



INSTITUTO POLITÉCNICO DE LISBOA



Instituto Superior de Engenharia de Lisboa

Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa

Aplicação da Casa da Qualidade no Desenvolvimento e Aperfeiçoamento de Dispositivos de Monitorização de Glicose em Jovens Adultos com Diabetes tipo 1

Patrícia Alexandra Andrade Dias

(Licenciada em Enfermagem, ESEL)

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de
Mestre em Engenharia Biomédica

Orientadores

Professora Doutora Isabel Maria da Silva João (ISEL)

Professor Doutor João Carlos da Cruz Lourenço (Instituto Superior
Técnico)

Outubro de 2018



INSTITUTO POLITÉCNICO DE LISBOA



Instituto Superior de Engenharia de Lisboa

Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa

Aplicação da Casa da Qualidade no Desenvolvimento e Aperfeiçoamento de Dispositivos de Monitorização de Glicose em Jovens Adultos com Diabetes tipo 1

Patrícia Alexandra Andrade Dias

(Licenciada em Enfermagem, ESEL)

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de
Mestre em Engenharia Biomédica

Orientadores

Professora Doutora Isabel Maria da Silva João (ISEL)

Professor Doutor João Carlos da Cruz Lourenço (Instituto Superior Técnico)

Júri

Presidente: Professor Doutor Manuel Matos (ISEL)

Vogal (Arguente): Professor Doutor Rogério Salema Araújo Puga Leal
(Faculdade Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa)

Vogal (Orientadora): Professora Doutora Isabel Maria da Silva João (ISEL)

Outubro de 2018

AGRADECIMENTOS

A realização de um trabalho final de mestrado é um processo longo, que passa inevitavelmente por várias fases. Desde a euforia de um projeto novo, à inesgotável inspiração e motivação, passando por momentos mais difíceis, de dúvida e incerteza sobre qual o caminho a tomar.

Por todas estas fases e momentos diferentes é meu dever agradecer.

À Professora Isabel João, pela incansável vontade e enorme conhecimento que partilhou comigo; ao professor João Lourenço, pela paciência para me orientar de forma sábia quando eu estava completamente fora da minha zona de conforto e me sentia perdida.

Porque trabalhar e estudar não é fácil, um enorme obrigada aos meus colegas de trabalho, nomeadamente à Elisabete Carvalho e à Sara Pereira, pela paciência, pela disponibilidade, pela partilha de opiniões e pela motivação extra, quando a minha fraquejava.

A todos os voluntários que participaram nas entrevistas, desde de pessoas com diabetes, profissionais de saúde (muitos deles colegas de profissão, ou da antiga ou da atual) e representantes da indústria, a quem será respeitado o anonimato, mas sem os quais nada disto seria possível! Foi todo esse contributo que alimentou a casa, e permitiu aplicar esta ferramenta a uma área nova, mas onde também é pertinente! Pela disponibilidade, franqueza e partilha de aspetos, por vezes muito pessoais, portanto, acima de tudo, obrigada pela confiança!

À minha querida amiga e parceira nesta aventura de mestres, Margarida Cardoso, pela capacidade de luta que motiva, pela vontade, pela honestidade, pela criatividade que me falta, pela ajuda fantástica ao longo, não só deste trabalho, como de todo o mestrado em que fomos uma equipa; e por ter sempre uma palavra que faz querer continuar e manter o foco no que realmente importa.

Por fim, em jeito de agradecimento, mas também de pedido de desculpas, a minha família. Foram quem mais sofreu, quem mais notou a minha ausência, a quem mais pedi compreensão. À minha mãe e o Luís, meu melhor amigo e namorado, a quem um obrigado nunca será suficiente por toda a paciência e fundamentalmente por acreditarem em mim e acreditarem no sucesso desta missão que agora termina! Obrigada!

RESUMO

Na presente dissertação foi analisada a casa da qualidade como ferramenta de apoio à decisão na priorização de intervenções tendo em vista o desenvolvimento ou aperfeiçoamento de produtos. O objetivo principal deste estudo consistiu em combinar esta ferramenta, que integra a “voz do cliente”, com a análise multicritério para ultrapassar algumas das suas fragilidades, focando a aplicação nos dispositivos de monitorização de glicose. Com a previsão de aumento da prevalência da Diabetes, os custos associados a esta patologia continuarão igualmente a aumentar, tendo implicações quer na vida dos indivíduos e das suas famílias, quer nos Sistemas de Saúde, nos Governos e na Sociedade, como um todo. Assim, sendo a monitorização de glicose uma intervenção fundamental na gestão da diabetes, especialmente na diabetes tipo 1 e em jovens adultos, é fundamental que os dispositivos disponíveis estejam o mais atualizados possível e correspondam às necessidades de quem os utiliza.

A casa da qualidade é uma das ferramentas do *Quality Function Deployment* que permite analisar vários aspetos relacionados com as necessidades dos clientes e com as características técnicas de um produto. Na sua estrutura tradicional, é constituída por seis “divisões”: requisitos do cliente (*WHATs*), matriz de planeamento, características técnicas (*HOWs*), relações *WHATs/HOWs*, correlações técnicas e matriz técnica. No entanto, considera-se que a informação apresentada na casa da qualidade pode ser melhorada substancialmente utilizando a abordagem MACBETH.

Este trabalho consiste assim na comparação, sob o ponto de vista do cliente e técnico, entre dois dispositivos de monitorização de glicose, tendo em vista um potencial melhoramento. A eliminação dos erros metodológicos e uma consequente representação real do sistema de valores do cliente permite tomadas de decisão mais corretas. Assim, partindo de uma tradução mais fidedigna da realidade do cliente, consegue-se aumentar a eficácia do processo e potencialmente reduzir os custos do mesmo.

Palavras – chave: quality function deployment, casa da qualidade, diabetes, monitorização de glicose, MACBETH

ABSTRACT

In this dissertation the house of quality was analyzed as a decision support tool in the prioritization of interventions for the development or improvement of products. The main objective of this study was to combine this tool, which integrates the "voice of the client", with the multicriteria analysis to overcome some of its fragilities, focusing the application in the glucose monitoring devices. With the expected increase in the prevalence of diabetes, the costs associated with this pathology will also continue to increase, with implications both in the lives of individuals and their families, in health systems, in governments and in society as a whole. Thus, since glucose monitoring is a fundamental intervention in the management of diabetes, especially in type 1 diabetes and in young adults, it is essential that the available devices are as current as possible and correspond to the needs of those who use them.

The quality house is one of the tools of Quality Function Deployment that allows you to analyze various aspects related to the needs of customers and the technical characteristics of a product. In its traditional structure, it consists of six "divisions": customer requirements (*WHATs*), planning matrix, technical characteristics (*HOWs*), *WHATs / HOWs* relations, technical correlations and technical matrix. *HOWever*, it is considered that the information presented in the quality house can be substantially improved using the MACBETH approach.

This work therefore consists of comparing, from the point of view of the client and technician, between two glucose monitoring devices, in view of a potential improvement. The elimination of methodological errors and a consequent real representation of the client's value system allows for more accurate decision making. Thus, starting from a more reliable translation of the client's reality, the process can be increased and efficient and potentially reduce the cost of the process.

Key words: *quality function deployment*, house of quality, diabetes, glucose monitoring, MACBETH

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Contextualização do problema.....	1
1.2 Motivação	2
1.3 Objetivos.....	3
1.4 Estrutura do trabalho.....	4
2. DIABETES	6
2.1 Epidemiologia e Diagnóstico.....	6
2.2 Diabetes tipo 1.....	9
2.3 Impacto económico da diabetes e participação.....	10
3. MONITORIZAÇÃO DE GLICOSE	14
3.1 Dispositivos de automonitorização de glicose capilar (AMGC).....	15
3.2 Dispositivos de monitorização flash de glicose (MFG).....	17
3.3 Dispositivos de monitorização contínua de glicose (MCG).....	18
4. <i>QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT</i> (QFD)	26
5. CASA DA QUALIDADE	30
5.1 Constituintes da Casa da Qualidade	32
5.1.1 Requisitos dos clientes (<i>WHATs</i>) – “Voz do Cliente”	32
5.1.2 Importância dos <i>WHATs</i>	36
5.1.3 Matriz de Planeamento.....	39
5.1.4 Características técnicas (<i>HOWs</i>).....	40
5.1.5 Matriz de relações <i>WHATs/HOWs</i>	40
5.1.6 Matriz de correlação técnica (“telhado da casa”).....	41
5.1.7 Matriz técnica.....	42
5.1.8 Análise da Casa da Qualidade	42
5.2 Aplicações da Casa da Qualidade	44
5.3 Benefícios e Limitações da Casa da Qualidade	47
6. PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO	52
6.2 Introdução aos métodos multicritério de apoio à decisão (MMAD).....	52
6.3 Analytic Hierarchy Process (AHP)	58
6.4 MACBETH	63
7. APLICAÇÃO DA CASA DA QUALIDADE NO DESENVOLVIMENTO E APERFEIÇOAMENTO DE DISPOSITIVOS DE MONITORIZAÇÃO DE GLICÉMIA	67
7.1 Identificação dos requisitos dos Clientes (<i>WHATs</i>).....	68
7.2 Metodologia MACBETH na Casa da Qualidade: avaliação dos requisitos dos clientes	71
7.2.1 Ponderação dos requisitos do cliente	75

7.2.2 Benchmarking do cliente	77
7.2.3 Argumentos de venda.....	79
7.2.4 Objetivos estratégicos	81
7.2.5 Desvios observados	83
7.3 Metodologia MACBETH na Casa da Qualidade: avaliação das características técnicas	84
7.3.1 Avaliação competitiva técnica	87
7.3.2 Matriz de relações <i>WHATs/HOWs</i>	90
7.3.3 Matriz de correlações entre <i>HOWs/HOWs</i>	93
7.3.4 Importância das características técnicas	97
7.4 Análise à casa da qualidade	98
8. CONCLUSÕES.....	102
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	108
ANEXOS.....	119
ANEXO A	120
Matrizes de julgamentos e escalas de pontuação dos <i>WHATs</i>	120
ANEXO B	127
Níveis de desempenho dos <i>HOWs</i>	127
ANEXO C	130
Matrizes de julgamentos e escalas de pontuação dos <i>HOWS</i>	130
ANEXO D.....	137
Relações <i>WHATs/HOWs</i>	137
ANEXO E	142
Correlações <i>HOWs/HOWs</i>	142
ANEXO F	144
Questões Orientadoras para entrevistas semiestruturadas	144
ANEXO G.....	148
Modelo de Consentimento Informado	148
ANEXO H.....	150
Principais dispositivos de automonitorização de glicémia disponíveis em Portugal.....	150
ANEXO I	164
Casa da Qualidade aplicada aos dispositivos de monitorização de glicose.....	164

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 – Consumo de Tiras-Teste para determinação de glicémia, no Serviço Nacional de Saúde (2015-2016) (DGS, 2017).....	13
Tabela 3.1 – Principais características dos dispositivos de AMGC.....	16
Tabela 3.2 – Principais dispositivos de monitorização contínua da glicémia (adaptado de Cappon et al., 2017).....	21
Tabela 5.1 – Escalas para determinação da importância dos requisitos dos clientes encontradas na revisão de literatura (adaptado de Iqbal et al. (2014)	38
Tabela 5.2 – Principais áreas de aplicação da Casa da Qualidade (e metodologia QFD)	45
Tabela 6.1 – Organização dos principais métodos multicritério por estratégia analítica utilizada (adaptado de Belton & Stewart, 2002; Diaby, 2014; Dolan, 2010)	54
Tabela 6.2 – Aplicação de MMAD nos equipamentos biomédicos e serviços de saúde (adaptado de Ilev, Kneppo, & Bartak, 2014).....	55
Tabela 6.3 – Escala de importância relativa usada no AHP (Hsiao, 2002)	59
Tabela 6.4 – Áreas de aplicação QFD – AHP (adaptado de Coelho, 2017)	62
Tabela 6.5 – Fases do MACBETH enquanto metodologia de apoio à tomada de decisão (Bana e Costa et al., 2012, p.361).....	65
Tabela 6.6 – Aplicação da metodologia MACBETH nas várias componentes da casa da qualidade	66
Tabela 7.1 – Organização dos contributos dos participantes entrevistados para as fases de construção da casa da qualidade	68
Tabela 7.2 – Identificação dos requisitos dos clientes agrupados em categorias.....	71
Tabela 7.3 – Bases de comparação para cada requisito dos clientes	72
Tabela 7.4 - Descritor de desempenho do requisito “Menos invasivo possível”	72
Tabela 7.5 - Níveis de desempenho para o requisito “Tempo de realização do teste”	72
Tabela 7.6 - Descritor de desempenho do requisito “Simplicidade de realização”	73
Tabela 7.7 - Descritor de desempenho do requisito “Simplicidade de leitura”	73
Tabela 7.8 - Descritor de desempenho do requisito “Certeza dos resultados”	73
Tabela 7.9 - Descritor de desempenho do requisito “Recomendação de um profissional de saúde”	73
Tabela 7.10 - Descritor de desempenho do requisito “Apoio técnico disponível”	74
Tabela 7.11 - Descritor de desempenho do requisito “Confortável”	74
Tabela 7.12 - Descritor de desempenho do requisito “Dimensão adequada do leitor”	74
Tabela 7.13 - Descritor de desempenho do requisito “Dimensão adequada do sensor”	74
Tabela 7.14 - Descritor de desempenho do requisito “Discrção do dispositivo/teste”	74
Tabela 7.15 – Desempenhos das alternativas, nos requisitos dos clientes	75
Tabela 7.16 - Pontuações dos dispositivos A e B nos requisitos dos clientes	79
Tabela 7.17 – Argumentos de venda do dispositivo A	80
Tabela 7.18 - Pontuações dos dispositivos A e B e dos objetivos estratégicos.....	82
Tabela 7.19 - Desvios dos requisitos do cliente	83
Tabela 7.20 - Características técnicas e respetiva base de comparação	85
Tabela 7.21 - Níveis quantitativos definidos para a “Quantidade de amostra de sangue necessária, em µL.....	86
Tabela 7.22 – Desempenho das alternativas, com base nas características técnicas	86
Tabela 7.23 - Pontuações dos dispositivos A e B nos requisitos técnicos	88
Tabela 7.24 – Pontuações dos dispositivos A e B, avaliação competitiva técnica e objetivos técnicos	90
Tabela 7.25 - Conjuntos de correlações positivas,	95
Tabela 7.26 - Conjuntos de correlações negativas, ordenadas.....	95
Tabela 7.27 – Importância técnica e importância técnica relativa para cada <i>HOW</i>	98

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1– Prevalência da Diabetes (considerando HbA1c superior ou igual a 6,5%) em Portugal, em 2015 (25-74 anos), distribuição por sexo e escalão etário. (Sociedade Portuguesa de Diabetologia, 2016)	8
Figura 2.2 – Prevalência da Diabetes e da Hiperglicemia intermédia em Portugal, ano 2015 (Sociedade Portuguesa de Diabetologia, 2016).....	8
Figura 2.3 – Venda de Embalagens de Tiras-Teste de glicémia em Portugal – em volume (Sociedade Portuguesa de Diabetologia, 2016).....	12
Figura 3.1 – Exemplo de dispositivo AMGC e tira-teste OneTouch Verio Flex® (Johnson & Johnson, 2018).....	15
Figura 3.2 – Leitor e sensor do Freestyle Libre (exemplo de aplicação) (Abbott, 2018).....	17
Figura 4.1 – Quatro fases do processo QFD (Tsai et al., 2008, p. 88).....	29
Figura 5.1 – Relação entre as 4 matrizes QFD (adaptado de Yang & El-haik, 2003, p. 176)	30
Figura 5.2 - Representação esquemática da Casa da Qualidade (adaptado de Yang & El-haik, 2003, p. 178)	31
Figura 5.3 – Modelo de Kano (adaptado de Yang & El-haik, 2003, p. 97)	36
Figura 6.1 - Utilização de MMAD nas diferentes fases de desenvolvimento e aquisição de dispositivos biomédicos. (Ivlev et al., 2014)	58
Figura 7.1 – Mapa causal, com identificação dos requisitos dos clientes (cor de laranja)	69
Figura 7.2 – Diagrama de árvore para organização hierárquica dos requisitos dos clientes extraídos do mapa causal.....	70
Figura 7.3 - Matriz de julgamentos de ponderação dos requisitos do cliente (obtida com M-MACBETH).....	76
Figura 7.4 - Pesos obtidos para os requisitos do cliente (em %).....	77
Figura 7.5 - Matriz de julgamentos (esquerda) e escala de valor (direita) do requisito "simplicidade de realização"	78
Figura 7.6 – Matriz de julgamentos para o requisito técnico “quantidade amostra de sangue necessária”	87
Figura 7.7 – Escala de valor obtida para o requisito técnico “quantidade amostra de sangue necessária”	88
Figura 7.8 - Matriz de relações das características técnicas com os requisitos do cliente	92
Figura 7.9 – Matriz inicial <i>HOWs/HOWs</i> , para identificação de conjuntos de correlações positivas e negativas.....	94
Figura 7.10 - Matriz de correlações das características técnicas	96

LISTA DE SIGLAS

ADNI – Antidiabéticos não insulínicos

AGJ - Alteração da Glicemia em Jejum

AHP - *Analytic Hierarchy Process*

AMGC– Automonitorização da glicose capilar

ANP - *Analytic Network Process*

APDP – Associação Protetora dos Diabéticos de Portugal

DGS – Direção-Geral da Saúde

DM – Diabetes *Mellitus*

DMT1 – Diabetes *mellitus* tipo 1

ELETRE - *ELimination and Choice Expressing REality*

FDA - *Food and Drug Administration*

GAIA - *Geometrical Analysis for Interactive Aid*

GC – Glicémia capilar

GOD – Glicose oxidase

HbA1c – Hemoglobina glicada

IDF – Federação Internacional da Diabetes

MACBETH - *Measuring Attractiveness by a Category Based Evaluation Technique*

MAFMA - *Multi-Attribute Failure Mode Analysis*

MCG – Monitorização contínua da glicose

MFG – Monitorização *flash* da glicose

MMAD – Métodos multicritério de apoio à decisão

PROMETHEE - *Preference ranking organization method for enrichment evaluation*

PVP – Preço de venda ao público

QFD – *Quality function deployment*

SiNATS - Sistema Nacional de Avaliação de Tecnologias de Saúde

SNS – Serviço Nacional de Saúde

TDG – Tolerância Diminuída à Glicose

VoC – Voz do Cliente

1. INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização do problema

A diabetes *mellitus* (DM), muitas vezes designada apenas por diabetes, é uma das doenças crônicas que apresenta maior prevalência na idade pediátrica, com 90 a 95% de casos em idades inferiores a 16 anos.

Neste tipo de diabetes as células β (beta) do pâncreas deixam de produzir insulina por serem destruídas, sendo essa destruição originada pelo próprio sistema imunitário do organismo, considerando-se como causas desta situação a predisposição genética e os fatores ambientais. As células beta do pâncreas produzem, assim, pouca ou nenhuma insulina, a hormona que permite que a glicose entre nas células do corpo.

Nos últimos 30 anos a incidência da diabetes tipo 1 especificamente tem aumentado em todo o mundo (Thabit, Hovorka, & Evans, 2012), estimando-se na Europa um aumento anual de incidência de cerca de 3,9% (Santos, Gaspar, Anselmo, Calha, Lopes, & Pina, 2011).

Os jovens adultos com diabetes tipo 1 enfrentam desafios diários, relacionados com a instabilidade em vários níveis, como familiar, social, cultural e económico. Além disso, nesta fase de desenvolvimento, ocorre um período de transição da pediatria para os serviços de adultos, com potenciais consequências para o controlo de diabetes e da qualidade de vida (Andrade, 2014; Serrabulho, Gaspar de Matos, Nabais, & Raposo, 2014).

Viver com diabetes é um processo complexo. A educação terapêutica nesta patologia é projetada para ajudar os jovens adultos e suas famílias a melhorar a sua compreensão sobre o tratamento e promover a autonomia e autogestão do regime terapêutico. Com efeito, esta autogestão refere-se à alimentação adequada, atividade física, insulino-terapia e monitorização de glicémia várias vezes ao dia.

À medida que os jovens se sentirem motivados para otimizarem a compensação da diabetes é importante ter a certeza que o foco e os objetivos educacionais são apropriados para a fase da vida em que está, pois se tiverem objetivos e expectativas realistas e atingíveis isso reforçará os sentimentos de autoconfiança e autoeficácia e facilitará a manutenção da autogestão e autocontrolo (Andrade, 2014).

De acordo com Hanna (2012), para os jovens adultos com diabetes tipo 1, o principal risco de saúde está relacionado com o controlo glicémico, que tende a piorar nos primeiros anos de emergência da idade adulta. O bom controlo, como referido anteriormente, é essencial para prevenir as complicações agudas e tardias da diabetes.

A monitorização da glicose é essencial para fornecer informação que permita controlar a doença e ajustar o tratamento das pessoas com diabetes *mellitus* tipo 1 (DMT1), contribuindo desta forma para a redução do risco de complicações agudas e crónicas da diabetes (Carrilho, Carvalho, Duarte, Pape, & JI, 2017; Direção-Geral da Saúde, 2011a).

Assim, apesar da automonitorização recorrendo a glucómetros ser um método amplamente utilizado, porque o dispositivo é simples de usar e a medição da glicémia ocorre imediatamente, este método é propenso a negligenciar picos abruptos nas concentrações de glicose no sangue entre medidas. Por tudo isto cada vez mais surge a necessidade de se encontrar novos dispositivos biomédicos que respondam às necessidades das pessoas com diabetes, especialmente na diabetes tipo 1, pela frequência de monitorização de glicémia obrigatória em consequência da necessidade de insulino-terapia para sobreviver.

1.2 Motivação

Nos últimos anos, vários mecanismos de deteção de glicose não invasivos, ou pelo menos minimamente invasivos, têm sido testados. Assim, a monitorização flash de glicose e a monitorização contínua têm vindo a ser desenvolvida na tentativa de combinar todos os requisitos fundamentais para uma utilização prolongada *in vivo*, tais como, a sensibilidade, a especificidade, a linearidade dentro da faixa relevante biológica e a biocompatibilidade. No entanto, é fundamental compreender o que desejam e necessitam realmente os utilizadores destes dispositivos.

Com efeito, satisfazer as necessidades e requisitos impostos pelos clientes sempre foi um dos principais desafios encontrados pelas empresas, daí ter surgido a necessidade de desenvolver ferramentas que ajudassem no processo de design de produtos mantendo o foco nas necessidades do cliente.

Assim irá recorrer-se à Casa da Qualidade, que consiste numa ferramenta para o desenvolvimento e controlo de produtos e processos com o principal objetivo de incluir a “voz do cliente” numa fase que antecede a produção efetiva do produto. Assim, como referido por Gonzalez et al. (2011, p. 11) pode considerar-se que QFD e a Casa da Qualidade têm como

finalidade responder à questão: “Como podemos garantir a qualidade de um produto ou serviço, baseando-nos nas necessidades dos clientes, ou seja na *voz do cliente*”.

A *voz do cliente* é um conceito intimamente ligado à Casa da Qualidade, e refere-se àquelas que são as expectativas que os utilizadores de determinado produto ou serviço apresentam (Andronikidis, Georgiou, Gotzamani, & Kamvysi, 2009; Gonzalez et al., 2011; Gremyr & Raharjo, 2013). O conceito básico da ferramenta utilizada será então a capacidade de traduzir corretamente essa mesma voz em características de produção e de engenharia (Tsai et al., 2008).

Este trabalho pretende, assim, ultrapassar algumas dificuldades encontradas durante o procedimento tradicional de construção da casa da qualidade. Muitos utilizadores da técnica apontam-na como sendo de grande utilidade no desenvolvimento e melhoramento de produtos. No entanto, têm sido identificadas também algumas limitações, especialmente no que diz respeito à forma como se atribuem os pesos aos vários requisitos dos clientes, entre outros aspetos.

Com efeito, a atribuição direta de valores de importância relativa de cada requisito, ou critério em avaliação, constitui um problema clássico no campo dos métodos científicos de apoio à decisão. Assim, o estudo de caso incidirá na utilização de métodos multicritério de apoio à decisão (MMAD) como forma de tentar ultrapassar as críticas de que a técnica tem sido alvo.

1.3 Objetivos

Deste modo, constituem objetivos deste projeto:

- Operacionalização do conceito de produto, mediante a construção da "Casa da Qualidade", introduzindo de forma natural a “voz do cliente” no processo de desenvolvimento/aperfeiçoamento do produto;
- Integração de métodos multicritério de apoio à decisão como forma de ultrapassar as críticas identificadas na versão tradicional da casa da qualidade;
- Aplicação da abordagem proposta tendo em vista o estudo comparativo de dispositivos de monitorização de glicose.

1.4 Estrutura do trabalho

A realização deste projeto passa por diferentes fases, desde a revisão da literatura até ao estudo de caso que testa os métodos escolhidos, no âmbito do desenvolvimento e aperfeiçoamento de dispositivos utilizados na gestão da diabetes.

Assim, revela-se fundamental realizar uma revisão da literatura nos vários temas centrais. Para a pesquisa bibliográfica recorreu-se às seguintes bases de dados: *Elsevier, a Emerald, Taylor & Francis, IEEE, Springer e MEDLINE (PubMed)*. No que concerne à Diabetes e aos dispositivos de monitorização de glicose, para além da pesquisa em bases de dados (essencialmente *PubMed*), revela-se como fundamental incluir documentos de instituições e organizações de relevo na área. Assim, foram consultadas a Associação Protetora dos Diabéticos de Portugal (APDP), Observatório Nacional da Diabetes, Direção Geral de Saúde, Organização Mundial de Saúde e Federação Internacional da Diabetes (IDF).

De seguida, através da documentação do que está a ser feito atualmente no campo em estudo, procede-se à identificação de potenciais aspetos a melhorar no desenvolvimento de produtos tendo por base a construção da casa da qualidade.

No entanto, para a construção da casa de uma casa da qualidade no âmbito dos dispositivos de monitorização de glicose é necessário identificar também quem são os clientes/utilizadores, e quais as suas necessidades. Assim, é fundamental o planeamento e realização de entrevistas semiestruturadas a pessoas com diabetes tipo 1 (jovens adultos); profissionais de saúde, com experiência na área da diabetes e representantes da indústria farmacêutica.

Todas as entrevistas resultam em mapas cognitivos, com o propósito de se realizar um mapa de grupo, de onde surgem os requisitos dos clientes que alimentam a casa.

Por fim, a fase seguinte passa pela utilização da metodologia MACBETH nas fases da construção da casa da qualidade aplicada ao desenvolvimento e aperfeiçoamento de dispositivos de monitorização de glicose, tendo em vista uma correta tradução dos desejos dos clientes.

Deste modo, o trabalho está organizado em 7 capítulos principais, com a seguinte estrutura: primeiramente o capítulo sobre a Diabetes (Capítulo 2), onde se irão focar aspetos como a epidemiologia, o impacto económico e ainda um as especificidades da diabetes tipo 1 (uma vez que o grupo a participar no estudo serão jovens adultos com diabetes tipo 1). O capítulo seguinte é reservado à Monitorização de Glicose, com identificação de todos os dispositivos existentes em cada classe. Seguidamente é feita uma abordagem ao *Quality function*

deployment, (QFD) no sentido de enquadrar a Casa da Qualidade (capítulos 4 e 5). No capítulo 6 realizar-se-á uma identificação dos principais métodos de apoio à tomada de decisão, com especial enfoque no MACBETH (pois será a metodologia utilizada no estudo de caso); e o capítulo 7 será exclusivamente dedicado à aplicação da Casa da Qualidade e do MACBETH ao desenvolvimento/aperfeiçoamento de dispositivos de monitorização de glicose.

2. DIABETES

2.1 Epidemiologia e Diagnóstico

Em 2015 a prevalência estimada da Diabetes na população portuguesa com idades compreendidas entre os 20 e os 79 anos (7,7 milhões de indivíduos) foi de 13,3%, isto é, mais de 1 milhão de portugueses neste grupo etário tem Diabetes. O impacto do envelhecimento da estrutura etária da população portuguesa (20-79 anos) refletiu-se num aumento de 1,6 pontos percentuais (p.p.) da taxa de prevalência da Diabetes entre 2009 e 2015, o que corresponde a um crescimento na ordem dos 13,5% (Sociedade Portuguesa de Diabetologia, 2016).

Verifica-se a existência de uma diferença estatisticamente significativa na prevalência da Diabetes entre os homens (15,9%) e as mulheres (10,9%). Verifica-se também a existência de um forte aumento da prevalência da Diabetes com a idade. Mais de um quarto das pessoas entre os 60-79 anos tem Diabetes. Verificou-se efetivamente um crescimento acentuado do número de novos casos diagnosticados anualmente em Portugal nos últimos quatro anos, aproximando-se dos valores máximos registados entre 2010 e 2011 (Sociedade Portuguesa de Diabetologia, 2016).

Segundo dados do Observatório Nacional da Diabetes (2016), na última década tem-se verificado uma diminuição significativa do número de anos potenciais de vida perdida por Diabetes *Mellitus* em Portugal (-32%). Não obstante, em 2014 a Diabetes representou cerca de oito anos e meio de vida perdida por cada óbito por Diabetes na população com idade inferior a 70 anos. A Diabetes assume, assim, um papel significativo nas causas de morte, tendo estado na origem de 4,0% das mortes ocorridas em 2015.

As pessoas com Diabetes podem vir a desenvolver uma série de complicações. É possível reduzir os seus danos através de um controlo rigoroso da hiperglicemia, da hipertensão arterial, da dislipidemia, entre outros, bem como de uma vigilância periódica dos órgãos mais sensíveis (retina, nervos, rim, coração, etc.) (Bem & Kunde, 2006; Direção-Geral da Saúde, 2011a; Sociedade Portuguesa de Diabetologia, 2016).

Os critérios de diagnóstico de Diabetes, de acordo com a Norma DGS N.º 2/2001, de 14/01/2011, são os seguintes:

a) *Glicemia de jejum* ≥ 126 mg/dl (ou $\geq 7,0$ mmol/l); ou

b) *Sintomas clássicos de descompensação + Glicemia ocasional ≥ 200 mg/dl (ou $\geq 11,1$ mmol/l); ou*

c) *Glicemia ≥ 200 mg/dl (ou $\geq 11,1$ mmol/l) às 2 horas, na prova de tolerância à glicose oral (PTGO) com 75g de glicose; ou*

d) *Hemoglobina glicada A1c (HbA1c) $\geq 6,5$ % (Direção-Geral da Saúde, 2011a).*

Assim sendo, a hemoglobina glicada A1c (HbA1c) é um indicador importante, quer de diagnóstico quer de monitorização da doença. O termo genérico “hemoglobina glicada” refere-se a um conjunto de substâncias formado com base em reações entre a hemoglobina A (HbA) e alguns açúcares (Bem & Kunde, 2006; Direção-Geral da Saúde, 2011b).

Bem & Kunde (2006) descrevem que a HbA1c se origina por meio de uma reação irreversível entre a glicose sanguínea e o aminoácido valina N-terminal da cadeia beta da hemoglobina A. Assim, a HbA1c representa aproximadamente 80% da fração das hemoglobinas A1, também chamadas de rápidas, sendo esta denominação resultado do processo de separação eletroforética.

Na prática, os valores normais de referência vão de 4% a 6% para indivíduos saudáveis (Direção-Geral da Saúde, 2011a). O nível de hemoglobina glicada é resultado de todas as hemácias circulantes no organismo, desde a mais velha (120 dias) à mais jovem. Porém a glicose dos últimos 30 dias antes da dosagem da hemoglobina glicada contribui com praticamente 50% da HbA1c, enquanto os níveis glicêmicos dos últimos dois a quatro meses contribuem com aproximadamente 25% (Bem & Kunde, 2006). Conclui-se, desta forma, que a hemoglobina glicada reflete, na realidade, a média ponderada dos níveis glicêmicos de 60 a 90 dias antes do exame.

Níveis de A1C acima de 7% estão associados a um risco progressivamente maior de complicações crónicas. Por isso, o conceito atual de tratamento da diabetes *mellitus* (DM) define a meta de 7% (ou de 6,5%, de acordo com algumas sociedades médicas, na qual se inclui Portugal) como limite superior acima do qual está indicada a revisão do esquema terapêutico em vigor (Figura 2.1). No entanto, deve existir margem para individualizar o alvo terapêutico de cada doente (Direção-Geral da Saúde, 2011b).

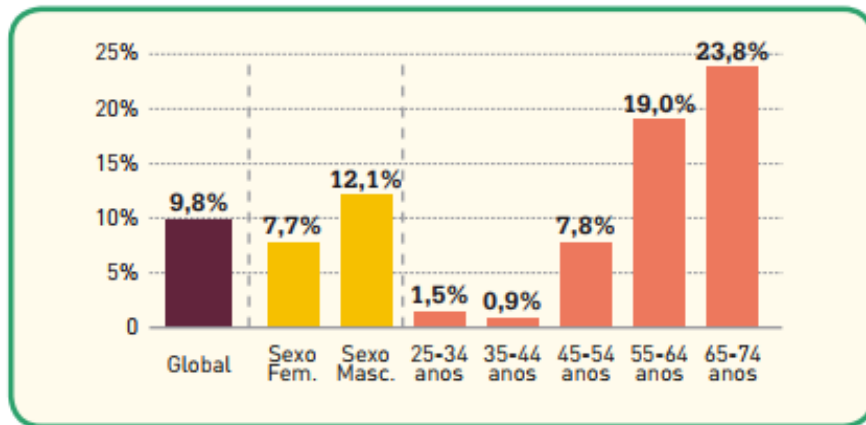


Figura 2.1– Prevalência da Diabetes (considerando HbA1c superior ou igual a 6,5%) em Portugal, em 2015 (25-74 anos), distribuição por sexo e escalão etário. (Sociedade Portuguesa de Diabetologia, 2016)

Para além da diabetes diagnosticada, existe ainda uma outra problemática designada de Hiperglicemia intermédia, que se caracteriza pela Alteração da Glicemia em Jejum (AGJ), Tolerância Diminuída à Glicose (TDG) ou ambas. Isto significa que não existem critérios formais para o diagnóstico de diabetes mas que, efetivamente, existe um risco acrescido do desenvolvimento da patologia e das suas complicações (Sociedade Portuguesa de Diabetologia, 2016).

Segundo o Observatório Nacional da Diabetes (2016), 40,7% da população portuguesa (20-79 anos) tem Diabetes ou Hiperglicemia Intermédia, o que representa mais de 3,1 milhões de indivíduos (Figura 2.2).

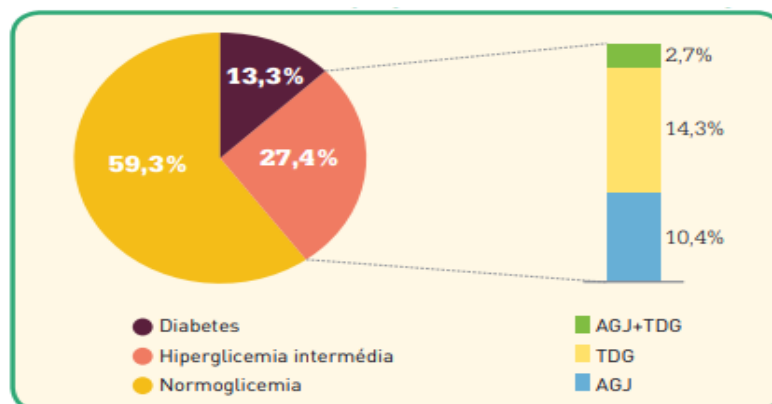


Figura 2.2 – Prevalência da Diabetes e da Hiperglicemia intermédia em Portugal, ano 2015 (Sociedade Portuguesa de Diabetologia, 2016)

2.2 Diabetes tipo 1

Neste tipo de diabetes as células β (beta) do pâncreas deixam de produzir insulina por serem destruídas, sendo essa destruição originada pelo próprio sistema imunitário do organismo, considerando-se como causas desta situação a predisposição genética e os fatores ambientais. As células beta do pâncreas produzem, assim, pouca ou nenhuma insulina, a hormona que permite que a glicose entre nas células do corpo.

Efetivamente a insulina é uma hormona, que proporciona a utilização da glicose pelas células, tendo também funções importantes no metabolismo das proteínas e lípidos. No início da diabetes tipo 1, devido à falta de insulina, há muita glicose em circulação que será expelida pela urina originando desidratação (poliúria e glicosúria) e consequente necessidade de ingestão de líquidos (polidipsia), bem como fome constante (polifagia), o que conduzirá a perda de peso e cansaço, pois os alimentos ingeridos não são aproveitados. A glicose não chega às células, pelo que vão ser utilizadas as gorduras de reserva do organismo para alimentar as células, resultando dessa utilização uma substância tóxica para o organismo, os corpos cetónicos, que, na ausência de diagnóstico, pode levar a cetoacidose diabética, com risco de vida (International Diabetes Federation, 2017).

A diabetes é uma das doenças crónicas que apresenta maior prevalência na idade pediátrica, com 90 a 95% de casos em idades inferiores a 16 anos. Nos últimos 30 anos a incidência da diabetes tipo 1 tem aumentado em todo o mundo (Thabit et al., 2012), estimando-se na Europa um aumento anual de incidência de cerca de 3,9% (Santos, Gaspar, Anselmo, Calha, Lopes, & Pina, 2011).

Com efeito, a diabetes tipo 1 é menos frequente do que a diabetes tipo 2 (cerca de 10% dos casos de diabetes), mas a sua incidência está a aumentar, e embora os motivos não sejam completamente conhecidos, é provável que se relacionem, sobretudo, com alterações nos fatores de risco ambiental. Os fatores de risco ambientais, o aumento da altura e de peso, o aumento da idade materna no parto e, possivelmente, alguns aspetos da alimentação, bem como a exposição a certas infeções virais, podem desencadear fenómenos de autoimunidade ou acelerar uma destruição das células beta já em progressão (Direção-Geral da Saúde, 2011a; Sociedade Portuguesa de Diabetologia, 2016).

Segundo dados do Observatório Nacional da Diabetes referentes ao ano de 2015, a diabetes tipo 1 nas crianças e nos jovens em Portugal atingia 3 327 indivíduos com idades entre 0-19 anos.(Sociedade Portuguesa de Diabetologia, 2016)

A doença pode afetar pessoas de qualquer idade, mas ocorre geralmente em crianças ou adultos jovens. As pessoas com Diabetes tipo 1 necessitam obrigatoriamente de administrações de insulina diariamente para controlar os seus níveis de glicémia, bem como de monitorizações de glicémia várias vezes ao dia (Direção-Geral da Saúde, 2011a; Sociedade Portuguesa de Diabetologia, 2016).

Os jovens adultos com diabetes tipo 1 enfrentam desafios diários, relacionados com a instabilidade em vários níveis, como familiar, social, cultural e económico. Além disso, nesta fase de desenvolvimento, ocorre um período de transição da pediatria para os serviços de adultos, com potenciais consequências para o controlo de diabetes e da qualidade de vida (Andrade, 2014; Serrabulho et al., 2014).

Viver com diabetes é um processo complexo. A educação terapêutica nesta patologia é projetada para ajudar os jovens adultos e suas famílias a melhorar a sua compreensão sobre o tratamento e promover a autonomia e autogestão do regime terapêutico. Com efeito, esta autogestão refere-se à alimentação adequada, atividade física, insulinoterapia e monitorização de glicémia várias vezes ao dia.

À medida que os jovens se sentirem motivados para otimizarem a compensação da diabetes é importante ter a certeza que o foco e os objetivos educacionais são apropriados para a fase da vida em que está, pois se tiverem objetivos e expectativas realistas e atingíveis isso reforçará os sentimentos de autoconfiança e autoeficácia e facilitará a manutenção da autogestão e autocontrolo (Andrade, 2014).

De acordo com Hanna (2012), para os jovens adultos com diabetes tipo 1, o principal risco de saúde está relacionado com o controlo glicémico, que tende a piorar nos primeiros anos de emergência da idade adulta. O bom controlo, como referido anteriormente, é essencial para prevenir as complicações agudas e tardias da diabetes.

2.3 Impacto económico da diabetes e participação

Com a previsão de aumento da prevalência da Diabetes, os custos associados a esta patologia continuarão igualmente a aumentar, tendo implicações quer na vida dos indivíduos e das suas famílias, quer nos Sistemas de Saúde, nos Governos e na Sociedade, como um todo.

Quando se fala de custos com a Diabetes, pode destacar-se os custos diretos para a pessoa com Diabetes e para a sua família; os custos diretos para os sistemas de saúde; os custos indiretos para a sociedade e os custos intangíveis.

- a) **Custos diretos para a pessoa e família** - as pessoas com diabetes podem assumir parte ou a totalidade dos custos de cuidados médicos, custos com medicamentos, insulina ou outros produtos, por exemplo as tiras-teste ou sensores. Assumem ainda encargos com seguros de saúde, automóvel ou de vida e, potencialmente perdem rendimentos obtidos através do seu trabalho, por perda de produtividade.
- b) **Custos diretos para os sistemas de saúde**- os custos diretos do sistema de saúde são vários: custos com as consultas de cuidados primários, consultas especializadas, internamento hospitalar, atendimentos na urgência, em virtude de descompensações da diabetes, medicamentos, tiras-teste, seringas, agulhas e lancetas, ajudas técnicas, nomeadamente custos com próteses em virtude de amputações e custos com meios complementares de diagnóstico e terapêutica. É importante ainda considerar os custos mais significativos: custos com hemodiálise, na sequência de insuficiência renal crónica; custos com a patologia clínica e custos com tratamentos de fotocoagulação para doentes com retinopatia diabética. São ainda custos diretos do Sistema de Saúde, os custos com a prevenção: ações de educação e promoção da saúde, rastreios e educação terapêutica.
- c) **Custos indiretos para a sociedade** – a diabetes, como acontece com outras doenças, pode provocar faltas ao trabalho ou, nos casos mais complicados, em que se manifesta uma incapacidade, tornar a vida profissional de um indivíduo mais curta ou mesmo provocar a sua morte. Estudos recentes revelam que os custos da perda de produtividade para a sociedade são semelhantes aos custos diretos no setor da saúde como resultado da diabetes e das complicações associadas.
- d) **Custos Intangíveis** - Os custos intangíveis ou custos psicossociais (incluindo o stress, a dor e a ansiedade) têm um impacto considerável na vida das pessoas com diabetes. Estes custos não são facilmente mensuráveis e traduzem-se numa redução da esperança de vida e da qualidade de vida dos indivíduos.

Com efeito, considerando o custo médio das pessoas com Diabetes, de acordo com os valores apresentados pela IDF, no 7.º Atlas Mundial da Diabetes (que corresponde em 2015, a preços correntes, a um valor de 1 893 € por indivíduo), a Diabetes em Portugal em 2015 representa um custo de 1 936 milhões de euros (para todos os indivíduos com Diabetes entre os 20-79 anos). Este valor que representa 1% do Produto Interno Bruto (PIB) e 12% das despesas em saúde.

Os custos com medicamentos para a diabetes mais do que triplicaram em 10 anos, sendo que o aumento dos encargos tem sido bem superior ao crescimento efetivo do consumo, segundo o relatório do Observatório Nacional da Diabetes. Os dados mais recentes da DGS apontam, assim, para um aumento dos custos de 269% num período de 10 anos, sendo que

também existe um crescimento significativo do consumo de medicamentos para a diabetes – tal como acontece em toda a Europa -, mas inferior à subida dos custos.

Entre 2006 e 2015, os encargos do Serviço Nacional de Saúde e dos utentes com vendas em ambulatório de insulinas e antidiabéticos não insulínicos aumentaram 269%.

O aumento dos custos e das vendas explicam-se porque, além do aumento da prevalência da doença, subiu o número e a proporção de pessoas tratadas, bem como as dosagens médias utilizadas nos tratamentos.

Em 2015, 6,7% da população portuguesa recebiam tratamento de antidiabéticos não insulínicos (ADNI) e insulinas.

Os utentes do SNS têm encargos diretos de 22 milhões de euros com o consumo de ADNI e de insulinas, o que representa 8,4% dos custos do mercado de ambulatório com estes medicamentos no último ano.

As vendas de tiras-teste de glicemia, em número de embalagens, têm registado um crescimento muito significativo ao longo da última década: mais 70% entre 2006 e 2015 (Figura 2.3).

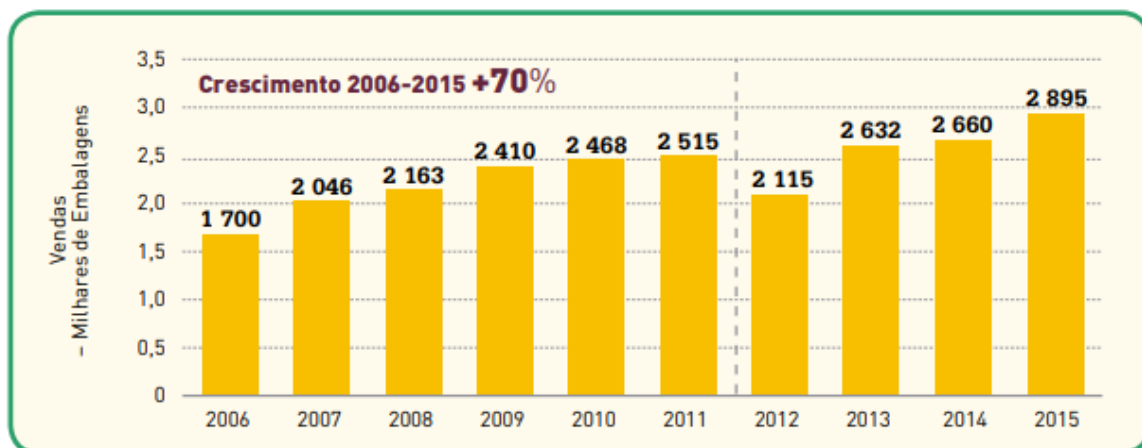


Figura 2.3 – Venda de Embalagens de Tiras-Teste de glicémia em Portugal – em volume (Sociedade Portuguesa de Diabetologia, 2016)

O mercado de ambulatório do SNS em 2015 representava um valor global de vendas de 52,6 milhões de euros, o que corresponde a uma despesa para o SNS de 44,7 milhões de euros. Este valor representa um aumento de 3,4% do valor do mercado de tiras-teste e um crescimento de 3,8% dos encargos do SNS com estes produtos comparativamente ao anterior.

Na Tabela 2.1 é possível observar o consumo de tiras-teste para determinação de glicémia e cetonemia, com respetivos encargos para o SNS, entre 2015 e 2016.

Tabela 2.1 – Consumo de Tiras-Teste para determinação de glicémia, no Serviço Nacional de Saúde (2015-2016) (DGS, 2017)

	EMBALAGENS		VALOR PVP €		ENCARGOS SNS €	
	2015	2016	2015	2016	2015	2016
Tiras para determinação de Glicémia	2.803.759	2.775.398	51.172.709	50.495.947	43.360.706	42.860.211
Tiras para determinação de Glicosúria e Cetonúria	924	990	3.562	3.802	3.015	3.227
Tiras teste de β -Cetonemia	12.398	13.170	164.982	173.657	138.444	146.977

O Sistema Nacional de Avaliação de Tecnologias de Saúde (SiNATS), estabelece um regime específico de comparticipação dos dispositivos médicos, introduzindo uma mudança do paradigma no modo de utilização e aquisição das tecnologias de saúde.

Foi estabelecido o regime de comparticipação do Estado no preço máximo dos reagentes (tiras-teste) para determinação de glicemia, cetonemia e cetonúria e das agulhas, seringas, lancetas e de outros dispositivos médicos para a finalidade de automonitorização de pessoas com diabetes, a beneficiários do Serviço Nacional de Saúde (SNS).

Quanto à comparticipação, o Estado comparticipa o preço dos dispositivos médicos quando destinados a beneficiários do SNS que apresentem prescrição médica, nos termos seguintes:

- a) O valor máximo da comparticipação do Estado no custo de aquisição das tiras -teste e sensor (Freestyle Libre) para pessoas com diabetes corresponde a 85 % do PVP máximo;
- b) O valor máximo da comparticipação do Estado no custo de aquisição das agulhas, seringas e lancetas para pessoas com diabetes corresponde a 100 % do PVP máximo;

Se, no momento da dispensa, o preço praticado for inferior ao PVP máximo, as percentagens de comparticipação do Estado incidem sobre aquele preço.

O receituário é faturado pelas farmácias às administrações regionais de saúde, juntamente com o restante receituário e pago por estas nos mesmos termos, prazos e condições em vigor para os medicamentos.

3. MONITORIZAÇÃO DE GLICOSE

A monitorização da glicose é essencial para fornecer informação que permita controlar a doença e ajustar o tratamento das pessoas com diabetes *mellitus* tipo 1 (DMT1), contribuindo desta forma para a redução do risco de complicações agudas e crónicas da diabetes (Carrilho et al., 2017; Direção-Geral da Saúde, 2011a).

Com efeito, todos os doentes que cumprem insulino-terapia necessitam de verificar os níveis de glicose antes de cada administração de insulina, o que significa, um mínimo de 6 avaliações por dia (ao jejum; a cada refeição realizada e ao deitar) (Mangrola, Cox, Furman, Krishnan, & Karakas, 2017). Para além disso, sempre que existe algum sintoma que possa significar descontrolo dos valores de glicose, é necessária nova avaliação.

Assim sendo, os sensores de glicose foram desenvolvidos para estimar com precisão a concentração de glicose e para auxiliar na decisão de ajuste da medicação necessária para a regulação homeostática.

As condições fisiopatológicas presentes na DMT1 podem resultar em hiperglicemia crónica, o que resulta numa série de anormalidades metabólicas. Se a hiperglicemia persistir, pode causar danos nos tecidos e falhas orgânicas, levando a várias complicações e até mesmo aumentar a taxa de mortalidade, como referido anteriormente.

Portanto, a monitorização regular dos níveis de glicose no sangue e a intervenção atempada é importante para as pessoas com diabetes.

Além disso, a precisão da medição dos níveis de glicose no sangue é também fundamental tendo em vista tomar decisões com rigor quanto à intervenção necessária (Carrilho et al., 2017; Lee, Hong, Baik, Hyeon, & Kim, 2018) e evitar os efeitos secundários decorrentes da terapêutica hipoglicemiante que muitos dos doentes fazem.

Segundo Danne et al. (2017), embora a medição de hemoglobina glicada (HbA1c) tenha sido o método tradicional para avaliar controlo de glicémia, não reflete variações intra-dia ou inter-dias no mesmo indivíduo, variações essas que podem conduzir a eventos agudos - como hipoglicemia ou hiperglicemia pós-prandial – e que têm sido associadas a complicações microvasculares e macrovasculares.

Dos métodos existentes para a medição da glicose, os métodos óticos e eletroquímicos são os mais investigados (Lee, Hong, Baik, Hyeon, & Kim, 2018).

Os métodos óticos usam a mudança de cor de um indicador que reflete a concentração de glicose. A cor dos corantes muda durante uma reação enzimática que converte glicose para seus metabolitos. Embora a mudança de cor forneça uma forma de verificar a presença de glicose no sangue não é suficiente quantificar o nível desta, nem eficaz para medir níveis muito baixos. Para o método se tornar quantitativo implica equipamentos muito dispendiosos e complexos, ficando a sua utilização reservada para instituições especializadas, como hospitais (Lee et al., 2018).

A análise eletroquímica, por outro lado, envolve um modo de operação simples e quantitativa e, portanto, é o método mais utilizado em sensores de glicose. Os sensores de glicose eletroquímicos podem ser usados numa ampla faixa de deteção e consistem na medição de sinais eletroquímicos que são convertidos diretamente para a concentração correspondente de glicose. A deteção amperimétrica é baseada em reações enzimáticas e tem desempenhado um papel importante papel na monitorização contínua dos níveis de glicose (Lee et al., 2018).

Atualmente podem dividir-se os equipamentos de monitorização de glicose em três categorias, todas estas representadas em Portugal:

- A) Dispositivos de automonitorização de glicose capilar (AMGC)
- B) Dispositivos de monitorização flash de glicose (MFG)
- C) Dispositivos de monitorização contínua de glicose (MCG)

3.1 Dispositivos de automonitorização de glicose capilar (AMGC)

Carrilho et al., (2017) definem que, tradicionalmente, o método utilizado para monitorização da glicose é a automonitorização da glicose capilar (AMGC), que mede o nível de glicose no sangue através tiras de teste e medidores de glicose, como o exemplo da figura 3.1.



Figura 3.1 – Exemplo de dispositivo AMGC e tira-teste OneTouch Verio Flex® (Johnson & Johnson, 2018)

Em Portugal existem várias empresas responsáveis pela comercialização de dispositivos desta categoria (Anexo H).

Na tabela 3.1 estão resumidas as principais características destes dispositivos:

Tabela 3.1 – Principais características dos dispositivos de AMGC

Dispositivos de automonitorização de glicose capilar (AMGC)	Principais características
	Requer punção capilar com amostra entre 0,5 µL a 0,8 µL de sangue
	Permite avaliação de glicémia e, nalguns casos, cetonemia (corpos cetónicos)
	A maioria necessita de tiras-teste
	Tempo de teste entre 5 a 10 segundos
	Podem incluir calculador de bólus
	Apresentam alarmes personalizáveis
	Alguns já permitem transferência de dados para smartphone e computador
	Sem necessidade de calibração
	Apresentam várias opções de tamanho de ecrã, consoante as diferentes necessidades dos utilizadores

Embora a automonitorização da glicemia (AMGC) tenha demonstrado melhorar o controlo glicémico e a qualidade de vida com diabetes, este é um método com algumas limitações (Danne et al., 2017). Primeiramente, requer puncionar um dedo para obter uma amostra de sangue. Além disso, só fornece um único valor de medição, o daquele momento exato, não fornecendo qualquer indicação da tendência ou taxa de mudança dos níveis de glicose. Assim, a tomada de decisões baseada neste método pode ser perigosa, na medida em que pode propiciar, por exemplo, a administração da insulina prescrita numa fase de descida dos valores de glicémia, o que pode conduzir a hipoglicémias severas (Danne et al., 2017). Outro aspeto importante, é o facto de estar diretamente dependente da decisão do doente e da sua perspetiva de importância de avaliar, ou não, a glicémia, sendo então fundamental a educação terapêutica do doente. Por último, relacionado com o facto de não apresentar curvas tendência dos valores, não permite detetar alterações de glicémia que, mesmo sendo assintomáticas, são significativas. (Danne et al., 2017; Mangrola et al., 2017)

Assim, apesar da automonitorização recorrendo a glucómetros ser um método amplamente utilizado, porque o dispositivo é simples de usar e a medição da glicémia ocorre imediatamente, este método é propenso a negligenciar picos abruptos nas concentrações de glicose no sangue entre medidas. Por tudo isto cada vez mais surge a necessidade de se encontrar novos dispositivos biomédicos que respondam às necessidades das pessoas com

diabetes, especialmente na diabetes tipo 1, pela frequência de monitorização de glicémia em consequência da necessidade de insulinoaterapia para sobreviver.

3.2 Dispositivos de monitorização flash de glicose (MFG)

Mais recentemente surgiu a monitorização flash de glicose (MFG), categoria representada em Portugal pelo Freestyle Libre da Abbott (Figura 3.2). Este foi aprovado em 2014 na Europa, mas só em 2017 foi participado a 85% em Portugal, razão pela qual a sua utilização por pessoas com diabetes tipo 1 tenha aumentado amplamente nos últimos meses. Este sistema utiliza dois componentes: um sensor (filamento fino e flexível, 5mm) que é inserido na face lateral externa do braço do utilizador, avaliando a glicose intersticial; e um dispositivo que será o leitor. Quando o leitor é deslizado perto do sensor, o sensor transmite simultaneamente um nível de glicose e um gráfico com a tendência de 8h para o leitor (Al Hayek, Robert, & Al Dawish, 2017; Pearson & Ajjan, 2017). O dispositivo disponível está calibrado de fábrica, dura até 14 dias, pelo que não precisa ser calibrado pelo utilizador. No entanto, também não possui alarmes para valores extremos e, à semelhança da AMGC, as medidas são visualizadas apenas quando o utilizador do dispositivo escolhe fazer uma avaliação (Danne et al., 2017). Outro aspeto crítico é a necessidade de confirmação dos valores demasiado elevados ou demasiado baixos com glicémia capilar, uma vez que pode haver discrepância entre valores de sangue e intersticiais (Pearson & Ajjan, 2017).

Ainda assim, vários estudos têm vindo a demonstrar as significativas melhorias na taxa de hipoglicémias, variabilidade glicémica e satisfação do utilizador deste tipo de monitorização flash, em especial relacionado com o facto de reduzir a necessidade de picar o dedo (Al Hayek et al., 2017; Carrilho et al., 2017; Pearson & Ajjan, 2017).



Figura 3.2 – Leitor e sensor do Freestyle Libre (exemplo de aplicação) (Abbott, 2018)

Não existindo à data dados concretos sobre a realidade portuguesa, a Abbott apresentou algumas conclusões importantes no Congresso de Tecnologias Avançadas e Tratamento da Diabetes (ATTD), em 2017. Os dados, reforçados pelo estudo IMPACT, mostram uma forte ligação entre o uso real do sistema FreeStyle Libre e o controlo de glicose (Oskarsson et al., 2018).

O estudo foi feito a partir de 50.831 leitores, que foram utilizados para digitalizar 279.446 sensores, o que resultou em 409,4 milhões de medições de glicose; 86,4 milhões de horas de monitoração e 63,8 milhões de leituras - representando mais de 50.000 utilizadores do FreeStyle Libre, em toda a Europa.

Assim, as principais conclusões dos dados de utilização real do sistema FreeStyle Libre são que este dispositivo está relacionado com um aumento do número de leituras realizadas, sendo que os utilizadores verificaram, em média, 16,3 vezes/dia os valores de glicose. Ao longo do espectro dos níveis de leitura verificados observaram-se as seguintes tendências, à medida que as taxas de leitura aumentaram:

- Melhoria do HbA1c: o nível médio de glicose diminuiu à medida que a taxa de leitura aumenta, com a estimativa da HbA1c a diminuir de 8,0% para 6,7%;
- Redução da hipoglicemia: o tempo abaixo dos níveis de glicose de 70, 55 e 45 mg / dL diminuiu em 15%, 40% e 49%, respetivamente;
- Redução da hiperglicemia: o tempo acima de 180 mg / dL diminuiu de 10,5 para 5,9 horas por dia;
- Aumento do intervalo de tempo no alvo glicémico: o tempo nos valores entre 70-180 mg/dL aumentou de 12.0 a 16.8 horas por dia.

3.3 Dispositivos de monitorização contínua de glicose (MCG)

Nos últimos anos, vários mecanismos de deteção de glicose não invasivos, ou pelo menos minimamente invasivos, têm sido testados. Assim, a monitorização contínua de glicose tem sido desenvolvida na tentativa de combinar todos os requisitos fundamentais para uma utilização prolongada *in vivo*, tais como, a sensibilidade, a especificidade, a linearidade dentro da faixa relevante biológica e a biocompatibilidade. Entre todas as técnicas propostas, isto é, eletroquímicas, óticas, e piezoelétricas, o que hoje é explorado pela maioria dos sistemas MCG comercializados é o princípio eletroquímico da glicose-oxidase.(Lee et al., 2018)

Os dispositivos baseados neste princípio requerem sempre a implantação de um sensor minimamente invasivo, geralmente inserido no tecido subcutâneo, no abdômen ou em o braço que mede um sinal de corrente elétrica gerado pela reação glicose-oxidase. Este sinal é proporcional à concentração de glicose disponível no fluido intersticial, que é então convertido em uma concentração de glicose por um procedimento de calibração que normalmente tem de ser realizado duas vezes ao dia. Isto significa que apesar de se obterem valores de forma minimamente invasiva, muitas das questões relacionadas com estes sensores prendem-se com a necessidade de calibração que terá de ser feita com regularidade e recorrendo a valores de glicémia capilar, que implicam puncionar os dedos (Capon, Acciaroli, Vettoretti, Facchinetti, & Id, 2017; Lee et al., 2018).

Os sistemas de monitorização contínua de glicose (MCG) consistem num pequeno sensor descartável inserido na pele, um transmissor que liga ao sensor através de um suporte sem fios que transmite e exhibe os resultados num recetor. O sensor mede a glicose no fluido intersticial e terá de ser calibrado ou combinado com os seus valores reais de glicose no sangue em intervalos regulares durante a sua utilização (Garg & Akturk, 2017; Tumminia et al., 2015).

Este sistema pode ser usado em combinação com uma bomba de insulina, múltiplas injeções diárias de insulina, outros medicamentos para diabetes ou dieta e exercício e funciona 24 horas por dia. Também pode incluir alarmes para indicar quando os níveis de glicose estão muito altos (hiperglicemia) ou muito baixos (hipoglicémia).

Cada pessoa com diabetes é um indivíduo único, pelo que o seu perfil e as suas necessidades de insulina são variáveis ao longo do dia. A perceção destas variações permite adequar melhor o esquema terapêutico e com isso melhorar o controlo metabólico, qualidade de vida e bem-estar.

Estes dispositivos avaliam os níveis de glicose no líquido intersticial a cada 5 minutos, fazendo essa leitura cerca de 288 vezes por dia. Essa quantidade de dados permite ter uma informação mais completa sobre o perfil glicémico de cada pessoa. Como estes valores são obtidos no líquido intersticial e não no sangue, existe um desfasamento de 10 a 15 minutos entre o valor de GC (glicémia capilar) e o valor da MCG. Este período de tempo denomina-se de *lag time* e é fisiológico, pois a glicose demora esse tempo a passar do sangue para o líquido intersticial (Bailey, Chang, & Christiansen, 2015; Baumstark, Jendrike, Liebing, Haug, & Freckmann, 2018; Hood Thabit et al., 2015).

Existem dois tipos de MCG (Carlson, Mullen, & Bergenstal, 2017; Danne et al., 2017):

- Pessoal ou prospetiva, em tempo real, em que a pessoa observa os valores que o aparelho vai medindo e pode tomar opções terapêuticas tendo em conta o que vai observando, funcionando como ferramenta de ensino. Este sistema é formado por sensor, emissor e recetor;
- Profissional ou retrospectiva, em que se mede as variações de glicose, mas só se tem acesso aos dados após o final da MCG, sem intervenção terapêutica imediata. Este sistema é formado por sensor e emissor, que também funciona como armazenamento de dados.




Assim, o perfil dos utilizadores de MCG é muito importante para a decisão de qual a vertente de monitorização utilizar. A MCG em tempo real tem como utilizadores ideais pessoas que gostam de estar informadas e querem estar envolvidas nas decisões terapêuticas da sua diabetes e não se observa bons resultados em pessoas que querem “esquecer” a sua diabetes e confiar as decisões em relação ao tratamento da mesma para a tecnologia.

Comparando a MCG com a GC, esta última permite saber periodicamente a glicemia, mas é uma imagem estática do que está a ocorrer, não se percebendo as tendências, não permitindo saber a ocorrência de hiperglicemias pós-prandiais nem de hipoglicemias noturnas. A MCG permite saber o que ocorre de forma contínua, possibilitando saber tendências, associar eventos a ações que a pessoa com DM1 efetuou e determinar limites de hipoglicemia e hiperglicemia. No entanto a MCG tem o desfasamento fisiológico denominado *lag-time* e necessita da GC para calibração.

No que concerne à comparação entre MCG e MFG começam a surgir os primeiros estudos comparativos. Reddy et al. (2018) concluíram no seu estudo que a MCG tem um maior impacto na redução de hipoglicémias do que a MFG, reduzindo não só os eventos como o receio que as mesmas ocorressem, pela presença de alarmes – principal crítica feita à MFG.

A tabela 3.2 apresenta os vários equipamentos de monitorização contínua, sendo que apenas o G4 da Dexcom é utilizado em Portugal, mas sem qualquer participação.

Tabela 3.2 – Principais dispositivos de monitorização contínua da glicémia (adaptado de Cappon et al., 2017)

Empresa	Sensor	Características	Requisitos
Dexcom ¹	<p style="text-align: center;">G4</p> <p style="text-align: center;">Platinum</p> <p style="text-align: center;">MCG utilizado maioritariamente em Portugal</p> 	<p>Duração de 7 dias; setas tendência; alertas de hipo/hiperglicemia; monitorização remota</p>	<p>Calibração recomendada a cada 12h. Aprovado apenas como dispositivo adjuvante.</p>
	<p style="text-align: center;">G5 Mobile</p> 	<p>Duração de 7 dias; setas tendência; alertas de hipo/hiperglicemia; monitorização remota e comunicação sem fios com dispositivos móveis (até 5)</p>	<p>Calibração recomendada a cada 12h.</p>
	<p style="text-align: center;">G6</p> 	<p>Mantém características dos anteriores com adição de novas funcionalidades;</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Elimina a necessidade de picar o dedo (para calibração ou tomadas de decisão); 	<p>Aprovado pela FDA em Março 2018, ainda não comercializado.</p>

¹ <https://www.dexcom.com/news/fda-authorizes-dexcom-g6>

- ✓ Aplicador do Sensor redesenhado para ser mais fácil de introduzir;
- ✓ Confortável, discreto e fácil de usar;
- ✓ Sistema mais preciso, minimizando interferência de fármacos nos valores de glicose;
- ✓ Alerta preditivo de hipoglicémia;
- ✓ Maior duração do sensor: 10 dias;

Medtronic²

**Enlite
Sensor**



6 dias de duração; setas tendência; alertas de hipo/hiperglicemia; integração direta com os sistemas das bombas de perfusão contínua de insulina Medtronic.

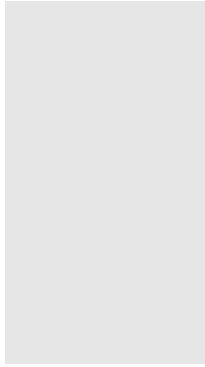
Calibração recomendada, no mínimo, a cada 12h. Aprovado apenas como dispositivo adjuvante.

² <http://www.medtronic-diabetes.com.pt/acerca-do-produto/enlite-sensor.html>

	<p>Guardian Sensor 3</p> 	<p>7 dias de duração; setas tendência; alertas de hipo/hiperglicemia; integração direta com os sistemas das bombas de perfusão contínua de insulina Medtronic.</p> <p>Calibração recomendada,, no mínimo, a cada 12h. Aprovado apenas como dispositivo adjuvante.</p>
<p>Abbott³</p>	<p>Navigator II</p> 	<p>5 dias de duração; setas tendência; alertas de hipo/hiperglicemia;</p> <p>Calibração recomendada às 2h, 10h, 24h e 72h após a inserção do sensor. Aprovado apenas em alguns países europeus como dispositivo adjuvante.</p>
<p>Senseonics⁴</p>	<p>Eversense</p>	<p>Duração de até 90 dias; setas tendência; alertas de hipo/hiperglicemia e comunicação sem fios com dispositivos móveis.</p> <p>O sensor tem de ser inserido e removido por um profissional de saúde. Aprovado apenas em alguns países europeus como</p>

³ <https://www.freestylediabetes.pt/gerir-monitorizar/monitorizacao-da-diabetes/monitorizacao-continua-de-glicose>

⁴ <https://www.eversenseddiabetes.com/products/>



dipositivo
adjuvante.

Neste momento já existem sistemas que de MCG que funcionam em simultâneo com bombas infusoras de insulina e que, transmitindo dados entre si, permitem que a bomba deixe de infundir insulina caso a pessoa com DM1 tenha uma hipoglicemia e não responda aos alarmes. Infelizmente, ainda não existe nenhum sistema que consiga fazer o mesmo em relação às hiperglicemias, ingestão de hidratos de carbono, prática de exercício físico e situações de doença

Como seria de esperar a MCG acarreta vantagens e desvantagens que devem ser ponderadas, na altura de decidir quem se referencia para MCG e que tipo de MCG a utilizar.

Assim podem compilar-se algumas vantagens:

- Maior controlo na diabetes (transmite tendências, facilita as decisões na escolha do tipo de hidratos de carbono a ingerir e quantidade de insulina a administrar), melhorando a HbA1c e variabilidade dos valores (Cappon et al., 2017);
- Maior poder de decisão em relação às variações de glicemia (Tumminia et al., 2015);
- Maior qualidade de vida (Cappon et al., 2017);
- Maior segurança em relação às hipoglicemias, diminuindo o número de incidência das mesmas e transmitindo alerta (no caso de se tratar de MCG em tempo real) (Reddy et al., 2018);
- Maior sensação de segurança, principalmente durante a noite, por haver sistema de alertas em caso de hipoglicemia e hiperglicemias (Reddy et al., 2018);
- Maior redução na incidência de complicações da DM1 em fases tardias ou terminais ao longo da vida (menor risco de cegueira, menor risco de insuficiência renal terminal, menor risco de amputação) (Tumminia et al., 2015).

Pode-se também sistematizar algumas desvantagens em relação à MCG:

- Custo dos equipamentos é muito elevado e não tem participação estatal (L. Heinemann & Devries, 2014; Lutz Heinemann et al., 2012);

- A utilização de alarmes de hipoglicemia e hiperglicemia podem tornar-se incômodos, interrompendo o sono e as pessoas começam a estar menos atentos aos mesmos, ignorando-os (Pickup, Holloway, & Samsi, 2015);
- Pode aumentar o stress do utilizador por estar sempre a receber informação (no caso da MCG em tempo real) (Pickup et al., 2015);
- Os sensores podem ter menos fiabilidade no fim do período de utilização, transmitindo valores com menos precisão (Pickup et al., 2015);
- Não dispensa a realização de GC (considerando os equipamentos já comercializados)

A realização de monitorização contínua da glicose pode ser útil nas pessoas com diabetes que apresentem (Carlson et al., 2017; Danne et al., 2017):

- ✓ Hipoglicemias noturnas;
- ✓ Hipoglicemias não percebidas;
- ✓ Otimização de terapêutica;
- ✓ Otimização de terapêutica com bomba infusora de insulina;
- ✓ Discrepância de HbA1c e perfil glicémico registado;
- ✓ Pré conceção;
- ✓ Hiperglicemias em jejum.

Pelo que estes constituem os principais critérios para realização de monitorização contínua de glicose, não sendo este um método disponível para toda a população com diabetes tipo 1.

Os avanços significativos com a MCG e as bombas de insulina têm vindo a permitir que a informação da monitorização possa futuramente ser utilizada na administração de insulina. Com efeito, o primeiro sistema híbrido em circuito fechado, também designado de pâncreas artificial pela FDA, foi aprovado em setembro de 2016 e ficou disponível nos Estados Unidos em março de 2017.

No entanto, ainda é necessário pensar em algumas questões, pois nem todas as pessoas com diabetes tipo 1 utilizam sistemas de perfusão contínua de insulina (bombas de insulina). Assim, será também importante continuar a considerar, pelo menos no presente, as necessidades de quem realiza multi-injeção diária de insulina, o que atualmente representa cerca de 90% dos diabéticos tipo 1 (Garg & Akturk, 2017).

4. QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT (QFD)

O *Quality Function Deployment* (QFD), em português designado de Desdobramento de Função Qualidade, é uma abordagem que tem vindo a ser definida por vários autores ao longo dos anos. O QFD tem sido utilizado em diversas áreas desde o início dos anos setenta com o principal objetivo de tornar o processo de desenvolvimento de processos e produtos mais eficiente e adaptar mais eficazmente os produtos às necessidades dos utilizadores.

Segundo Moores (2006, p. 293), QFD consiste numa “técnica de planeamento estratégico focado no cliente, orientado para a ação e inovação, e que visa o desenvolvimento e melhoria de produtos, negócios ou organizações”. Já Gonzalez, Quesada, Mueller, & Mueller (2011) citando aquele que é considerado o fundador da QFD, Akao (1990) definem como “um método para o desenvolvimento de produtos, orientado para a satisfação do cliente, traduzindo a procura do cliente em metas de *design* e pontos importantes de garantia da qualidade a serem usados durante toda a fase de desenvolvimento e produção”.

Historicamente, foi Akao, no final dos anos 60 quem percecionou o valor de uma abordagem como o QFD, com o objetivo transformar as características do produto pretendidas em pontos precisos de controlo de qualidade, durante a fase de produção. Em 1972, escreve o seu primeiro trabalho designado de *hinshitsu tenkai* (traduzido em inglês para *quality deployment*) (L.-K. Chan & Wu, 2002).

Entretanto na *Mitsubishi Heavy Industry* em Kobe, Japão, no início dos anos 70, seguindo as ideias de Akao, começa a implementar-se o QFD (Prasad, 1998). Esta abordagem surgiu de regulamentações governamentais rigorosas para as embarcações militares que, com as elevadas despesas associadas, forçaram a administração a comprometer-se com a garantia de qualidade. Assim, a equipa de engenharia da empresa elaborou uma matriz que relaciona todas as regulamentações governamentais, requisitos críticos de projeto e requisitos do cliente às características técnicas controladas pela empresa bem como a forma como a empresa os alcançaria. Além disso, a matriz também mostrava a importância relativa de cada entrada, possibilitando que os itens importantes fossem identificados e priorizados para receber uma parcela maior dos recursos disponíveis da empresa (L.-K. Chan & Wu, 2002).

Posteriormente, outras empresas adotaram o QFD durante os anos 70. É por essa altura de Akao renomeia o seu método para *hinshitsu kino tenkai* (traduzido para inglês *quality function deployment*). Desde então, o uso do QFD cresceu como uma metodologia bem enraizada em muitas empresas americanas, onde chega no final dos anos 80, nomeadamente pelo princípio inovador de “Projetar corretamente à primeira” (L.-K. Chan & Wu, 2002).

Esta é então uma ferramenta para o desenvolvimento e controlo de processos com o principal objetivo de incluir a “voz do cliente” numa fase que antecede a produção efetiva do produto. Esta necessidade surge do facto de até então haver pouca ligação entre a engenharia/gestão da qualidade e os processos de marketing, podendo desta forma ocorrer uma falha de enquadramento das expectativas dos utilizadores.

Assim, como referido por Gonzalez et al. (2011, p. 11) pode considerar-se que QFD tem como finalidade responder à questão: “Como podemos garantir a qualidade de um produto ou serviço, baseando-nos nas necessidades dos clientes, ou seja na *voz do cliente*?”.

A *voz do cliente* é um conceito intimamente ligado a esta ferramenta, e refere-se àquelas que são as expectativas que os utilizadores de determinado produto ou serviço apresentam (Andronikidis et al., 2009; Gonzalez et al., 2011; Gremyr & Raharjo, 2013). O conceito básico da QFD será então a capacidade de traduzir corretamente essa mesma voz em características de *design* e de engenharia, subseqüentemente em características das partes constituintes, em planos de projeto e, por fim, em requisitos para a produção (Tsai et al., 2008).

Assim sendo, pode inferir-se que QFD tenha como uma das principais vantagens o foco total no cliente, tendo como objetivo melhorar a comunicação entre os clientes e as organizações/empresas, horizontalizando-a. Assim, os produtos desenvolvidos tornam-se mais completos e concordantes com o que os utilizadores procuram, esperam e necessitam. Para além disto, ao aplicar QFD, o processo de design e produção torna-se mais objetivo e direcionado, o que permite reduzir os custos associados (Andronikidis et al., 2009; Tsai et al., 2008).

Este tem sido um método que, pela sua origem associada à gestão industrial, tem sido muito utilizado na produção da indústria automóvel, de equipamentos eletrónicos e tecnológicos. No entanto, existem alguns artigos de revisão sobre o potencial destas ferramentas na área da saúde.

Com efeito, Gremyr & Raharjo (2013) abordam algumas das especificidades da aplicação de QFD nos cuidados de saúde:

- a) Em primeira instância, a importância de definir: quem é o cliente? Rapidamente podemos inferir que seja o “doente”, “paciente”, “utilizador dos cuidados de saúde”, consoante a nomenclatura que se queira adotar; no entanto, pode ser necessário alargar o leque à família/cuidadores informais, ou mesmo aos profissionais de saúde (cuidadores formais);
- b) Um outro aspeto importante será a distinção entre aquilo que o cliente, já identificado, “deseja” e “precisa”. Efetivamente são conceitos diferentes, e na área da saúde é

comum que o cliente não deseje determinada característica num equipamento tanto quanto, na verdade, necessite dela. Esta distinção é importante pois, para se ouvir a voz do cliente tem de haver coerência na terminologia utilizada, ou, caso contrário, poderá não se conseguir compreender as verdadeiras motivações para a aceitabilidade dos produtos a ser desenvolvidos ou aperfeiçoados.

- c) Por último, a importância de priorizar as necessidades identificadas, para gestão correta dos recursos e também para se responder ao que será mais importante e não negligenciar aspetos fundamentais para os clientes. Encontrar métodos que permitam traduzir a informação fornecido pelos clientes para valores quantitativos será um ponto fundamental da aplicação de QFD.

Tendo em conta definir corretamente as relações entre aspetos técnicos e necessidades dos clientes, QFD requer habitualmente 4 matrizes, como representado na Figura 4.1 (Garver, 2012; Tsai et al., 2008) :

Fase 1: Planeamento de produto;

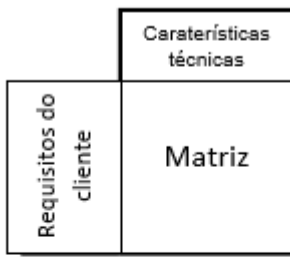
Fase 2: Planeamento dos componentes;

Fase 3: Planeamento do processo;

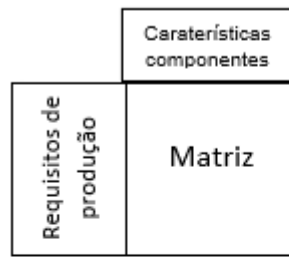
Fase 4: Planeamento da produção.

O processo QFD é conduzido através da construção de matrizes que desdobram as necessidades dos clientes e os requisitos técnicos relacionados com ela. As matrizes correspondentes a estas 4 fases irão permitir relacionar os *inputs* dos clientes com as especificidades técnicas, requisitos mecânicos, operações de produção e planos de controlo de qualidade (Tsai et al., 2008).

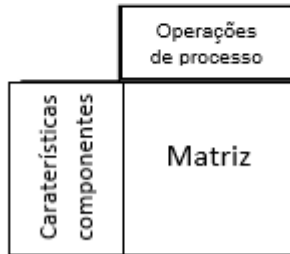
A matriz referente especificamente ao planeamento do produto é também designada de Casa da Qualidade e traduz as necessidades dos clientes em requisitos para o desenvolvimento do produto (Garver, 2012; Shahin, Iraj, & Shahrestani, 2016; Tsai et al., 2008). Não obstante, alguns autores como Yang & El-haik (2003) referem-se a todas as fases como Casas da Qualidade, numeradas de 1 a 4, correspondendo cada casa a uma fase.



Fase 1: Casa da Qualidade



Fase 2: Planeamento dos componentes



Fase 3: Planeamento do processo



Fase 4: Planeamento da produção

Figura 4.1 – Quatro fases do processo QFD (Tsai et al., 2008, p. 88)

5. CASA DA QUALIDADE

A metodologia QFD tem como finalidade entender a qualidade que os clientes esperam e auxiliar na execução dinâmica dos produtos, de acordo com os requisitos identificados. Esta é uma técnica bem-sucedida para ajudar os grupos de produção e desenvolvimento de produtos na interpretação da pesquisa de mercado e na tradução dos requisitos do cliente em requisitos técnicos. (Shahin et al., 2016) Como referido anteriormente, a primeira fase do QFD também é reconhecida como Casa da Qualidade (Shahin, et al., 2016; Tsai et al., 2008) e segundo Shanin, et al. (2016), a principal razão é o facto de as matrizes preenchidas em QFD serem semelhantes a uma casa.

Em cada matriz, como ilustrado na Figura 5.1, dois conjuntos de “WHATs” e “HOWs” são comparados. Os “WHATs” são os requisitos do cliente; e os “HOWs” são os parâmetros ou requisitos (técnicos ou de engenharia) para alcançá-los. Em cada etapa, os “HOWs” são transferidos para a próxima fase como “WHATs” (Shahin et al., 2016).

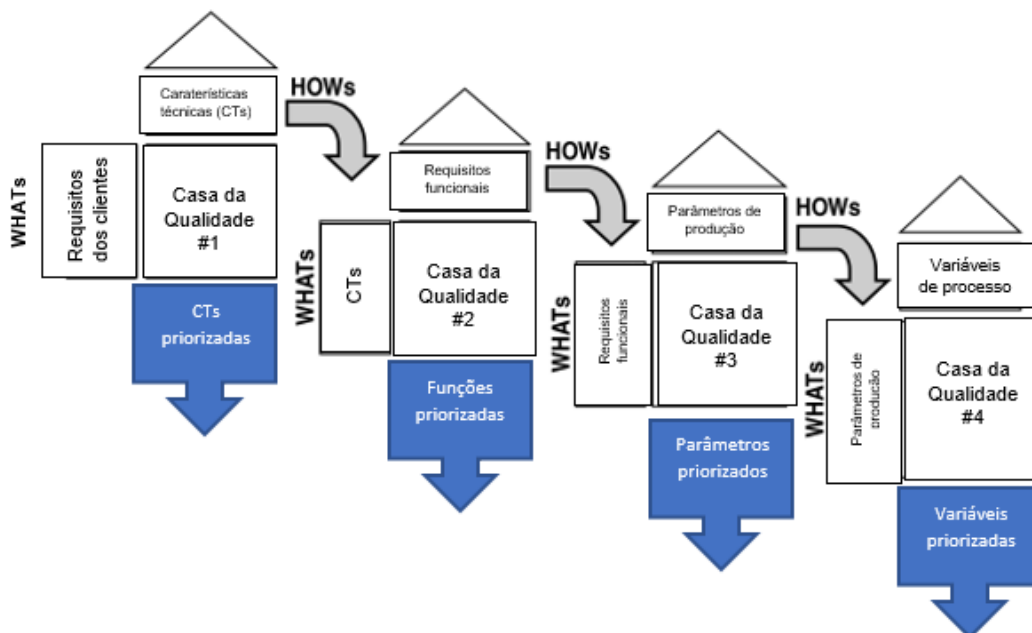


Figura 5.1 – Relação entre as 4 matrizes QFD (adaptado de Yang & El-haik, 2003, p. 176)

A metodologia QFD tem vindo a sofrer algumas adaptações tendo em vista dar resposta às necessidades mais atuais do mercado. No entanto, de acordo com Andronikidis et al. (2009) e Shahin et al. (2016) das 4 matrizes que constituem o método, a primeira (matriz de planeamento do produto – casa da qualidade) é a matriz mais utilizada.

Com efeito, segundo Yang & El-haik (2003), a Casa da Qualidade é a base para o estabelecimento de relações no QFD e a sua aplicação resulta numa melhoria da comunicação, planeamento e produção de produtos.

Como resultado direto da aplicação da Casa da Qualidade, a intenção do cliente torna-se o impulsionador do processo de design, bem como o catalisador para a modificação de solução de design (Yang & El-haik, 2003).

O objetivo da aplicação da casa da qualidade é, deste modo, garantir que o desenvolvimento ou aperfeiçoamento de um produto corresponde às necessidades dos clientes (Y. Ramírez, Cisternas, & Kraslawski, 2017; Tsai et al., 2008). Assim, os requisitos dos clientes são representados na horizontal e as especificações do produto são representadas na vertical, sendo a relação destes representada na matriz de relações (identificada na figura 5.2 com o número 5).

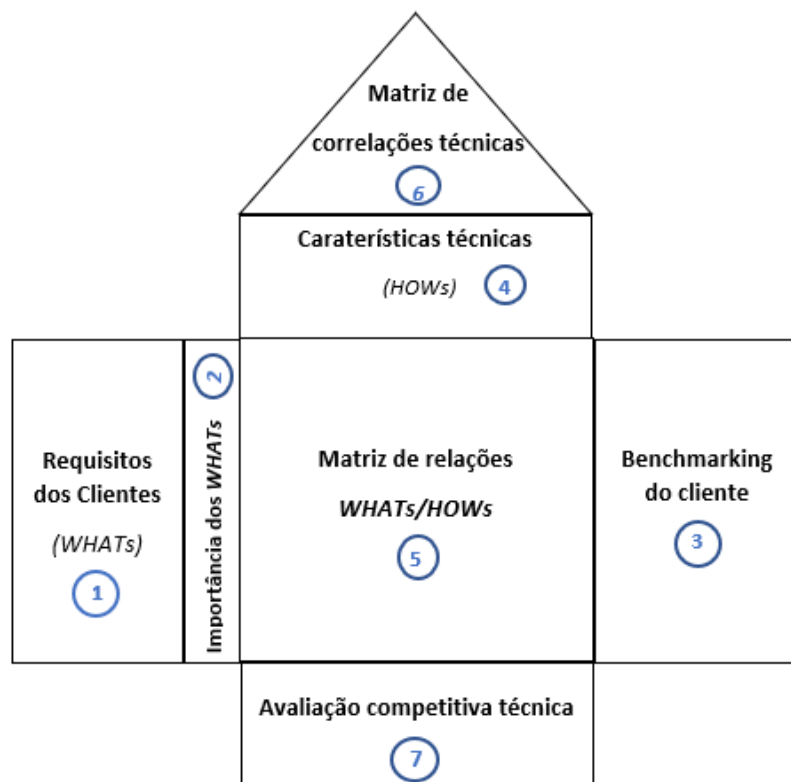


Figura 5.2 - Representação esquemática da Casa da Qualidade (adaptado de Yang & El-haik, 2003, p. 178)

Diferentes autores adotam diferentes nomenclaturas e formas de organizar a casa, pelo que será considerada a nomenclatura e organização ilustrada na figura 5.2.

Assim, é possível identificar os diferentes componentes de uma Casa da Qualidade, como explicitado nos subcapítulos seguintes.

5.1 Constituintes da Casa da Qualidade

5.1.1 Requisitos dos clientes (*WHATs*) – “Voz do Cliente”

O objetivo de qualquer fabricante é sempre proporcionar ao cliente o produto que o cliente deseja, satisfazendo as suas necessidades. Para tal é necessário compreender quais os requisitos do cliente.

Assim, é imperativo ouvir os clientes para perceber qual o rumo a tomar com os produtos a desenvolver (Gonzalez et al., 2011).

A implementação da Casa da Qualidade define que os requisitos do cliente desempenhem um papel principal no planeamento/desenvolvimento de um novo produto. Consequentemente, o primeiro passo será determinar quem é o cliente (Gremyr & Raharjo, 2013).

Depois de se determinar quem é o cliente e se escolher qual mercado para tomar como ponto de referência, surge a necessidade de identificar as suas necessidades, a sua voz (Franceschini, 2002; Gonzalez et al., 2011; Mazur, 2015).

A aquisição da Voz do Cliente (VoC) é um termo definido por Griffin & Hauser (1993) e, mais tarde por Matzler & Hinterhuber (1998), como o processo de captura dos requisitos dos clientes e traduz um conjunto detalhado de necessidades, que são organizados numa estrutura hierárquica, e priorizados em termos de importância relativa e satisfação com as alternativas atuais. Estas necessidades são apresentadas na lateral esquerda da Casa da Qualidade.

Efetivamente, as fontes de dados podem ser diversas: pesquisa de mercado, incluindo pesquisas específicas sobre grupos representativos de clientes/utilizadores, aplicação de questionários, informações de marketing, dados de manutenção técnica, reclamações, brainstorming entre especialistas, entre outros. Caso os dados não sejam suficientes, ou para complementar a informação, podem contactar-se grupos representativos de clientes (que podem incluir, além de clientes e utilizadores, equipas de vendas ou distribuição dos produtos) de preferência em entrevistas individuais ou entrevistas em grupo (Franceschini, 2002; Martí

Bigorra & Isaksson, 2017).

Segundo Griffin & Hauser (1993, p. 6) a identificação das necessidades deve ser “primeiramente uma tarefa de pesquisa qualitativa”, sendo que num estudo típico seria recomendado entrevistar entre 10 e 30 clientes/utilizadores com a duração máxima de 1h por entrevista. No entanto, esta só deve terminar quando o entrevistador sentir que não existem mais necessidades por identificar (Franceschini, 2002).

Yang & El-haik (2003) realçam que os clientes podem utilizar expressões difusas para caracterizar as suas necessidades - necessidades que apresentam muitas dimensões a requerer uma resposta simultaneamente. Assim, os diagramas de afinidade e diagramas de árvores podem ser usados para completar e clarificar a lista de necessidades, pois a maioria dos requisitos são ideias muito gerais que exigem uma definição mais detalhada.

Embora na literatura analisada sobre implementação da metodologia QFD não haja referência à utilização direta de mapas cognitivos, este tipo de ferramenta pode ser uma alternativa aos diagramas de árvore e de afinidade, principalmente quando se recorre a avaliação multicritério (Carlos A. Bana e Costa, De Corte, & Vansnick, 2012). Os mapas cognitivos são uma ferramenta que permite organizar um grupo de ideias de uma forma estruturada, ligando todas as ideias através de setas que representam a sua causalidade, ou seja, indicando a causa e consequência (Montibeller, Belton, Ackermann, & Ensslin, 2008).

No que concerne às técnicas possíveis para o levantamento da voz do cliente, estas incluem, para além das entrevistas individuais, *focus groups* ou entrevistas com grupos mais pequenos de cerca de 3 pessoas (Franceschini, 2002; Griffin & Hauser, 1993).

As entrevistas individuais constituem das técnicas mais utilizadas e mais eficazes para entender explicitamente quais os desejos e necessidades dos clientes. Cada cliente, individualmente, é solicitado a descrever alguns produtos que já existem no mercado, como eles os usam e se as suas necessidades são ou não satisfeitas por esses produtos. Os entrevistadores devem, no decorrer da entrevista, esclarecer e explorar cada característica que os clientes identificam para que esta seja bem definida. Destas entrevistas semiestruturadas surgem dados em bruto obtidos de clientes, também conhecidos como dados de origem, que constituem os requisitos dos clientes e utilizadores, expressos literalmente nas suas próprias palavras (Griffin & Hauser, 1993). Alguns autores, e especificamente Akao (1988), referem a importância de não ter os dados de origem reescritos

ou reformulados, mas sim que estes sejam agrupados de acordo com as suas características naturais e potenciais relações, para evitar perder o significado original que expressam.

Outra opção seria o *focus group*, estes incluem habitualmente seis a oito clientes, que são solicitados a falar sobre os seus requisitos e opiniões. Este método tem a grande vantagem de ser possível observar e avaliar o impacto de uma opinião nos restantes clientes, gerando assim o confronto de ideias entre o grupo, permitindo análise de comportamento dos participantes (Franceschini, 2002). No entanto, segundo Griffin & Hauser (1993) durante uma reunião destas com a duração de 2h, cada cliente participa apenas cerca de 15 a 20 minutos, e a sua opinião pode ficar diluída na dos restantes participantes, o que não acontece nas entrevistas individuais. Efetivamente, estudos indicam que duas entrevistas individuais permitem identificar tantas necessidades como dois *focus groups*. (Griffin & Hauser, 1993). Assim, de entre as técnicas possíveis, a opção pela entrevista semiestruturada é a que mais se adequa ao objetivo pretendido.

Segundo Franceschini (2002, p. 40) “outros métodos [como inquéritos por questionário] podem também ser opção, considerando a falta de recursos ou de tempo necessário para a aplicação de uma técnica qualitativa”, que deve, no entanto, ser primeira opção.

Assim sendo, e decorrente dos métodos aplicados, os autores referem que em média são identificadas cerca de 75 a 150 frases que podem ser consideradas uma articulação das necessidades dos clientes. (Franceschini, 2002; Griffin & Hauser, 1993) Nesta estão incluídas necessidades básicas (características que o cliente assume que o produto terá), necessidades articuladas (características que o cliente refere pretender num produto) e necessidades de entusiasmo (aquelas características que se estiverem presentes irão realmente surpreender e satisfazer o cliente) (Franceschini, 2002).

Esta classificação remete para o modelo de Kano *et. al* (1984) citado por (Matzler & Hinterhuber, 1998) em que se distinguem três tipos de requisitos com diferentes impactos na satisfação do cliente: *‘Must-Be’ requirements; one dimensional requirements; attractive requirements*. No entanto, alguns autores consideram não três, mas cinco tipos de requisitos, tendo por base o mesmo modelo (Franceschini, 2002, p. 47):

- *Type B (basic) attributes, or must be or expected*
- *Type 0 (one-dimensional) attributes*

- *Type E (excitement) attributes*
- *Type I (indifferent) attributes*
- *Type R (reverse) attributes*

Esta discrepância pode ser explicada pelo facto de para a construção da casa da qualidade, por norma, apenas serem consideradas as três primeiras categorias. Os primeiros atributos (tipo B) são aqueles que derivam de necessidades básicas; muitas vezes está implícito para os clientes que estas características estarão presentes e fazem parte da designada “qualidade esperada”. A presença desses atributos não constitui, aos olhos do cliente, uma fonte de satisfação extra, mas a sua ausência provoca uma forte insatisfação (Franceschini, 2002; Matzler & Hinterhuber, 1998).

Os atributos do tipo O (atributos lineares ou unidimensionais) são requisitos proporcionais ao nível de cumprimento, quanto mais se conseguir enquadrar estes requisitos no produto, maior será a satisfação do cliente, e vice-versa. Por norma, são requisitos explicitamente solicitados pelos clientes (Franceschini, 2002; Matzler & Hinterhuber, 1998).

Os atributos do tipo E atraem e satisfazem o cliente e são aqueles que contribuem para diferenciar um produto específico dos concorrentes. A sua presença produz um alto nível de satisfação por parte do cliente, enquanto sua ausência não produz qualquer nível de insatisfação, pois o cliente não esperava pela característica (Franceschini, 2002; Matzler & Hinterhuber, 1998).

Os atributos de tipo I não produzem qualquer impacto no cliente e os de tipo R, por oposição, provocam insatisfação quando presentes (Franceschini, 2002).

É importante reforçar que a classificação dos requisitos é intrínseca e dinâmica, pelo que um requisito que anteriormente recebeu uma categoria, poderá atualmente ser classificado de outra forma. O diagrama de Kano está representado na figura 5.3.

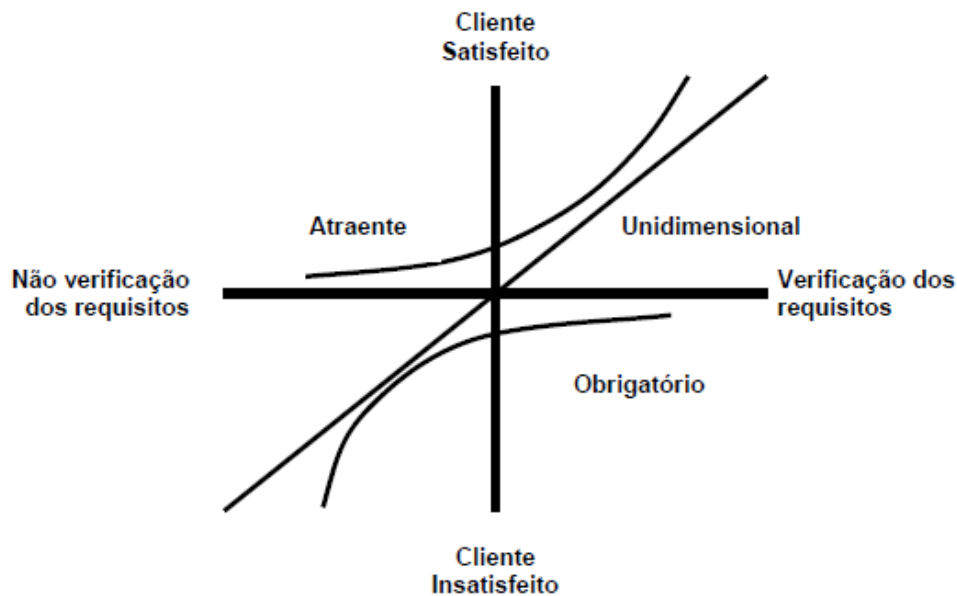


Figura 5.3 – Modelo de Kano (adaptado de Yang & El-haik, 2003, p. 97)

Em suma, diferentes abordagens podem ser usadas para captar a voz do cliente e reunir as suas necessidades mais importantes, como a proposta por Kano et al. (1984). No entanto, de acordo com Bosch-Sijtsema & Bosch (2015) é preciso considerar que o que os clientes dizem querer nem sempre representa o que estes realmente precisam. Isto sugere que as técnicas já existentes para reunir as necessidades dos clientes devem ser utilizadas em conjunto com a pesquisa de dados reais sobre utilização dos produtos, tendo em vista originar novas formas de compreender os desejos dos clientes (Bigorra & Isaksson, 2017).

5.1.2 Importância dos *WHATs*

Os diferentes requisitos identificados anteriormente têm diferentes níveis de importância para os clientes, pelo que nesta fase é fundamental determiná-los.

Segundo o exemplo de Hauser & Clausing (1988) podem considerar-se dois tipos de requisitos do cliente em relação às portas de um carro desportivo: portas que devem ser fáceis de fechar e as janelas elétricas devem ser rápidas e fáceis de usar. Imediatamente surge um problema, pois para aumentar a velocidade de subir os vidros, será necessário um motor elétrico mais potente, o que ocupará mais espaço. Isso, no entanto, tornaria a porta mais pesada e mais difícil de fechar. Às vezes é particularmente complicado encontrar soluções

que correspondam a todas as necessidades, podendo ser necessário compromisso ou *trade-off* entre requisitos (Franceschini, 2002).

Esta etapa pode ser realizada de diferentes formas, com destaque para a classificação de importância relativa (Franceschini, 2002), que consiste na atribuição direta de pesos, referida por muitos autores com uma forma simples de hierarquizar os requisitos dos clientes (Gonzalez et al., 2011; Iqbal, Grigg, Govindaraju, & Campbell-Allen, 2014; Karsak, Sozer, & Alptekin, 2003; Yang & El-haik, 2003). Nesse método, os pesos são atribuídos de forma direta pelos clientes durante a fase de recolha de informação, através de questionários e tipicamente recorrendo a escalas definidas previamente. Geralmente são utilizadas escalas em que cada nível representa um determinado grau de importância, como por exemplo uma escala de 5 níveis, onde 1 representa “nada importante” e 5 representa “muito importante” (Yang & El-haik, 2003).

Segundo Franceschini (2002), os resultados destes questionários são analisados para encontrar a distribuição estatística dos pesos sobre cada requisito do cliente. Se a distribuição é manifestamente unimodal, os valores médios das avaliações são levados em consideração. Se, por outro lado, a distribuição é, por exemplo, bimodal, com variações significativas nos níveis de importância, não fará tanto sentido calcular as pontuações médias, porque esse tipo de distribuição revela que provavelmente estamos perante dois segmentos de mercado diferentes.

Uma outra forma de hierarquizar os requisitos dos clientes, partindo da atribuição de escalas ordinais de importância é a utilizada por Adinyira, Kwofie, & Quarcoo (2017). Os autores referidos fazem uma média para a pontuação atribuída a cada um dos requisitos. De seguida, são utilizados intervalos interquartis para definir o grau de importância de cada requisito. Isto é, aos requisitos que apareceram no terceiro quartil é-lhes atribuída importância máxima. Os requisitos que apareceram no segundo quartil (50%) foram identificados como secundários. Finalmente, os requisitos com os 25% mais baixos (primeiro quartil) foram requisitos com classificação mínima de importância.

Alguns autores, como Sanchez et al. (1993), podem ainda recorrer à classificação de Kano para atribuir pontuações aos requisitos. Por exemplo, a requisitos do tipo B atribuir 3 pontos, enquanto requisitos do tipo E recebem 5. Embora possa ser verdade que os requisitos do tipo E possam ter mais impacto na satisfação global do cliente, não é de modo algum verdade que

os requisitos classificados como tipo B sejam menos importantes, até porque, como referido anteriormente, a sua ausência provoca grande insatisfação.

A Tabela 5.1 resume algumas das escalas para determinação da importância dos requisitos dos clientes utilizadas.

Tabela 5.1 – Escalas para determinação da importância dos requisitos dos clientes encontradas na revisão de literatura (adaptado de Iqbal et al. (2014))

Autores	Escalas utilizadas
Majid and David (1994) e Utne (2009)	1 a 5
Park and Kim (1998)	Proporções de 1
Bouchereau and Rowlands (2000)	1 a 3
Masui et al. (2003) e Olewnik and Lewis (2008)	1,3,9
Dikmen et al. (2005)	1 a 9
Tanik (2010)	1 a 10

Apesar da vasta utilização de escalas como ferramentas para determinação da importância dos requisitos dos clientes, convém realçar que somente as escalas cardinais permitem a realização com coerência teórica de operações tão simples como a comparação de médias. Verifica-se, contudo, que grande parte das escalas usadas na avaliação são escalas verbais ordinais. A posterior associação de uma qualquer escala numérica aos níveis de uma escala ordinal, muitas vezes considerando os níveis consecutivos como equidistantes não é suficiente para garantir a coerência teórica da aplicação de técnicas quantitativas de avaliação tal como referem alguns autores (Oppenheim, 1998; Gob, McCollin, & Ramalhoto, 2007). Diferentes tipos de abordagens, baseados em diferentes áreas de conhecimento científico, são usados para definir, medir e analisar a voz dos clientes. Muitos desses métodos não consideram a forma qualitativa dos julgamentos dos clientes, apesar desse tipo de informação constituir a base de dados de entrada.

Deste modo, irá recorrer-se ao MACBETH com o intuito de ultrapassar algumas das limitações encontradas com as escalas tipicamente utilizadas nos estudos, como será explicitado nos capítulos 6 e 7.

5.1.3 Matriz de Planeamento

Consiste na comparação entre tecnologias concorrentes, o que pode conduzir à identificação de novas oportunidades de desenvolvimento. Segundo Yang & El-haik (2003) as atividades para obtenção da voz do cliente (VoC) (como os inquéritos e entrevistas) podem usadas para classificar os *WHATs* dos vários projetos num determinado segmento de mercado.

Esta matriz pode incluir na abordagem tradicional:

- Pontuação atribuída pelos clientes ao produto da empresa e aos da concorrência (benchmarking do cliente);
- Objetivos estratégicos para cada requisito do cliente;
- Argumentos de venda;
- Importância estratégica de cada requisito do cliente;

Esta tarefa inclui, assim, comparações de desempenho competitivo e *benchmarking* no contexto da capacidade de atender às necessidades específicas do cliente. Esta pode também servir para definir metas de melhoria (taxa ou rácio de melhoria) usando uma proporção de desempenho (objetivo de classificação/classificação real num determinado requisito) (Yang & El-haik, 2003).

É nesta fase que se calculam os argumentos de venda, o benchmarking dos requisitos bem como os objetivos estratégicos dos mesmos, tendo em vista a melhoria do produto ou serviço a ser desenvolvido, face a outros concorrentes.

Os argumentos de venda (u_j) são utilizados para imputar a cada um dos requisitos do cliente uma importância relativamente à sua capacidade de promover o produto.

Nesta fase, calculam-se argumentos de venda para cada um dos requisitos do cliente com base nos coeficientes de ponderação dos requisitos e nas pontuações de cada um dos tipos de dispositivo.

Para além disso, pode também ser calculada a importância estratégica dos *WHATs* (IE_j), que representa o peso de cada requisito no ponto de vista dos clientes. Assim, os requisitos com maior importância estratégica estão associados a um maior benefício e devem ter prioridade sobre os restantes.

A importância estratégica dos *WHATs* pode ser calculada de duas formas como apresentado nas equações 1 e 2 (Chan & Wu, 2005; Coelho, 2017):

$$IE_j = \left(\frac{oe_j}{v_j(X)} \right) \times w_j \times u_j \quad (1)$$

Ou

$$IE_j = [oe_j - v_j(X)] \times w_j \times u_j \quad (2)$$

Onde:

IE_j – importância estratégica do requisito j

oe_j – objetivo estratégico para o requisito j

$v_j(X)$ – pontuação do dispositivo X no requisito j

w_j – coeficiente de ponderação do requisito j

u_j – argumento de venda para o requisito j

5.1.4 Características técnicas (HOWs)

As características técnicas, de design ou de engenharia que irão dar resposta às necessidades dos clientes estão representadas na vertical na Casa da Qualidade (Yang & El-haik, 2003). Estas consistem na descrição do produto através de características mensuráveis e que são afetadas pela perceção que os clientes têm do produto. Isto é, o estudo destas características deverá indicar como aplicar as mudanças nos produtos que os clientes identificam como necessárias, sendo por isso também designadas de *HOWs* (Gonzalez et al., 2011). Para cada *WHAT* deverá ser identificado um ou mais *HOWs*, como forma de dar resposta às necessidades dos clientes. Assim, se os *WHATS* são a voz do cliente, alguns autores referem os *HOWs* como a voz da engenharia ou especificações técnicas dos produtos (Tsai et al., 2008).

Na primeira matriz do QFD, a Casa da Qualidade relacionada com o planeamento do produto, é fundamental identificar os requisitos técnicos que irão dar resposta às necessidades dos clientes/utilizadores (Brown, 1991).

5.1.5 Matriz de relações *WHATS/HOWs*

O processo de relacionamento entre os *WHATS* e os *HOWs* nem sempre é muito fácil de definir, na medida em que, por norma, não se trata de uma relação de “um para um” (Yang & El-haik, 2003). Isto é, uma necessidade pode corresponder a várias características técnicas, e o contrário também se verifica. Com efeito, tem de se verificar se existe relação entre todos

os *WHATs* e todos os *HOWs* e, neste sentido, na tabela de duas entradas todas as combinações são avaliadas. Pode acontecer que um *WHAT* seja alcançado com vários *HOWs* e também pode acontecer que um *HOW* se possa relacionar com vários distintos *WHATs*.

Na origem desta ferramenta, no Japão, os símbolos utilizados para a matriz foram inspirados nos símbolos locais das corridas de cavalos, em que duplo círculo centrado significa relação forte; um círculo simboliza relação média e um triângulo relação fraca. A escolha de símbolos, ao invés de números, pode ser explicada pela sua rápida e fácil interpretação. Desde então, várias formas têm sido utilizadas (Yang & El-haik, 2003).

Efetivamente, segundo Prasad (1998), as relações podem ser avaliadas de uma forma quantitativa, em que são utilizados números para representar a magnitude da relação, ou então de uma forma qualitativa, utilizando símbolos como originalmente. Tipicamente existem quatro níveis de relação: relação “forte”, “moderada”, “fraca” e “sem relação”, aos quais estão associados um número (avaliação quantitativa) ou um símbolo (avaliação qualitativa), sendo que esta relação pode ser positiva ou negativa (L.-K. Chan & Wu, 2002; Prasad, 1998; Yang & El-haik, 2003).

Depois de preenchida a matriz para cada (*WHAT*, *HOW*), é necessário rever toda a matriz.

No que concerne a esta fase, revela-se fulcral ter uma forma de determinar em que medida características técnicas contribuem para dar resposta às necessidades dos clientes.

5.1.6 Matriz de correlação técnica (“telhado da casa”)

Esta é a matriz responsável pela designação da casa, pela sua forma triangular, assemelhando-se a um “telhado”.

Cada célula no topo da casa é uma medida da possível correlação (positiva ou negativa) de dois diferentes *HOWs*. O uso dessas informações melhora a capacidade da equipa desenvolver uma perspetiva sistémica para os vários *HOWs* em consideração. (Shahin et al., 2016)

Também nesta matriz se podem utilizar símbolos para representar níveis de correlação, podendo esta ser positiva (sinergia) ou negativa (compromisso). Se uma característica técnica apoia outra, então produz-se uma correlação positiva. Caso contrário, há uma correlação negativa. O método usual de resolver problemas para os quais o melhoramento de uma

característica técnica leva a piorar a outra característica com a qual esta está relacionada costuma ser efetuar um *trade-off* e chegar a uma situação de compromisso.

O emparelhamento de características e correlações pode também ser resolvido recorrendo a métodos conceituais como o método russo TRIZ (Shahin et al., 2016; Yang & El-haik, 2003), tendo em vista evitar as contradições. Na abordagem TRIZ o que se pretende é através de um processo de inovação sistemática usando, por exemplo, uma matriz de contradições e recorrendo aos princípios inventivos, resolver a contradição de uma forma inovadora (eliminando contradições) sem utilizar os métodos usuais de otimização como forma de atingir uma solução de compromisso. Existem alguns estudos onde se faz uso do TRIZ em conjunto com a casa da qualidade (Shahin et al., 2016; Su & Lin, 2008; Yang & El-haik, 2003) mas não é a prática mais comum.

5.1.7 Matriz técnica

Esta é a fase final de construção da casa da qualidade e nesta componente são calculadas as importâncias absolutas e relativas dos vários *HOWs* com base em toda a informação obtida anteriormente. É feita também uma análise de benchmarking do ponto de vista técnico e determinados os objetivos técnicos.

Após definir os objetivos técnicos a equipa pode atribuir uma pontuação à dificuldade de implementar cada uma das características de engenharia, onde são considerados fatores como o tempo, recursos financeiros e de produção. Geralmente, na versão tradicional da casa da qualidade as pontuações podem ser atribuídas utilizando escalas do mesmo tipo que as utilizadas na determinação da importância dos *WHATs* e na análise de benchmarking do cliente. (L.K. Chan & Wu, 2002; Hauser & Clausing, 1988)

Por fim, nesta componente, são calculadas as importâncias estratégicas das características de engenharia.

5.1.8 Análise da Casa da Qualidade

Após concluir o preenchimento de todas as componentes da primeira casa da qualidade, deve ser feita uma análise com o objetivo de identificar situações que comprometam o seu rigor ou que de alguma forma indiquem qual o rumo a tomar para refletir a voz do cliente no produto. Com efeito, a análise contínua de todas as matrizes, em todas as fases, contribui para a

identificação de possíveis pontos de melhoria da ferramenta. Yang & El-haik (2003) sugerem o seguinte procedimento para identificar estes casos:

- a) Identificar colunas em branco, ou com relações fracas: *HOWs* que não se relacionam com nenhum requisito dos clientes (*WHATs*);
- b) Identificar linhas em branco, ou com relações fracas: Requisitos dos clientes que não estão fortemente relacionados com um requisito técnico;
- c) Identificar conflitos: avaliação competitiva técnica em conflito com o benchmarking dos clientes. A principal causa destes pontos de conflito pode dever-se a uma má interpretação e compreensão do que é o requisito do cliente, ou a uma incorreta avaliação por parte dos clientes;
- d) As características técnicas que estão associados a um maior número de relações fortes devem ser identificadas, pois estas características têm um forte impacto na percepção geral que o cliente tem sobre a qualidade do produto. No entanto, também devem ser analisadas as correlações relativas a essas características técnicas, pois quando alteradas podem ter um impacto sobre as restantes;
- e) Durante a análise da casa da qualidade podem ser identificadas também oportunidades de negócio, ou seja, casos em que o produto e os produtos concorrentes têm um desempenho fraco na avaliação de benchmarking do cliente num determinado requisito. Nesta situação, os esforços devem ser orientados para melhorar o produto nestes aspetos, criando a possibilidade de o afirmar relativamente à concorrência.
- f) Nos requisitos do cliente em que o produto tem um pior desempenho no ponto de vista do cliente relativamente à concorrência, é encontrada uma oportunidade de benchmarking. Nestas situações as características técnicas que proporcionam uma avaliação do cliente superior num determinado requisito devem ser implementadas no produto através de benchmarking. Esta abordagem permite economizar tempo e recursos no processo de desenvolvimento;
- g) Por fim, a fase final de análise à casa da qualidade consiste em identificar as características técnicas que obtiveram uma maior pontuação, pois são estas que de alguma forma estão relacionadas e têm mais impacto nos requisitos do cliente. Estas características técnicas serão o input de uma nova casa da qualidade, resultando no desdobramento da função qualidade (QFD) permitindo levar a voz do cliente a todas as fases de desenvolvimento do produto.

5.2 Aplicações da Casa da Qualidade

A Casa da Qualidade é considerada por Ginn & Zairi (2005) um mapa conceitual que providencia os meios para a interligação entre diferentes aspetos, todos eles essenciais para o planeamento, produção e desenvolvimento de um produto ou serviço.

Desde da introdução do conceito de QFD no Japão, a Casa da Qualidade tem sido amplamente utilizada. No entanto, este conceito apenas apareceu na literatura escrita em inglês em 1983, o que fez com que surgisse interesse pela aplicação desta ferramenta nos EUA e noutros países. Assim, aquela que inicialmente era uma ferramenta que era aplicada ao desenvolvimento e produção de produtos físicos manufacturados, passou a ser utilizada noutros campos de estudo.

Por essa razão, trata-se de uma ferramenta que pode ser adaptada a diferentes necessidades e contextos, sendo essa adaptabilidade uma das grandes forças desta ferramenta, tornando-a um sistema fiável (Andronikidis et al., 2009).

Algumas das aplicações conhecidas são (L.-K. Chan & Wu, 2002; Xie, Goh, & Tan, 2003):

- Indústria Automóvel;
- Construção;
- Educação;
- Eletrónica;
- Indústria Alimentar;
- Cuidados de saúde;
- Marketing;
- Pesquisa e Desenvolvimento;
- Serviços;
- Software;

No que concerne especificamente aos cuidados de saúde, área de estudo, a tabela 5.2 ilustra as principais áreas de aplicação da ferramenta.

Tabela 5.2 – Principais áreas de aplicação da Casa da Qualidade (e metodologia QFD)

	Área de aplicação	Autores
Cuidados de Saúde	Redução dos custos de um serviço de reabilitação	Einspruch, 1996
	Melhoria da qualidade dos serviços de um hospital	Radharamanan & Godoy, 1996
	Melhoria da qualidade do serviço e satisfação dos doentes na indústria hospitalar	Jeong & Oh, 1998
	Elaboração de modelo de referência para melhoria da qualidade dos serviços hospitalares	Lim, Tang, & Jackson, 1999
	Desenvolvimento de software – sistema de gestão de informação em saúde	Hallberg et al., 1999
	Eficiência da gestão dos cuidados hospitalares	Lim & Tang, 2000
	Melhoria da aplicação QFD na saúde – 2 estudos de caso	Dijkstra, 2002
	Melhoria do tempo despendido na prescrição de terapêutica	Gremyr & Raharjo, 2013
	Melhoria do sistema educativo para formação de enfermeiros	Chou, 2004
Desenvolvimento de um sistema de e-saúde para serviço saúde espanhol	Gonzalez et al., 2006	

Melhoria da segurança radiológica	Moores, 2006
Desenvolvimento de novos serviços de saúde	Rahman & Qureshi, 2008
Aplicação do QFD a um serviço de cuidados intensivos	Simons & Verhagen, 2008
Desenvolvimento de cadeira de rodas	Tsai et al., 2008
Produção e desenvolvimento de escala para diagnóstico de problemas cervicais e de ombros	Liu, Lee, & Huang, 2009
Melhoria de serviço geriátrico	Kuo, Wu, Hsu, & Chen, 2011
Desenvolvimento de stent traqueal	Melgoza, Serenó, Rosell, & Ciurana, 2012
Avaliação dos cuidados prestados numa maternidade do Irão	Aghdam, Mahdavi, Shirazi, & Vahidi, 2015
Desenvolvimento de equipamentos de robótica para prestação de cuidados	Ju & Sohn, 2015
Aperfeiçoamento da ergonomia do plano duro para transporte em urgência e emergência	Zadry, Rahmayanti, Susanti, & Fatrias, 2015
Desenvolvimento de equipamento para reabilitação do cotovelo	Callegaro et al., 2016

5.3 Benefícios e Limitações da Casa da Qualidade

Os benefícios da aplicação da Casa da Qualidade são generalizados e significativos, geralmente melhorando a qualidade do produto, o que, por sua vez, melhora a satisfação do cliente.

Efetivamente, hoje em dia, com técnicas de marketing cada vez mais sofisticadas, as empresas podem medir, acompanhar e comparar as percepções que os clientes têm dos produtos com muito mais exatidão, permitindo assim que compitam em qualidade. Assim, dando importância primeiramente aquilo que o cliente deseja, a produção pode não só reduzir tempo na fase de desenvolvimento dos produtos, como nas melhorias que seriam necessárias depois (Hauser & Clausing, 1988).

Alguns autores também sugerem que uma maior qualidade e menor custo podem ser obtidos através do QFD e conseqüentemente, da casa da qualidade. Com efeito, os problemas de inicialização são reduzidos, a análise competitiva é melhorada e a comunicação entre departamentos internos é aprimorada (Garver, 2012).

No que concerne especificamente à redução de custos, Hauser & Clausing (1988) apresentam no seu estudo sobre a Toyota reduções de custos na ordem de 60% com a aplicação da casa da qualidade.

Assim, pode compreender-se que a ampla aceitação do QFD se deve principalmente aos seus inúmeros benefícios, sendo estes alguns dos benefícios mais importantes encontrados na literatura:

- a) Menos custos de projeto e serviço devido à redução de processos irrelevantes e menos mudanças dos projetos anteriores, devido à identificação precoce de áreas de alto risco (Gonzalez et al., 2011; Griffin & Hauser, 1993);
- b) Menor tempo de ciclo e minimização de custos de mudanças no meio do caminho e erros de implementação (Griffin & Hauser, 1993; Xie et al., 2003);
- c) Menos problemas de inicialização e melhor desempenho da empresa (Gonzalez et al., 2011);
- d) Melhor gestão do aumento da procura e alocação eficiente de recursos (Shahin et al., 2016; Xie et al., 2003);
- e) Melhor gestão de documentação devido ao facto de esta estar armazenada nas matrizes, portanto, nenhum dos detalhes é perdido (L.-K. Chan & Wu, 2002; Griffin & Hauser, 1993);
- f) Garantia de qualidade mais estável e maior possibilidade de inovação (Andronikidis et al., 2009; Xie et al., 2003);

- g) Identificação de futuras oportunidades de aplicação e uso efetivo de informações competitivas (L.-K. Chan & Wu, 2002; Mazur, 2015);
- h) Melhoria na qualidade do serviço ou produto, uma vez que o QFD ajuda a priorizar os requisitos do cliente em ordem de importância do ponto de vista do cliente (Gonzalez et al., 2011; Mazur, 2015);
- i) Aumento da satisfação do cliente devido ao facto do QFD ajudar a entender as necessidades reais do cliente (L.-K. Chan & Wu, 2002; Gonzalez et al., 2011; Mazur, 2015);
- j) Melhoria do intercâmbio de ideias e aumento da comunicação dentro da organização (L.-K. Chan & Wu, 2002; Griffin & Hauser, 1993; Mazur, 2015).

No entanto, também deve notar-se que a Casa da Qualidade e o QFD em geral têm algumas limitações. Esta técnica é muitas vezes referida como um processo complexo e demorado, exigindo compromisso e uma experiência profissional (Garver, 2012; Ginn & Zairi, 2005).

Determinar a importância relativa dos requisitos do cliente é outro dos aspetos mais importantes da Casa da Qualidade, particularmente porque essas classificações de importância orientam todo o processo. Se forem gerados valores de importância imprecisos para os requisitos do cliente, então toda a casa de qualidade é construída partindo de uma base fraca (Garver, 2012).

Em geral, diferentes autores abordam a importância dos requisitos do cliente, mas ignoram os "níveis de desempenho" dos clientes associados às atribuições. No processo QFD, e na Casa da Qualidade, a atividade de estimativa dos níveis de desempenho desejado pelo cliente é realizada, mas os níveis são determinados por membros internos do QFD e não pelos clientes.

Especificamente, é possível identificar as seguintes limitações do QFD:

- a) A metodologia do QFD impõe a necessidade de lidar com grandes quantidades de dados recolhidos de clientes, e a entrada manual na Casa da Qualidade pode tornar-se demorada e difícil (Andronikidis et al., 2009; Chan & Wu, 2002);
- b) Não é fácil e, é demorado, ter que avaliar as relações entre cada requisito do cliente e a característica do serviço, bem como as correlações entre as várias características do serviço (Andronikidis et al., 2009; Xie et al., 2003)
- c) Definir valores-alvo na Casa da Qualidade é muitas vezes impreciso (Andronikidis et al., 2009);
- d) A voz do cliente contém ambiguidade e significados diferentes devido ao facto de que nem todos têm a mesma perceção de uma descrição linguística particular (L.-K. Chan & Wu, 2002);

- e) Devido à necessidade de entrada e análise de grande quantidade de dados subjetivos, o viés pode ser facilmente injetado em qualquer estágio da implementação do QFD correndo o risco de se retirar uma conclusão incorreta;
- f) O método QFD é um processo contínuo, portanto, os erros numa etapa propagam-se para as etapas sucessivas (Andronikidis et al., 2009; Griffin & Hauser, 1993);
- g) Como a voz do cliente geralmente é expressa na linguagem do cliente e não em termos de recursos de serviço, tem sido sugerido que pode ser difícil traduzir os desejos do cliente em recursos de serviço mensuráveis (Andronikidis et al., 2009);
- h) Além disso, os pontos fortes dos relacionamentos são por vezes mal definidos (Bouchereau & Rowlands, 2000; Han, Chen, Ebrahimpour, & Sodhi, 2001). Mais especificamente, a abordagem do QFD usa importância absoluta para identificar o grau de importância para cada requisito de cliente e serviço, assumindo que dados precisos e representativos em escala absoluta estão disponíveis (Chuang, 2001; Garver, 2012);
- i) O QFD assume que existe uma relação linear entre os requisitos do cliente e os atributos do serviço (Karsak et al., 2003);
- j) Outra desvantagem é que as análises do QFD são frequentemente limitadas ao primeiro HOQ, quebrando as ligações entre as três fases do QFD (Bouchereau & Rowlands, 2000);
- k) O QFD assume que os requisitos do cliente são determinísticos, permanecendo inalterados ao longo do tempo (Xie et al., 2003).

Dessa forma, esta é uma ferramenta que terá ainda margem para melhoria, principalmente naqueles que são os métodos de ponderação e de apoio à decisão utilizados.

Com efeito, durante a análise de toda a literatura encontrada sobre a aplicação da casa da qualidade, foram encontrados erros metodológicos na construção e preenchimento de várias componentes. Os aspetos a melhorar na ferramenta estão assim relacionados fundamentalmente com:

- ✓ A utilização de escalas ordinais como sendo escalas cardinais (Garver, 2012);
- ✓ Na utilização de pesos como indicadores diretos de importância (Kamvysi, Gotzamani, Georgiou, & Andronikidis, 2010).

A utilização de escalas ordinais é muito frequente no processo de construção de uma casa da qualidade e geralmente são utilizadas para expressar o grau de importância dos *WHATs*, na atribuição de pontuações nas análises de benchmarking e também para expressar o tipo de relações e correlações.

Esta utilização levanta algumas questões. Em primeiro lugar, o facto de não ser possível saber ao certo qual a distância entre cada ponto da escala, o que torna inadmissível calcular uma média com essas respostas. Como referido anteriormente, a posterior associação de uma qualquer escala numérica aos níveis de uma escala ordinal, muitas vezes considerando os níveis consecutivos como equidistantes não é suficiente para garantir a coerência teórica da aplicação de técnicas quantitativas de avaliação tal como referem alguns autores (Oppenheim, 1998; Gob, McCollin, & Ramalhoto, 2007).

A outra questão prende-se, como referido por Garver (2012), com o facto de ao perguntarmos a um cliente como classifica determinado requisito numa escala de “pouco importante” a “muito importante”, sabe-se que a tendência será obtermos vários requisitos como sendo todos eles “muito importantes”, pelo que o objetivo da classificação acaba por se perder.

No que concerne atribuir os pesos diretamente aos requisitos, é importante esclarecer que os pesos ou coeficientes de ponderação funcionam como constantes de escala e servem para harmonizar as avaliações parciais.

Assim, a atribuição dos coeficientes de ponderação aos critérios deve tomar em consideração a amplitude entre as opções de maior preferência e de menor preferência segundo cada critério de avaliação. Os coeficientes de ponderação a atribuir aos critérios têm de ter em conta as escalas de *performance* destes. Desta forma, os processos de ponderação direta, por referência à noção psicológica e intuitiva da “importância” dos critérios pode estar desligada dos intervalos de escala, o que se deve evitar.

Pode considerar-se o seguinte exemplo (Keeney, 1992): considere um problema relacionado com a poluição atmosférica onde os pontos de vista a considerar são “concentrações de poluentes no ar” e “custos de regulação das emissões de poluentes”. Aos reguladores, administradores e membros da sociedade em geral colocam-se questões do tipo: “Neste problema de poluição atmosférica o que considera mais importante “as concentrações de poluentes no ar” ou “os custos de regulação das emissões de poluentes”? “E quantas vezes mais importante?”

Um inquirido pode responder que a “concentração de poluentes” é muito mais importante que os “custos de regulação dos poluentes”. O inquirido pode até dizer que a “concentração de poluentes” é três vezes mais importante que os “custos de regulação dos poluentes”. Isto não tem sentido no que toca à compreensão dos valores envolvidos. É necessário saber qual a redução da concentração de poluentes e qual o custo envolvido de forma a poder discutir e quantificar a importância relativa dos dois critérios.

Assim, perguntar diretamente se um critério é mais importante que outro critério constitui “O erro crítico mais comum” (Keeney, 1992).

Para minimizar esse efeito, os pesos devem refletir os *trade-offs* existentes entre requisitos, tendo por base as respectivas escalas de desempenho. Não ter em consideração estes aspetos gera pesos arbitrários. Por exemplo, um cliente atribui pesos de forma direta, considerando que o requisito “segurança” é mais importante que o requisito “preço” (*trade-off* constante). No entanto os níveis de importância para cada um dos requisitos dependem do desempenho de cada um, ou seja, a segurança só vai ser mais importante até um determinado nível de preço (*trade-off* real) (Coelho, 2017).

O passo crítico deste método de *trade-off* consiste em ajustar o nível de impacto de forma a tornar as duas opções indiferentes. Isto é feito piorando a opção escolhida no critério cujo impacto está no nível BOM (ou no melhor nível) e melhorando a opção não escolhida no critério que se encontra no nível NEUTRO (ou no pior nível) de forma a obter uma opção indiferente à primeira. Estas diferenças têm de ser dadas pelo decisor para os (n-1) pares de opções. Conhecendo as funções de valor para os critérios em avaliação é possível determinar as constantes de escala (pesos) para os vários critérios.

Desta forma, surge como fundamental analisar o processo de tomada de decisão, nomeadamente, o método associado à construção da casa da qualidade para que esta traduza o mais fielmente as necessidades e requisitos dos clientes.

6. PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO

Os modelos atuais de qualidade de assistência clínica recomendam que as decisões em saúde sejam baseadas em evidências e centradas no cliente.

Os avanços nas ciências de decisão levaram ao desenvolvimento de vários métodos de tomada de decisão com múltiplos critérios. Esses métodos multicritérios são projetados para ajudar as pessoas a fazer escolhas melhores quando confrontadas com decisões complexas envolvendo várias dimensões. Estes são especialmente úteis quando há a necessidade de combinar “dados concretos” com preferências subjetivas, para fazer concessões entre os resultados desejados e envolver múltiplos tomadores de decisão. A tomada de decisão clínica baseada em evidências e centrada no cliente possui todas essas características. Essa correspondência aproximada sugere que os sistemas de apoio à decisão clínica baseados em técnicas de decisão multicritério têm o potencial de permitir que os envolvidos realizem as tarefas necessárias para implementar cuidados centrados no cliente, baseados em evidências de forma eficaz e eficiente em ambientes clínicos.

O objetivo deste capítulo é realizar uma introdução geral à variedade de alguns dos métodos multicritério disponíveis e mostrar como estes poderiam ser usados para apoiar a tomada de decisões clínicas. Os métodos discutidos incluem desde métodos tendo por base as escalas ordinais, métodos de ponderação direta, o processo de hierarquia analítica (AHP) e, por último, será dedicado um capítulo ao MACBETH, uma vez que será o método utilizado no estudo de caso realizado.

6.2 Introdução aos métodos multicritério de apoio à decisão (MMAD)

Os métodos multicritério são um tipo de análise de decisão projetado especificamente para uso em situações em que é importante incorporar de maneira transparente múltiplas considerações num processo de tomada de decisão. O seu principal objetivo é ajudar os decisores a fazer escolhas melhores, ajudando-os a alcançar maior compreensão e percepção da decisão que estão a enfrentar.

Primeiramente, revela-se fundamental definir algumas noções e termos recorrentes utilizados no MMAD, tais como “alternativa”, “critério”, “peso” e “escala”. Uma "alternativa" é um curso de ação avaliado por meio de processo de tomada de decisão. É usado de forma intercambiável com o termo "opção". Um "critério" é um constructo que permite a avaliação do desempenho de uma alternativa. É usado de forma intercambiável com os termos "atributo" e "objetivo".

Quanto a "peso", é um número que expressa a importância relativa de critérios/níveis em relação aos quais as alternativas são comparadas. O termo "escala" refere-se a um instrumento no qual o desempenho de uma alternativa é medido. Dois tipos de dados podem ser medidos: qualitativos e quantitativos. (Belton & Stewart, 2002; Diaby, 2014; Dolan, 2010)

Segundo Dolan (2010), os métodos multicritério podem ser categorizados de várias maneiras. Quando classificados com base na forma como os critérios de decisão são usados, os métodos podem ser compensatórios ou não-compensatórios. Com efeito, de acordo com Goodwin & Wright (2004, p. 16) “numa estratégia compensatória, o baixo desempenho de uma opção num atributo é compensado pelo bom desempenho em outros.” Os autores dão o exemplo da confiabilidade de um computador e a velocidade rápida do processador que podem ser avaliadas para compensar seu preço menos atrativo. Este não seria o caso numa estratégia não compensatória. Ou seja, o termo “compensatório” refere-se ao facto de um valor baixo nalguns atributos poder ser compensado (“*traded-off*”) por um valor alto noutros atributos. O *trade-off* é no fundo uma expressão de quanto uma pessoa estaria disposta a abdicar de um atributo, para obter um ganho específico noutro atributo. (Chatburn & Primiano, 2001)

Estratégias compensatórias envolvem assim mais esforço cognitivo porque o decisor tem a difícil tarefa de fazer concessões entre melhorar o desempenho nuns atributos e reduzir o desempenho noutros.

Os métodos multicritério também podem ser descritos com base na estratégia analítica utilizada. As abordagens baseadas em valor desenvolvem medidas quantitativas de quão bem as opções cumprem os critérios e as prioridades relativas dos critérios para alcançar o objetivo da decisão. Essas medidas podem ser criadas de várias maneiras, o que explica a maioria das diferenças entre os métodos incluídos nessa categoria. (Dolan, 2010)

Com base nos autores consultados (Belton & Stewart, 2002; Diaby, 2014; Dolan, 2010) é possível apresentar na tabela 6.1 uma proposta de organização para os métodos multicritério, sendo que alguns destes podem ter designações diferentes, consoante o autor em causa.

Por exemplo, se considerarmos a classificação de Figueira, Greco & Ehrgott (2004) os métodos estariam divididos entre MAUT/MAVT (onde se incluem AHP, MACBETH, entre outros); Outranking (PROMETHEE e ELECTRE) e os restantes são classificados como abordagens não tradicionais de MMAD.

Tabela 6.1 – Organização dos principais métodos multicritério por estratégia analítica utilizada (adaptado de Belton & Stewart, 2002; Diaby, 2014; Dolan, 2010)

Estratégia analítica utilizada	Exemplos de métodos específicos
Folhas de Balanço	
Métodos <i>even swap</i>	
Métodos baseados em valor	Ordinal weighting
	Direct weighting
	Methods based on multi-attribute utility/value theory (MAUT/MAVT): como SMART e SMARTER
	Analytic Hierarchy Process (AHP)
Métodos Outranking	PROMETHEE
	ELECTRE

O interesse em métodos de tomada de decisões com base em múltiplos critérios tem vindo a crescer rapidamente. As principais áreas de aplicação têm sido a ciência da gestão, a pesquisa operacional, a ciência da computação, a ciência, engenharia, economia, energia e fontes de água. Embora pequeno em comparação com outras áreas, tem havido também um interesse crescente no uso de métodos multicritério na tomada de decisão em saúde (Dolan, 2010).

Os recursos dos sistemas de saúde são limitados. Além disso, os processos de desenvolvimento e aperfeiçoamento de dispositivos biomédicos têm elevados custos que as empresas procuram diminuir. Assim, tendo em vista otimizar estes processos, tem surgido algum interesse em métodos fidedignos que traduzam corretamente aquelas que são as necessidades do mercado. Na área da saúde revela-se então como fundamental escutar as necessidades dos clientes e inclusivamente analisar aquelas que também são as prioridades dos profissionais de saúde, pois nem sempre coincidem.

Assim, com o objetivo de encontrar métodos adequados para avaliar os benefícios e necessidades dos clientes, bem como tendo em vista priorizá-los, têm surgido várias abordagens e ferramentas de apoio à tomada de decisão transferidas de outros campos de

estudo que não a saúde. Na Tabela 6.2 é possível perceber algumas das aplicações dos MMAD na área da saúde, e dos dispositivos biomédicos.

Tabela 6.2 – Aplicação de MMAD nos equipamentos biomédicos e serviços de saúde (adaptado de Ivlev, Kneppo, & Bartak, 2014)

Área de aplicação	Autores/Ano	Método	Aplicação ao processo de tomada de decisão
Seleção de projetos e equipamentos	Balestra, Knaflitz, & Massa, 2007	AHP	Avaliação da qualidade e seleção de pacemaker
	Chatburn, Faarc, Primiano, & Mba, 2001		Seleção de um ventilador
	Cho & Kim, 2003		Seleção de consumíveis e dispositivos médicos
	Pecchia et al., 2013		Seleção de aparelho TC
	Montevechi <i>et al.</i> 2010		Seleção de ecógrafo
	Sloane, 2004		Seleção de ventilador neonatal
	Hummel, 2001	Avaliação de válvula cardíaca artificial	
	Velmurugan & Selvamuthukumar, 2012	ANP	Seleção de método mais adequado para preparação de nanopartículas
	Santos & Garcia, 2010	AHP, MAFMA, ELECTRE	Criação de um modelo de decisão para aquisição de equipamento médico
	Ramírez & Calil, 2007	Artificial neural networks	Compra de equipamento médico
Feldstein, Brooks, 2010	Value analysis	Otimização do processo de compra de	

			equipamento de laparoscopia
Avaliação de projetos e equipamento	Rocha, Sloane, & Bassani, 2005	AHP	Seleção de serviços para equipamentos médicos
	Sloane, 2004		Avaliação de tecnologias da saúde
	Büyüközkan, Çifçi, & Gülerüz, 2011		Avaliação da qualidade de serviços de saúde
	Wollmann, Steiner, Vieira, & Steiner, 2012		Avaliação de serviços de saúde por consumidores
	Topacan, Basoglu, & Daim, 2009		Avaliação da preferência dos utilizadores de serviços de saúde
	Ni, Chen, & Kokot, 2002		PROMETHEE, GAIA
Desenvolvimento de dispositivos médicos	Li, Bin, & Dhillon, 2011	AHP	Procedimento para desenvolvimento de dispositivos médicos

Segundo a revisão realizada por Ivlev et al. (2014), os métodos multicritério de apoio à decisão têm sido utilizados tanto na avaliação quanto na seleção de projetos e equipamentos na área da saúde.

Relativamente à seleção de equipamentos, Balestra et al. (2007) aplicaram o processo de hierarquia analítica (AHP) para apoiar a aquisição de pacemakers e desfibriladores implantáveis. Chatburn et al. (2001) utilizaram o AHP para selecionar e comprar ventiladores de cuidados intensivos. Cho & Kim (2003) empregaram o AHP para selecionar 88 produtos médicos e materiais para desenvolvimento na Coreia. Pecchia et al. (2013) projetaram uma seleção de scanner de TC com base em 12 especificações. Montevechi et al. (2010) utilizaram o AHP para seleção do sistema de ultrassonografia em hospitais privados do Brasil. Sloane

(2004) mostrou como construir um modelo de avaliação do ventilador neonatal. Santos e Garcia (2010) utilizaram o AHP, o MAFMA (Multi-Attribute Failure Mode Analysis) e o ELECTRE para demonstrar um modelo de decisão para incorporar indicadores na aquisição de equipamentos médicos hospitalares. Velmurugan & Selvamuthukumar (2012) empregaram o ANP (Analytic Network Process) para avaliar e selecionar o procedimento mais adequado para a preparação de nanopartículas.

No entanto, surgiram outros métodos de apoio à decisão na seleção de equipamentos médicos, como as redes neurais artificiais (Ramírez & Calil, 2007) e análise de valor (Feldstein & Brooks, 2010).

Ramírez & Calil (2007) descreveram a possibilidade de usar redes neurais como meio de inteligência artificial para fornecer conhecimento a especialistas (engenheiros clínicos) para avaliar ofertas de equipamentos médicos. Segundo Ivlev et al. (2014) esta metodologia requer numerosas interações e uma extenuante cooperação de consultores experientes em lidar com essas tarefas, como médicos, enfermeiros e gestores. A competência dos especialistas não terá sido avaliada no trabalho de Ramirez e Calil, e, portanto, o valor das opiniões expressas pode estar comprometido, o que pode influenciar a confiabilidade dos resultados da seleção.

No que concerne à análise de valor para otimizar a compra de equipamento médico (equipamento laparoscópico), o trabalho de Feldstein & Brooks (2010) demonstra que esta pode ser usada para desenvolver um modelo de comparação de equipamentos a serem comprados. O modelo baseia-se em custos complexos e em resultados conhecidos da implantação do instrumento na prática clínica, e leva em conta os parâmetros económicos das instituições de saúde e prestadores de serviços médicos. Segundo Ivlev et al. (2014), as limitações de aplicação deste modelo decorrem das desvantagens do método em questão: o processo de descrever funções pode ser excessivamente detalhado; o modelo é muitas vezes complicado e difícil de suportar; uma realização de qualidade do modelo requer software especial; e as mudanças organizacionais muitas vezes tornam o modelo obsoleto.

A possibilidade de aplicar métodos de análise multicritério à avaliação de equipamentos e instrumentos médicos foi ainda ilustrada na avaliação da válvula cardíaca artificial usando AHP (Hummel, 2001). A avaliação foi baseada em parâmetros clínicos, económicos, sociais e técnicos de válvulas cardíacas e o resultado da pesquisa foi uma lista ordenada de válvulas cardíacas, liderada por aquela que seria a melhor escolha.

Sloane (2004) descreveu uma estrutura para avaliar as modalidades de serviço de manutenção para equipamentos médicos dentro do sistema de suporte à decisão baseado no AHP. Büyüközkan et al. (2011) aplicaram AHP para desenvolver um modelo de tomada de decisão que possa ajudar a avaliar a qualidade percebida do serviço em alguns hospitais

turcos. Wollmann et al. (2012) utilizaram o AHP para avaliar a qualidade dos serviços oferecidos pelos prestadores de serviços de saúde, de acordo com as percepções dos consumidores. Topacan et al. (2009) utilizaram o AHP para avaliar as preferências dos usuários sobre o serviço de saúde. Ni et al. (2002) aplicaram o PROMETHEE e a Geometrical Analysis for Interactive Aid (GAIA) para ordenação de métodos computacionais, acompanhada de um primeiro pré-tratamento derivativo da matriz de dados espectrais como o método de execução preferido.

Assim, a figura 6.1 apresenta a utilização de MMAD nas diferentes fases de desenvolvimento e aquisição de dispositivos biomédicos.

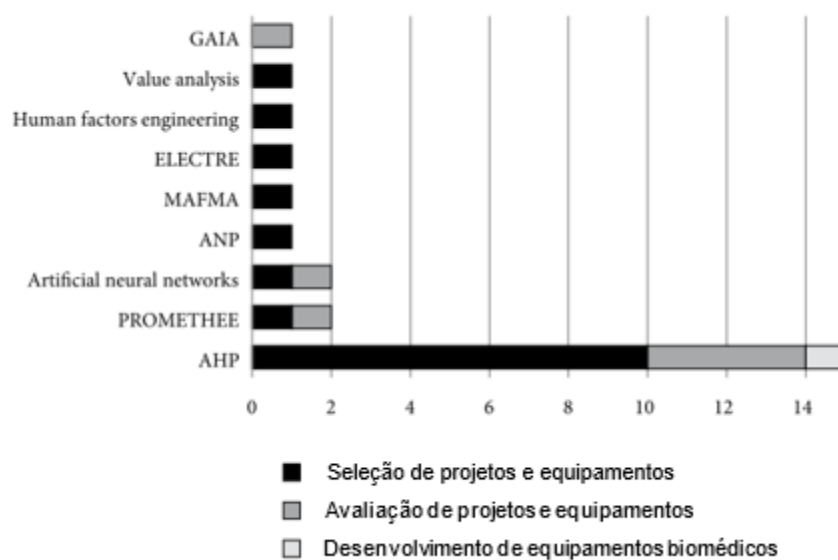


Figura 6.1 - Utilização de MMAD nas diferentes fases de desenvolvimento e aquisição de dispositivos biomédicos. (Ivlev et al., 2014)

Com efeito, o AHP tem sido aplicado frequentemente na seleção e avaliação de projetos/equipamentos biomédicos, bem como no desenvolvimento dos mesmos, pelo que este método é explorado no subcapítulo seguinte.

6.3 Analytic Hierarchy Process (AHP)

Uma das ferramentas mais utilizada é a AHP - Analytic Hierarchy Process - desenvolvida inicialmente entre os anos 70 e 80, e com a sua principal aplicação no setor do marketing. Dolan et al. (2010) foram os primeiros a aplicar este método a estudos de economia da saúde em 1989. Desde então, não só a AHP tem sido aceite na área da saúde como tem sido aplicada em diferentes contextos, desde o desenvolvimento de *guidelines* clínicas, a

inovações biomédicas (Schmidt, Aumann, Hollander, Damm, & Von Der Schulenburg, 2015) e desenvolvimento tecnológico na saúde como referido anteriormente.

Uma vez identificados o decisor e as alternativas, as principais etapas do método são as seguintes (Goodwin & Wright, 2004):

1. Configurar a hierarquia de decisão. Isto assemelha-se a uma árvore de valores, mas com a diferença de que os cursos de ação alternativos também aparecem na hierarquia no seu nível mais baixo.
2. Fazer comparações entre pares de critérios/atributos. Isto é usado para determinar a importância relativa dos atributos e também para comparar o desempenho das alternativas nos diferentes critérios.
3. Transformar as comparações em pesos e verificar a consistência das comparações do decisor.
4. Usar os pesos para obter pontuações para os diferentes critérios/atributos e tomar uma decisão provisória.
5. Realizar a análise de sensibilidade. Este passo irá permitir ao decisor analisar a robustez da decisão provisória quanto às mudanças nos ratings de importância e preferência.

É importante realçar que os passos 3, 4 e 5 exigem o apoio de um software, como EXPERT CHOICE, devido à complexidade dos cálculos envolvidos.

Tabela 6.3 – Escala de importância relativa usada no AHP (Hsiao, 2002)

Intensidade da importância relativa	Definição	Explicação
1	Igual importância	Duas atividades contribuem da mesma forma para o objetivo
3	Importância fraca de um sobre outro	A experiência e julgamento favorecem ligeiramente

		uma atividade em detrimento da outra
5	Importância forte	A experiência e julgamento favorecem muito uma atividade em detrimento da outra
7	Importância demonstrada	Uma atividade é fortemente favorecida, e a sua importância é demonstrada na prática
9	Extrema importância	As provas de que uma atividade é muito melhor que a outra são o mais forte possível
2,4,6,8	Valores intermédios entre julgamentos	Em caso de necessidade de compromisso entre importâncias

Segundo Schmidt et al. (2015), embora o AHP tenha sido aplicado a uma variedade de tópicos dentro do campo da saúde, as análises de sensibilidade na tomada de decisão hierárquica não têm sido alvo de muita investigação.

O Analytic Hierarchy Process (AHP) consiste em decompor um problema multicritério complexo e estruturá-lo hierarquicamente e posteriormente determinar coeficientes de ponderação para cada um dos elementos, em cada nível da hierarquia, através da comparação de todos os pares possíveis (Tabela 6.3) (Garver, 2012; Goodwin & Wright, 2004)

Com efeito, as principais forças do AHP, identificadas por Goodwin & Wright (2004), são as seguintes:

- a) Estruturação formal do problema. Tal como o método SMART e outras técnicas de análise de decisão, o AHP fornece uma estrutura formal para os problemas. Esta ferramenta permite que problemas complexos sejam decompostos em conjuntos de julgamentos e fornece uma justificativa documentada para a escolha de uma opção particular;

- b) Simplicidade de comparações entre pares. O uso de comparações a pares significa que o decisor se pode concentrar numa parte do problema de cada vez, o que simplifica o processo;
- c) A redundância permite que a consistência seja verificada. O AHP requer mais comparações a serem feitas pelo decisor do que são necessárias para estabelecer um conjunto de pesos. Por exemplo, se um decisor indica que o atributo A é duas vezes mais importante que B, e o B, por sua vez, é quatro vezes tão importante quanto C, então pode-se inferir que o A é oito vezes mais importante que o C. No entanto, ao também pedir ao decisor para comparar A com C, é possível verificar a consistência dos julgamentos. Considera-se boa prática pedir para se pensar na decisão de várias formas, e refletir sobre as possíveis inconsistências nos julgamentos apresentados. No AHP isso é realizado automaticamente;

No entanto, algumas críticas têm surgido relativamente à sua utilização (Goodwin & Wright, 2004), nomeadamente:

- a) Conversão da escala verbal para a numérica. O facto de os julgamentos serem automaticamente convertidos para uma escala numérica, sendo a correspondência entre as duas escalas baseada em suposições não testadas. Se por exemplo um cliente afirmar que A é muito mais importante que B, o AHP irá assumir A como três vezes mais importante, mas isso pode não ser o caso;
- b) Problemas com a escala de 1 a 9. Estudos têm sugerido que quando um atributo ou opção é "extremamente mais importante" do que outro então proporções de 1 a 3 ou 1 a 5 são mais apropriadas do que 1 a 9, proporção assumida pelo AHP. No entanto, se o decisor precisar de incorporar razões muito extremas para o modelo de decisão, é obrigado a criar inconsistências. Por exemplo, se A for considerado quatro vezes mais importante que B, e B é quatro vezes mais importante que C, então para ser consistente A deve ser julgado como 16 vezes mais importante que C, mas isso não é possível;
- c) O significado das respostas às perguntas. Os pesos são indicados no AHP sem referência às escalas nas quais os atributos são medidos. Com efeito, as questões do AHP, que simplesmente pedem a importância relativa dos atributos sem referência às escalas, implicam pesos que refletem o valor relativo da pontuação média das opções nos diferentes critérios - isto é um conceito difícil para os clientes e decisores conceberem, o que pode significar que as perguntas sejam interpretadas de maneira diferente e até erradamente;
- d) As novas alternativas podem alterar o posicionamento das alternativas existentes, o que se prende com o ponto anterior e tem sido alvo de muitos estudos;

- e) O número de comparações exigidas pode ser elevado. Apesar da redundância do método poder ser considerada um ponto forte, muitos utilizadores consideram que a elevada complexidade torna a ferramenta menos atrativa;

Adicionalmente Bana e Costa & Vansnick (2008) referem que o AHP produz escalas de valor que não garantem respeitar os juízos dos decisores e que o índice de consistência utilizado pelo método por vezes gera informações erradas.

Esta metodologia tem vindo a ser aplicada em conjunto com a QFD e a casa da qualidade para determinar a importância dos requisitos do cliente (Bhattacharya, Sarkar, & Mukherjee, 2005; Chan & Wu, 2002; Chuang, 2001), comparar alternativas nos vários requisitos (análise de benchmarking) (Chuang, 2001) e para determinar o grau de relação que existe entre os WHATs/HOWs e HOWs/HOWs (Partovi, 2006, 2007)

Na Tabela 6.4, é apresentada a literatura relativa à implementação conjunta das metodologias AHP e QFD por área de aplicação e por tipo de procedimento efetuado.

Tabela 6.4 – Áreas de aplicação QFD – AHP (adaptado de Coelho, 2017)

Área de aplicação	Autor(es)	Procedimento
Design de produto	Hsiao, 2002	1,3
	Myint, 2003	1
	Wang et al., 1998	1
	Felice & Petrillo, 2010	3
Escolha de processo químico	Partovi, 2007	2
Localização de instalações	Chuang, 2001	1,3
	Partovi, 2006	2
Manutenção da paz	Partovi e Epperly, 1999	1,2
Planeamento de curso superior	Congcong et al., 2010	1
Seleção de equipas	Zakarian e Kusiak, 1999	1

Seleção de fornecedores	Scott et al., 2013	1,2
	Jain & Singh, 2014	1,3
	Rajesh & Malliga, 2013	1,3
Seleção de projetos	Partovi, 1999	2
Seleção de regras no futebol	Partovi e Corredoira, 2002	2
Seleção de requisitos	Koksal e Egitman, 1998	1
Seleção de robots	Bhattacharya et al., 2005	1
Área da saúde	Elahi, Ahmed, Haque, & Chowdhury, 2016	1
	Dijkstra, 2002	1
	Alinezad, Seif, & Esfandiari, 2013	1
	Venkateswarlu & Birru, 2012	1

Nota: 1- Determinação da importância do cliente; 2- Determinação do grau de relação dos *WHATs/HOWs* e *HOWs/HOWs*; 3- Comparação entre alternativas (benchmarking);

Assim, revela-se necessário analisar uma outra metodologia, tendo em vista responder, não só às potenciais fragilidades da casa da qualidade, como do próprio AHP. No subcapítulo seguinte aborda-se o MACBETH, metodologia utilizada no estudo de caso realizado.

6.4 MACBETH

O MACBETH (*Measuring Attractiveness by a Category Based Evaluation Technique*) é uma metodologia de apoio à tomada de decisão, que permite avaliar opções tendo em conta múltiplos critérios. A distinção fundamental entre MACBETH e outros métodos de Análise de Decisão com múltiplos critérios é que MACBETH requer apenas julgamentos qualitativos

sobre as diferenças de atratividade entre elementos, para gerar pontuações para as opções em cada critério e para ponderar os critérios (Figura 6.5).

Na análise multicritério existem duas questões essenciais (Cadete, 2011):

- Para cada critério, é necessário determinar uma escala de valores, ou seja, atribuir notas a cada alternativa. Em alguns casos existe uma forma natural de fazer essa atribuição, como no caso do custo de um produto, por exemplo. Em outros casos a avaliação é qualitativa, sendo necessário transformá-la em quantitativa.
- Tendo as notas de cada alternativa, relativas a cada critério, é necessário agregá-las numa nota única através de uma soma ponderada. O problema consiste na atribuição de pesos aos vários critérios, respeitando as opiniões dos decisores.

Estas duas questões podem ser resolvidas com o auxílio do método MACBETH (Bana e Costa & Vansnick, 1995).

Para a primeira, é usado o M-MACBETH no módulo que permite atribuir notas a cada alternativa através de uma comparação. Dadas duas alternativas, o decisor deve designar qual a mais atrativa (tem maior nota) e qual o grau desta atratividade numa escala semântica que tem correspondência com uma escala ordinal. O próprio programa faz a análise de coerência cardinal (transitividade) e semântica (relações entre as diferenças), sugerindo, em caso de incoerência, como resolvê-la. Através de programação linear é sugerida uma escala de notas e os intervalos em que elas podem variar sem tornar o problema inconsistente, o decisor também pode ajustar graficamente o valor das notas atribuídas, dentro dos intervalos permitidos. Segundo Bana e Costa & Vansnick (1995) só após este ajuste, com a introdução dos conhecimentos dos especialistas, é que fica caracterizada a construção da escala cardinal de valores.

Para o segundo problema apontado (atribuição de pesos e construção da função que conduz ao critério síntese), utiliza-se o módulo do software M-MACBETH, que, ao contrário do método AHP, compara a importância dos critérios de forma indireta considerando alternativas fictícias que representam cada um dos critérios. A alternativa fictícia representa o critério j quando apresenta a melhor nota em j e a pior em todos os outros critérios, por exemplo. É ainda introduzida uma outra alternativa, correspondente a um critério artificial, com a pior nota em todos os critérios, com a finalidade de evitar que um critério real tenha peso nulo. Através da comparação da atratividade das alternativas são atribuídos os pesos aos critérios.

Sete categorias semânticas de diferença de atratividade são introduzidas em MACBETH: diferença de atratividade nula, muito fraca, fraca, moderada, forte, muito forte e extrema. Daí a origem do nome da abordagem MACBETH: "Measuring Attractiveness by a Category Based

Evaluation Technique” (Medir a Atratividade por uma Técnica de Avaliação Baseada em Categorias).

À medida que os julgamentos qualitativos são expressos pelo avaliador e introduzidos em M-MACBETH, o software verifica automaticamente a sua consistência e oferece sugestões para resolver eventuais inconsistências. Depois, o processo MACBETH de apoio à decisão evolui para a construção de um modelo quantitativo de avaliação.

A partir dos julgamentos do avaliador e utilizando as funcionalidades do software, uma escala de pontuações em cada critério e pesos relativos para os critérios são gradualmente sugeridos e discutidos. Em seguida, uma pontuação global é calculada para cada opção, fazendo a soma ponderada das suas pontuações nos múltiplos critérios. Essa pontuação global reflete a atratividade da opção respetiva no conjunto de todos os critérios.

Diversas análises de sensibilidade e de robustez dos resultados do modelo, assim construído, permitirão compreender o problema em profundidade, de ajustar o modelo e de formar convicções sobre as prioridades a estabelecer ou as opções a seleccionar, em contextos de tomada de decisão individual ou em grupo. O M-MACBETH oferece numerosas representações gráficas que facilitam a elaboração de um relatório justificando recomendações elaboradas (Bana e Costa et al., 2012) .

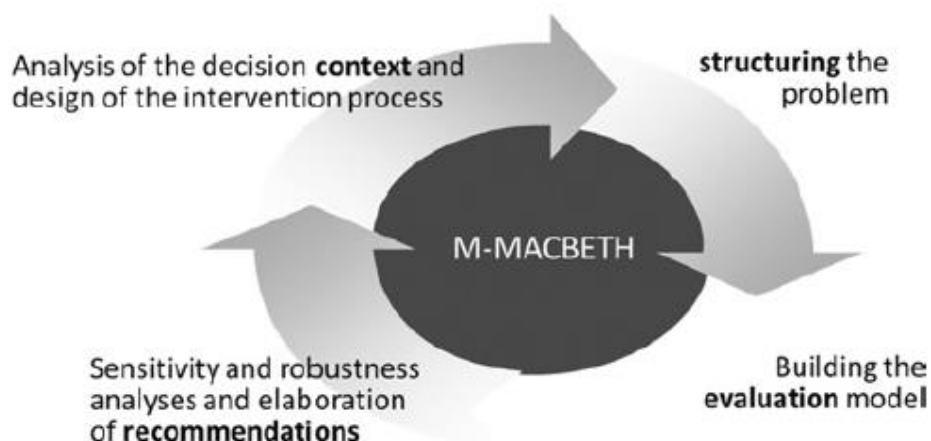


Tabela 6.5 – Fases do MACBETH enquanto metodologia de apoio à tomada de decisão (Bana e Costa et al., 2012, p.361)

A metodologia MACBETH pode ser utilizada para ultrapassar os erros metodológicos identificados anteriormente na implementação da casa da qualidade, relacionados com a

atribuição de pesos de forma direta, a utilização de escalas definidas arbitrariamente e com a utilização de escalas ordinais como sendo cardinais.

No capítulo seguinte propõe-se a utilização da metodologia MACBETH para definir escalas de intervalos para as várias fases de construção da casa da qualidade e para determinar a importância dos requisitos do cliente (Tabela 6.6). Utilizando esta metodologia, as escalas e pesos definidos refletem o sistema de valores dos clientes, aproximando o modelo construído aos seus verdadeiros requisitos. Deste modo, é possível fazer uma análise às características técnicas dos produtos, encontrar soluções e definir prioridades.

Tabela 6.6 – Aplicação da metodologia MACBETH nas várias componentes da casa da qualidade

Determinação de Ponderação MACBETH	Construção de escalas de Pontuação
Importância dos <i>WHATs</i>	Benchmarking dos clientes
Relações <i>WHATs/HOWs</i>	Avaliação competitiva técnica
Correlações <i>HOWs/HOWs</i>	

7. APLICAÇÃO DA CASA DA QUALIDADE NO DESENVOLVIMENTO E APERFEIÇOAMENTO DE DISPOSITIVOS DE MONITORIZAÇÃO DE GLICÉMIA

O caso em estudo tem como ponto de partida todos os desenvolvimentos científicos e tecnológicos associados aos dispositivos de monitorização de glicose. Com efeito, têm surgido opções cada vez mais focadas em aliar o maior controlo glicémico a aspetos como a comodidade e bem-estar dos utilizadores. No entanto, coloca-se a questão: o que valorizam e necessitam realmente as pessoas com diabetes?

Com efeito, existem diferenças significativas nas populações com diabetes, dependendo se se trata de tipo 1 ou tipo 2, por exemplo. Consequentemente, existem muitas diferenças nas necessidades de uma pessoa com diabetes com 20 anos, ou uma pessoa com 55, pois estão em fases muito diferentes do seu desenvolvimento e da gestão da sua doença, logo, possivelmente, procurarão características diferentes nos seus dispositivos de monitorização. Por estas razões, optou-se por delimitar o estudo à diabetes tipo 1 em jovens adultos (18-35 anos).

No caso concreto dos dispositivos de monitorização de glicose é importante refletir sobre todos os intervenientes, decisores e utilizadores. Assim, revela-se como pertinente incluir no grupo a ser ouvido um conjunto de pessoas com diabetes tipo 1; profissionais de saúde (médicos e enfermeiros que tenham consulta de diabetes e façam parte integrante do processo de educação terapêutica) e profissionais dos dispositivos médicos (representantes de laboratórios responsáveis por distribuição de dispositivos de monitorização de glicose em Portugal).

Assim sendo, optou-se por selecionar um grupo de 20 pessoas para realização de entrevistas semiestruturadas, sendo o grupo é constituído por:

- 10 jovens adultos com DMT1 (clientes/utilizadores);
- 7 profissionais de saúde (médicos e enfermeiros especialistas em DMT1);
- 3 profissionais representantes da indústria de dispositivos biomédicos para gestão da diabetes;

A tabela 7.1 representa a forma como cada grupo de participantes contribuiu para a fase inicial da construção da casa (identificação de WHATs e HOWs), bem como qual a composição dos grupos de decisão para as fases seguintes.

Tabela 7.1 – Organização dos contributos dos participantes entrevistados para as fases de construção da casa da qualidade

Identificação dos requisitos dos clientes (WHATs)	10 jovens adultos com DMT1 (clientes)	Grupo de decisão para avaliação dos clientes: 3 pessoas com diabetes
Identificação das características técnicas (HOWs)	7 profissionais de saúde e 3 representantes da indústria dos dispositivos	Grupo de decisão para avaliação técnica: 2 profissionais de saúde e 1 representante da indústria

Uma vez que existem inúmeros dispositivos de monitorização, a comparação incidirá entre os dois dispositivos mais utilizados no grupo em estudo. O dispositivo A como representante da classe dos dispositivos mais tradicionais (AMGC) e o dispositivo B como representante da MFG, mais recente mas com muitos utilizadores.

Após ser feita a análise sob o ponto de vista do cliente, são determinadas as características técnicas que influenciam os requisitos do cliente e é também feita uma comparação do ponto de vista técnico entre os dois dispositivos.

Esta abordagem, utilizando a casa da qualidade em conjunto com a metodologia MACBETH de apoio à decisão, vai permitir encontrar soluções e definir prioridades sobre as intervenções a implementar para que os requisitos do cliente sejam satisfeitos.

Para as análises referidas será considerado o dispositivo A como alternativa de referência, pois este continua a representar a classe de dispositivos mais utilizada, sendo o método tradicional de referência na monitorização de glicose.

7.1 Identificação dos requisitos dos Clientes (*WHATs*)

Com o objetivo de ouvir a “voz do cliente” realizaram-se 10 entrevistas semiestruturadas, com durações entre os 25 e os 45 minutos. Durante as entrevistas a pessoas com diabetes foram

realizadas questões como “O que não pode faltar num dispositivo de monitorização de glicose”; O que gostaria de ver melhorado no dispositivo que usa e porquê?” e ainda se tentou fazer um histórico de dispositivos já utilizados e razões para mudança.

As respostas obtidas foram fundamentais para a construção da casa. Por um lado, os utilizadores contribuíram para a identificação dos requisitos valorizados pelo cliente; enquanto que os profissionais contribuíram fundamentalmente para os requisitos técnicos necessários. No entanto, apesar de os dados recolhidos terem sido muito uniformes e convergentes, a grande dificuldade foi precisamente conseguir que os utilizadores identificassem requisitos e características, pois por vezes havia referência a aspetos técnicos. Houve assim necessidade de explorar algumas questões mais aprofundadamente, com o objetivo de clarificar quais a necessidade real a que os utilizadores se referiam. Um exemplo concreto é o facto de muito utilizadores referirem a necessidade de os dispositivos incluírem calculador de bólus. Isto não é um requisito do cliente, mas sim uma característica técnica que visa dar resposta à necessidade de o teste não interferir tanto nas rotinas diárias, e consequentemente traduz-se na necessidade de ser fácil de utilizar.

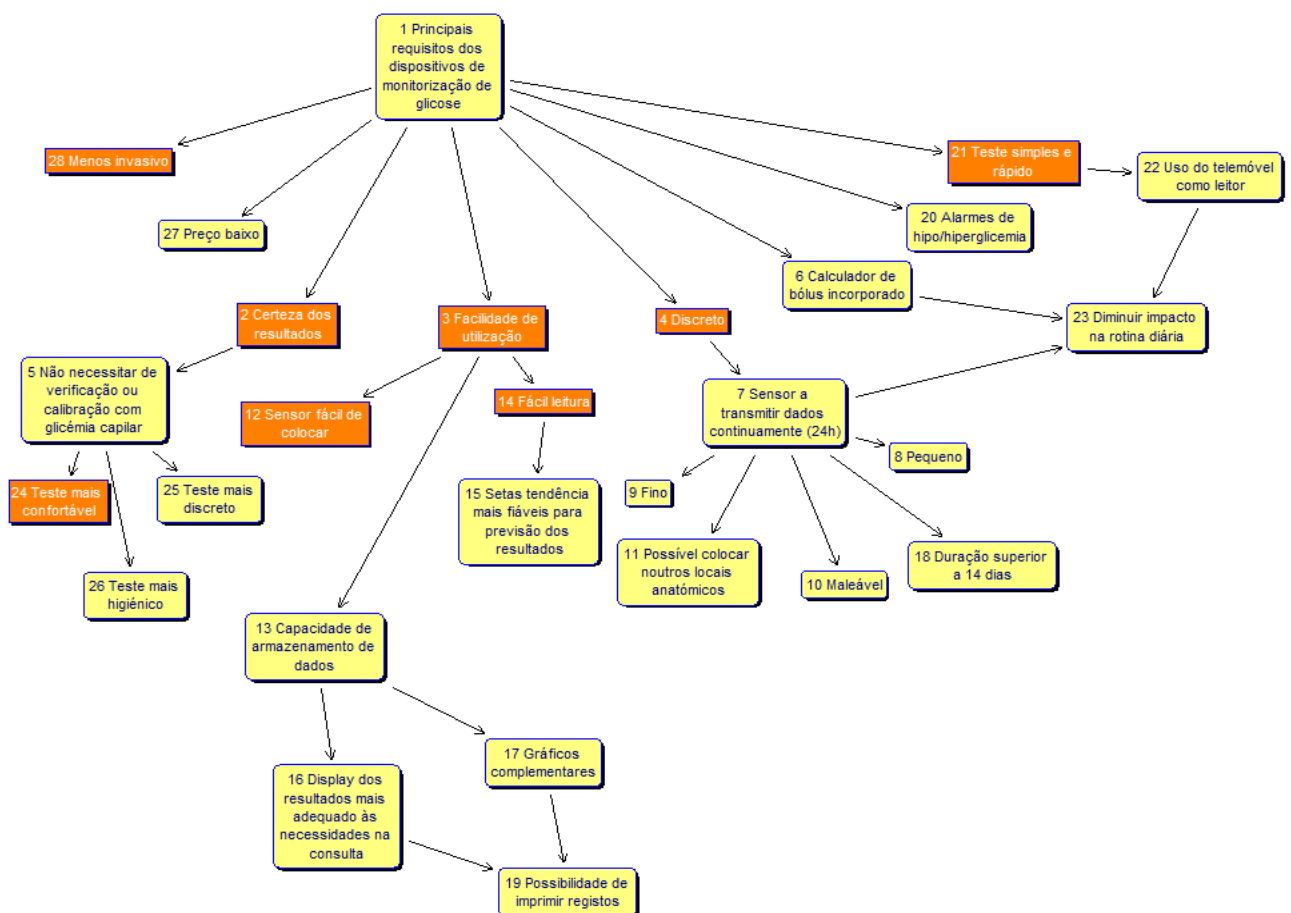


Figura 7.1 – Mapa causal, com identificação dos requisitos dos clientes (cor de laranja)

Tendo em vista uma melhor compreensão dos dados recolhidos, realizaram-se mapas cognitivos para cada entrevista realizada individualmente, bem como um mapa de grupo onde se integraram todos os requisitos identificados (conceitos identificados a cor-de-laranja no mapa). Este mapa (figura 7.1) foi validado por um grupo mais reduzido de 3 pessoas com diabetes, que constituíram também o grupo de decisão para as fases seguintes.

De seguida, procedeu-se à organização dos dados recolhidos num diagrama de árvore (Figura 7.2), pois como referido anteriormente, estes podem completar e clarificar a lista de necessidades, uma vez a maioria dos requisitos são ideias muito gerais que exigem uma definição mais detalhada. Assim, é possível conseguir uma organização em níveis hierárquicos até aos nós critério, pois será no nível de maior especificidade que será feita a análise.

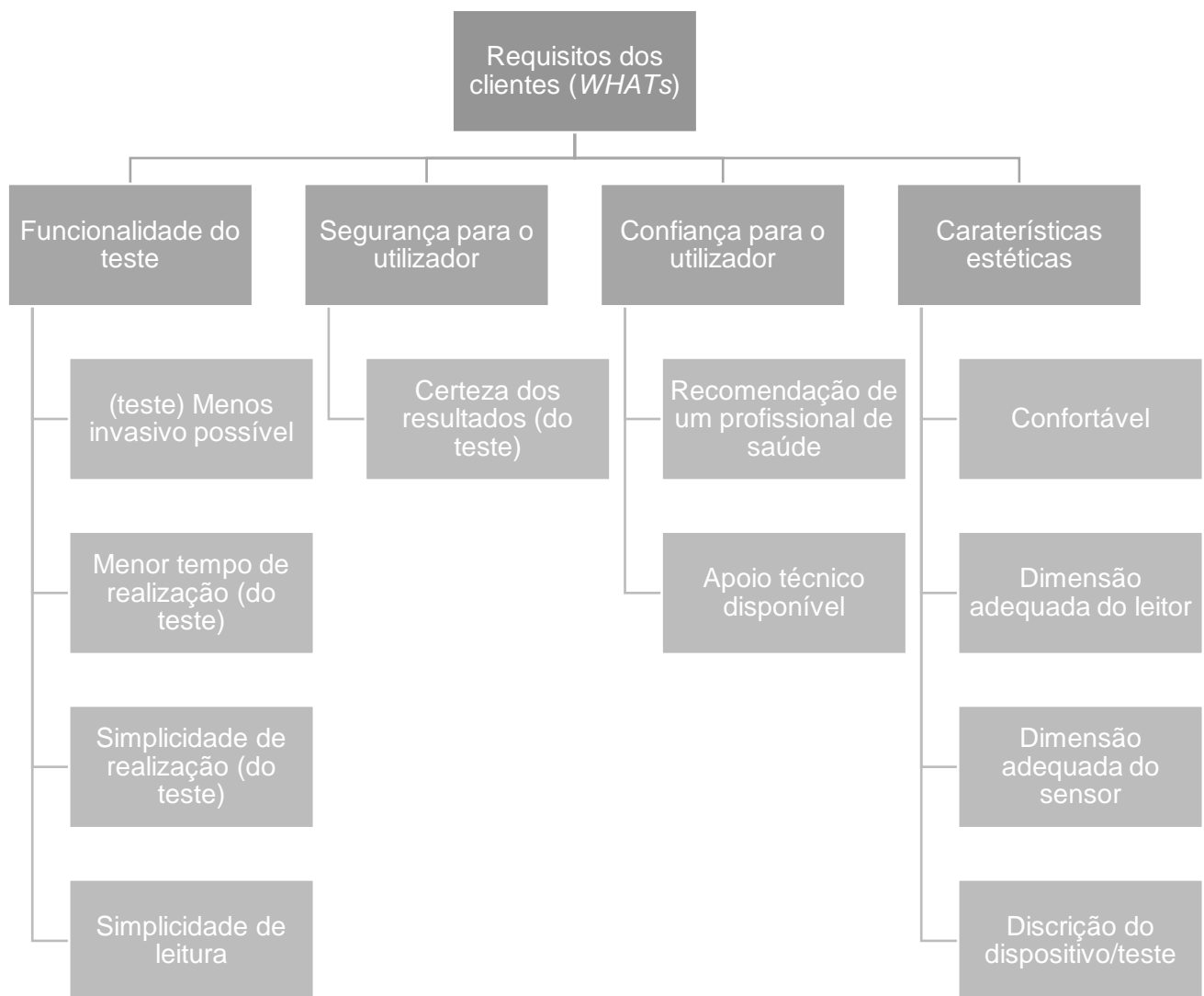


Figura 7.2 – Diagrama de árvore para organização hierárquica dos requisitos dos clientes extraídos do mapa causal

7.2 Metodologia MACBETH na Casa da Qualidade: avaliação dos requisitos dos clientes

Nesta fase, utilizou-se a metodologia MACBETH para determinar pesos para os diferentes requisitos do cliente e escalas de valor para os desempenhos das diferentes alternativas de dispositivos de monitorização (benchmarking do cliente). Neste processo, o grupo de decisão foi composto por apenas três das pessoas com diabetes (clientes) que foram abordadas nas entrevistas para identificação dos requisitos dos clientes. Este grupo de decisão foi composto por pessoas que na fase de entrevista demonstraram um espírito mais crítico relativamente à análise da qualidade do produto, sobre as suas necessidades e expectativas, e ainda as que tiveram mais experiência com dispositivos diferentes.

Em primeiro lugar os requisitos dos clientes foram inseridos no software M-MACBETH como sendo nós critérios, estando estes agrupados em categorias (tabela 7.2) que resultam do diagrama de árvore realizado anteriormente e indicando qual a base comparação utilizada: direta entre alternativas, indireta quantitativa ou indireta qualitativa, dependendo da natureza do requisito.

Tabela 7.2 – Identificação dos requisitos dos clientes agrupados em categorias

Requisitos dos Clientes (WHATs)	Funcionalidade do teste	(teste) Menos invasivo possível
		Menor tempo de realização (do teste)
		Simplicidade de realização (do teste)
		Simplicidade de leitura
	Segurança para o utilizador	Certeza dos resultados (do teste)
	Confiança para o utilizador	Recomendação de um profissional de saúde
		Apoio técnico disponível
	Caraterísticas estéticas	Confortável
		Dimensão adequada do leitor
		Dimensão adequada do sensor
Discrição do dispositivo/teste		

Na Tabela 7.3 estão identificados os vários requisitos do cliente identificados e também a base de comparação utilizada em cada um.

Tabela 7.3 – Bases de comparação para cada requisito dos clientes

Requisitos dos Clientes		Base de comparação
Funcionalidade do teste	(teste) Menos invasivo possível	Descritor de desempenho qualitativo
	Menor tempo de realização (do teste)	Descritor de desempenho quantitativo
	Simplicidade de realização (do teste)	Descritor de desempenho qualitativo
	Simplicidade de leitura	Descritor de desempenho qualitativo
Segurança para o utilizador	Certeza dos resultados (do teste)	Descritor de desempenho qualitativo
Confiança para o utilizador	Recomendação de um profissional de saúde	Descritor de desempenho qualitativo
	Apoio técnico disponível	Descritor de desempenho qualitativo
Caraterísticas estéticas	Confortável	Descritor de desempenho qualitativo
	Dimensão adequada do leitor	Descritor de desempenho qualitativo
	Dimensão adequada do sensor	Descritor de desempenho qualitativo
	Discrição do dispositivo/teste	Descritor de desempenho qualitativo

Para os requisitos com descritores de desempenho qualitativos foram definidos um conjunto de níveis que representam desempenhos possíveis dos equipamentos em cada um dos requisitos. Posteriormente foi questionado ao grupo de decisão quais os níveis que representavam um desempenho bom e um desempenho neutro (Tabelas 7.4 a 7.14). Para o descritor de desempenho quantitativo foi questionado ao grupo de decisão para identificar um nível de desempenho bom e um nível de desempenho neutro, e com base nessas respostas foram criados níveis de referência para serem posteriormente utilizados na construção da função de valor.

Tabela 7.4 - Descritor de desempenho do requisito “Menos invasivo possível”

(teste) Menos invasivo possível	Abreviado
Sensor implantável	Inv1
Sensor implantável, mas com necessidade de calibração	Inv2=Bom
Sensor implantável, com necessidade de calibração e/ou verificação com glicémia capilar	Inv3=Neutro
Teste exclusivamente por punção capilar	Inv4

Tabela 7.5 - Níveis de desempenho para o requisito “Tempo de realização do teste”

Tempo de realização do teste (segundos)
0 segundos* = Bom
5 segundos = Neutro
10 segundos

*Neste caso concreto os 0 segundos de realização do teste justificam-se por um dos dispositivos em comparação ser de MFG (monitorização flash de glicose), o que significa que os resultados do teste são obtidos de imediato (em oposição ao que acontece na AMGC).

Tabela 7.6 - Descritor de desempenho do requisito “Simplicidade de realização”

Simplicidade de realização (do teste)	Abreviado
Valores de glicose obtidos continuamente por sensor e enviados para leitor autonomamente	SimpRe1
Valores de glicose obtidos automaticamente por sensor após passagem de leitor	SimpRe2=Bom
Valores de glicose obtidos após punção capilar, mas sem recorrer a tira teste	SimpRe3=Neutro
Valores de glicose obtidos após punção capilar e inserção de tira teste em leitor	SimpRe4

Tabela 7.7 - Descritor de desempenho do requisito “Simplicidade de leitura”

Simplicidade de leitura	Abreviado
Apresentação do valor de glicose com gráfico para indicação do posicionamento face ao alvo terapêutico	SimpLe1=Bom
Apresentação do valor de glicose com código de cores para indicação do posicionamento face ao alvo terapêutico	SimpLe2=Neutro
Apresentação do valor de glicose sem indicação do significado	SimpLe3

Tabela 7.8 - Descritor de desempenho do requisito “Certeza dos resultados”

Certeza dos resultados	Abreviado
Teste permite tomada de decisões terapêuticas sempre	Cert1=Bom
Teste permite tomada de decisões terapêuticas, exceto em extremos glicémicos, em que é necessária confirmação	Cert2=Neutro
Teste implica sempre verificação com glicémia capilar, não permitindo tomadas de decisões terapêuticas	Cert3

Tabela 7.9 - Descritor de desempenho do requisito “Recomendação de um profissional de saúde”

Recomendação de um profissional de saúde	Abreviado
Equipa de saúde está familiarizada com equipamento e recomenda utilização	Recom1=Bom
Equipa de saúde está pouco familiarizada com equipamento, mas apoia utilização	Recom2=Neutro
Equipa de saúde não conhece equipamento, não suporta a utilização	Recom3

Tabela 7.10 - Descritor de desempenho do requisito “Apoio técnico disponível”

Apoio técnico disponível	Abreviado
Suporte técnico totalmente disponível, facilitando a troca ou devolução de equipamentos	Apoio1=Bom
Suporte técnico disponível, mas difícil de conseguir trocas ou devoluções de equipamentos	Apoio2=Neutro
Suporte técnico pouco disponível	Apoio3
Suporte técnico inexistente	Apoio4

Tabela 7.11 - Descritor de desempenho do requisito “Confortável”

Confortável	Abreviado
O teste é completamente indolor	Conf1=Bom
O teste causa algum desconforto	Conf2=Neutro
O teste é doloroso	Conf3

Tabela 7.12 - Descritor de desempenho do requisito “Dimensão adequada do leitor”

Dimensão adequada do leitor	Abreviado
Ligeiramente mais pequeno que um smartphone	DimLe1=Bom
Semelhante a um smartphone	DimLe2=Neutro
Muito maior do que um smartphone	DimLe3

Tabela 7.13 - Descritor de desempenho do requisito “Dimensão adequada do sensor”

Dimensão adequada do sensor	Abreviado
Menor do que 1 moeda de 2€	DimSen1=Bom
Do tamanho de 1 moeda de 2€	DimSen2=Neutro
Maior do que 1 moeda de 2€	DimSen3

Tabela 7.14 - Descritor de desempenho do requisito “Discrição do dispositivo/teste”

Discrição do dispositivo/teste	Abreviado
Pouco visível e não interfere nada com rotina diária	Disc1=Bom
Visível, mas compatível com utilização no dia a dia	Disc2=Neutro
Muito visível, implica alteração das rotinas diárias	Disc3

De seguida, procedeu-se ao apuramento dos desempenhos das alternativas (i.e. dos dois dispositivos) em cada um dos requisitos identificados pelos clientes (Tabela 7.15).

Tabela 7.15 – Desempenhos das alternativas, nos requisitos dos clientes

Requisitos dos Clientes	Dispositivo A (Expert)	Dispositivo B (Libre)
(teste) Menos invasivo possível	Inv4	Inv3
Menor tempo de realização (do teste)	5seg	0seg
Simplicidade de realização (do teste)	SimpRe4	SimpRe2
Simplicidade de leitura	SimpLe2	SimpLe1
Certeza dos resultados (do teste)	Cert1	Cert2
Recomendação de um profissional de saúde	Recom1	Recom1
Apoio técnico disponível	Apoio1	Apoio1
Confortável	Conf3	Conf2
Dimensão adequada do leitor	DimLe1	DimLe1
Dimensão adequada do sensor	DimSen3	DimSen2
Discrição do dispositivo/teste	Disc3	Disc2

7.2.1 Ponderação dos requisitos do cliente

Nesta fase é fundamental perceber qual a ordem de importância dos requisitos, mas também em que medida cada requisito pesa na decisão. Para isso, é necessário que o grupo de decisores contribua para a ponderação de cada um dos requisitos.

Para ponderar os requisitos do cliente utilizou-se o método MACBETH e o software M-MACBETH e procedeu-se da seguinte forma:

1. Colocou-se a seguinte questão ao grupo de decisores “Imaginando que existe um dispositivo que tem um desempenho “neutro” em todos os requisitos, em “quanto” uma passagem de “neutro” para “bom” no requisito “Menos invasivo possível” aumenta a sua atratividade?”. Esta pergunta é feita para cada um dos requisitos do cliente e é respondida pelo grupo utilizando a escala semântica MACBETH. Deste processo resulta uma ordenação dos requisitos do cliente por atratividade decrescente dos respetivos ganhos em desempenho que se obtêm com a mudança de neutro para bom. Por observação da figura 7.3 é possível então perceber que o requisito

“simplicidade de realização” foi aquele cujo ganho de neutro para bom foi considerado mais importante.

- O próximo passo consiste em fazer julgamentos de diferença de atratividade entre os ganhos de neutro para bom em dois requisitos do cliente de cada vez. Começou-se por comparar o requisito cujo ganho de neutro para bom foi considerado mais importante com o requisito com o segundo mais importante ganho de neutro para bom, neste caso perguntando “Em quanto é mais atrativa a passagem de “neutro” para “bom” no requisito “Simplicidade de realização” comparativamente com a passagem de “neutro” para “bom” no requisito “Discrição do dispositivo/teste?”. Preencheu-se também a coluna “neutro em tudo” e depois, seguindo a mesma abordagem, o ganho com a passagem de “neutro” para “bom” no requisito “Simplicidade de realização” foi comparado com os restantes ganhos entre neutro e bom preenchendo a matriz da esquerda para a direita. O processo foi repetido em todas as linhas da matriz de julgamentos de ponderação até a parte superior da matriz estar toda preenchida.

	[SimpRea]	[Discrição]	[Invasivo]	[Certeza]	[SimpLei]	[TempReal]	[DimSen]	[Confort]	[DimLei]	[Recomend]	[ApoioTec]	[neutro em tudo]	Escala actual	
[SimpRea]	nula	moderada	moderada	mod-forc	mod-forc	forte	forte	fort-mfort	mt. forte	mfort-extr	mfort-extr	extrema	17.5	extrema
[Discrição]		nula	frac	frac-mod	mod-forc	forte	mod-forc	mt. forte	mt. forte	mfort-extr	extrema	extrema	14.5	mt. forte
[Invasivo]			nula	frac	forte	mod-forc	mod-forc	forte	mt. forte	mt. forte	extrema	extrema	14.6	moderada
[Certeza]				nula	moderada	mod-forc	mod-forc	mod-forc	mt. forte	mt. forte	extrema	mfort-extr	14.3	frac
[SimpLei]					nula	frac	frac	moderada	forte	mt. forte	mfort-extr	fort-mfort	10.2	mt. frac
[TempReal]						nula	frac	mod-forc	forte	forte	fort-mfort	forte	8.9	nula
[DimSen]							nula	mod-forc	forte	forte	fort-mfort	forte	8.6	
[Confort]								nula	frac	forte	forte	mod-forc	5.9	
[DimLei]									nula	frac	moderada	moderada	3.6	
[Recomend]										nula	frac	frac	1.2	
[ApoioTec]											nula	frac	0.3	
[neutro em tudo]												nula	0.0	

Julgamentos consistentes

Figura 7.3 - Matriz de julgamentos de ponderação dos requisitos do cliente (obtida com M-MACBETH)

Com os julgamentos de diferença de atratividade inseridos na matriz de ponderação, e dos mesmos serem consistentes, o software M-MACBETH gerou uma proposta de coeficientes de ponderação para os requisitos do cliente, que foram validados pelo grupo de decisão. Os pesos obtidos apresentam-se na figura 7.4.

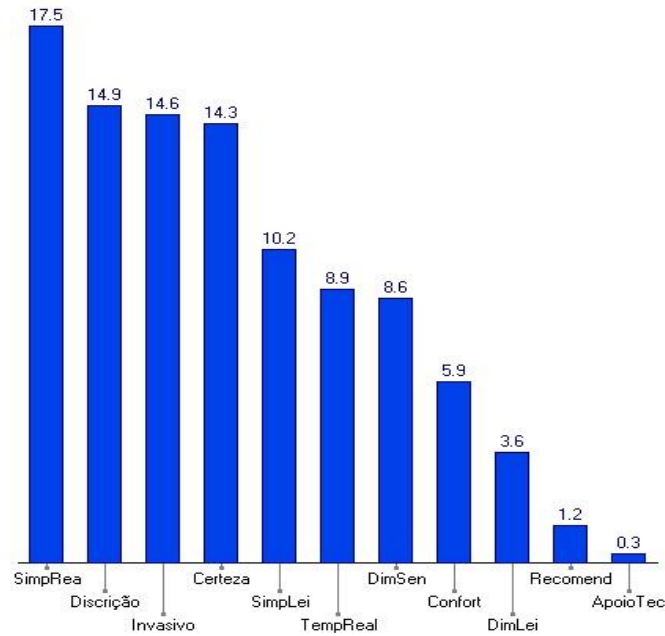


Figura 7.4 - Pesos obtidos para os requisitos do cliente (em %)

7.2.2 Benchmarking do cliente

Nesta etapa é utilizada a metodologia MACBETH para construir escalas que permitam converter desempenho em pontuações e assim avaliar o desempenho de cada alternativa nos requisitos do cliente de acordo com o seu sistema de valores.

Com o objetivo de tornar mais perceptível as diferenças entre cada um dos níveis, foi fornecido ao grupo de decisão vários exemplos que representassem os vários níveis de cada um dos requisitos do cliente.

O processo de preenchimento das matrizes de julgamentos de diferença atratividade entre cada um dos níveis, é idêntico ao realizado na etapa de ponderação dos requisitos do cliente. Em primeiro lugar pediu-se ao grupo de decisão para ordenar em cada um dos requisitos os vários níveis por preferência decrescente, posteriormente foram pedidos julgamentos de diferença de atratividade entre cada dois desses níveis utilizando a escala semântica MACBETH, para se obter uma matriz como na figura 7.5.

Simplicidade de realização (do teste)

	SimpRe1	SimpRe2=Bom	SimpRe3=Neutro	SimpRe4	Escala actual
SimpRe1	nula	frac-mod	forte	mt. forte	140
SimpRe2=Bom		nula	forte	mt. forte	100
SimpRe3=Neutro			nula	fraca	0
SimpRe4				nula	-60

Julgamentos consistentes

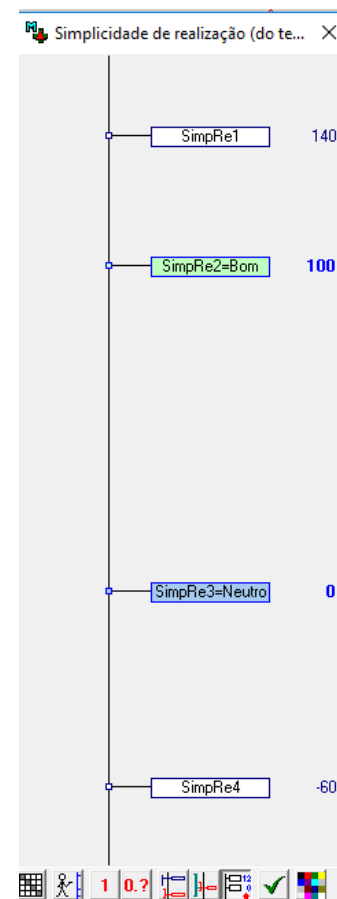


Figura 7.5 - Matriz de julgamentos (esquerda) e escala de valor (direita) do requisito "simplicidade de realização"

Na fase de julgamentos foram feitas questões do tipo “face a um dispositivo que requeira punção capilar para se obter o valor de glicémia, qual o ganho em termos de atratividade se passar a fazer leituras apenas com sensor?”. Neste caso concreto, o grupo de decisão classificou como sendo uma diferença de atratividade “forte”. As restantes matrizes de julgamento, bem como escalas obtidas estão no Anexo A.

Depois de realizar todos os julgamentos de atratividade entre níveis de desempenho, verificar que todos os julgamentos realizados são consistentes e de definir uma escala de valor de acordo com esses julgamentos é possível determinar pontuações para cada uma das alternativas nos vários requisitos. Este processo é feito automaticamente pelo M-MACBETH após inserir os desempenhos das alternativas no software, que aplicando o modelo aditivo permite obter a pontuação global de cada uma das alternativas de dispositivos.

As pontuações parciais obtidas para cada alternativa nos vários requisitos estão representadas na tabela 7.16, sendo as pontuações globais apresentadas na coluna “Global”.

Tabela 7.16 - Pontuações dos dispositivos A e B nos requisitos dos clientes

Opções	Global	Invasivo	TempReal	SimpRea	SimpLei	Certeza	Recomend	ApoioTec	Confort	DimLei	DimSen	Discrição
A	-57.98	-150.00	0.00	-60.00	0.00	100.00	100.00	100.00	-75.00	100.00	-125.00	-200.00
B	41.70	0.00	100.00	100.00	100.00	0.00	100.00	100.00	0.00	100.00	0.00	0.00
[bom em tudo]	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
[neutro em tudo]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pesos :		0.1460	0.0890	0.1750	0.1020	0.1430	0.0120	0.0030	0.0590	0.0360	0.0860	0.1490

Da tabela 7.16 é possível concluir que o dispositivo B obteve a melhor pontuação (41.7) comparado com o dispositivo A (-57.98).

7.2.3 Argumentos de venda

Os argumentos de venda são utilizados para imputar a cada um dos requisitos do cliente uma importância relativamente à sua capacidade de promover o produto.

Nesta fase, foram calculados argumentos de venda para cada um dos requisitos do cliente com base nos coeficientes de ponderação dos requisitos e nas pontuações de cada um dos tipos de dispositivo.

O cálculo de cada argumento de venda (u_j) (tabela 7.17) foi calculado comparando a pontuação do dispositivo A com o dispositivo da concorrência com melhor pontuação e multiplicando pela importância do requisito j (equação 1) (Coelho, 2017)

$$u_j = [w_j] \times [v_j(A) - v_j(B)] \quad (1)$$

Onde w_j representa o coeficiente de ponderação do requisito j e $v(x)_j$ a pontuação do dispositivo x no requisito j com $x = \{A, B\}$. Utilizando esta abordagem é possível comparar o desempenho do dispositivo A relativamente à concorrência num determinado requisito e também entre todo o conjunto de requisitos do cliente de acordo com a sua importância. Da aplicação da equação (1), obtêm-se três tipos de resultados:

- Se $u_j < 0$, então o requisito j não serve como argumento de venda para promover o dispositivo A. Serve também para indicar a debilidade do dispositivo A no requisito j face ao melhor dispositivo da concorrência (quanto menor u_j pior é o dispositivo A);

- Se $u_j = 0$, então o requisito j não serve como argumento de venda para promover o dispositivo A. Indica que o dispositivo A está ao mesmo nível que a concorrência ou que o requisito j não tem importância para o cliente;
- Se $u_j > 0$, então o requisito j serve como argumento de venda para promover o dispositivo A (quanto maior u_j maior será a força do requisito j como argumento de venda);

Tabela 7.17 – Argumentos de venda do dispositivo A

Requisitos dos Clientes	Argumento de Venda
(teste) Menos invasivo possível	-21,9
Menor tempo de realização (do teste)	-8,9
Simplicidade de realização (do teste)	-28
Simplicidade de leitura	-10,2
Certeza dos resultados (do teste)	14,3
Recomendação de um profissional de saúde	0
Apoio técnico disponível	0
Confortável	-4,425
Dimensão adequada do leitor	0
Dimensão adequada do sensor	-10,75
Discrição do dispositivo/teste	-29,8

Da análise da tabela 7.17 é possível perceber que o único requisito do dispositivo A avaliado que serve como argumento de venda é a “certeza dos resultados”, estando empatado com o dispositivo B nos requisitos “recomendação de um profissional de saúde”, “apoio técnico disponível” e “dimensão adequada do leitor”. No que concerne aos restantes requisitos, não só não servem como argumento de venda, como a pontuação é negativa, o que significa que o dispositivo A está abaixo da concorrência.

7.2.4 Objetivos estratégicos

Nesta componente da casa da qualidade são definidos objetivos estratégicos a atingir em cada um dos requisitos do cliente. Existem várias hipóteses que podem ocorrer de acordo com as pontuações obtidas pelos dispositivos nos vários requisitos do cliente:

1. Atingir o nível bom – exemplo: quando a pontuação de A é melhor que a pontuação de B, e está abaixo do nível bom.
2. Manter o nível bom – exemplo: quando a pontuação de A é melhor que a pontuação de B, e está ao nível bom.
3. Atingir a pontuação máxima da concorrência quando é igual ou superior ao nível bom - exemplo: quando a pontuação de A é pior que B, e está abaixo ou ao nível bom.
4. Superar a pontuação máxima da concorrência em x% da diferença da passagem do nível bom para neutro quando é igual ou superior ao nível bom - exemplo: quando a pontuação de A é pior que B, e está abaixo ou ao nível bom.

Os objetivos estratégicos são definidos pela empresa e podem ser aplicados ao conjunto de requisitos do cliente ou individualmente dependendo, por exemplo, do seu peso.

Neste caso, simulou-se que os objetivos estratégicos para os requisitos do cliente podem ser definidos de acordo com os seguintes critérios, utilizados por Coelho (2016) no seu estudo de caso:

- O objetivo estratégico mínimo é o nível bom (pontuação 100).
- Não se deve baixar a pontuação do dispositivo A em nenhum requisito.
- A pontuação do dispositivo A, quando a concorrência está em acima ou ao nível bom, deve superar a pontuação máxima da concorrência em 15% da diferença do nível neutro para bom nesse requisito.

Os objetivos estratégicos para os requisitos dos clientes de acordo com os critérios definidos, podem ser calculados através da equação 2 e os resultados obtidos estão representados na Tabela 7.18.

$$\left\{ \begin{array}{l} oe_j = \{ \max [100, v_j(A), v_j(B)] \}, \text{ se } \max [v_j(A), v_j(B)] < 100 \\ oe_j = \{ \max [v_j(A), [v_j(B) + 0,15[v_j(\text{Bom}_j) - v_j(\text{neutro}_j)]] \}, \text{ caso contrário} \end{array} \right. \quad (2)$$

Onde, oe_j é objetivo estratégico no requisito j e $v_j(x)$ é a pontuação do dispositivo x no requisito do cliente j com $x \in \{A, B\}$.

Tabela 7.18 - Pontuações dos dispositivos A e B e dos objetivos estratégicos

Requisitos dos Clientes	Pontuação do dispositivo A	Pontuação do dispositivo B	Objetivo estratégico
(teste) Menos invasivo possível	-150	0	100
Menor tempo de realização (do teste)	0	100	115
Simplicidade de realização (do teste)	-60	100	115
Simplicidade de leitura	0	100	115
Certeza dos resultados (do teste)	100	0	100
Recomendação de um profissional de saúde	100	100	115
Apoio técnico disponível	100	100	115
Confortável	-75	0	100
Dimensão adequada do leitor	100	100	115
Dimensão adequada do sensor	-125	0	100
Discrição do dispositivo/teste	-200	0	100

Observando as pontuações do dispositivo A e os objetivos estratégicos resultantes da aplicação da equação 4, existe necessidade de melhorar em todos os requisitos, exceto no requisito “certeza dos resultados” no qual o dispositivo A obteve uma pontuação equivalente ao nível bom (100).

7.2.5 Desvios observados

Posteriormente a calcular as pontuações de todos os dispositivos e depois de definir e calcular os objetivos estratégicos, é necessário avaliar qual a diferença de pontuação entre o desempenho do dispositivo A e o objetivo estratégico. Para isso definiu-se:

1. Desvio sem ponderação: permite avaliar a diferença de pontuação entre o desempenho do dispositivo A e o objetivo estratégico definido para um requisito (equação 3).

2. Desvio com ponderação: permite avaliar a diferença de pontuação entre o desempenho do dispositivo A e o objetivo estratégico definido para um requisito e também comparar com os restantes requisitos do cliente (equação 4) (Coelho, 2017).

$$\Delta E_j = v_j (A) - oe_j \quad (3)$$

$$\Delta E_j^* = [v_j (A) - oe_j] \times w_j \quad (4)$$

Se $\Delta E_j < 0$, então é necessário melhorar o dispositivo no requisito j para atingir o oe_j e quanto menor for o valor de ΔE_j mais longe se está do objetivo estratégico.

O mesmo se aplica a ΔE_j^* , no entanto é possível comparar os vários desvios considerando a importância que estes têm para os clientes. Na Tabela 7.19 estão representados os desvios do dispositivo A calculados para os vários requisitos do cliente.

Tabela 7.19 - Desvios dos requisitos do cliente

Requisitos dos Clientes	ΔE_j	ΔE_j^*
(teste) Menos invasivo possível	-250	-36,5
Menor tempo de realização (do teste)	-115	-10,235
Simplicidade de realização (do teste)	-175	-30,625
Simplicidade de leitura	-115	-11,73
Certeza dos resultados (do teste)	0	0

Recomendação de um profissional de saúde	-15	-0,18
Apoio técnico disponível	-15	-0,003
Confortável	-175	-10,325
Dimensão adequada do leitor	-15	-0,54
Dimensão adequada do sensor	-225	-19,35
Discrição do dispositivo/teste	-300	-44,7

7.3 Metodologia MACBETH na Casa da Qualidade: avaliação das características técnicas

Tal como foi feito na avaliação dos requisitos do cliente também é necessário determinar pontuações para as alternativas analisadas (avaliação competitiva ou benchmarking técnico).

Realizaram-se mais 10 entrevistas, desta vez a profissionais de saúde e representantes da indústria (ver tabela 7.1).

Com as equipas de profissionais de saúde tentou perceber-se que características os profissionais valorizam e o que consideram ser mais importante também para os utilizadores, bem como quais os principais erros associados a estes dispositivos.

Por outro lado, nas entrevistas a profissionais da indústria farmacêutica o principal objetivo foi compreender que sugestões e reclamações os utilizadores partilham com as empresas e qual será o futuro, bem como qual o “dispositivo ideal” para o grupo em estudo.

Em suma, procurou perceber-se quais as características que, do ponto de vista técnico, possibilitam responder às necessidades dos utilizadores/clientes previamente identificadas.

De seguida, após identificação das principais características técnicas recolhidas, as informações foram inseridas no software M-MACBETH como sendo nós critério com uma base de comparação indireta de natureza quantitativa e qualitativa, consoante as características (Tabela 7.20).

Tabela 7.20 - Características técnicas e respetiva base de comparação

Caraterísticas técnicas (HOWs)	Base de comparação
Quantidade amostra de sangue necessária	Descritor de desempenho quantitativo
Calculador de bólus incorporado	Descritor de desempenho qualitativo
Apresentação de setas tendência	Descritor de desempenho qualitativo
Alarmes hipo/hiperglicemia	Descritor de desempenho qualitativo
Duração do consumível (tira/sensor)	Descritor de desempenho qualitativo
Exatidão dos resultados (margem de erro, %)	Descritor de desempenho quantitativo
Memória dos registos	Descritor de desempenho qualitativo
Necessidade de calibração	Descritor de desempenho qualitativo
Teste de corpos cetónicos	Descritor de desempenho qualitativo
Compatibilidade com aplicações	Descritor de desempenho qualitativo
Comunicação com dispositivos de administração de insulina	Descritor de desempenho qualitativo
Comparticipação dos consumíveis (tiras/sensor)	Descritor de desempenho quantitativo

À semelhança do realizado para os requisitos do cliente, formou-se agora um grupo de decisão composto por 3 especialistas técnicos (2 profissionais de saúde e 1 representante de indústria) que definiram os níveis de desempenho bom e neutro para cada requisito técnico.

Note-se que os níveis de desempenho que foram definidos são necessários para se proceder à construção de uma função de valor para cada um dos aspetos técnicos antes referidos

(Tabela 7.21). Os níveis de desempenho para as restantes características técnicas estão representados no Anexo B.

Tabela 7.21 - Níveis quantitativos definidos para a “Quantidade de amostra de sangue necessária, em μL ”

Quantidade amostra de sangue necessária (μL)
0 μL = Bom
0,3 μL
0,5 μL = Neutro
0,8 μL

De seguida, procedeu-se ao apuramento dos desempenhos das alternativas (os dois dispositivos diferentes) em cada uma das características técnicas (Tabela 7.22).

Tabela 7.22 – Desempenho das alternativas, com base nas características técnicas

Caraterísticas técnicas	Dispositivo A (Expert)	Dispositivo B (Libre)
Quantidade amostra de sangue necessária	0,5MI	0 μL
Calculador de bólus incorporado	Calc1	Calc2
Apresentação de setas tendência	Setas2	Setas1
Alarmes hipo/hiperglicemia	Alarmes1	Alarmes2
Duração do consumível (tira/sensor)	Duração3	Duração2
Exatidão dos resultados (margem de erro, %)	10%	20%
Memória dos registos	Mem2	Mem1
Necessidade de calibração	Calib1	Calib1
Teste de corpos cetónicos	Ceton2	Ceton2
Compatibilidade com aplicações	App3	App1

Comunicação com dispositivos de administração de insulina	ComBombas2	ComBombas2
Comparticipação dos consumíveis, % (tiras/sensor)	100%	85%

7.3.1 Avaliação competitiva técnica

À semelhança do que foi realizado na fase de *benchmarking* do cliente, nesta etapa serão determinadas escalas de valor que convertam o desempenho dos dispositivos em pontuações parciais de acordo com os juízos de valor realizados pelo grupo de decisão.

As escalas são construídas efetuando julgamentos de diferença de atratividade entre todos os pares de níveis definidos para cada uma das características técnicas utilizando a escala semântica MACBETH.

Em cada um dos requisitos, perguntou-se ao grupo de decisão qual a diferença de atratividade entre cada dois níveis, por exemplo na característica técnica “quantidade amostra de sangue necessária”, “como é classificada a mudança de 0,5 μL para 0 μL , tendo em conta as necessidades dos clientes”. A matriz de julgamento e escala de valor para esse requisito encontram-se nas figuras 7.6 e 7.7; para os restantes requisitos encontram-se no Anexo C.

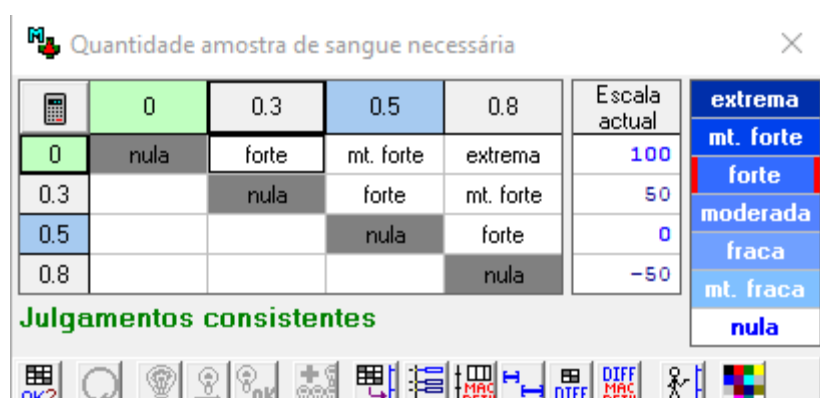


Figura 7.6 – Matriz de julgamentos para o requisito técnico “quantidade amostra de sangue necessária”

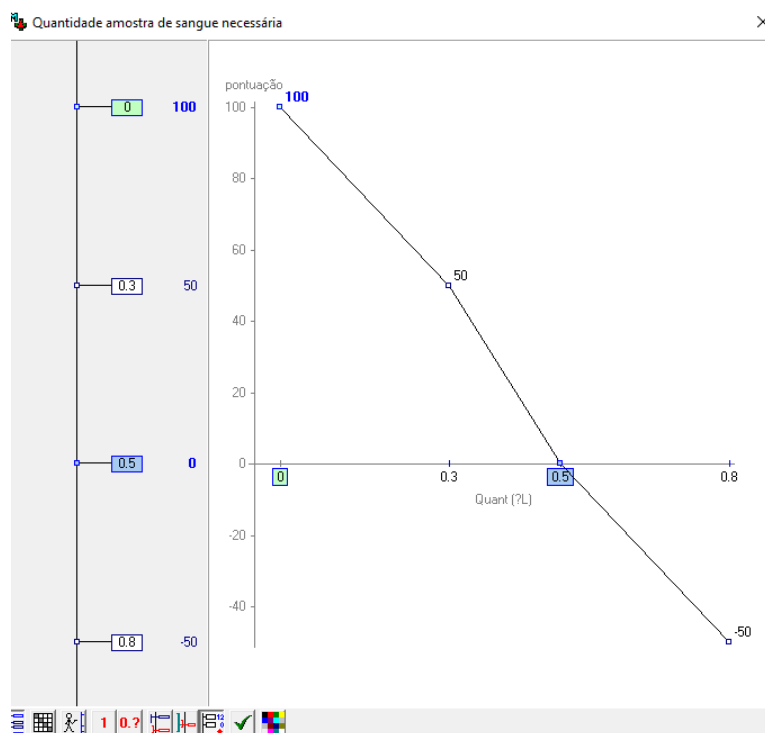


Figura 7.7 – Escala de valor obtida para o requisito técnico “quantidade amostra de sangue necessária”

Após serem realizados todos os julgamentos de diferença de atratividade e as escalas de valor resultantes serem validadas pelo grupo de decisão, são calculadas (no M-MACBETH) pontuações para cada um dos tipos de dispositivo nas várias características técnicas (Tabela 7.23).

Tabela 7.23 - Pontuações dos dispositivos A e B nos requisitos técnicos

Opções	Global	Quant	Calc	Setas	Alarmes	Duração	MargErr	Mem	Calib	Ceton	App	ComBombas	Compart
[bom em tudo]	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
B	17.17	100.00	0.00	100.00	0.00	0.00	-166.00	100.00	100.00	0.00	100.00	0.00	0.00
A	5.88	0.00	100.00	0.00	100.00	-166.00	100.00	0.00	100.00	0.00	-125.00	0.00	100.00
[neutro em tudo]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pesos :		0.1540	0.1155	0.0550	0.0330	0.1467	0.1357	0.0220	0.0660	0.0110	0.0999	0.0843	0.0770

À semelhança do que foi realizado na fase de avaliação do desempenho dos dispositivos na perspectiva do cliente, também foi calculada a diferença de pontuação entre o dispositivo A e o melhor da concorrência em cada uma das características técnicas (equação 5) (Coelho, 2017).

$$\Delta T_i = c(A)_i - c(B)_i \quad (5)$$

Onde, ΔT_i é a avaliação competitiva técnica do dispositivo A na característica técnica i , $c(x)_i$ é a pontuação do dispositivo x na característica técnica i e $x = \{A, B\}$.

- Se $\Delta T_i > 0$, o dispositivo A é melhor que a concorrência na característica técnica i (quanto maior melhor);
- Se $\Delta T_i < 0$, então o dispositivo A é pior que o melhor dispositivo da concorrência na característica técnica i (quanto menor pior);
- Se $\Delta T_i = 0$ o dispositivo A está ao nível do melhor dispositivo da concorrência na característica técnica i . A avaliação competitiva técnica do dispositivo A está representada na Tabela 32.

À semelhança do procedimento realizado para definir os objetivos estratégicos, também foram definidos critérios para estabelecer objetivos técnicos para cada uma das características técnicas de acordo com o desempenho do dispositivo A relativamente à concorrência (Tabela 7.24).

Foram utilizados os seguintes critérios:

1. O objetivo técnico mínimo é o nível bom (100 pontos)
2. Sempre que $c_i(A) \leq c_i(B)$, o objetivo técnico deve ser superior em 15% da diferença do nível neutro e do nível bom da característica técnica i ao $c_i(B)$.

$$\left[\begin{array}{l} oe_i = \{\max[100, c_i(A), c_i(B)], \text{ se } \max[c_i(A), c_i(B)] < 100 \\ oe_i = \{\max [c_i(A), c_i(B) + 0,15[c_i(\text{Bom}_i) - c_i(\text{neutro}_i)]], \text{ caso contrário} \end{array} \right. \quad (6)$$

Onde, oe_i é objetivo técnico na característica técnica i e $c_i(x)$ é a pontuação do dispositivo x no requisito do cliente i com $x \in \{A, B\}$.

Tabela 7.24 – Pontuações dos dispositivos A e B, avaliação competitiva técnica e objetivos técnicos

Caraterísticas técnicas (HOWs)	Dispositivo A	Dispositivo B	Avaliação competitiva técnica	Objetivo técnico
Quantidade amostra de sangue necessária	0	100	-100	115
Calculador de bólus incorporado	100	0	100	100
Apresentação de setas tendência	0	100	-100	115
Alarmes hipo/hiperglicemia	100	0	100	100
Duração do consumível (tira/sensor)	-166	0	-166	100
Exatidão dos resultados (margem de erro, %)	100	-166	266	100
Memória dos registos	0	100	-100	115
Necessidade de calibração	100	100	0	115
Teste de corpos cetónicos	0	0	0	100
Compatibilidade com aplicações	-125	100	-225	115
Comunicação com dispositivos de administração de insulina	0	0	0	100
Comparticipação dos consumíveis (tiras/sensor)	100	0	100	100

7.3.2 Matriz de relações WHATs/HOWs

Nesta fase de construção da casa da qualidade, contrariamente à abordagem tradicional onde são atribuídos valores arbitrários às relações entre os requisitos do cliente e as características técnicas, foi utilizada a metodologia MACBETH, e o software M-MACBETH, para determinar os valores dessas relações. Procedeu-se da seguinte forma para cada um dos requisitos do cliente:

1. Na escala de intensidades de relação com as características técnicas estabeleceu-se o nível de referência inferior como sendo uma relação nula (ausência de relação com o requisito do cliente) e o nível de referência superior como sendo uma relação extrema (relação perfeita com o requisito do cliente), a que foram atribuídos os valores 0 e 1, respetivamente.
2. Para cada um dos requisitos do cliente, ordenaram-se os requisitos técnicos na matriz, por ordem decrescente de intensidade de relação. Para esse efeito, pediu-se ao grupo de decisão para indicar a intensidade da relação da característica técnica com o requisito do cliente utilizando a escala semântica MACBETH (nula, muito fraca, fraca, moderada, forte, muito forte, ou extrema). Este procedimento permitiu ordenar as características técnicas de acordo com os juízos qualitativos expressos pelo grupo de decisão. Quando existiam duas características técnicas com o mesmo nível qualitativo de relação com o requisito do cliente, perguntou-se ao grupo de decisão se tinham a mesma intensidade de relação com o requisito do cliente ou se alguma delas tinha maior intensidade e ordenaram-se as características técnicas de acordo com as respostas obtidas.
3. Posteriormente, compararam-se cada duas características técnicas consecutivas relativamente à diferença de intensidade que cada uma delas apresenta com o requisito do cliente preenchendo primeiramente a coluna mais à direita (“ausência de relação”), de seguida a primeira linha e depois a diagonal imediatamente acima da diagonal principal da matriz MACBETH (uma abordagem semelhante foi utilizada por Coelho (2017) e Bana e Costa et al., (2012).

Os resultados obtidos da construção de cada uma das matrizes estão no Anexo D. A matriz final de relação de todos os requisitos do cliente com as características técnicas está representada na figura 7.8.

		Caraterísticas Técnicas (HOWs)												
		Importância do requisito	Quantidade amostra de sangue necessária	Calculador de bólus incorporado	Apresentação de setas tendência	Alarmes hipo/hiperglicemia	Duração do consumível (tira/sensor)	Exatidão dos resultados (margem de erro, %)	Memória dos registos	Necessidade de calibração	Teste de corpos cetónicos	Compatibilidade com aplicações	Comunicação com dispositivos de administração de insulina	Comparticipação dos consumíveis (tiras/sensor)
Requisitos dos clientes (WHATs)	(teste) Menos invasivo possível	14.6	0.96	0.13			0.26	0.52		0.91	0.17		0.78	
	Menor tempo de realização (do teste)	8.9	0.98	0.06			0.15	0.66		0.32		0.49	0.96	
	Simplicidade de realização (do teste)	17.5	0.98	0.51		0.26	0.77	0.89		0.51		0.91	0.94	
	Simplicidade de leitura	10.2			0.71	0.94			0.88			0.35		
	Certeza dos resultados (do teste)	14.3				0.40		0.90		0.80				
	Recomendação de um profissional de saúde	1.2	0.91	0.79	0.04	0.05	0.11	0.98	0.97	0.85	0.33	0.02	0.56	0.99
	Apoio técnico disponível	0.3					0.83	0.92		0.58				
	Confortável	5.9	1.00				0.62			0.82				
	Dimensão adequada do leitor	3.6		0.30	0.65	0.10			0.20					
	Dimensão adequada do sensor	8.6	0.83											
	Discrição do dispositivo/teste	14.9	0.92									0.83	0.58	

Figura 7.8 - Matriz de relações das características técnicas com os requisitos do cliente

7.3.3 Matriz de correlações entre *HOWs/HOWs*

Na construção do “teto” da casa da qualidade, para determinar valores para as correlações das características técnicas, utilizou-se uma abordagem semelhante ao que foi feito na fase anterior de construção da matriz de relações. Procedeu-se da seguinte forma:

1. Pediu-se ao grupo de decisão para identificar quais as correlações negativas e positivas entre as características técnicas.

a. Nas correlações positivas, estabeleceu-se o nível superior como sendo uma correlação extrema positiva e o nível inferior como sendo uma correlação nula (ausência de relação), a que foram atribuídos os valores 1 e 0, respetivamente.

b. Nas correlações negativas, estabeleceu-se o nível superior como sendo uma correlação nula (ausência de relação) e o nível inferior como sendo uma correlação extrema negativa, a que foram atribuídos os valores 0 e -1, respetivamente.

2. Para cada conjunto de correlações, negativas e positivas, pediu-se ao grupo de decisão para indicar a intensidade de cada correlação utilizando a escala semântica MACBETH (nula, muito fraca, fraca, moderada, forte, muito forte, ou extrema). Este procedimento permitiu ordenar as correlações de acordo com os juízos qualitativos efetuados pelo grupo de decisão (Figura 7.9).

a. Nas correlações positivas (identificadas a verde) perguntou-se ao grupo de decisão qual a diferença de intensidade entre a correlação nula e cada uma das correlações.

b. Nas correlações negativas (identificadas a vermelho) perguntou-se ao grupo de decisão qual a diferença de intensidade entre uma correlação negativa extrema (correlação simétrica perfeita) e cada uma das correlações.

Quando existiam duas correlações a que foram atribuídas a mesma intensidade em comparação com uma correlação nula (correlações positivas) e uma correlação simétrica perfeita (correlações negativas), perguntou-se ao grupo de decisão se alguma delas tinha uma maior intensidade e ordenaram-se as correlações de acordo com as respostas obtidas (ver Tabelas 7.25 e 7.26).

		Caraterísticas Técnicas (HOWs)											
		Quantidade amostra de sangue necessária	Calculador de bólus incorporado	Apresentação de setas tendência	Alarmes hipo/hiperglicemia	Duração do consumível (tira/sensor)	Exatidão dos resultados (margem de erro, %)	Memória dos registos	Necessidade de calibração	Teste de corpos cetónicos	Compatibilidade com aplicações	Comunicação com dispositivos de administração de insulina	Comparticipação dos consumíveis (tiras/sensor)
Caraterísticas Técnicas (HOWs)	Quantidade amostra de sangue necessária		nula	nula	nula	- muito forte	- Muito forte	nula	- muito forte	nula	nula	nula	nula
	Calculador de bólus incorporado			nula	nula	nula	nula	+ forte	nula	nula	+ muito forte	+ muito forte	Nula
	Apresentação de setas tendência				+ forte	nula	nula	+ forte	nula	nula	+ fraca	nula	Nula
	Alarmes hipo/hiperglicemia					nula	nula	+ moderada	nula	nula	+ muito forte	+ forte	nula
	Duração do consumível (tira/sensor)						+ muito forte	nula	+ muito forte	nula	Nula	nula	- forte
	Exatidão dos resultados (margem de erro, %)							nula	+ muito forte	nula	nula	nula	Nula
	Memória dos registos								nula	nula	+ moderada	nula	Nula
	Necessidade de calibração									+ fraca	nula	+ forte	- forte
	Teste de corpos cetónicos										nula	nula	Nula
	Compatibilidade de com aplicações											+ forte	nula
	Comunicação com dispositivos de administração de insulina												- moderada
Comparticipação dos consumíveis (tiras/sensor)													

Figura 7.9 – Matriz inicial HOWs/HOWs, para identificação de conjuntos de correlações positivas e negativas

Tabela 7.25 - Conjuntos de correlações positivas, ordenadas

Conjuntos de correlações positivas, ordenadas	
Correlação perfeita	Extrema (1)
MargErr - Calib	+ muito forte
Duração - Calib	+ muito forte
Duração - MargErr	+ muito forte
Calc - App	+ muito forte
Calc- ComBombas	+ muito forte
Alarmes - App	+ muito forte
Calc - Mem	+ forte
Setas - Alarmes	+forte
Setas - Mem	+ forte
Alarmes ComBombas	- + forte
Calib - ComBombas	+ forte
App -ComBom	+ forte
Mem - App	+ moderada
Alarmes - Mem	+ moderada
Setas - App	+ fraca
Calib - Ceton	+ fraca
Ausência de correlação	de Nula (0)

Tabela 7.26 - Conjuntos de correlações negativas, ordenadas

Conjuntos de correlações negativas, ordenadas	
Ausência de correlação	Nula (0)
ComBombas - Compart	- moderada
Calib - Compart	- forte
Duração – Compart	- forte
Quant – Duração	- muito forte
Quant - Calib	- muito forte
Quant – MargErr	- muito forte
Correlação perfeita	simétrica Extrema (-1)

- Posteriormente comparou-se entre si cada uma das correlações consecutivas relativamente à diferença de intensidade entre cada uma delas, preenchendo a diagonal superior das duas matrizes de correlações (a das correlações positivas e das correlações negativas).

A aplicação desta abordagem aos dois conjuntos de correlações (negativas e positivas) permitiu determinar valores para cada uma das correlações. Na Figura 7.10, estão

representados os valores determinados para as correlações positivas (verde) e para correlações negativas (a vermelho) e as escalas de valor obtidas podem ser consultadas no Anexo E.

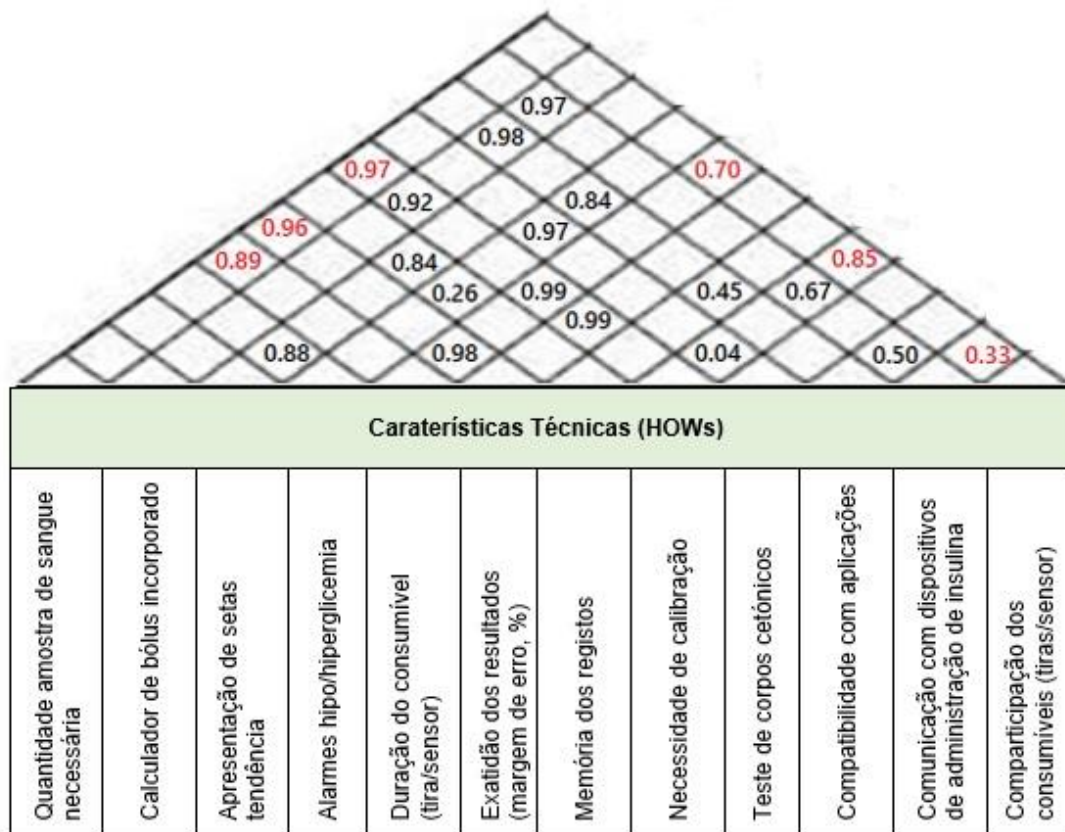


Figura 7.10 - Matriz de correlações das características técnicas

7.3.4 Importância das características técnicas

Para determinar a importância de cada uma das características técnicas, considerou-se as relações existentes com os requisitos dos clientes e também a diferença ponderada entre a pontuação do dispositivo A e o objetivo estratégico (desvio observado ponderado, (ΔE_j^*))

Assim, na importância técnica é refletido, não só peso atribuído pelo cliente, mas também a distância ao objetivo estratégico definido para cada requisito do cliente, ou seja, quanto mais importância tiver um requisito para o cliente e quanto maior for a diferença para o objetivo estratégico, maior será o impacto na importância técnica.

A importância técnica também pode ser expressa em termos relativos para pode comparar diretamente a importância técnica de cada característica entre si.

Segundo o estudo realizado por Coelho (2017) a importância técnica e a importância técnica relativa para cada característica técnica podem ser obtidas pela equação (7) e (8), respectivamente.

$$IT_i = \sum_{j=1}^n R_{j,i} \times |\Delta E_j^*| \quad (7)$$

$$ITR_i = \frac{\sum_{j=1}^n R_{j,i} \times |\Delta E_j^*|}{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m R_{j,i} \times |\Delta E_j^*|} \times 100 \quad (8)$$

Onde, j representa um determinado requisito do cliente, i representa uma determinada característica técnica, $R_{j,i}$ representa a relação do requisito j com a característica técnica i e $|\Delta E_j^*|$ representa o módulo da diferença de pontuação ponderada entre o dispositivo A e o objetivo estratégico no requisito do cliente j (sendo que o ΔE_j^* já havia sido calculado anteriormente no subcapítulo 8.2.5)

As importâncias técnicas e importâncias técnicas relativas calculadas para cada característica técnica estão representadas na Tabela 7.27.

Tabela 7.27 – Importância técnica e importância técnica relativa para cada *HOW*

Caraterísticas técnicas (<i>HOWs</i>)	Importância técnica	Importância técnica relativa
Quantidade amostra de sangue necessária	142,76	26,89%
Comunicação com dispositivos de administração de insulina	93,11	17,53%
Compatibilidade com aplicações	74,09	13,95%
Necessidade de calibração	60,73	11,44%
Exatidão dos resultados (margem de erro, %)	53,17	10,0%
Duração do consumível (tira/sensor)	41,03	7,73%
Calculador de bólus incorporado	21,28	4,01%
Alarmes hipo/hiperglicemia	19,05	3,59%
Memória dos registos	10,61	2,00%
Apresentação de setas tendência	8,69	1,64%
Teste de corpos cetónicos	6,26	1,18%
Comparticipação dos consumíveis (tiras/sensor)	0,18	0,03%

Através da análise da tabela 7.27 é possível inferir que a caraterística técnica com maior importância relativa é a “Quantidade amostra de sangue necessária” e a que tem menor importância será a “Comparticipação dos consumíveis”.

7.4 Análise à casa da qualidade

No que concerne à análise da casa da qualidade construída (Anexo I), é necessário atentar em vários aspetos, como referido no subcapítulo 6.1.8.

Primeiramente, identificar colunas em branco, ou com relações fracas. Quando existem, estas podem representar caraterísticas técnicas que não se relacionam com nenhum requisito dos clientes. Isto pode significar sobredimensionamento do produto, ou seja, demasiadas caraterísticas que os clientes nem valorizam. No entanto, isto pode também ser explicado, por exemplo, pela existência de requisitos obrigatórios do ponto de vista legal, que tenham de estar presentes no desenvolvimento do produto, mas que os clientes não tenham conhecimento. No caso concreto da casa realizada não se verificam colunas em branco. Com efeito, apenas existe um *HOW*, “Comparticipação dos consumíveis” que apenas se relaciona com um *WHAT*, mas essa relação é muito forte (0,99 em 1).

É ainda interessante perceber que todas as características técnicas apresentam um elevado número de relações com requisitos dos clientes. Com efeito, o *HOW* com maior importância técnica relativa é a “Quantidade de amostra de sangue necessária”, pois é precisamente aquele que dá resposta a mais requisitos do cliente, e com relações mais fortes.

De seguida, é importante identificar linhas em branco, ou com relações fracas, que significam requisitos dos clientes que não estão fortemente relacionados com um requisito técnico. Uma vez mais, esta situação não se verifica nesta casa em particular. Todos os requisitos dos clientes têm pelo menos uma característica técnica associada.

Posteriormente é fundamental identificar conflitos e pontos críticos.

Os conflitos definem-se quando o equipamento em análise (neste caso o A) está abaixo da concorrência na Avaliação Competitiva (do cliente) e acima da concorrência na Avaliação Técnica, assumindo que a relação é forte ou moderada. Para isto é necessário identificar todos os pontos de relação entre *WHATs* e *HOWs* e analisar os mesmos nos perfis de pontuação do cliente vs. perfis de pontuação técnica.

Assim, nesta casa, existem potenciais conflitos nos requisitos “Menos invasivo possível”, “Menor tempo de realização”, “Simplicidade de realização” e “Simplicidade de leitura”, com alguns dos requisitos técnicos com que se relacionam.

No requisito do cliente “Menos invasivo possível” há um potencial ponto de conflito com o requisito técnico “Calculador de bólus incorporado”, no entanto a relação *WHAT/HOW* é muito fraca, pelo que não será considerado.

Relativamente ao requisito do cliente “Menor tempo de realização”, volta a acontecer o mesmo com a característica técnica “Calculador de bólus incorporado” (mas relação muito fraca também). Já com a característica técnica “Exatidão dos resultados (margem de erro %)” há efetivamente um conflito, pois a relação entre os dois requisitos é forte e há discrepância entre a avaliação competitiva (dispositivo A abaixo da concorrência) e a avaliação técnica (dispositivo A superior à concorrência).

O requisito do cliente “Simplicidade de realização” é o que apresenta mais pontos de conflito, sendo este aquele que apresenta também maior importância para o cliente, o que torna esta análise extremamente importante. O dispositivo A está muito abaixo da concorrência neste requisito, no ponto de vista do cliente, no entanto apresenta relação moderada a forte com 3 características técnicas em que o dispositivo A aparece classificado acima da concorrência: “calculador de bólus incorporado”, “alarmes de hipo/hiperglicemia” e “exatidão dos resultados (margem erro, %)”. No entanto, o facto do dispositivo A ter obtido uma pontuação tão inferior

à concorrência na perspectiva do cliente pode ser explicado pelo seu mais fraco desempenho noutros aspetos técnicos, com os quais a relação é ainda mais forte e significativa.

Por fim, no que concerne a identificação de conflitos, no requisito do cliente “Simplicidade de leitura”, o dispositivo A tem, uma vez mais, pior pontuação que a concorrência na perspectiva do cliente, mas melhor pontuação na característica técnica “alarmes hipo/hiperglicemia”, sendo a relação entre estes requisitos muito forte, tornando este mais um ponto de conflito. Nestes casos é necessário perceber se os clientes não estão a ter uma real perceção da qualidade do produto ou está a haver uma falha na interpretação das necessidades do cliente por parte da empresa.

O próximo passo do procedimento de análise à casa da qualidade consiste, então, em identificar pontos críticos, ou seja, requisitos do cliente classificados abaixo da concorrência na Avaliação Competitiva de mercado e abaixo da concorrência também na Avaliação Técnica com relações fortes ou moderadas. Estes pontos constituem aspetos a melhorar e nesta casa existem vários.

O primeiro ponto crítico é no requisito “Menos invasivo possível” (requisito do cliente com mais peso) com a característica técnica “Quantidade amostra de sangue necessária” (que constitui o aspeto técnico com mais importância relativa), pois o dispositivo A está abaixo da concorrência em ambos os perfis (clientes e técnico). Assim, é fundamental melhorar este aspeto. Ainda neste requisito do cliente, existe outro ponto crítico, relacionado com a “duração do consumível”, apesar da relação não ser tão forte.

O requisito “Menor tempo de realização” apresenta pontos críticos significativos com “quantidade amostra de sangue necessária” e “necessidade de calibração”.

O requisito “Simplicidade de realização” apresenta três pontos críticos, na relação com a “quantidade amostra de sangue necessária”, “duração do consumível” e “compatibilidade com aplicações”, sendo estes pontos fundamentais a melhorar.

No que respeita ao requisito “Simplicidade de leitura”, este permite identificar mais três pontos críticos: “apresentação de setas tendência”, “memória dos registos” e “compatibilidade com aplicações”.

Para dar resposta ao requisito “Confortável”, deve melhorar-se os aspetos técnicos “quantidade amostra de sangue necessária” e “duração do consumível” do dispositivo A.

A “dimensão adequada do sensor” é melhorada, melhorando a “quantidade amostra de sangue necessária” e, por fim, o requisito “discriminação do teste” também melhora se o dispositivo

A obter melhor pontuação na característica técnica “quantidade amostra de sangue necessária” e “compatibilidade com aplicações”.

Assim, é possível perceber que de entre todos os *HOWs*, existem alguns que serão prioridade melhorar, tendo em vista o dispositivo A obter melhor desempenho técnico, mas também melhor pontuação na perspectiva do cliente, tais como: “quantidade amostra de sangue necessária”, “duração do consumível” e “compatibilidade com aplicações”. Com efeito, são os aspetos com maior importância técnica relativa, e apresentam pontos críticos para muitos dos requisitos dos clientes.

Por último, é fundamental perceber, analisando o telhado da casa, quais as correlações entre estas características técnicas. Com efeito, a “compatibilidade com aplicações” apenas apresenta correlações positivas, pelo que ao melhorarmos este aspeto, melhoramos também outros, havendo uma sinergia. No entanto, a “duração do consumível”, por exemplo, apresenta uma correlação negativa precisamente com a “quantidade de amostra de sangue necessária”, que, por sua vez, apresenta correlação negativa com a “exatidão dos resultados (margem de erro, %)” e com a “necessidade de calibração”.

Ou seja, um dispositivo que tenha um sensor que dure mais tempo para avaliação de glicose, terá mais margem de erro (menos exatidão) e maior necessidade de calibração, logo necessitará de mais testes com amostra de sangue capilar. Portanto, ao tentar melhorar uma característica (duração do consumível), estamos a piorar outras três, que também são muito importantes.

Nestas situações as empresas devem considerar não só os aspetos mais importantes em termos de ponderação, como o custo-benefício de alterar cada uma das características técnicas e tentar tomar a melhor decisão.

8. CONCLUSÕES

Na presente dissertação foi analisada a casa da qualidade como ferramenta de apoio à decisão na priorização de intervenções tendo em vista o desenvolvimento ou aperfeiçoamento de produtos. O objetivo principal deste estudo consistiu em combinar esta ferramenta, que integra a “voz do cliente”, com a análise multicritério para ultrapassar algumas das suas fragilidades, focando a aplicação nos dispositivos de monitorização de glicose.

Com a previsão de aumento da prevalência da Diabetes, os custos associados a esta patologia continuarão igualmente a aumentar, tendo implicações quer na vida dos indivíduos e das suas famílias, quer nos Sistemas de Saúde, nos Governos e na Sociedade, como um todo. Assim, sendo a monitorização de glicose uma intervenção fundamental na gestão da diabetes, especialmente na diabetes tipo 1 e em jovens adultos, é fundamental que os dispositivos disponíveis estejam o mais atualizados possível e correspondam às necessidades de quem os utiliza.

Atualmente já se encontram disponíveis inúmeros dispositivos, no entanto, a maioria continua a pertencer ao grupo dos dispositivos de automonitorização de glicose capilar, ou seja, continuam a requerer que a pessoa puncione um dedo para obter o sangue que permite realizar o teste. Estes dispositivos, apesar de seguros e fidedignos, provocam grande desconforto e um grande impacto na rotina dos jovens adultos. Por outro lado, a monitorização contínua, que sendo provavelmente o futuro, ainda não é de acesso generalizado, e fica reservada a situações concretas, ou a quem a possa financiar, visto que não é participado pelo estado português. Resta uma outra categoria, a monitorização flash, que de momento, apenas apresenta um dispositivo disponível em Portugal. Este tem vindo a ser muito bem aceite, pela possibilidade de se reduzir a necessidade de puncionar o dedo, passando as leituras a ser realizadas através de glicose intersticial, através de um sensor. No entanto, também este método tem apresentado alguns problemas, desde a duração do sensor, ao local de aplicação, e talvez o mais preocupante, a falta de exatidão dos resultados em algumas situações concretas.

Assim sendo, depois de ouvir jovens adultos com diabetes tipo 1, profissionais de saúde e representantes da indústria farmacêutica, decidiu-se incidir no estudo dos dois dispositivos identificados como sendo os mais utilizados. O dispositivo A como representante da classe dos dispositivos mais tradicionais (AMGC) e o dispositivo B como representante da MFG, mais recente, mas com muitos utilizadores.

Deste modo, começou-se por distinguir aqueles que constituíam requisitos dos clientes, e que entrariam como *WHATs* na casa, daquelas que são características técnicas que representam os *HOWs*.

Depois disso, e da primeira fase da casa finalizada, associou-se o método de apoio à decisão MACBETH, e o software M-MACBETH, tendo em vista completar os passos seguintes.

Com efeito, durante a análise de toda a literatura encontrada sobre a aplicação da casa da qualidade, foram encontrados erros metodológicos na construção e preenchimento de várias componentes. Os erros encontrados estão assim relacionados fundamentalmente com:

- ✓ A utilização de escalas ordinais como sendo escalas cardinais;
- ✓ A utilização de pesos como indicadores diretos de importância.

A utilização de escalas ordinais é muito frequente no processo de construção de uma casa da qualidade e geralmente são utilizadas para expressar o grau de importância dos *WHATs*, na atribuição de pontuações nas análises de benchmarking e também para expressar o tipo de relações e correlações.

Esta utilização levanta algumas questões. Em primeiro lugar, a associação de uma qualquer escala numérica aos níveis de uma escala ordinal, muitas vezes considerando os níveis consecutivos como equidistantes não é suficiente para garantir a coerência teórica da aplicação de técnicas quantitativas de avaliação tal como referem alguns autores (Oppenheim, 1998; Gob, McCollin, & Ramalhoto, 2007). A outra questão prende-se, como referido por Garver (2012), com o facto de ao perguntarmos a um cliente como classifica determinado requisito numa escala de “pouco importante” a “muito importante”, sabe-se que a tendência será obtermos vários requisitos como sendo todos eles “muito importantes”, pelo que o objetivo da classificação acaba por se perder.

No que concerne atribuir os pesos diretamente aos requisitos, é importante esclarecer que os pesos ou coeficientes de ponderação funcionam como constantes de escala e servem para harmonizar as avaliações parciais.

Assim, a atribuição dos coeficientes de ponderação aos critérios deve tomar em consideração a amplitude entre as opções de maior preferência e de menor preferência segundo cada critério de avaliação. Os coeficientes de ponderação a atribuir aos critérios têm de ter em conta as escalas de *performance* destes. Desta forma, os processos de ponderação direta, por referência à noção psicológica e intuitiva da “importância” dos critérios pode estar desligada dos intervalos de escala, o que se deve evitar.

Para minimizar esse efeito, os pesos devem refletir os *trade-offs* existentes entre requisitos, tendo por base as respectivas escalas de desempenho. Não ter em consideração estes aspectos gera pesos arbitrários. O passo crítico deste método de *trade-off* consiste em ajustar o nível de impacto de forma a tornar as duas opções indiferentes. Isto é feito piorando a opção escolhida no critério cujo impacto está no nível BOM (ou no melhor nível) e melhorando a opção não escolhida no critério que se encontra no nível NEUTRO (ou no pior nível) de forma a obter uma opção indiferente à primeira. Conhecendo as funções de valor para os critérios em avaliação é possível determinar as constantes de escala (pesos) para os vários critérios.

Verificou-se na análise da literatura que para ultrapassar algumas destas inconsistências, a casa da qualidade foi utilizada em conjunto com abordagens que incorporam a análise de múltiplos critérios de avaliação, nomeadamente, a AHP. No entanto, estes métodos não resolvem os problemas associados à casa da qualidade. O método AHP utilizado na determinação da importância dos requisitos do cliente, graus de relação e comparação de alternativas por vezes não respeita a condição de preservação de preferência, logo a casa construída não traduz com exatidão as necessidades dos clientes.

Para ultrapassar as fragilidades identificadas da casa da qualidade, propôs-se a utilização da abordagem MACBETH em conjunto com o software de apoio à decisão M-MACBETH para a determinação de coeficientes de ponderação e de escalas de valor que reflitam o sistema de valores do cliente. Esta escolha para tratar a casa da qualidade, reside no seguinte:

- a. Contrariamente a outros métodos multicritério de apoio à decisão, a abordagem MACBETH utiliza julgamentos de diferença de atratividade qualitativos, que são preferíveis a métodos quantitativos, em particular para decisores com menor competência para realizar julgamentos numéricos.
- b. Durante todo o processo de avaliação das diferenças de atratividade, o software M-MACBETH avalia a consistência de cada julgamento com os que foram efetuados anteriormente e em caso de inconsistência sugere alterações para a resolver.

Na fase seguinte de construção da casa da qualidade, respeitante à avaliação competitiva do cliente, foi formado um grupo de decisão (três utilizadores de dispositivos) para, utilizando a metodologia MACBETH, determinar importâncias para cada um dos requisitos e para construir escalas de intervalos que traduzissem o desempenho de cada um dos tipos de dispositivos em pontuação.

Assumiu-se que o referencial de comparação seria o dispositivo A, pois era o que apresentava mais margem de melhoria, uma vez que obteve as pontuações mais baixas.

Após conclusão desta fase, com base nas pontuações de cada alternativa, comparou-se o dispositivo A com a concorrência (dispositivo B) e foram calculados os argumentos de venda e definidos objetivos estratégicos. Também nesta fase foi calculada a diferença ponderada entre a pontuação do dispositivo A e o objetivo estratégico definido, traduzindo o desempenho do dispositivo A face à concorrência em cada requisito de acordo com a importância do cliente.

A etapa de avaliação técnica da casa da qualidade foi elaborada em conjunto com outro grupo de decisão formado por três profissionais de saúde. Nesta fase, em primeiro lugar foram identificadas quais as características técnicas que estão relacionadas com cada um dos requisitos do cliente e posteriormente, utilizando a metodologia MACBETH, foram construídas escalas de valor que transformassem o desempenho de cada uma das alternativas em pontuações de acordo com ponto de vista técnico. Após determinar as pontuações de cada alternativa na componente técnica, foram calculadas as diferenças de pontuação do dispositivo A face à melhor alternativa e definidos objetivos técnicos em cada característica técnica. Posteriormente, para construir as componentes relativas às relações e correlações, o grupo de decisão identificou onde existiam, nas respetivas matrizes, e foram determinadas pontuações que representassem as suas intensidades, recorrendo mais uma vez à metodologia MACBETH.

Posteriormente, recorrendo à diferença ponderada da análise competitiva do cliente e às relações entre requisitos do cliente e características técnicas, foram calculadas as importâncias no ponto de vista técnico. Este elemento da casa da qualidade reflete o desempenho do dispositivo A em termos técnicos de acordo com a avaliação do seu desempenho no ponto de vista do cliente e com a diferença de pontuação face à melhor alternativa da concorrência, evidenciando as potenciais características técnicas candidatas a sofrerem intervenções para melhoria.

Analisando a casa da qualidade resultante, pode observar-se que as necessidades e expectativas dos clientes em relação aos dispositivos a que foram atribuídas maior importância, estão essencialmente relacionadas com a simplicidade de realização do teste, a discrição do mesmo, bem como o facto de ser menos invasivo. No que concerne às características técnicas, aquela que apresenta maior importância relativa está também relacionada com estes aspetos – quantidade amostra de sangue necessária. Estes dados são concordantes com os dados que constituíram ponto de partida para este trabalho. Com efeito, há necessidade de simplificar o processo de gestão da diabetes, que sendo complexo, deve ter o menor impacto possível na vida da pessoa.

Na análise da casa da qualidade foram ainda identificados pontos de conflito e pontos críticos.

O requisito do cliente “Simplicidade de realização” é o que apresenta mais pontos de conflito, sendo este aquele que apresenta também maior importância para o cliente, o que torna esta análise extremamente importante. O dispositivo A está muito abaixo da concorrência neste requisito, no ponto de vista do cliente, no entanto apresenta relação moderada a forte com 3 características técnicas em que o dispositivo A aparece classificado acima da concorrência: “calculador de bólus incorporado”, “alarmes de hipo/hiperglicemia” e “exatidão dos resultados (margem erro, %)”. No entanto, o facto do dispositivo A ter obtido uma pontuação tão inferior à concorrência na perspetiva do cliente pode ser explicado pelo seu mais fraco desempenho noutros aspetos técnicos, com os quais a relação é ainda mais forte e significativa.

No que concerne a pontos críticos, vários foram identificados. A realçar o ponto crítico no requisito “Menos invasivo possível” (requisito do cliente com mais peso) com a característica técnica “Quantidade amostra de sangue necessária” (que constitui o aspeto técnico com mais importância relativa), que é de extrema importância, pois o dispositivo A está abaixo da concorrência em ambos os perfis (clientes e técnico).

Assim, é possível perceber que de entre todos os *HOWs*, existem alguns que serão prioridade melhorar, tendo em vista o dispositivo A obter melhor desempenho técnico, mas também melhor pontuação na perspetiva do cliente, tais como: “quantidade amostra de sangue necessária”, “duração do consumível” e “compatibilidade com aplicações”. Com efeito, são os aspetos com maior importância técnica relativa, e apresentam pontos críticos para muitos dos requisitos dos clientes.

Recomenda-se, como perspetiva de trabalho futuro e como ações a tomar, o seguinte:

1. Aumentar a compatibilidade do dispositivo A com aplicações que permitam usar mais os telemóveis. Esta medida terá grande impacto na simplificação da realização e do teste, reduzindo o impacto da utilização dos dispositivos na rotina diárias, transferindo essa carga negativa para um objeto usual, que não está associado à doença. Esta pode ser uma ação iniciada de imediato, pois esta característica técnica não tem impacto negativo nas restantes.
2. Aumentar a divulgação por parte da empresa dos aspetos técnicos que representam vantagens significativas face à concorrência, nomeadamente:
 - a. O facto de o dispositivo A ser o único dispositivo no mercado a apresentar calculador de bólus incorporado;
 - b. A exatidão decorrente do facto de se utilizar tira para o teste, o que coloca o dispositivo A como o dispositivo de referência para a tomada de decisão terapêutica;

- c. Os alarmes de hipo/hiperglicemia, que contribuem para a facilidade de interpretação do teste realizado, e segurança associada ao mesmo;
3. Continuar o processo de QFD e analisar com maior detalhe, numa nova matriz, as características técnicas, que passarão a WHATs (ver figura 7, capítulo 5), com especial enfoque nas características que podem potenciar a simplicidade de realização do teste. Pois é na resposta a este requisito que surgem mais pontos críticos, com relações muito fortes com as características técnicas a melhorar.

Em suma, considera-se que utilizando a abordagem MACBETH podem ultrapassar-se várias limitações, no sentido de melhorar a ferramenta da casa da qualidade. A correção de alguns passos metodológicos menos corretos, e uma consequente representação real do sistema de valores do cliente, permitem ter um conhecimento mais aprofundado e melhorar o processo de tomada de decisão. Assim, partindo de um ajustamento mais fidedigno às preferências do cliente, consegue-se aumentar a eficácia do processo e potencialmente reduzir o respetivo custo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adinyira, E., Kwofie, T. E., & Quarcoo, F. (2017). Stakeholder requirements for building energy efficiency in mass housing delivery: the House of Quality approach. *Environment, Development and Sustainability*. <https://doi.org/10.1007/s10668-017-9930-z>
- Aghdam, M. M., Mahdavi, I., Shirazi, B., & Vahidi, J. (2015). House of quality improvement by new design requirements generation. *IEOM 2015 - 5th International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Proceeding*. <https://doi.org/10.1109/IEOM.2015.7093821>
- Al Hayek, A. A., Robert, A. A., & Al Dawish, M. A. (2017). Evaluation of FreeStyle Libre Flash Glucose Monitoring System on Glycemic Control, Health-Related Quality of Life, and Fear of Hypoglycemia in Patients with Type 1 Diabetes. *Clinical Medicine Insights: Endocrinology and Diabetes*, 10, 1–6. <https://doi.org/10.1177/1179551417746957>
- Alinezad, A., Seif, A., & Esfandiari, N. (2013). Supplier evaluation and selection with QFD and FAHP in a pharmaceutical company. *Int J Adv Manuf Technol*. <https://doi.org/10.1007/s00170-013-4733-3>
- Andrade, M. de L. M. S. (2014). *A saúde e os estilos de vida dos jovens adultos com diabetes tipo I*. Retrieved from <http://www.repository.utl.pt/handle/10400.5/7455>
- Andronikidis, A., Georgiou, A. C., Gotzamani, K., & Kamvysi, K. (2009). The application of quality function deployment in service quality management. *The TQM Journal*, 21(4), 319–333. <https://doi.org/10.1108/17542730910965047>
- Bailey, T. S., Chang, A., & Christiansen, M. (2015). Clinical accuracy of a continuous glucose monitoring system with an advanced algorithm. *Journal of Diabetes Science and Technology*, 9(2), 209–214. <https://doi.org/10.1177/1932296814559746>
- Balestra, G., Knaflitz, M., & Massa, R. (2007). AHP for the acquisition of biomedical instrumentation, 3581–3584.
- Bana e Costa, C. A., De Corte, J.-M., & Vansnick, J.-C. (2012). MACBETH. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 11(02), 359–387. <https://doi.org/10.1142/S0219622012400068>
- Bana e Costa, C. A., & Vansnick, J. C. (1995). Uma nova abordagem ao problema da construção de uma função de valor cardinal: Macbeth. *Investigação Operacional*, 15(Junho), 15–35.

- Bana e Costa, C. A., & Vansnick, J. C. (2008). A critical analysis of the eigenvalue method used to derive priorities in AHP. *European Journal of Operational Research*, 187(3), 1422–1428. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.09.022>
- Baumstark, A., Jendrike, N., Liebing, C., Haug, C., & Freckmann, G. (2018). System Accuracy and User Performance Evaluation of an Improved System for Self-Monitoring of Blood Glucose. *Journal of Diabetes Science and Technology*, 1–5. <https://doi.org/10.1177/1932296817752958>
- Belton, V., & Stewart, T. J. (2002). *Multiple Criteria Decision Analysis*. <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-1495-4>
- Bem, A., & Kunde, J. (2006). Importância da hemoglobina glicada no controle do diabetes mellitus e na avaliação de risco das complicações crônicas. *Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial*, 42(3), 185–191. <https://doi.org/10.1590/S1676-24442008000300003>
- Bhattacharya, A., Sarkar, B., & Mukherjee, S. K. (2005). Integrating AHP with QFD for robot selection under requirement perspective. *International Journal of Production Research*, 43(17), 3671–3685. <https://doi.org/10.1080/00207540500137217>
- Bosch-Sijtsema, P., & Bosch, J. (2015). User Involvement throughout the Innovation Process in High-Tech Industries. *Journal of Product Innovation Management*, 32(5), 793–807. <https://doi.org/10.1111/jpim.12233>
- Bouchereau, V., & Rowlands, H. (2000). Methods and techniques to help quality function deployment (QFD). *An International Journal*, 7(1), 8–19.
- Brown, P. G. (1991). QFD: Echoing the Voice of the Customer. *AT&T Technical Journal*, 70(2), 18–32. <https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1991.tb00342.x>
- Büyüközkan, G., Çifçi, G., & Gülerüz, S. (2011). Expert Systems with Applications Strategic analysis of healthcare service quality using fuzzy AHP methodology, 38, 9407–9424. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.01.103>
- Cadete, S. (2011). *A comparação de duas metodologias de métodos multicritério de análise de decisão num contexto de opções públicas*. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. <https://doi.org/10.1080/01402390.2011.569130>
- Callegaro, A. M., Caten, C. S. ten, Tanure, R. L. Z., Buss, A. S., Echeveste, M. E. S., & Jung, C. F. (2016). Managing requirements for the development of a novel elbow rehabilitation device. *Technological Forecasting and Social Change*, 113, 404–411. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.07.027>

- Cappon, G., Acciaroli, G., Vettoretti, M., Facchinetti, A., & Id, G. S. (2017). Wearable Continuous Glucose Monitoring Sensors: A Revolution in Diabetes Treatment. *Electronics*, 6(3), 65. <https://doi.org/10.3390/electronics6030065>
- Carlson, A. L., Mullen, D. M., & Bergenstal, R. M. (2017). Clinical Use of Continuous Glucose Monitoring in Adults with Type 2 Diabetes. *Diabetes Technology & Therapeutics*, 19(S2), S-4-S-11. <https://doi.org/10.1089/dia.2017.0024>
- Carrilho, F., Carvalho, D., Duarte, R., Pape, E., & JI, M. (2017). *Posição sobre o impacto clínico do sistema de monitorização flash da glicose na autogestão da diabetes mellitus.*
- Chan, L.-K., & Wu, M.-L. (2002). *Quality function deployment: A literature review. European Journal of Operational Research* (Vol. 143). [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(02\)00178-9](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(02)00178-9)
- Chan, L., & Wu, M. (2005). A systematic approach to quality function deployment with a full illustrative example. *Omega*, 33, 119–139. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2004.03.010>
- Chatburn, R. L., & Primiano, F. P. (2001). Decision Analysis for Large Capital Purchases : How to Buy a Ventilator. *Respir Care*, 46(10), 1038–1053.
- Cho, K., & Kim, S. (2003). Selecting medical devices and materials for development in Korea : the analytic hierarchy process approach, 161–174.
- Chou, S. M. (2004). Evaluating the service quality of undergraduate nursing education in Taiwan - Using quality function deployment. *Nurse Education Today*, 24(4), 310–318. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2004.02.005>
- Chuang, P. T. (2001). Combining the analytic hierarchy process and quality function deployment for a location decision from a requirement perspective. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 18(11), 842–849. <https://doi.org/10.1007/s001700170010>
- Coelho, J. P. de O. D. (2017). *Priorização de intervenções no desenvolvimento de produtos utilizando a Casa da Qualidade e avaliação multicritério.* Instituto Superior Técnico (IST).
- Danne, T., Nimri, R., Battelino, T., Bergenstal, R. M., Close, K. L., DeVries, J. H., ... Phillip, M. (2017). International consensus on use of continuous glucose monitoring. *Diabetes Care*, 40(12), 1631–1640. <https://doi.org/10.2337/dc17-1600>
- DGS. (2017). Programa Nacional. *Plano Nacional Da Diabetes*, 20.
- Diaby, V. (2014). How to use multi-criteria decision analysis methods for reimbursement decision-making in healthcare: a step-by-step guide. *Expert Rev. Pharmacoecon.*

- Outcomes Res.*, 14(1), 81–99.
- Dijkstra, H. van der B. (2002). Quality function deployment in healthcare. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 19(1), 67–89.
- Direção-Geral da Saúde. Diagnóstico e Classificação da Diabetes Mellitus, Norma da Direção Geral da Saúde (002/2011) § (2011).
- Direção-Geral da Saúde. Prescrição e determinação da hemoglobina glicada A1c, Norma da Direção Geral da Saúde (033/2011) § (2011).
- Dolan, J. G. (2010). Multi-Criteria Clinical Decision Support. *The Patient: Patient-Centered Outcomes Research*, 3(4), 229–248. <https://doi.org/10.2165/11539470-000000000-00000>
- Einspruch, E. M. (1996). International Journal of Health Care Quality Assurance rehabilitation services Quality function deployment (QFD): application to rehabilitation services. *International Journal of Health Care Quality Assurance*, 9(3), 41–46.
- Elahi, F., Ahmed, S., Haque, M., & Chowdhury, N. (2016). An Empirical Investigation into Physician Preferences in Drug Prescription : An Integrated Methodology of AHP and QFD. *International Journal of Marketing Studies*, 8(5), 81–89. <https://doi.org/10.5539/ijms.v8n5p81>
- Felice, F. De, & Petrillo, A. (2010). A multiple choice decision analysis : an integrated QFD – AHP model for the assessment of customer needs, 2(9), 25–38.
- Franceschini, F. (2002). *Advanced Quality Function Deployment*. Retrieved from https://books.google.com.my/books?id=l-_KBQAAQBAJ&dq=Advanced+Quality+Function+Deployment&source=gbs_navlinks_s
- Garg, S. K., & Akturk, H. K. (2017). The Future of Continuous Glucose Monitoring. *Diabetes Technology & Therapeutics*, 19(S3), S-1-S-2. <https://doi.org/10.1089/dia.2017.0097>
- Garver, M. S. (2012). Improving the house of quality with maximum difference scaling. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 29(5), 576–594. <https://doi.org/10.1108/02656711211230535>
- Ginn, D., & Zairi, M. (2005). Best practice QFD application: an internal/external benchmarking approach based on Ford Motors' experience. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 22(1), 38–58. <https://doi.org/10.1108/EL-01-2014-0022>
- Gob, R., McCollin, C., & Ramalhoto, M. F. (2007). Ordinal Methodology in the Analysis of Likert Scales. *Quality & Quantity* (2007), 41, 601–626. <https://doi.org/10.1007/s11135-007->

- Gonzalez, M. E., Quesada, G., Mueller, J., & Mueller, R. D. (2011). International business curriculum design: identifying the voice of the customer using QFD. *Journal of International Education in Business*, 4(1), 6–29. <https://doi.org/10.1108/18363261111170568>
- Goodwin, P., & Wright, G. (2004). *Decision Analysis for Management Judgment*. Business (Vol. 49). <https://doi.org/10.2307/3010535>
- Gremyr, I., & Raharjo, H. (2013). Quality function deployment in healthcare: a literature review and case study. *International Journal of Health Care Quality Assurance*, 26(2), 135–146. <https://doi.org/10.1108/09526861311297343>
- Griffin, A., & Hauser, J. R. (1993). The voice of the customer. *Marketing Science*, 12(1), 1–27.
- Han, S. B., Chen, S. K., Ebrahimpour, M., & Sodhi, M. S. (2001). A conceptual QFD planning model. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 18(8), 796–812. <https://doi.org/10.1108/02656710110401187>
- Hanna, K. M. (2012). A framework for the youth with type 1 diabetes during the emerging adulthood transition. *Nursing Outlook*, 60(6), 401–410. <https://doi.org/10.1016/j.outlook.2011.10.005>
- Hauser, J. R., & Clausing, D. (1988). The house of quality. *Harvard Business Review*, 63–73. <https://doi.org/10.2307/1341164>
- Heinemann, L., & Devries, J. H. (2014). Evidence for continuous glucose monitoring: Sufficient for reimbursement? *Diabetic Medicine*, 31(2), 122–125. <https://doi.org/10.1111/dme.12341>
- Heinemann, L., Franc, S., Phillip, M., Battelino, T., Ampudia-Blasco, F. J., Bolinder, J., ... DeVries, H. (2012). Reimbursement for continuous glucose monitoring: A European view. *Journal of Diabetes Science and Technology*, 6(6), 1498–1502. <https://doi.org/10.1177/193229681200600631>
- Hsiao, S. (2002). Concurrent design method for developing a new product. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 29(1), 41–55. [https://doi.org/10.1016/S0169-8141\(01\)00048-8](https://doi.org/10.1016/S0169-8141(01)00048-8)
- Hummel. (2001). *Supporting medical technology development with the analytic hierarchy process*.
- International Diabetes Federation. (2017). *IDF Diabetes Atlas Eighth Edition 2017*.

International Diabetes Federation. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2009.10.007>

- Iqbal, Z., Grigg, N. P., Govindaraju, K., & Campbell-Allen, N. (2014). Statistical comparison of final weight scores in quality function deployment (QFD) studies. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 31(2), 184–204. <https://doi.org/10.1108/EL-01-2014-0022>
- Ivlev, I., Kneppo, P., & Bartak, M. (2014). Multicriteria decision analysis : a multifaceted approach to medical equipment management. *Technological and Economic Development of Economy*, 20(3), 576–589. <https://doi.org/10.3846/20294913.2014.943333>
- Jain, N., & Singh, A. R. (2014). AHP And QFD Methodology For Supplier Selection. *International Proceedings of Economics Development & Research*, 75(22), 106–111. <https://doi.org/10.7763/IPEDR>.
- Jeong, M., & Oh, H. (1998). Quality function deployment. *International Journal of Hospitality Management*, 17(4), 375–390. [https://doi.org/10.1016/S0278-4319\(98\)00024-3](https://doi.org/10.1016/S0278-4319(98)00024-3)
- Ju, Y., & Sohn, S. Y. (2015). Patent-based QFD framework development for identification of emerging technologies and related business models: A case of robot technology in Korea. *Technological Forecasting and Social Change*, 94, 44–64. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2014.04.015>
- Kamvysi, K., Gotzamani, K., Georgiou, A. C., & Andronikidis, A. (2010). Integrating DEAHP and DEANP into the quality function deployment. *The TQM Journal*, 22(3), 293–316. <https://doi.org/10.1108/17542731011035532>
- Karsak, E. E., Sozer, S., & Alptekin, S. E. (2003). Product planning in quality function deployment using a combined analytic network process and goal programming approach. *Computers & Industrial Engineering*, 44(1), 171–190. [https://doi.org/10.1016/S0360-8352\(02\)00191-2](https://doi.org/10.1016/S0360-8352(02)00191-2)
- Kuo, R. J., Wu, Y. H., Hsu, T. S., & Chen, L. K. (2011). Improving outpatient services for elderly patients in Taiwan: A qualitative study. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 53(2). <https://doi.org/10.1016/j.archger.2010.09.013>
- Lee, H., Hong, Y. J., Baik, S., Hyeon, T., & Kim, D.-H. (2018). Enzyme-Based Glucose Sensor: From Invasive to Wearable Device. *Advanced Healthcare Materials*, 1701150, 1701150. <https://doi.org/10.1002/adhm.201701150>
- Li, X. J., Bin, G. F., & Dhillon, B. S. (2011). Model to evaluate the state of mechanical equipment based on health value. *Mechanism and Machine Theory*, 46, 305–311. <https://doi.org/10.1016/j.mechmachtheory.2010.11.008>

- Lim, P. C., & Tang, N. K. H. (2000). Managing Service Quality Emerald Article : The development of a model for total quality healthcare Techniques The development of a model for total quality healthcare, (2000).
- Lim, P. C., Tang, N. K. H., & Jackson, P. M. (1999). Managing Service Quality Emerald Article : An innovative framework for health care performance measurement Innovation and strategy An innovative framework for health care performance measurement. *Managing Service Quality*, 9(6), 423–433.
- Liu, S. F., Lee, Y., & Huang, Y. (2009). A brief fatigue inventory of shoulder health developed by quality function deployment technique. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 18(3), 418–423. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2009.02.023>
- Mangrola, D., Cox, C., Furman, A. S., Krishnan, S., & Karakas, S. E. (2017). Self-Blood Glucose Monitoring Underestimates Hyperglycemia and Hypoglycemia As Compared To Continuous Glucose Monitoring in Type 1 and Type 2 Diabetes. *Endocrine Practice : Official Journal of the American College of Endocrinology and the American Association of Clinical Endocrinologists*, (aop), EP-2017-0032. <https://doi.org/10.4158/EP-2017-0032>
- Martí Bigorra, A., & Isaksson, O. (2017). Combining customer needs and the customer's way of using the product to set customer-focused targets in the House of Quality. *International Journal of Production Research*, 55(8), 2320–2335. <https://doi.org/10.1080/00207543.2016.1238114>
- Matzler, K., & Hinterhuber, H. H. (1998). How to make product development projects more successful by integrating Kano's model of customer satisfaction into quality function deployment. *Technovation*, 18(1), 25–38. [https://doi.org/10.1016/S0166-4972\(97\)00072-2](https://doi.org/10.1016/S0166-4972(97)00072-2)
- Mazur, G. (2015). Quality Function Deployment: Voice of Customer Meets Voice of Process. In *Delighting customers with quality function deployment: voice of customer meets voice of process meets voice of process* (Vol. 37, pp. 24–29).
- Melgoza, E. L., Serenó, L., Rosell, A., & Ciurana, J. (2012). An integrated parameterized tool for designing a customized tracheal stent. *CAD Computer Aided Design*, 44(12), 1173–1181. <https://doi.org/10.1016/j.cad.2012.07.004>
- Montibeller, G., Belton, V., Ackermann, F., & Ensslin, L. (2008). Reasoning maps for decision aid: An integrated approach for problem-structuring and multi-criteria evaluation. *Journal of the Operational Research Society*, 59(5), 575–589. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2602347>

- Moore, B. M. (2006). Radiation safety management in health care - The application of Quality Function Deployment. *Radiography*, 12(4), 291–304. <https://doi.org/10.1016/j.radi.2005.07.011>
- Ni, Y., Chen, S., & Kokot, S. (2002). Spectrophotometric determination of metal ions in electroplating solutions in the presence of EDTA with the aid of multivariate calibration and artificial neural networks, 463, 305–316.
- Oskarsson, P., Antuna, R., Geelhoed-Duijvestijn, P., Kröger, J., Weitgasser, R., & Bolinder, J. (2018). Impact of flash glucose monitoring on hypoglycaemia in adults with type 1 diabetes managed with multiple daily injection therapy: a pre-specified subgroup analysis of the IMPACT randomised controlled trial. *Diabetologia*, 61(3), 539–550. <https://doi.org/10.1007/s00125-017-4527-5>
- Partovi, F. Y. (2006). An analytic model for locating facilities strategically. *Omega*, 34(1), 41–55. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2004.07.018>
- Partovi, F. Y. (2007). An analytical model of process choice in the chemical industry. *International Journal of Production Economics*, 105(1), 213–227. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2006.03.006>
- Pearson, S. M., & Ajjan, R. A. (2017). Flash Glucose Monitoring in Younger Individuals with Diabetes: Accuracy and Patient Experience in Real-World Settings. *Diabetes Technology & Therapeutics*, 20(1), dia.2017.0415. <https://doi.org/10.1089/dia.2017.0415>
- Pecchia, L., Martin, J. L., Ragozzino, A., Vanzanella, C., Scognamiglio, A., Mirarchi, L., & Morgan, S. P. (2013). User needs elicitation via analytic hierarchy process (AHP). A case study on a Computed Tomography (CT) scanner.
- Pickup, J. C., Holloway, M. F., & Samsi, K. (2015). Real-time continuous glucose monitoring in type 1 diabetes: A qualitative framework analysis of patient narratives. *Diabetes Care*, 38(4), 544–550. <https://doi.org/10.2337/dc14-1855>
- Prasad, B. (1998). Review of QFD and Related Deployment Techniques. *Journal of Manufacturing Systems*, 17(3), 221–234. [https://doi.org/10.1016/S0278-6125\(98\)80063-0](https://doi.org/10.1016/S0278-6125(98)80063-0)
- Radharamanan, R., & Godoy, L. P. (1996). Quality function deployment as applied to a health care system. *Computers & Industrial Engineering*, 31(1–2), 443–446. [https://doi.org/10.1016/0360-8352\(96\)00171-4](https://doi.org/10.1016/0360-8352(96)00171-4)
- Rahman, Z., & Qureshi, M. N. (2008). Developing new services using fuzzy QFD: A LIFENET case study. *International Journal of Health Care Quality Assurance*, 21(7), 638–658.

<https://doi.org/10.1108/09526860810910122>

- Rajesh, G., & Malliga, P. (2013). Supplier Selection Based on AHP QFD Methodology. *Procedia Engineering*, 64, 1283–1292. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.09.209>
- Ramírez, E. F. F., & Calil, S. J. (2007). Connectionist Model to Help the Evaluation of Medical Equipment Purchasing Proposals. In *World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering* (Vol. 14, pp. 3786–3787).
- Ramírez, Y., Cisternas, L. A., & Kraslawski, A. (2017). Application of House of Quality in assessment of seawater pretreatment technologies. *Journal of Cleaner Production*, 148, 223–232. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.01.163>
- Reddy, M., Jugnee, N., El Laboudi, A., Spanudakis, E., Anantharaja, S., & Oliver, N. (2018). A randomized controlled pilot study of continuous glucose monitoring and flash glucose monitoring in people with Type 1 diabetes and impaired awareness of hypoglycaemia. *Diabetic Medicine*, 35(4), 483–490. <https://doi.org/10.1111/dme.13561>
- Rocha, L. S., Sloane, E. B., & Bassani, J. W. M. (2005). Optimal Medical Equipment Maintenance Service Proposal Decision Support System combining Activity Based Costing (ABC) and the Analytic Hierarchy Process (AHP). In *Engineering in Medicine and Biology 27th Annual Conference, September 1-4* (pp. 7103–7106). Shanghai, China.
- Santos, F. A., & Garcia, R. (2010). Decision Process Model to the Health Technology Incorporation. In *Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. Conference, 31 August – 4 September 2010* (pp. 414–417). Buenos Aires, Argentina.
- Schmidt, K., Aumann, I., Hollander, I., Damm, K., & Von Der Schulenburg, J. M. G. (2015). Applying the Analytic Hierarchy Process in healthcare research: A systematic literature review and evaluation of reporting. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 15(1). <https://doi.org/10.1186/s12911-015-0234-7>
- Serrabulho, M., Gaspar de Matos, M., Nabais, J. V., & Raposo, J. F. (2014). Lifestyles and health behaviours of young adults with type 1 diabetes. *European Diabetes Nursing*, 11(2), 49–52. <https://doi.org/10.1002/edn.248>
- Shahin, Iraj, & Shahrestani. (2016). Developing House of Quality by integrating top roof and side roof matrices and service TRIZ with a case study in banking services. *The TQM Journal*, 28(4), 597–612. <https://doi.org/10.1108/EL-01-2014-0022>
- Sloane, E. B. (2004). Using a Decision Support System Tool for Healthcare Technology Assessments. *IEEE ENGINEERING IN MEDICINE AND BIOLOGY MAGAZINE*,

- 14(May/june), 42–55. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-36841-0_958
- Sociedade Portuguesa de Diabetologia. (2016). *Diabetes: Factos e Números – O Ano de 2015 – Relatório Anual do Observatório Nacional da Diabetes 12/2016*. <https://doi.org/10.5123/S1679-49742017000200013>
- Su, C. T., & Lin, C. Sen. (2008). A case study on the application of fuzzy QFD in TRIZ for service quality improvement. *Quality and Quantity*, 42(5), 563–578. <https://doi.org/10.1007/s11135-006-9058-y>
- Thabit, H., Hovorka, R., & Evans, M. (2012). Artificial pancreas: The bridge to a cure for type 1 diabetes. *European Diabetes Nursing*, 9(2), 56–60. <https://doi.org/10.1002/edn.207>
- Thabit, H., Leelarathna, L., Wilinska, M. E., Elleri, D., Allen, J. M., Lubina-Solomon, A., ... Hovorka, R. (2015). Accuracy of Continuous Glucose Monitoring During Three Closed-Loop Home Studies Under Free-Living Conditions. *Diabetes Technology & Therapeutics*, 17(11), 801–807. <https://doi.org/10.1089/dia.2015.0062>
- Topacan, U., Basoglu, A. N., & Daim, T. U. (2009). AHP Application on Evaluation of Health Information Service Attributes, 486–493.
- Tsai, K., Yeh, C., Lo, H., Chang, G., Li, C., & Cheng, C. (2008). Application of Quality Function Deployment in Design of Mobile Assistive Devices, 28(2), 87–93.
- Tumminia, A., Crimi, S., Sciacca, L., Buscema, M., Frittitta, L., Squatrito, S., ... Tomaselli, L. (2015). Efficacy of real-time continuous glucose monitoring on glycaemic control and glucose variability in type 1 diabetic patients treated with either insulin pumps or multiple insulin injection therapy: A randomized controlled crossover trial. *Diabetes/Metabolism Research and Reviews*, 31(1), 61–68. <https://doi.org/10.1002/dmrr.2557>
- Velmurugan, R., & Selvamuthukumar, S. (2012). The analytic network process for the pharmaceutical sector : Multi criteria decision making to select the suitable method for the preparation of nanoparticles.
- Venkateswarlu, C., & Birru, A. K. (2012). Integrated Quality Function Deployment as a Tool for Quality Achievement in Healthcare. *International Journal of Applied Industrial Engineering*, 1(2), 80–92. <https://doi.org/10.4018/ijaie.2012070106>
- Wollmann, D., Steiner, M. T. A., Vieira, G. E., & Steiner, P. A. (2012). Evaluation of health service providers by consumers through the Analytic Hierarchy Process. *Rev Saúde Pública*, 46(5), 777–783. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1590/S0034-89102012000500003>

Xie, M., Goh, T., & Tan, K. (2003). *Advanced QFD applications*. Milwaukee, Wis.: ASQ Quality Press.

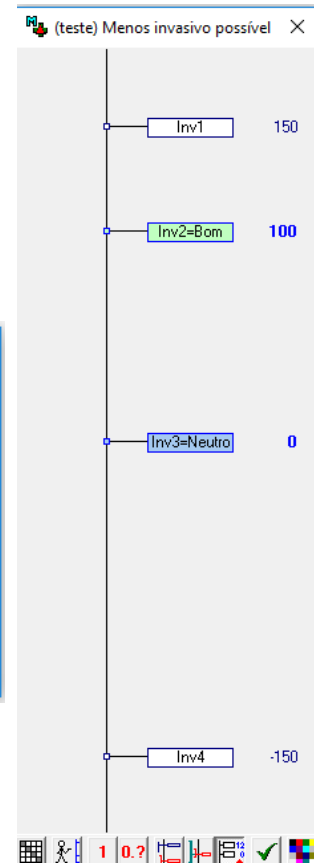
Yang, K., & El-haik, B. (2003). *Design for Six Sigma A Roadmap for Product Development*. McGraw Hill Professional. <https://doi.org/10.1036/0071435999>

Zadry, H. R., Rahmayanti, D., Susanti, L., & Fatrias, D. (2015). Identification of Design Requirements for Ergonomic Long Spinal Board Using Quality Function Deployment (QFD). *Procedia Manufacturing*, 3(Ahfe), 4673–4680. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.559>

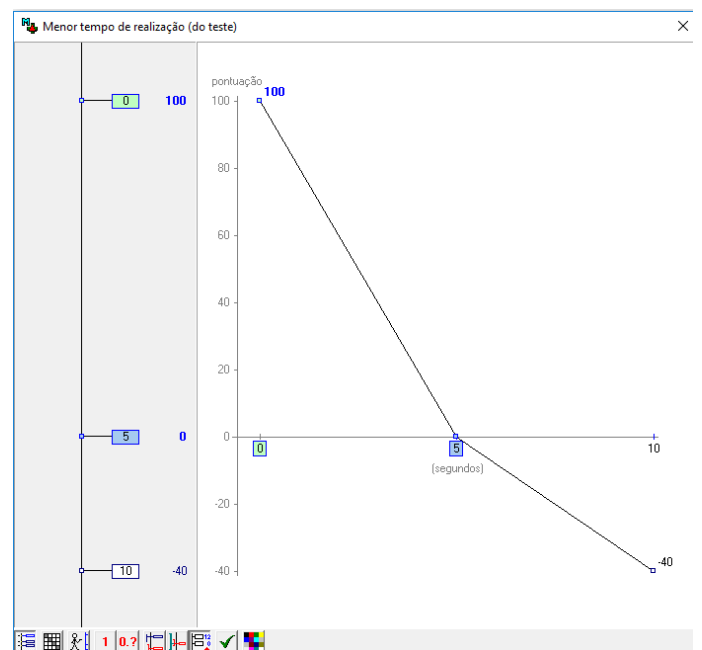
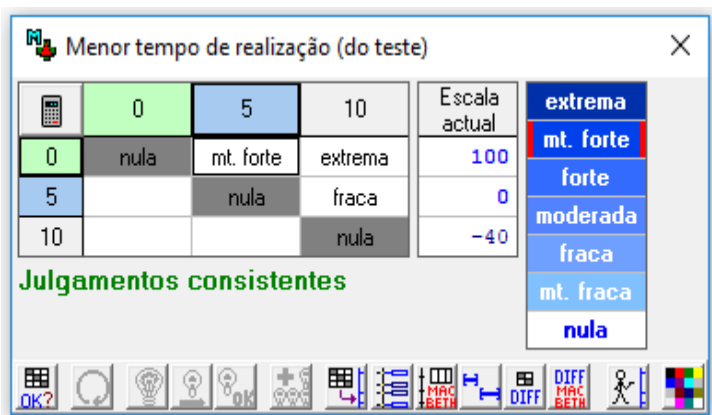
ANEXOS

ANEXO A

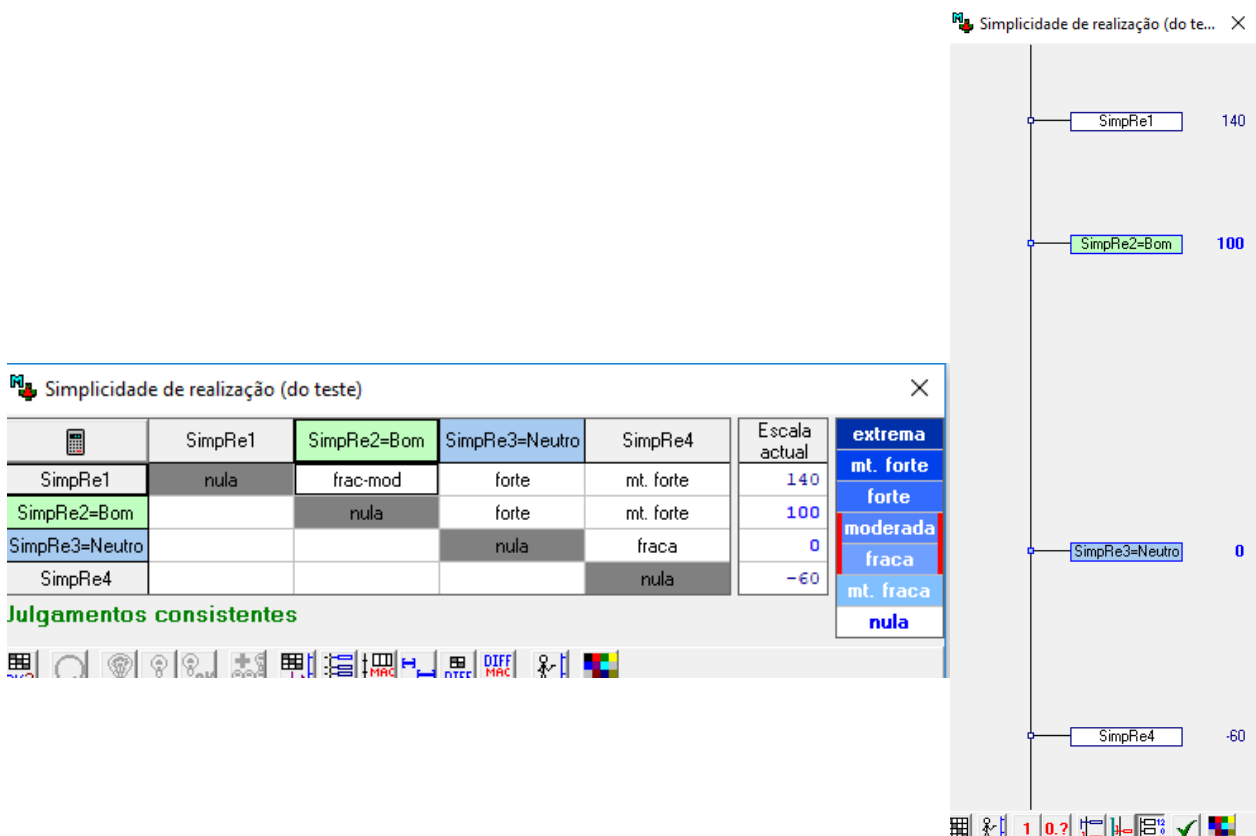
Matrizes de julgamentos e escalas de pontuação dos *WHATs*



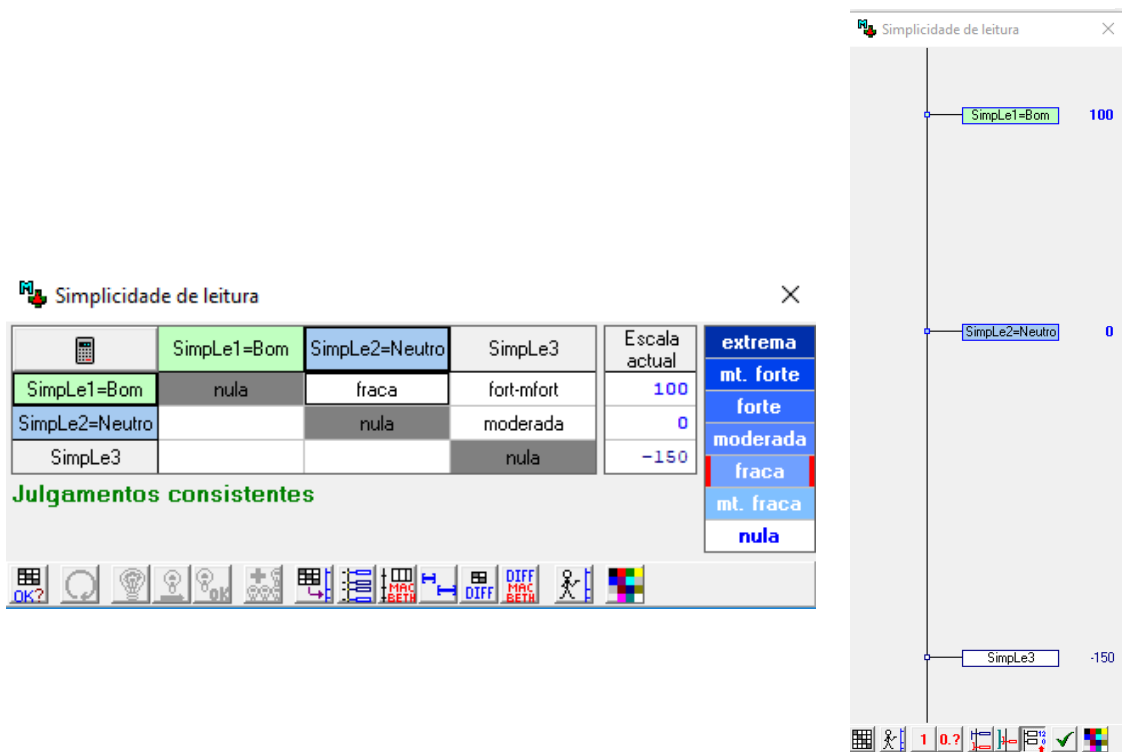
Anexo A - Figura 1 - Matriz de julgamentos e escala de valor construída para o requisito "menos invasivo possível"



Anexo A - Figura 2 - Matriz de julgamentos e escala construída para o requisito "menor tempo de realização (do teste)"



Anexo A - Figura 3 - Matriz de julgamentos e escala de valor construída para o requisito "simplicidade de realização"

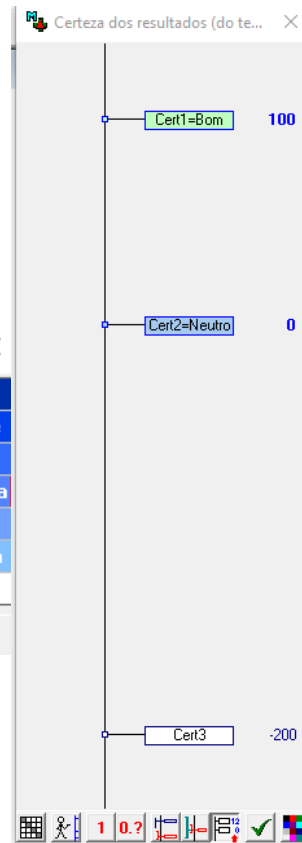


Anexo A - Figura 4 - Matriz de julgamentos e escala de valor construída para o requisito "simplicidade de leitura"

Certeza dos resultados (do teste)

	Cert1=Bom	Cert2=Neutro	Cert3	Escala actual
Cert1=Bom	nula	moderada	extrema	100
Cert2=Neutro		nula	extrema	0
Cert3			nula	-200

Julgamentos consistentes

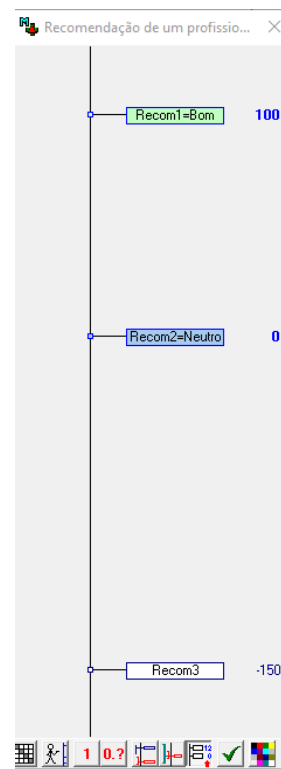


Anexo A - Figura 5 - Matriz de julgamentos e escala de valor construída para o requisito "certeza dos resultados"

Recomendação de um profissional de saúde

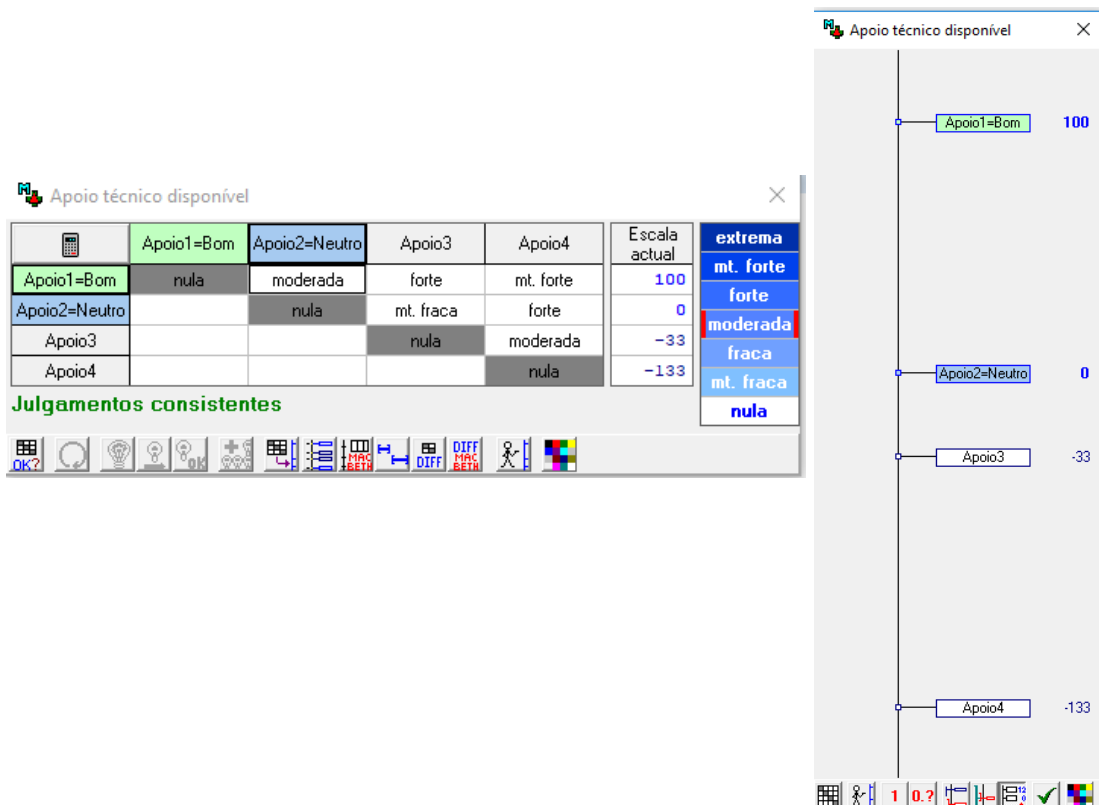
	Recom1=Bom	Recom2=Neutro	Recom3	Escala actual
Recom1=Bom	nula	fraca	mt. forte	100
Recom2=Neutro		nula	mod-fort	0
Recom3			nula	-150

Julgamentos consistentes

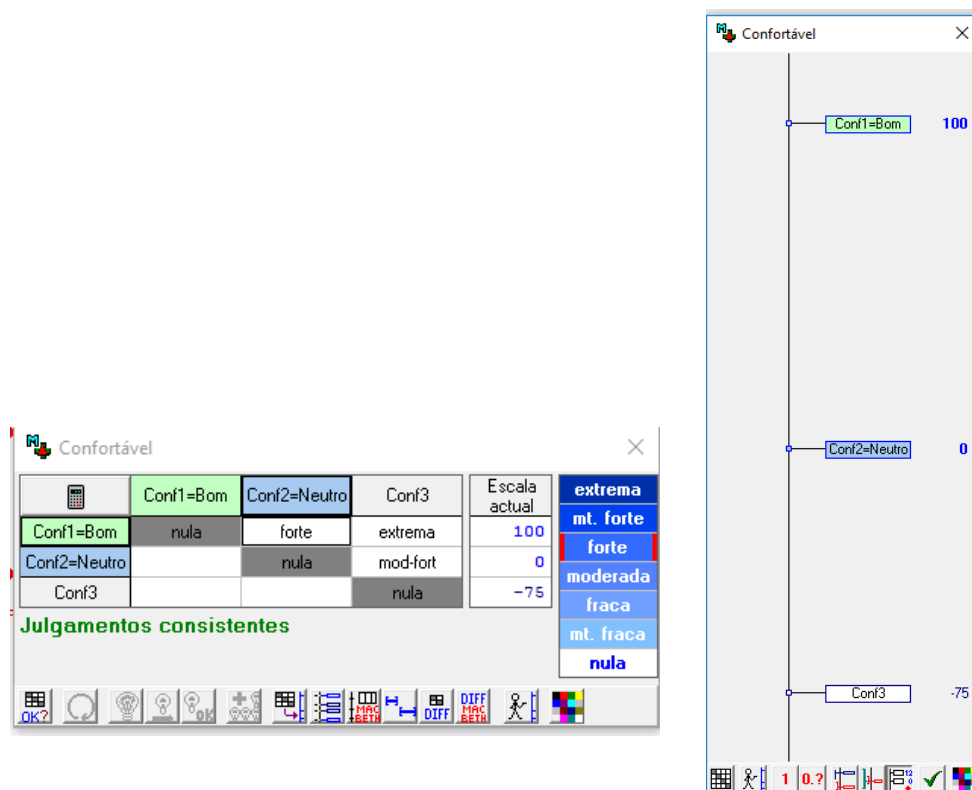


Anexo A - Figura 6 - Matriz de julgamentos e escala de valor construída para o requisito "recomendação de um profissional de saúde"

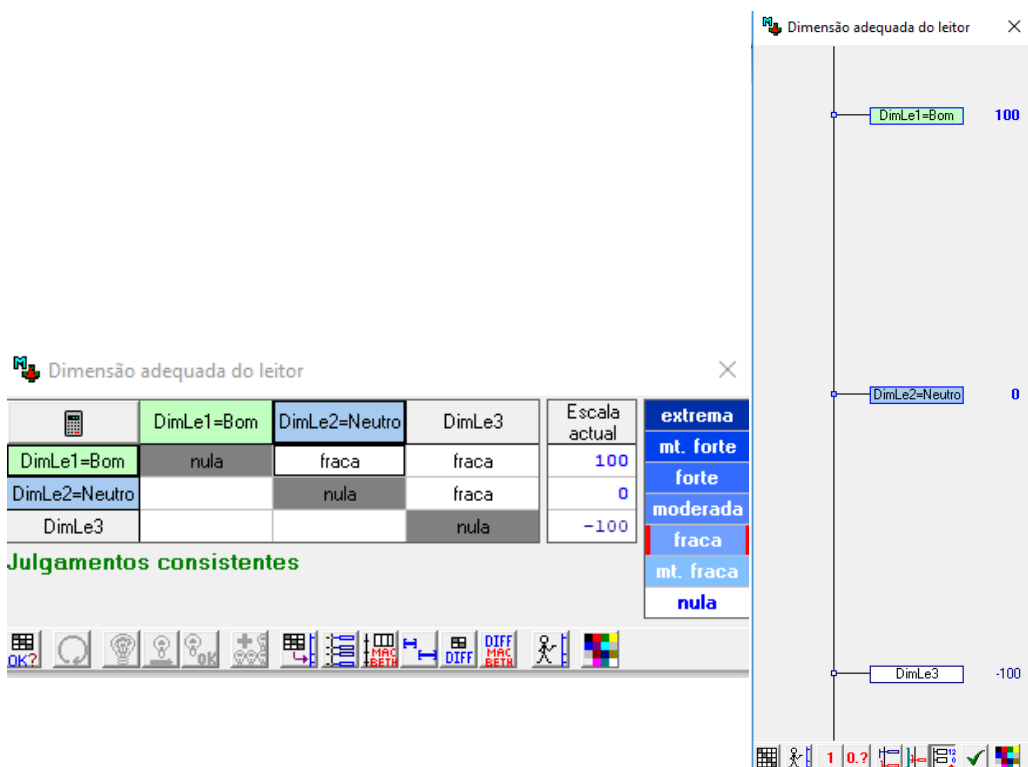
construída para



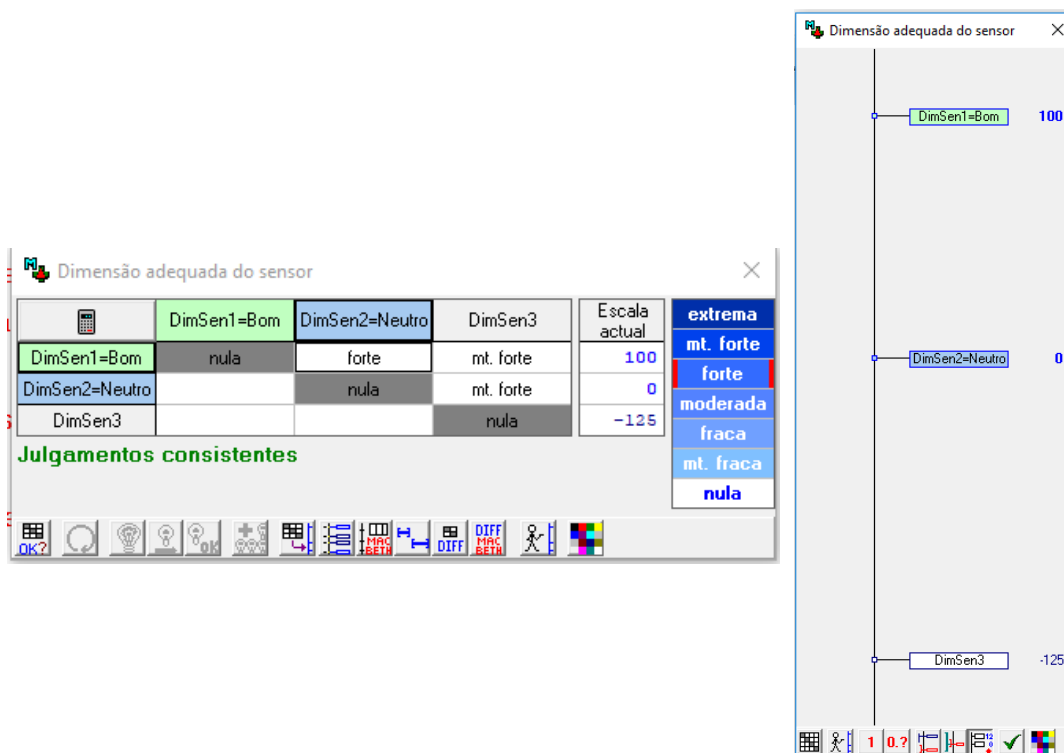
Anexo A - Figura 7 - Matriz de julgamentos e escala de valor construída para o requisito "apoio técnico disponível"



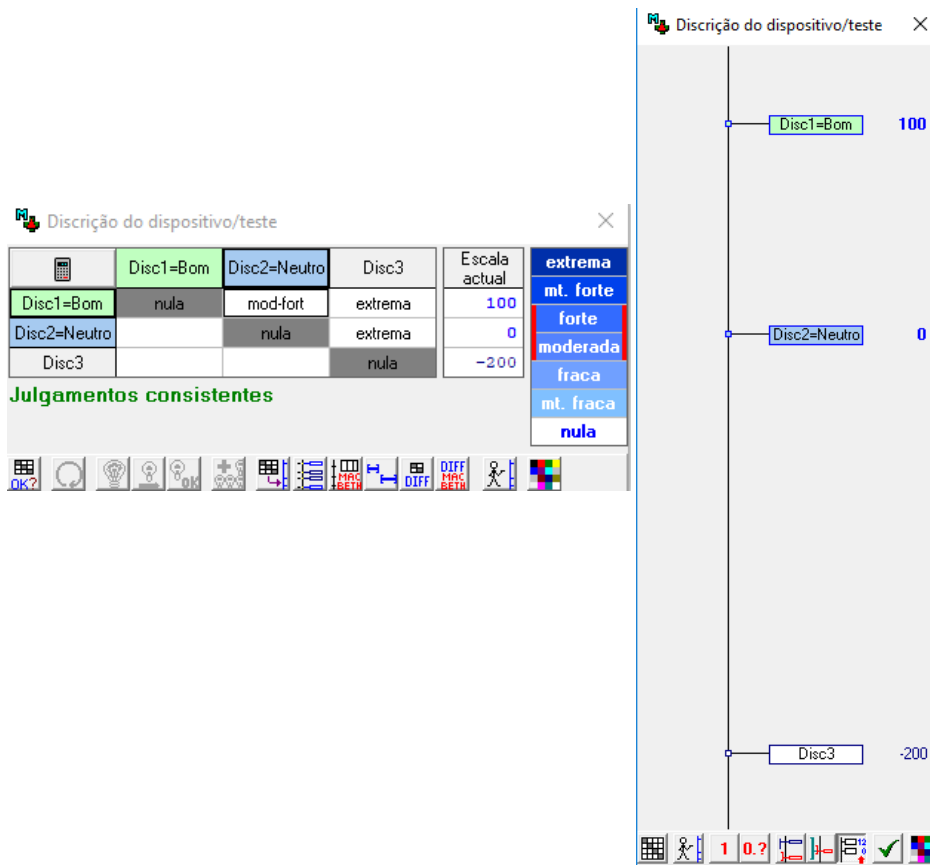
Anexo A - Figura 8 - Matriz de julgamentos e escala de valor construída para o requisito "confortável"



Anexo A - Figura 9 - Matriz de julgamentos e escala de valor construída para o requisito "dimensão adequada do leitor"



Anexo A - Figura 10 - Matriz de julgamentos e escala de valor construída para o requisito "dimensão adequada do sensor"



Anexo A - Figura 11 - Matriz de julgamentos e escala de valor construída para o requisito "discrção do dispositivo/teste"

ANEXO B

Níveis de desempenho dos *HOWs*

Anexo B - Tabela 1 - Descritor de desempenho do requisito “calculador de bólus incorporado”

Calculador de bólus incorporado	Abreviado
Presente	Calc1 = Bom
Ausente	Calc2 = Neutro

Anexo B - Tabela 2 - Descritor de desempenho do requisito “apresentação de setas tendência”

Apresentação de setas tendência	Abreviado
Presente	Setas1 = Bom
Ausente	Setas2 = Neutro

Anexo B - Tabela 3 - Descritor de desempenho do requisito “Alarmes hipo/hiperglicemia”

Alarmes hipo/hiperglicemia	Abreviado
Presentes e personalizáveis	Alarmes1 = Bom
Presentes mas automáticos, sem personalização	Alarmes2 = Neutro
Ausente	Alarmes3

Anexo B - Tabela 4 - Descritor de desempenho do requisito “Duração do consumível (tiras/sensor)”

Duração do consumível (tiras/sensor)	Abreviado
Reutilizável mais do que 14 dias (sem limite testes)	Duração1 = Bom
Reutilizável até 14 dias (sem limite testes)	Duração2 = Neutro
Apenas permite realizar 1 teste – utilização única	Duração3

Anexo B - Tabela 5 - Descritor de desempenho do requisito “Exatidão dos resultados (margem erro, %)”

Exatidão dos resultados (margem erro, %)*
10% = Bom
15% = Neutro
20%

* A Norma ISO 15197:2015 permite uma margem de erro de ± 15 mg/dl para concentrações de glicose < 100 mg/dl ou $\pm 15\%$ para concentrações de glicose ≥ 100 mg/dl.

Anexo B - Tabela 6 - Descritor de desempenho do requisito “Memória dos resultados”

Memória dos resultados	Abreviado
Presente, com demonstração das últimas horas do dia no visor	Mem1 = Bom
Armazena automaticamente mas tem que se consultar menu para visualizar	Mem2 = Neutro
Ausente	Mem3

Anexo B - Tabela 7 - Descritor de desempenho do requisito "Necessidade de calibração"

Necessidade de calibração	Abreviado
Ausente	Calib1 = Bom
Presente	Calib2 = Neutro

Anexo B - Tabela 8 - Descritor de desempenho do requisito "Teste de corpos cetônicos"

Teste de corpos cetônicos	Abreviado
Possível com sensor	Ceton1 = Bom
Possível mas apenas com tira-teste específica	Ceton2 = Neutro
Não é possível	Ceton3

Anexo B - Tabela 9 - Descritor de desempenho do requisito "Compatibilidade com aplicações"

Compatibilidade com aplicações	Abreviado
Sim, com sincronização automática	App1 = Bom
Sim, mas é necessário transferir os dados manualmente	App2 = Neutro
Não	App3

Anexo B - Tabela 10 - Descritor de desempenho do requisito "Comunicação com dispositivos de administração de insulina"

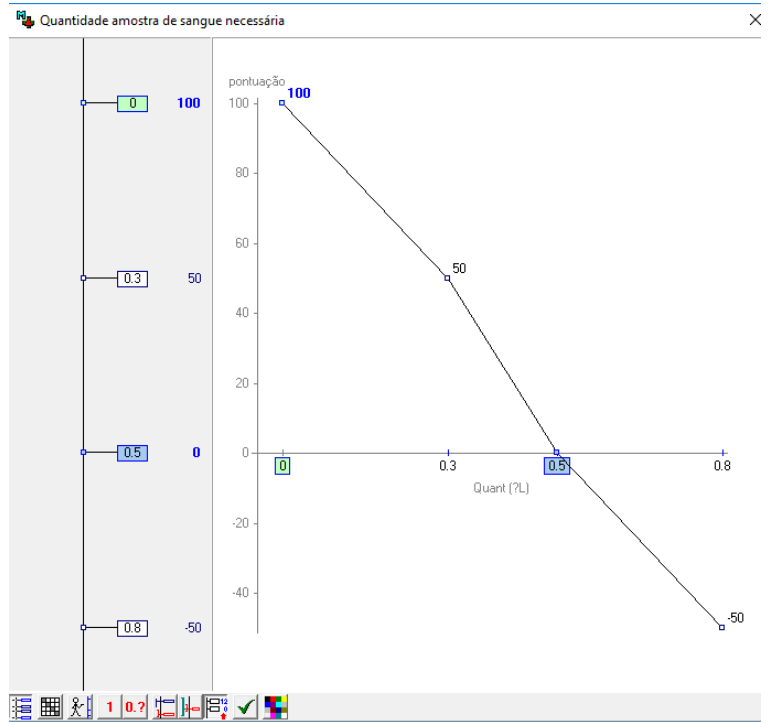
Comunicação com dispositivos de administração de insulina	Abreviado
Sim	ComBombas1 = Bom
Não	ComBombas2 = Neutro

Anexo B - Tabela 11 - Descritor de desempenho do requisito "Comparticipação dos consumíveis, % (tiras/sensor)"

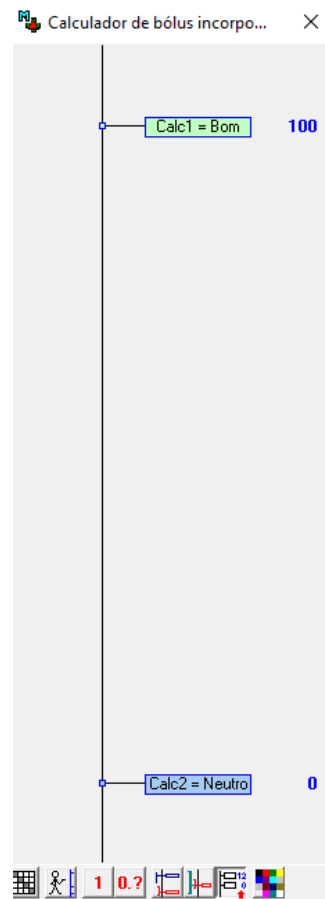
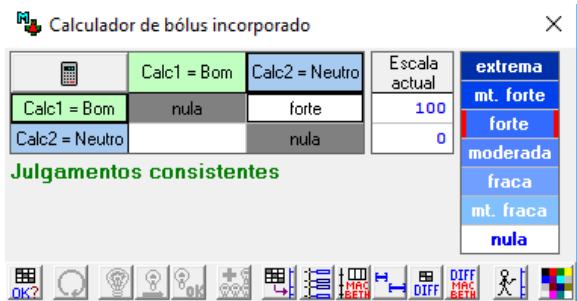
Comparticipação dos consumíveis, % (tiras/sensor)
100% = Bom
85% = Neutro
0%

ANEXO C

Matrizes de julgamentos e escalas de pontuação dos *HOWS*



Anexo C - Figura 1 - Matriz de julgamentos e escala de valor construída para a característica técnica “quantidade amostra de sangue necessária”

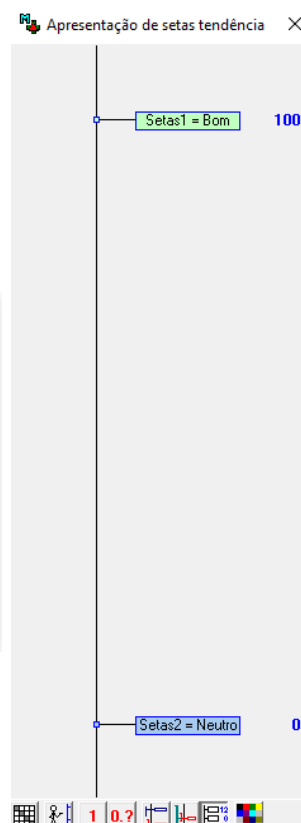


Anexo C - Figura 2 - Matriz de julgamentos e escala de valor construída para a característica técnica “calculador de bólus incorporado”

Apresentação de setas tendência

	Setas1 = Bom	Setas2 = Neutro	Escala actual
Setas1 = Bom	nula	forte	100
Setas2 = Neutro		nula	0

Julgamentos consistentes

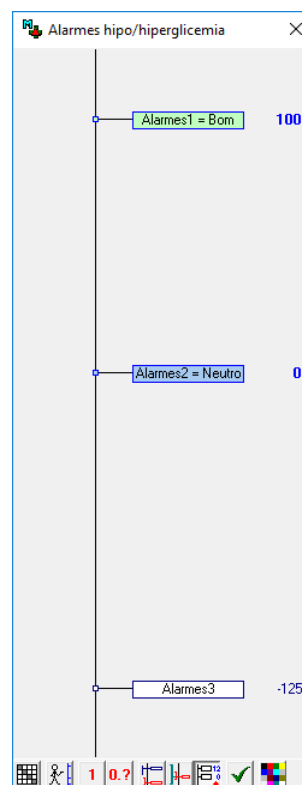


Anexo C - Figura 3 - Matriz de julgamentos e escala de valor construída para a característica técnica “apresentação de setas tendência”

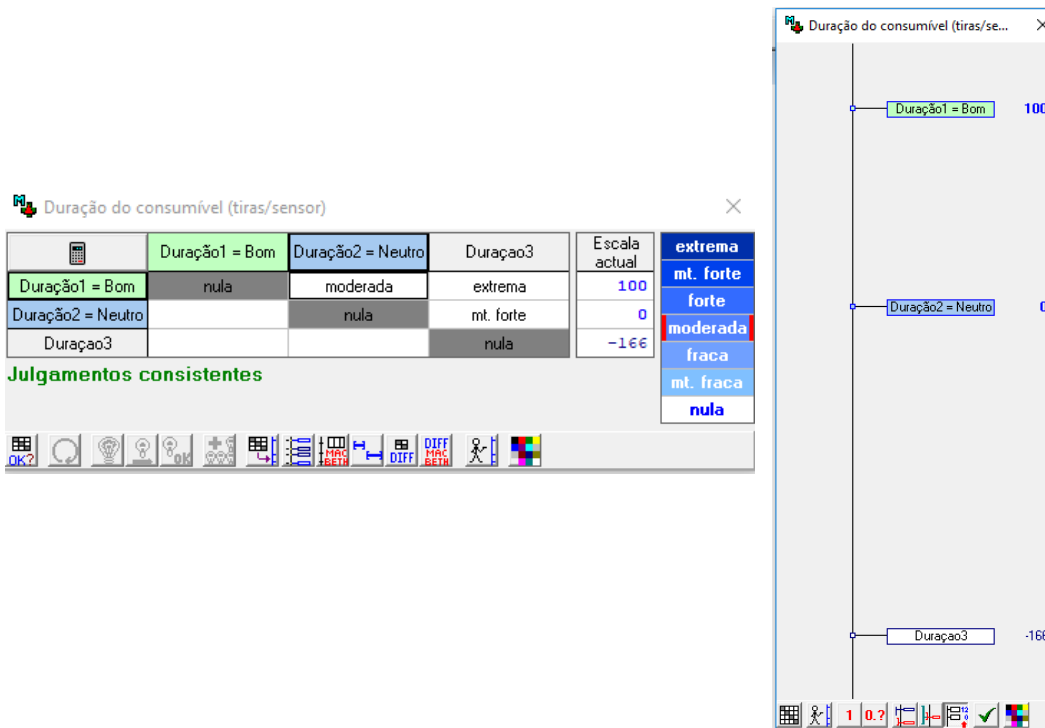
Alarmes hipo/hiperglicemia

	Alarmes1 = Bom	Alarmes2 = Neutro	Alarmes3	Escala actual
Alarmes1 = Bom	nula	forte	mt. forte	100
Alarmes2 = Neutro		nula	mt. forte	0
Alarmes3			nula	-125

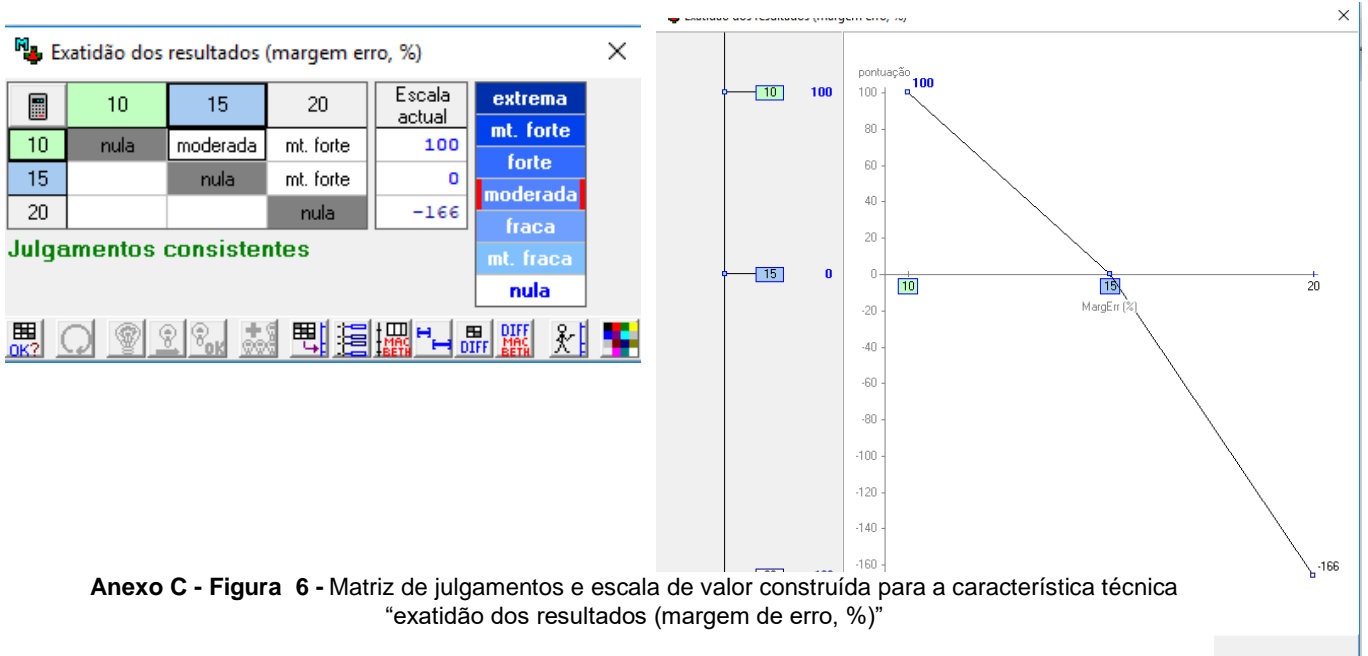
Julgamentos consistentes



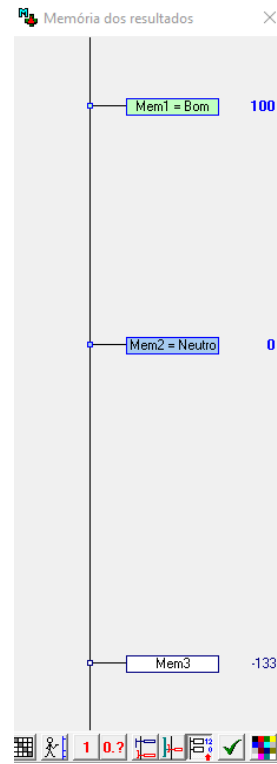
Anexo C - Figura 4 - Matriz de julgamentos e escala de valor construída para a característica técnica “alarmes hipo/hiperglicemia”



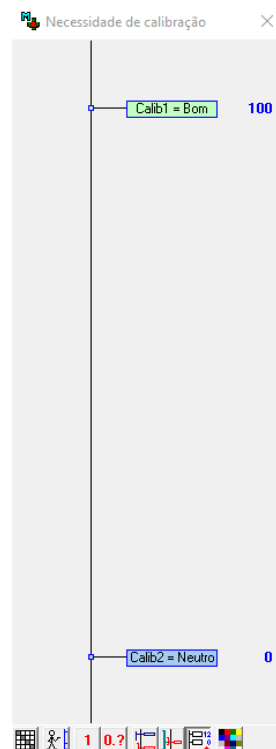
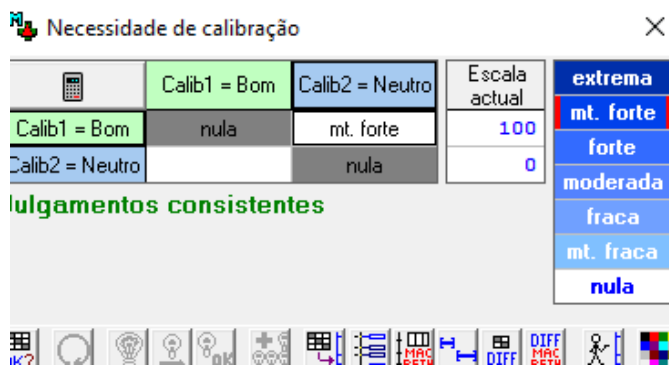
Anexo C - Figura 5 - Matriz de julgamentos e escala de valor construída para a característica técnica “duração do consumível”



Anexo C - Figura 6 - Matriz de julgamentos e escala de valor construída para a característica técnica “exatidão dos resultados (margem de erro, %)”



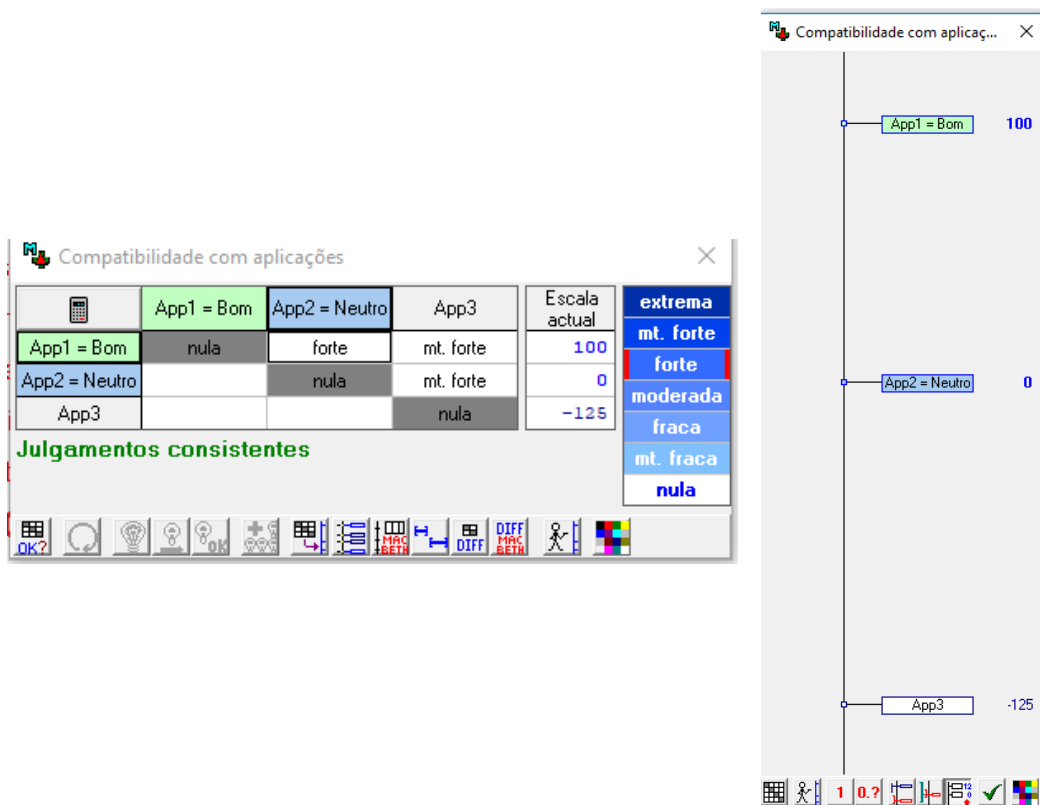
Anexo C - Figura 7 - Matriz de julgamentos e escala de valor construída para a característica técnica “memória dos resultados”



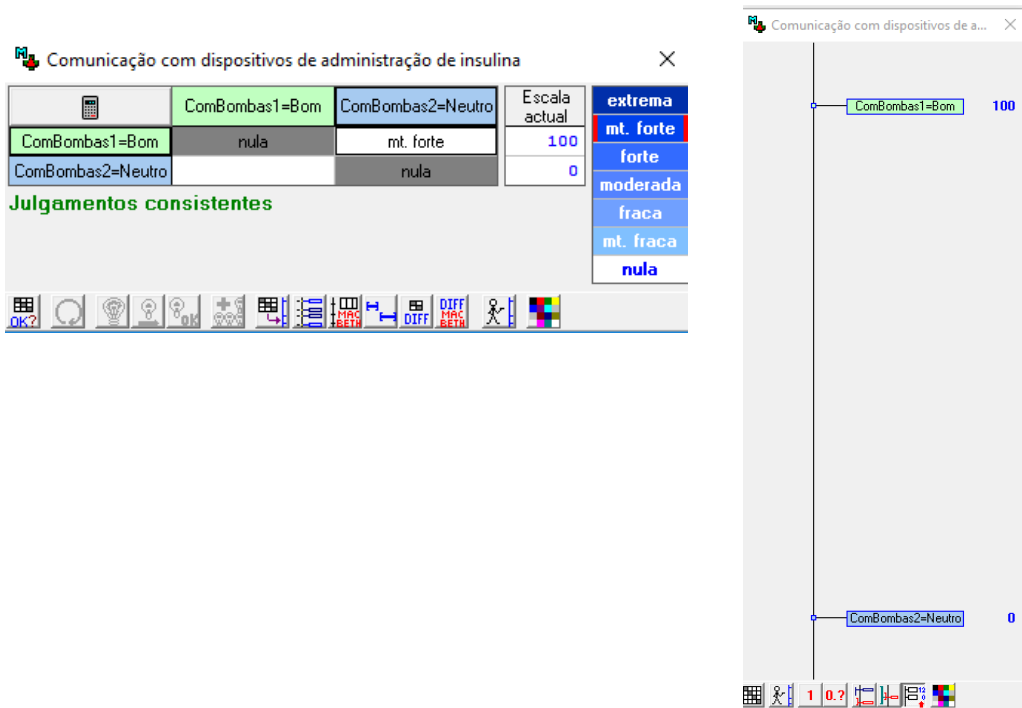
Anexo C - Figura 8 - Matriz de julgamentos e escala de valor construída para a característica técnica “necessidade de calibração”



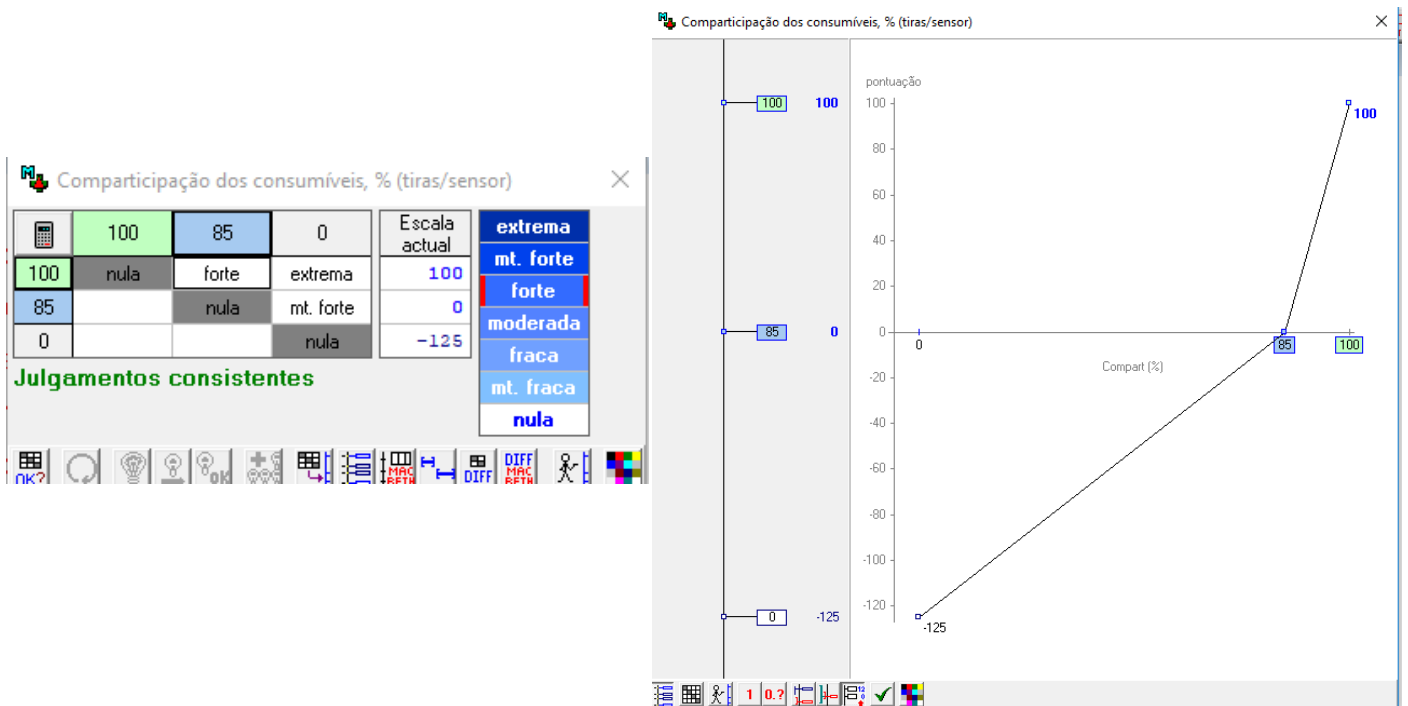
Anexo C - Figura 9 - Matriz de julgamentos e escala de valor construída para a característica técnica “teste corpos cetónicos”



Anexo C - Figura 10 - Matriz de julgamentos e escala de valor construída para a característica técnica “compatibilidade com aplicações”



Anexo C - Figura 11 - Matriz de julgamentos e escala de valor construída para a característica técnica "comunicação com dispositivos de administração de insulina"



Anexo C - Figura 12 - Matriz de julgamentos e escala de valor construída para a característica técnica "comparticipação dos consumíveis %"

ANEXO D

Relações *WHATs/HOWs*

Anexo D - Tabela 1 – Tabela de pontuação da relação entre o requisito do cliente “menos invasivo possível” com as características técnicas

	actual	arredondadas
Correlação perfeita	1.00	1.00
Quant	0.96	0.96
Calib	0.91	0.91
ComBombas	0.78	0.78
MargErr	0.52	0.52
Duração	0.26	0.26
Ceton	0.17	0.17
Calc	0.13	0.13
Setas	0.00	0.00
Alarmes	0.00	0.00
Mem	0.00	0.00
App	0.00	0.00
Compart	0.00	0.00
Ausência de correlação	0.00	0.00

Anexo D - Tabela 2 - Tabela de pontuação da relação entre o requisito do cliente “menor tempo de realização” com as características técnicas

	actual	arredondadas
Correlação perfeita	1.00	1.00
Quant	0.98	0.98
ComBombas	0.96	0.96
MargErr	0.66	0.66
App	0.49	0.49
Calib	0.32	0.32
Duração	0.15	0.15
Calc	0.06	0.06
Alarmes	0.00	0.00
Ceton	0.00	0.00
Setas	0.00	0.00
Mem	0.00	0.00
Compart	0.00	0.00
Ausência de correlação	0.00	0.00

Anexo D - Tabela 3 - Tabela de pontuação da relação entre o requisito do cliente “simplicidade de realização” com as características técnicas

	actual	arredondadas
Correlação perfeita	1.00	1.00
Quant	0.98	0.98
Calib	0.96	0.96
ComBombas	0.94	0.94
App	0.91	0.91
MargErr	0.89	0.89
Duração	0.77	0.77
Calc	0.51	0.51
Alarmes	0.26	0.26
Ceton	0.00	0.00
Setas	0.00	0.00
Mem	0.00	0.00
Compart	0.00	0.00
Ausência de correlação	0.00	0.00

Anexo D - Tabela 4 - Tabela de pontuação da relação entre o requisito do cliente “simplicidade de leitura” com as características técnicas

	actual	arredondadas
Correlação perfeita	1.00	1.00
Alarmes	0.94	0.95
Mem	0.88	0.90
Setas	0.71	0.70
App	0.35	0.35
Quant	0.00	0.00
Calib	0.00	0.00
ComBombas	0.00	0.00
MargErr	0.00	0.00
Duração	0.00	0.00
Calc	0.00	0.00
Ceton	0.00	0.00
Compart	0.00	0.00
Ausência de correlação	0.00	0.00

Anexo D - Tabela 5 - Tabela de pontuação da relação entre o requisito do cliente “certeza dos resultados” com as características técnicas

	actual	arredondadas
Correlação perfeita	1.00	1.0
MargErr	0.90	0.9
Calib	0.80	0.8
Alarmes	0.40	0.4
Quant	0.00	0.0
ComBombas	0.00	0.0
App	0.00	0.0
Duração	0.00	0.0
Calc	0.00	0.0
Ceton	0.00	0.0
Setas	0.00	0.0
Mem	0.00	0.0
Compart	0.00	0.0
Ausência de correlação	0.00	0.0

Anexo D - Tabela 6 - Tabela de pontuação da relação entre o requisito do cliente “recomendação de um profissional de saúde” com as características técnicas

	actual	arredondadas
Correlação perfeita	1.00	1.00
Compart	0.99	0.99
MargErr	0.98	0.98
Mem	0.97	0.97
Quant	0.91	0.91
Calib	0.85	0.85
Calc	0.79	0.79
ComBombas	0.56	0.56
Ceton	0.33	0.33
Duração	0.11	0.11
Alarmes	0.05	0.05
Setas	0.04	0.04
App	0.02	0.02
Ausência de correlação	0.00	0.00

Anexo D - Tabela 7 - Tabela de pontuação da relação entre o requisito do cliente “apoio técnico” com as características técnicas

Apoio Técnico : arredondar

Precisão:

10

5

1

0.5

0.1

0.05

0.01

OK

Cancelar

	actual	arredondadas
Correlação perfeita	1.00	1.00
MargErr	0.92	0.90
Duração	0.83	0.85
Calib	0.58	0.60
Quant	0.00	0.00
ComBombas	0.00	0.00
App	0.00	0.00
Calc	0.00	0.00
Alarmes	0.00	0.00
Ceton	0.00	0.00
Setas	0.00	0.00
Mem	0.00	0.00
Compart	0.00	0.00
Ausência de correlação	0.00	0.00

Anexo D - Tabela 8 - Tabela de pontuação da relação entre o requisito do cliente “confortável” com as características técnicas

Confortável : arredondar

Precisão:

10

5

1

0.5

0.1

0.05

0.01

OK

Cancelar

	actual	arredondadas
Correlação perfeita	1.00	1.0
Quant	1.00	1.0
Calib	0.88	0.9
Duração	0.62	0.6
ComBombas	0.00	0.0
App	0.00	0.0
MargErr	0.00	0.0
Calc	0.00	0.0
Alarmes	0.00	0.0
Ceton	0.00	0.0
Setas	0.00	0.0
Mem	0.00	0.0
Compart	0.00	0.0
Ausência de correlação	0.00	0.0

Anexo D - Tabela 9 - Tabela de pontuação da relação entre o requisito do cliente “dimensão do leitor” com as características técnicas

Dimensão do leitor : arredondar

Precisão:

10

5

1

0.5

0.1

0.05

0.01

OK

Cancelar

	actual	arredondadas
Correlação perfeita	1.00	1.00
Setas	0.65	0.65
Calc	0.30	0.30
Mem	0.20	0.20
Alarmes	0.10	0.10
Quant	0.00	0.00
Calib	0.00	0.00
ComBombas	0.00	0.00
App	0.00	0.00
MargErr	0.00	0.00
Duração	0.00	0.00
Ceton	0.00	0.00
Compart	0.00	0.00
Ausência de correlação	0.00	0.00

Anexo D - Tabela 10 - Tabela de pontuação da relação entre o requisito do cliente “dimensão do sensor” com as características técnicas

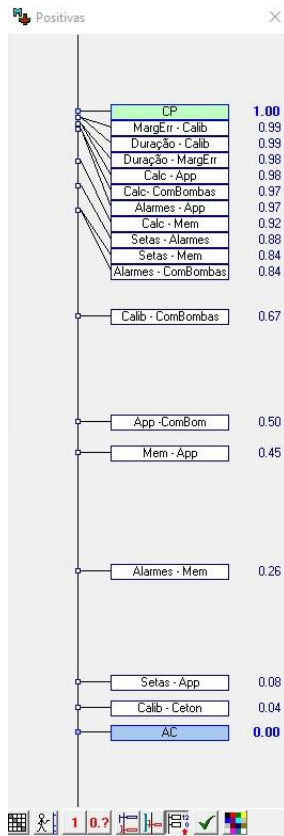
	actual	arredondadas
Correlação perfeita	1.00	1.0
Quant	0.83	0.8
Calib	0.00	0.0
ComBombas	0.00	0.0
App	0.00	0.0
MargErr	0.00	0.0
Duração	0.00	0.0
Calc	0.00	0.0
Alarmes	0.00	0.0
Ceton	0.00	0.0
Setas	0.00	0.0
Mem	0.00	0.0
Compart	0.00	0.0
Ausência de correlação	0.00	0.0

Anexo D - Tabela 11 - Tabela de pontuação da relação entre o requisito do cliente “discrição do dispositivo/teste” com as características técnicas

	actual	arredondadas
Correlação perfeita	1.00	1.00
Quant	0.92	0.90
App	0.83	0.85
ComBombas	0.58	0.60
Calib	0.00	0.00
MargErr	0.00	0.00
Duração	0.00	0.00
Calc	0.00	0.00
Alarmes	0.00	0.00
Ceton	0.00	0.00
Setas	0.00	0.00
Mem	0.00	0.00
Compart	0.00	0.00
Ausência de correlação	0.00	0.00

ANEXO E

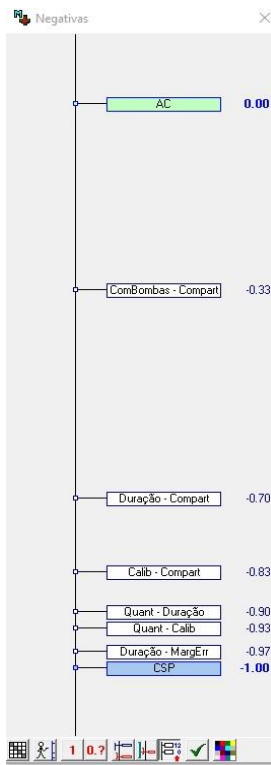
Correlações *HOWs/HOWs*



Positivas : arredondar

	actual	arredondadas
CP	1.00	
MargErr - Calib	0.99	
Duração - Calib	0.99	
Duração - MargErr	0.98	
Calc - App	0.98	
Calc - ComBombas	0.97	
Alarmes - App	0.97	
Calc - Mem	0.92	
Setas - Alarmes	0.88	
Setas - Mem	0.84	
Alarmes - ComBombas	0.84	
Calib - ComBombas	0.67	
App - ComBom	0.50	
Mem - App	0.45	
Alarmes - Mem	0.26	
Setas - App	0.08	
Calib - Ceton	0.04	
AC	0.00	

Anexo E - Figura 2 – Escala de valor e tabela de pontuações para os conjuntos de caraterísticas técnicas com correlações positivas



Negativas : arredondar

	actual	arredondadas
AC	0.00	0.00
ComBombas - Compart	-0.33	-0.33
Duração - Compart	-0.70	-0.70
Calib - Compart	-0.83	-0.83
Quant - Duração	-0.89	-0.89
Quant - Calib	-0.93	-0.93
Quant - MargErr	-0.96	-0.96
CSP	-1.00	-1.00

Anexo E - Figura 1 - Escala de valor e tabela de pontuações para os conjuntos de caraterísticas técnicas com correlações negativas

ANEXO F

Questões Orientadoras para entrevistas semiestruturadas

QUESTÕES ORIENTADORAS PARA ENTREVISTAS SEMIESTRUTURADAS

Jovens Adultos com Diabetes (idade entre 18 e 35; n=10)

- Idade
 - Sexo
 - Duração da doença
 - Frequência de monitorização de glicémia
 - Tipo de dispositivo utilizado (se alguma vez utilizou outros e porquê; há alguma solução superior)
 - Estilos de vida (atividade física)
 - Habilitações literárias
-
- O que não pode faltar num dispositivo de monitorização de glicémia? (atentar nos aspetos básicos)
 - Quando isso está garantido, o que mais é importante?
 - O que mais gosta no dispositivo que usa? Porquê?
 - O que menos gosta? Porquê?
 - Aspetos extra, de performance – o que acrescentaria para melhorar a experiência de monitorização de glicémia
 - Já teve algum problema com a utilização do dispositivo? Que tipo de problema? Que transtornos lhe causou?
 - O que gostaria de ver melhorado no dispositivo que usa? Porquê?
 - Tem alguma ideia sobre a forma como poderia ser melhorado?
 - Como seria o dispositivo perfeito?
 - O que o levou a escolher o dispositivo que está a utilizar? Porquê?
 - Sempre utilizou este tipo de dispositivo? Se não, que outros tipos utilizou? Porque deixou de os utilizar?
 - O que vê de mais vantajoso no dispositivo que utiliza atualmente?
 - Existe alguma solução que considere superior à que atualmente usa? Porquê? Porque não muda para essa solução?

PROFISSIONAIS

- Idade
 - Sexo
 - Categoria profissional
 - Função
-
- Quais os requisitos que considera básicos nos dispositivos que prescreve/fornece aos doentes?
 - Que características considera que ainda não estão contempladas nos dispositivos mas que seriam uma mais valia na perspectiva do utilizador?
 - Quais os principais erros que as pessoas cometem ao usar o dispositivo (por tipo de dispositivo). Que problemas isso acarreta?
 - Que tipos de dispositivos são mais usados?
 - O que faz os utilizadores escolherem esses tipos de dispositivos?
 - Por tipo de dispositivo, dispositivo a dispositivo, identificar quais os aspetos que os utilizadores mais se queixam aos profissionais de saúde e quais os aspectos que eles mais elogiam.
 - Quais os requisitos que são considerados básicos pelos utilizadores (de acordo com que é reportado)?
 - Quando isso está garantido, o que mais é considerado importante? (pelos profissionais e daquilo que é reportado pelos doentes)
 - Aspetos extra, de performance – na sua perspetiva, o que acrescentaria para melhorar a experiência de monitorização de glicémia
 - Como seria o dispositivo perfeito?

REPRESENTANTE DOS DISPOSITIVOS

- Idade
 - Sexo
 - Função na empresa
-
- Quais são as principais questões que afetam os clientes: O que é mais difícil para os seus clientes? O que mais frustra os seus clientes? O que eles gostariam que o produto proporcionasse?
 - Que tipo de requisitos são reportados com fundamentais nos dispositivos?
 - Quais os requisitos técnicos dos equipamentos que comercializam?
 - Em que medida os equipamentos que comercializam são superiores aos da concorrência?
 - Quais as vantagens da tecnologia que comercializam em relação a outros tipos de dispositivos com diferentes tecnologias?
 - Que características são mais valorizadas?
 - Quando surgem reclamações ou sugestões, referem-se a que aspetos?
 - O que o representante do dispositivo acha que são os principais problemas? A empresa possui estatísticas sobre reclamações, motivos de perda de clientes , etc.
 - Como é que a empresa lida com os problemas dos clientes?
 - O que o representante acredita que são as questões mais importantes - tanto positivas quanto negativas - para os clientes (utilizadores dos dispositivos)

ANEXO G

Modelo de Consentimento Informado

CONSENTIMENTO INFORMADO

Caro(a) senhor(a)

No âmbito do Trabalho Final do Mestrado em Engenharia Biomédica, a realizar no Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (ISEL), em parceria com a Escola Superior de Tecnologia da Saúde (ESTeSL), estou a realizar um projeto intitulado “Aplicação da Casa da Qualidade no Desenvolvimento e Aperfeiçoamento de Dispositivos de Monitorização de Glicose”. Este projeto tem como objetivo principal compreender quais as necessidades dos utilizadores destes dispositivos e quais as características que mais valorizam nos mesmos.

Para uma compreensão mais aprofundada do tema, pretende-se realizar pequenas entrevistas a pessoas com diabetes, sendo o áudio das mesmas gravado para melhor tratamento da informação recolhida.

Neste sentido a sua participação, de forma voluntária e anónima, é fundamental para o projeto; e a informação recolhida é confidencial para tratamento exclusivo no âmbito deste trabalho.

Depois de devidamente informado(a), autorizo a participação neste projeto.

Data: ____/____/2018

Assinatura do Participante:

Estudante responsável pelo projeto: Patrícia Alexandra Andrade Dias

Assinatura: _____

ANEXO H

Principais dispositivos de automonitorização de glicémia disponíveis em Portugal

Anexo H - Tabela 1 Principais dispositivos de automonitorização de glicémia disponíveis em Portugal

Empresa	Dispositivo	Principais características	Método de ensaio
<p>A.Menarini⁵</p>	<p>Glucomen® areo 2K</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Sem necessidade de calibração; ✓ Quatro marcadores para testes pré e pós-prandiais, depois do exercício físico e um marcador personalizável; ✓ Teste de cetonemia com amostra de 0,8 µL e resultados em 8 segundos; ✓ Ligação remota, sem limitações, através do software e apps GlucoLog®; ✓ Transferência dos dados, sem contato, do Glucomen® areo 2K para smartphone e tablet. 	<p>Amostra: sangue capilar</p> <p>Glicémia: Eletroquímico, método baseado na Glucose Oxidase (GOD, Aspergillus niger).</p> <p>Mediador: Hexacianoferrato(III)ão.</p> <p>Cetonemia: Eletroquímico, método baseado na β-Hidroxibutirato Desidrogenase Mediador: 1,10-fenantrolina-5,6-dione.</p>

⁵ <http://www.menarinidiag.pt/Produtos/Autocontrolo-da-Glicemia/GlucoLog-Lite>

Glucomen® READY



- ✓ Lancetas e tiras Amostra: sangue capilar
- ✓ Bolsa de transporte integrada; Eletroquímico, método baseado na Glucose Oxidase (GOD)
- ✓ Sem calibração;
- ✓ Microgota de sangue e resultado em 5 segundos;

Glucomen® LX2



- ✓ Visor a cores; Amostra: sangue capilar
- ✓ Sem necessidade de calibração;
- ✓ Marcadores Pré-prandial, Pós-prandial e de Exercício; Eletroquímico, método baseado na Glucose Oxidase (GOD)
- ✓ Teste aos Corpos Cetónicos no sangue: necessita de calibração; volume da amostra: 0.8 µL e resultados em 10 segundos;

GlucoMen® LX Plus



- ✓ Sem necessidade de calibração;
- ✓ 0.3 µL de sangue para o teste à glicose e resultados de em 4 segundos;
- ✓ Marcadores Pré-prandial, Pós-prandial e de Exercício.

Amostra:
sangue capilar

Eletroquímico.

Sem mais informações.

Abbott⁶

FreeStyle Freedom Lite



- ✓ Não necessita de calibração;
- ✓ Amostra de sangue de apenas 0,3 µl de sangue e resultados em cerca de 5 segundos.
- ✓ Aparelho grande com um visor e números grandes para facilitar a leitura dos resultados;
- ✓ Quatro alarmes diários programáveis para utilizar como lembrete;
- ✓ Teste concebido para não iniciar até que seja aplicada amostra adequada.

Amostra:
sangue capilar

Eletroquímico.

Sem mais
informações.

FreeStyle Precision



- ✓ Visor grande e de fácil leitura dos resultados
- ✓ Alertas no visor (por exemplo, testar corpos cetónicos)
- ✓ Botões de funções para avançar e recuar - opções e configuração fácil
- ✓ Sinal sonoro opcional - confirma o início e o fim do teste

Amostra:
sangue capilar

Eletroquímico.

Sem mais
informações.

⁶ <http://www.freestylediabetes.pt/>

- ✓ Enorme memória - 450 resultados com data e hora
- ✓ Resultados em apenas 5 segundos com uma amostra de 0,6 µl de sangue.

FreeStyle Precision Neo



- ✓ Ecrã tátil de grande qualidade; Amostra: sangue capilar
- ✓ Leitura fácil, mesmo sob luz solar intensa;
- ✓ Espessura fina e design elegante; Eletroquímico.
- ✓ Resultados em apenas 5 segundos com uma amostra de 0,6 µl de sangue. Sem mais informações.

Roche⁷

Accu-Check® Aviva



- ✓ Visor LCD grande, de fácil leitura;
 - ✓ Pequeno volume de amostra: bastam 0,6 µl de sangue e resultados em 5 segundos;
 - ✓ Sem necessidade de codificação, facilitando e acelerando o processo de teste.;
 - ✓ Quatro alertas pré ou pós-prandiais;
 - ✓ Liga-se automaticamente ao ser inserida uma tira-teste;
 - ✓ A hora e a memória são guardadas por um período de até 72 horas no caso de remoção da bateria.
- Amostra: sangue capilar, venoso, arterial e neonatal
- Eletroquímico.
- Varição mutante da quino proteína glicose desidrogenase (Mut. Q-GDH)

Accu-Check® Mobile



- ✓ Sem tiras-teste individuais para manusear ou eliminar;
 - ✓ 1 cassete contém 50 testes de glicemia num rolo contínuo;
 - ✓ São necessários apenas 0,3 µl de sangue para efetuar um teste e apresenta resultados em 5 segundos;
- Amostra: sangue capilar
- Eletroquímico.
- Sem mais informações.

⁷ <https://www.accu-chek.pt/product-category>

- ✓ 25 idiomas à escolha;
- ✓ 7 alertas programáveis;
- ✓ Sem necessidade de codificação;
- ✓ Tem dispositivo de punção Accu-Chek FastClix integrado: um tambor contém 6 lancetas. Sem lancetas individuais.

Accu-Chek® Aviva Expert



- ✓ Medidor de glicemia e calculador de b́olus num s3 dispositivo;
- ✓ Necessita de tiras-teste;
- ✓ Calcula a quantidade exata de insulina necess3ria, com base no resultado do teste de glicemia, na previs3o da ingest3o de hidratos de carbono e na insulina presente no organismo
- ✓ Armazena automaticamente os dados de glicemia, insulina e hidratos de carbono para que n3o seja necess3rio regist3-los
- ✓ O visor a cores, de f3cil leitura, apresenta uma panor3mica geral

Amostra:
sangue capilar

Eletroqu3mico.

Sem mais
informa33es.

- diária, semanal e mensal, dando vida às tendências e gráficos
- ✓ Oferece definições relativas ao aconselhamento de bólus de insulina, personalizadas para se adaptarem às suas necessidades, com base no nível de atividade, eventos de saúde e estado atual
- ✓ Alarmes e lembretes predefinidos e personalizáveis (pré e pós-prandiais, datas de consultas médicas, etc.);

Ascencia⁸

Contour® Next One



- ✓ Simples de usar;
 - ✓ Medidor inteligente que comunica com aplicação;
 - ✓ Equipado com tecnologia smartLIGHT™, indicando se valor obtido está dentro, acima ou abaixo dos
- Amostra: sangue capilar
- Eletroquímico.
- Sem mais informações.

⁸ <https://www.diabetes.ascensia.pt/products/Produtos/>

objetivos definidos pelo
utilizador;

- ✓ Marcadores de
Refeição;
- ✓ Permite reaplicação da
gota de sangue
(60seg.);
- ✓ Bluetooth® para
conexão com a
ContourTMDiabetes
app;
- ✓ Autocodificação.

Contour® XT



- ✓ Simples e fácil de usar
 - ✓ Utiliza tiras-teste;
 - ✓ Permite reaplicação da
gota de sangue
(20seg.);
 - ✓ Autocodificação.
- Amostra:
sangue capilar
- Eletroquímico.
- Sem mais
informações.

Contour® Next



- ✓ Simples e fácil de usar;
 - ✓ Utiliza tiras-teste;
 - ✓ Marcadores de
Refeição;
 - ✓ Introdução de Hidratos
de Carbono;
 - ✓ Introdução de
Unidades de Insulina;
 - ✓ Visualização de
médias – 7, 14, 30 e 90
dias;
- Amostra:
sangue capilar
- Eletroquímico.
- Sem mais
informações.

- ✓ Reaplicação da gota de sangue (30seg.);
- ✓ Autocodificação.

Contour® Next Link



- ✓ Simples e fácil de usar; Amostra: sangue capilar
- ✓ Utiliza tiras-teste;
- ✓ Marcadores de Refeição;
- ✓ Visualização de Eletroquímico. médias – 7, 14, 30 e 90 dias;
- ✓ Reaplicação da gota de sangue (30seg.); Sem mais informações.
- ✓ Autocodificação;
- ✓ Utiliza carregador em vez de pilhas;

Contour® Next Link 2.4



- Semelhante ao anterior em características, no entanto: Amostra: sangue capilar
- ✓ Compatível com a bomba de insulina, que dispõe de um sistema de monitorização contínua da glicose Minimed® 640G da Medtronic. Eletroquímico. Sem mais informações.

- ✓ Tem a capacidade de enviar, via *wireless*, os resultados de glicemia para a calculadora de Bolus Wizard® da bomba de insulina Medtronic. O bolus manual ou predefinido é assim enviado diretamente para a bomba de insulina MiniMed® 640G.

Medidor OneTouch Verio Flex®



- ✓ Usa tiras de teste;
 - ✓ Design compacto para um transporte fácil;
 - ✓ Tecnologia ColourSure™ para informar automaticamente se os resultados de glicose no sangue estão dentro ou fora do intervalo previamente definido;
 - ✓ Com tecnologia Bluetooth, sincroniza com a app móvel OneTouch Reveal®;
- Amostra: sangue capilar
- Eletroquímico.
- Sem mais informações.

Johnson & Johnson – One Touch⁹

⁹ <https://www.onetouch.pt/produtos>

**Medidor OneTouch
Verio®**



- ✓ Usa tiras de teste;
- ✓ Tecnologia ColourSure™ para informar automaticamente se os resultados de glicose no sangue estão dentro ou fora do intervalo previamente definido;
- ✓ Apresenta mensagens automáticas com todos os resultados;
- ✓ As notas de progresso poderão ajudar a promover motivação entre consultas;

Amostra:
sangue capilar

Eletroquímico.

Sem mais informações.

**Medidor OneTouch Select
Plus®**



- ✓ Usa tiras de teste;
- ✓ Tecnologia ColourSure™ para informar automaticamente se os resultados de glicose no sangue estão dentro ou fora do intervalo previamente definido;
- ✓ Permite assinalar momentos de refeição para posterior análise dos resultados;

Amostra:
sangue capilar

Eletroquímico.

Sem mais informações.

**Medidor OneTouch Select
Plus Flex®**



- ✓ Usa tiras de teste;
 - ✓ Design compacto para um transporte fácil;
 - ✓ Tecnologia ColourSure™ para informar automaticamente se os resultados de glicose no sangue estão dentro ou fora do intervalo previamente definido;
 - ✓ Com tecnologia Bluetooth, sincroniza com a app móvel OneTouch Reveal®;
- Amostra: sangue capilar
- Eletroquímico.
- Sem mais informações.

ANEXO I

Casa da Qualidade aplicada aos dispositivos de monitorização de glicose

