso.
<b>Medida da resposta</b>	Satisfazer o utilizador ao dar <i>feedback</i> sobre a ação realizada.

Tabela 7 - Cenário de qualidade nº5 (modificabilidade)

<b>Atributo de qualidade</b>	Modificabilidade.
<b>Âmbito do atributo</b>	Número de pessoas/hora necessário para adicionar uma nova língua às aplicações AAC Plus e DAC.
<b>Cenário nº5</b>	As aplicações AAC Plus e DAC deverão permitir adicionar uma nova língua em menos de 4 pessoas/hora.
<b>Estímulo</b>	Adicionar uma nova língua às aplicações AAC Plus e DAC.
<b>Fonte do estímulo</b>	Programador.
<b>Ambiente</b>	Tempo de <i>design</i> .
<b>Artefacto</b>	Interface de utilizador.
<b>Resposta</b>	Adicionar uma nova língua.
<b>Medida da resposta</b>	Menos de 4 pessoas/hora.

### 3.3.2. Táticas e estilos arquiteturais

Nesta secção apresentam-se as táticas e os estilos arquiteturais para cada um dos cenários de qualidade definidos na secção anterior.

#### 3.3.2.1. Disponibilidade

Na tabela 8, apresentam-se as táticas e estilos arquiteturais utilizados no cenário de qualidade nº1 relativo à disponibilidade do sistema.

Tabela 8 - Táticas e estilos arquiteturais para o cenário de qualidade nº1 (disponibilidade)

<b>Atributo de qualidade</b>	Disponibilidade.
<b>Cenário nº1</b>	O tempo máximo de indisponibilidade do sistema deverá ser de 5 minutos.
<b>Táticas</b>	<i>Heartbeat</i> (deteção de erros) [10] e redundância passiva (recuperação de erros no <i>broker</i> [10] principal e no servidor principal).
<b>Estilo arquitetural</b>	<i>Broker</i> .

De modo a que o sistema tenha a capacidade de lidar com um elevado número de pedidos de recursos por parte das aplicações AAC Plus e DAC torna-se essencial a utilização do estilo arquitetural *broker* que permite distribuir os pedidos pelos vários servidores do sistema (*load balancing*) [10]. Para detetar a ocorrência de erros num dos servidores implementa-se a tática de *heartbeat* no *broker* ao enviar periodicamente (de 15 em 15 segundos) uma mensagem a cada servidor para verificar a operacionalidade do mesmo. Para recuperar de uma falha existente num dos servidores, utiliza-se a tática de redundância passiva nos *brokers* do sistema, com a finalidade de encaminhar os pedidos das aplicações para outros servidores que se encontrem operacionais. De forma a detetar erros no *broker* principal do sistema, utiliza-se a tática de *heartbeat* nos *routers* da infraestrutura de rede que verificam se o *broker* se encontra funcional. No sentido de se recuperar de uma falha ocorrida no *broker* principal, utiliza-se a tática de redundância passiva, em que a comunicação com as aplicações AAC Plus e DAC passa a ser estabelecida com o *broker* secundário, que se encontra devidamente sincronizado com o primário.

### 3.3.2.2. Desempenho

Na tabela 9, apresentam-se as táticas e estilos arquiteturais utilizados no cenário de qualidade nº2 relativo ao desempenho do sistema.

Tabela 9 - Táticas e estilos arquiteturais para o cenário de qualidade nº2 (desempenho)

<b>Atributo de qualidade</b>	Desempenho.
<b>Cenário nº2</b>	O servidor deverá responder a um pedido solicitado pelo utilizador nas aplicações AAC Plus e DAC em menos de 15 segundos.
<b>Táticas</b>	Introduzir concorrência e garantir elevados recursos de memória e processamento no servidor.
<b>Estilo arquitetural</b>	Cliente-servidor.

De modo a aumentar a capacidade de resposta dos servidores relativamente ao elevado número de pedidos efetuados pelas aplicações AAC Plus e DAC é fundamental a introdução de concorrência ao nível do processamento dos pedidos. Logo, os servidores devem ter os seguintes requisitos mínimos:

- CPU (*Central Processing Unit*) com pelo menos 4 núcleos a 2.5 GHz (*Gigahertz*) cada;
- Memória RAM (*Random Access Memory*) mínima de 8 GB (*Gigabyte*);
- Disco rígido com 60 GB;
- Placa de rede *Ethernet Gigabit*.

A comunicação das aplicações AAC Plus e DAC com os servidores será realizada recorrendo ao estilo arquitetural cliente-servidor, através do qual a comunicação é realizada mediante um sistema distribuído, em que os clientes efetuam pedidos a solicitar a receção de determinados recursos ou a realização de determinadas ações, e os servidores, por sua vez, processam os pedidos e respondem adequadamente.

### 3.3.2.3. Segurança

Na tabela 10, apresentam-se as táticas e estilos arquiteturais utilizados no cenário de qualidade nº3 relativo à segurança do sistema.

Tabela 10 - Táticas e estilos arquiteturais para o cenário de qualidade nº3 (segurança)

<b>Atributo de qualidade</b>	Segurança.
<b>Cenário nº3</b>	O sistema deverá bloquear o utilizador e o respetivo endereço de <i>IP</i> à 5ª tentativa errada de autenticação.
<b>Táticas</b>	Autenticar e autorizar os utilizadores e manter a confidencialidade da informação (resistir aos ataques). Manter um registo de acessos ao sistema com os nomes dos utilizadores e endereços <i>IP</i> .
<b>Estilo arquitetural</b>	Repositório.

Toda a informação presente no sistema deverá ser somente acedida por utilizadores devidamente autorizados para o efeito. Portanto, as aplicações AAC Plus e DAC necessitam de autenticar os utilizadores perante o Web Services Client. Deve-se definir um limite máximo de cinco tentativas de autenticação falhadas, no sentido de evitar o acesso indevido ao sistema. Com efeito, o nome de utilizador e o endereço de *IP* utilizados devem ser de imediato bloqueados, ficando registados numa lista dedicada para o efeito (*blacklist*). Para além disto, todos os acessos efetuados ao sistema devem também ser devidamente registados.

No sistema deve-se utilizar repositórios com o intuito de armazenar toda a informação do sistema, incluindo utilizadores, palavras-passe, grupos de utilizadores, regras de acesso, eventos do sistema, alarmes, *callpoints*, associações entre entidades, planos e mensagens.

A comunicação estabelecida entre os servidores e as aplicações AAC Plus e DAC deverá ser encriptada, com vista a manter a confidencialidade da informação. Neste sentido, deve-se proceder à configuração de um certificado digital no sistema, de modo a utilizar o protocolo *HTTPS (Hypertext Transfer Protocol Secure)* na comunicação entre as aplicações AAC Plus e DAC e os servidores. Assim que um utilizador efetua o início de sessão nas aplicações, o Web Services Client presente em cada um dos servidores, gera um identificador de sessão que é utilizado pelas aplicações AAC Plus e DAC no estabelecimento de todos os pedidos de *GET* (método de *HTTP (Hypertext Transfer Protocol)* para recolher informação) e *POST* (método de *HTTP* para submeter informação) [4]. Por questões de segurança, assim que a sessão expira, o utilizador tem de efetuar um novo início de sessão para que possa utilizar as aplicações.

#### 3.3.2.4. Usabilidade

Na tabela 11, apresentam-se as táticas e estilos arquiteturais utilizados no cenário de qualidade nº4 relativo à usabilidade do sistema.

Tabela 11 - Táticas e estilos arquiteturais para o cenário de qualidade nº4 (usabilidade)

<b>Atributo de qualidade</b>	Usabilidade.
<b>Cenário nº4</b>	As aplicações AAC Plus e DAC deverão mostrar um indicador de progresso assim que o utilizador efetuar uma ação sobre um alarme (confirmar, reencaminhar e cancelar) ou <i>callpoint</i> virtual (ativar ou cancelar).
<b>Táticas</b>	Padrão <i>MVC (Model-view-controller)</i> [10] e manter o modelo de tarefa [10].
<b>Estilo arquitetural</b>	Apresentação separada.

De forma a separar a interface de utilizador do resto da aplicação utiliza-se o padrão *MVC*. Assim, é possível realizar uma melhor gestão da interação do utilizador com a interface gráfica da aplicação, bem como da informação a que este tem acesso.

As interfaces de utilizador devem manter um modelo de tarefa ao apresentar um indicador de progresso na realização de ações, particularmente ao nível das ações que requerem a execução de pedidos aos servidores. Assim sendo, o utilizador encontra-se sempre informado sobre o estado do sistema, o que permite dotar a interface de uma melhor experiência de utilização.

#### 3.3.2.5. Modificabilidade

Na tabela 12, apresentam-se as táticas e estilos arquiteturais utilizados no cenário de qualidade nº5 relativo à modificabilidade do sistema.

Tabela 12 - Táticas e estilos arquiteturais para o cenário de qualidade nº5 (modificabilidade)

<b>Atributo de qualidade</b>	Modificabilidade.
<b>Cenário nº5</b>	As aplicações AAC Plus e DAC deverão permitir adicionar uma nova língua em menos de 4 pessoas/hora.
<b>Táticas</b>	Antecipar modificações expectáveis (localização de modificações).
<b>Estilo arquitetural</b>	-

Para facilitar a introdução de uma nova língua nas aplicações AAC Plus e DAC, deve-se centralizar todas as mensagens da aplicação (*strings*) num único ficheiro, no âmbito da tática de antecipar modificações expectáveis (localização de modificações). Com efeito, deve-se somente proceder à criação de uma cópia do ficheiro de *strings* em que se efetua a tradução de cada uma das *strings* para a nova língua a ser adicionada às aplicações.

### 3.3.3. Vista componente-conector do sistema

Na figura 11 apresenta-se a vista componente-conector [12] do sistema que abrange os principais elementos da arquitetura de *software*, nomeadamente os *routers*, *brokers*, servidores e bases de dados. A vista componente-conector do sistema foi idealizada antes do desenvolvimento deste projeto, na altura em que se procedeu à definição da arquitetura de *software* necessária para permitir o desenvolvimento do Web Services Client.

Como foi mencionado na secção 3.3.2.1., os *routers* do sistema são responsáveis por averiguar a operacionalidade do *broker* primário e encaminhar os pedidos para o *broker* secundário em caso de falha do primário. A comunicação entre os utilizadores das aplicações AAC Plus e DAC com os servidores é feita sempre através de um *broker*, de modo a garantir a disponibilidade do sistema. Neste sentido, o *broker* é responsável por registar os servidores presentes no sistema, assim como encaminhar os pedidos para os servidores, recorrendo ao mecanismo de balanceamento de dados. Em caso de falha do *broker* primário, a comunicação passa a ser estabelecida com o secundário, que se encontra sincronizado com o primário. Cada servidor deve comunicar com a base de dados do sistema, de forma a processar e a responder aos pedidos solicitados pelos utilizadores. Assim, é de referir a existência de uma base de dados redundante, devidamente sincronizada com a primária, de modo a ser utilizada caso a primária deixe de estar disponível. Note-se que o número de *routers*, *brokers* e servidores poderá

aumentar, mediante a complexidade da solução solicitada pelo cliente, tanto ao nível da quantidade de informação presente no sistema, como do número de utilizadores a aceder ao mesmo.

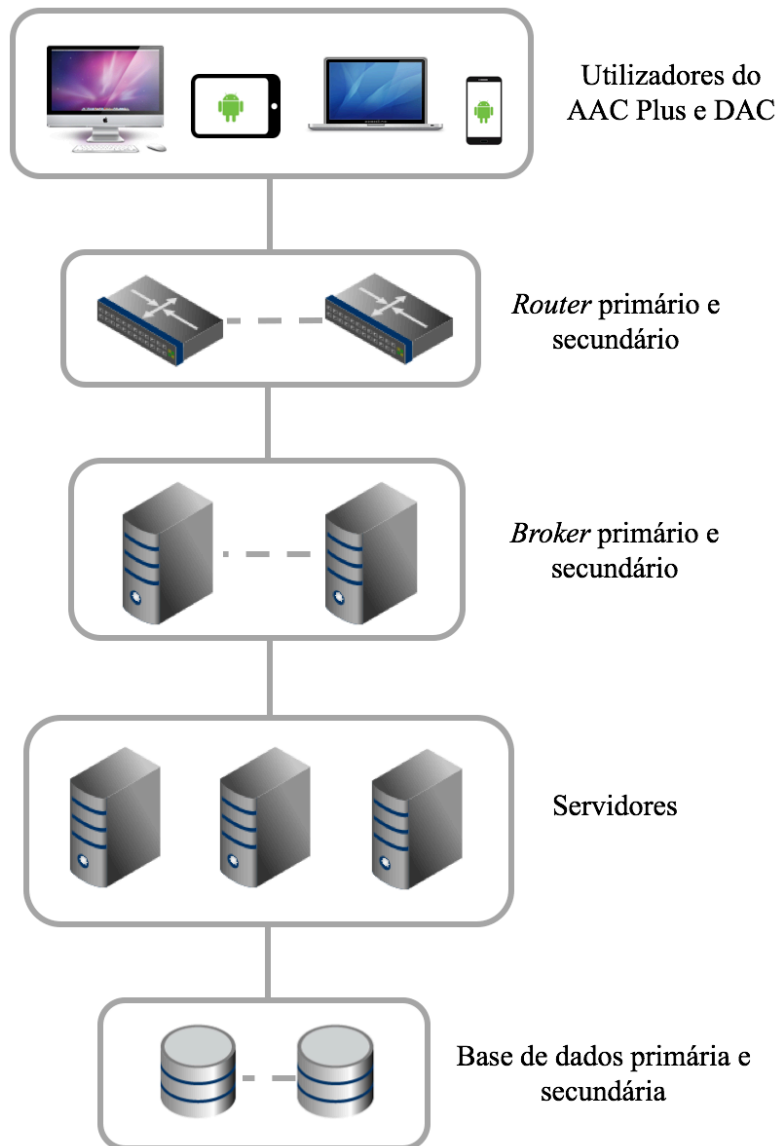


Figura 11 - Vista componente-conector do sistema

## 4. *Design* e desenvolvimento do AAC Plus

Ao longo deste capítulo procede-se à descrição do processo de *design* e desenvolvimento da aplicação móvel AAC Plus para Android. O AAC Plus permite efetuar a gestão de alarmes ao incluir as funcionalidades das aplicações de *desktop* Active Alarm Client e Virtual Callpoint Client do Connexall. Assim sendo, a aplicação disponibiliza quatro secções principais: “Os meus alarmes”, “Todos os alarmes”, “*Callpoints* virtuais” e “Definições”. O público-alvo do AAC Plus são funcionários que têm uma grande mobilidade nas organizações, tendo estes a responsabilidade de processar alarmes presentes no sistema, assim como de efetuar pedidos (p. ex.: um médico solicita um medicamento à farmácia do hospital) e/ou o controlo remoto de equipamentos (p. ex.: ligar ou desligar o sistema de ar condicionado de uma sala).

É de referir que se utilizou um processo de prototipagem para conceber as interfaces de utilizador, todavia, de modo a não sobrecarregar este relatório, os protótipos encontram-se disponíveis no anexo C. A aplicação disponibiliza as línguas inglesa e portuguesa, sendo que esta foi desenvolvida, de modo a que seja possível adicionar novas línguas de forma rápida, através da tradução de um único ficheiro com todas as mensagens e designações (*strings*) presentes na aplicação [13].

### 4.1. *Design* de uma interface de utilizador responsiva e *user-friendly*

A interface de utilizador da aplicação adapta-se consoante a dimensão (resolução) do ecrã, de modo a conferir uma maior portabilidade à aplicação no que diz respeito ao leque de dispositivos a utilizar (p. ex.: *smartphones*, *phablets* e *tablets*) [14]. Assim sendo, desenvolveu-se o *layout* dos diversos ecrãs que constituem a interface de utilizador da aplicação, recorrendo aos ficheiros XML (Extensible Markup Language) de dimensões (*dimen.xml*) utilizados para os vários tipos de tamanho de ecrã: normal, *large* e *extra-large* (p. ex.: altura de um botão: 50 *dp* (*density-independent pixel*) para o tamanho normal, 60 *dp* para *large* e 70 *dp* para *extra-large*) [13]. Caso seja necessário efetuar alguma alteração ao nível da estrutura dos *layouts* da aplicação e se o público-alvo utilizar versões de Android inferiores à 3.2 (Honeycomb), então deve-se desenvolver os *layouts*, consoante o tamanho e a orientação do dispositivo, recorrendo à utilização das pastas de *layout*, *layout-land*, *layout-large*, *layout-large-land*, *layout-xlarge* e *layout-xlarge-land* [14]. Assim, tendo-se em consideração que o AAC Plus foi desenvolvido para ser compatível com todas as versões de Android a partir da 2.3.3 (Gingerbread), utilizou-se as pastas de *layout* responsivo para a criação dos diversos *layouts* da aplicação, tendo-se em

atenção a quantidade de informação a apresentar ao utilizador tanto na orientação vertical como horizontal do ecrã. É de destacar que sendo o AAC Plus compatível com todas as versões de Android a partir da 2.3.3, consegue-se atingir uma quota de mercado de 99.6% [15] em termos de dispositivos registados na plataforma Google Play, na qual é possível disponibilizar aplicações Android de forma oficial.

Cada uma das secções da aplicação são representadas através de fragmentos (classe *Fragment*), no âmbito de uma atividade de Android (classe *Activity*), o que permite dotar a interface de utilizador de um maior nível de dinamismo e fluidez [14], sobretudo através dos movimentos de *swipe* horizontal para a esquerda e para a direita que permitem ao utilizador navegar entre as várias secções da aplicação, utilizando-se assim a metáfora do virar de página de um livro. Esta funcionalidade de mudança de secção recorrendo ao movimento de *swipe* horizontal é possível com a utilização de um *fragment pager adapter* [16] disponibilizado pela *API* do Android. Atualmente, a funcionalidade do *swipe* horizontal para navegar entre as secções de uma aplicação de Android é utilizada com grande frequência pelos utilizadores, devido à natureza intuitiva desta forma de interação com as aplicações. À semelhança das quatro secções da aplicação, os ecrãs de início de sessão, de detalhes de um alarme e de um *callpoint* virtual foram também desenvolvidos recorrendo a fragmentos (classe *Fragment*).

#### **4.1.1. Áreas de interação e animação**

Todas as áreas que requerem interação por parte do utilizador devem ter um tamanho mínimo de 48 *dp* tanto em largura como em altura, de modo a fornecer uma área de interação suficiente para que o utilizador possa executar com precisão uma determinada ação [13]. Para além disto, teve-se em consideração os tamanhos mínimos de espaçamento necessários entre os diversos elementos gráficos que compõem a interface de utilizador [13].

Nas interfaces de utilizador, torna-se essencial fornecer *feedback* por cada interação do utilizador, de modo a facilitar a navegação na interface, no sentido de se concretizar com sucesso uma determinada ação com o mínimo de esforço cognitivo. Neste sentido, foram criados vários estados para os botões da aplicação: normal, pressionado, selecionado e desativado.

No topo do ecrã existe uma barra horizontal (*action bar* - ver figura 12) [14] que contém o ícone da aplicação (*launcher icon*), o nome da secção na qual o utilizador se encontra, um botão que permite efetuar uma pesquisa por determinados alarmes ou *callpoints* virtuais, e, por fim, um botão de solicitação da atualização das listas de alarmes e de *callpoints* virtuais que poderá

eventualmente ser utilizado caso o utilizador tenha definido um intervalo de atualização automático mais longo (p. ex.: 20 ou 30 segundos) nas definições da aplicação. Os botões de pesquisa e de solicitação da atualização das listas de alarmes e de *callpoints* virtuais só se encontram disponíveis nas secções de “Os meus alarmes”, “Todos os alarmes” e “*Callpoints* virtuais”, estando, portanto, ocultos na secção de definições da aplicação.

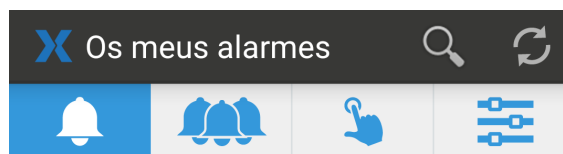


Figura 12 - *Action bar* e menu de tabuladores da aplicação AAC Plus

A segunda barra horizontal da aplicação (ver figura 12), apresentada abaixo da *action bar*, consiste num menu de tabuladores que permite ao utilizador selecionar uma das quatro secções da aplicação: “Os meus alarmes”, “Todos os alarmes”, “*Callpoints* virtuais” e “Definições”. A funcionalidade de “Os meus alarmes” encontra-se selecionada por defeito assim que o utilizador inicia a sessão na aplicação. Caso o utilizador pretenda selecionar outra secção da aplicação, poderá clicar diretamente nos tabuladores ou efetuar um *swipe* horizontal, conferindo-se assim um maior grau de usabilidade à aplicação, pelo facto de existir redundância na forma como o utilizador interage com a interface gráfica da aplicação.

Na interface de utilizador, a animação consiste num ponto essencial a ter em consideração, com a finalidade de tornar a interface intuitiva e agradável de utilizar, mas com o cuidado de não se cometer excessos, de modo a não distrair o utilizador na concretização das suas intenções na aplicação. Assim sendo, utilizou-se uma animação de *slide* horizontal ao nível das transições entre as várias secções da aplicação e adotou-se a animação de desvanecimento (*fade in* e *fade out*) ao abrir e fechar os ecrãs de início de sessão e de detalhes de um determinado alarme ou *callpoint* virtual. Por cada ação desencadeada pelo utilizador é sempre fornecido *feedback* de progresso, de modo a proporcionar uma boa interação do utilizador com a aplicação. Na primeira vez em que se procede ao carregamento dos dados numa determinada secção da aplicação ou quando o utilizador solicita manualmente a atualização dos dados, apresenta-se uma animação de progresso como é possível verificar na figura 13.

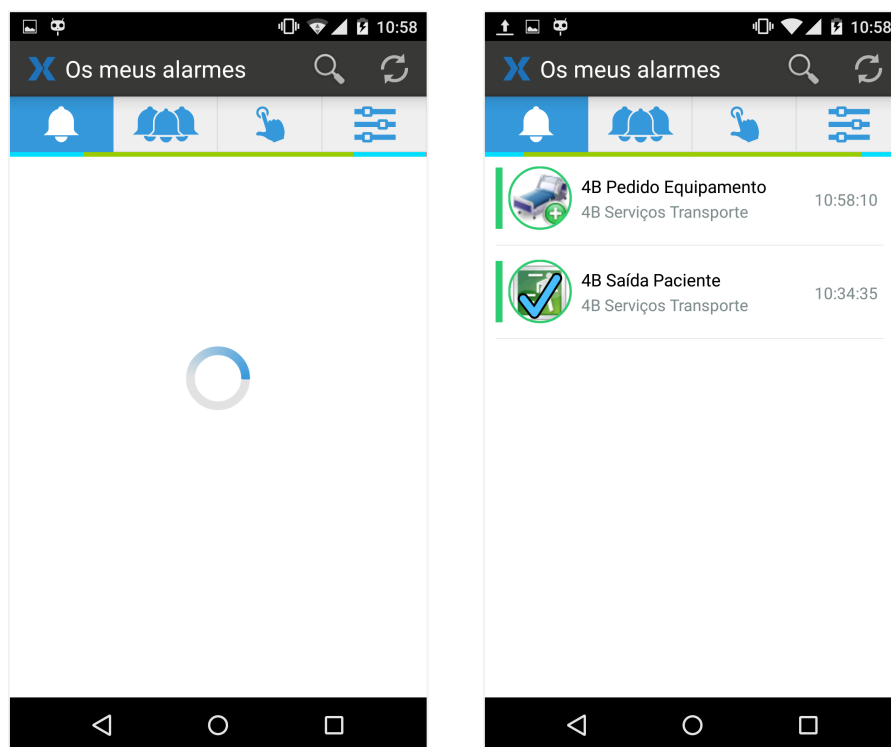


Figura 13 - Animação de progresso no AAC Plus

#### 4.1.2. Iconografia

Todas as imagens e cores utilizadas na construção da interface de utilizador regem-se pela moda de *flat design* que permite ao utilizador interagir com uma interface simples, apelativa, bem organizada e *user-friendly*. Utilizou-se diversas imagens *flat* recorrendo à extensão FlatIcon [17] para o *software* Adobe Illustrator [18] nas quais se procedeu a mudanças de forma e cor, de modo a satisfazer as necessidades da interface de utilizador. A entidade GlobeStar Systems Europe adquiriu uma licença *premium*, de forma a utilizar as referidas imagens da extensão FlatIcon. Em relação aos ícones dos alarmes e *callpoints* virtuais, estes já vêm incluídos com o *software* Connexall.

No sistema *Android*, existe a possibilidade de definir imagens (designadas de *drawables* [14]) para seis tipos de densidades de ecrã: *low* (LDPI – *Low Dot Per Inch*), *medium* (MDPI – *Medium Dot Per Inch*), *high* (HDPI – *High Dot Per Inch*), *x-high* (XHDPI – *X-High Dot Per Inch*), *xx-high* (XXHDPI – *XX-High Dot Per Inch*) e *xxx-high* (XXXHDPI – *XXX-High Dot Per Inch*) [13]. Nas *guidelines* de *design* para *Android* recomenda-se a criação das imagens para as densidades de *medium* (MDPI), *high* (HDPI), *x-high* (XHDPI) e *xx-high* (XXHDPI). Relativamente ao ícone da aplicação (*launcher*) é necessária a criação de uma imagem adicional para a densidade de *xxx-high* (XXXHDPI) [13]. Não é necessário adicionar imagens

para a densidade de *low* (*LDPI*), uma vez que o sistema Android executa uma conversão eficaz das imagens para este tipo de densidade [13]. Após a criação e personalização das imagens da aplicação, procedeu-se à respetiva exportação para as diversas densidades de ecrã. Outra forma de disponibilizar ícones nas aplicações de Android é com a utilização de tipos de letra de ícones (p. ex.: Font Awesome [19]), no entanto a renderização dos ícones acarreta um maior custo de memória em versões de Android mais antigas (inferiores a 3.0). Esta situação não se verifica em aplicações Web, nas quais a utilização de tipos de letra de ícones consiste num *standard* na apresentação de ícones.

#### 4.1.3. Estilo de escrita de mensagens

Ao nível da escrita de mensagens na aplicação, teve-se em consideração as *guidelines* que a Google propõe ao nível da pontuação, capitalização, dicas sobre palavras a evitar, bem como de exemplos de mensagens a seguir [20]. Na tabela 13 é possível visualizar algumas das mensagens de informação presentes na aplicação para as duas línguas que esta de momento dispõe: inglês e português.

Tabela 13 - Mensagens definidas no AAC Plus em inglês e português

Inglês	Português
<i>Enter your username</i>	Introduza o seu nome de utilizador
<i>Enter your password</i>	Introduza a sua palavra-passe
<i>Enter the server's URL</i>	Introduza o URL do servidor
<i>Wrong username or password</i>	Nome de utilizador ou palavra-passe incorretos
<i>Sending acknowledge request...</i>	A enviar pedido de confirmação...
<i>Sending escalate request...</i>	A enviar pedido de reencaminhamento...
<i>Sending cancel request...</i>	A enviar pedido de cancelamento...
<i>Sending activation request...</i>	A enviar pedido de ativação...
<i>Couldn't acknowledge... Try again.</i>	Não foi possível confirmar... Tente novamente.
<i>Couldn't escalate... Try again.</i>	Não foi possível reencaminhar... Tente novamente.
<i>Couldn't cancel... Try again.</i>	Não foi possível cancelar... Tente novamente.

Inglês	Português
<i>Couldn't activate... Try again.</i>	Não foi possível ativar... Tente novamente.
<i>Can't connect...</i>	Não é possível ligar...
<i>Can't connect... Check your network settings.</i>	Não é possível ligar... Verifique as suas definições de rede.
<i>Do you want to logout?</i>	Deseja terminar a sessão?
<i>New alarm</i>	Novo alarme
<i>(x) new alarms</i>	(x) novos alarmes
<i>No alarms available</i>	Não existem alarmes
<i>No alarms available assigned to you</i>	Não existem alarmes associados a si

## 4.2. Opções de desenvolvimento

As aplicações utilizadas em dispositivos móveis podem ser categorizadas em aplicações genéricas para a Web, dedicadas para a Web, híbridas e nativas [21]. A escolha por uma destas categorias depende do contexto de utilização.

As aplicações genéricas e dedicadas para a Web consistem em *websites* que são desenvolvidos de forma a proporcionarem uma interface de utilizador responsiva [22], isto é, uma interface que se adapta consoante o tamanho (resolução) do ecrã (p. ex.: *smartphones*, *tablets*, portáteis e computadores de secretária). Para aceder a estes dois tipos de aplicações Web (genéricas e dedicadas) é necessário recorrer a um *web-browser*. Uma aplicação Web genérica tem uma interface comum a todas as plataformas, sendo que, por outro lado, as aplicações Web dedicadas oferecem interfaces de utilizador diferentes para cada uma das plataformas de dispositivos móveis, como o Android, iOS e Windows Phone, devido às *guidelines* de *design* da interface de utilizador de cada uma destas plataformas. Para o desenvolvimento destas aplicações, existem *frameworks* de estilização da interface de utilizador como o Bootstrap [23] e Zurb Foundation [24], bem como *frameworks* de usabilidade de toque (*touchscreen*) como o jQuery Mobile [25], que permitem aumentar a usabilidade das aplicações Web para o contexto de dispositivos móveis. Apesar disso, existe uma diferença significativa ao nível da usabilidade, quando comparadas com as aplicações nativas, cujos elementos gráficos se encontram otimizados para a interação do utilizador com base no toque.

As aplicações híbridas consistem em aplicações Web desenvolvidas mediante a utilização de HTML 5 (HyperText Markup Language) e JavaScript, sendo que podem posteriormente ser encapsuladas em aplicações móveis recorrendo a “WebViews” [21] das *APIs (Application Programming Interface)* nativas das plataformas de dispositivos móveis. Além disso, existe ainda a possibilidade destas aplicações Web serem diretamente exportadas para as diversas plataformas de dispositivos móveis, recorrendo à ferramenta Cordova [26] que permite que as aplicações sejam utilizadas, através da utilização de um motor de *web-browser*. O Cordova permite também aceder a algumas das funcionalidades específicas de cada uma das plataformas (p. ex.: câmara fotográfica e sensores), contudo, é necessário aceder a uma camada extra de *software* designada de *SDK (Software Development Kit)*, que tem como desvantagem um menor nível de desempenho e fluidez das aplicações.

No caso da aplicação AAC Plus, é de referir que esta será utilizada num ambiente em que a entrega da informação é crítica, e, portanto, o desempenho e a fluidez da aplicação são preponderantes. Neste sentido, é preferível o desenvolvimento de uma aplicação nativa em detrimento das outras opções, com o intuito de dotar a aplicação de uma maior robustez, rapidez, estabilidade e usabilidade. Note-se que as aplicações nativas permitem aceder diretamente às *APIs* das plataformas de dispositivos móveis, o que possibilita a utilização dos elementos gráficos nativos do sistema, e por sua vez, dotar a aplicação de uma maior usabilidade comparativamente com aplicações não nativas. Assim, a aplicação AAC Plus deverá ser desenvolvida de forma nativa para a plataforma de Android.

### **4.3. Funcionalidades da aplicação**

Nesta secção descreve-se o funcionamento das várias secções da aplicação: “Início de sessão”, “Os meus alarmes”, “Todos os alarmes”, “*Callpoints* virtuais” e “Definições”, assim como das funcionalidades de pesquisa e de atualização automática de informação na aplicação.

#### **4.3.1. Início de sessão do utilizador**

No ecrã de início de sessão (ver figura 14), a aplicação apresenta o logotipo do *software* Connexall, bem como o nome da aplicação AAC Plus por extenso: Active Alarm Client Plus. O *design* do *layout* é simples e perceptível, com o propósito de direcionar o utilizador de forma rápida para as funcionalidades da aplicação. Assim sendo, no formulário apresentam-se os campos de nome de utilizador e palavra-passe, juntamente com o botão de iniciar sessão. Para além disto, existe também um *link* de definições avançadas que permite apresentar ou ocultar

o campo relativo ao *URL* do *broker* [10] do sistema, de modo a ser possível estabelecer a comunicação entre o AAC Plus e o Connexall. Esta opção é necessária, uma vez que o *URL* não pode ser colocado diretamente no código da aplicação, visto que este pode ser diferente consoante a infraestrutura de rede do cliente (por ex.: nome de domínio, endereço de *IP* ou porta lógica diferentes). Por uma questão de usabilidade, colocou-se o campo do *URL* do *broker* escondido por defeito, de modo a não importunar o utilizador com especificações técnicas da aplicação. O *URL* será definido por um técnico do Connexall, no momento da instalação e configuração do *software*, para além de ser prestada uma sessão de formação com todo o *staff* que irá utilizar a aplicação. Na figura 14, é possível visualizar o ecrã de início de sessão da aplicação, em que o campo do *URL* do *broker* se encontra oculto por defeito, sendo necessário clicar no *link* de definições avançadas, para o campo ficar visível.

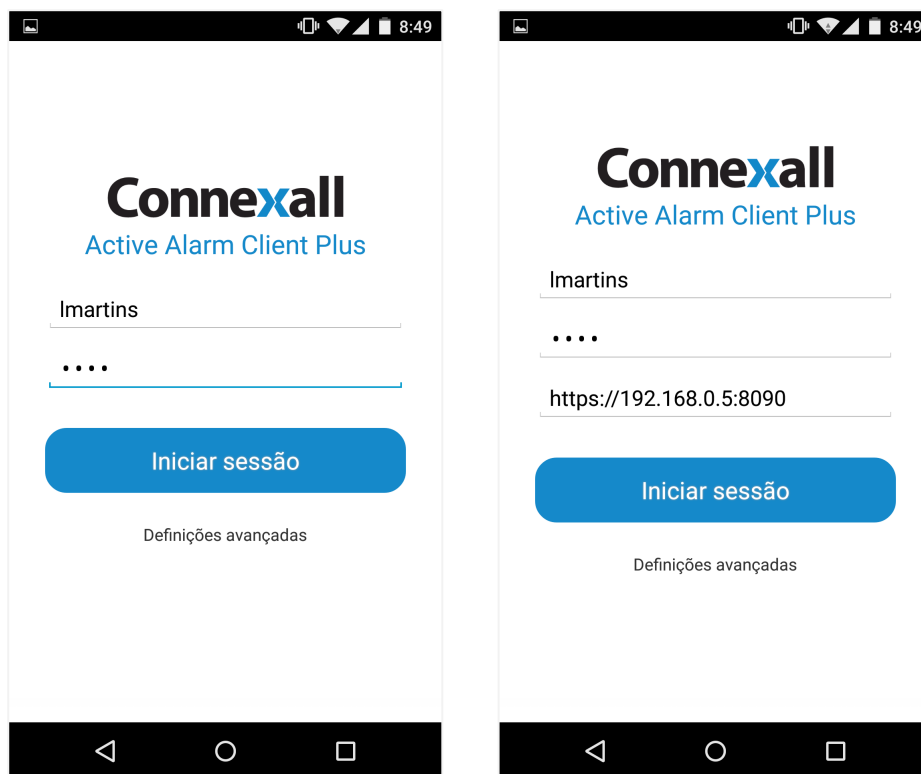


Figura 14 - Início de sessão no AAC Plus

A sessão de utilizador, o nome de utilizador e o *URL* do *broker* são guardados nas *shared preferences* [13] da aplicação, que consiste numa técnica de armazenamento de informação de forma persistente no sistema Android. Com efeito, o nome de utilizador e o *URL* do *broker* são armazenados na aplicação com vista a conferir uma maior facilidade para o utilizador efetuar o início de sessão. Neste sentido, também se equacionou guardar a palavra-passe (p. ex.: os *web-browsers* permitem guardar as credenciais de acesso para aumentar a usabilidade dos

sistemas), no entanto verificou-se que não é possível realizar este procedimento de forma segura no sistema Android, independentemente da técnica de armazenamento escolhida. Assim, apesar de na *API* do Android, se mencionar que os dados armazenados nas *shared preferences* são privados para cada aplicação, caso o utilizador perca o seu dispositivo, este pode ser manipulado, ao efetuar-se uma técnica de desbloqueamento do sistema, no sentido de se obter um acesso indevido a todas as funcionalidades e dados armazenados no dispositivo, e, por conseguinte, a palavras-passe guardadas no mesmo. Verificou-se junto da entidade GlobeStar Systems Europe que a sessão de utilizador, o nome de utilizador e o *URL* do *broker* devem ser armazenados para facilitar o processo de início de sessão sem colocar em causa a segurança do sistema, todavia, o mesmo não sucede com a palavra-passe, tendo que ser solicitada ao utilizador no início de sessão.

#### **4.3.2. Secções de “Os meus alarmes” e “Todos os alarmes”**

Na secção de “Os meus alarmes” apresenta-se uma lista com os alarmes associados ao utilizador, sendo esta associação efetuada no momento da configuração do sistema, utilizando a aplicação DAC para *desktop* do Connexall para o efeito. Por outro lado, na secção de “Todos os alarmes” apresentam-se todos os alarmes presentes no sistema. Na figura 15, demonstram-se as secções de “Os meus alarmes” e “Todos os alarmes”.

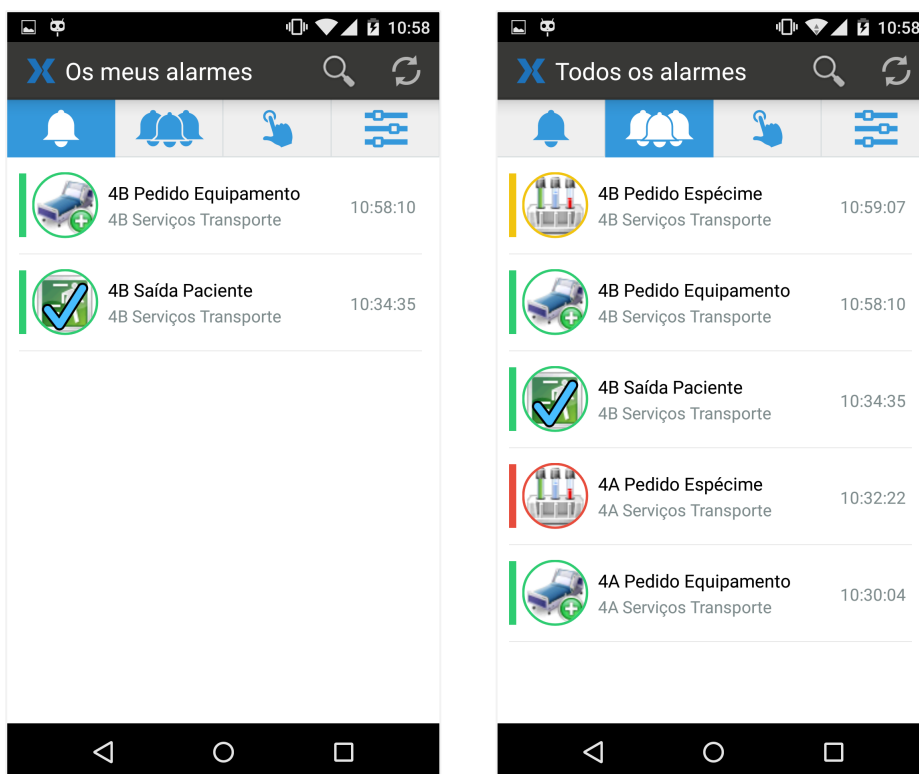


Figura 15 - Secções de “Os meus alarmes” e “Todos os alarmes” no AAC Plus

No âmbito de cada alarme presente nas listas de alarmes, apresentam-se os seguintes atributos: designação, localização, a data e hora de ativação, uma barra vertical e um limite circular no ícone do alarme que indicam o nível de reencaminhamento com base na cor (verde - primário, amarelo - secundário e vermelho - *backup*), e, por fim, um ícone de um visto a sobrepor o ícone do alarme, caso o alarme em questão tenha sido confirmado por um utilizador. No que concerne à data e hora de ativação do alarme, caso este tenha sido ativo no dia atual mostra-se somente a hora, enquanto que se o alarme tiver sido ativo no dia anterior ao atual, apresenta-se a referência temporal de “ontem” juntamente com a hora. Nas situações em que o alarme se encontra ativo há mais de dois dias, a aplicação mostra a data e hora, de acordo com o formato definido no Web Services Client, de modo a prevenir inconsistências de formatos de data nos dispositivos móveis dos utilizadores dentro da mesma organização. Ao selecionar um determinado alarme de uma das listas, procede-se à visualização dos detalhes do alarme (ver figura 16) que inclui todos os atributos presentes na respetiva linha da lista, juntamente com o nível de reencaminhamento, a prioridade do alarme e uma descrição (campo opcional). No Connexall, quanto menor o valor numérico da prioridade, mais importante é o alarme (p. ex.: um alarme com prioridade 0 tem mais importância que um alarme com prioridade 1). Para além

disto, o utilizador tem a possibilidade de efetuar uma das seguintes ações no alarme: confirmar, reencaminhar ou cancelar.

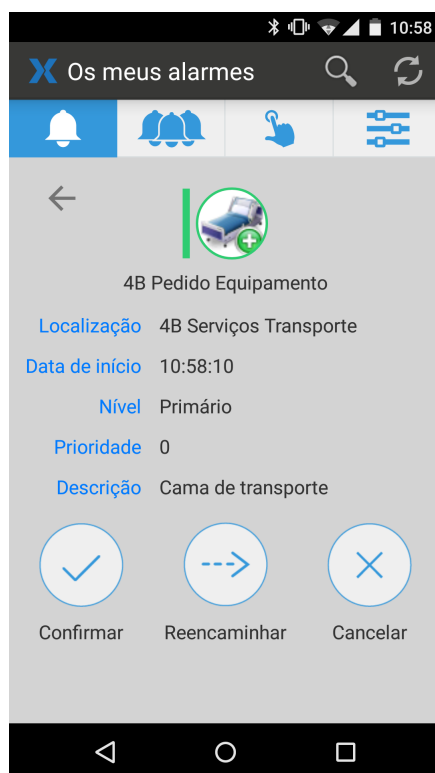


Figura 16 - Detalhes de um alarme no AAC Plus

Assim que o utilizador efetua uma determinada ação num alarme, a aplicação mostra um indicador de progresso, como se verifica na figura 17, dado tratar-se de uma operação de rede. Caso a operação falhe, apresenta-se uma mensagem a informar o utilizador desta situação, podendo este tentar novamente efetuar a ação sobre o alarme. Por outro lado, se a operação for bem-sucedida, o ecrã de detalhes do alarme é fechado automaticamente, e, assim, o utilizador volta a visualizar a lista de alarmes, sendo que o alarme em questão é imediatamente atualizado mediante o resultado da ação realizada pelo utilizador (p. ex.: alarme confirmado).

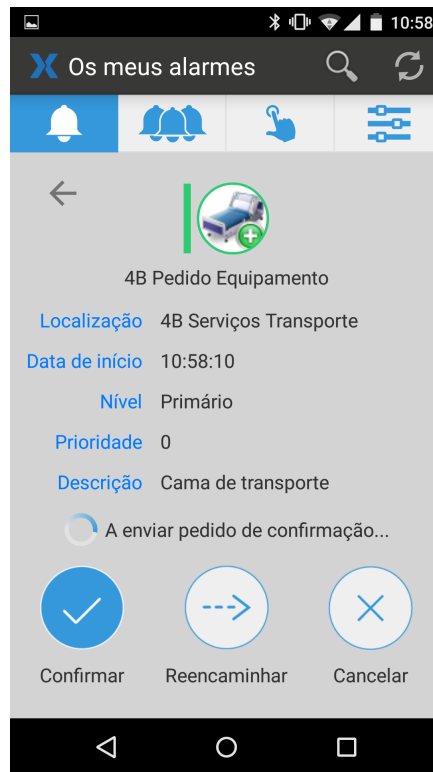


Figura 17 - *Feedback* ao efetuar uma ação num alarme no AAC Plus

A aplicação procede ao envio de notificações para o centro de notificações [27] do dispositivo de Android, de modo a informar o utilizador da existência de novos alarmes que lhe estejam associados. Na figura 18, apresenta-se um exemplo de uma notificação.

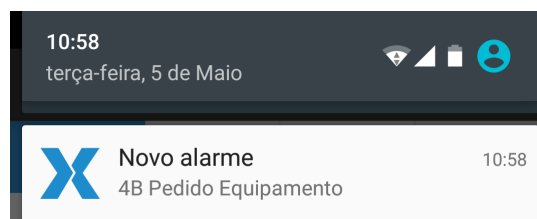


Figura 18 - Notificação de um novo alarme associado ao utilizador no AAC Plus

A aplicação utiliza um serviço [13] que corre em *background* no dispositivo de Android, com a finalidade de enviar notificações sobre novos alarmes associados ao utilizador mesmo quando o dispositivo se encontra no modo *sleep* ou com a aplicação fechada.

### 4.3.3. Secção de “Callpoints virtuais”

Na secção de “*Callpoints* virtuais” apresenta-se uma lista com os *callpoints* virtuais configurados no Connexall Notification Server. No âmbito de cada *callpoint* virtual presente

na lista, apresentam-se determinados atributos consoante este se encontre ativo ou inativo. O ícone do *callpoint* virtual, a designação e a localização são sempre apresentados independentemente do estado do *callpoint* virtual. Apresenta-se um ícone de uma seta com a finalidade de indicar que o *callpoint* virtual em questão se encontra ativo. O ícone da seta assume a cor referente ao nível de reencaminhamento do alarme inerente ao *callpoint* virtual (verde - primário, amarelo - secundário e vermelho - *backup*). Além disto, caso o *callpoint* virtual se encontre ativo e o alarme gerado pela ativação deste *callpoint* tenha sido confirmado, apresenta-se um ícone de um visto a sobrepor o ícone do *callpoint*. Na figura 19, apresenta-se a secção de “*Callpoints* virtuais”.

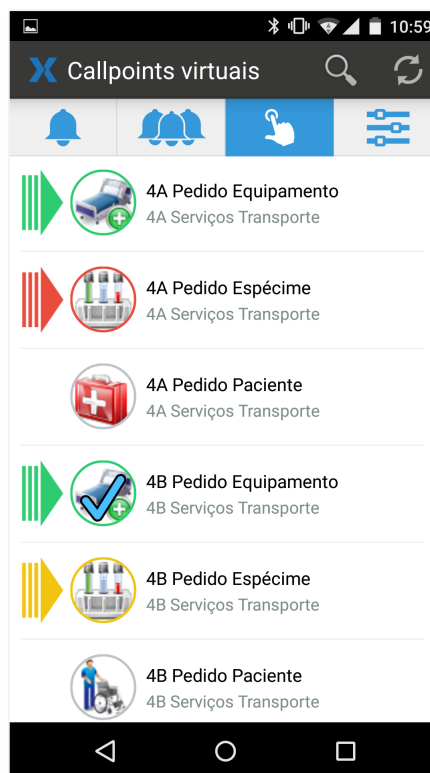


Figura 19 - Secção de “*Callpoints* virtuais” do AAC Plus

Ao seleccionar um determinado *callpoint* virtual da lista, apresentam-se os mesmos detalhes disponibilizados na lista, juntamente com a descrição definida no momento da ativação do *callpoint* virtual (campo opcional). Para além dos detalhes do *callpoint* virtual, apresenta-se também a ação de ativar ou de cancelar o *callpoint* virtual, sendo que ao ativar o *callpoint* é possível introduzir uma descrição. O ecrã de detalhes de um *callpoint* virtual, como se verifica na figura 20, segue o mesmo modo de funcionamento que o ecrã correspondente aos detalhes de um alarme. Neste sentido, o ecrã de detalhes fecha-se automaticamente assim que uma ação sobre um *callpoint* virtual é processada com sucesso.

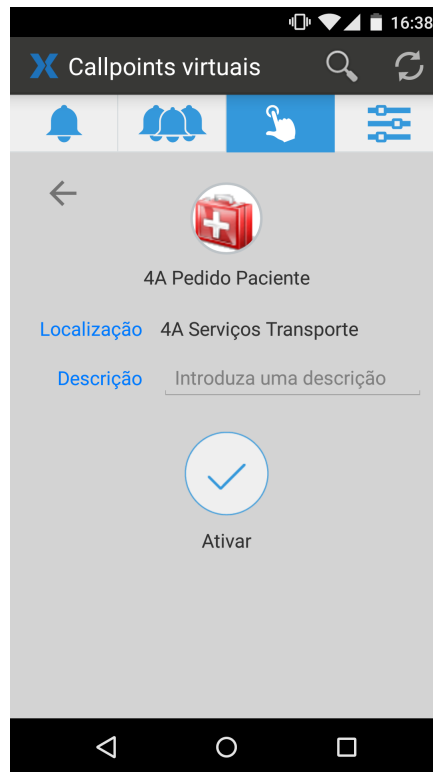


Figura 20 - Detalhes de um *callpoint* virtual no AAC Plus

#### 4.3.4. Atualização automática de informação na aplicação

As listas de alarmes e *callpoints* virtuais são atualizadas de forma automática, sendo o intervalo de atualização escolhido nas definições da aplicação (por defeito o intervalo é de dois segundos). Contudo, o utilizador pode solicitar a atualização imediata das listas ao clicar num botão disponível para o efeito na *action bar*, como se pode verificar na figura 21. O utilizador pode também efetuar um gesto de *swipe* vertical de cima para baixo na própria lista (funcionalidade de *swipe refresh* do Android), para solicitar a respetiva atualização. Note-se que foi necessário desenvolver um mecanismo de *infinite scrolling* que permite apresentar os itens (alarmes e *callpoints* virtuais) das listas, à medida que o utilizador navega até ao fim das mesmas. Com efeito, este mecanismo é muito utilizado em diversas aplicações de Android com a finalidade de apresentar grandes quantidades de informação em listas, dado que não é viável apresentar de uma só vez várias centenas de itens nas mesmas, devido ao tempo de processamento necessário. Assim, apresentam-se inicialmente até 100 itens por lista, procedendo-se ao preenchimento de mais itens (intervalos de 100), à medida que o utilizador vai navegando até ao fim de cada lista. No fim de cada lista, apresenta-se uma animação (ver figura 21), de modo a dar *feedback* ao utilizador de que a aplicação se encontra a processar mais itens para serem apresentados nas listas.

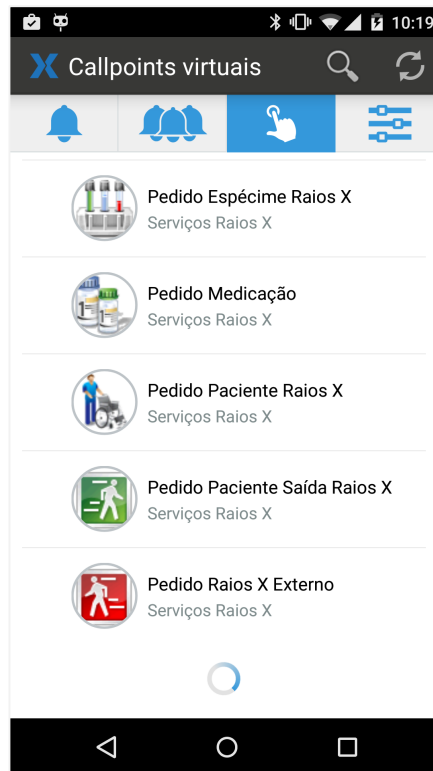


Figura 21 - Mecanismo de *infinite scrolling* na secção “*Callpoints virtuais*” no AAC Plus

#### 4.3.5. Pesquisa na aplicação

A aplicação permite ao utilizador pesquisar determinados alarmes nas secções de “Os meus alarmes” e “Todos os alarmes”, bem como *callpoints* virtuais na secção de “*Callpoints virtuais*”, recorrendo ao botão de pesquisa presente na *action bar* (ver figura 22). A funcionalidade de pesquisa é preponderante sobretudo em casos em que exista uma enorme quantidade de alarmes e *callpoints* virtuais presentes no sistema, revelando-se essencial para o utilizador ter a capacidade de pesquisar o alarme ou *callpoint* virtual que pretende processar. Deste modo, o utilizador pode clicar no botão de pesquisa presente na *action bar*, o que por sua vez despoleta o aparecimento de um campo de texto (*SearchView* [14] da *API* de Android) no qual o utilizador pode escrever a designação do alarme ou *callpoint* virtual que pretende pesquisar. Todavia, a pesquisa é efetuada de forma local sobre as designações dos alarmes e *callpoints* virtuais presentes no momento na aplicação, dado que o Web Services Client ainda não permite retornar alarmes e *callpoints* virtuais, mediante a definição de uma designação de um alarme ou *callpoint* virtual como parâmetro no pedido de *GET* executado pela aplicação ao Web Services Client, como é referido no capítulo 6 relativo às conclusões deste relatório. Com efeito, esta opção é necessária caso existam alarmes ou *callpoints* virtuais que ainda não tenham sido carregados na aplicação, havendo, portanto, a necessidade de efetuar um pedido de *GET*

devidamente parametrizado ao Web Services Client, de modo a ser possível processar a pesquisa solicitada pelo utilizador. Na figura 22, demonstra-se a funcionalidade de pesquisa nas secções de “Os meus alarmes” e de “*Callpoints* virtuais”.

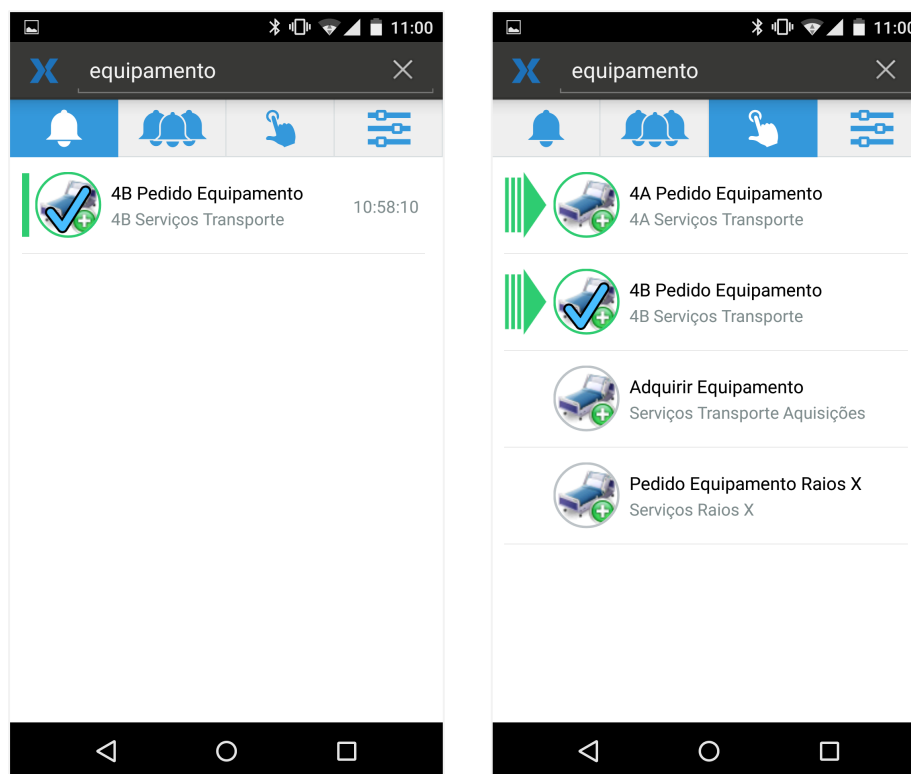


Figura 22 - Funcionalidade de pesquisa no AAC Plus

No teclado virtual do Android existe a possibilidade de seleccionar a opção de tradução de voz para texto, podendo assim o utilizador indicar verbalmente a designação do alarme ou *callpoint* virtual que pretende pesquisar. Nos vários testes realizados à aplicação, como é referido na secção 4.5.2., a maior parte dos utilizadores passou a utilizar com grande frequência a funcionalidade de tradução de voz para texto do teclado Android para pesquisar um determinado alarme ou *callpoint* virtual.

#### 4.3.6. Definições da aplicação

No topo das definições da aplicação, apresenta-se o nome do utilizador autenticado, tendo este a possibilidade de mudar o seu estado para disponível ou ocupado. Caso o utilizador se encontre ocupado, este não recebe alarmes que lhe estejam associados, sendo que o Connexall procede ao reencaminhamento dos alarmes para outros utilizadores que se encontrem disponíveis. Para além disto, o utilizador pode terminar a sua sessão, sendo necessário

confirmar esta ação, de modo a prevenir o fecho da sessão de forma não intencional. Na figura 23, apresenta-se a secção de definições da aplicação.

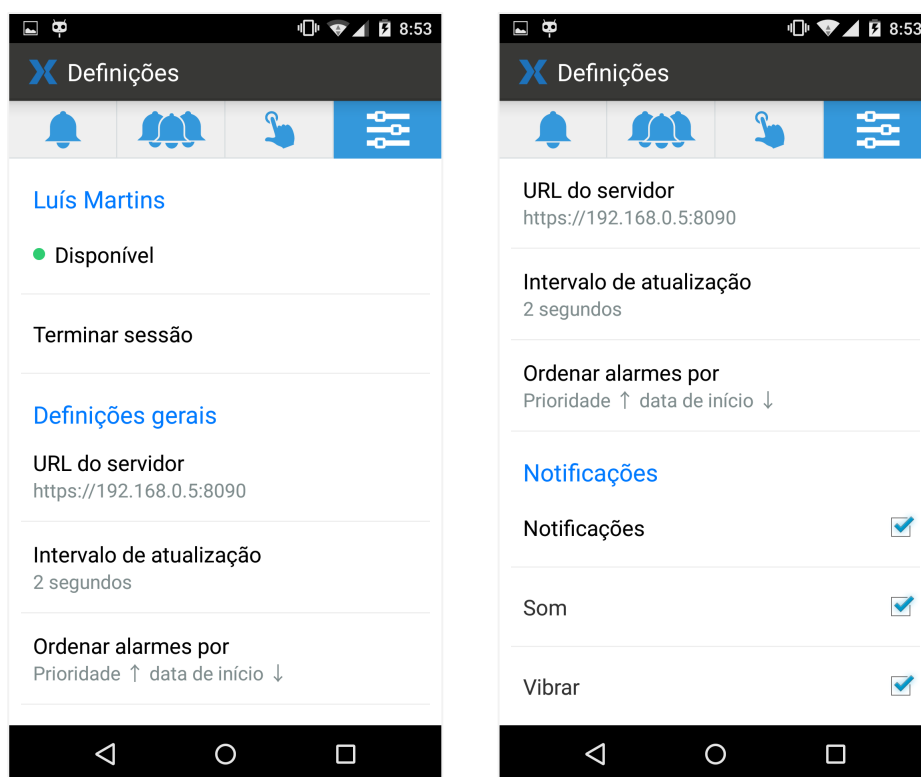


Figura 23 - Definições do AAC Plus

Na aplicação é possível definir as seguintes preferências:

- Introduzir o *URL* do servidor (indica-se servidor em vez de *broker* [10], por uma questão de usabilidade);
- Selecionar o intervalo de atualização automático das listas de alarmes e de *callpoints* virtuais;
- Definir o modo de ordenação das listas de alarmes;
- Ativar ou desativar as notificações;
- Ativar ou desativar o som das notificações;
- Ativar ou desativar o modo de vibração das notificações.

As várias opções disponibilizadas nas definições correspondentes ao intervalo de atualização de informação na aplicação e ao modo de ordenação dos alarmes encontram-se mencionadas na secção 3.2 deste relatório referente ao levantamento dos requisitos funcionais da aplicação. As definições da aplicação são guardadas recorrendo à técnica de armazenamento

de *shared preferences*, de modo a ser possível manter o registo das definições de forma persistente no dispositivo.

#### 4.3.7. Falha de conectividade com os servidores

Caso a aplicação não consiga comunicar com os servidores do sistema Connexall, apresenta-se ao utilizador uma mensagem a informar do sucedido. A falha de comunicação pode ocorrer se o utilizador se encontrar com o *Wi-Fi* ou a rede de dados desativados. Neste caso, apresenta-se a mensagem “Não é possível ligar... Verifique as suas definições de rede”. Por outro lado, se o dispositivo estiver ligado a uma rede, mas não for possível estabelecer a comunicação com os servidores, então apresenta-se simplesmente a mensagem “Não é possível ligar...”. Na figura 24, apresentam-se 2 exemplos de mensagens em caso de falha de comunicação da aplicação com os servidores.

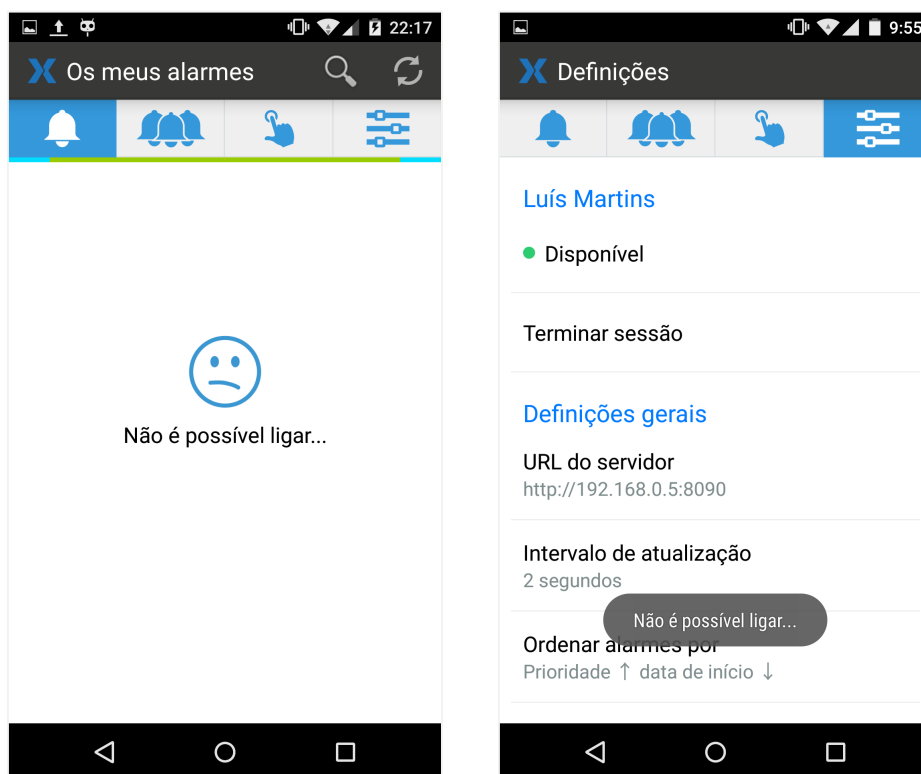


Figura 24 - Exemplos de mensagens em caso de falha de comunicação do AAC Plus com os servidores

#### 4.4. Documentação do código

O código da aplicação foi documentado recorrendo à ferramenta Javadoc [28], de forma a ser possível gerar um documento da *API* da aplicação em HTML, com base nos comentários

realizados em cada classe e função do código. A ferramenta Javadoc vem incluída com o *IDE (Integrated Development Environment)* Android Studio, que foi utilizado para desenvolver a aplicação. Em termos de comentários, no início de cada classe indica-se o respetivo objetivo no âmbito da aplicação, sendo que por cada função, descreve-se a respetiva finalidade, bem como todos os parâmetros e o valor retornado pela mesma. O código da aplicação e respetivos comentários foram efetuados em inglês, de modo a tornar viável a manutenção da aplicação por outros programadores que não dominam a língua portuguesa.

## 4.5. Testes e resultados

No desenvolvimento da aplicação, aplicou-se a metodologia *TDD (Test-Driven Development)* [13], tendo-se assim criado testes unitários, bem como promovido uma fase de testes de utilizador com a duração de duas semanas.

### 4.5.1. Testes unitários

Utilizou-se a *framework* de testes JUnit [13] para desenvolver um total de 37 testes unitários no âmbito de 7 classes de teste, com o intuito de testar as principais funcionalidades da aplicação.

O *plugin* gradle (ferramenta de automação de *builds* de projetos) [13] para o *IDE* Android Studio [13] juntamente com a *framework* de testes JUnit permitem gerar um documento em HTML com os resultados dos testes realizados. A utilização de testes unitários revela-se fulcral no processo de desenvolvimento e manutenção de *software*, dado que permite testar as funcionalidades da aplicação de forma isolada. Assim sendo, a equipa de desenvolvimento de *software* pode estar confiante de que as alterações efetuadas ao código não irão colocar em causa a fiabilidade e a estabilidade da aplicação.

Ao utilizar a *framework* de testes JUnit verificou-se a existência de alguma lentidão na execução dos testes, devido às limitações da integração desta *framework* com o *SDK* do Android. Com efeito, os tempos de execução dos testes não refletem os tempos reais de execução das funções. Assim, existem outras *frameworks* de teste focalizadas em Android, nomeadamente a Robolectric e a Robotium [29] que apresentam resultados de execução significativamente mais rápidos do que a JUnit. No entanto, a Robolectric e a Robotium ainda não são oficialmente recomendadas pela Google, assim, por esta razão, continuou-se com a utilização da JUnit no *IDE* Android Studio. Na tabela 14, apresentam-se os resultados dos 37 testes unitários desenvolvidos.

Tabela 14 - Testes unitários do AAC Plus

Classe	Teste unitário	Resultado
AppSectionsPagerAdapterTest	testGetItem	Passou (1.272s)
	testGetPageTitleReference	Passou (0.863s)
DateDeserializerTest	testDeserialize	Passou (0.027s)
WebServicesClientTest	testExecuteAlarmAction	Passou (0.917s)
	testExecuteAuthLogin	Passou (0.707s)
	testExecuteGetAlarms	Passou (0.720s)
	testExecuteGetVirtualCallpoints	Passou (0.735s)
	testExecuteLogout	Passou (0.897s)
	testExecuteVirtualCallpointAction	Passou (0.722s)
	testIsMessageCantConnect	Passou (0.686s)
AlarmTest	testGetIconResource	Passou (0.893s)
	testGetLevelColorResource	Passou (0.621s)
	testGetLevelLabelResource	Passou (0.689s)
	testGetLocation	Passou (0.596s)
	testGetStartDateFormatted	Passou (0.751s)
	testGetStartTimeFormatted	Passou (0.700s)

Classe	Teste unitário	Resultado
AlarmTest	testIncrementLevel	Passou (0.570s)
	testIsAcknowledgeDisplayed	Passou (0.691s)
	testIsUserAssigned	Passou (0.668s)
AlarmUtilsTest	testCloneList	Passou (0.612s)
	testFilterAlarmsListForNotifications	Passou (0.649s)
	testGetAlarmByCallpointID	Passou (0.585s)
	testGetAlarmsListLabels	Passou (0.639s)
	testGetNewAlarms	Passou (0.601s)
	testGetNotificationMessage	Passou (0.596s)
	testIsAlarmsListsEqual	Passou (0.632s)
	testIsNewAlarmsListDifferent	Passou (0.704s)
	testIsOldAlarm	Passou (0.670s)
	testProcessAlarmsToShowNotification	Passou (0.584s)
VirtualCallpointTest	testGetIconResource	Passou (0.619s)
	testGetLevelColorResource	Passou (0.584s)
	testGetLevelDrawableResource	Passou (0.592s)
	testIsAcknowledgeDisplayed	Passou (0.672s)
	testCloneList	Passou (0.617s)
	testGetVirtualCallpointByID	Passou (0.654s)

Classe	Teste unitário	Resultado
VirtualCallpointTest	testIsAlarmsInVirtualCallpointsListDifferent	Passou (0.667s)
	testIsNewVirtualCallpointsListDifferent	Passou (0.421s)

#### 4.5.2. Testes de utilizador e resultados da avaliação da aplicação

Durante 2 semanas, promoveu-se uma fase de testes com 15 utilizadores da empresa GlobeStar Systems Europe, 1 utilizador do Centro Hospitalar de Lisboa Central e 1 utilizador do Hospital do Divino Espírito Santo em Ponta Delgada, ilha de São Miguel, Açores.

Concluída a fase de testes, os utilizadores preencheram um inquérito com a finalidade de avaliar o AAC Plus e efetuar uma comparação com o AAC (Active Alam Client) e VCC (Virtual Callpoint Client) para *desktop* (aplicações já existentes do Connexall). O inquérito (ver anexo E) era constituído por 1 pergunta sobre qual a versão de Android utilizada durante a realização dos testes, 9 perguntas de resposta fechada de avaliação do AAC Plus, 3 perguntas de resposta fechada de avaliação do AAC para *desktop* (aplicação já existente do Connexall), 3 perguntas de resposta fechada de avaliação do VCC para *desktop* (aplicação já existente do Connexall) e 1 pergunta de resposta aberta com observações sobre novas funcionalidades a desenvolver e/ou possíveis falhas encontradas durante a utilização do AAC Plus. As perguntas de resposta fechada do inquérito foram realizadas de acordo com a escala de Likert [30], com 5 opções de resposta. Nas perguntas em que se solicita uma avaliação qualitativa da aplicação, as respostas apresentadas são “Muito mau”, “Mau”, “Médio”, “Bom” e “Muito bom”. Por outro lado, nas perguntas referentes à opinião do utilizador sobre uma determinada ação ou funcionalidade disponibilizam-se as respostas de “Discordo totalmente”, “Discordo parcialmente”, “Indiferente”, “Concordo parcialmente” e “Concordo totalmente”. Em cada pergunta, procedeu-se ao cálculo da média, com o objetivo de analisar a avaliação da aplicação.

Nas figuras 25-40, apresenta-se os gráficos com os resultados obtidos por parte dos 17 utilizadores às perguntas do inquérito. Os resultados dos inquéritos revelaram-se muito positivos, dado que no *design* da interface de utilizador a média foi de 4.88/5 (ver gráfico da figura 26) e a usabilidade, ou seja, a facilidade de utilização obteve uma média de 4.71/5 (ver gráfico da figura 27). Na rapidez e fluidez da interface de utilizador a média foi de 4.82/5 (ver gráfico da figura 28) e no que diz respeito às funcionalidades da aplicação, a média de exequibilidade das ações solicitadas ao utilizador durante a realização dos testes foi de 5/5 (ver gráficos das figuras 29-34). Nas questões referentes à avaliação das aplicações do Connexall

para *desktop* AAC e VCC (ver gráficos das figuras 35-40), verifica-se uma melhoria considerável ao nível do *design* e da usabilidade da interface de utilizador desenvolvida para o AAC Plus.

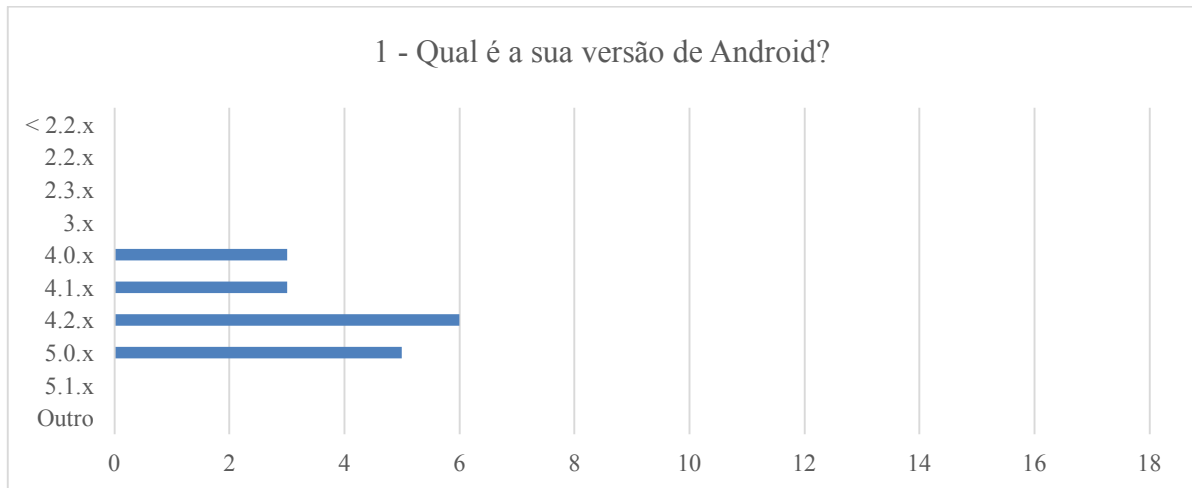


Figura 25 - Gráfico dos resultados da pergunta #1 do inquérito do AAC Plus

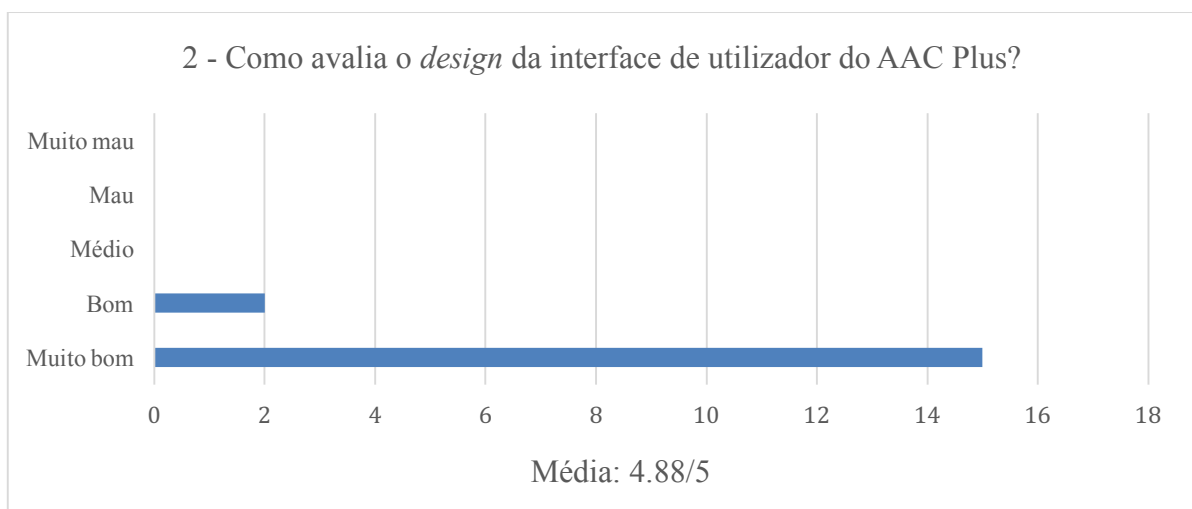


Figura 26 - Gráfico dos resultados da pergunta #2 do inquérito do AAC Plus

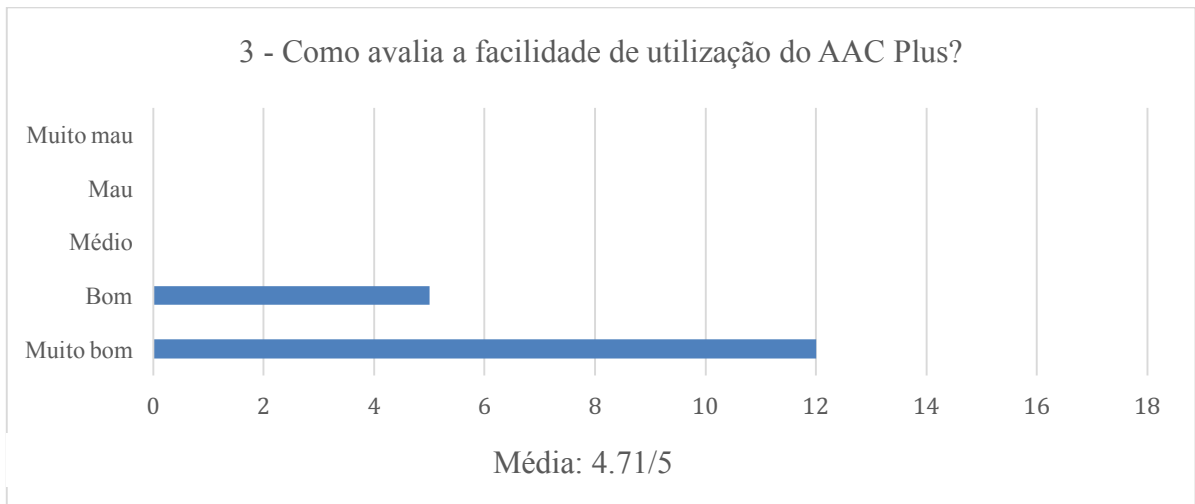


Figura 27 - Gráfico dos resultados da pergunta #3 do inquérito do AAC Plus

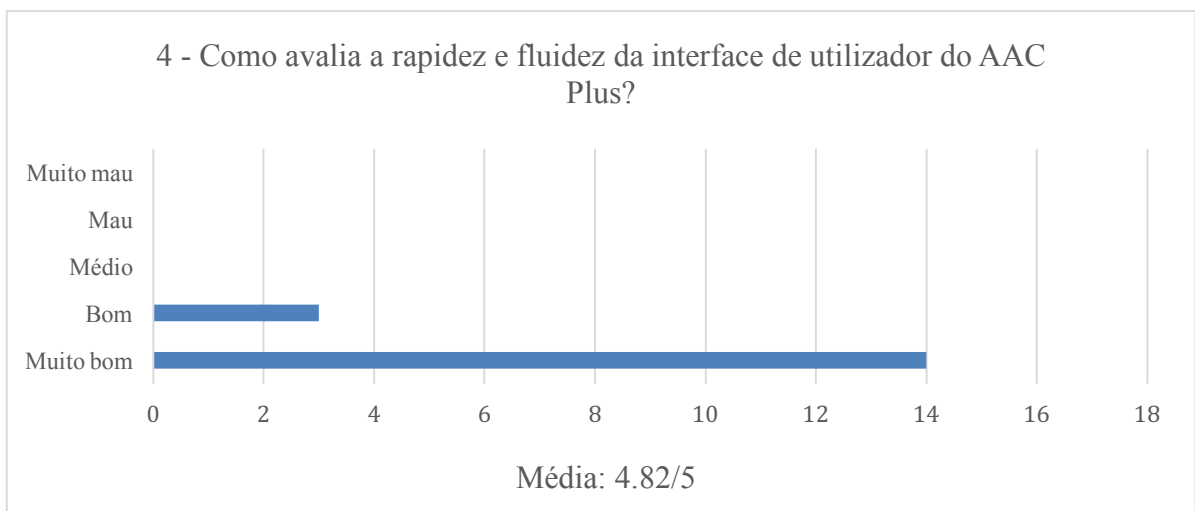


Figura 28 - Gráfico dos resultados da pergunta #4 do inquérito do AAC Plus

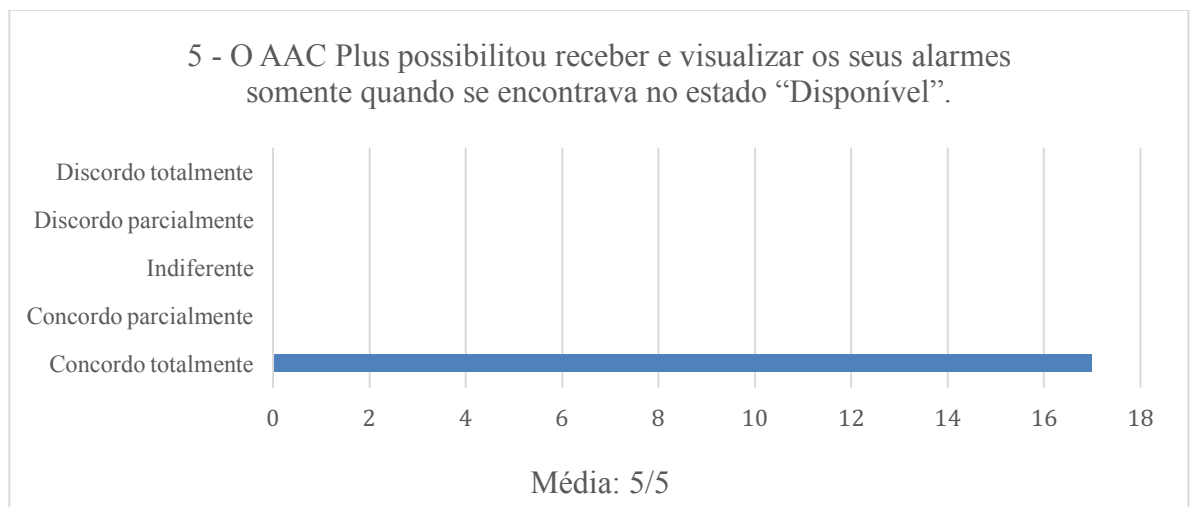


Figura 29 - Gráfico dos resultados da pergunta #5 do inquérito do AAC Plus

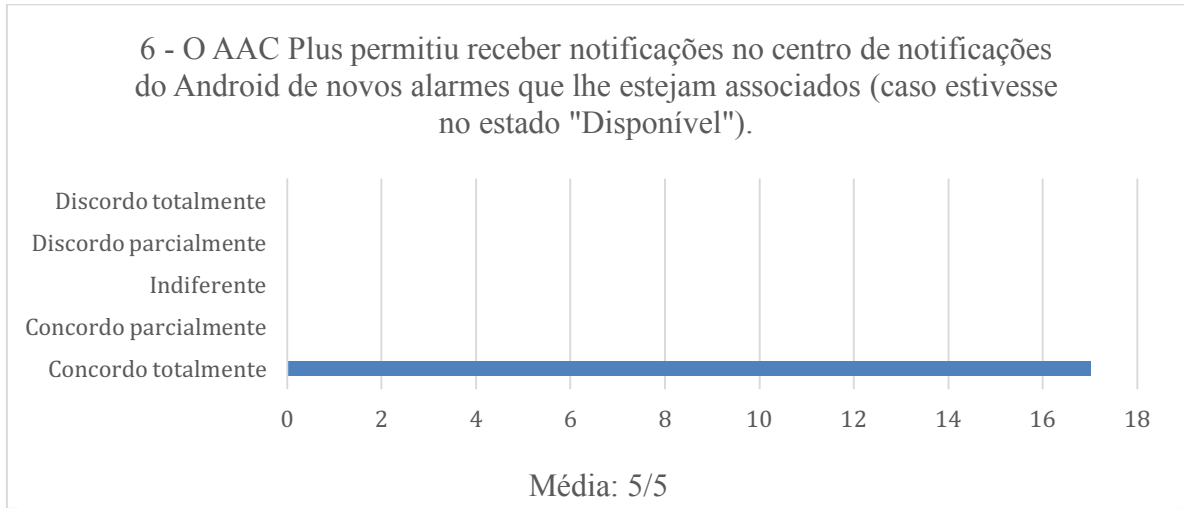


Figura 30 - Gráfico dos resultados da pergunta #6 do inquérito do AAC Plus

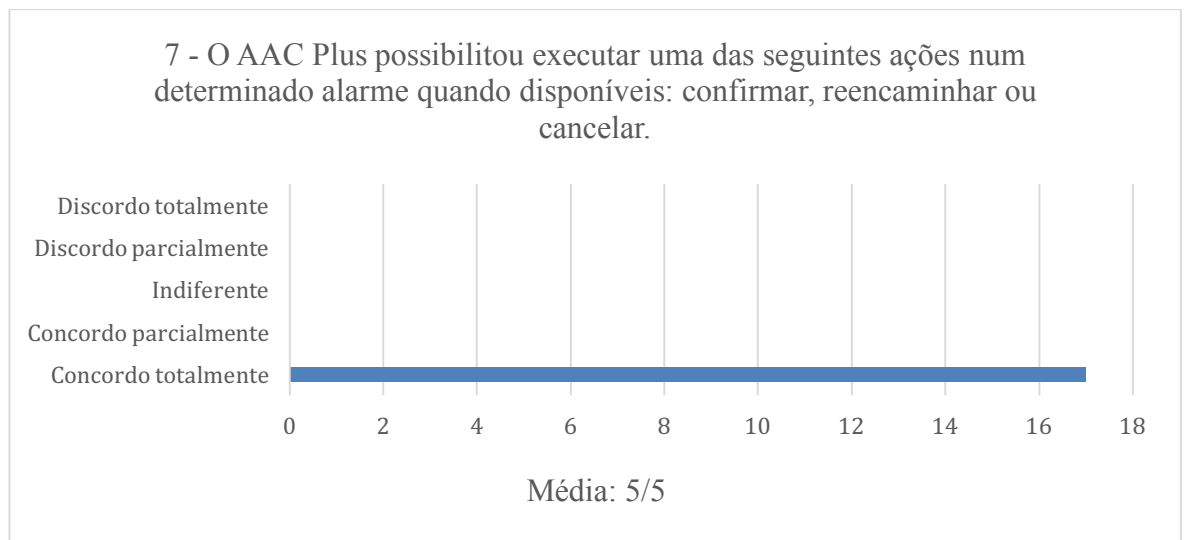


Figura 31 - Gráfico dos resultados da pergunta #7 do inquérito do AAC Plus

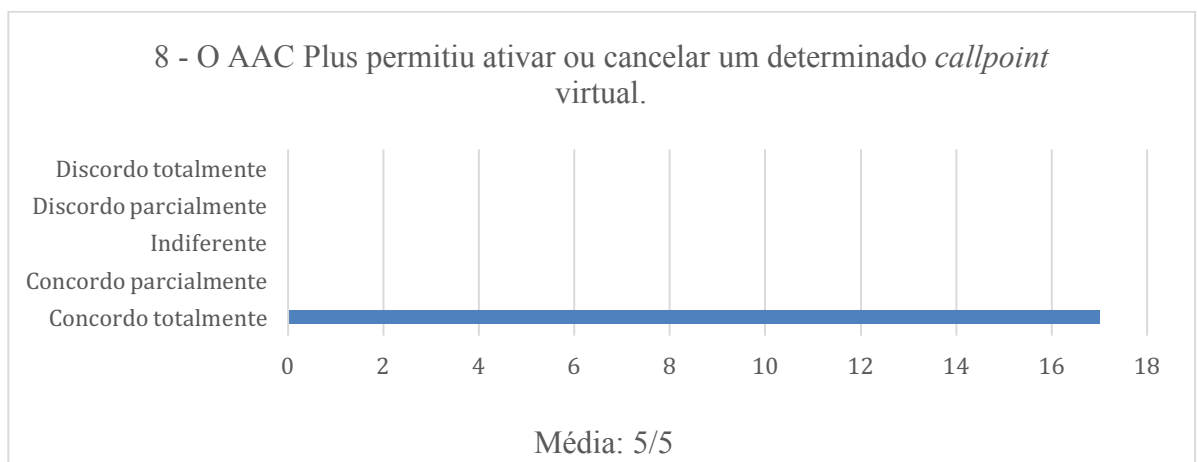


Figura 32 - Gráfico dos resultados da pergunta #8 do inquérito do AAC Plus

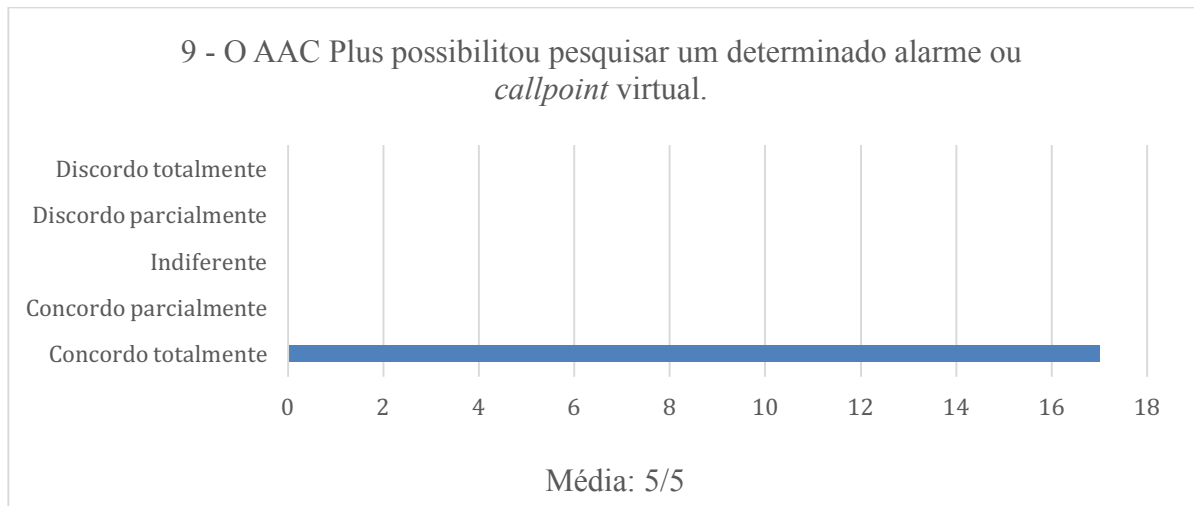


Figura 33 - Gráfico dos resultados da pergunta #9 do inquérito do AAC Plus

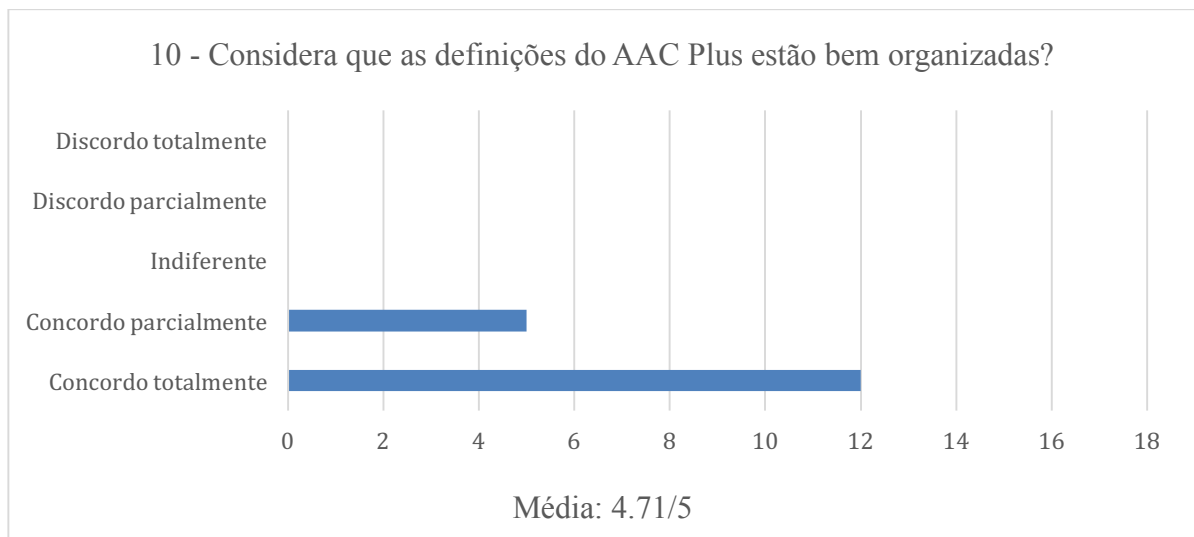


Figura 34 - Gráfico dos resultados da pergunta #10 do inquérito do AAC Plus

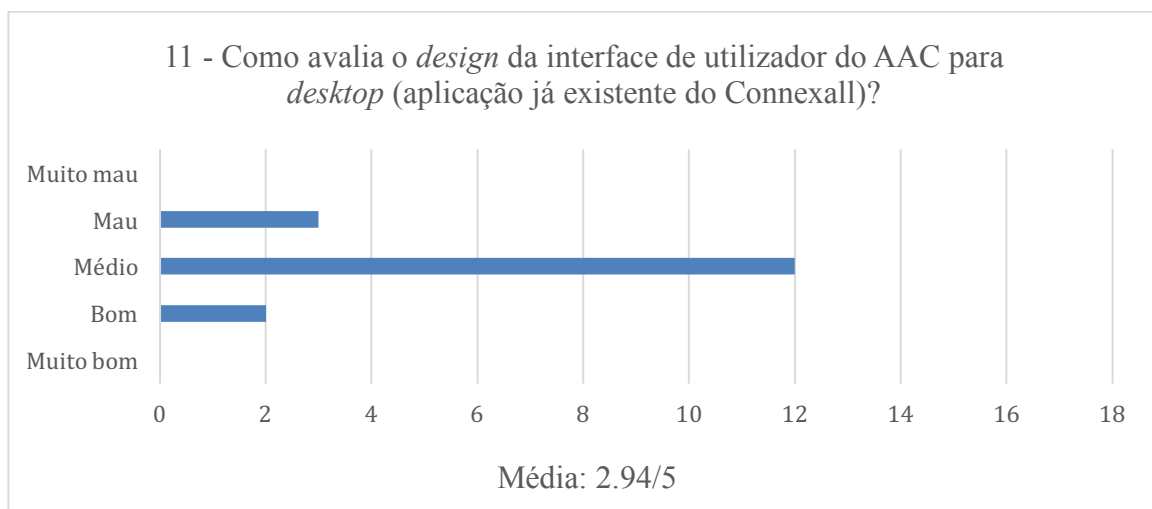


Figura 35 - Gráfico dos resultados da pergunta #11 do inquérito do AAC Plus

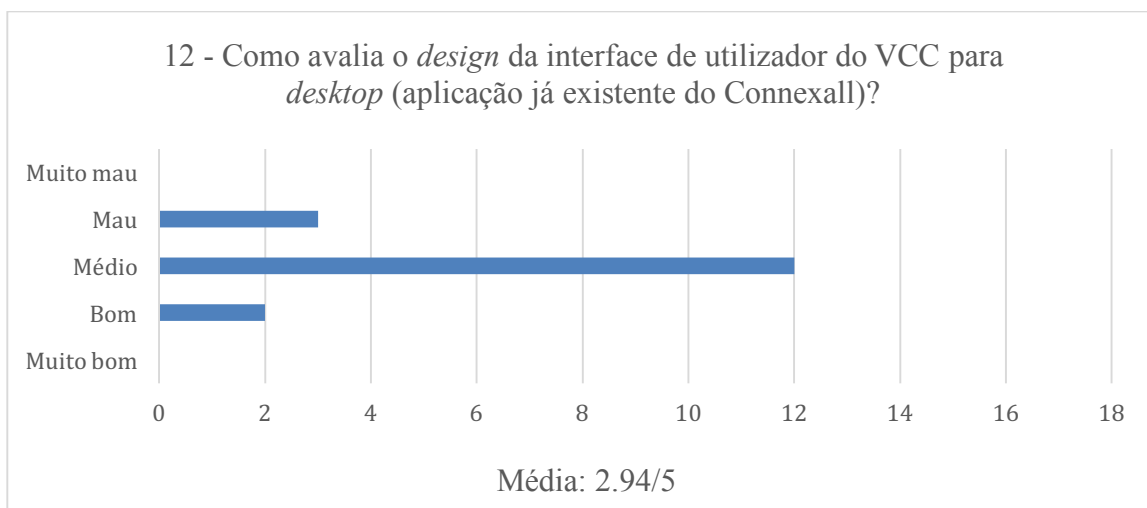


Figura 36 - Gráfico dos resultados da pergunta #12 do inquérito do AAC Plus

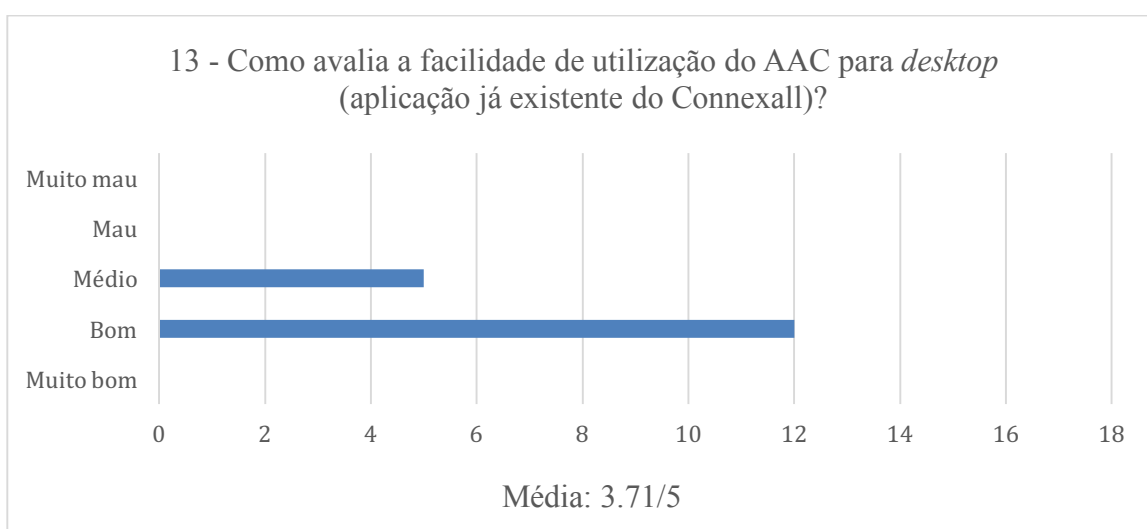


Figura 37 - Gráfico dos resultados da pergunta #13 do inquérito do AAC Plus

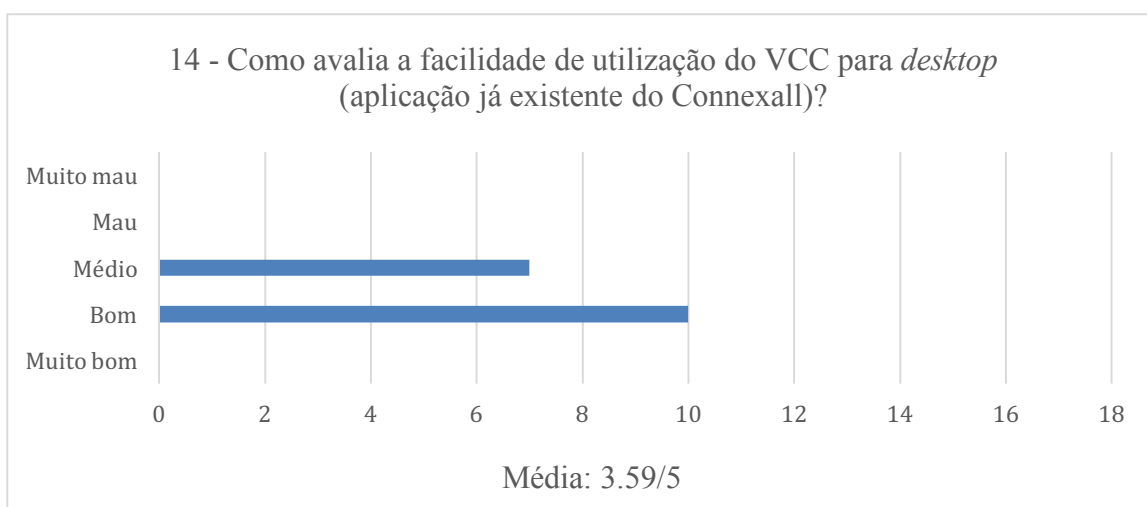


Figura 38 - Gráfico dos resultados da pergunta #14 do inquérito do AAC Plus

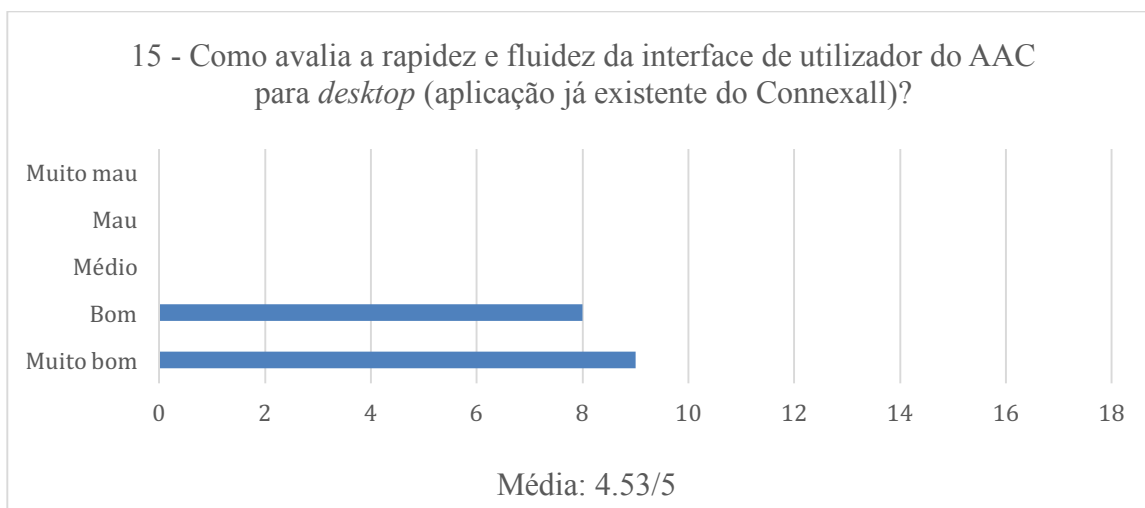


Figura 39 - Gráfico dos resultados da pergunta #15 do inquérito do AAC Plus

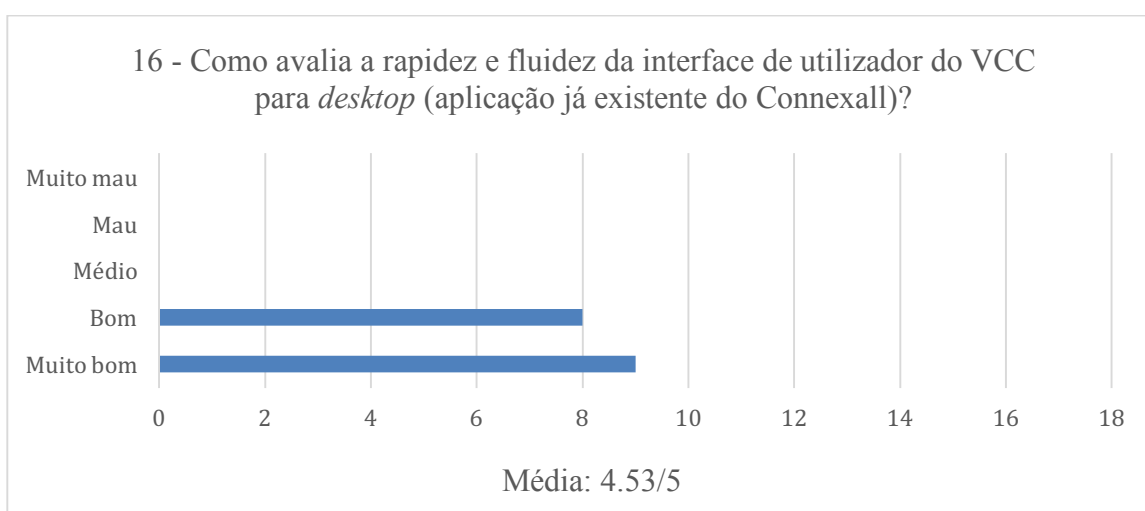


Figura 40 - Gráfico dos resultados da pergunta #16 do inquérito do AAC Plus

Além do inquérito, realizou-se uma entrevista a 4 dos 17 utilizadores em que se solicitou uma avaliação da aplicação AAC Plus. Durante as entrevistas, verificou-se que a aplicação proporciona uma maior mobilidade aos recursos humanos das organizações, “o que nos permite oferecer um produto que rivaliza com a Extension Healthcare em termos de soluções para smartphones e tablets”. Neste sentido, “os trabalhadores de uma organização terão a oportunidade de processar alarmes e *callpoints* virtuais em qualquer lugar e altura, em virtude da utilização da aplicação móvel”. Uma das situações que ocorre com grande frequência nos hospitais é a “solicitação de pedidos de diversa natureza entre as várias unidades de um hospital” (p. ex.: pedir a um porteiro para transportar um paciente ou solicitar um medicamento à farmácia do hospital). Assim, “com a utilização do AAC Plus, os utilizadores de um hospital que necessitam de estar em constante movimentação (p. ex.: médicos, enfermeiros, maqueiros

e empregados de limpeza) terão a possibilidade de serem contactados de forma imediata, podendo estes gerir todos os pedidos que lhes são solicitados e efetuar o devido processamento” (p. ex.: ao dar-se início a uma cirurgia, procede-se à ativação de um *callpoint* virtual que representa a cirurgia e que por sua vez, despoleta um alarme para notificar todos os profissionais de saúde envolvidos na cirurgia. Quando a cirurgia é concluída, um dos elementos da equipa médica confirma o fim do *callpoint* virtual e respetivo alarme utilizados para indicar a ocorrência da cirurgia, o que por sua vez, desencadeia um novo alarme para informar a equipa de limpeza do hospital para realizar a higienização do bloco operatório). Um dos entrevistados indicou que “a funcionalidade de mudar o estado de disponibilidade do utilizador de forma global no AAC Plus é muito útil, porque assim as pessoas não têm de se dirigir a um computador para mudar o seu estado”, proporcionando-se uma maior mobilidade aos utilizadores. Com efeito, cada utilizador pode indicar ao Connexall qual a sua disponibilidade, de modo a que o sistema possa efetuar o reencaminhamento da responsabilidade dos alarmes para outros profissionais de saúde que se encontrem disponíveis, mediante os três níveis de reencaminhamento configurados por cada alarme. Um dos entrevistados referiu que “a aplicação é extremamente intuitiva, rápida e consome pouco tráfego de rede”. Além disto, os entrevistados indicaram que “o design da aplicação é bastante apelativo” e ficaram surpreendidos com a possibilidade de utilizar a aplicação na língua portuguesa, dado que até então, o Connexall era apenas disponibilizado na língua inglesa. Como se refere no início deste capítulo, facilmente se poderá disponibilizar o AAC Plus noutras línguas “o que se irá traduzir numa vantagem adicional para ajudar na expansão do Connexall na Europa”. Os entrevistados também realçaram a utilidade “das notificações da aplicação que são apresentadas mediante o surgimento de alarmes associados ao utilizador autenticado na aplicação, mesmo que o *smartphone* se encontre com o ecrã desligado”.

De acordo com o *feedback* recebido por parte dos utilizadores, efetuou-se as seguintes alterações na aplicação:

- Adicionou-se a dica de “Introduza uma descrição” no campo de descrição no ecrã de detalhes de um *callpoint* virtual;
- Adicionou-se duas novas escolhas de ordenação dos alarmes (designação do alarme em ordem crescente e decrescente).

É de referir que a maior parte dos utilizadores, tirou partido da funcionalidade de tradução de voz para texto do Android, para pesquisar um determinado alarme ou *callpoint* virtual na aplicação, dado à precisão de processamento que este tradutor de voz da Google apresenta.

## 5. *Design* e desenvolvimento do DAC

Neste capítulo descreve-se o processo de *design* e desenvolvimento do DAC. Note-se que o AAC Plus e o DAC partilham das funcionalidades de gestão de alarmes e de *callpoints* virtuais, logo, não se irá descrever com detalhe estas duas secções, de modo a evitar a repetição de informação no presente relatório. Por outro lado, as secções de planos de agendamento de associações de alarmes, de envio de mensagens e de definições serão descritas com maior detalhe.

O DAC consiste numa aplicação Web, cujo público-alvo de utilização são utilizadores com cargos de gestão de recursos humanos e de análise e otimização dos fluxos de trabalho nas organizações (p. ex.: diretores, enfermeiros-chefes e administrativos, no caso de um hospital). Atendendo à quantidade de informação e às diversas funcionalidades a serem disponibilizadas na aplicação, esta será utilizada essencialmente em computadores de secretária ou portáteis. No entanto, a aplicação foi desenvolvida tendo em consideração as boas práticas de criação de interfaces de utilizador, na medida em que a interface deve adaptar-se ao tamanho dos ecrãs de diversos equipamentos, incluindo *smartphones* e *tablets*. Apesar de o DAC proporcionar as mesmas funcionalidades que o AAC Plus, o DAC não poderá substituir o AAC Plus, em virtude do desempenho e usabilidade que é possível atingir nas aplicações nativas para dispositivos móveis.

No que diz respeito ao estilo de escrita de mensagens na aplicação, teve-se em consideração as mesmas *guidelines* de escrita da Google [20] utilizadas durante o desenvolvimento do AAC Plus, como é possível verificar na secção 4.1.3.

À semelhança do AAC Plus, também se utilizou um processo de prototipagem para conceber a interface de utilizador, como é possível verificar nas imagens presentes no anexo D. O DAC, assim como o AAC Plus, disponibiliza as línguas inglesa e portuguesa, sendo possível adicionar novas línguas ao efetuar a tradução de apenas um ficheiro com todas as mensagens e designações da aplicação.

### 5.1. *Design* de uma interface de utilizador responsiva e *user-friendly*

Com a utilização da *framework* de estilização Bootstrap [23] foi possível desenvolver uma interface de utilizador para a Web que se adapta consoante a dimensão (resolução) dos ecrãs. Apesar do DAC ser mais orientado para computadores de secretária e portáteis, é também possível utilizar a aplicação em *smartphones* e *tablets*. Consoante o espaço da interface de

utilizador disponibilizado por cada tipo de equipamento, apresenta-se mais ou menos informação, de modo a não comprometer a usabilidade da aplicação. A *framework* de Bootstrap proporciona classes de CSS otimizadas para as diversas dimensões (resoluções) de ecrã (p. ex.: “.col-xs” para *smartphones*, “.col-sm” para *tablets*, “.col-md” para computadores com média resolução e “.col-lg” para computadores com alta resolução [23]). Para além disto, o Bootstrap disponibiliza também uma estrutura base de 12 colunas (sistema de *grid*), que devem ser utilizadas no desenvolvimento de uma interface de utilizador responsiva para as diversas orientações e dimensões de ecrã.

### 5.1.1. Áreas de interação e animação

Durante o desenvolvimento da interface de utilizador do DAC, teve-se em atenção as mesmas *guidelines* utilizadas no AAC Plus, de modo a proporcionar uma boa experiência de utilização, tal como é mencionado na secção 4.1.1.

No topo da aplicação, apresenta-se o menu de topo (ver figura 41) que é composto por um botão azul que permite mostrar ou ocultar o menu lateral, pelo logotipo do Connexall, por um campo de pesquisa e por um submenu em que é possível visualizar o estado e o nome do utilizador, bem como aceder às definições da aplicação e terminar a sessão de utilizador. O botão que permite mostrar ou ocultar o menu lateral da aplicação tem um ícone com 3 traços horizontais, muito utilizado na maior parte de aplicações Web e de dispositivos móveis para gerir o estado de visibilidade dos menus laterais. O utilizador poderá clicar no botão de atualização do *web-browser* para solicitar a atualização manual da informação apresentada na aplicação, no entanto, toda a informação é atualizada de forma automática como é referido na secção 5.2.6.

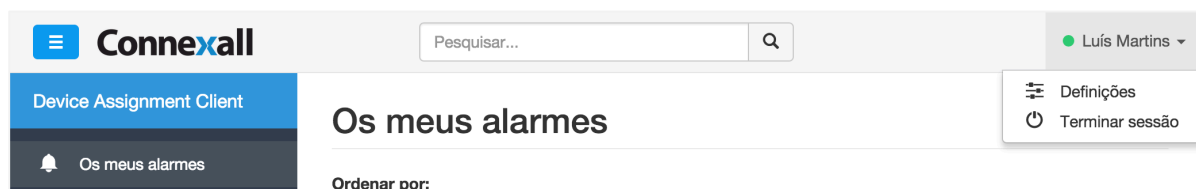


Figura 41 - Menu de topo do DAC

O menu lateral consiste no menu principal da aplicação no qual é possível aceder às cinco secções principais da aplicação: “Os meus alarmes”, “Todos os alarmes”, “Callpoints virtuais”, “Planos” e “Envio de mensagens”. Para além disto, é também possível seleccionar uma das páginas personalizadas de alarmes e/ou de *callpoints* virtuais, designadas de “Soluções

Connexall”. Por fim, o utilizador tem ainda a possibilidade de aceder às definições da aplicação, bem como de terminar a sessão. Na figura 42, é possível visualizar o menu lateral da aplicação num ecrã de um computador de secretária ou portátil.

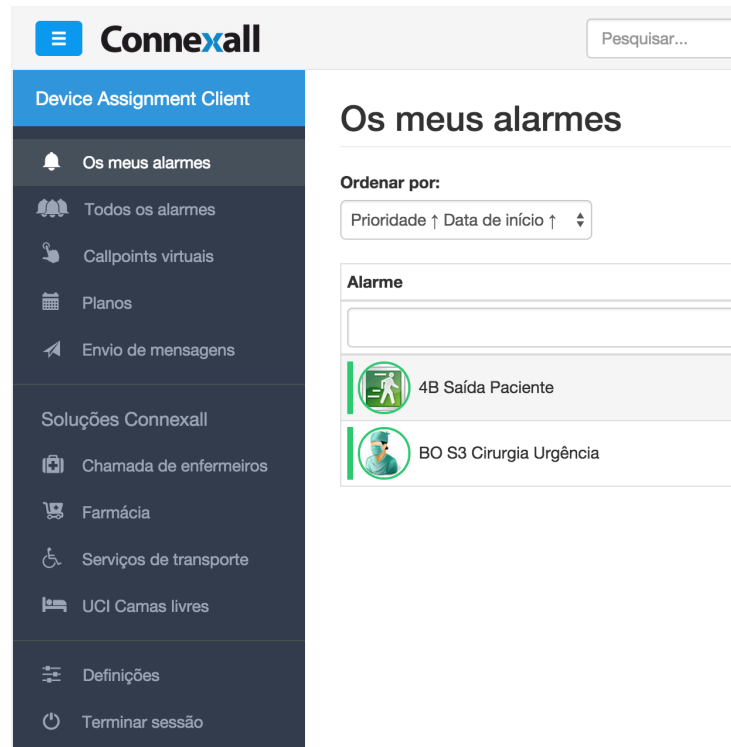


Figura 42 - Menu lateral do DAC

Na figura 43, pode-se verificar que quando a aplicação é acedida através de um *smartphone*, o menu lateral sobrepõe-se à página atual, de modo a permitir ao utilizador seleccionar um determinado submenu.

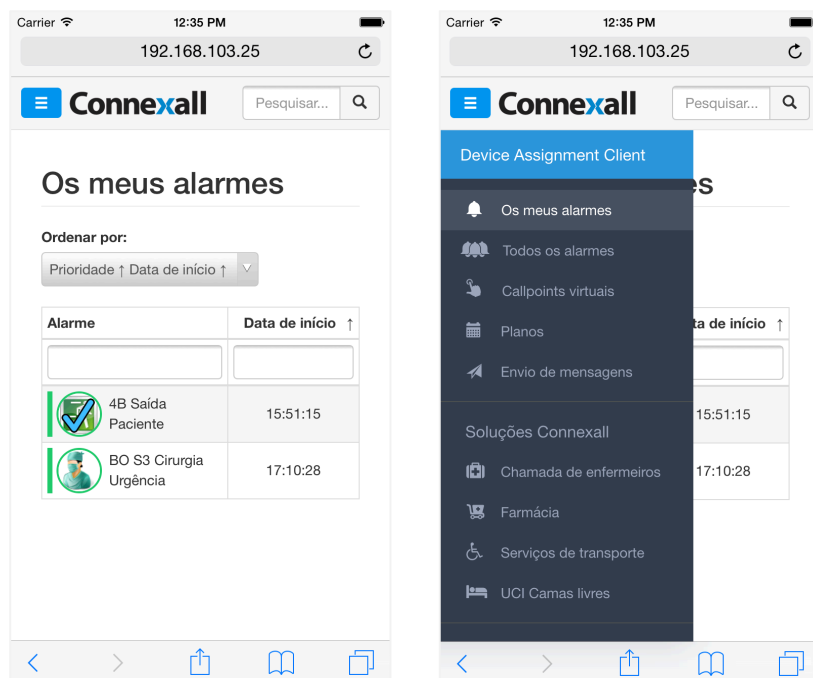


Figura 43 - Ecrãs do DAC num dispositivo móvel

À semelhança do AAC Plus, utilizou-se a componente de animação para melhorar a experiência de utilização da aplicação, tanto ao nível de transições de páginas, bem como de ações efetuadas pelo utilizador. Assim, pode-se verificar na figura 44, um exemplo de uma animação de progresso, no carregamento de informação na aplicação.

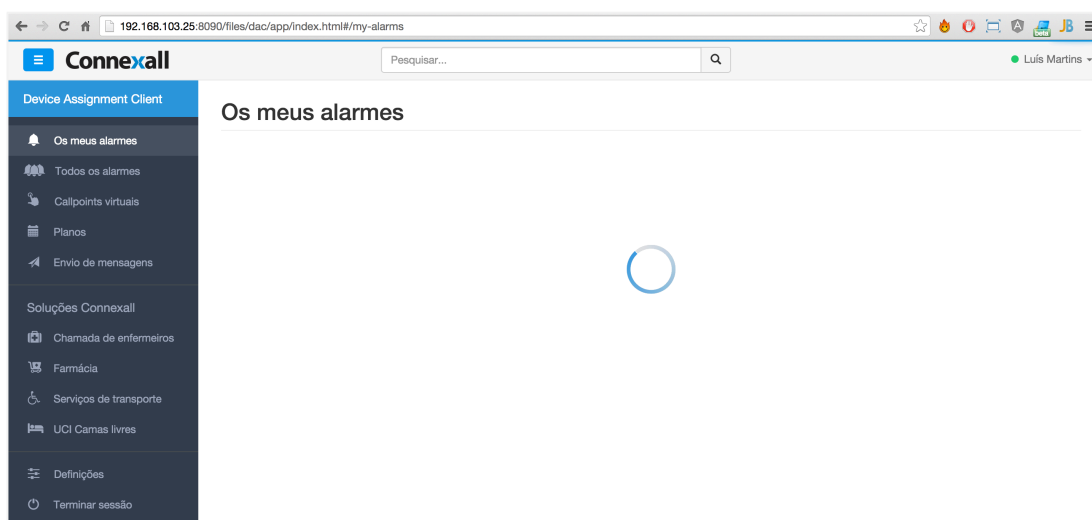


Figura 44 - Animação de progresso no DAC

### 5.1.1. Iconografia

O processo de *design* da interface de utilizador do DAC vai de encontro com o que se desenvolveu no AAC Plus. No entanto, os ícones são apresentados na interface mediante a utilização de tipos de letra de ícones, o que permite que os ícones sejam apresentados como gráficos vetoriais, e assim, não existe a necessidade de exportar os ícones para as diversas densidades de ecrã. Utilizou-se os tipos de letra Font Awesome [19] e Glyphicon do Bootstrap [23], e procedeu-se à criação de um novo tipo de letra recorrendo à ferramenta *online* IcoMoon [31], utilizando ícones personalizados no *software* Adobe Illustrator [18]. O pacote com o tipo de letra gerado contém também uma folha de estilos de CSS com todo um conjunto de classes que podem ser utilizadas na referência dos ícones no código de HTML de aplicação. Em termos de imagens, como o logotipo do Connexall e as imagens de fundo do ecrã de início de sessão, utilizou-se *media queries* de CSS, de modo a referenciar imagens otimizadas para diversas densidades e resoluções de ecrã [32]. Estas *media queries* podem ser ainda definidas de acordo com o *web-browser*, para efeitos de compatibilidade, como é possível verificar na figura 45 (p. ex.: “-webkit” para o Chrome, Internet Explorer 11+ e Safari, “-o” para o Opera, “min--moz” para Firefox, e por fim, “min-device-pixel-ratio” para os restantes *web-browsers*). É de referir que se utilizou a linguagem Sass (Syntactically Awesome Style Sheets) [33] em vez do tradicional CSS (Cascading Style Sheets), dado que o Sass permite criar código de CSS condicional e exportar todo um conjunto de ficheiros de *Sass* para um único ficheiro de CSS, promovendo assim uma boa organização e facilidade de manutenção da aplicação.

```
@media only screen and (-webkit-min-device-pixel-ratio: 2),
only screen and (-o-min-device-pixel-ratio: 2/1),
only screen and (min--moz-device-pixel-ratio: 2),
only screen and (min-device-pixel-ratio: 2),
only screen and (min-resolution: 192dpi),
only screen and (min-resolution: 2dppx) {
  #connexall-logo {
    background-image: url("../images/connexall-logo@2x.png");
  }
}
```

Figura 45 - Exemplo de código de Sass para referenciar uma imagem numa determinada densidade de ecrã no DAC, com a utilização de uma *media query*

## 5.1. Opções de desenvolvimento

O DAC foi desenvolvido de acordo com o conceito de *Single-Page Application* [34], de modo a proporcionar uma melhor experiência de utilização da aplicação, visto que não existem

atualizações integrais das páginas Web, mas apenas de porções da página (não existindo assim a típica página branca, enquanto se espera que o servidor envie a página de HTML). Assim, o DAC foi desenvolvido com a utilização da *framework* de JavaScript AngularJS [35], ao invés da utilização de linguagens de servidor como o C# com a *framework* ASP.NET (Active Server Pages .NET), PHP (PHP: Hypertext Preprocessor) ou Python.

A AngularJS, *framework* desenvolvida e mantida pela Google, permite desenvolver *Single-Page Applications*, tendo tido uma enorme adesão por parte das equipas de desenvolvimento de *software*, dado que permite criar uma nova geração de aplicações Web, focadas principalmente na otimização da usabilidade e experiência de utilização. A estilização da interface de utilizador do DAC foi efetuada com a utilização da *framework* Bootstrap [23], uma vez que fornece todo um conjunto de técnicas que facilitam o desenvolvimento de interfaces responsivas.

O DAC deverá ser incluído dentro da pasta de “HTML” do Web Services Client que atua como um servidor Web, à semelhança do Apache e Microsoft IIS (Internet Information Services). O Web Services Client, na perspetiva de servidor Web, apenas interpreta HTML, CSS e JavaScript, o que consiste noutra razão para que o DAC seja desenvolvido com estas tecnologias, em detrimento de linguagens de servidor orientadas para a Web (C# com a *framework* ASP.NET, PHP ou Python). Por uma questão de facilidade de instalação é preferível disponibilizar a aplicação DAC recorrendo ao Web Services Client como servidor Web, de modo a evitar custos inerentes à alocação de recursos humanos para efetuar a instalação, configuração e manutenção dos serviços de Apache ou Microsoft IIS.

## **5.2. Funcionalidades da aplicação**

Nesta secção descreve-se as diversas secções da aplicação, nomeadamente “Início de sessão”, “Os meus alarmes”, “Todos os alarmes”, “Callpoints virtuais”, “Planos”, “Envio de mensagens”, “Soluções Connexall” e “Definições”, bem como as funcionalidades de pesquisa e de atualização automática da informação na aplicação. Em todas as tabelas de informação da aplicação existem filtros de pesquisa e de ordenação para cada uma das colunas. Para ordenar cada coluna na ordem crescente ou decrescente, basta clicar no cabeçalho referente ao campo que se pretende ordenar. Para além disto, existe também um filtro de ordenação avançado, posicionado acima de cada uma das tabelas, no qual é possível ordenar individualmente por cada campo de informação, assim como de forma agrupada para os campos mais relevantes.

Na figura 46, demonstra-se a tabela de alarmes na secção de “Os meus alarmes” ordenada pelos campos de prioridade e de data de início, ambos de forma crescente.

**Os meus alarmes**

Ordenar por:  
 Prioridade ↑ Data de início ↑



Alarme	Localização	Data de início ↑	Prioridade ↑	Nível	Descrição
 4B Saída Paciente	4B Serviços Transporte	15:51:15	0	Primário	
 BO S3 Cirurgia Urgência	BO S3 Pedidos para a Sala	17:10:28	0	Primário	Cirurgião Luís Martins

Figura 46 - Exemplo de tabela de informação com os filtros de pesquisa e de ordenação no DAC

### 5.2.1. Início de sessão do utilizador

No ecrã de início de sessão (ver figura 47) apresenta-se o logotipo do *software* Connexall, bem como o nome da aplicação DAC por extenso: Device Assignment Client. No *background* do ecrã apresenta-se uma galeria de imagens de fundo que são alternadas automaticamente. No formulário apresenta-se os campos de nome de utilizador e palavra-passe, a opção de manter a sessão iniciada e o botão de iniciar sessão.

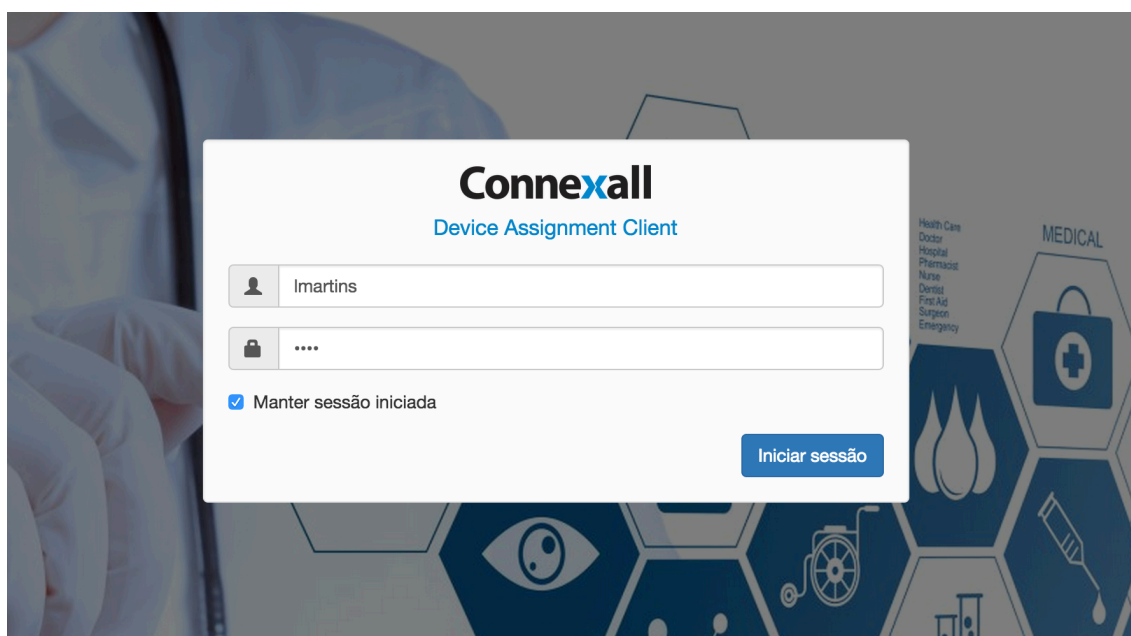


Figura 47 - Início de sessão no DAC

Atualmente, nas interfaces Web, é muito comum existir a possibilidade de guardar a sessão de utilizador no *web-browser*, de modo a evitar que o utilizador tenha que submeter novamente as suas credenciais de autenticação, caso este feche o separador da aplicação no *web-browser* ou o próprio *web-browser*. Por outro lado, nas aplicações para dispositivos móveis, a opção de manter a sessão iniciada encontra-se automaticamente ativa, sem se dar a opção de o utilizador ativar ou desativar, dado que é muito comum o utilizador fechar e abrir aplicações, e portanto, a frequência com que o utilizador teria de colocar as credenciais de acesso seria muito maior. A sessão de utilizador, o nome de utilizador e a escolha efetuada na opção de “manter sessão iniciada” são guardados no armazenamento local do *web-browser* [36].

No AAC Plus, o *URL* do *broker* [10] é definido no ecrã de início de sessão, em vez de ser colocado no código da aplicação, visto que não é viável submeter uma nova versão da aplicação na plataforma Google Play de cada vez que se pretende alterar o *URL* do *broker*. Por outro lado, o processo de instalação e configuração da aplicação DAC não está dependente de plataformas externas, sendo que facilmente é possível aceder ao código do DAC e alterar o *URL* do *broker*. Como se indica na secção 3.2.3.4, o *URL* do *broker* é definido num ficheiro de definições.

### **5.2.2. Secções de “Os meus alarmes” e “Todos os alarmes”**

O DAC e o AAC Plus partilham as secções de “Os meus alarmes” e de “Todos os alarmes”. Assim, para não se repetir informação nesta secção do relatório, apresentam-se somente as diferenças em termos de layout do DAC relativamente ao AAC Plus nas secções de “Os meus alarmes” e de “Todos os alarmes”.

Os alarmes são apresentados em tabelas, sendo que a quantidade de colunas de informação a apresentar depende da resolução do equipamento que acede à aplicação. Neste sentido, nos computadores com maior resolução, como é possível visualizar nas figuras 48 e 49, apresentam-se mais colunas comparativamente ao AAC Plus, como o nível de reencaminhamento por extenso (para além da identificação do nível através da cor), o valor numérico da prioridade e a descrição de ativação do alarme (campo opcional). Nos ecrãs de menor resolução, apresenta-se a mesma informação que no AAC Plus: designação, localização, a data e hora de ativação, uma barra vertical que indica o nível de reencaminhamento e um ícone de um visto a sobrepor o ícone do alarme, caso este tenha sido confirmado. Nas figuras 48 e 49 é possível visualizar as secções de “Os meus alarmes” e de “Todos os alarmes”, respetivamente.

**Os meus alarmes**

Ordenar por: Prioridade ↑ Data de início ↑

Alarma	Localização	Data de início ↑	Prioridade ↑	Nível	Descrição
4B Saída Paciente	4B Serviços Transporte	15:51:15	0	Primário	
BO S3 Cirurgia Urgência	BO S3 Pedidos para a Sala	17:10:28	0	Primário	Cirurgião Luís Martins

Figura 48 - Secção de “Os meus alarmes” no DAC

**Todos os alarmes**

Ordenar por: Prioridade ↑ Data de início ↑

Alarma	Localização	Data de início ↑	Prioridade ↑	Nível	Descrição
4B Saída Paciente	4B Serviços Transporte	15:51:15	0	Primário	
BO S3 Lençol Aquecido	BO S3 Pedidos para a Sala	15:51:18	0	Backup	
BO S3 Luz de Cabeça	BO S3 Pedidos para a Sala	15:51:22	0	Secundário	
UCI Adultos Cama 6 Livre	UCI Camas Adultos	15:51:26	0	Primário	
BO S3 Intensificador Raios X	BO S3 Pedidos para a Sala	15:51:35	0	Secundário	
UCI Adultos Cama 2 Livre	UCI Camas Adultos	15:51:38	0	Primário	
UCI Adultos Cama 1 Livre	UCI Camas Adultos	15:51:47	0	Primário	

Figura 49 - Secção de “Todos os alarmes” no DAC

Em qualquer página da aplicação, o utilizador pode optar por mostrar ou ocultar o menu lateral, ao clicar no botão azul presente no menu de topo do lado esquerdo do logotipo do Connexall. Na figura 50, apresenta-se a secção de “Os meus alarmes” com o menu lateral oculto.

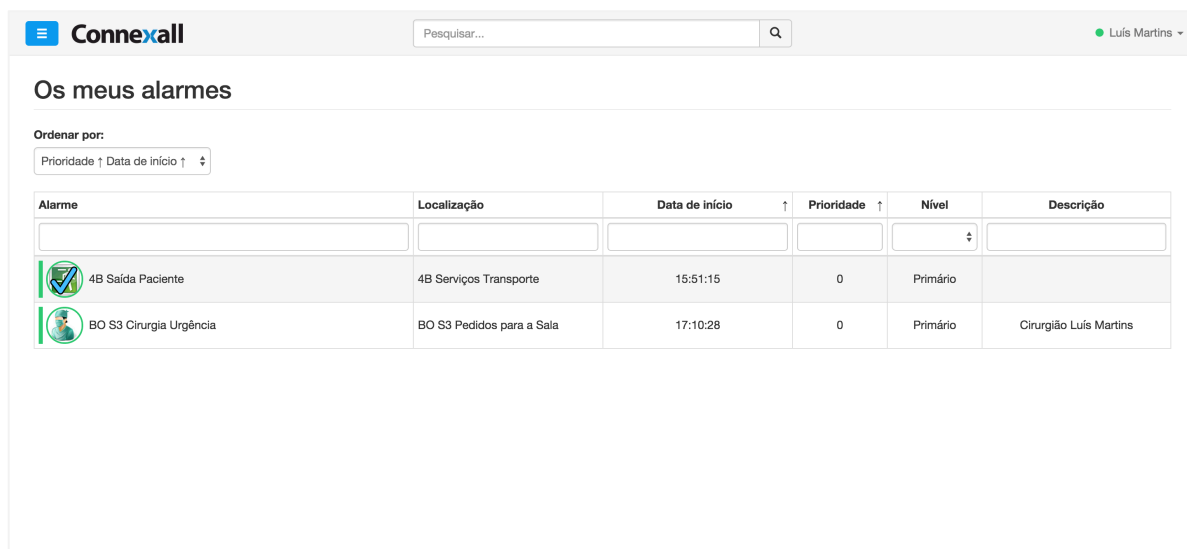


Figura 50 - Secção de “Os meus alarmes” no DAC com o menu lateral oculto

Ao seleccionar um dos alarmes, apresenta-se o ecrã de detalhes do mesmo, no qual é possível confirmar, reencaminhar ou cancelar o alarme (ver figura 51).

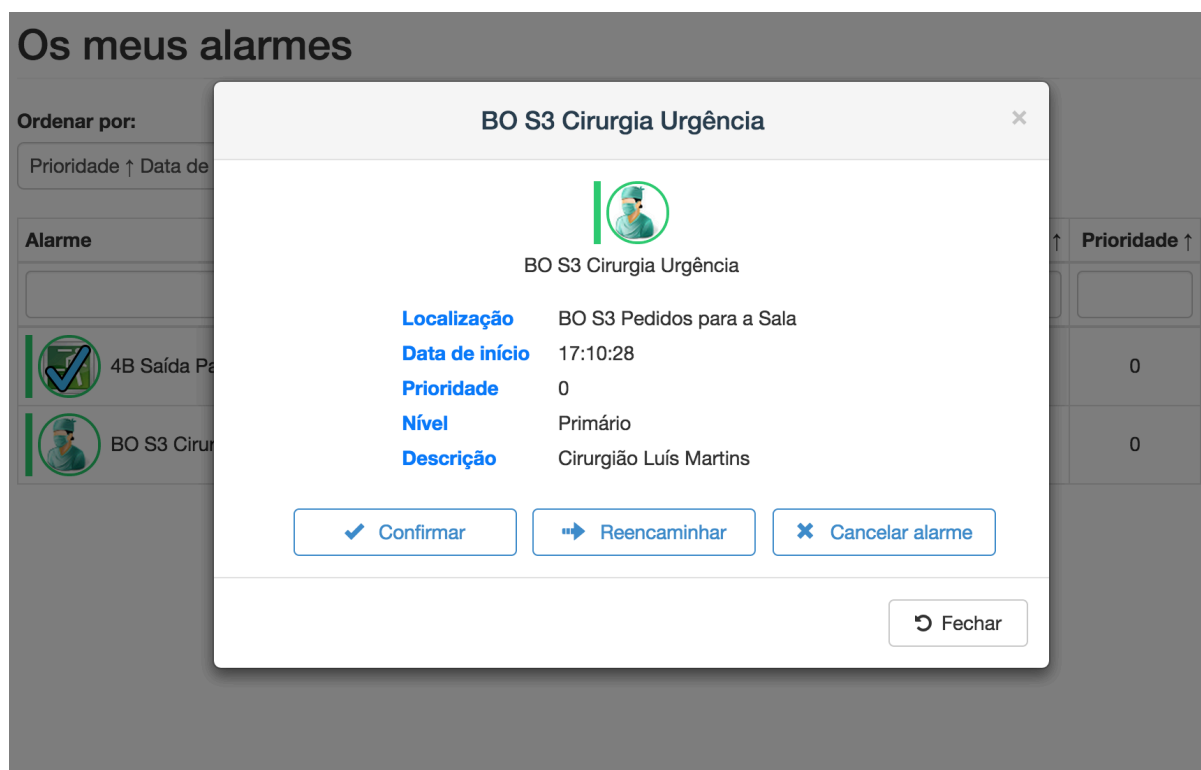


Figura 51 - Detalhes de um alarme no DAC

À semelhança do AAC Plus, por cada ação que o utilizador efetua no DAC, a aplicação apresenta um indicador de progresso, como é possível verificar na figura 52. Assim que a ação

é realizada com sucesso, o ecrã de detalhes do alarme fecha-se automaticamente. Caso contrário, apresenta-se uma mensagem a informar o utilizador que a operação não foi realizada com sucesso, havendo a possibilidade de o utilizador tentar novamente.



Figura 52 - *Feedback* ao efetuar uma ação num alarme no DAC

### 5.2.3. Secção de “Callpoints virtuais”

Na secção de “*Callpoints* virtuais” apresenta-se uma tabela com os *callpoints* virtuais configurados no Connexall Notification Server. O modo de apresentação dos *callpoints* virtuais no DAC é semelhante ao do AAC Plus, dado que somente os campos de designação e de localização são apresentados nas listas de *callpoints* virtuais em ambas as aplicações. Como referido na secção 4.3.3., caso o *callpoint* virtual se encontre ativo, apresenta-se uma seta com a cor correspondente ao nível de reencaminhamento do alarme gerado, como se pode constatar na figura 53.

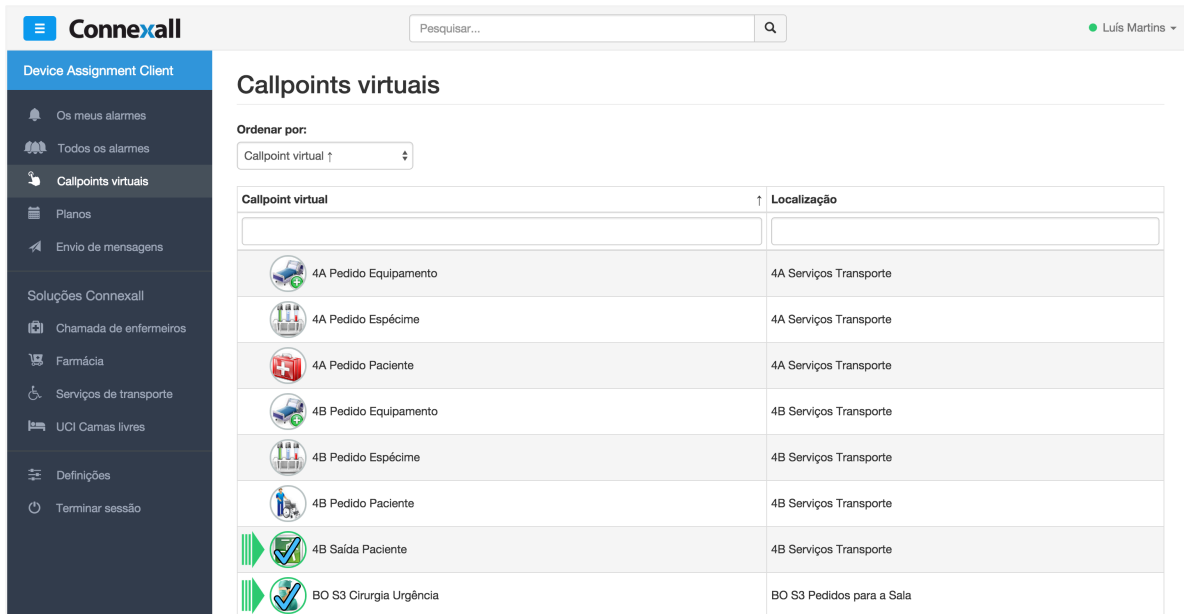


Figura 53 - Secção de “Callpoints virtuais” no DAC

Ao seleccionar um *callpoint* virtual, o utilizador acede ao ecrã com os detalhes do *callpoint* em questão, como se demonstra na figura 54. Após o utilizador ativar ou cancelar o *callpoint* virtual, o ecrã de detalhes fecha-se automaticamente. Em caso de falha na comunicação com os servidores, apresenta-se uma mensagem a informar do sucedido, existindo a possibilidade de o utilizador tentar novamente a mesma ação.

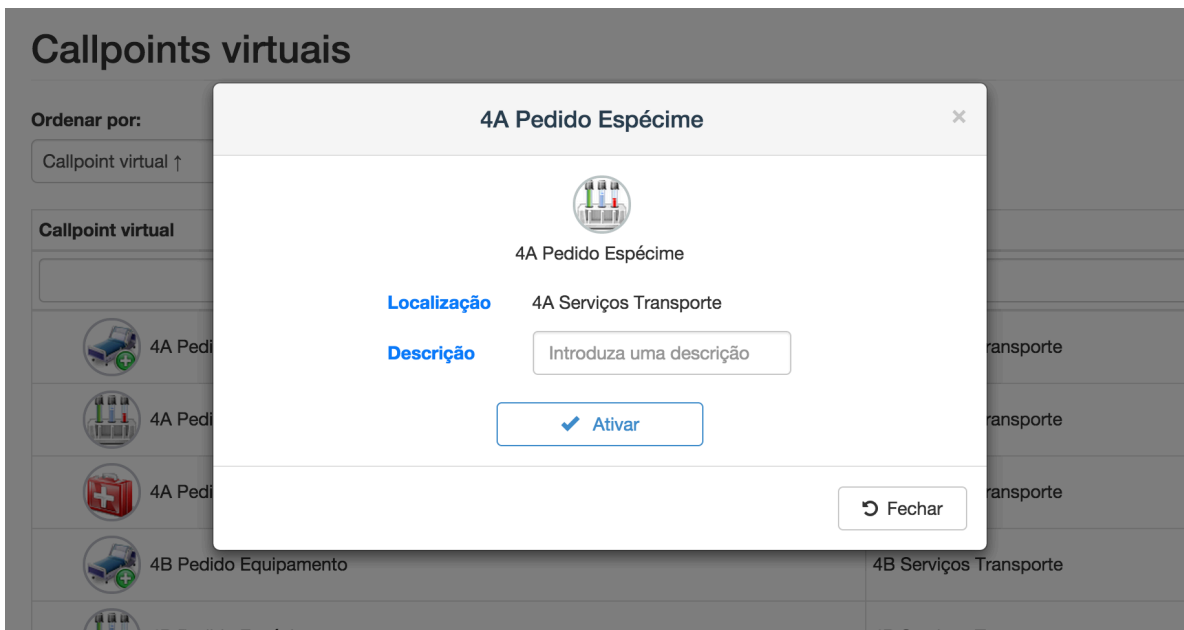


Figura 54 - Detalhes de um *callpoint* virtual no DAC

### 5.2.4. Secção de “Planos”

Na secção de “Planos” é possível ativar ou cancelar cada um dos planos criados no Connexall Notification Server. Ao ativar um destes planos, existem determinadas associações de alarmes a utilizadores ou dispositivos de comunicação que passam a estar ativas (p. ex.: alarmes associados a determinados utilizadores no turno da noite). Ao ativar ou cancelar um certo plano, a aplicação apresenta um indicador de progresso como se demonstra na figura 55. Caso o plano se encontre ativo, mostra-se uma seta de cor roxa ao lado do ícone do plano, que por sua vez, tem um limite circular da mesma cor.

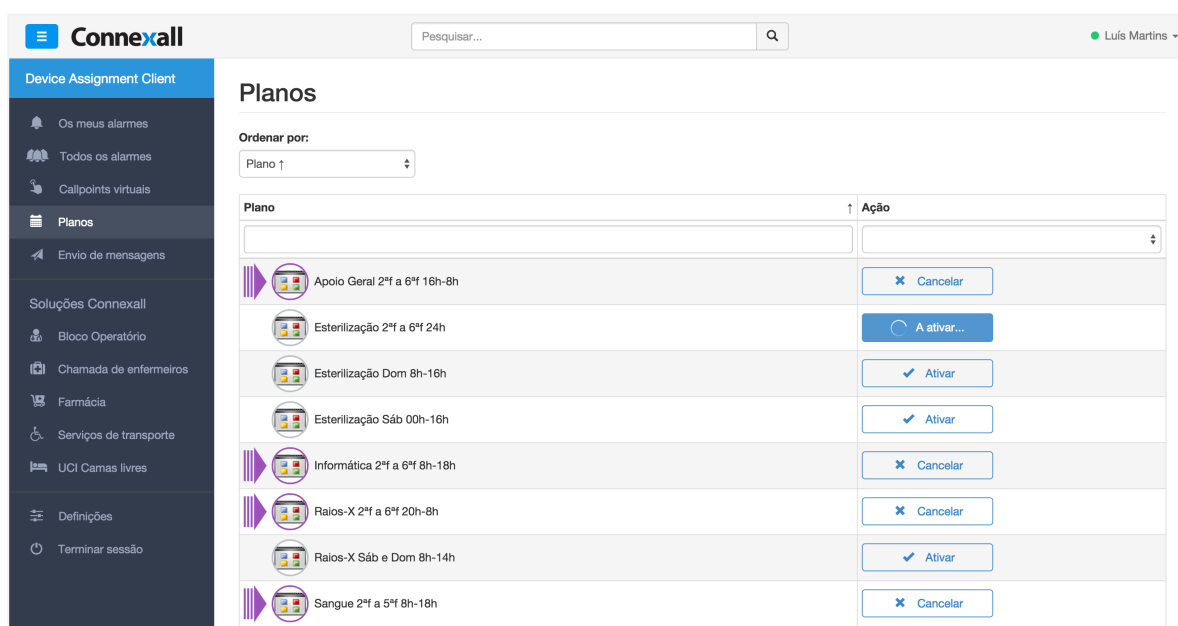


Figura 55 - Secção de “Planos” no DAC

### 5.2.5. Secção de “Envio de mensagens”

Na secção de “Envio de mensagens” é possível enviar uma mensagem para determinados utilizadores e/ou dispositivos de comunicação, como se demonstra na figura 56. Para além do texto da mensagem, é possível colocar um número de *callback* para que o utilizador tenha a possibilidade de dar resposta à referida mensagem. Existe ainda a possibilidade de definir uma mensagem como urgente, tendo esta maior prioridade de envio relativamente a outras mensagens não marcadas como urgentes. Para seleccionar os destinatários da mensagem, o utilizador pode clicar em toda a linha referente a cada utilizador ou dispositivo de comunicação presente na tabela de destinatários, aumentando-se assim a área de seleção, e portanto esta não está apenas circunscrita à *checkbox* [37]. Se o utilizador pretender seleccionar ou desseleccionar

todos os destinatários, este pode clicar no primeiro cabeçalho da tabela, que contém uma *checkbox*, sendo que a área de interação não se restringe apenas à *checkbox*, mas a todo o cabeçalho que a envolve.

Caso exista alguma falha de comunicação de rede durante o envio de uma mensagem, a aplicação apresenta ao utilizador quais os utilizadores e dispositivos de comunicação em que não foi possível enviar a mensagem com sucesso.

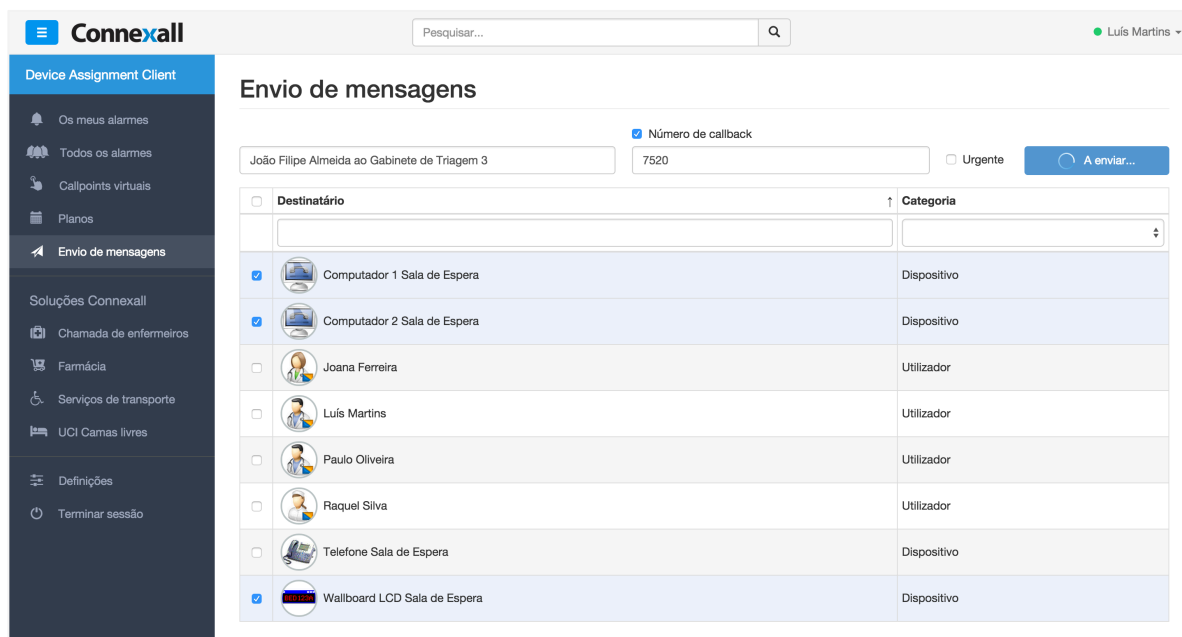


Figura 56 - Secção de “Envio de mensagens” no DAC

### 5.2.6. Atualização automática de informação na aplicação

A informação presente na aplicação deve ser automaticamente atualizada, consoante um intervalo de atualização definido no ficheiro de definições da aplicação, que por defeito é de dois segundos. O utilizador pode também solicitar a atualização da informação ao clicar no botão de atualização (*refresh*) do *web-browser*.

De forma análoga ao AAC Plus (ver secção 4.3.4.), também se procedeu ao desenvolvimento de um mecanismo de *infinite scrolling* para apresentar a informação nas tabelas das várias secções da aplicação (p. ex.: alarmes, *callpoints* virtuais, planos e destinatários de mensagens). Deste modo, à medida que o utilizador efetua *scroll* na página, procede-se à apresentação de mais itens nas tabelas, em intervalos de 100, sendo que o utilizador recebe o *feedback* desta operação, através de uma animação de progresso presente no fim da página. Assim que a operação é concluída, a animação é removida, e apresenta-se os

próximos 100 itens na tabela. Na figura 57 demonstra-se o mecanismo de *infinite scrolling* na secção de “Callpoints virtuais”.

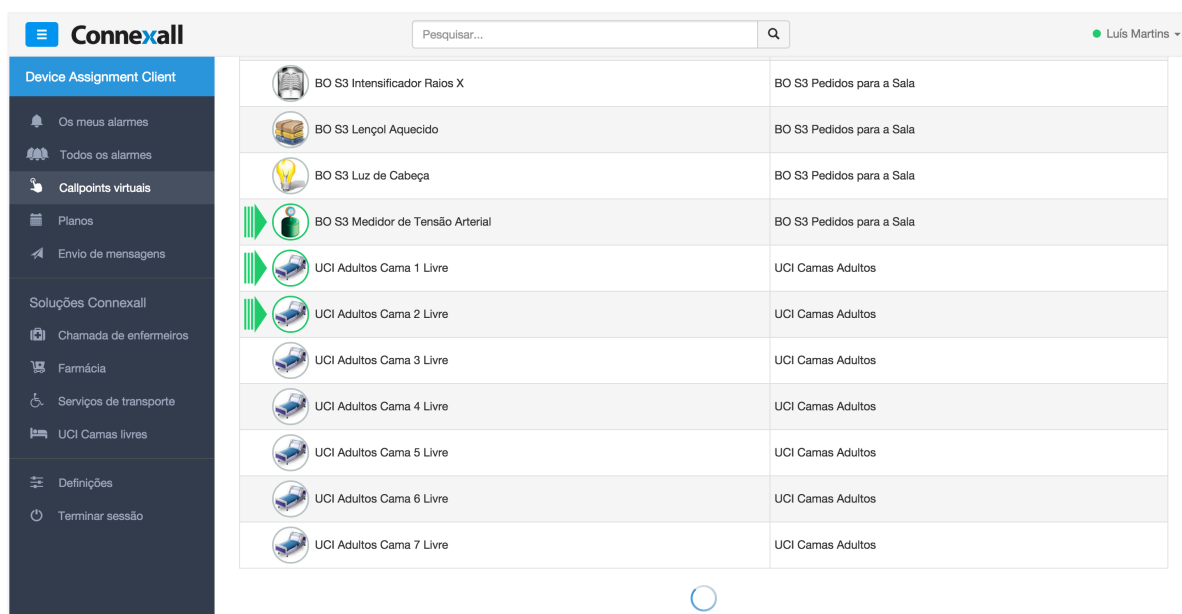


Figura 57 – Mecanismo de *infinite scrolling* na secção de “Callpoints virtuais” no DAC

### 5.2.7. Pesquisa na aplicação

No menu de topo da aplicação disponibiliza-se um campo de pesquisa no qual o utilizador pode pesquisar por designações de alarmes, *callpoints* virtuais, planos, utilizadores ou dispositivos de comunicação presentes na aplicação. A funcionalidade de pesquisa do DAC apresenta as mesmas limitações que a pesquisa do AAC Plus (ver secção 4.3.5.), na medida em que a pesquisa é realizada de forma local, em virtude de ser necessário disponibilizar pedidos de *GET* no Web Services Client que permitam parametrizar uma determinada designação para receber as listas de alarmes, *callpoints* virtuais, planos, utilizadores ou dispositivos de comunicação. Na figura 58 é possível visualizar o resultado de uma pesquisa efetuada pela expressão “medidor de tensão”, sendo que a aplicação apresenta o alarme, assim como o *callpoint* virtual cujas designações se aproximam da expressão pesquisada. Para além disso, o utilizador pode interagir de imediato com o alarme ou o *callpoint* virtual, executando uma das possíveis ações (p. ex.: confirmar o alarme ou cancelar o *callpoint* virtual).

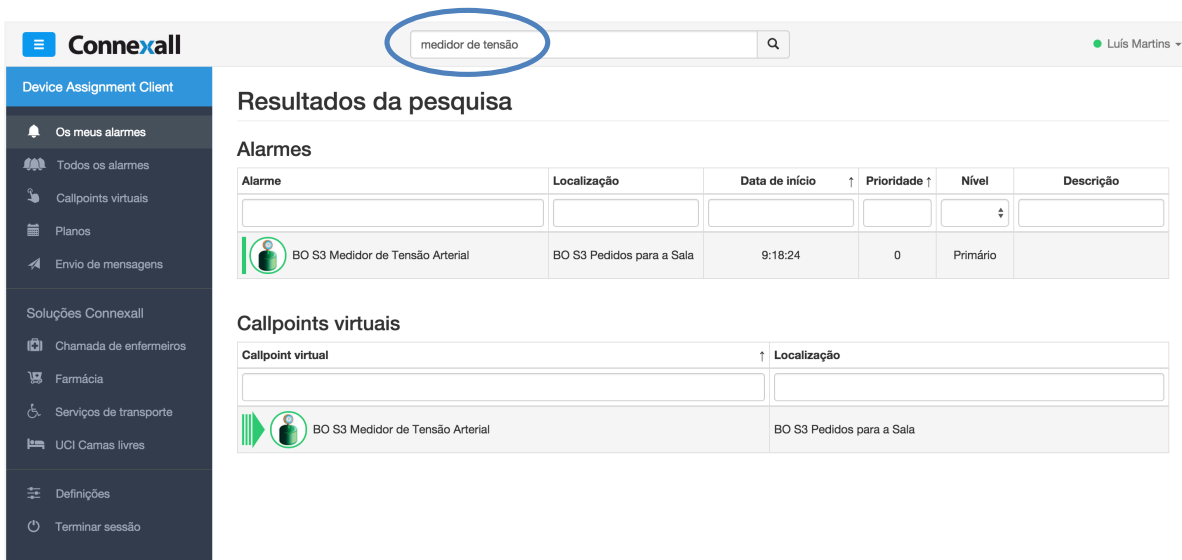


Figura 58 - Funcionalidade de pesquisa no DAC

### 5.2.8. Definições da aplicação

O ecrã de definições pode ser acedido através do submenu “Definições” disponível no menu lateral ou do submenu com o nome do utilizador autenticado presente no lado direito do menu de topo, como se apresenta na figura 59. No separador “Global” (ver figuras 59 e 60), o utilizador tem a possibilidade de definir o seu estado de utilizador (disponível ou ocupado), bem como definir o idioma da aplicação. De momento a aplicação dispõe das línguas portuguesa e inglesa.

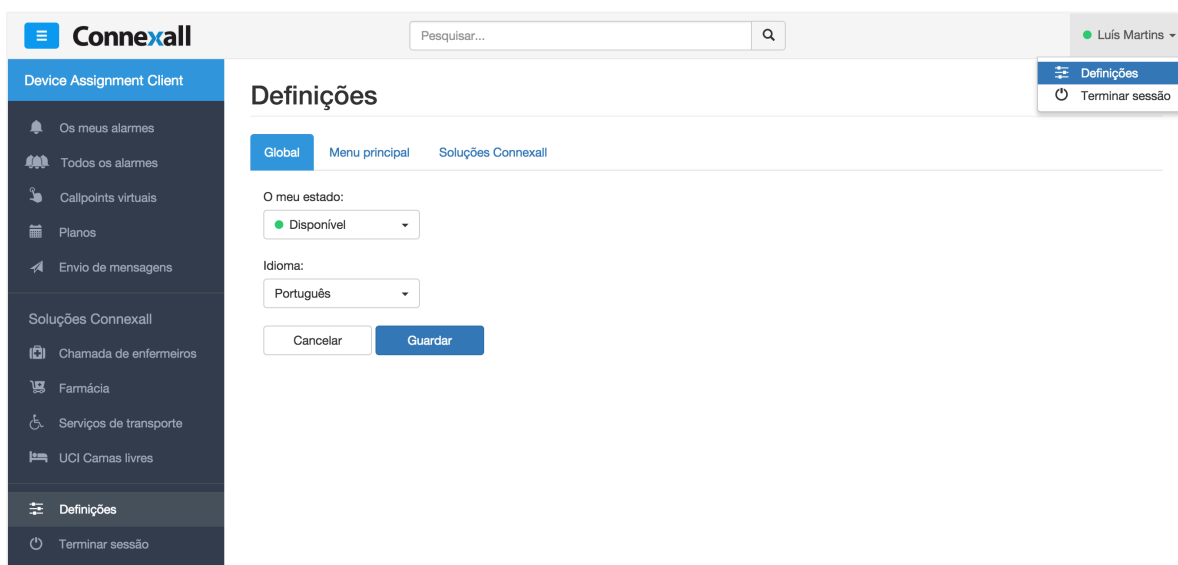


Figura 59 - Submenus de “Definições” no menu lateral e no menu de topo do DAC

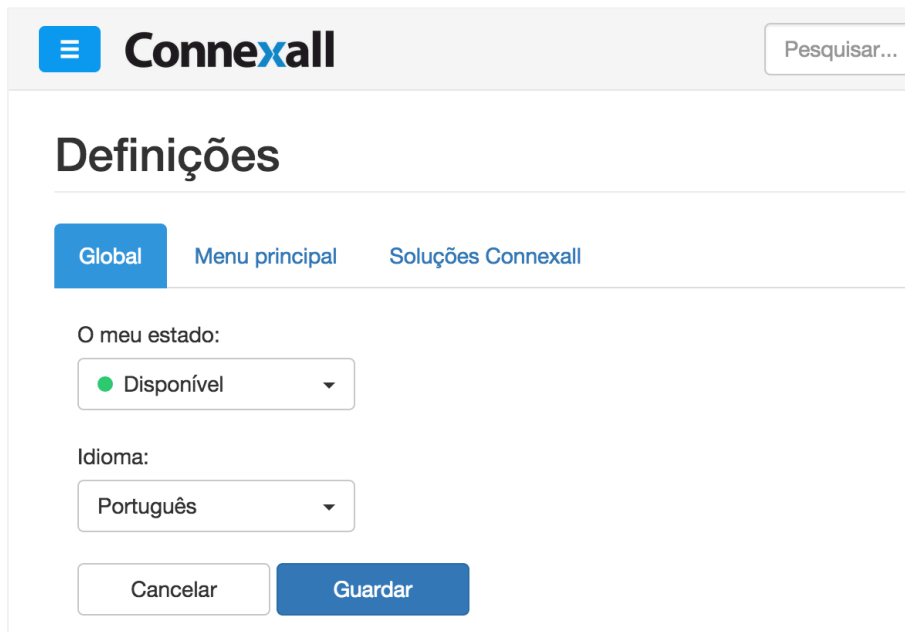


Figura 60 - Separador “Global” no ecrã de definições do DAC

No separador “Menu principal” (ver figura 61) é possível ativar ou desativar as secções principais da aplicação: “Os meus alarmes”, “Todos os alarmes”, “Callpoints virtuais”, “Planos” e “Envio de mensagens”. Deste modo, o utilizador pode ativar somente as funcionalidades da aplicação que utiliza com maior frequência.

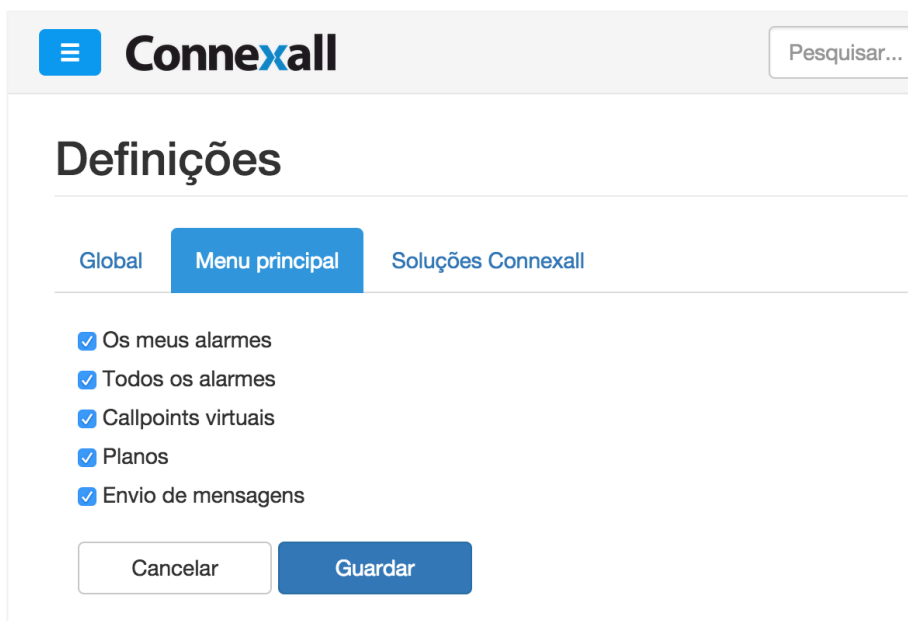


Figura 61 - Separador “Menu principal” nas definições do DAC

O separador “Soluções Connexall” (ver figura 62) apresenta a área de gestão das páginas personalizadas de alarmes e/ou *callpoints* virtuais designadas de soluções Connexall. Desta forma, o utilizador tem a possibilidade de filtrar determinados alarmes ou *callpoints* virtuais consoante um determinado contexto (p. ex.: alarmes relativos a chamada de enfermeiros ou a camas livres na unidade de cuidados intensivos). Na tabela das soluções, como é possível visualizar na figura 62, o utilizador pode editar, bem como remover cada uma das soluções, através de dois botões para o efeito. De forma a proporcionar uma boa usabilidade, utiliza-se a forma e a cor dos ícones nos botões para identificar, de forma apropriada, as ações de editar e remover. Assim, o botão de editar apresenta um ícone de um lápis com a cor azul e o botão de remover apresenta um ícone de um balde do lixo com a cor vermelha. Os referidos ícones são utilizados com muita frequência no contexto Web, de dispositivos móveis e de programas de *desktop*, o que permite ao utilizador facilmente reconhecer o significado das ações associadas aos ícones [37, 38]. Acima da tabela das soluções é possível criar uma nova solução, através de um botão com a designação de “Novo” e um ícone de um sinal de “+” alusivo à ação de criação.

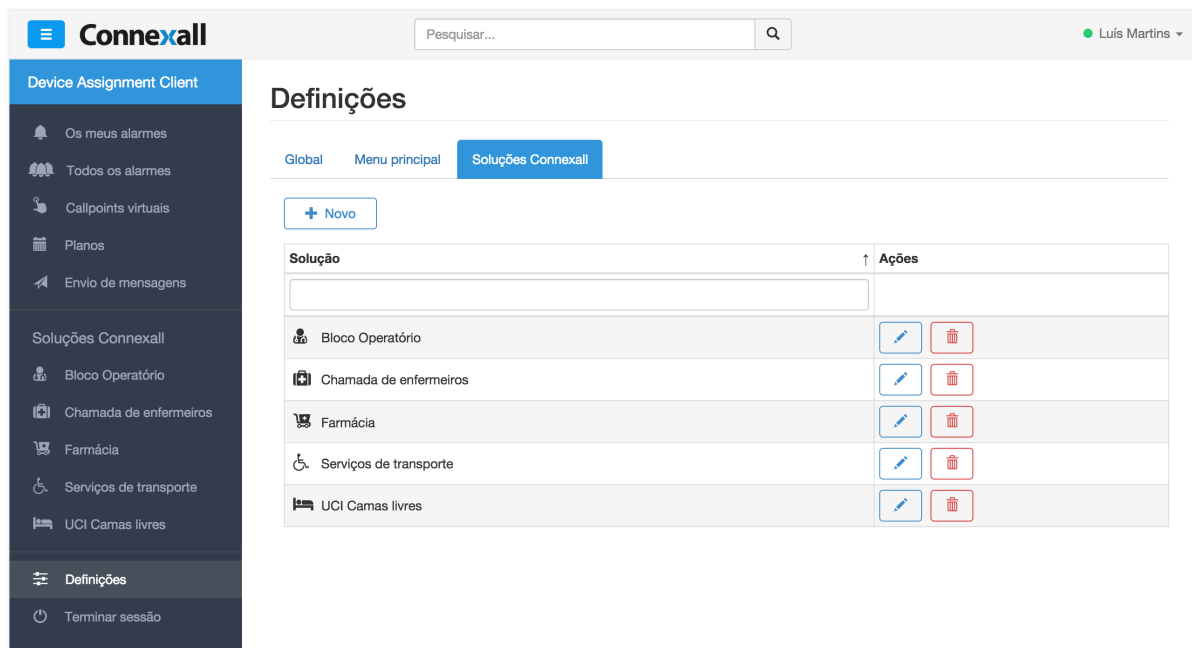


Figura 62 - Separador de “Soluções Connexall” nas definições do DAC

Ao criar ou editar uma das soluções, apresenta-se um ecrã no qual é possível colocar informação relativa à designação, escolher o ícone, ativar ou desativar a solução, ativar ou desativar as secções de alarmes ou *callpoints* virtuais e filtrar as localizações de alarmes e *callpoints* virtuais que se pretende apresentar na página da solução. As localizações dos alarmes

e *callpoints* virtuais são configuradas no Connexall Notification Server, como é referido na secção 2.1. deste relatório. Existe a possibilidade de apresentar somente uma tabela de alarmes ou de *callpoints* virtuais, bem como ambas as tabelas separadas na mesma página da solução. Na figura 63, demonstra-se o ecrã de detalhes de uma solução com o filtro de alarmes configurado.

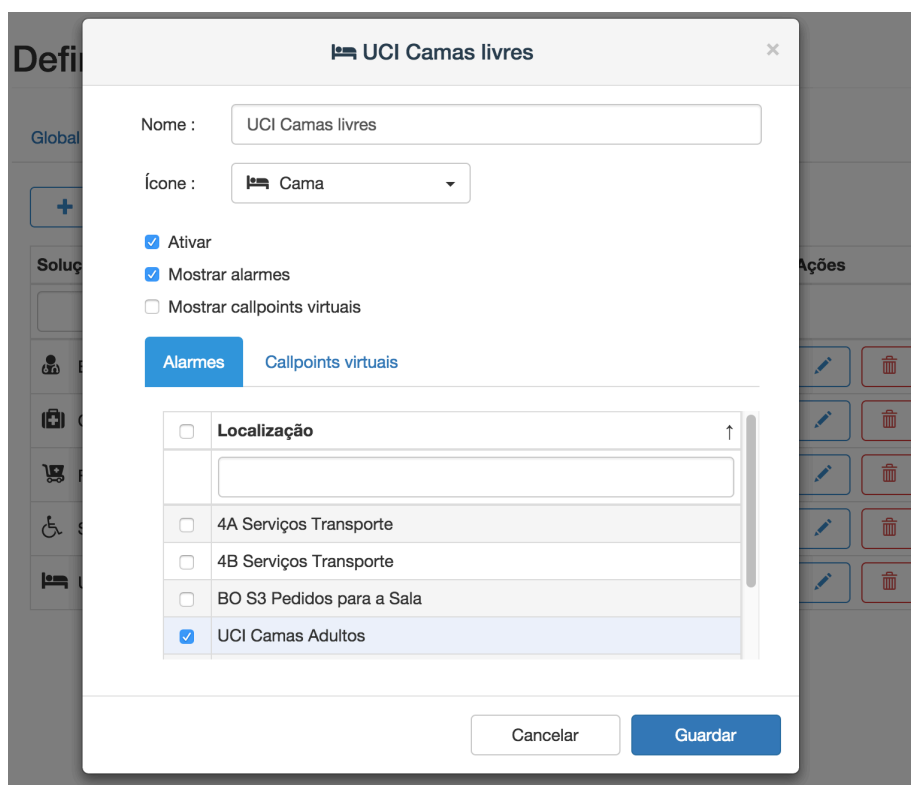


Figura 63 - Ecrã de detalhes de uma solução Connexall nas definições do DAC

Após criar uma solução, esta pode ser acedida através de um submenu presente na secção de “Soluções Connexall” no menu lateral da aplicação. Ao entrar numa das soluções, apresenta-se a página com a filtragem dos alarmes e/ou *callpoints* virtuais. O utilizador tem a possibilidade de editar a solução diretamente na respetiva página, ao clicar no botão de editar presente no canto superior direito da página. Na figura 64 é possível visualizar uma solução de alarmes designada de “UCI Camas livres” (UCI - Unidade de Cuidados Intensivos) e na figura 65 apresenta-se uma solução de alarmes e *callpoints* virtuais com o nome de “Serviços de transporte”.

The screenshot shows the Connexall DAC interface for the 'UCI Camas livres' solution. The sidebar on the left contains navigation options such as 'Os meus alarmes', 'Todos os alarmes', 'Callpoints virtuais', 'Planos', 'Envio de mensagens', and 'Soluções Connexall'. The main content area is titled 'UCI Camas livres' and features an 'Alarmes' section. A blue circle highlights a button in the top right corner of the main content area.

Alarme	Localização	Data de início	Prioridade	Nível	Descrição
UCI Adultos Cama 2 Livre	UCI Camas Adultos	15:51:38	0	Primário	
UCI Adultos Cama 1 Livre	UCI Camas Adultos	15:51:47	0	Primário	

Figura 64 - Página da solução Connexall “UCI Camas livres” no DAC

The screenshot shows the Connexall DAC interface for the 'Serviços de transporte' solution. The sidebar on the left contains navigation options such as 'Os meus alarmes', 'Todos os alarmes', 'Callpoints virtuais', 'Planos', 'Envio de mensagens', and 'Soluções Connexall'. The main content area is titled 'Serviços de transporte' and features an 'Alarmes' section and a 'Callpoints virtuais' section. A blue circle highlights a button in the top right corner of the main content area.

Alarme	Localização	Data de início	Prioridade	Nível	Descrição
4B Saída Paciente	4B Serviços Transporte	15:51:15	0	Primário	
4B Pedido Equipamento	4B Serviços Transporte	16:49:57	0	Primário	Cama extra corredor ala 4

Callpoints virtuais	Localização
4B Pedido Equipamento	4B Serviços Transporte
4B Pedido Espécime	4B Serviços Transporte
4B Pedido Paciente	4B Serviços Transporte
4B Saída Paciente	4B Serviços Transporte

Figura 65 - Página da solução Connexall “Serviços de transporte” no DAC

### 5.2.9. Falha de conectividade com os servidores

Se não houver comunicação entre a aplicação e os servidores do Connexall, o utilizador será informado do sucedido. Se o computador ou dispositivo móvel se encontrar com o *Wi-Fi* ou a rede de dados desativados, apresenta-se a mensagem “Não é possível ligar... Verifique as suas definições de rede”. Se o equipamento estiver ligado a uma rede, mas não for possível comunicar com os servidores, mostra-se a mensagem “Não é possível ligar...”. Nas figuras 66 e 67, demonstram-se 2 exemplos de mensagens apresentadas ao utilizador, em situações em que não seja possível estabelecer comunicação entre a aplicação e os servidores.

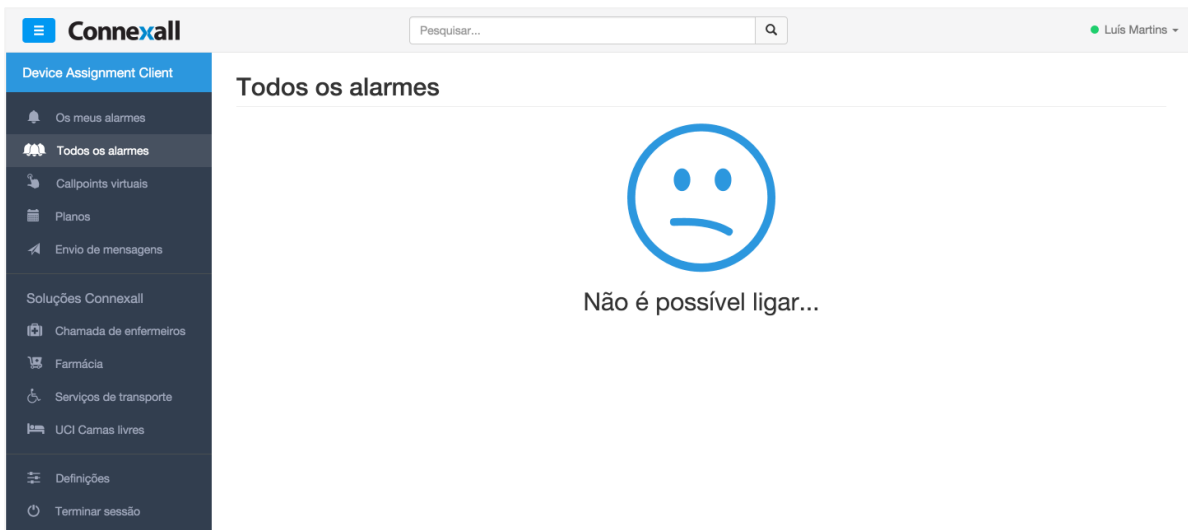


Figura 66 - Exemplo de mensagem de falha de comunicação do DAC com os servidores apresentada na secção de “Todos os alarmes”

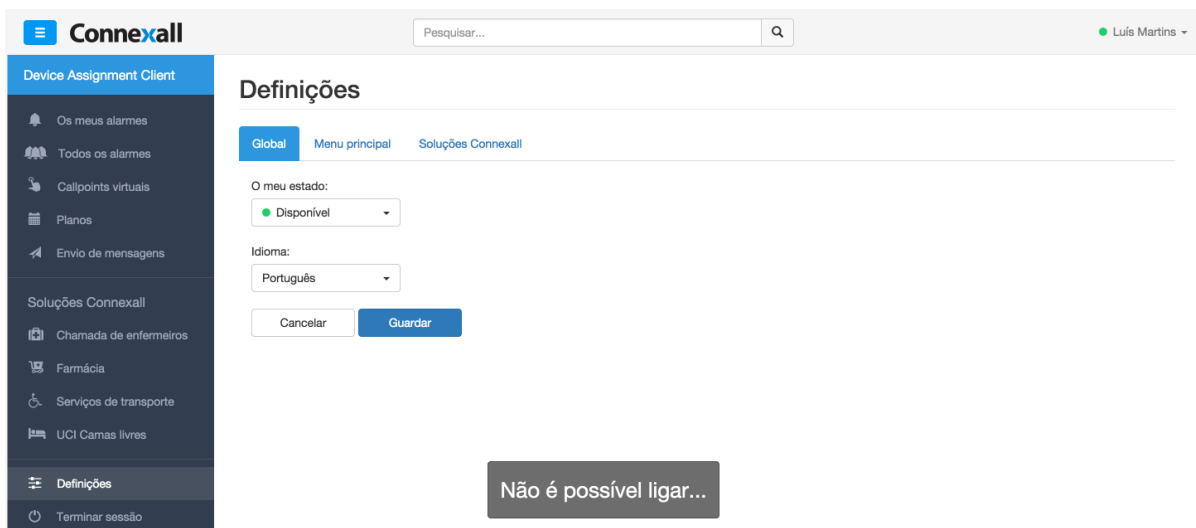


Figura 67 - Exemplo de mensagem de falha de comunicação do DAC com os servidores apresentada na secção de “Definições”

### 5.3. Documentação do código

O código da aplicação foi documentado utilizando a ferramenta JSDoc (JavaScript Doc) [39], com o intuito de gerar um documento da *API* em HTML, tendo em consideração os comentários efetuados em todos os ficheiros da aplicação. O modo de documentação do JSDoc é muito similar ao efetuado com o Javadoc (ver secção 4.4.). Tendo em consideração que o JSDoc não vem incluído por defeito com a maioria dos *IDEs* de desenvolvimento Web, foi necessário instalar o JSDoc, juntamente com a ferramenta Grunt [40] e o *plugin* Grunt-JSDoc [40], de modo a ser possível gerar o documento da *API* em HTML. O PHPStorm [41] foi o

*IDE* utilizado durante o desenvolvimento da aplicação, no qual é possível desenvolver em HTML, CSS, JavaScript e PHP. Note-se que à semelhança do AAC Plus, todo o código desenvolvido no DAC foi desenvolvido e documentado em inglês, com a finalidade de possibilitar a manutenção da aplicação por programadores que não dominam a língua portuguesa.

## 5.4. Testes e resultados

No desenvolvimento da aplicação, aplicou-se a metodologia *TDD* [13], em que se desenvolveu testes unitários e se efetuou testes de utilizador durante duas semanas.

### 5.4.1. Testes unitários

Utilizou-se a *framework* de testes Jasmine [35] para desenvolver 48 testes unitários no âmbito de 10 ficheiros de JavaScript, com a finalidade de testar as principais funcionalidades da aplicação. A Karma (ferramenta de linha de comandos para JavaScript) [35], juntamente com a *framework* de testes Jasmine possibilitam a criação de um documento em XML com os resultados dos testes executados. Na tabela 15, apresentam-se os resultados dos 48 testes unitários desenvolvidos.

Tabela 15 - Testes unitários do DAC

Ficheiro	Teste unitário	Resultados
WebServicesClientTest	testExecuteAuthLogin	Passou (0.461s)
	testExecuteLogout	Passou (0.199s)
	testExecuteUserStatus	Passou (0.509s)
	testExecuteGetAlarms	Passou (0.618s)
	testExecuteAlarmAction	Passou (0.491s)
	testExecuteGetVirtualCallpoints	Passou (0.582s)
	testExecuteVirtualCallpointAction	Passou (0.346s)
	testExecuteGetPlans	Passou (0.558s)
	testExecutePlanAction	Passou (0.473s)

Ficheiro	Teste unitário	Resultados
WebServicesClientTest	testExecuteGetRecipients	Passou (0.527s)
	testExecuteSendManualPage	Passou (0.345s)
	testExecuteGetPreferences	Passou (0.438s)
	testExecuteSavePreferences	Passou (0.386s)
AlarmsCtrlTest	testIsActionSelected	Passou (0.008s)
	testPrepareAction	Passou (0.005s)
	testDisplayLoading	Passou (0.011s)
AlarmTest	testFilterAlarms	Passou (0.005s)
	testIsAlarmAcknowledged	Passou (0.003s)
	testGetAlarmLocationLabel	Passou (0.003s)
	testGetAlarmStartTime	Passou (0.008s)
	testGetAlarmLevelLabel	Passou (0.002s)
	testGetAlarmLevelClass	Passou (0.003s)
ManualPageTest	testValidate	Passou (0.003s)
	testNoRecipientsSelected	Passou (0.002s)
	testAllRecipientsSelected	Passou (0.008s)
	testGetSelectedRecipients	Passou (0.002s)
PlansCtrlTest	testGetPlanAction	Passou (0.005s)
	testGetPlanActionIcon	Passou (0.003s)
	testGetPlanActionLabel	Passou (0.003s)
	testIsActionSelected	Passou (0.003s)
PlanTest	testFilterPlans	Passou (0.003s)
	testNoPlansSubmitting	Passou (0.004s)
LocationTest	testGetSelectedLocationsTopNodes	Passou (0.005s)
	testNoLocationsSelected	Passou (0.003s)

Ficheiro	Teste unitário	Resultados
LocationTest	testAllLocationsSelected	Passou (0.003s)
	testGetSelectedLocations	Passou (0.003s)
	testSelectAllLocations	Passou (0.002s)
	testDeselectAllLocations	Passou (0.002s)
	testSetLocationsSelectedByTopNodes	Passou (0.005s)
MainSectionTest	testIsDisabled	Passou (0.003s)
SolutionTest	testValidate	Passou (0.003s)
	testCreate	Passou (0.004s)
	testUpdate	Passou (0.002s)
	testRemove	Passou (0.003s)
VirtualCallpointsCtrlTest	testIsActionSelected	Passou (0.004s)
	testPrepareAction	Passou (0.003s)
	testDisplayLoading	Passou (0.003s)
VirtualCallpointTest	testFilterVirtualCallpoints	Passou (0.003s)

#### 5.4.2. Testes de utilizador e resultados da avaliação da aplicação

A fase de testes de utilizador para o DAC foi realizada durante 2 semanas, com a participação de 15 utilizadores da empresa GlobeStar Systems Europe, 1 utilizador do Centro Hospitalar de Lisboa Central e 1 utilizador do Hospital do Divino Espírito Santo em Ponta Delgada, ilha de São Miguel, Açores.

Após a realização dos testes, os utilizadores procederam ao preenchimento de um inquérito, com o intuito de avaliar o DAC e efetuar uma comparação nas funcionalidades em comum com o DAC para *desktop*. O inquérito (ver anexo F) continha 1 pergunta sobre qual o *web-browser* utilizado durante a realização dos testes, 12 perguntas de resposta fechada de avaliação do DAC, 3 perguntas de resposta fechada de avaliação do DAC para *desktop* e 1 pergunta de resposta aberta com observações sobre potenciais funcionalidades a desenvolver e/ou possíveis falhas encontradas durante a utilização do DAC. As perguntas de resposta fechada do inquérito

foram realizadas de acordo com a escala de Likert [30], com 5 opções de resposta à semelhança do inquérito de avaliação do AAC Plus (ver secção 4.5.2.).

Nas figuras de 68-83, demonstra-se os gráficos dos resultados obtidos por parte dos 17 utilizadores às perguntas do inquérito. Com efeito, a avaliação do DAC é muito positiva, uma vez que na componente de *design* da interface de utilizador a média foi de 4.94/5 (ver gráfico da figura 69) e ao nível da facilidade de utilização a média foi de 4.65/5 (ver gráfico da figura 70), o que se revela essencial em proporcionar uma boa experiência de utilização, assim como na promoção do Connexall em campanhas de *marketing* e na angariação de novos clientes para a empresa. Em relação à rapidez e fluidez da interface de utilizador a média foi de 4.82/5 (ver gráfico da figura 71) e ao nível das funcionalidades da aplicação, a média de exequibilidade das diversas ações que se pediu para o utilizador realizar no âmbito dos testes foi de 5/5 (ver gráficos das figuras 72-80). Nas questões relativas à avaliação do DAC para *desktop*, verifica-se uma evolução significativa ao nível do *design* e da usabilidade da interface de utilizador desenvolvida no DAC (ver gráficos das figuras 81-83).

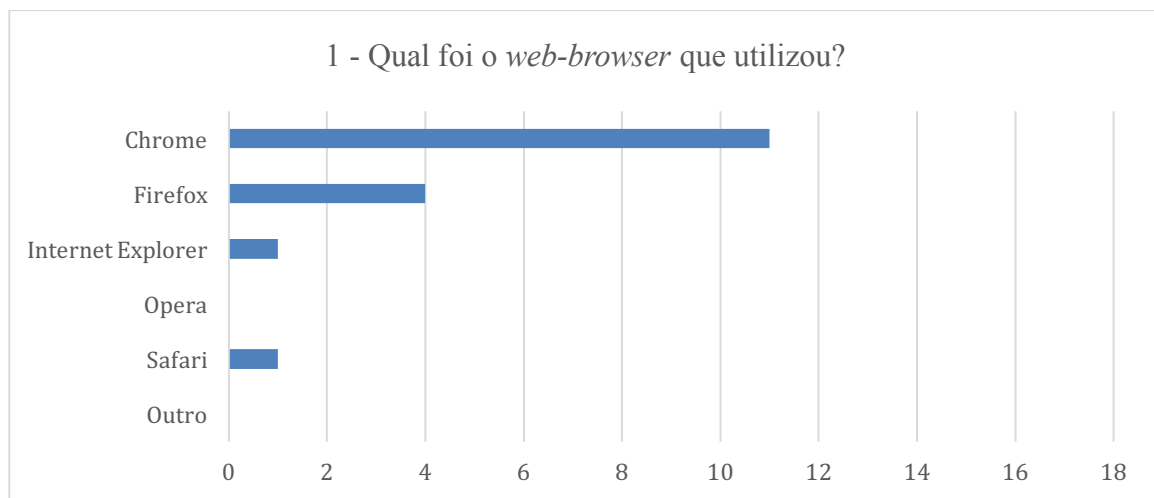


Figura 68 - Gráfico dos resultados da pergunta #1 do inquérito do DAC

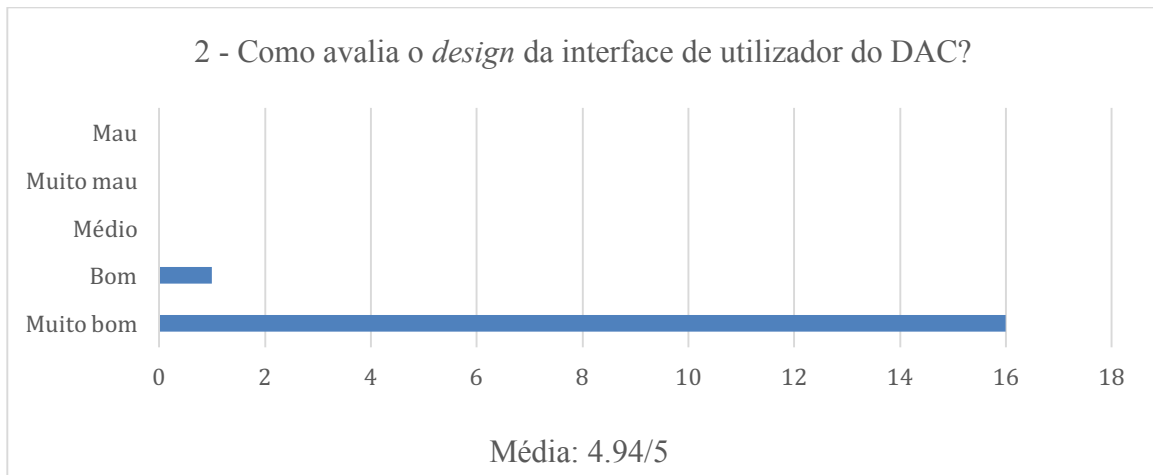


Figura 69 - Gráfico dos resultados da pergunta #2 do inquérito do DAC

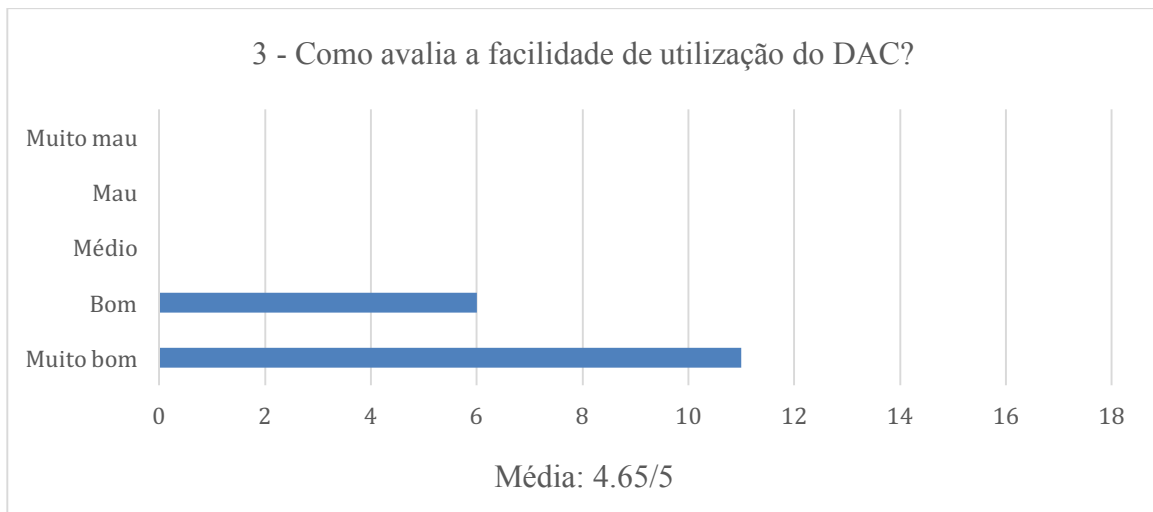


Figura 70 - Gráfico dos resultados da pergunta #3 do inquérito do DAC

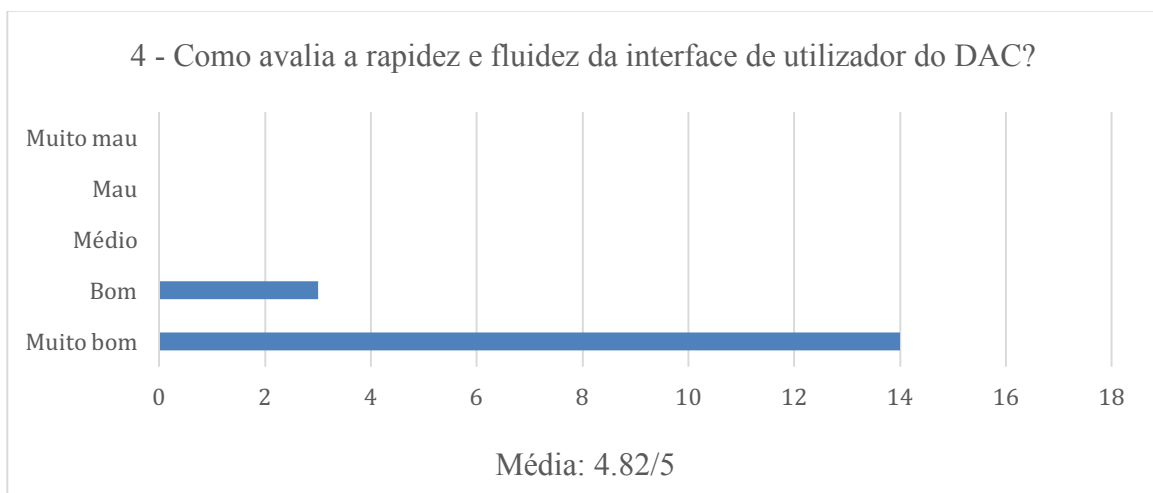


Figura 71 - Gráfico dos resultados da pergunta #4 do inquérito do DAC

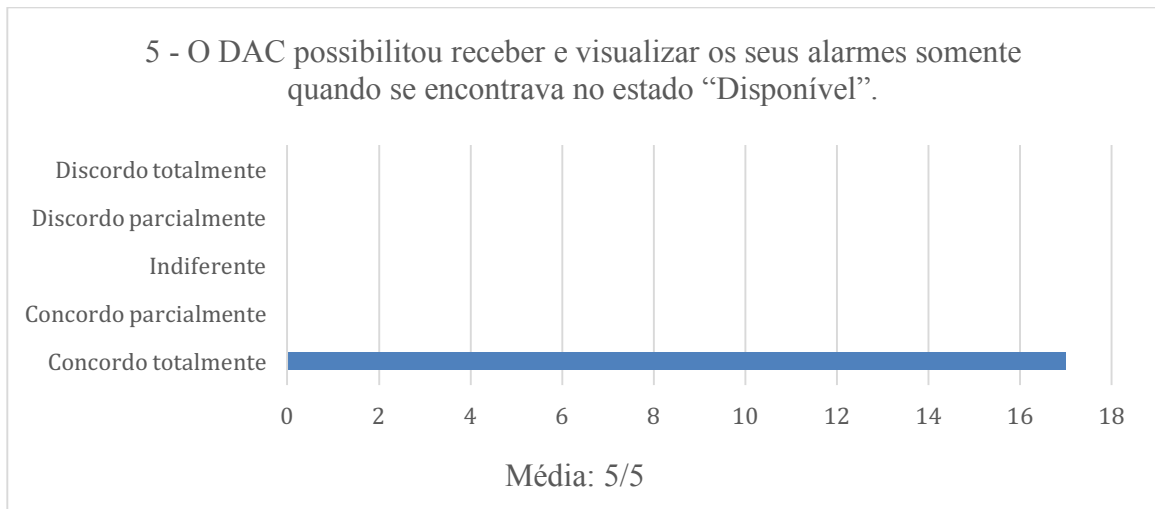


Figura 72 - Gráfico dos resultados da pergunta #5 do inquérito do DAC

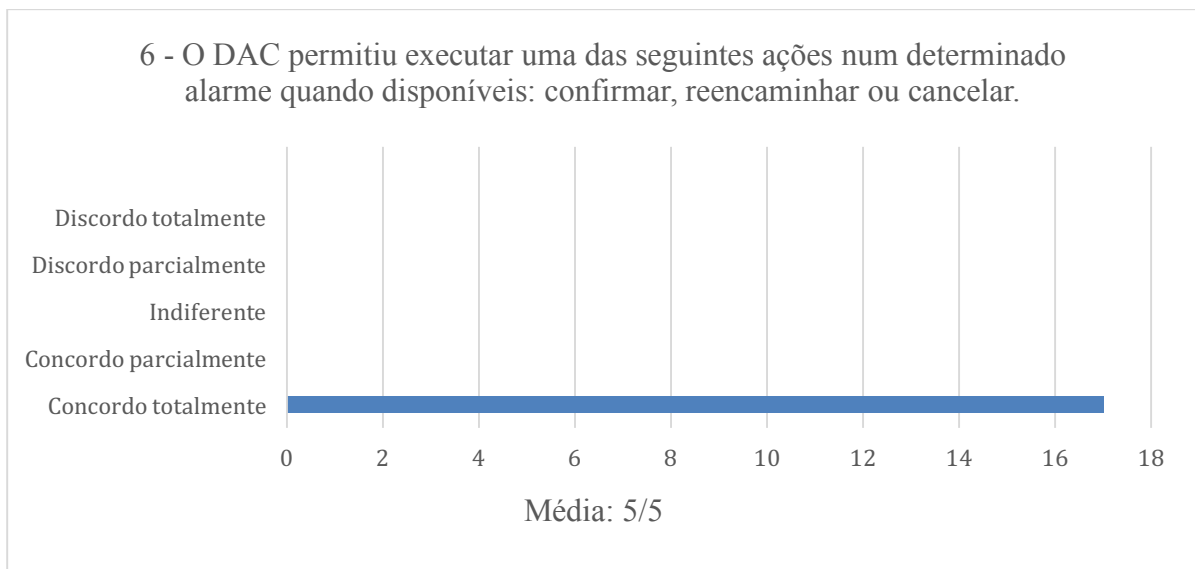


Figura 73 - Gráfico dos resultados da pergunta #6 do inquérito do DAC

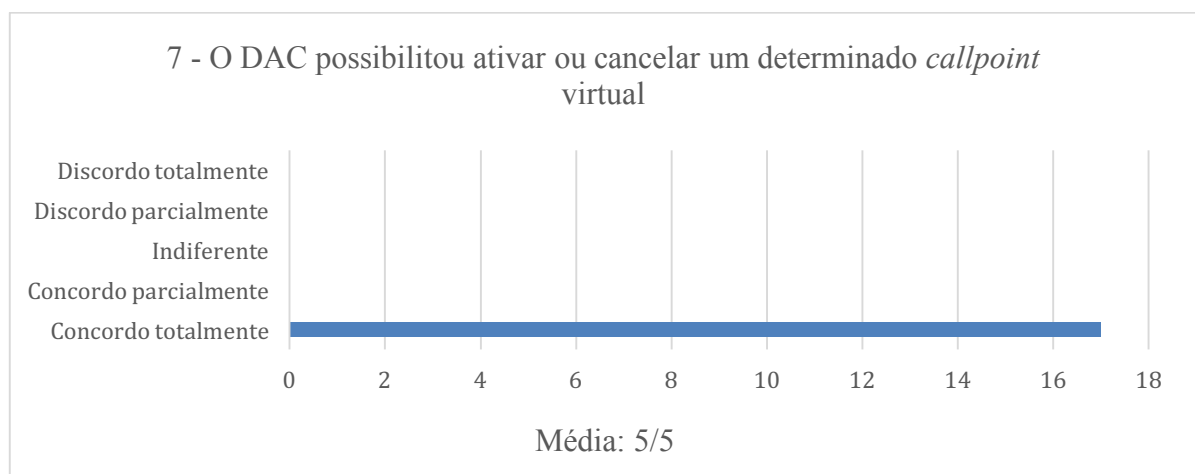


Figura 74 - Gráfico dos resultados da pergunta #7 do inquérito do DAC

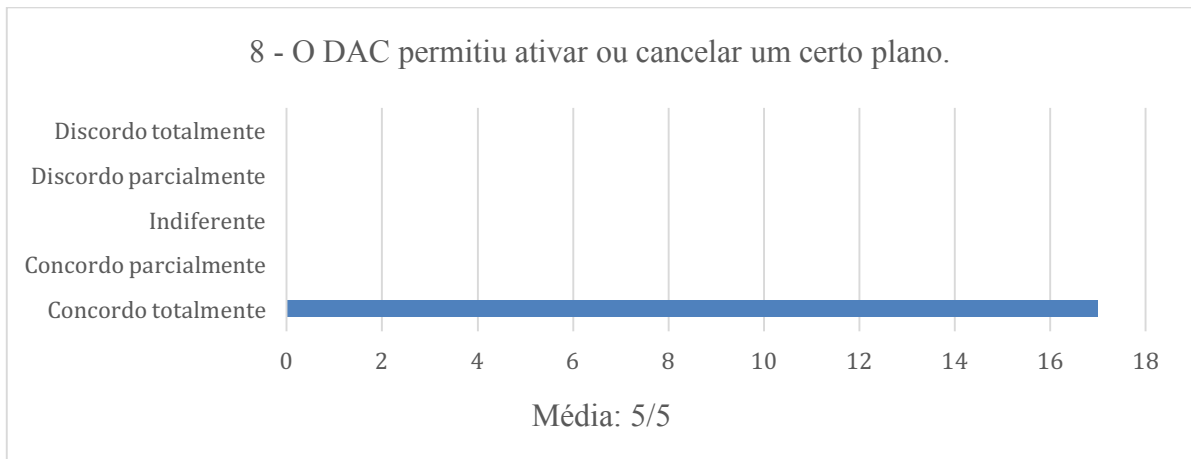


Figura 75 - Gráfico dos resultados da pergunta #8 do inquérito do DAC

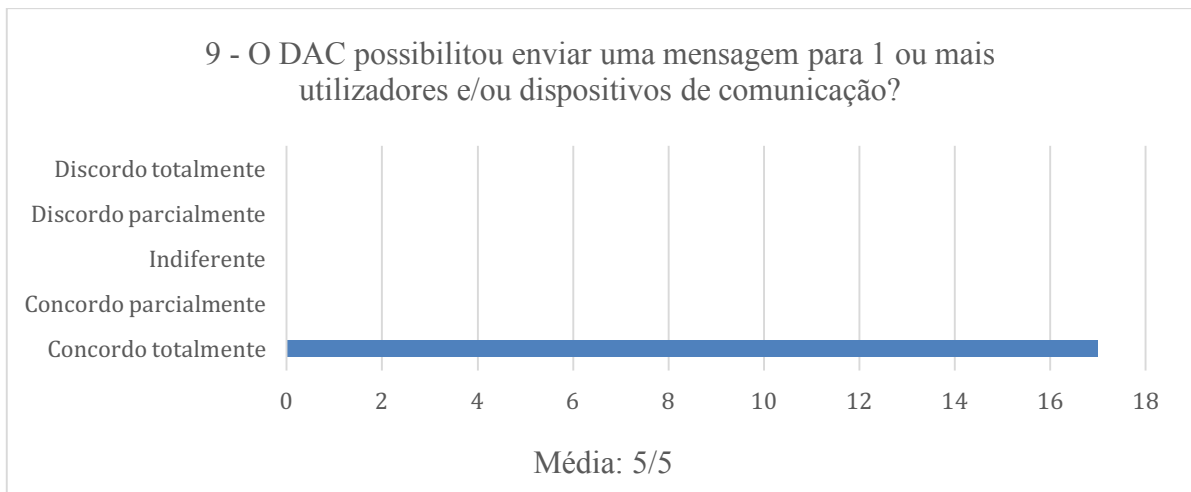


Figura 76 - Gráfico dos resultados da pergunta #9 do inquérito do DAC

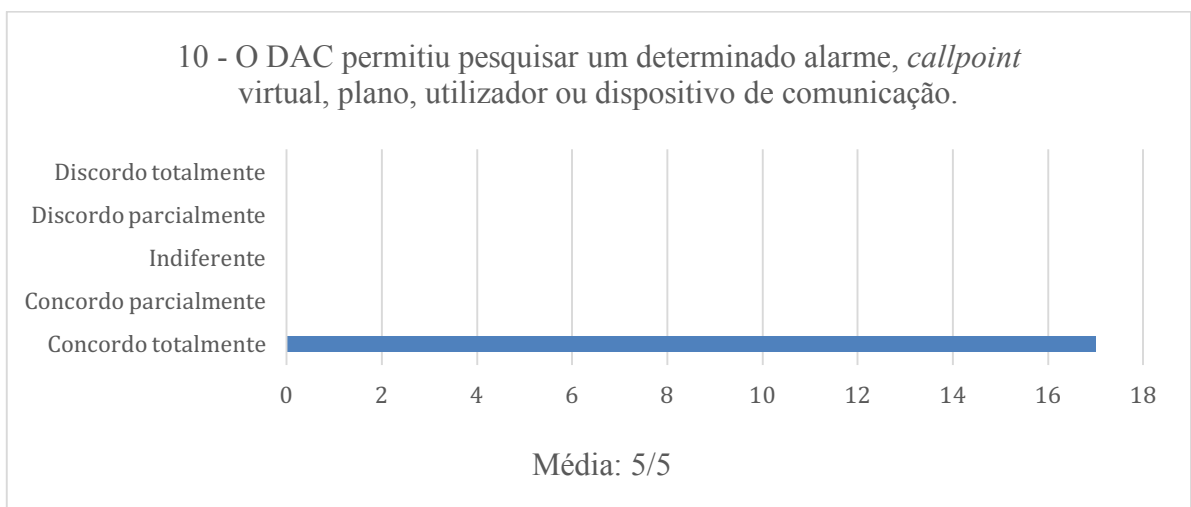


Figura 77 - Gráfico dos resultados da pergunta #10 do inquérito do DAC

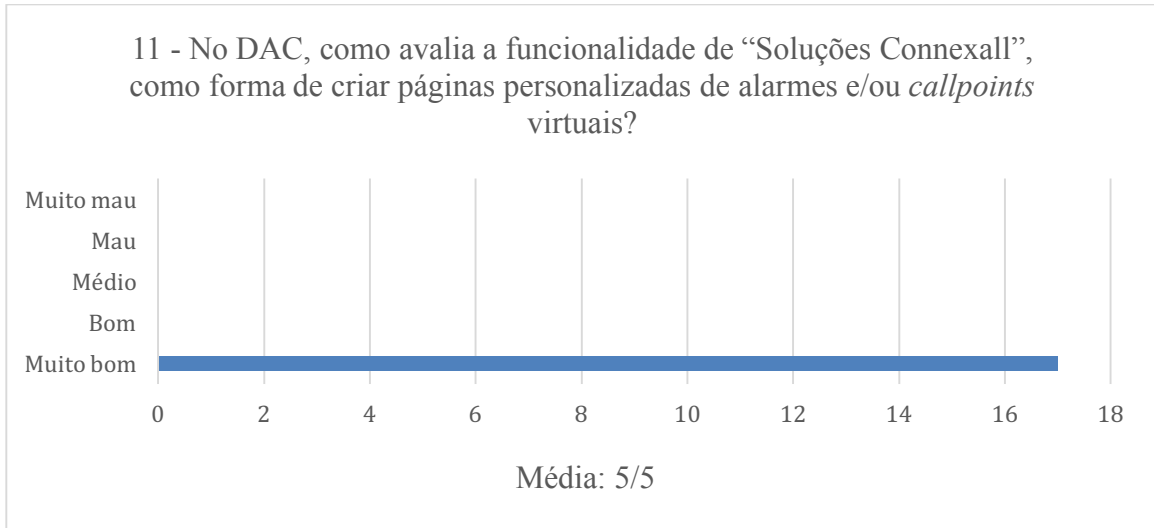


Figura 78 - Gráfico dos resultados da pergunta #11 do inquérito do DAC

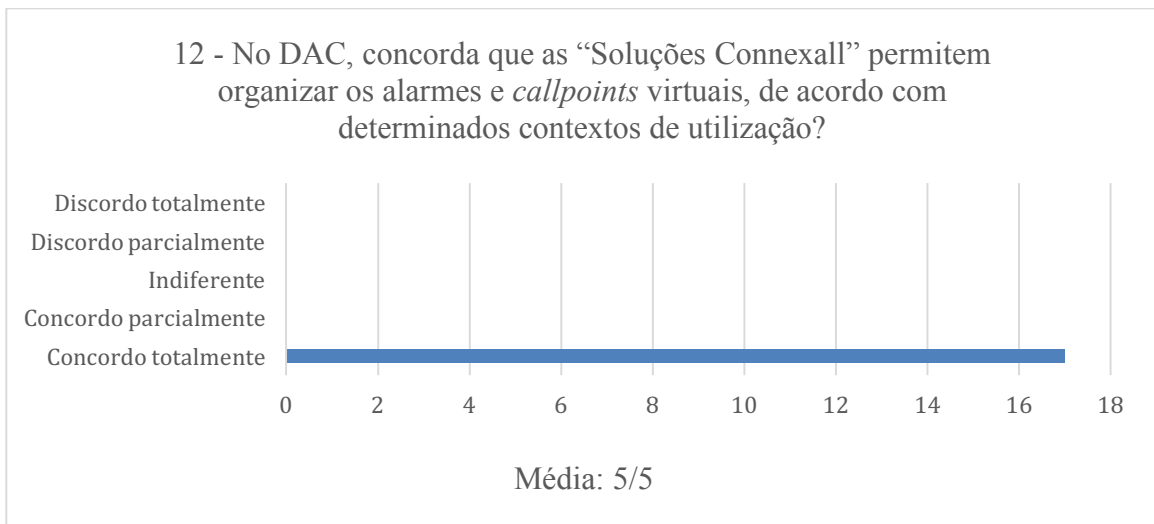


Figura 79 - Gráfico dos resultados da pergunta #12 do inquérito do DAC

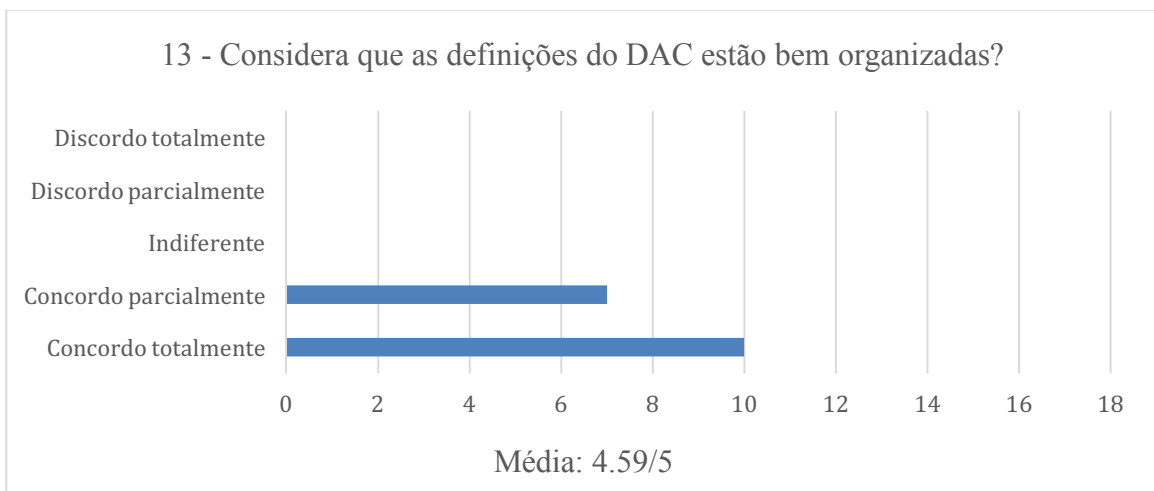


Figura 80 - Gráfico dos resultados da pergunta #13 do inquérito do DAC

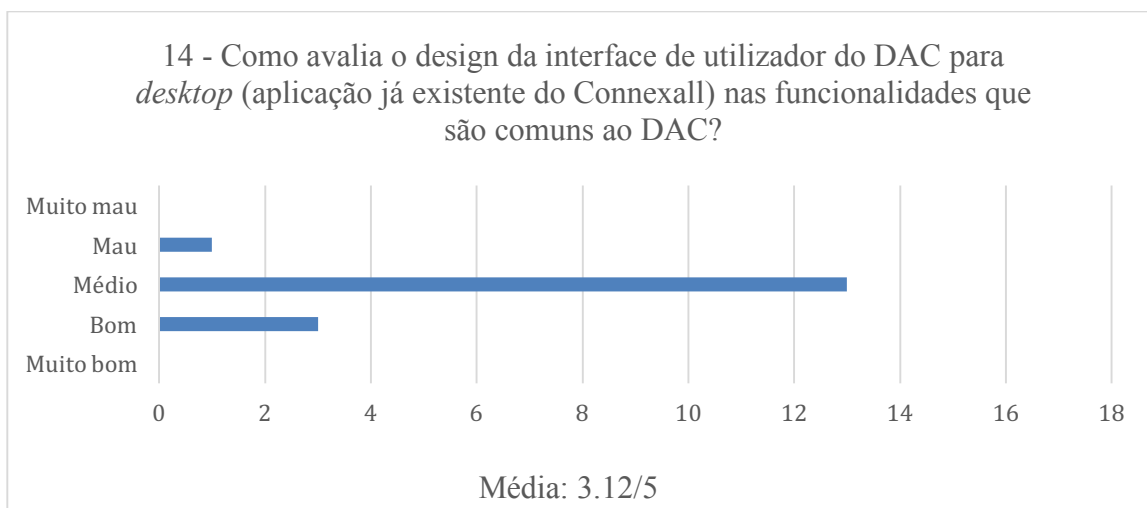


Figura 81 - Gráfico dos resultados da pergunta #14 do inquérito do DAC

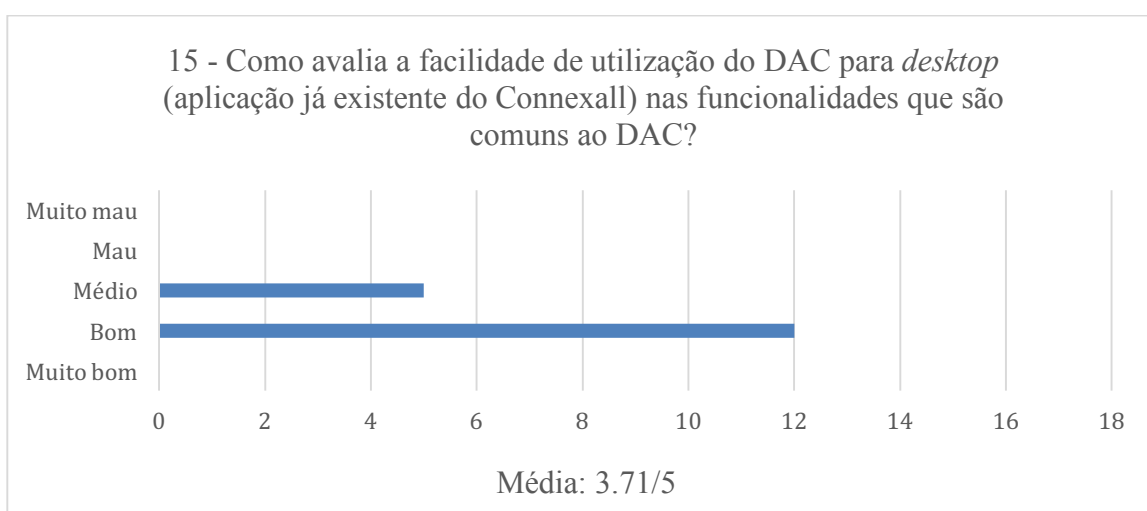


Figura 82 - Gráfico dos resultados da pergunta #15 do inquérito do DAC

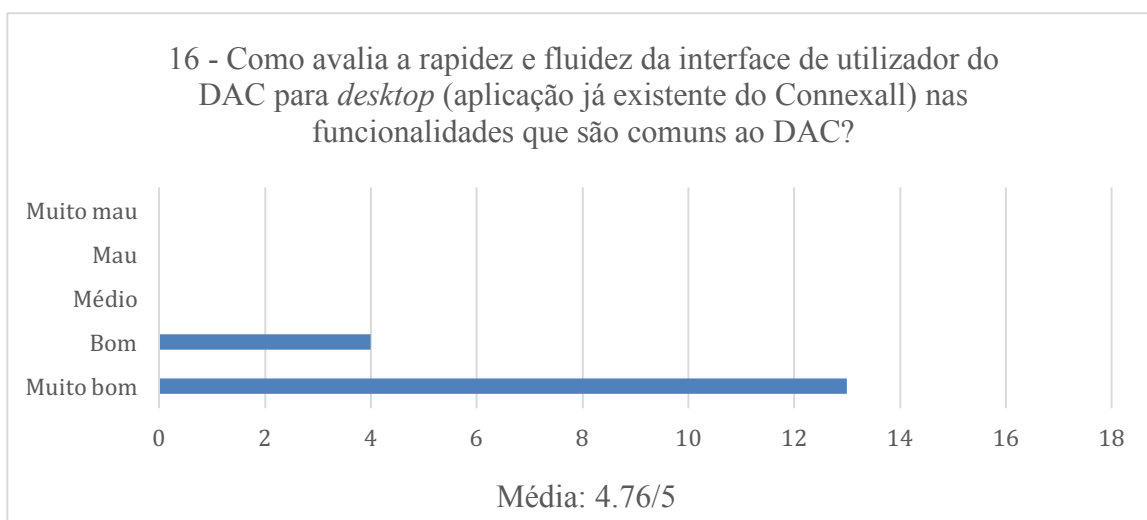


Figura 83 - Gráfico dos resultados da pergunta #16 do inquérito do DAC

Para além do questionário, também se efetuou uma entrevista a 3 dos 17 utilizadores na qual se solicitou uma avaliação do DAC e o estabelecimento de uma comparação com o DAC para *desktop*. Assim, todos os entrevistados indicaram que a aplicação DAC “é muito intuitiva e apelativa, tratando-se de um salto qualitativo relativamente ao design da interface atual do DAC (para *desktop*) e que todos estão a pedir este tipo de soluções para a Web e *smartphones*”. Um dos entrevistados referiu que “vinha a insistir já há vários anos para a disponibilização de um DAC com uma interface mais atrativa e que pudesse ser utilizado em Macbooks, de modo a não estarmos limitados apenas aos computadores que correm o sistema operativo Windows”. No seguimento desta necessidade de disponibilização do DAC para a Web, um dos entrevistados, que trabalha no departamento de pós-venda, mencionou que “tinha uma vasta quantidade de chamadas gravadas de parceiros comerciais e de revendedores (para além de clientes), que apelavam ao desenvolvimento de um DAC para a Web focado na experiência do utilizador, de forma a facilitar o processo de promoção e venda do Connexall junto de hospitais e clínicas. Além disso, um dos entrevistados referiu que “sendo o CHLC um conjunto de vários hospitais, trata-se de um conceito mais robusto com a vertente das soluções Connexall que permite organizar facilmente os alarmes e *callpoints* virtuais em páginas separadas, através de filtros por determinadas localizações”. De facto, as soluções Connexall permitem organizar os alarmes e *callpoints* virtuais mediante um determinado contexto, promovendo uma melhor gestão do hospital (“por exemplo: uma enfermeira chefe, pode chegar a um ponto em que se torna muito complicado gerir o processamento de 500 *callpoints* virtuais apresentados na interface, sem se efetuar uma divisão apropriada dos mesmos”). Os entrevistados mencionaram que a componente de soluções Connexall permite “criar facilmente páginas de alarmes e de *callpoints* virtuais filtradas por localização, o que evita correr várias instâncias do DAC (para *desktop*) em que só é possível filtrar os separadores de alarmes ou de *callpoints* virtuais de cada DAC (para *desktop*) de forma individual, sem ser possível indicar um nome apropriado”. Para além disto, também se referiu a possibilidade de se criar soluções Connexall em que se pode colocar alarmes e *callpoints* virtuais filtrados na mesma página “sem se sacrificar os ecrãs dos alarmes e *callpoints* virtuais em separado” como acontece no DAC para *desktop* em que só é possível escolher um tipo de visualização: alarmes e *callpoints* virtuais em separado ou em conjunto. De facto, os dois entrevistados que utilizam o Connexall no CHLC e no HDES propuseram várias ideias para a configuração de páginas personalizadas de alarmes e de *callpoints* virtuais, consoante as diversas unidades presentes no hospital (p. ex.: bloco operatório, farmácia, unidade de cuidados intensivos, consulta externa, transporte de utentes, radiologia, entre outras.).

## 6. Conclusões

Neste capítulo pretende-se mencionar os objetivos alcançados no âmbito do projeto, assim como indicar o trabalho futuro que deverá ser desenvolvido para conferir mais funcionalidades às aplicações AAC Plus e DAC e otimizar a interface de comunicação com o Connexall, isto é, o Web Services Client, com a finalidade de tornar sustentável a capacidade de resposta do sistema, consoante a complexidade da solução de gestão de alarmes que for solicitada pelos clientes ao longo do tempo.

### 6.1. Objetivos atingidos

Um dos objetivos concretizados no projeto consistiu no desenvolvimento da aplicação AAC Plus que permite a um utilizador efetuar a gestão dos alarmes presentes no sistema, assim como de solicitar a realização de pedidos, recorrendo à funcionalidade dos *callpoints* virtuais. A aplicação permite indicar ao sistema se o utilizador se encontra disponível para a receção de alarmes que lhe estejam associados, conferindo-se assim ao sistema a capacidade de analisar o contexto em que cada utilizador se encontra inserido, com a finalidade de tomar a melhor decisão, no que diz respeito ao encaminhamento dos alarmes para os utilizadores. Outro aspeto de realçar no AAC Plus é o da mobilidade que a aplicação permite conferir às pessoas de uma organização, na medida em que se torna possível a solicitação e o processamento de pedidos entre funcionários em qualquer localização da organização (p. ex. um enfermeiro que se encontra junto de um paciente, pode solicitar à farmácia do hospital um determinado medicamento, e posteriormente receber a confirmação do processamento do pedido). O AAC Plus, permite a um utilizador visualizar e processar uma lista de alarmes presentes no sistema através de um dispositivo móvel, não sendo necessário recorrer a um computador de secretária ou portátil para o efeito. Após a fase de testes de utilizador foi possível verificar uma melhoria considerável ao nível do *design* e da usabilidade relativamente às aplicações de AAC e VCC para *desktop* que permitem efetuar as mesmas funcionalidades que o AAC Plus.

O segundo objetivo alcançado no projeto foi o desenvolvimento do DAC para a Web que permite replicar parte das funcionalidades do DAC para *desktop*. No DAC para a Web foram desenvolvidas todas as funcionalidades que o Web Services Client atualmente disponibiliza, nomeadamente ao nível da gestão de alarmes, *callpoints* virtuais, ativação e cancelamento de planos e envio de mensagens. Como será referido na próxima secção, será necessário desenvolver mais funcionalidades no DAC, mediante a disponibilização de novos recursos no

Web Services Client, de modo a tornar possível a substituição definitiva do DAC para *desktop*. O desenvolvimento do DAC permitiu concretizar um desejo pretendido por grande parte dos clientes da empresa, que ao longo dos últimos anos, tem sido ativamente solicitado ao departamento de pós-venda e de relação com o cliente da empresa. Nos testes de utilizador realizados ao DAC foi possível verificar uma melhoria substancial no *design* e na facilidade de utilização, à semelhança do que se apurou nos resultados dos testes de utilizador realizados ao AAC Plus. Uma das funcionalidades do DAC que mais surpreendeu os utilizadores consistiu na possibilidade de criar páginas personalizadas de alarmes e/ou de *callpoints* virtuais, dado que permitem garantir uma melhor organização da informação e dos fluxos de trabalho consoante um determinado contexto de utilização (p. ex.: página personalizada de alarmes direcionados à farmácia de um hospital).

No desenvolvimento do AAC Plus e do DAC, teve-se a sensibilização de tornar as interfaces de utilizador apelativas e fáceis de utilizar, com vista a proporcionar uma boa experiência de utilização, para que as pessoas mais facilmente se concentrem no processamento da informação e no trabalho a realizar nas organizações. Com o desenvolvimento do AAC Plus e do DAC teve-se em atenção a internacionalização das interfaces de utilizador, com vista a facilitar os processos de venda e de implementação do Connexall em organizações de países que solicitem a utilização do sistema numa determinada língua.

## **6.2. Trabalho futuro**

Na conceção da arquitetura de *software* das aplicações AAC Plus e DAC definiram-se os requisitos mediante todas as funcionalidades atualmente disponíveis no Web Services Client. Deste modo, com o desenvolvimento de novos recursos no Web Services Client, deverão ser implementadas as seguintes funcionalidades no AAC Plus e DAC:

- Permitir ao utilizador seleccionar uma opção personalizada num determinado alarme para além das opções de confirmar, reencaminhar e cancelar. Ao receber a lista de alarmes do Web Services Client, cada alarme deverá indicar as respetivas opções personalizadas que foram configuradas no Connexall Notification Server;
- Ao ativar um *callpoint* virtual, para além do campo de descrição, deverá ser possível o preenchimento de um formulário dinâmico configurado no Connexall Notification Server. Neste sentido, o Web Services Client deverá disponibilizar esta informação no âmbito do recurso que permite receber os *callpoints* virtuais presentes no sistema. De

momento, o Web Services Client, apenas permite definir um formulário com um único campo de texto designado de “descrição”;

- Apresentar o histórico de ações efetuadas num determinado alarme ou *callpoint* virtual. Portanto, por cada alarme e *callpoint* virtual, o Web Services Client, deverá indicar esta informação;
- Possibilidade de definir uma determinada designação nos pedidos efetuados ao Web Services Client que permitem receber os alarmes, *callpoints* virtuais, planos, utilizadores e dispositivos de comunicação, com a finalidade de otimizar o mecanismo de pesquisa das aplicações. Para além disto, deverá ser também possível indicar um parâmetro relativo à ordenação de cada uma das entidades (alarmes, *callpoints* virtuais, planos, utilizadores e dispositivos de comunicação), consoante as escolhas efetuadas nas aplicações;
- Permitir múltiplas ativações de um *callpoint* virtual (p. ex.: vários pedidos da mesma natureza).

No AAC Plus deverá otimizar-se as notificações de novos alarmes associados ao utilizador ao adicionar um novo recurso no Web Services Client que permita receber os novos alarmes presentes no sistema que se encontrem associados ao utilizador, dado que o AAC Plus recebe somente 100 alarmes no pedido inicial de retorno de alarmes. Atualmente, de modo a proporcionar a funcionalidade de notificações realiza-se uma comparação entre o resultado do pedido atual de alarmes e o pedido anterior, efetuando-se também um filtro adicional segundo a diferença da data de ativação do alarme e a data atual segundo um limite de até 30 segundos para que o alarme seja encarado como recente, dado que o utilizador poderá definir o intervalo de atualização automático até este valor nas definições da aplicação. Caso não haja um pedido anterior como referência para realizar a comparação de alarmes, utiliza-se um valor de 10 segundos para definir alarmes como recentes, para assim, apresentar a notificação ao utilizador. Em todos os testes efetuados com os 17 utilizadores, não foi detetada qualquer anomalia com a utilização deste procedimento para apresentar as notificações de novos alarmes associados ao utilizador. No entanto, esta solução não é ideal, dado que a aplicação inicialmente recebe apenas 100 alarmes de cada vez, e portanto, nem todos os alarmes associados ao utilizador podem ser recebidos. Desta forma, é necessário que o Web Services Client seja pró-ativo no sentido de enviar às aplicações cliente os novos alarmes detetados pelo sistema que se encontrem associados ao utilizador autenticado nas aplicações.

No DAC deverão ser implementadas as seguintes funcionalidades, consoante a disponibilização de novos recursos no Web Services Client:

- Efetuar associações entre alarmes e utilizadores ou grupos de utilizadores;
- Realizar associações entre utilizadores e grupos de utilizadores;
- Apresentar um índice com a hierarquia das localizações (podem existir localizações dentro de localizações), para auxiliar na escolha de determinados utilizadores, grupos de utilizadores, alarmes ou planos, no momento da configuração das associações entre alarmes e utilizadores ou grupos de utilizadores.

Em ambas as aplicações (AAC Plus e DAC), deverão ser adicionadas mais línguas às aplicações, sendo somente necessário traduzir um ficheiro de mensagens por cada língua.

Como referido no capítulo 3, o modo de comunicação das aplicações AAC Plus e DAC com o Web Services Client é efetuado mediante o estabelecimento de pedidos de *GET* e de *POST*. Assim, para que as aplicações disponibilizem informação sempre atualizada, nomeadamente ao nível de alarmes e *callpoints* virtuais, torna-se necessário efetuar um mecanismo de *polling* ao efetuar pedidos de *GET* ao servidor em intervalos de x em x segundos (valor definido nas aplicações). A arquitetura do Web Services Client, já previamente definida antes do desenvolvimento do presente projeto, permite satisfazer as necessidades dos clientes da empresa, desde que se utilize uma infraestrutura de vários servidores, mediados por um ou mais *brokers* [10], de modo a processar todos os pedidos efetuados pelas aplicações. Contudo, deverá haver uma reestruturação ao nível do desenho da tecnologia *RESTful* (serviço baseado na arquitetura *REST*) [4] do Web Services Client, de modo a acomodar a utilização da tecnologia de *WebSocket* [42], na qual a comunicação é *full-duplex* (ao contrário de *RESTful* em que a comunicação é *half-duplex*), permitindo que os servidores possam tomar a iniciativa de enviar informação às aplicações cliente que se inscreveram nos servidores, ficando estas à escuta de modificações na informação do sistema. Com efeito, uma das razões que torna importante a migração da tecnologia *RESTful* para *WebSocket*, consiste no crescimento exponencial ao nível de recursos necessários em termos de servidores e de *brokers* para fazer face à grande frequência (sobretudo devido aos *pollings*) e quantidade de pedidos efetuados pelas aplicações cliente (AAC Plus e DAC) aos servidores. Além disto, a utilização da tecnologia de *WebSocket* permitirá um menor consumo de tráfego na rede. Como se pode constatar no gráfico da figura 84, o tempo necessário para um servidor processar as mensagens provenientes de aplicações cliente, recorrendo à tecnologia *RESTful*, cresce de forma exponencial com o aumento da quantidade de pedidos a processar, tendo em consideração um

tamanho fixo de 1000 bytes por cada mensagem. Este crescimento exponencial, deve-se à constante iniciação e terminação de ligações de *TCP (Transmission Control Protocol)*, bem como ao processamento dos cabeçalhos de *HTTP* que encapsulam as mensagens dos pedidos. Por outro lado, na tecnologia de *WebSocket* cada aplicação cliente estabelece uma ligação de *TCP* com um determinado servidor, sendo que a ligação permanece ativa para se efetuar a troca de informação. Assim, existe uma diferença significativa em termos de tempo e de recursos necessários para processar informação, quando se comparam as tecnologias *RESTful* e de *WebSocket*.

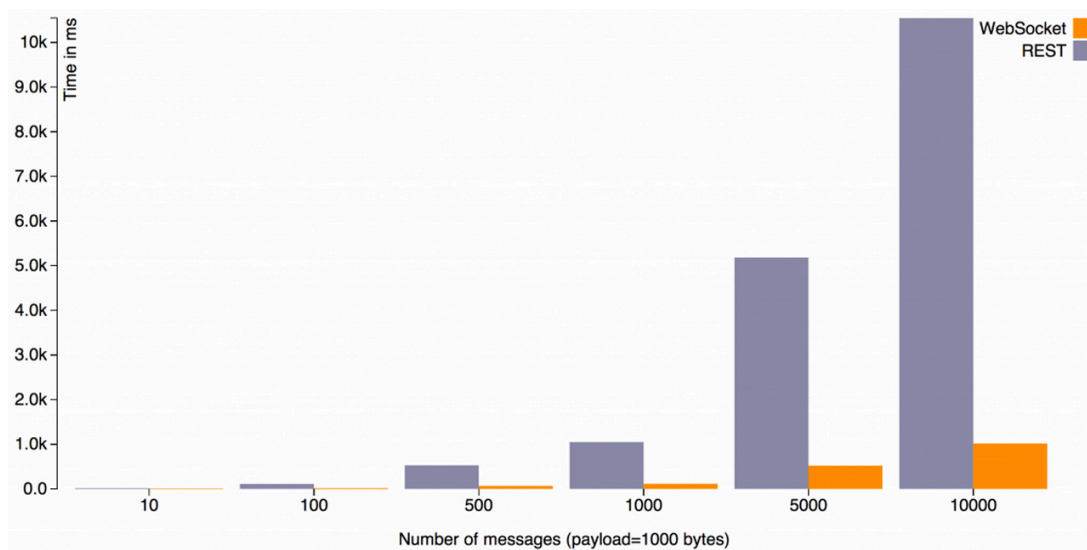


Figura 84 - Diferença entre *REST* e *WebSocket* no processamento de pedidos com variação ao nível do número de pedidos e com uma quantidade de informação fixa de 1000 bytes [43]

Na figura 85, apresenta-se um gráfico em que se verifica novamente uma diferença considerável em termos de tempo de processamento de pedidos, tendo em conta um número fixo de 1000 pedidos e com uma variação ao nível da quantidade de informação a enviar. Deste modo, verifica-se novamente que a tecnologia de *WebSocket* é a mais indicada para ambientes que requerem a atualização de informação em tempo real.

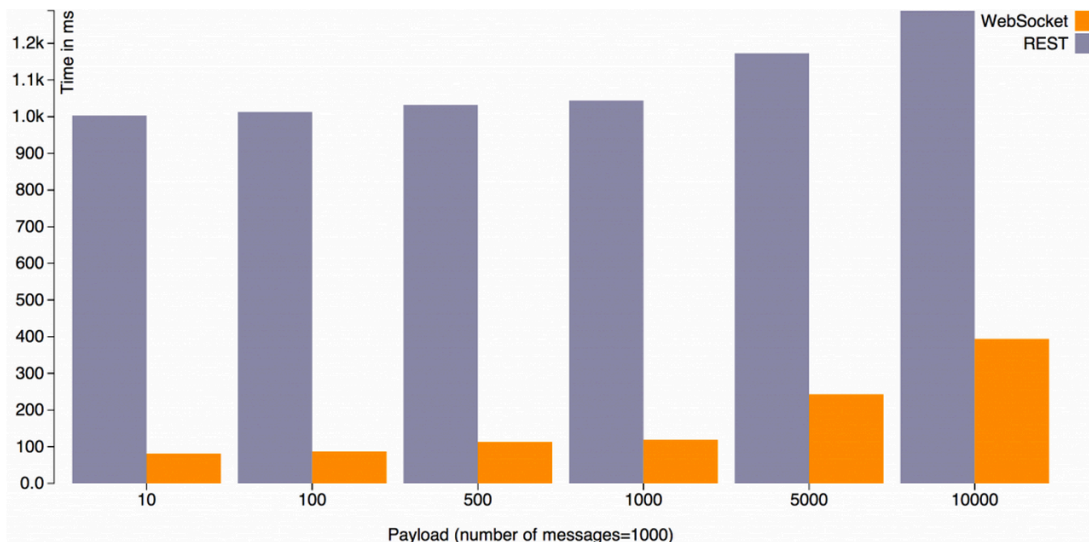


Figura 85 - Diferença entre *REST* e *WebSocket* no processamento de pedidos com variação ao nível do tamanho da informação e com um número fixo de 1000 pedidos [43]

Note-se ainda a otimização ao nível do consumo de bateria dos dispositivos móveis em que se utilize a aplicação AAC Plus, uma vez que se evita a realização de um constante mecanismo de *polling* aos servidores. Assim, as aplicações só deverão interagir diretamente com os servidores em caso de uma ação desencadeada pelo utilizador (p. ex.: confirmar um alarme). As aplicações permanecem também à escuta de atualizações ao nível da informação do sistema (p. ex.: alarmes) que são enviadas de forma pró-ativa pelos servidores.

Com a realização das alterações mencionadas ao longo deste capítulo, o Connexall poderá disponibilizar uma solução de gestão de alarmes robusta, estável e intuitiva e que irá rivalizar com outros concorrentes no mercado que já disponibilizam este tipo de soluções para a Web e dispositivos móveis. Assim, com o desenvolvimento deste projeto foi possível explorar o potencial do Connexall para uma realidade em que cada vez mais se torna importante que as pessoas tenham maior mobilidade no seio das organizações, com a utilização de dispositivos móveis e de tecnologias Web que permitem agilizar a comunicação entre pessoas e o processamento de informação em qualquer lugar ou situação.

## Referências

- [1] The Joint Commission “*Facts about the The Joint Commission*”. The Joint Commission [Online]. Disponível em [http://www.jointcommission.org/about\\_us/about\\_the\\_joint\\_commission\\_main.aspx](http://www.jointcommission.org/about_us/about_the_joint_commission_main.aspx). [Acedido a: 18 de Março, 2015].
- [2] GlobeStar Systems Inc. “*The Connected Hospital*”. Connexall [Online]. Disponível em <http://connexall.com/index.php/40-posts/81-the-colaborative-hospital>. [Acedido a: 2 de setembro, 2014].
- [3] KLAS (2014, Outubro). “*Vendor’s Ability to Partner with Providers Key to Alarm Management Success*”. Vendor’s Ability to Partner with Providers Key to Alarm Management Success [Online]. Disponível em <http://www.klasresearch.com/news/pressroom/2014/Alarm%20Management>. [Acedido a: 28 de Abril, 2015].
- [4] Leonard Richardson and Sam Ruby, *RESTful Web Services*. Sebastopol, California, United States of America: O’Reilly, 2007.
- [5] AirStrip Technologies “*Mobile Interoperability Platform*”. AirStrip Technologies [Online]. Disponível em <http://www.airstrip.com/mobile-interoperability>. [Acedido a: 17 de outubro, 2014].
- [6] Honeywell “*DynAMo Metrics and Reporting*”. DynAMo Alarm Management [Online]. Disponível em <https://www.honeywellprocess.com/en-US/explore/products/advanced-applications/dynamo/Pages/metrics-reporting.aspx>. [Acedido a: 20 de outubro, 2014].
- [7] Extension Healthcare “*Clinical Alarm Notifications for the Android OS*”. Extension Healthcare [Online]. Disponível em <http://www.extensionhealthcare.com/supported-phones/android>. [Acedido a: 23 de outubro, 2014].
- [8] Philips “*Solution Overview*”. Philips Healthcare [Online]. Disponível em [http://www.healthcare.philips.com/main/products/hi\\_pm/products/IntelliSpace/Event\\_management/solution\\_overview](http://www.healthcare.philips.com/main/products/hi_pm/products/IntelliSpace/Event_management/solution_overview). [Acedido a: 25 de outubro, 2014].
- [9] ViGIE Solutions “*ViGIE Healthcare - Principais Funcionalidades*”. ViGIE Solutions [Online]. Disponível em [http://www.vigiesolutions.pt/index.php?option=com\\_content&view=article&id=84](http://www.vigiesolutions.pt/index.php?option=com_content&view=article&id=84)

- [%3Afuncionalidades&catid=53%3Ahospitais&Itemid=209&lang=pt](#). [Acedido a: 16 de maio, 2015].
- [10] Paul Clements, et al., *Software Architecture in Practice*, 3rd ed. Westford, Massachusetts, United States of America: Addison-Wesley, 2012.
- [11] James Heumann, "Tips for writing good use cases," United States of America: IBM, RAW14023-USEN-00, 2008.
- [12] Paul Clements, et al., *Documenting Software Architectures: Views and Beyond*, 2nd ed. Westford, Massachusetts, United States of America: Addison-Wesley, 2010.
- [13] Erik Hellman, *Android Programming Pushing the Limits*. Chichester, United Kingdom: Wiley, 2014.
- [14] Zigurd Mednieks, et al., *Programming Android*, 2nd ed. Sebastopol, California, United States of America: O'Reilly, 2012.
- [15] Google (2014). "Dashboards". Android Developers [Online]. Disponível em <https://developer.android.com/about/dashboards/index.html>. [Acedido a: 12 de dezembro, 2015].
- [16] Brian Hardy and Bill Phillips, *Android Programming: The Big Nerd Ranch Guide*. Indianapolis, Indiana, United States of America: Big Nerd Ranch, Inc., 2013.
- [17] FlatIcon extension for Adobe Illustrator, ver. CC, Graphic Resources SL, Málaga, Espanha
- [18] Jennifer Smith, *Illustrator CC Digital Classroom*. Indianapolis, Indiana, United States of America: Wiley, 2013.
- [19] Font Awesome, Version 4.4.0, United States of America: Dave Gandy, 2014. [App] Available: <http://fontawesome.github.io/Font-Awesome>
- [20] Google (2014). "Writing Style". Android Developers [Online]. Disponível em <http://developer.android.com/design/style/writing.html>. [Acedido a: 20 de janeiro, 2015].
- [21] Gok Nizamettin and Nitin Khanna, *Building Hybrid Android Apps with Java and JavaScript*. Sebastopol, California, United States of America: O'Reilly, 2013.
- [22] Clarissa Peterson, *Learning Responsive Web Design*. Sebastopol, California, United States of America: O'Reilly, 2014.

- [23] Jake Spurlock, *Bootstrap*. Sebastopol, California, United States of America: O'Reilly, 2013.
- [24] Thoriq Firdaus, *Responsive Web Design by Example Beginner's Guide*. Birmingham, United Kingdom: Packt, 2013.
- [25] Maximiliano Firtman, *jQuery Mobile: Up and Running*. Sebastopol, California, United States of America: O'Reilly, 2012.
- [26] John Wargo, *Apache Cordova 3 Programming*. United States of America: Addison-Wesley, 2014.
- [27] Marko Gargenta, *Learning Android*. Sebastopol, California, United States of America: O'Reilly, 2011.
- [28] Jeff Friesen, *Learn Java for Android Development*, 3rd ed. New York, United States of America: Apress.
- [29] Diego Milano, *Android Application Testing Guide*. Birmingham, United Kingdom: Packt Publishing, 2011.
- [30] Christian Madu, *Statistics as Easy as One, Two, Three with Microsoft Excel for Windows*. Fairfield, United States of America: Chi Publishers, 2003.
- [31] IcoMoon, Version 1.0, United States of America: Roonas, 2014. [App] Available: <https://icomoon.io/app>
- [32] Jonathan Fielding, *Beginning Responsive Web Design with HTML5 and CSS3*. California, United States of America, 2014.
- [33] Hampton Catlin and Michael Catlin, *Pragmatic Guide to Sass*. Dallas, Texas, United States of America: The Pragmatic Programmers, LLC, 2011.
- [34] Fernando Monteiro, *Learning Single-page Web Application Development*. Birmingham, United Kingdom: Packt Publishing, 2014.
- [35] Brad Green and Shyam Seshadri, *AngularJS*. Sebastopol, California, United States of America: O'Reilly, 2013.
- [36] Jim Lavin, *AngularJS Services*. Birmingham, United Kingdom: Packt, 2014.
- [37] Wilbert O. Galitz, *The Essential Guide to User Interface Design - An Introduction to GUI Design Principles and Techniques*. Indianapolis, United States of America: Wiley, 2007.

- [38] Lai-Chong Law Effie, "The Measurability and Predictability of User Experience," in *Engineering Interactive Computing Systems 2011*, New York, 2011, pp. 1-10. [Online]. <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1996485>
- [39] Axel Rauschmayer, *Speaking JavaScript*. Sebastopol, California, United States of America: O'Reilly, 2014.
- [40] Jaime Pillora, *Getting Started with Grunt: The JavaScript Task Runner*. Birmingham, United Kingdom: Packt, 2014.
- [41] Mukund Chaudhary and Ankur Kumar, *PhpStorm Cookbook*. Birmingham, United Kingdom: Packt, 2014.
- [42] Ilya Grigorik, *High-Performance Browser Networking*. Sebastopol, California, United States of America: O'Reilly, 2013.
- [43] Arun Gupta "REST vs WebSocket Comparison and Benchmarks". Miles to go 2.0 [Online]. Disponível em <http://blog.arungupta.me/rest-vs-websocket-comparison-benchmarks>. [Acedido a: 7 de Agosto, 2015].

## Anexos

### Anexo A – Diagramas de casos de uso do AAC Plus

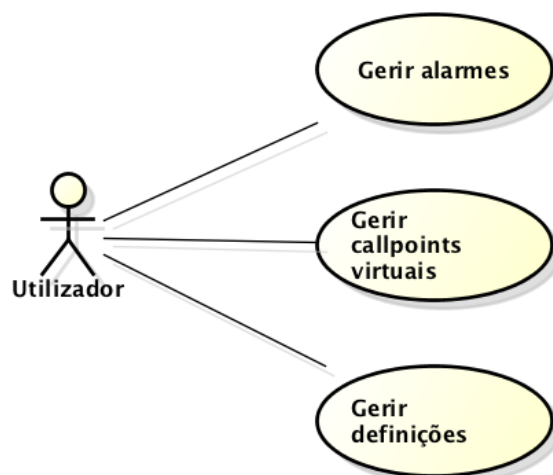


Figura 86 - Diagrama de casos de uso dos módulos do AAC Plus

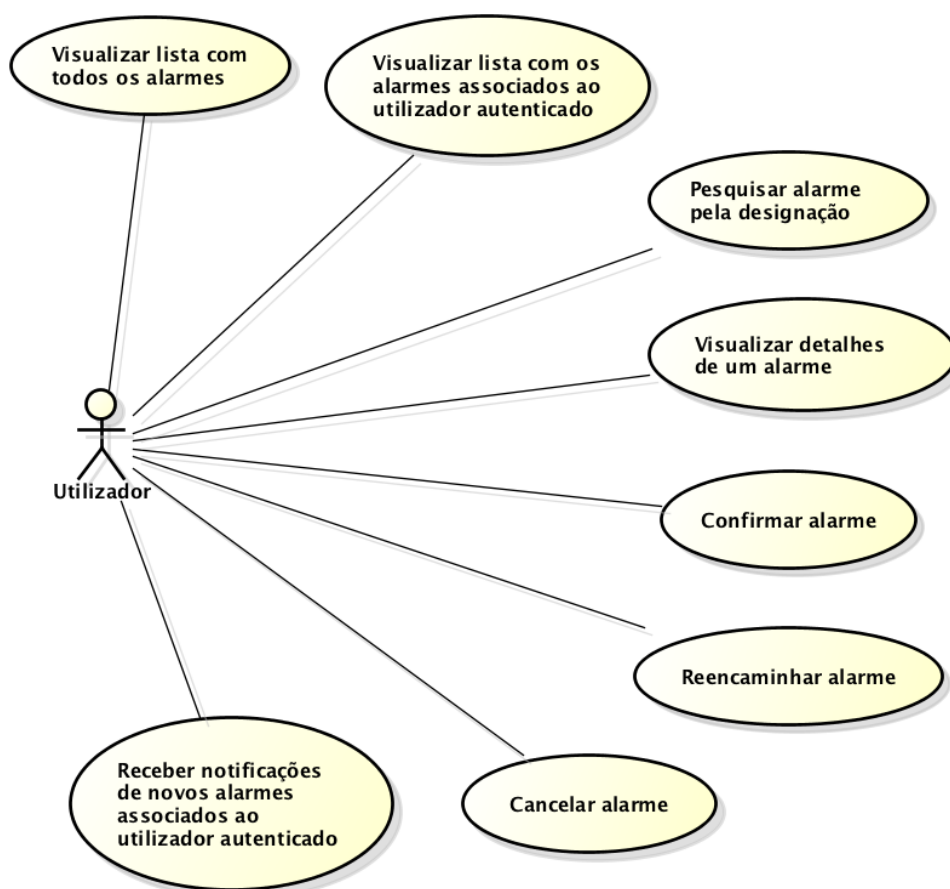


Figura 87 - Diagrama de casos de uso para a funcionalidade de "Gerir alarmes" do AAC Plus

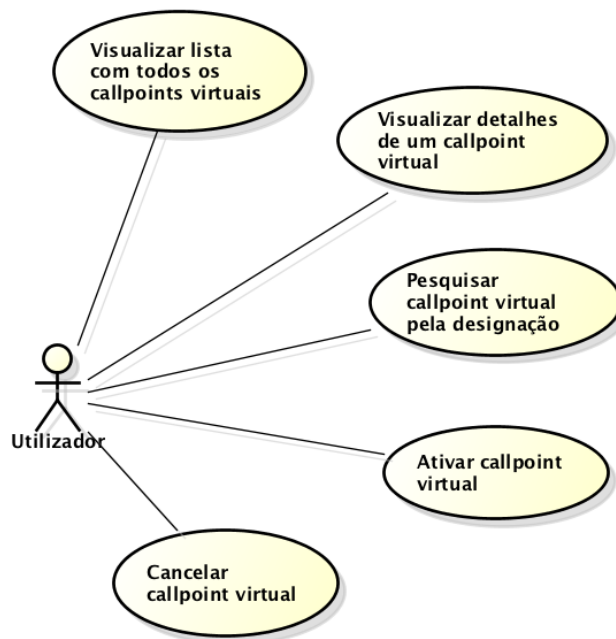


Figura 88 - Diagrama de casos de uso para a funcionalidade “Gerir callpoints virtuais” do AAC Plus

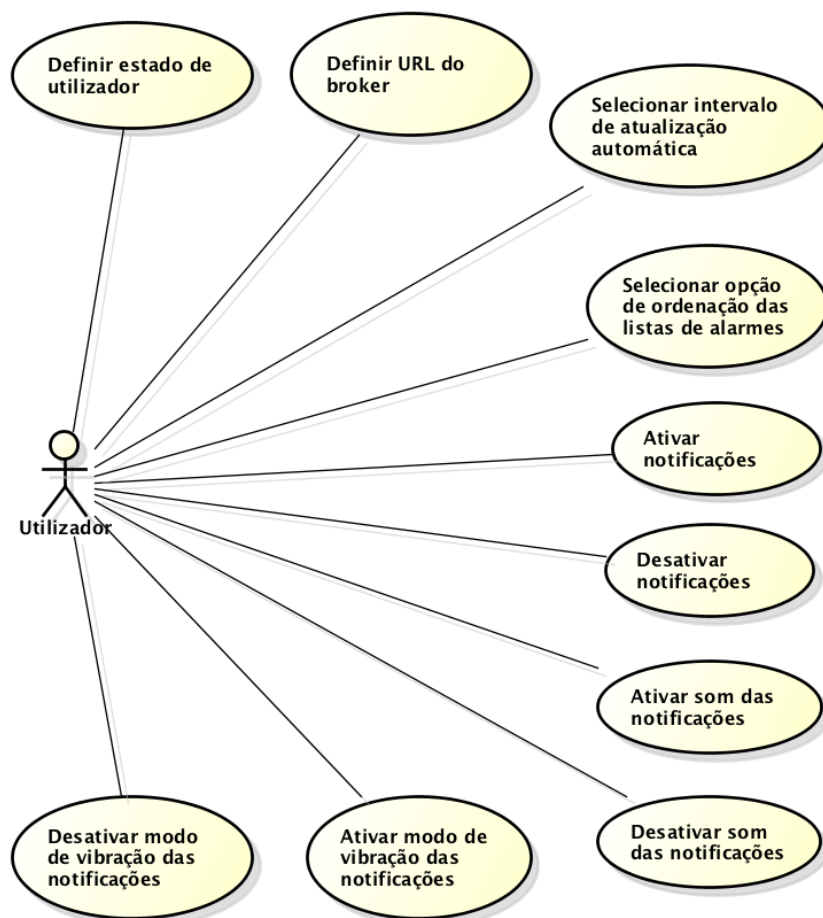


Figura 89 - Diagrama de casos de uso para a funcionalidade “Gerir definições” do AAC Plus

## Anexo B – Diagramas de casos de uso do DAC

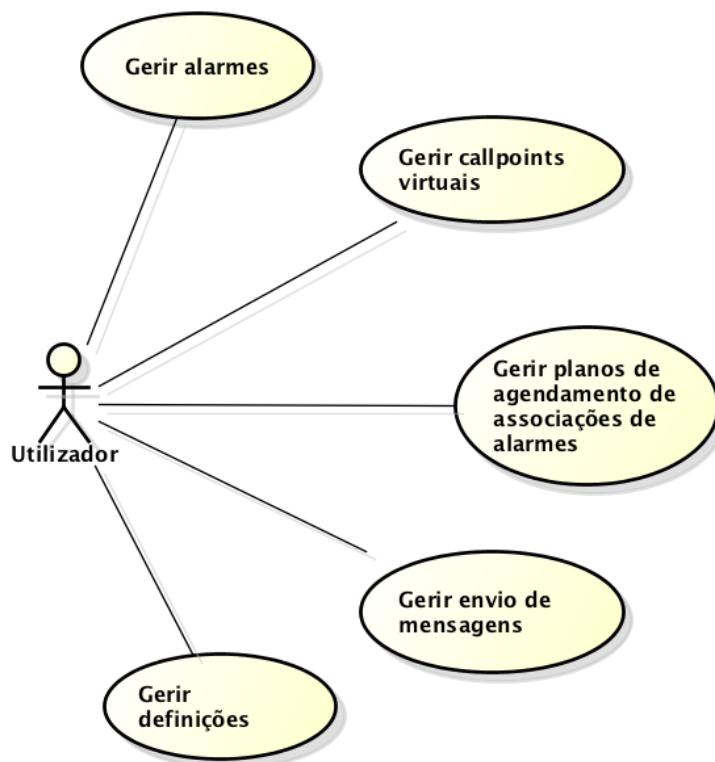


Figura 90 - Diagrama de casos de uso dos módulos do DAC

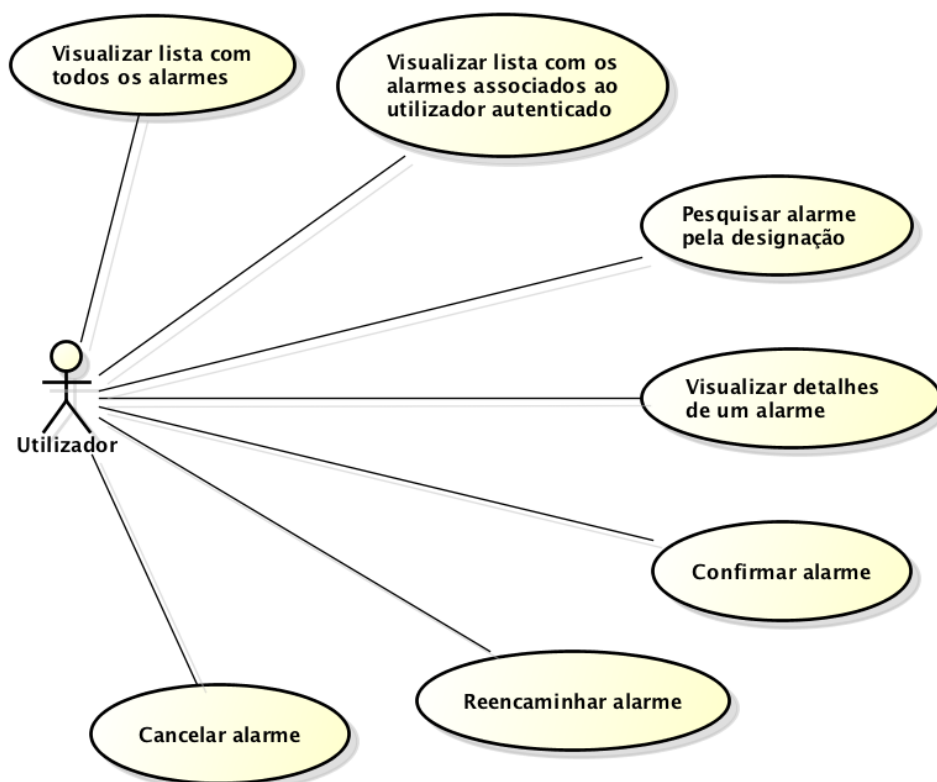


Figura 91 - Diagrama de casos de uso para a funcionalidade de "Gerir alarmes" do DAC



Figura 92 - Diagrama de casos de uso para a funcionalidade “Gerir callpoints virtuais” do DAC

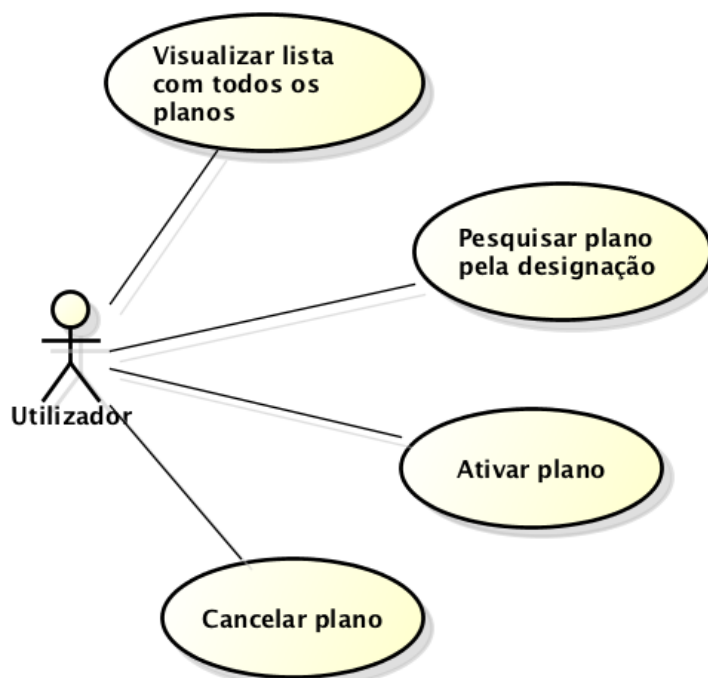


Figura 93 - Diagrama de casos de uso para a funcionalidade “Gerir planos de agendamento de associações de alarmes a utilizadores” do DAC

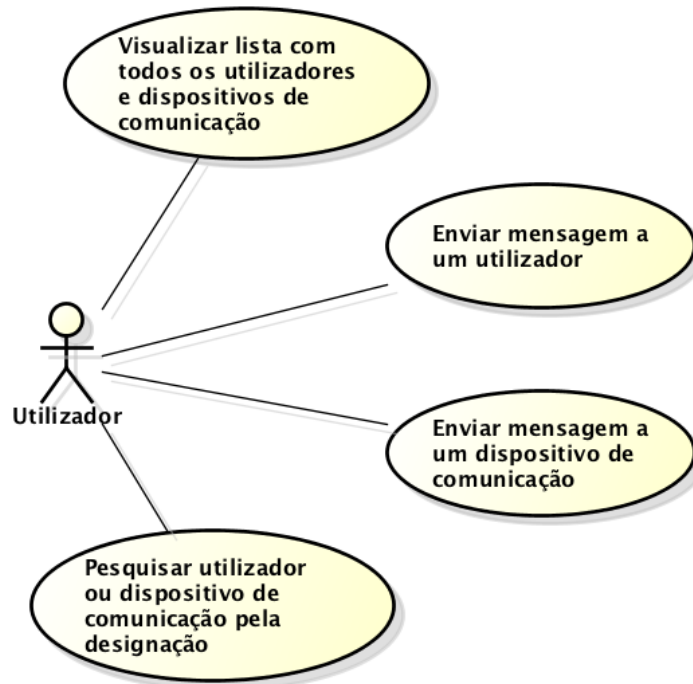


Figura 94 - Diagrama de casos de uso para a funcionalidade “Gerir envio de mensagens” do DAC

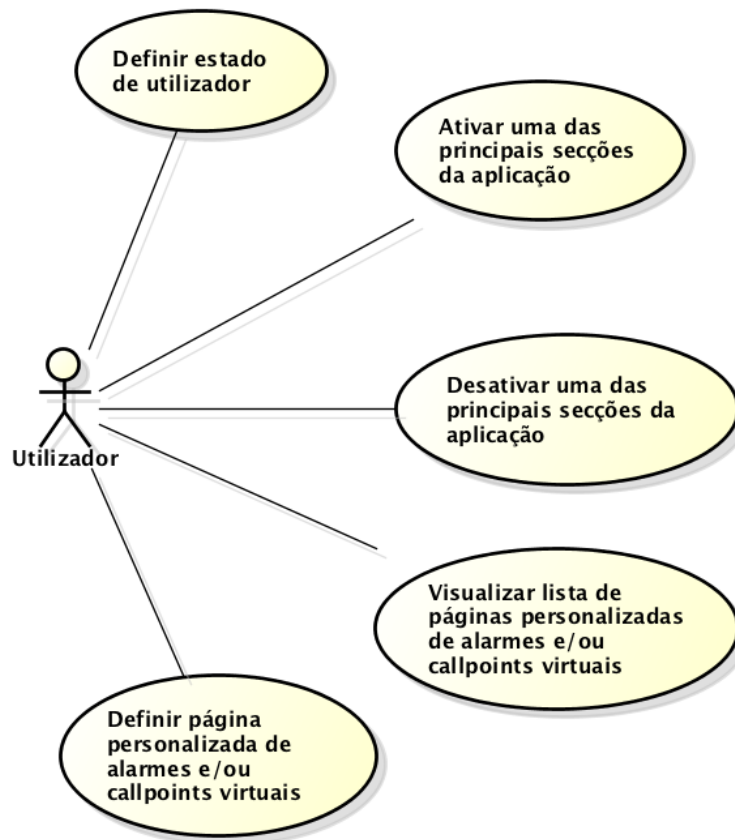
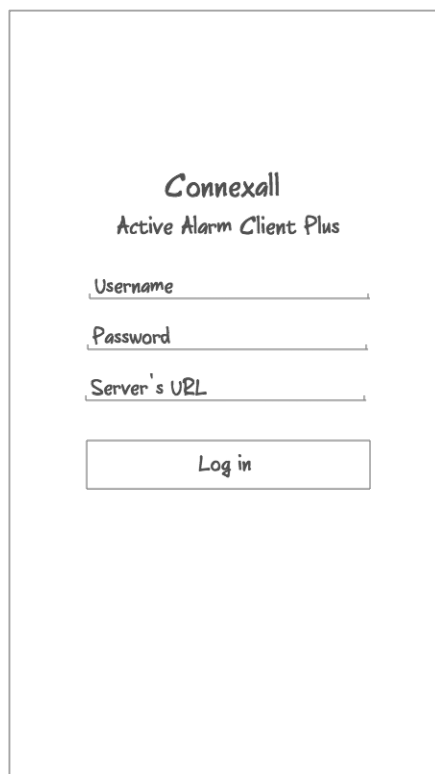


Figura 95 - Diagrama de casos de uso para a funcionalidade de “Gerir definições” do DAC

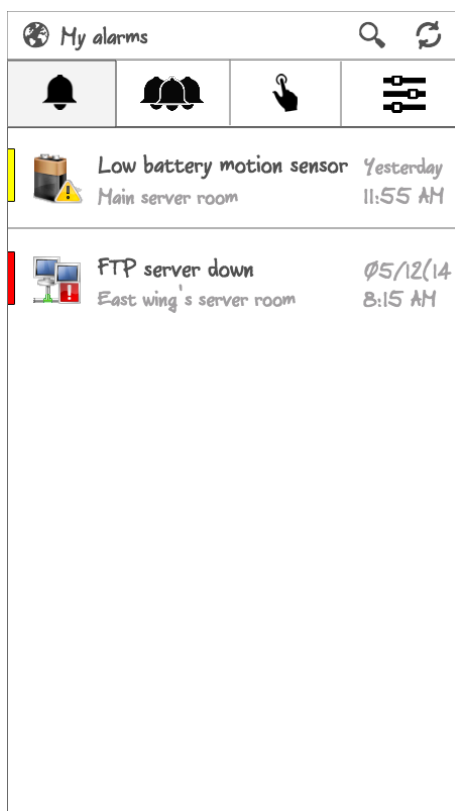
## Anexo C – Protótipo do AAC Plus



The image shows a login screen for the Connexall Active Alarm Client Plus. It features the following elements:

- Header: **Connexall**  
Active Alarm Client Plus
- Input fields: Username, Password, and Server's URL.
- Button: Log in

Figura 96 - Ecrã de início de sessão no AAC Plus



The image shows the "My alarms" screen in the AAC Plus application. It features a header with a globe icon, the text "My alarms", a search icon, and a refresh icon. Below the header is a navigation bar with four icons: a single bell, two bells, a hand cursor, and a settings gear. The main content area displays two alarm entries:



Alarm Icon	Alarm Description	Location	Time
	Low battery motion sensor	Main server room	Yesterday 11:55 AM
	FTP server down	East wing's server room	05/12/14 8:15 AM

Figura 97 - Ecrã de “Os meus alarmes” no AAC Plus

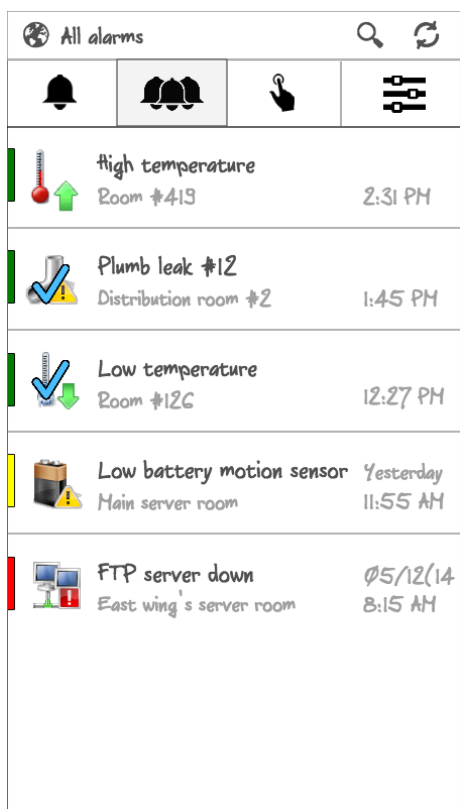


Figura 98 - Ecrã de “Todos os alarmes” no AAC Plus

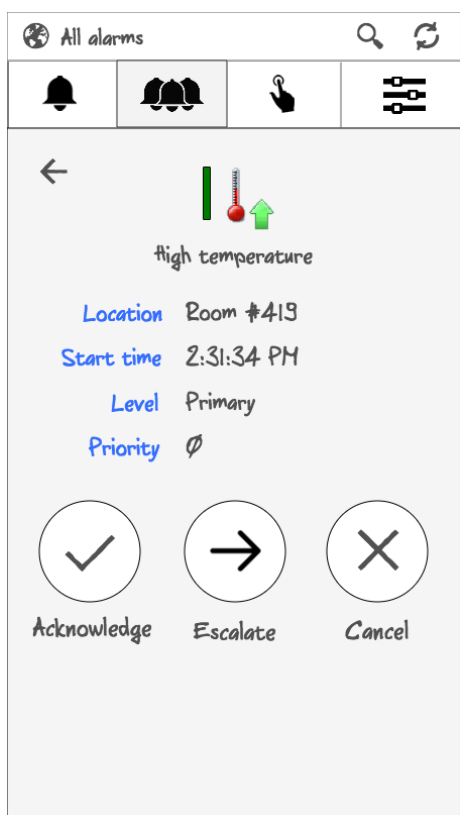


Figura 99 - Ecrã de detalhes de um alarme no AAC Plus

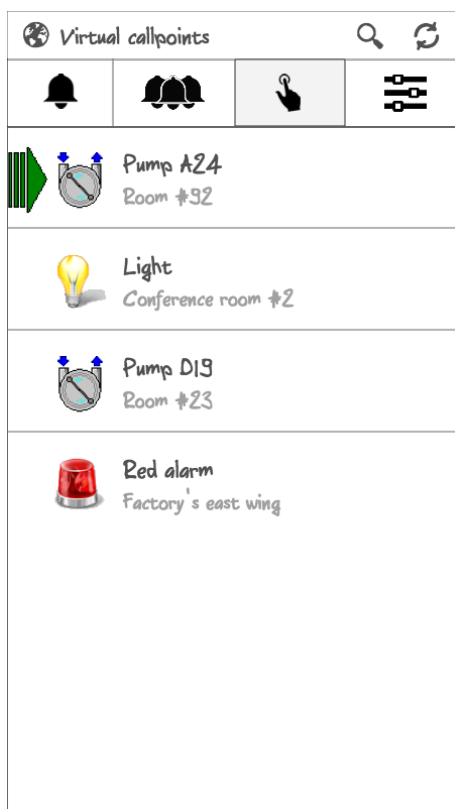


Figura 100 - Ecrã de “Callpoints virtuais” no AAC Plus

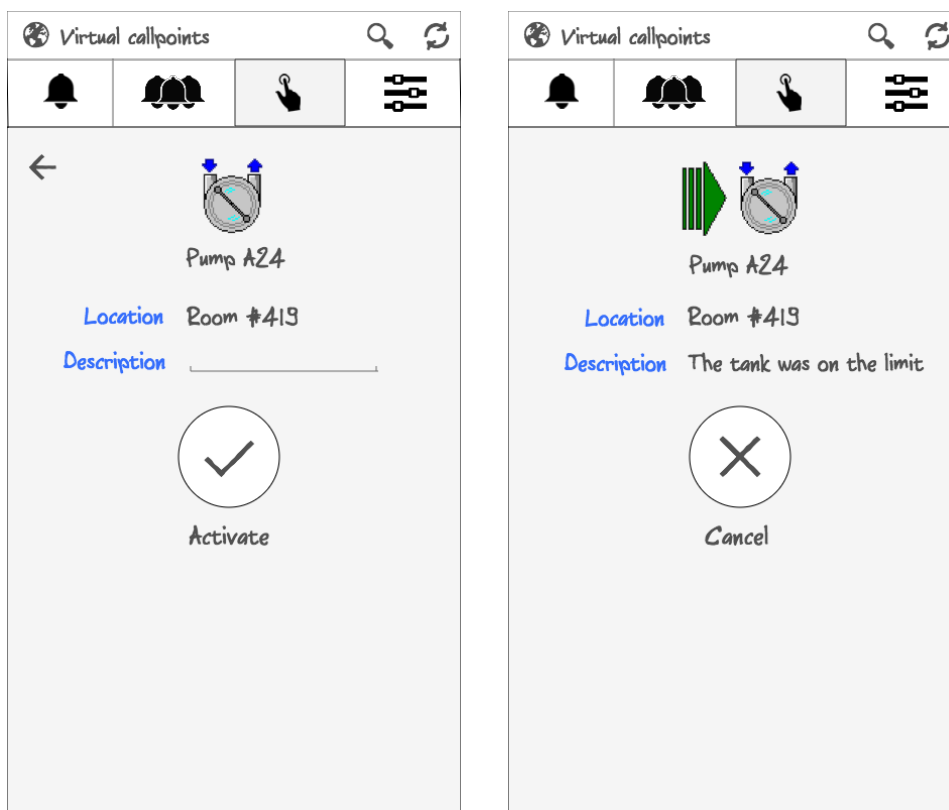


Figura 101 - Ecrãs de detalhes de um *callpoint* virtual (ativar e cancelar) no AAC Plus

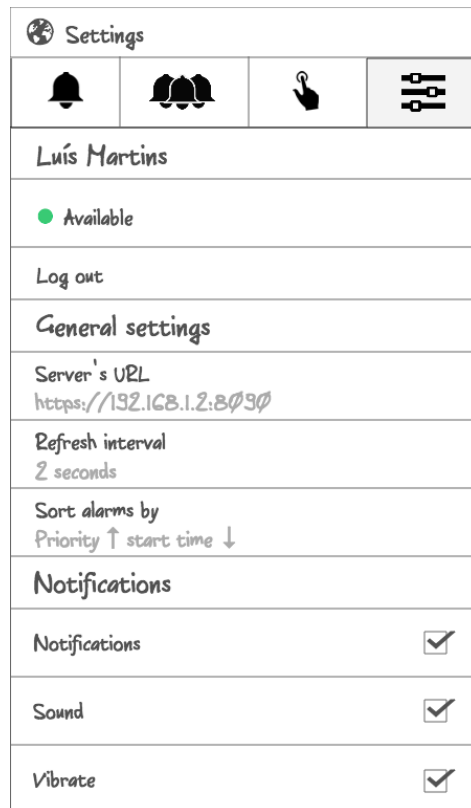


Figura 102 - Ecrã de definições no AAC Plus

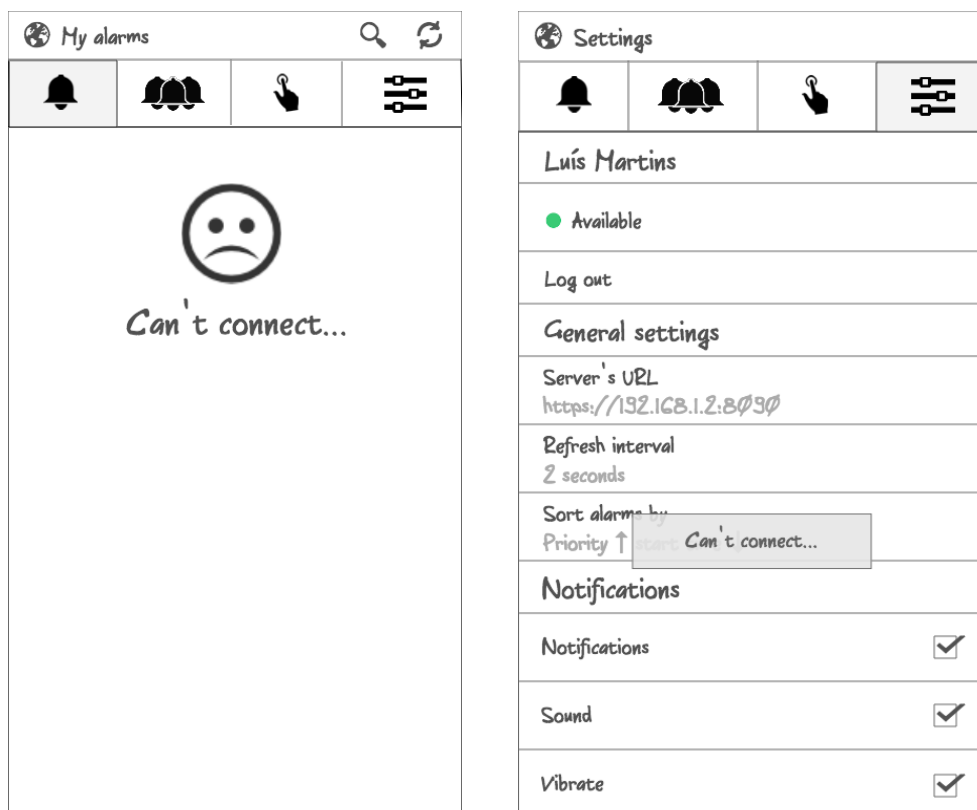
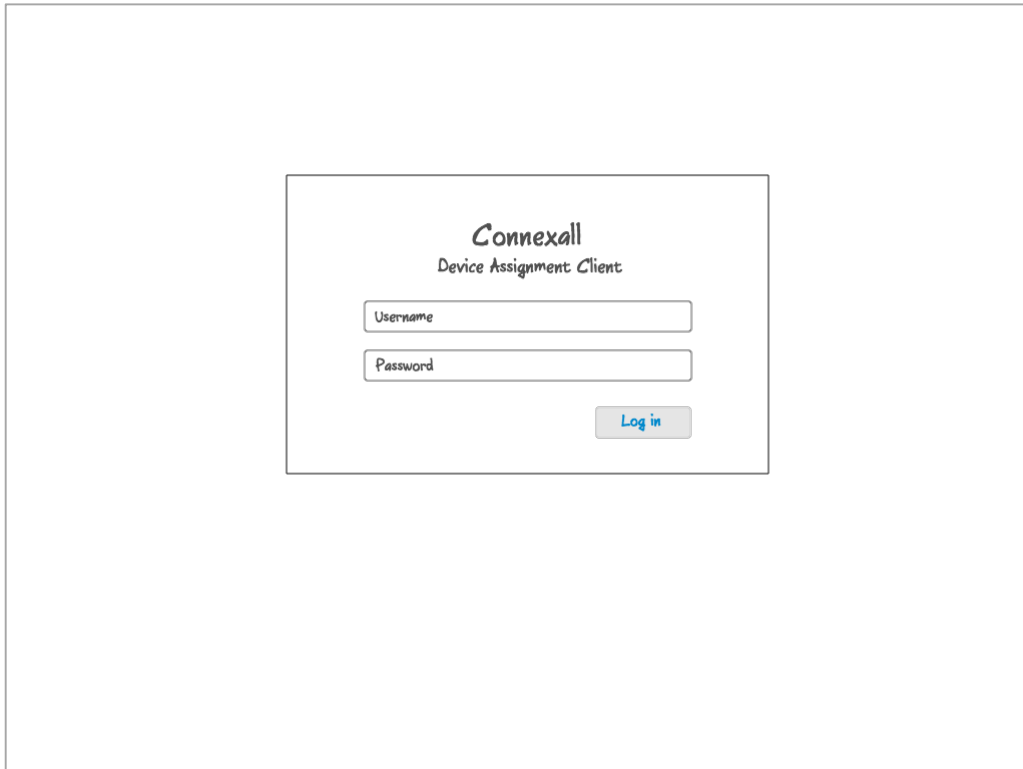


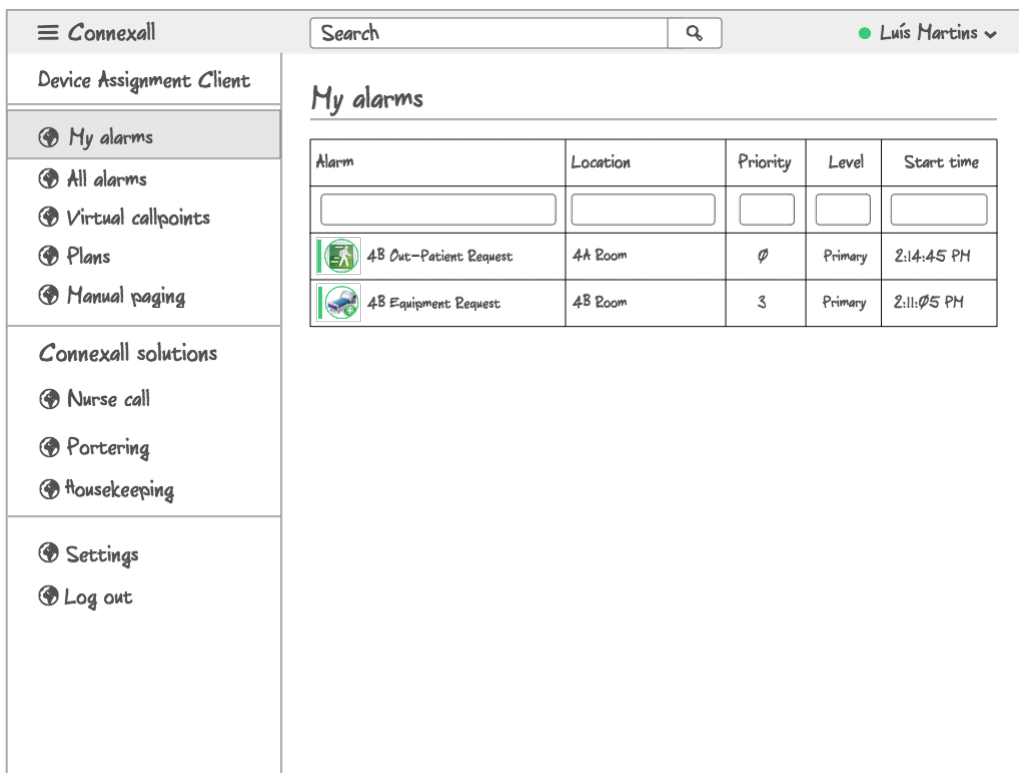
Figura 103 - Exemplos de mensagens em caso de falha de comunicação do AAC Plus com os servidores

## Anexo D – Protótipo do DAC



The image shows a login screen for the Connexall Device Assignment Client. It features a central box with the title "Connexall Device Assignment Client". Below the title are two input fields: "Username" and "Password". A "Log in" button is positioned below the password field.

Figura 104 - Ecrã de início de sessão no DAC



The image shows the dashboard for "My alarms" in the Connexall Device Assignment Client. The dashboard includes a search bar, a user profile for "Luís Martins", and a sidebar with navigation options. The main content area displays a table of alarms.



Alarm	Location	Priority	Level	Start time
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
 4B Out-Patient Request	4A Room	0	Primary	2:14:45 PM
 4B Equipment Request	4B Room	3	Primary	2:11:05 PM

Figura 105 - Ecrã de “Os meus alarmes” no DAC

Connexall Search Luís Martins

### My alarms

Alarm	Location	Priority	Level	Start time
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
4B Out-Patient Request	4A Room	0	Primary	2:14:45 PM
4B Equipment Request	4B Room	3	Primary	2:11:05 PM

Figura 106 - Ecrã de “Os meus alarmes” com o menu lateral oculto no DAC

Connexall Search Luís Martins

Device Assignment Client

- My alarms
- All alarms
- Virtual callpoints
- Plans
- Manual paging

Connexall solutions

- Nurse call
- Portering
- Housekeeping

- Settings
- Log out

### All alarms

Alarm	Location	Priority	Level	Start time
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
4B Out-Patient Request	4A Room	0	Primary	2:14:45 PM
4B Equipment Request	4B Room	3	Primary	2:11:05 PM
4A Patient Request	4A Porter Services	4	Secondary	2:11:03 PM
4A Specimen Request	4A Porter Services	7	Backup	2:10:18 PM
4A Equipment Request	4A Porter Services	9	Primary	2:04:02 PM

Figura 107 - Ecrã de “Todos os alarmes” no DAC

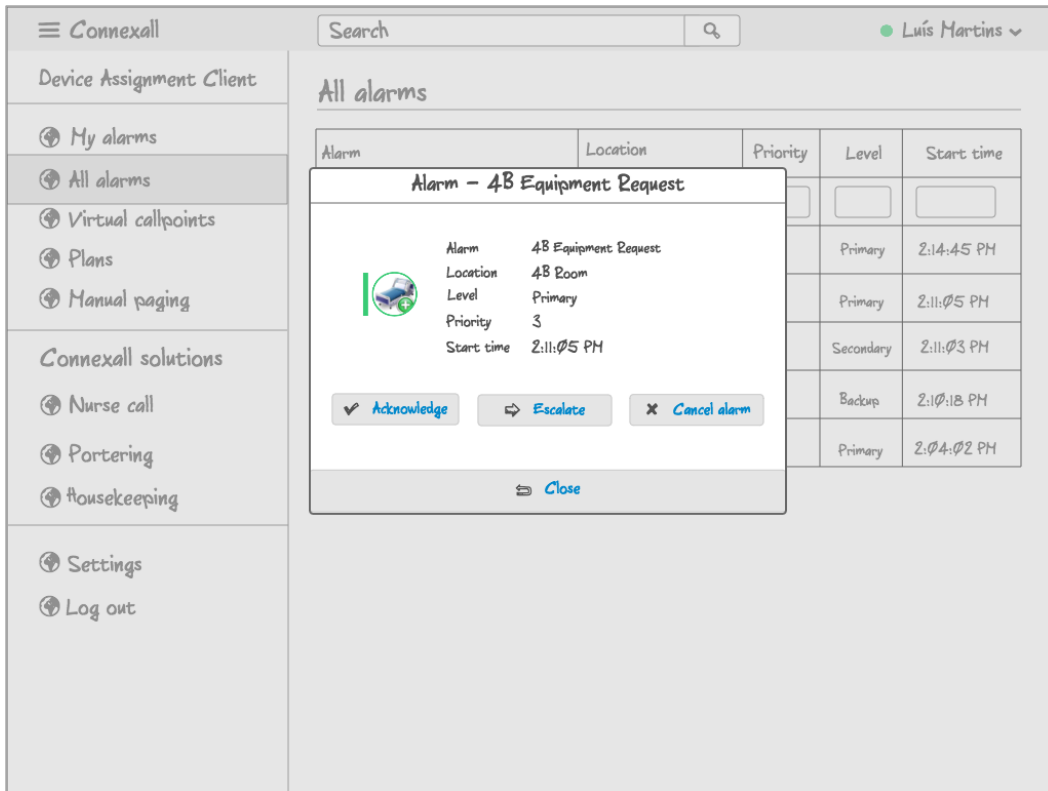


Figura 108 - Ecrã de detalhes de um alarme no DAC

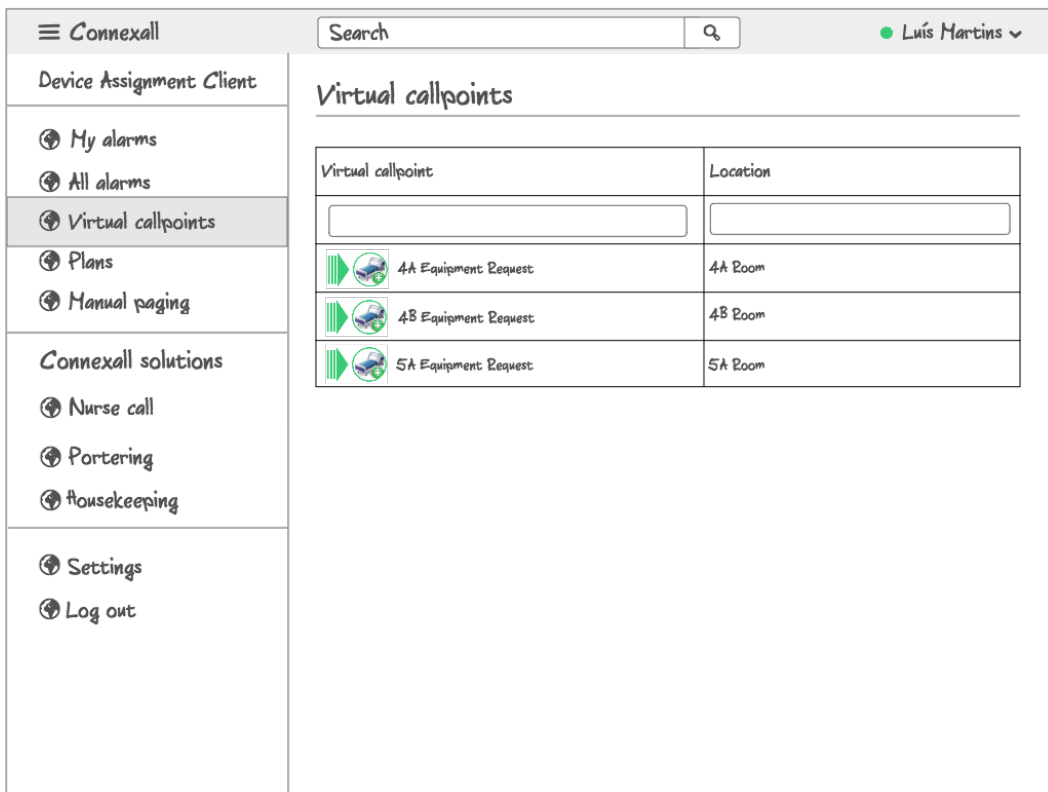


Figura 109 - Ecrã de “Callpoints virtuais” no DAC

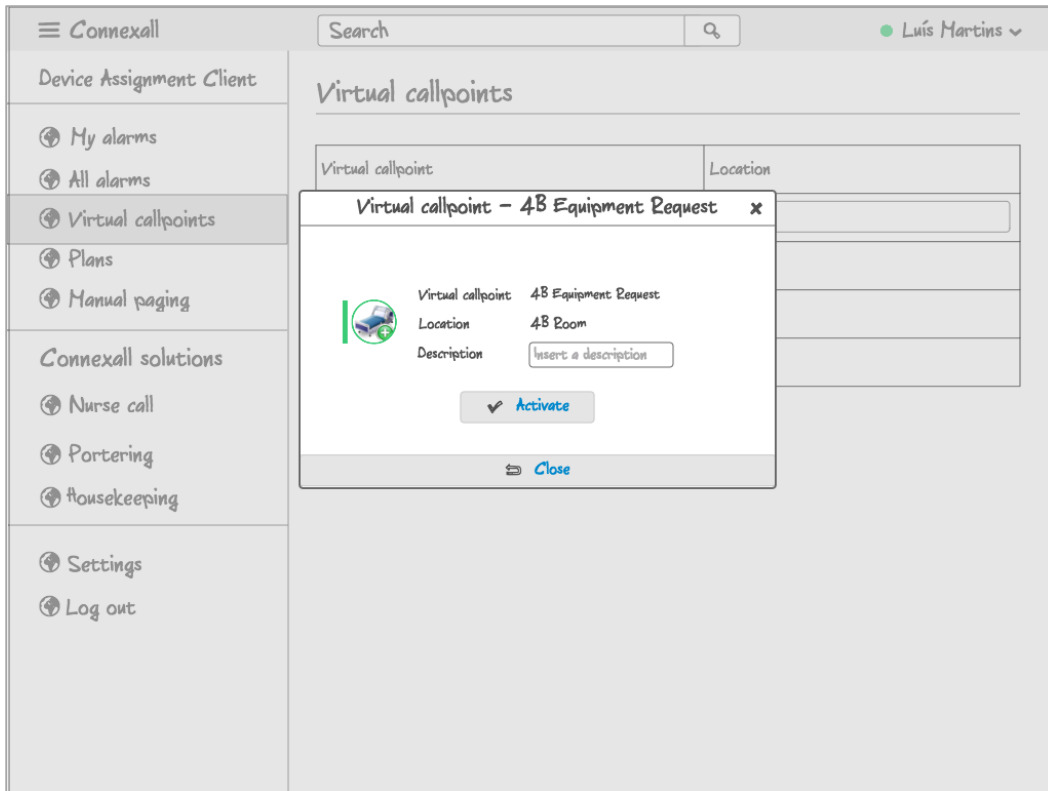


Figura 110 - Ecrã de detalhes de um *callpoint* virtual no DAC

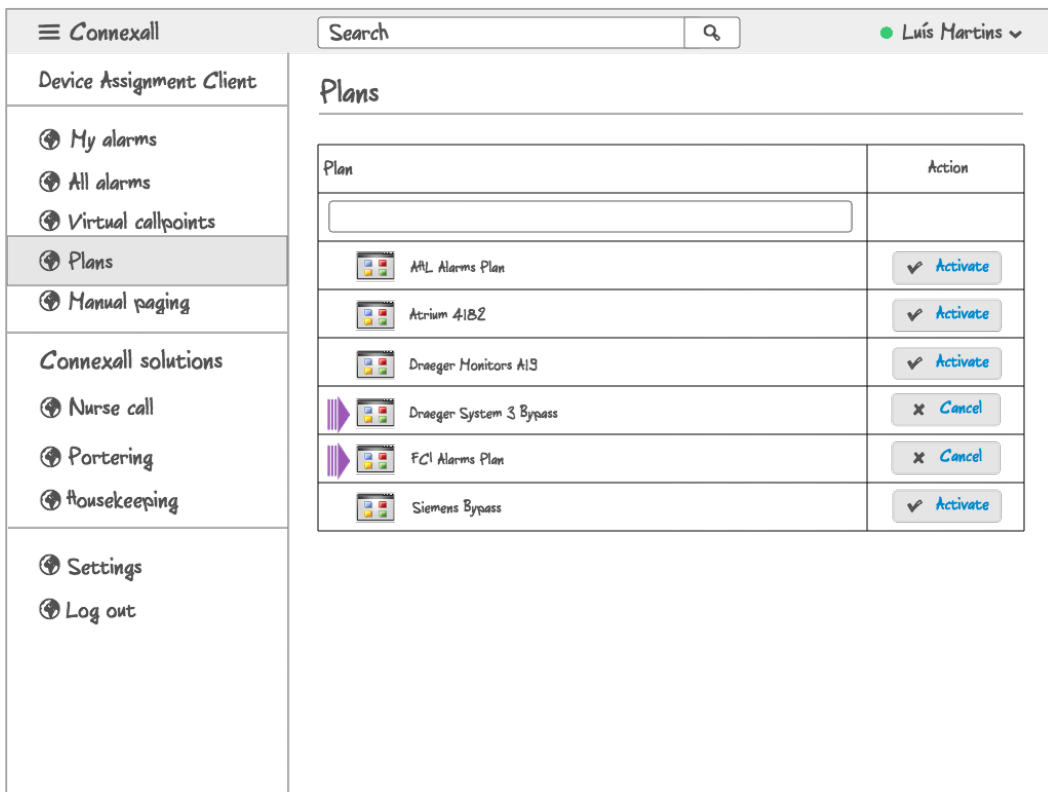


Figura 111 - Ecrã de “Planos” no DAC

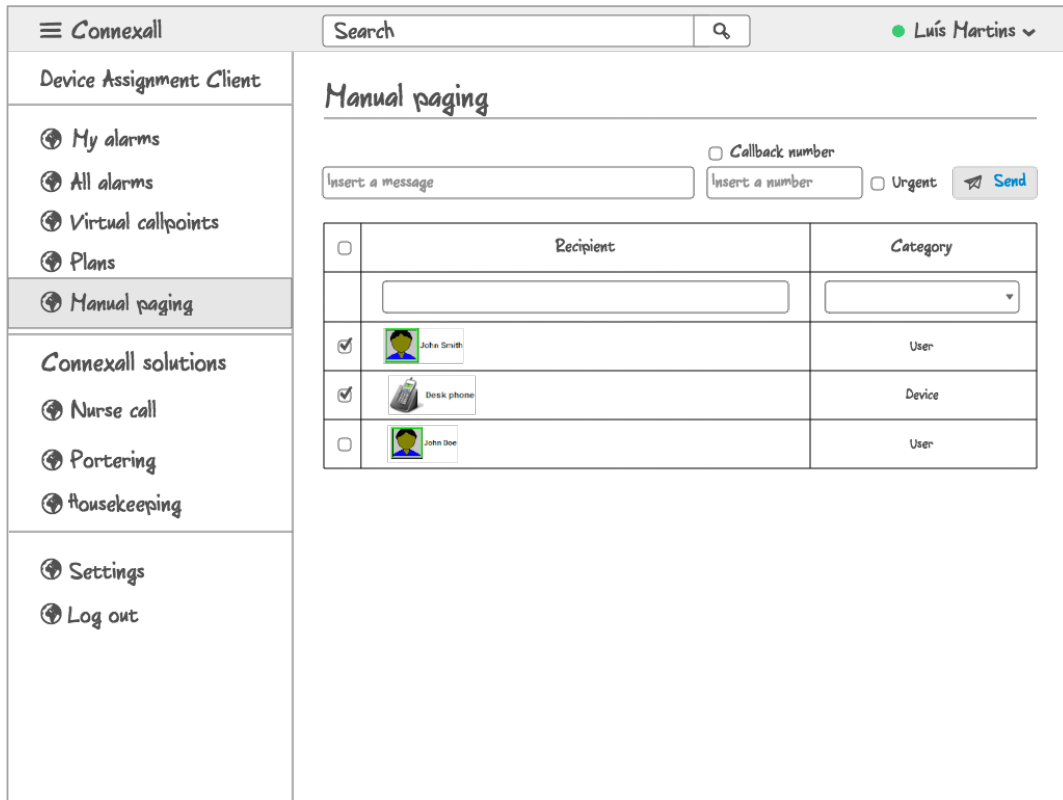


Figura 112 - Ecrã de “Envio de mensagens” no DAC

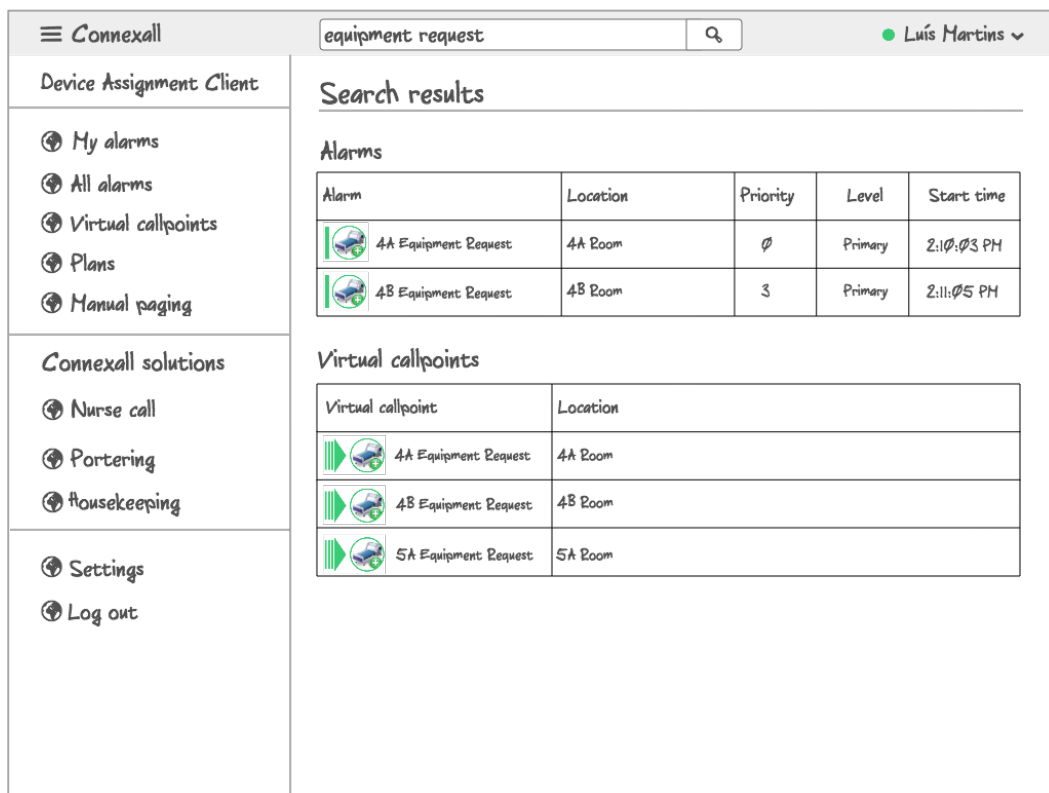


Figura 113 - Ecrã referente aos resultados de pesquisa no DAC

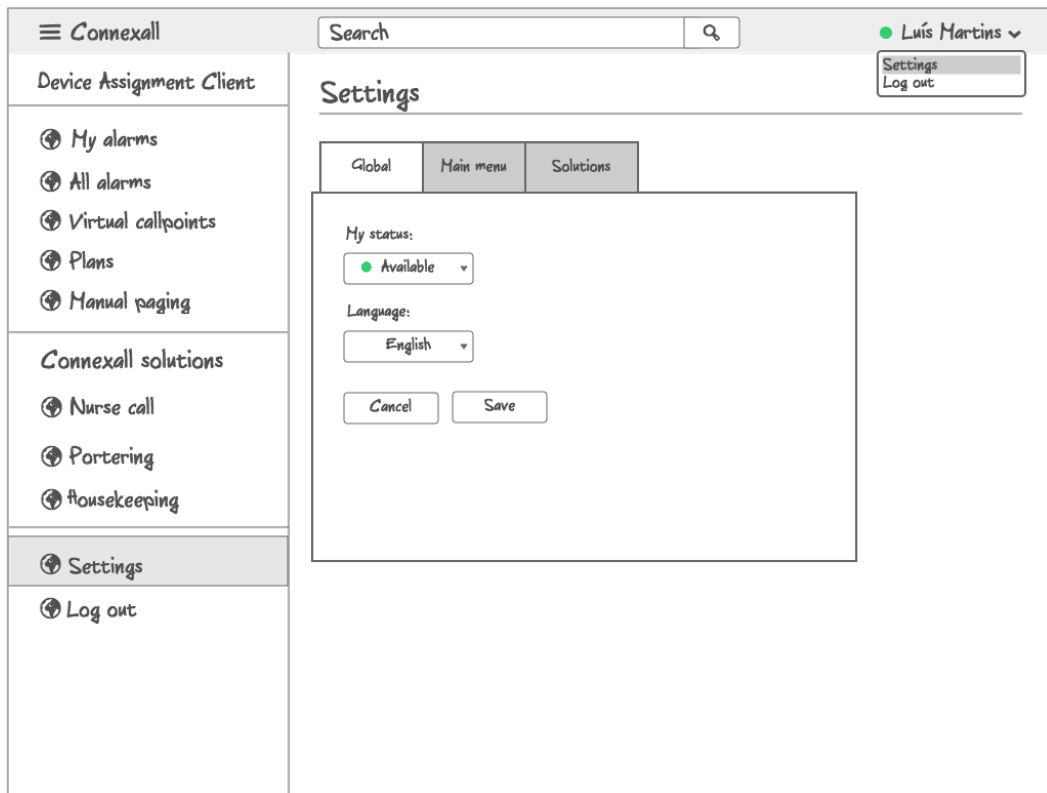


Figura 114 - Ecrã de definições no tabulador “Global” no DAC

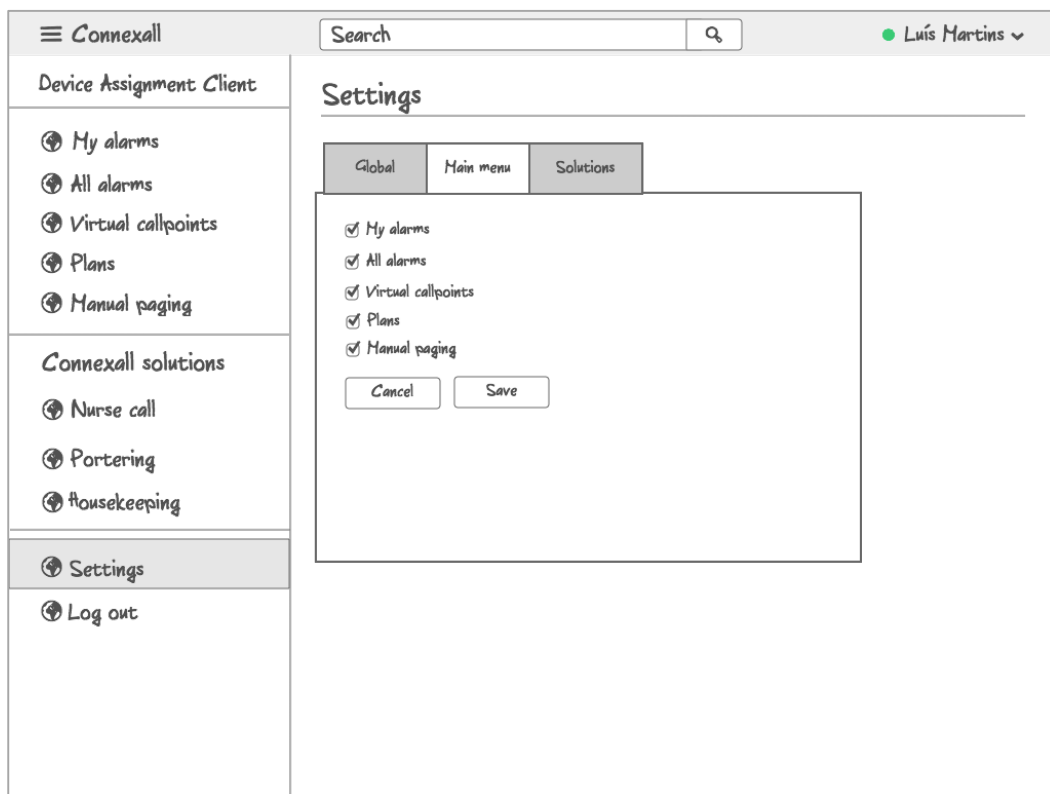


Figura 115 - Ecrã de definições no tabulador “Menu principal” no DAC

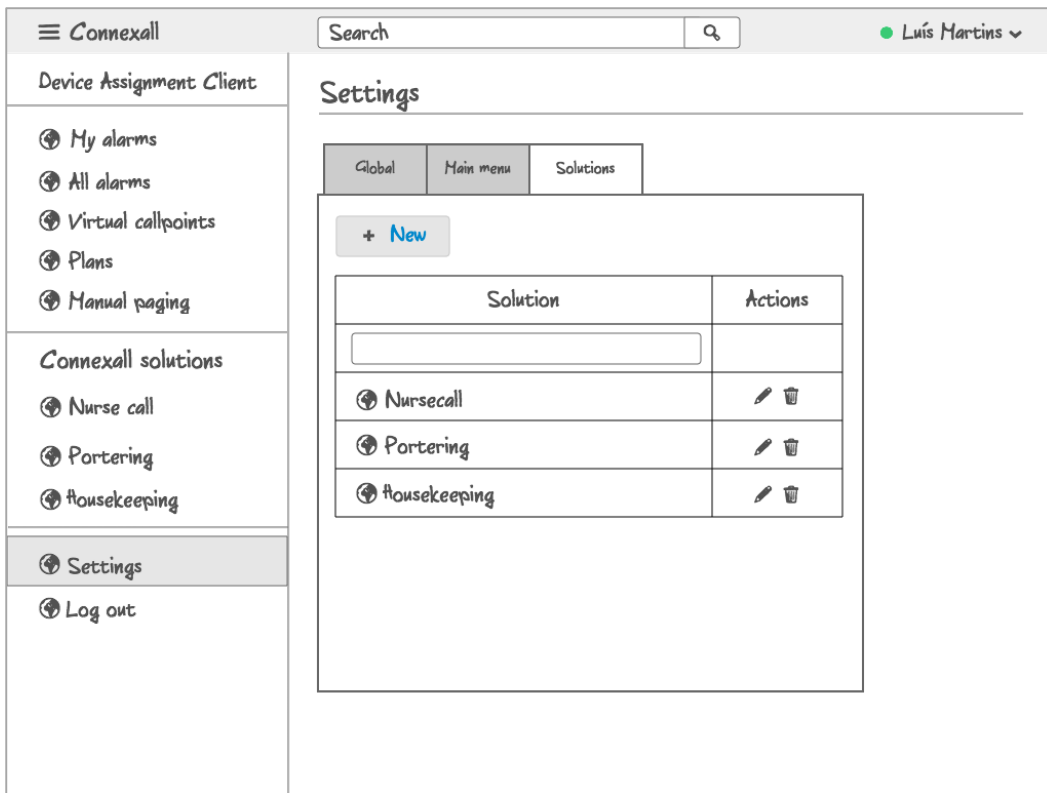


Figura 116 - Ecrã de definições no tabulador “Soluções Connexall” no DAC

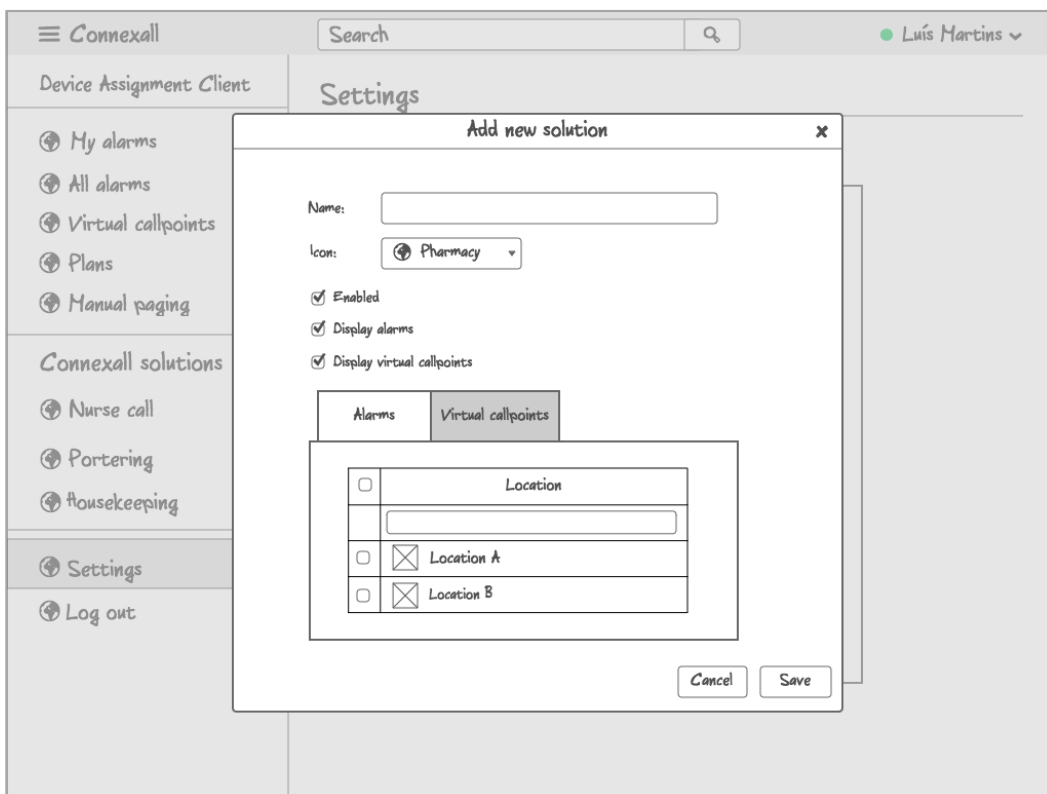


Figura 117 - Ecrã relativo ao formulário para adicionar uma nova solução Connexall no DAC

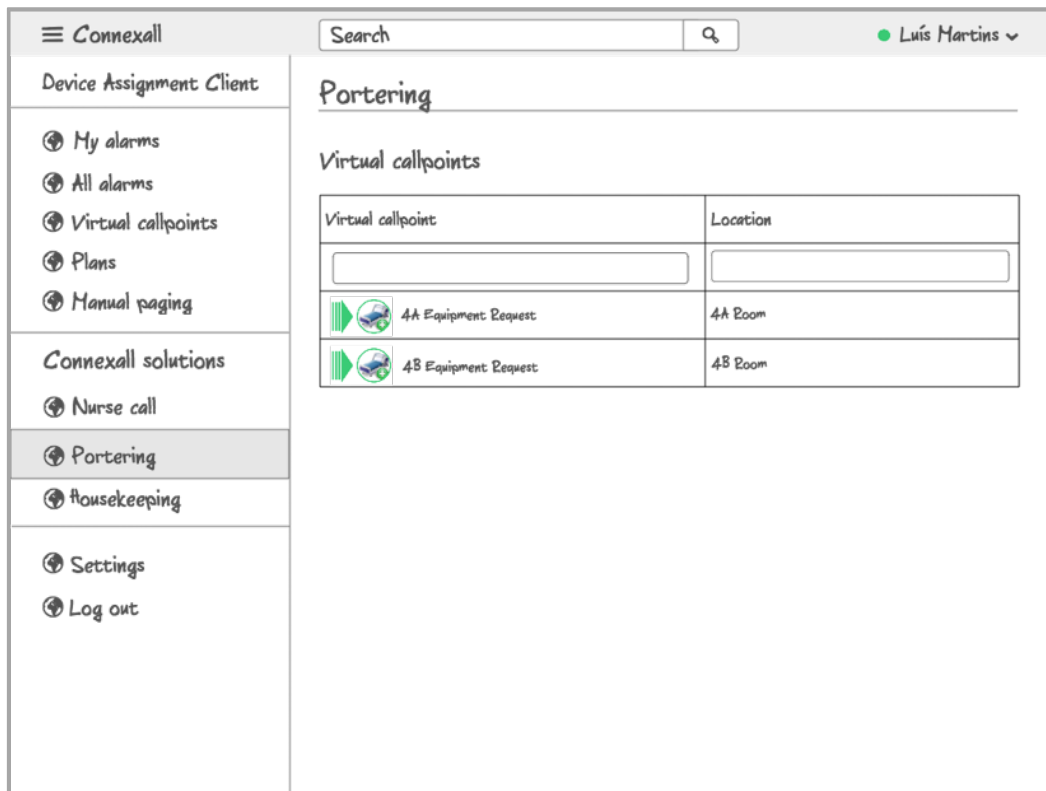


Figura 118 - Ecrã de exemplo de uma solução *Connexall* com o filtro de *callpoints* virtuais no DAC

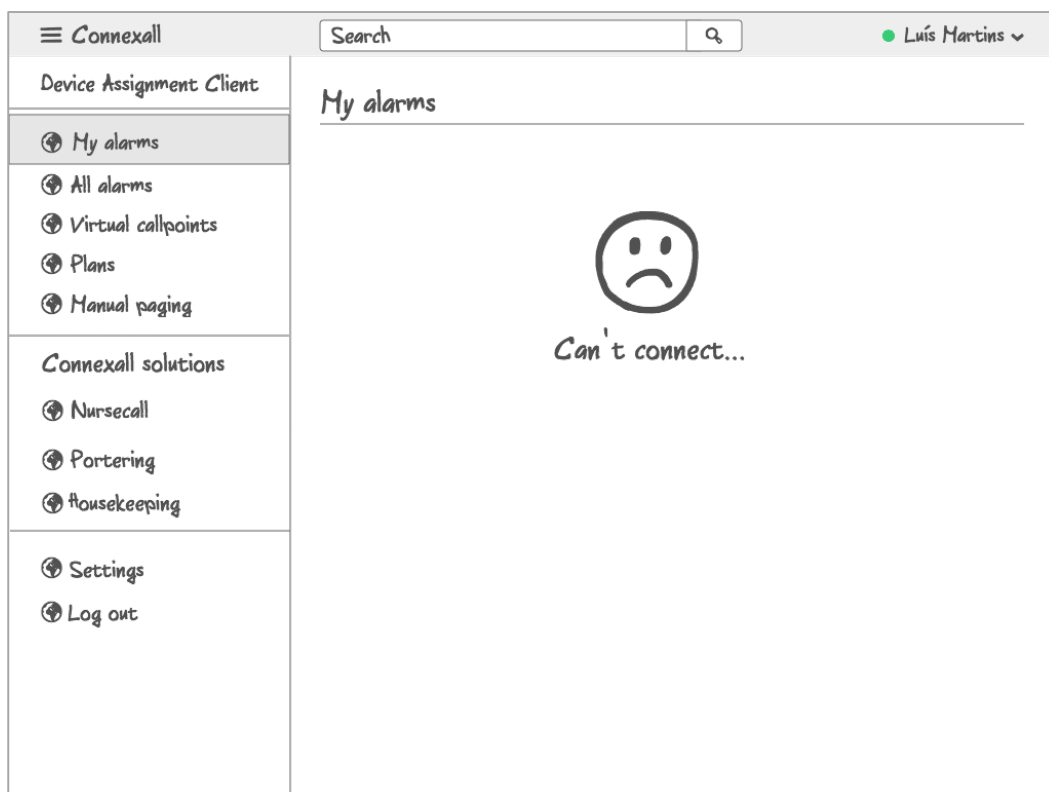


Figura 119 - Exemplo de uma mensagem na secção de “Os meus alarmes”, em caso de falha de comunicação do DAC com os servidores

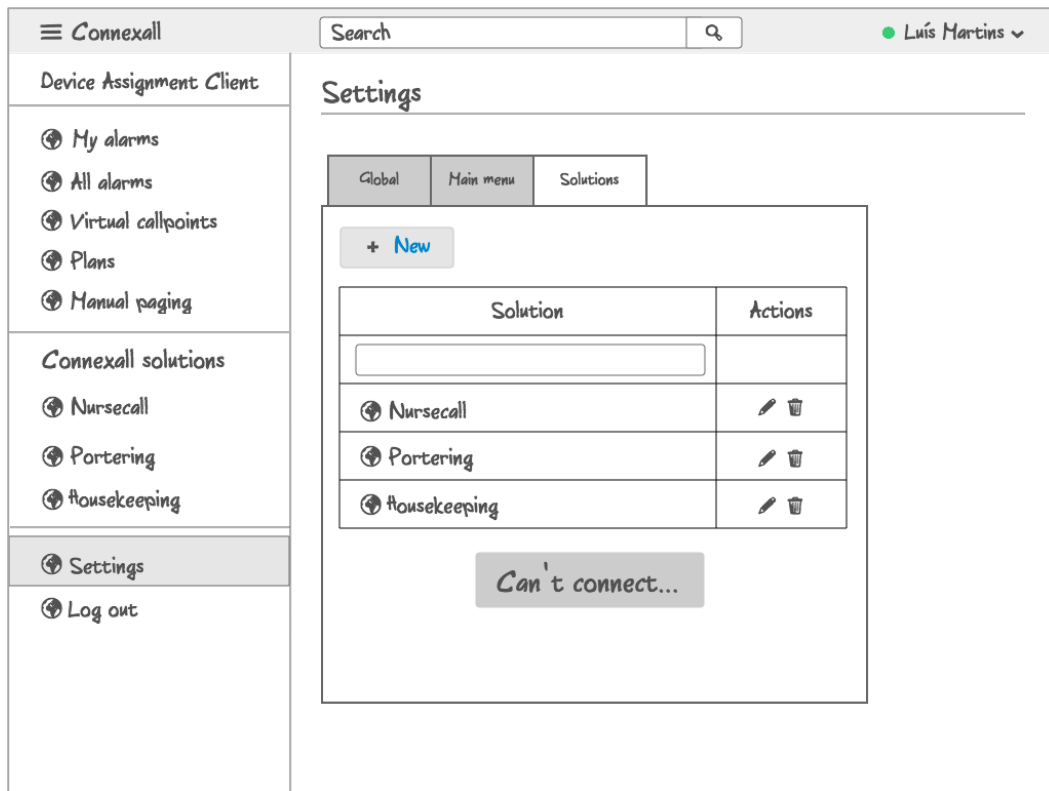


Figura 120 - Exemplo de uma mensagem na secção de definições, em caso de falha de comunicação do DAC com os servidores

## Anexo E – Inquérito de avaliação do AAC Plus

# AAC Plus

\* Required

1 - Qual a sua versão de Android? \*

2 - Como avalia o design da interface de utilizador do AAC Plus? \*

Muito mau      Mau      Médio      Bom      Muito bom

3 - Como avalia a facilidade de utilização do AAC Plus? \*

Muito mau      Mau      Médio      Bom      Muito bom

4 - Como avalia a rapidez e fluidez da interface de utilizador do AAC Plus? \*

Muito mau      Mau      Médio      Bom      Muito bom

5 - O AAC Plus possibilitou receber e visualizar os seus alarmes somente quando se encontrava no estado "Disponível". \*

Discordo totalmente      Discordo parcialmente      Indiferente      Concordo parcialmente      Concordo totalmente

6 - O AAC Plus permitiu receber notificações no centro de notificações do Android de novos alarmes que lhe estejam associados (caso estivesse no estado "Disponível"). \*

Discordo totalmente      Discordo parcialmente      Indiferente      Concordo parcialmente      Concordo totalmente

**7 - O AAC Plus possibilitou executar uma das seguintes ações num determinado alarme quando disponíveis: confirmar, reencaminhar ou cancelar. \***

Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Indiferente	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**8 - O AAC Plus permitiu ativar ou cancelar um determinado callpoint virtual \***

Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Indiferente	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**9 - O AAC Plus possibilitou pesquisar um determinado alarme ou callpoint virtual. \***

Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Indiferente	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**10 - Considera que as definições do AAC Plus estão bem organizadas? \***

Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Indiferente	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**11 - Como avalia o design da interface de utilizador do AAC para desktop (aplicação já existente do Connexall)? \***

Muito mau	Mau	Médio	Bom	Muito bom
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**12 - Como avalia o design da interface de utilizador do VCC para desktop (aplicação já existente do Connexall)? \***

Muito mau	Mau	Médio	Bom	Muito bom
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**13 - Como avalia a facilidade de utilização do AAC para desktop (aplicação já existente do Connexall)? \***

Muito mau	Mau	Médio	Bom	Muito bom
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**14 - Como avalia a facilidade de utilização do VCC para desktop (aplicação já existente do Connexall)? \***

Muito mau	Mau	Médio	Bom	Muito bom
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**15 - Como avalia a rapidez e fluidez da interface de utilizador do AAC para desktop (aplicação já existente do Connexall)? \***

Muito mau	Mau	Médio	Bom	Muito bom
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**16 - Como avalia a rapidez e fluidez da interface de utilizador do VCC para desktop (aplicação já existente do Connexall)? \***

Muito mau	Mau	Médio	Bom	Muito bom
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**17 - Comentários/Sugestões**

Potenciais funcionalidades a desenvolver e/ou possíveis falhas encontradas durante a utilização do AAC Plus

**Submit**

*Never submit passwords through Google Forms.*

## Anexo F – Inquérito de avaliação do DAC

# DAC

\* Required

1 - Qual foi o web-browser que utilizou? \*

2 - Como avalia o design da interface de utilizador do DAC? \*

Muito mau	Mau	Médio	Bom	Muito bom
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3 - Como avalia a facilidade de utilização do DAC? \*

Muito mau	Mau	Médio	Bom	Muito bom
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4 - Como avalia a rapidez e fluidez da interface de utilizador do DAC? \*

Muito mau	Mau	Médio	Bom	Muito bom
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5 - O DAC possibilitou receber e visualizar os seus alarmes somente quando se encontrava no estado "Disponível". \*

Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Indiferente	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6 - O DAC permitiu executar uma das seguintes ações num determinado alarme quando disponíveis: confirmar, reencaminhar ou cancelar. \*

Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Indiferente	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**7 - O DAC possibilitou ativar ou cancelar um determinado callpoint virtual \***

Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Indiferente	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**8 - O DAC permitiu ativar ou cancelar um certo plano. \***

Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Indiferente	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**9 - O DAC possibilitou enviar uma mensagem para 1 ou mais utilizadores e/ou dispositivos de comunicação? \***

Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Indiferente	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**10 - O DAC permitiu pesquisar um determinado alarme, callpoint virtual, plano, utilizador ou dispositivo de comunicação. \***

Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Indiferente	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**11 - No DAC, como avalia a funcionalidade de "Soluções Connexall", como forma de criar páginas personalizadas de alarmes e/ou callpoints virtuais? \***

Muito mau	Mau	Médio	Bom	Muito bom
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**12 - No DAC, concorda que as "Soluções Connexall" permitem organizar os alarmes e callpoints virtuais, de acordo com determinados contextos de utilização? \***

Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Indiferente	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**13 - Considera que as definições do DAC estão bem organizadas? \***

Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Indiferente	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**14 - Como avalia o design da interface de utilizador do DAC para desktop (aplicação já existente do Connexall) nas funcionalidades que são comuns ao DAC? \***

Muito mau	Mau	Médio	Bom	Muito bom
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**15 - Como avalia a facilidade de utilização do DAC para desktop (aplicação já existente do Connexall) nas funcionalidades que são comuns ao DAC? \***

Muito mau	Mau	Médio	Bom	Muito bom
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**16 - Como avalia a rapidez e fluidez da interface de utilizador do DAC para desktop (aplicação já existente do Connexall) nas funcionalidades que são comuns ao DAC? \***

Muito mau	Mau	Médio	Bom	Muito bom
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**17 - Comentários/Sugestões**

Potenciais funcionalidades a desenvolver e/ou possíveis falhas encontradas durante a utilização do DAC

**Submit**

*Never submit passwords through Google Forms.*