



Universidade Federal
de Campina Grande

UFCG | CCT | UADESIGN | CURSO DE DESIGN
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

REDESENHO DA BOMBA DE INFUSÃO DE INSULINA
DE USO CONTÍNUO

AUTOR: RILÁVIA LUCENA ROCHA

ORIENTADOR: Ph.D. WELLINGTON GOMES DE MEDEIROS

Campina Grande, outubro de 2015



Universidade Federal
de Campina Grande

UFCG | CCT | UADESIGN | CURSO DE DESIGN
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

REDESENHO DA BOMBA DE INFUSÃO DE INSULINA
DE USO CONTÍNUO

Relatório técnico-científico apresentado a o
curso de Design da Universidade Federal de
Campina Grande, como requisito para a
obtenção do título de Bacharel em Design, com
habilitação em Projeto de Produto.

AUTOR: RILÁVIA LUCENA ROCHA

ORIENTADOR: Ph.D. WELLINGTON GOMES DE MEDEIROS



Universidade Federal
de Campina Grande

UFCG | CCT | UADESIGN | CURSO DE DESIGN
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

REDESENHO DA BOMBA DE INFUSÃO DE INSULINA
DE USO CONTÍNUO

Relatório técnico-científico apresentado e
aprovado no dia 26 de novembro de 2015, pela
banca examinadora constituída pelos
professores:

Ph.D. Wellington Gomes de Medeiros (Orientador)

D.r Itamar Ferreira da Silva

Msc. Glielson Montenegro

Campina Grande, outubro de 2015

Dedicatória

Dedico este trabalho a minha mãe, Josefa Lucena Rocha, a meu pai, Raimundo Rocha e as minhas irmãs, Fabiana Rocha e Fátima Rocha que sempre me apoiaram e incentivaram a continuar, mostrando os valores da educação e que devemos perseverar mesmo nos momentos mais difíceis.

Resumo

Este projeto trata do redesenho da bomba de infusão de insulina de uso contínuo. Consiste em um dispositivo mecânico portátil, fixado externamente ao corpo do usuário e cuja extremidade é inserida por via subcutânea através de um cateter, liberando doses de insulina pré-programadas. Considerando o seu alto custo, seu uso é restrito. Observou-se que a bomba apresenta problemas de ordem configuracional e de uso. Este projeto objetiva através de pesquisas e análises das bombas de insulina disponíveis no mercado, solucionar os problemas identificados, aperfeiçoando e facilitando o uso para os portadores da diabetes mellitus, com indicação para o uso do aparelho. A utilização de estudos semânticos e aplicação de novas tecnologias foram largamente consideradas para o desenvolvimento na comunicação do produto e na atualização do design.

Palavras-chave

Redesenho, Insulina, Semântica, Saúde.

SUMÁRIO

1. Introdução	5
1.1 Formulação da Oportunidade	7
1.2 Objetivos	8
1.2.1 Objetivo Geral	8
1.2.2 Objetivo Específico	8
1.3 Justificativa	9
2. Cenário	11
2.1 Classificação	12
2.2 Mercado	12
2.2.1 Bomba de Insulina	13
2.3 Público – Alvo	16
3. Levantamento e Análises de Dados	18
3.1 Análise Comparativa	18
3.1.1 Resultado da Análise	19
3.2 Produtos Similares	20
3.2.1 Relógio de Monitoramento	21
3.2.2 Resultado da Análise	21
3.3 Análise Funcional e Estrutural	21
3.3.1 Partes Principais	22
3.4 Análise de Uso	24
3.4.1 Observação de Uso	25
3.4.2 Resultado da Análise	27
3.5 Análise Semântica	28
3.5.1 Tipologia do Produto	28
3.5.2 Níveis Semânticos	29
3.5.3 Resultado da Análise	30
3.6 Análise Ergonômica	31
3.6.1 Dimensão	32
3.6.2 Percepção Sonora e de Vibração	33
3.6.3 Sistemas de Informação	33
3.6.4 Resultado da Análise	34
3.7 Análise Estético-Formal	34
3.7.1 Forma	34
3.7.2 Cor	34
3.7.3 Superfície	35
3.7.4 Ordem dos Elementos	36
3.8 Levantamento de Materiais	36
3.8.1 ABS	37
3.8.2 Policarbonato	37
3.8.3 Silicone	38
3.9 Levantamento da Tecnologia	38
3.9.1 AMOLED	38
3.9.2 Superfície Capacitiva	38
3.9.3 PCI	38
3.9.4 Bateria de Litio	39

3.9.5 Entrada USB	39
3.9.6 Alto Falante	39
3.9.7 Requisitos e Parâmetros	39
4. Anteprojeto	39
4.1 Conceitos	43
4.1.1 Conceito Wearables Devices	44
4.1.2 Painel Semântico	45
4.2 Geração de Conceito	46
4.2.1 Conceito 1	47
4.2.2 Conceito 2	47
4.2.3 Conceito 3	48
4.2.4 Conceito 4	49
4.2.5 Conceito 5	50
4.3 Seleção do Conceito	51
4.4 Conceito Selecionado	52
4.4.1 Bomba e Cinto	54
4.4.2 Dimensionamento da Forma	54
4.4.3 Sistema e Encaixe	55
4.4.4 Relógio	57
4.4.5 Dimensionamento do Bracelete	58
4.5 Concepção Estrutural do Relógio	60
4.5.1 Arquitetura Interna	60
4.5.2 Organização do Layout	60
4.5.3 Concepção da Interface	61
4.6 Ícones de Informação para Interface	62
4.7 Cores na Interface	62
5. Projeto	65
5.1 Produto Final	68
5.2 Cores	68
5.3 Inserção do Medicamento	71
5.4 usabilidade	73
5.5 Sistema Interno	74
5.6 Produto no Ambiente	79
5.7 Tabela de Partes e Componentes	80
5.8 Vistas Ortogonais	81
5.9 Desenho Técnico	82
6. Conclusão	83
7. Recomendações	84
8. Referências	85
Anexos	86
	89

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Porcentagem de pessoas utilizando a bomba	5
Figura 2 População brasileira com diabetes	11
Figura 3 Seringas	12
Figura 4 Canetas Injetoras	12
Figura 5 Bomba de insulina	13
Figura 6 Modelos de bomba	13
Figura 7 Uso da bomba	13
Figura 8 Locais de aplicação	13
Figura 9 Público-alvo	16
Figura 10 Características entre os aparelhos analisados	20
Figura 11 Relógio de monitoramento cardíaco	21
Figura 12 partes principais da bomba	22
Figura 13 Compartimento da pilha e reservatório	23
Figura 14 Cânula e cateter	23
Figura 15 Compartimento da insulina	23
Figura 16 Placa de circuito impresso	23
Figura 17 Item 1	25
Figura 18 Item 2	25
Figura 19 Item 3	25
Figura 20 Item 4	25
Figura 21 Item 5	26
Figura 22 Item 7	26
Figura 23 Item 8	26
Figura 24 Item 9	26
Figura 25 Item 10	26
Figura 26 Item 11	27
Figura 27 Item 12	27
Figura 28 Item 13	27
Figura 29 Item 14	28
Figura 30 Relógio de monitoramento cardíaco	28
Figura 31 Tensiômetro	29
Figura 32 Botões laterais	29
Figura 33 Botão liga/desliga	29
Figura 34 Dígitos e informação da tela	29
Figura 35 Visibilidade do reservatório	30
Figura 36 Símbolos e códigos	30
Figura 37 Affordance	30
Figura 38 Botões em uso	30
Figura 39 Pilha/bateria e hora	31
Figura 40 Modo especial	31
Figura 41 Sem administração de insulina	32
Figura 42 Manejos	32
Figura 43 Manejos finos	32
Figura 44 Pega de pinça	32
Figura 45 Pega de pinça	32

Figura 46 Pega na estrutura total da bomba	35
Figura 47 Bombas modernas	35
Figura 48 Visor com LED	35
Figura 49 Variações de cores	37
Figura 50 ABS	37
Figura 51 Policarbonato	38
Figura 52 Silicone	38
Figura 53 Amoled	38
Figura 54 Superfície Capacitiva	38
Figura 55 Micro placa de circuito impresso	39
Figura 56 Bateria de lítio	39
Figura 57 Entrada USB	39
Figura 58 Micro alto falante	45
Figura 59 Wearable Devices	46
Figura 60 Painel semântico	47
Figura 61 Produto fechado	47
Figura 62 Produto Planificado	47
Figura 63 Saída da cânula	48
Figura 64 Cinto	48
Figura 65 Vista posterior do cinto	48
Figura 66 Relógio	49
Figura 67 Dispositivo com display	50
Figura 68 Perspectiva e carenagem superior	51
Figura 69 Vista posterior	52
Figura 70 Vista superior	52
Figura 71 Vista posterior	54
Figura 72 Vista posterior do cinto	55
Figura 73 Cinto aberto	55
Figura 74 Posicionamento do cinto no abdómen	55
Figura 75 Estrutura formal da bomba	56
Figura 76 Hemáceas	56
Figura 77 Estrutura formal do cinto aberto	57
Figura 78 Vista superior e frontal da bomba	57
Figura 79 Estrutura da bomba	57
Figura 80 Fecho do cinto por encaixe de pinos	60
Figura 81 Circunferência do pulso	60
Figura 82 Largura do pulso	61
Figura 83 Setorização de informação	62
Figura 84 Diâmetro do indicador	65
Figura 85 Escala de cores para tela	67
Figura 86 Produto final em perspectiva	67
Figura 87 Vista superior da bomba e cinto	67
Figura 88 Perspectiva do relógio aberto	68
Figura 89 Produto final	69
Figura 90 Carenagem e sistema interno da bomba	70
Figura 91 Cinto e bomba	70
Figura 92 Lateral direita relógio	70

Figura 93 Lateral esquerda	70
Figura 94 Opção 1	71
Figura 95 Opção 2	71
Figura 96 opção 3	71
Figura 96 Opção 4	71
Figura 97 Opção 1	72
Figura 98 Opção 2	72
Figura 99 Opção 3	72
Figura 100 Orifício para inserção da agulha	73
Figura 101 Tubo, parte interna da tampa	73
Figura 102 Orifício do reservatório	73
Figura 104 Inserção da agulha	73
Figura 105 Cânula preenchida de insulina	73
Figura 106 Sequência de encaixe da bomba.....	74
Figura 107 Uso do cinto no abdômen	74
Figura 108 Encaixe do pino, fechamento do cinto	74
Figura 109 Cateter com tampa	75
Figura 110 Cateter sem tampa	75
Figura 111 Acionamento do botão lateral	75
Figura 112 Conexão wireless	76
Figura 113 Opção de programação	76
Figura 114 Saída de áudio	76
Figura 115 Entrada USB	77
Figura 116 Entrada USB e placa de memória	77
Figura 117 Cabo USB	77
Figura 118 Perspectiva explodida da bomba	78
Figura 119 Produto no ambiente	80
Figura 120 Vistas bomba de insulina	82
Figura 121 Vistas cinto	82
Figura 122 Vistas relógio	

INTRODUÇÃO

1. Introdução

O cenário nacional tem sido caracterizado por dois importantes fatores, o posicionamento do Brasil como 4º lugar entre os países com maior número de diabéticos, 6,5% do total de 371 milhões de pessoas com idade entre 20 e 79 anos diagnosticadas como diabéticas, segundo dados do Ministério da Saúde (2012) e o crescimento demográfico da população. Ademais o desenvolvimento da ciência e tecnologia buscam reverter esse quadro e assegurar melhor qualidade de vida para a população.

O Diabetes é uma doença que atinge o pâncreas, órgão responsável pela liberação de insulina para nosso organismo; quando esse processo não ocorre, ou essa liberação é insuficiente, o portador necessita de medicamentos e aparelhos que façam essa compensação e monitoramento, ou seja, a simulação do funcionamento do pâncreas.

No diabetes tipo I (DM1) a produção de insulina do pâncreas é insuficiente, pois as células sofrem de destruição autoimune fazendo com que o pâncreas perca a capacidade de produzir insulina, sendo necessário doses diárias de insulina para manter a glicose no sangue em valores normais.

Uma das alternativas para a reposição da insulina para o diabetes tipo I, pode ser dada através da bomba de infusão de insulina que libera a dosagem de modo contínuo durante o decorrer do dia. A utilização da terapia com a bomba de infusão tem crescido muito nos últimos anos, principalmente na América do Norte e Europa, e estima-se que cerca de 70.000 pessoas esteja fazendo uso dessa modalidade terapêutica só na faixa etária adulta (J. Pediatr., 2006), (Fig.: 01)



Figura 01: Porcentagem de pessoas utilizando a bomba.

O tratamento do diabetes mellitus I com bomba de infusão de insulina é uma modalidade terapêutica efetiva e segura, mostrando melhores resultados de controle metabólico. Sendo a grande vantagem dessa modalidade, melhor absorção da insulina, a redução do número de hipoglicemias e maior qualidade de vida e padrão alimentar.

1.1 Formulação da Oportunidade

Diante do cenário atual com o alto índice de diabéticos na população, para aqueles que são diagnosticados como portadores da Diabetes Mellitus I, busca-se o tratamento através dos métodos adequados a cada necessidade individual dos pacientes, possibilitando ao usuário viver com qualidade.

Os aparelhos que trabalham com o sistema de liberação de insulina de longa duração estão disponíveis no mercado com limitações para adaptação ao corpo durante o uso, além de não serem acessíveis pelo alto valor que o aparelho é ofertado, consequência na produção, materiais e sistema de tecnologia utilizada que encarece o produto, fatores estes que limitam o tratamento de forma adequada e eficiente as pessoas diabéticas. Ademais, o aparelho trabalha com sistema de monitoramento programado, atividade esta realizada pelo próprio usuário quando treinado, que ainda assim muitas vezes realiza a programação incorreta devido à leitura e compreensão errada das funções do aparelho, resultando em graves consequências a saúde.

A partir dessa identificação, também considera-se primordial a temática abordada pelo Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação, que incentiva o desenvolvimento de produtos e processos em áreas estratégicas para o Ministério da Saúde, sendo a abordagem de uma das categorias o melhoramento de produtos que implicam diretamente na saúde e qualidade de vida das pessoas, tendo como principal objetivo favorecer de modo eficiente e acessível as necessidades das mesmas.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

1.2.2 Objetivos Específicos

- Desenvolver um sistema de comunicação eficaz e de fácil compreensão.
- Melhorar o sistema de usabilidade dentro dos aspectos formais abordados pelo design.
- Melhorar o sistema de segurança, reduzindo riscos de acidentes e danificação do produto.
- Explorar princípios de semântica e aplicação de novas tecnologias, a fim de oferecer mais possibilidades no uso e maior conforto.
- Conceber um produto que associe fatores semânticos, ergonômicos e funcionais.

1.3 Justificativa

O diabetes mellitus é uma condição crônica, que causa incapacidades e comprometimento da qualidade de vida dos portadores desta doença.

A terapêutica adotada na condução dos casos pode influenciar na adesão ou não ao tratamento. Desta forma, buscar estratégias que viabilizem a melhor adequação do diabético à sua nova condição, envolve não somente a intervenção do setor de saúde por meio do trabalho de equipes multidisciplinares, mas também do setor de produção de insumos.

O Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), tendo como uma das áreas temáticas a CT&I para a competitividade brasileira, por meio do programa “Insumos para saúde”, objetiva “fomentar” o desenvolvimento de produtos e processos em áreas estratégicas para o Ministério da Saúde.

Desta forma, o desenvolvimento de novos produtos ou redesenho de produtos já existentes, favorece o preenchimento de lacunas existentes em áreas prioritárias para a população, a fim de desenvolver novas ferramentas de intervenção e produtos, que proporcionem melhoria na qualidade de vida das pessoas.

DIABETES MELLITUS

2. Cenário

Diabetes Mellitus

A Diabetes é uma doença autoimune do metabolismo da glicose (açúcar) causada pela falta ou má absorção de insulina, hormônio produzido pelo pâncreas, cuja função desse órgão é transformar a glicose em energia para ser aproveitada por todas as células do corpo. A doença então se caracteriza pela elevação da glicose no sangue, fator esse chamado de hiperglicemia.

Segundo a Sociedade Brasileira de Diabetes, em reunião para articulação de campanha nacional com o intuito de prevenção e orientação da doença, no mundo já são um total de 371 milhões de pessoas entre 20 e 75 anos diagnosticadas como diabéticas. Desse total, 13,4 milhões concentram-se no Brasil, o que o posiciona em 4ª lugar entre os países que apresentam maior prevalência de diabetes (Fig.: 02). De acordo com o estudo OpT2mise que avalia comparativamente a eficácia da terapia com bomba de insulina versus múltiplas injeções diárias, constatou-se que as pessoas que utilizaram a bomba de insulina alcançaram uma redução média da A1c¹ de 1,1%, já nos participantes que recorreram às múltiplas injeções diárias essa redução foi de 0,4%.

O grupo que utilizou a terapia com bomba de infusão de insulina reduziu a dose total diária de insulina em mais de 20%. O estudo foi realizado com 331 pessoas diabéticas, com idades entre 30 e 75 anos.



¹ A1c: exame de hemoglobina glicada que permite avaliar o controle glicêmico.

2.1 Classificação

Existem dois tipos de diabetes, o tipo 1 onde ocorre o mau funcionamento do pâncreas que não produz insulina, devido ao ataque de células do próprio corpo. O tipo 1 é responsável por 10% de todos os casos de diabetes. E o tipo 2, em que o pâncreas libera uma quantidade de insulina, porém a quantidade não é suficiente para manter o nível de glicose normal. O presente projeto irá focar no diabetes tipo 1, as pessoas classificadas com esse tipo, são totalmente dependentes da bomba de insulina.

2.2 O Mercado

Aparelhos

Existem alguns aparelhos que são utilizados para as aplicações de reposição de insulina, em doses diárias. O primeiro consiste na seringa (Fig.:03), constituída de um cilindro e de um êmbolo (pistão), destinada à injeção de insulina, possuindo uma escala graduada em unidades que serve de referência para a quantidade a ser aplicada do medicamento. Ainda é bastante utilizada devido seu baixo custo, disponibilizadas nos seguintes tamanhos: 0,25 ml, 0,33 ml, 0,50 ml e 1 ml.²

Há também a caneta injetora de insulina (Fig.: 04) que parte do princípio de usabilidade da seringa, mas que é mais discreta e de fácil aplicação, podendo ser descartáveis ou reutilizáveis. Possuem um visor onde a dose de insulina prescrita é selecionada por meio da rotação de um botão em incrementos de 0,5 ou 01 unidade, dependendo da caneta utilizada.

² 1ml: unidade de medida para a quantidade de insulina a ser aplicada é ul (unidade por volume), 1 unidade de insulina equivale a 0,01 ml, sendo então 1ml equivalente a 100U.



Figura 03: Seringas
Fonte: Health Products.



Figura 04: Canetas Injetoras
Fonte: Associação de Diabéticos do Espírito Santo.

Dentre esses aparelhos é possível encontrar a bomba de infusão de insulina (Fig.: 05), esse aparelho administra insulina de forma contínua e programada durante 24h, simulando o funcionamento do pâncreas e suprimindo as necessidades basais de insulina do indivíduo, além de administrar também doses maiores de forma rápida e assim, manter a glicemia normal mesmo nos períodos após a alimentação, com o mínimo risco de hipoglicemias.

2.2.1 Bomba de Insulina

O tratamento com a bomba de insulina é o que imita de maneira mais próxima a ação do pâncreas, fornecendo constantemente pequenas doses pré-programadas de insulina para o corpo conforme a necessidade do paciente.

Consiste num aparelho com comando eletrônico, pequeno e com peso de aproximadamente de 100g, que envia micro doses de insulina continuamente durante as 24 horas do dia de forma precisa e pré-programada.

A bomba é utilizada externamente ao corpo, faz uso de uma cânula que fica interligada ao tubo de insulina colocado dentro da bomba e ao corpo do indivíduo, através de uma agulha flexível que é inserida na região subcutânea do abdômen.

Essa cânula é responsável pelo transporte da insulina do tubo ao corpo, como mostra a figura ao lado (Fig.: 07)

A aplicação do cateter da bomba é frequentemente feita na região abdominal devido à absorção da insulina ser mais rápida, mas além dessa região pode ser usado também: nos braços, nas pernas e nas nádegas (Fig.: 08)



Figura 05: Bomba de insulina.
Fonte: medtronicdiabetes.com



A taxa da distribuição basal pode ser ajustada de acordo com as necessidades do corpo, programadas hora a hora, o que permite que o usuário durma, se exercite e coma com maior flexibilidade e tranquilidade.

PÚBLICO-ALVO

2.3 Público-Alvo

O Público-alvo é composto por jovens e adultos com idade entre 18 e 50 anos, de ambos os sexos, diabéticos e dependentes da bomba de insulina (Fig.: 09). A idade foi estimada considerando a autonomia necessária para a manipulação do aparelho, pois o quadro clínico exige maior atenção para a usabilidade, desde o reconhecimento da necessidade de insulina no corpo à programação correta do aparelho.



qualidade
controle insulina
pâncreas artificial
açúcar
diabetes teste
bomba hipoglicemia
infusão hiperglicemia
programação
tipo 1
basal e bolus
glicemia

ANÁLISES

3. Levantamento de Dados

Esta etapa apresenta a coleta e análise de dados relevantes para o desenvolvimento do projeto. Foram recolhidas informações através de pesquisa bibliográfica e através da internet. Para a obtenção de dados mais específicos referentes ao produto e aos usuários, foi necessário contatar profissionais da área da saúde com conhecimentos do aparelho e usuários.

3.1 Análise Comparativa

A seguir, quadro de análise comparativa.

3.1.1 Resultado da Análise Comparativa

A análise comparativa foi realizada com produtos das principais marcas e as que disponibilizam o aparelho no mercado nacional, sendo elas: Medtronic, Animas Vibe, Roche, Tandem e Apex Medical. Os principais critérios avaliados foram: critérios formais, funcionais, materiais e tecnologias. Através da análise foi possível observar a semelhança entre os produtos, tanto nas características formais, como nas funcionais. Os aparelhos tem em comum a disposição dos elementos de interação, apresentam no máximo quatro botões para acesso das funções do display, além do acabamento superficial e a predominância de cores mais escuras. O material com os quais são fabricados é o policarbonato e o ABS com acabamento superficial variando entre o fosco e o brilhoso.

Com relação à funcionalidade os aparelhos são iguais na sua função básica de liberação de insulina por programação, a maioria apresenta alertas sonoros e visuais, sistema de segurança através da função de bloqueio e armazenamento de dados. Quanto à tecnologia, todos mantêm conexão com outros dispositivos, três dos cinco analisados apresentam visor luminoso e dois utilizam o sistema de bateria de lítio. Existe uma pequena diferença entre os preços que variam de acordo com o fabricante e tecnologia do produto.

Os aparelhos que mais se destacaram foram os que apresentam alertas visuais, sonoros e de vibração, pois, a segurança no monitoramento torna-se maior devido os sinais de alerta que são reforçados para

determinadas funções evitando possíveis erros de tarefas. Destacaram-se também os aparelhos que tem menor peso, esse fator influencia diretamente no transporte do produto.

Outras características comuns entre os aparelhos estão representadas na figura abaixo (Fig.: 10).



3.2 Produtos Similares

Após analisar as bombas de insulina na tabela comparativa foi necessário conhecer alguns produtos de categorias similares. Averiguar esses produtos possibilita melhor compreensão das características que diferem esses aparelhos da bomba de insulina, além de identificar possíveis soluções que podem servir de referência para este projeto.

Esse objeto dá suporte para o monitoramento corporal, sendo também de uso contínuo.

3.2.1 Relógio de Monitoramento Cardíaco

Este monitor cardíaco (Fig.: 11) caracteriza-se por ser de uso contínuo, permitindo o monitoramento dos batimentos cardíacos, seja após atividades ou rotina normal. Além de verificar a frequência cardíaca também possui funções de feedback e se conecta a outros dispositivos.



Figura 11: Relógio de monitoramento cardíaco.
Fonte: saftec.com

3.2.2 Resultado da Análise do Produto Similar

O aparelho analisado é o que mais se assemelha a bomba de insulina em monitoramento, uso contínuo, registro de dados e elementos para adequação do sistema ao corpo. No entanto, o sistema se apresenta na forma de bracelete, mantendo um fácil acesso a visualização do display. O objeto também possui função secundária de cronômetro e relógio, possui códigos digitais, analógicos, feedback sonoro e símbolos.

3.3 Análise Funcional e Estrutural da Bomba

A seguinte análise tem como finalidade identificar todos os componentes presentes no produto, suas funções, materiais, processos de fabricação, tipos de encaixes, fixações, estruturas, sistema de alimentação, entre outras características, para que se possa ter conhecimento de toda arquitetura do produto e de seu funcionamento, auxiliando na identificação de problemas, melhoramentos e eliminação de componentes desnecessários.

Para esta análise foi escolhido o modelo da marca Medtronic, por ser uma das mais utilizadas pelos usuários. Como referência, foi utilizado o manual de instruções do produto.

3.3.1 Partes Principais

Segue abaixo as principais partes com os quais o usuário tem contato durante o uso e suas funções:

1. Display: Apresenta mensagens e resultados de testes armazenados na memória.
2. Seta para cima e ícone de alerta: São utilizados para navegar pelo menu de funções e para aumentar ou alterar os valores dos elementos.
3. Seta para baixo e ícone de iluminação: O botão é utilizado para navegar pelo menu, diminuir um valor de elementos e acender ou apagar a luz de fundo se pressionado na tela de início.
4. Botões “B” “ESC” e “ACT”

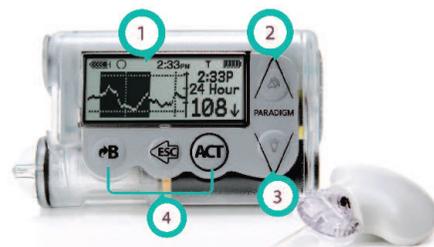


Figura 12: Partes principais da bomba
Fonte: ccsmed.com.

Botão B	Botão ESC	Botão ACT
É conhecido como botão de Bolus Express, dá acesso a tela de configuração da dose Bolus. É utilizado com outras teclas para o acesso a determinadas funções.	Permite retornar a tela anterior ou sair do menu. Se pressionada na opção HOME, abre a tela de STATUS.	Abre o menu e permite o acesso a funções como: aceitar, confirmar ou ativar seleções.

Figura 13: Botões de acionamento.

5. Compartimento da Pilha: o espaço comporta uma pilha AA, a estrutura é vedada com uma pequena tampa rosqueada.

6. Compartimento do Reservatório de Insulina: o reservatório de 300ui se acopla ao compartimento na bomba.

7. Cânula: fornece insulina a partir do reservatório da bomba, levando o líquido até a região subcutânea do abdômen.

8. Cateter: é um pequeno tubo inserido sob a pele para introduzir a insulina no sangue.



Figura 13: Compartimentos da pilha e reservatório.
Fonte: ccsmed.com



Figura 14: Cânula e cateter.
Fonte: ccsmed.com

A bomba contém um compartimento interno de armazenamento de insulina (Fig.:15). Nela é utilizada a insulina ultrarrápida (lispro ou asparte), que é infundida no subcutâneo lentamente em microdoses por meio de um cateter. Dentro do equipamento existe um sistema computadorizado interno, que é programado pelo médico assistente, no qual é possível inserir a quantidade de insulina que será necessária para as 24 horas do dia. A arquitetura interna da bomba é composta também por um circuito impresso (Fig.: 16) que funciona para a unidade de controle da bomba, armazenando e transmitindo as informações do display.



Figura 15: Compartimento da insulina.
Fonte: medtronic.com - Minimed Paradigm

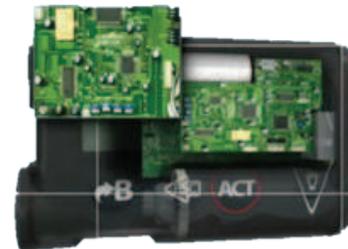


Figura 16: Placa de circuito impresso
Fonte: medtronic.com - Minimed Paradigm

3.4 Análise de Uso

A análise de uso tem como objetivo observar as relações que o usuário mantém durante o uso da bomba de insulina. Através de vídeos foram observados cinco usuários utilizando o produto.

A análise se dividiu nas seguintes etapas: (1) observação do uso onde usuários do produto utilizam o aparelho, desde o preparo da insulina no reservatório à inserção do cateter na região subcutânea, sendo possível identificar as semelhanças, particularidades e dificuldades de uso; (2) identificações das tarefas necessárias para realização completa do uso, como operações básicas, de maior sucessão, baixa rotina e operações de manutenção; e (3) abordagem das metas de usabilidade, que são:

Eficácia: mede a adequação da interface, se ela permite a realização correta do que é suposto. Está relacionada a capacidade que o produto tem de realizar a função ao qual foi destinado. (PREECE, 2002)

Eficiência: o sistema deve ser eficiente para que o usuário depois de saber como utilizá-lo, possa atingir uma grande produtividade. (NIELSEN, 2003)

Satisfação: o sistema deve ser usado de uma forma agradável, para que os usuários fiquem satisfeitos com a sua utilização; (NIELSEN, 2003)

Segurança: o Sistema deve prever os erros e evitar que os usuários os cometam e, quando assim acontecer, deve-se recuperar facilmente o que foi perdido. (NIELSEN, 2003).

Facilidade de Aprendizagem: o sistema deve ser fácil de assimilar pelo utilizador, para que este possa começar a trabalhar rapidamente; (NIELSEN, 2003)

Facilidade de Memorização: o sistema deve ser facilmente memorizado, para que depois de algum tempo sem o utilizar, o usuário se recorde de como o usar. (NIELSEN, 2003)

3.4.1 Observação do Uso

A seguir são descritas as tarefas executadas durante o uso da bomba, obtidas por observação de vídeos de usuários utilizando o aparelho.

1. Separando a bomba e os insumos necessários: frasco de insulina, dispositivo de transferência/reservatório, infusão mio ou pistola de aplicação (Fig.: 17).



Figura 17: Item 1. Fonte: medtronic.com

2. Selecionar a opção de reservatório na bomba de insulina.

Essa opção permite que a bomba faça o reconhecimento de liberação do reservatório (Fig.: 18).



Figura 18: Item 2. Fonte: medtronic.com

3. Conexão do dispositivo de transferência com o frasco de insulina.

O dispositivo de transferência se encaixa no frasco de insulina através de uma pequena agulha (Fig.: 19).



Figura 19: Item 3. Fonte: medtronic.com

4. Descer o dispositivo até a marca final para em seguida puxar o líquido.

Esse manuseio é necessário para que em seguida inicie o processo de transferência do líquido, preenchendo todo o reservatório adequadamente (Fig.:20).



Figura 20: Item 4. Fonte: medtronic.com

5. Desconectar o dispositivo do frasco de insulina.

Após o preenchimento do reservatório, desconecta-se o dispositivo do frasco para em seguida conectá-lo a bomba (Fig.:21).



Figura 21: Item 5. Fonte: medtronic.com

7. Desembalar o aplicador e retirada do tubo e cateter.

O cateter e o tubo responsáveis pela transferência da insulina da bomba ao corpo encontram-se dentro do aplicador (Fig.:22).



Figura 22: Item 7. Fonte: medtronic.com

8. Encaixe do tubo no reservatório.

O tubo que é ligado à bomba de insulina também é acoplado ao reservatório (Fig.:23).



Figura 23: Item 8. Fonte: medtronic.com

9. Preparando a bomba: recuando a haste do êmbolo.

Esse processo de recuar é necessário para que o reservatório se encaixe adequadamente na bomba (Fig.:24).



Figura 24: Item 9. Fonte: medtronic.com

10. Inserção do reservatório na bomba.

O reservatório é acoplado à bomba, o sistema rosqueado assegura maior estabilidade do reservatório na bomba (Fig.:25).



Figura 25: Item 10. Fonte: medtronic.com

11. Retirando o adesivo e a proteção do cateter.

Antes da aplicação do cateter no corpo é necessário retirar o adesivo de proteção, esse adesivo cria aderência na pele evitando que o cateter solte da pele, (Fig.26).



Figura 26: Item 11. Fonte: medtronic.com

12. Higienização da região de aplicação.

Antes da inserção do cateter é preciso fazer a higienização com álcool, no local de aplicação, (Fig.:27).



Figura 27: Item 12. Fonte: medtronic.com

13. Aplicação na região subcutânea do abdômen.

A pistola possui um sistema que quando pressionada nas laterais, dispara a parte interna e assim ocorre o processo de aplicação do cateter na região subcutânea (Fig.: 28).



Figura 28: Item 13. Fonte: medtronic.com

14. Programação da bomba de acordo com a dosagem de insulina necessária para o usuário.

Por último o usuário realiza a programação da bomba, esta irá liberar continuamente a dosagem de insulina durante as 24h, de acordo com a necessidade do organismo do usuário (Fig.:29).



Figura 29 Item 14. Fonte: medtronic.com

3.4.2 Resultados da Análise

De acordo com as metas de usabilidade, quanto à eficácia o aparelho realiza suas funções como esperado.

Os ícones apresentados pelo aparelho auxiliam os usuários às funções do produto.

Segurança: O aparelho apresenta a opção de bloqueio da dosagem de insulina, para assegurar que não haverá maior ou menor dosagem acidentalmente.

Aprendizagem: o aparelho tem várias funções e implementos, o que exige maior atenção do usuário, é necessário ter um treinamento prévio para utilizar a bomba corretamente, isso muitas vezes pode interferir no processo de memorização das tarefas.

3.5 Análise Semântica

Essa análise teve como objetivo compreender a interação comunicacional entre o usuário e o produto, considerando que o aspecto formal deve indicar sua função para ser facilmente entendido, promovendo aos usuários a utilização de modo intuitivo e apropriado. Para a compreensão desses elementos, esta análise foi dividida em três etapas:

Tipologia do produto: Modo como o produto é percebido, como se relaciona com produtos semelhantes e de outras categorias.

Níveis Semânticos: Níveis demonstrados pelo produto durante o uso.

Usabilidade: Elementos de comunicação, mensagens que induzem ao uso.

3.5.1 Tipologia do Produto

Para compreender a estrutura semântica do produto é importante observar diferentes tipos de bomba de insulina e outros aparelhos semelhantes de outras categorias. Os produtos mais próximos da bomba foram: o relógio de monitoramento cardíaco (Fig.:30), com função de verificar os batimentos do coração e o tensiômetro (Fig.: 31) com a função de realizar aferimento da pressão arterial, esses dois aparelhos na maioria das vezes são usados de modo contínuo.



Figura 30: Relógio de monitoramento cardíaco
Fonte: garmin.com



Figura 31: Tensiômetro
Fonte: omron.com

Através da análise foi possível identificar elementos semânticos comuns aos dois produtos (relógio de monitoramento e o tensiômetro): presença de botões dispostos nas laterais (Fig.:32), botão de liga/desliga em maior destaque que os demais (Fig.: 33), navegação de informações na parte superior e dígitos numéricos (Fig.:34).



Figura 32: Botões laterais.
Fonte: mdsaude.com



Figura 34: Dígitos e informação da tela.
Fonte: omron.com



Figura 33: Botão liga/desliga
Fonte: mdsaude.com

O elemento de diferenciação da bomba de insulina em relação aos demais produtos de outras categorias é a presença da entrada para a pilha e o reservatório. Os elementos gráficos icônicos e os códigos digitais e analógicos são apresentados na tela durante o uso.

3.5.2 Níveis Semânticos

Nesta etapa, os elementos de comunicação necessários para a utilização do produto são observados examinando se auxiliam e/ou induzem ao uso de forma correta. Dentre os níveis semânticos encontra-se o pragmático que se refere às possibilidades de significados através das qualidades atribuídas ao produto. A bomba de insulina apresenta características como: robustez devido a sua forma retangular, resistência, eficiência e precisão. Quanto à classificação dos signos, o índice que na maioria das vezes é uma interferência física, apresenta-se na abertura de visibilidade do reservatório de insulina e do êmbolo (Fig.: 35).



Figura 35: Visibilidade do reservatório
Fonte: medtronic.com

Os símbolos estão presente nos botões também utilizados para a navegação no menu, são eles: o desenho da lâmpada, do som e o símbolo dos cadeados presentes na trava do reservatório, representando segurança. O display fornece informações através de códigos analógicos (letras e gráficos) e digitais (números), (Fig.:36).



Figura 36: Símbolos e códigos.

Fonte: medtronic.com

É possível observar também a presença do *Affordance*, na entrada para o reservatório de insulina, no compartimento da pilha (Fig.:37) e nos botões que dão indícios de uso com o dedo polegar ou indicador (Fig.:38).



Figura 37: Affordance.

Fonte: medtronic.com



Figura 38: Botões em uso.

Fonte: medtronic.com

Acionamento: a bomba liga assim que a pilha é conectada no aparelho, mostrando as opções no menu principal. Através de ícones, o display mostra a atual situação da pilha, do reservatório e a hora em código digital (Fig.:39).

Uso: Quando a bomba administra a insulina numa função especial aparece o ícone do círculo vazio, quando isso ocorre a bomba emite um sinal sonoro



Figura 39: Pilha ou bateria e hora.

Fonte: medtronic.com

e vibratório para alertar o usuário sobre o modo especial (Fig.:40), quando esse mesmo ícone aparece preenchido significa que a bomba não está administrando a insulina (Fig.: 41), nessa situação o aparelho também emite um aviso sonoro e vibratório para avisar ao usuário que não está recebendo a insulina. A frequência dos alertas varia de acordo com a condição da programação da bomba, esse alerta é também considerado como feedback.



Figura 40: Modo especial, funcionamento da bomba.



Figura 41: Sem administração de insulina.
Fonte: medtronic.com

3.5.3 Resultados da Análise

Por meio da análise semântica foi possível identificar a tipologia do produto, destacando elementos necessários para seu reconhecimento, como a presença de símbolos para diferentes tipos de alerta e obstáculos para a segurança, botões em relevo e com maior destaque nos grafismos, sendo esse um dos principais diferenciadores dos seus similares.

Quanto ao uso foram identificados alguns problemas de comunicação: não existe comunicação indicando como manipular o bloqueio do reservatório.

Embora tenha alerta vibratório e sonoro, o display não fornece alertas luminosos.

Identificou-se também que, para os usuários que não tiveram uma indicação prévia, os sistemas de indicação ao uso do aparelho não é tão claro para a orientação no primeiro uso, como o modo de inserção do reservatório e da pilha, o que pode ocasionar dificuldade e maior tempo na compreensão da tarefa e conseqüentemente insatisfação.

3.6 Análise Ergonômica

Observando o uso do aparelho foi possível compreender a interação usuário-produto considerando: o modo como é dado o contato físico nas atividades; os tipos de manejos para pressionar os botões, manipular o aparelho e inserir os elementos necessários, além de transporte.

Os botões por pressão tem uma operação discreta, com pequeno uso de força, mas de precisão baixa. Utiliza o manejo fino, com pega digital pressionado pela ponta do dedo indicador ou polegar (Fig.:42).

A conexão do tubo com o reservatório é feito por uma pequena tampa rosqueada, a ação é de precisão, utilizando o manejo fino com pega de “pinça” (Fig.: 43).

Na aplicação do cateter o manejo é fino, usando pega de pinça com o dedo polegar e o indicador e de alta precisão (Fig.:44). A mesma pega é utilizada na pistola que insere o cateter no corpo, aplicando uma força maior que aciona o disparo para a perfuração da pele (Fig.: 45).

A estrutura total da bomba apresenta uma estrutura geométrica, ou seja, tem uma forma retangular que permite pouca superfície de contato para o encaixe confortável da mão e dedos, no entanto permite maior flexibilidade de pegas e maior adequação de medidas antropométricas (IIDA,2005), (Fig.:46).

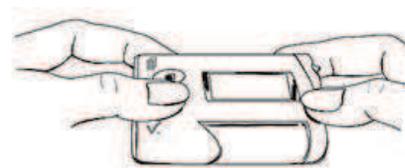


Figura 42: Manejos.

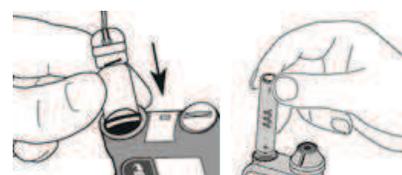


Figura 43: Manejo Fino.

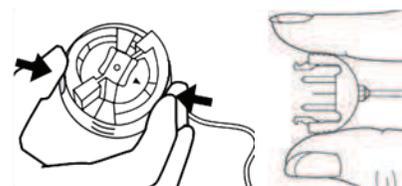


Figura 44 e 45: Pega de pinça.
Fonte: manual do aparelho Animas Vibe



Figura 46: Pega na estrutura total da bomba.
Fonte: medtronic.com

3.6.1 Dimensão

A bomba por menor que seja não é um aparelho compacto, considerando a adaptação que deve manter no corpo do usuário ao ser utilizado continuamente por 24h. A forma e o tamanho do aparelho (8,0 x 6,0 x 2,5 cm), respeitam a arquitetura interna do produto e o reservatório que comporta a insulina, a proposta deve trabalhar com estruturas que tornaram compacto o aparelho e possibilitando maior adaptação ao corpo.

3.6.2 Percepção Sonora e de Vibração

Segundo Itiro lida, “Um som é caracterizado por três variáveis: frequência, intensidade e duração“ (pg. 77, 1990). Este produto procurou respeitar essas três variáveis, para que o som possa ser eficiente e confortável.

As bombas analisadas já apresentam sistema sonoro para alerta e segurança de algumas atividades, esse sinal deve apresentar uma variação na entonação para facilitar o reconhecimento da atividade mais rápido pelo usuário.

A bomba utiliza do sistema de vibração para reforçar alertas de determinado processo que deve ser realizado em um dado momento, desse modo apresentando-se nocivo e com objetivo de reduzir riscos quanto a programações e manipulação da bomba em dosagens incorretas ou interrupções indevidas de ações, não identificadas visualmente pelo usuário.

Esse tipo de sistema foi mantido e melhor abordado de acordo com as principais atividades que requerem maior atenção.

3.6.3 Sistemas de Informação

Os dispositivos de informação constituem a parte do sistema que fornece informação ao operador humano, para que possa tomar decisões (Ilda, 2005). Deste modo, a ergonomia, a usabilidade e a semântica, devem atuar juntas, para que as informações sejam claras e o mais simples possível. O sistema de informações da proposta foi desenvolvido na fase de projeto, de acordo com as dimensões, forma e estruturação do aparelho.

3.6.4 Resultados da Análise Ergonômica

O produto interage com o usuário através de mensagens visuais e sonoras, sendo a sonora apenas usada como elemento para atrair a atenção do usuário. No produto desenvolvido foram explorados outros modos de utilização da cor mensagem, sistemas de informações eficientes e melhor dimensão para adaptação ao corpo do usuário e maior conforto.

3.7 Análise Estético-Formal

Nesta análise foram abordados os aspectos tangíveis do produto, os elementos de sua configuração e ordem dos elementos.

3.7.1 Forma

Foi possível identificar na análise comparativa de produtos, elementos formais comuns entre os aparelhos dessa categoria que remetem a aparelhos eletrônicos com outras funções, como termômetros digitais, celulares.

Um dos diferenciais das bombas mais modernas (Fig.:47) são as arestas levemente arredondas. Disposição de elementos que mantém uma continuidade de acordo com a forma da bomba, mudanças de relevo demarcando a área do display e a dos botões. No entanto a estrutura é mais estática, apresentando a forma plana.



Figura 47: Bombas modernas.

3.7.2 Cor

A cor é utilizada na bomba frequentemente em combinações de duas cores e essa variação é limitada às tonalidades de cinza, branco e azul.

O visor também apresenta pouca variação cromática devido às limitações tecnológicas do material, mantendo o plano de fundo claro e código preto, alguns modelos utilizam o led verde para maior iluminação do visor (Fig.:48).



Figura 48: Visor com LED.

Apenas dois modelos possuem variação cromática, os modelos de bomba da Medtronic e da Animas Vibe (Fig.:49), deste modo, foi identificada a oportunidade de aplicar um estudo de cor neste produto, a fim de diferenciá-lo dos concorrentes.



Figura 49: Variação de cores.

3.7.3 Superfície

O acabamento superficial áspero de brilho médio predomina entre esses aparelhos, alguns modelos mais recentes possuem o acabamento liso de brilho médio na carenagem frontal, e borracha principalmente na área dos botões.

A superfície do policarbonato que comporta o visor varia entre acabamento brilhoso, fosco ou dois tipos em um mesmo modelo, variando de acordo com o fabricante.

Esse tipo de contraste pode evidenciar a comunicação visual e contemplar as texturas como elementos estéticos.

3.7.4 Ordem dos Elementos

Apesar de possuir baixa complexidade estrutural, a bomba de insulina possui elementos que devem ser organizados para proporcionar unidade na configuração do produto. A disposição dos elementos varia um pouco de acordo com alguns modelos de bomba, o visor, a entrada para o reservatório e os botões localiza-se sempre na área de maior visibilidade, no entanto os botões de navegação não são dispostos numa sequência lógica que relacione as etapas das funções seguidas na programação da bomba.

A disposição desses elementos deve manter relação com o restante do produto, assim como toda a geometria do aparelho.

3.7.5 Resultados da Análise Formal

A análise formal demonstrou haver pouca variação nas bombas de insulina, sendo oportuno a utilização

de elementos originais, como: variação de acabamentos superficiais, texturas, aplicação de cores e uma maior ordenação das unidades configuracionais do produto, podendo ser utilizada a geometria do design e proporções estéticas para conceber um produto harmônico e diferenciado.

3.8 Levantamento de Materiais

Foram estudados materiais para serem aplicados nas diversas partes do aparelho. A seguir são apresentados os materiais analisados de acordo com suas propriedades, adequações e aplicações no projeto e os processos comuns.

3.8.1 ABS – Acrilonitrila Butadieno Estireno

Características: termoplástico com cristalinidade baixa, excelente acabamento superficial, material rígido e leve, bom na absorção de impacto, custo médio, amorfo.

Capacidade de reprodução de detalhes com precisão.

Processo indicado: extrusão de laminados, injeção e termoformagem.

Aplicação no projeto: Carenagem.



3.8.2 Policarbonato

Características: termoplástico com cristalinidade baixa, elevada transparência, resistente a impactos, boa estabilidade dimensional.

Processo indicado: extrusão de laminados, injeção e termoformagem e usinagem.

Aplicação no projeto: Proteção do display



3.8.3 Silicone

Características: inodor, permeabilidade, elasticidade, resistente a agentes oxidantes.

Processo indicado: extrusão, laminação, injeção, calandragem.

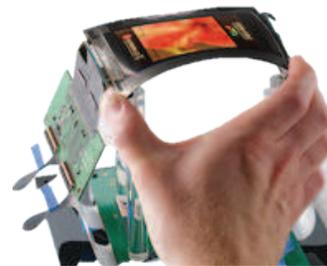
Aplicação no projeto: Reservatório para insulina.



3.9 Levantamento da Tecnologia

3.9.1 AMOLED – Active Matrix Organic Light Emitting Diode

Características: alta flexibilidade, baixo consumo de energia, baixa espessura, boa visibilidade, alta qualidade da imagem, velocidade de resposta, variação de cores, resistência, saída baixa de calor.



3.9.2 Superfície Capacitiva

Características: resistente à pressão e fácil reconhecimento do toque, boa resistência mecânica. Fácil reconhecimento de ações e comandos desejados.



3.9.3 Placa de Circuito Impresso

Características: organização de sistema, suporte mecânico de componentes, isolante elétrico. Conectividade elétrica do circuito, dissipação de calor, blindagem eletroestática, identificação de componentes para montagem, processo armazenamento de dados.



3.9.4 Bateria de Lítio

Características: recarregável, de longa duração, alta capacidade de carga, dimensões reduzidas, alimentação do sistema.



3.9.5 Entrada micro USB

Características: entrada para cabo micro USB, para alimentação de energia e o hardware, dados para software.



3.9.6 Alto-Falante

Características: controle do volume de áudio, boa qualidade sonora, sons polifônicos.



4. Requisitos e Parâmetros

	Requisitos	Parâmetros
Estrutural	A carenagem deve ser resistente e acomodar adequadamente os componentes e sistema interno. Utilizar de ressaltos para estruturar a carenagem e encaixar os componentes.	Carenagem com espessura das paredes de 3 mm .
	Deve possuir sistema de acomodação ao usuário. Desenvolvimento de suporte ao corpo do usuário.	Desenvolvimento de um cinto.
	Deve comportar adequadamente o reservatório de insulina.	Capacidade volumétrica do reservatório para comportar 300und (3ml) de insulina.
	A estrutura deve permitir a visibilidade do reservatório de insulina.	Aplicação de transparência na área que comportar o reservatório.

Funcional	Deve possuir sistema de armazenamento de dados.	Utilizar micro placa de circuito impresso.
	Deve possuir comunicação sem fio.	Uso do sistema wi-fi
	Deve possuir sistema sensível ao toque.	Uso de superfície capacitiva
	Deve possuir sistema sensível ao toque.	Uso de botões.
Uso	Possuir sistema de liga/desliga.	Uso de botões acionados por pressão.
	Deverá possuir conexões com fios para transmissão de dados.	Micro entradas USB.
	Possibilidade de ajuste ao corpo.	Sistema de regulagem para diversos tipos biométricos.
Semântica	A exploração de suas funções deverá ser de fácil compreensão	Utilizar de affordance, índice, feedback, símbolos e outros elementos de comunicação.
	Deve possuir alertas cromáticos	Sistema de alerta por cores.
	A interface deverá ser fácil	Layout autoexplicativo, uso de ícones e linguagem fácil.
Ergonômico	Deverá ter estrutura de maior aderência à mão e dedos.	Parte com forma anatômica.
	Deverá ser adaptável para diferentes medidas da circunferência abdominal.	Sistema de encaixe através da regulagem de nível.
	Sinal sonoro que informe quando a bomba não estiver administrando a insulina.	Duração do sinal acima de 1s. Utilizar alto-falante para controle dos níveis de som
	Sinal de oscilação para informar o baixo nível da bateria.	Sistema de vibração com duração de 2 segundos.
Estético	Deve apresentar elementos que o caracterize como um produto atual e tecnologia avançada	Uso de linhas contínuas e suaves, contraste harmônico de cores, acabamentos e materiais.
	Possuir elementos que o diferencie de outros aparelhos	Cores que valorizem o material, forma continua e organização lógica dos elementos configuracionais.

	Deve despertar sensações que possibilite o maior tempo de uso pelo usuário.	Variação de cores e forma dinâmica
Material e Tecnologia	Material resistente a impactos e que possibilite diferentes tipos de acabamentos superficiais	Utilização de ABS
	Material flexível para melhor acomodação ao corpo do usuário	Utilização do silicone
	Deverá possibilitar a transferência de dados para outros dispositivos	Fazer uso da tecnologia wi-fi

ANTEPROJETO

4. Anteprojeto

Nesta etapa será mostrado o desenvolvimento e a idealização conceitual do produto. Todo o andamento desta etapa é representada por meio de desenhos.

Inicialmente, foi determinado um ponto de partida para ordenar a distribuição dos principais sistemas de funcionamento do produto. Em seguida, foi feita uma geração de conceitos que, por fim, foram avaliados a fim de selecionar o conceito que melhor atendesse nos requisitos e parâmetros estabelecidos para as demais etapas de desenvolvimento.

4.1 Conceitos

Os conceitos foram desenvolvidos tendo como principal referência o usuário e a Diabetes como característica predominante, atento as características que o produto, bomba de insulina, precisa possuir de maneira a atender as necessidades desse público.

A partir da análise dos similares pode-se perceber que a bomba de insulina deveria atender algumas características, como:

- Sistema funcional de programação;
- Sistema de Comunicação;
- Melhor exploração das Cores;
- Viabilidade técnica de produção;
- Exploração de novos materiais;

Os conceitos também buscaram atender outras características:

- A mínima utilização de acessórios;
- Utilização de um sistema de comunicação de fácil compreensão e com o mínimo de tarefas.
- Melhor exploração das Cores;
- Viabilidade técnica de produção;
- Leveza na estrutura;

Este último item procura atender a três requisitos: Conforto, Segurança e descrição no uso.

4.1.1 Conceito “Wearables Devices”

Para a geração de ideias, teve como referência o conceito *Wearable Devices* ou “aparelhos que podem ser vestidos” trata-se de roupas, acessórios e dispositivos que incorporam tecnologias avançadas da informática e eletrônicos, utilizando funções práticas e recursos, ressaltando também design e características estéticas. Esse conceito propõe integração cada vez maior da tecnologia ao ser humano.

A tecnologia *wearable* vem assumindo lugar no mercado desde 2008, sendo difundida no dia-a-dia, tendo como objetivo estender a funcionalidade de objetos como acessórios capazes de fornecer aos usuários registro de atividades por meio de pequenas tecnologias vestíveis ou portáteis. Para dispositivos, essa tecnologia busca tornar o produto cada vez mais discreto e adaptável ao corpo do usuário.

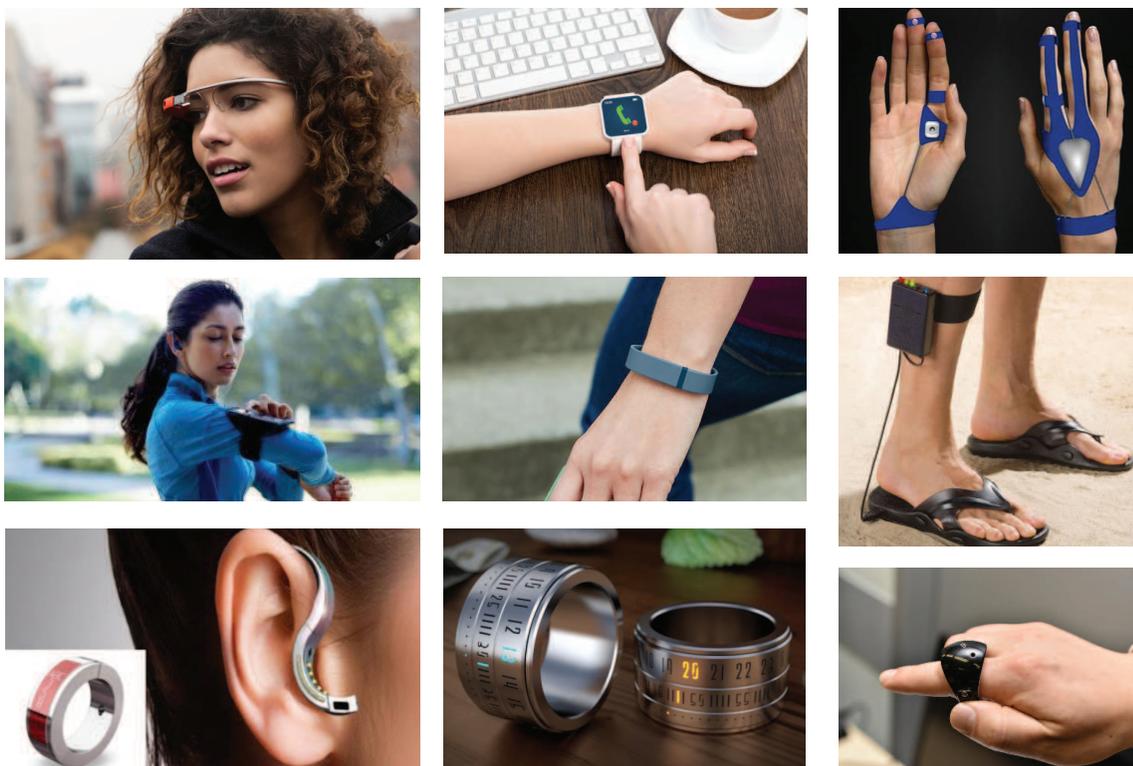


Figura 59: Wearable Devices.

Desenvolvimento da bomba de insulina com características *Wearable*.

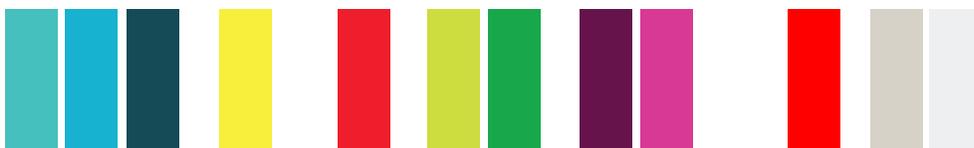
- Simplicidade, poucos elementos;
- Exploração de cores com escala variada, estudo e seleção de cores a partir das análises e painel de referência;
- Viabilidade técnica: materiais acessíveis e viabilidade de produção;

4.1.2 Painel Semântico

O painel semântico apresenta dispositivos que seguem o conceito *wearable*, servindo de referência para forma, cor e acabamento superficial. A partir das imagens foi extraído a paleta de cores para ser utilizada na aplicação de cor, nos conceitos desenvolvidos.



Paleta de Cores



4.2 Geração de Conceitos

4.2.1 Conceito 1

O conceito foi desenvolvido buscando uniformidade em sua estrutura. A forma em “V” permite adaptação no abdômen e encaixe no braço, o sistema da bomba localiza-se na região superior, onde também está localizado o visor de programação. A saída da cânula e do cateter localiza-se do lado oposto ao visor, mantendo a mesma estrutura de saída das bombas encontradas no mercado, o lado oposto mantém contato direto com a pele, o que facilita para a inserção do cateter. O material elastômero é aplicado na cinta, polipropileno na estrutura interna da bomba e display com led. A cânula e o cateter são encontrados no mercado.



Figura 61: Produto fechado.

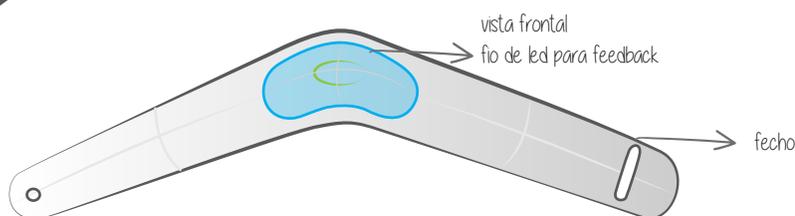


Figura 62: Produto planificado.

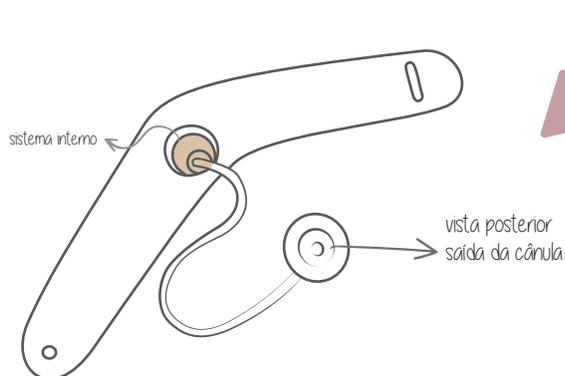


Figura 63: Saída da cânula na vista posterior.

4.2.2 Conceito 2

Visto que a absorção de insulina tem ação mais rápida quando inserida pelo abdômen, em consequência disso os usuários utilizam o aparelho frequentemente nessa região.

A intenção deste conceito é manter uma estrutura de cinto (Fig.:64), na qual a bomba fica localizada na região abdominal. A carenagem é uma pequena estrutura que comporta o sistema funcional interno, que utiliza da nanotecnologia para tornar possível a redução do dimensionamento do aparelho. Na estrutura circular está localizada o cateter que sai por baixo e fica interligado a cânula interna (Fig.:65). O controle e programação da bomba são mantidos por um relógio que transfere os dados através da rede sem fio, wi-fi.

A utilização de um relógio (Fig.:66) para manipular o funcionamento da bomba, tem como objetivo tornar o produto discreto, evitando o desconforto de levantar a roupa para fazer a manipulação direta no dispositivo do abdômen, além de utilizá-lo como acessório. Como sistema de segurança, o relógio tem um botão de trava lateral, para bloqueio das funções da bomba, evitando liberação da dosagem incorreta do medicamento.

O material aplicado na cinta é o silicone visto a resistência e flexibilidade que o material possui, permitindo melhor adaptação ao corpo de acordo com as várias medidas de circunferência abdominal. Esse mesmo material também aplica-se para o bracelete do relógio. A carenagem da bomba é o polipropileno.

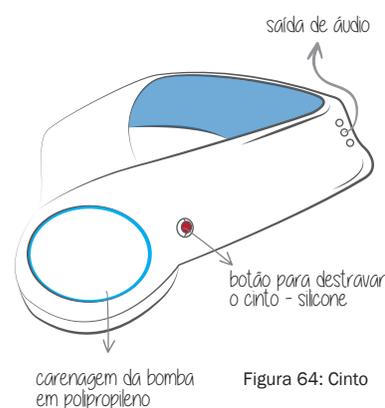


Figura 64: Cinto

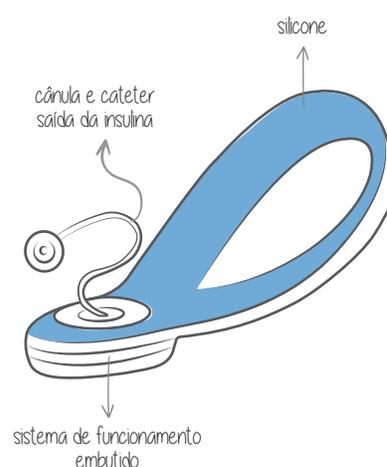


Figura 65: Vista posterior do cinto

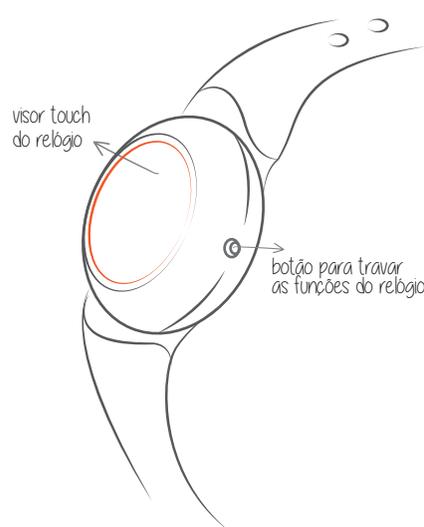
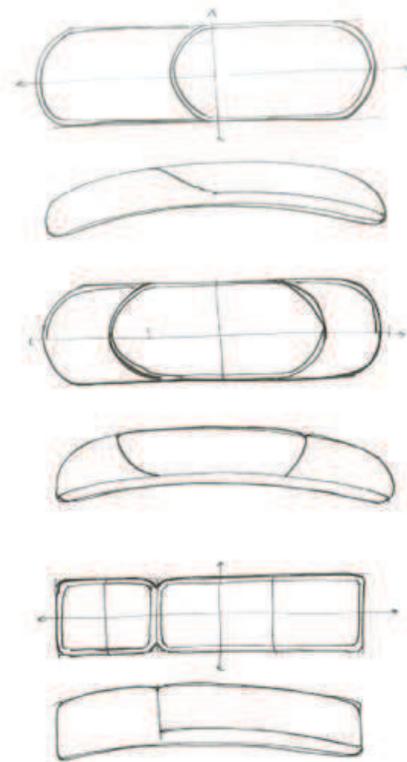


Figura 66: Relógio para monitoramento da bomba de insulina.

4.2.3 Conceito 3

Esse conceito apresenta a proposta de um adesivo tópico poroso que adere a pele para fixar o aparelho, sem ser necessário o uso de acessórios. A estrutura retangular é compacta, com pequena espessura de 1cm. A insulina é infundida através de um tubo fino inserido no subcutâneo utilizando agulhas para inserção, o sistema interno dispõe de um reservatório com capacidade para 200 unidades de insulina, preenchido com uma seringa, através de um pequeno furo que fica no dorso do dispositivo. Para o controle da bomba é necessário fazer a programação no visor que fica localizado na parte superior.

O produto se divide nas seguintes camadas: carenagem superior, display, sistema de comunicação, sistema funcional interno e carenagem inferior.



Estudo de ângulos para aderência a pele

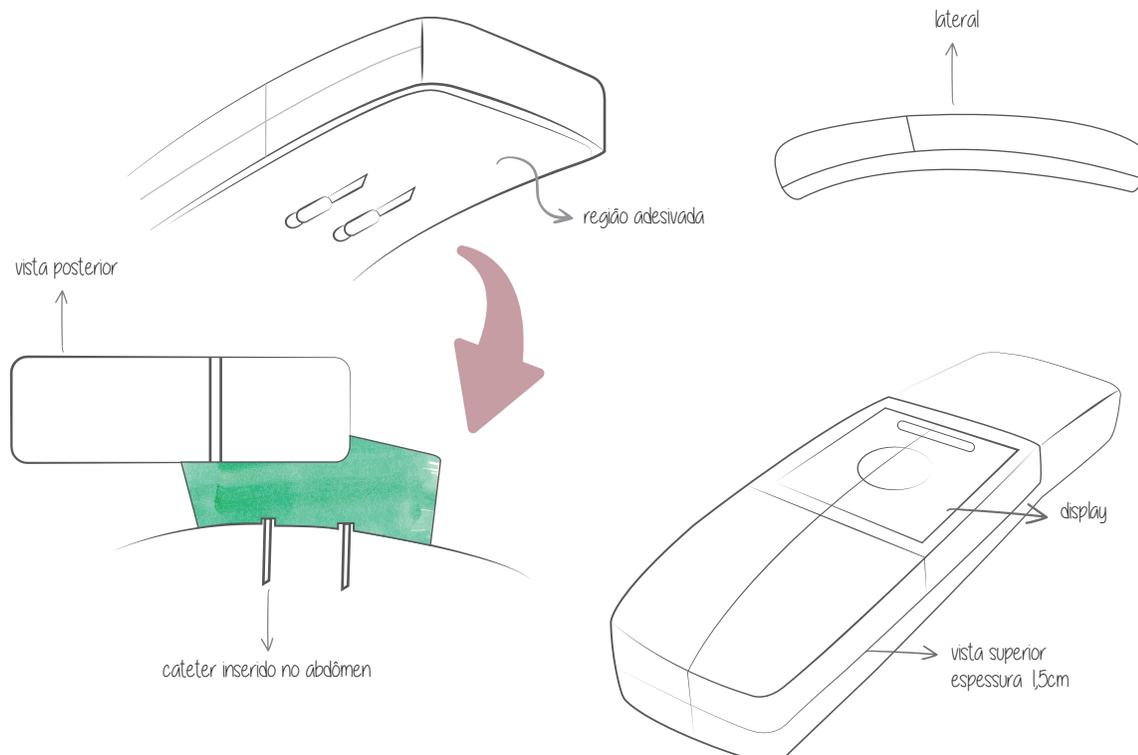


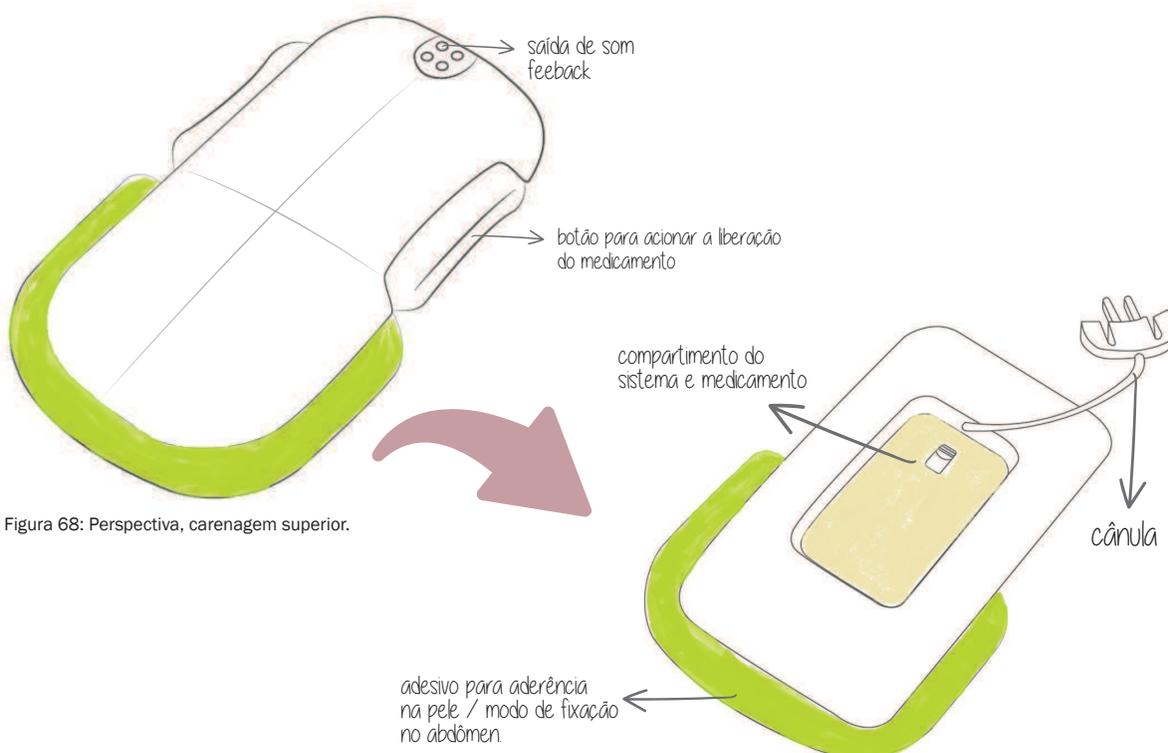
Figura 67: Dispositivo com display e fixação ao corpo por adesivo.

4.2.4 Conceito 4

Ainda seguindo a ideia de aderência através do adesivo tópico, esse conceito apresenta uma forma pequena e discreta. A liberação da insulina ocorre a partir do acionamento dos botões laterais, esse acionamento se divide em três níveis:

- 1 acionamento: liberação da dosagem basal, insulina liberada gradativamente.
- 2 acionamentos: liberação da insulina bolus, insulina de ação rápida.
- 3 acionamentos: suspende o funcionamento do dispositivo.

A carenagem superior, consta de quatro saídas de áudio que libera alertas sonoros de acordo com os acionamentos. Para repor a insulina é necessário destravar a tampa que protege o sistema interno, na parte posterior do produto. O material utilizado é o ABS e adesivo poroso.



4.2.5 Conceito 5

Esse conceito apresenta o compartimento da bomba em uma estrutura retangular, acoplada a uma alça ajustável ao corpo e que pode ser trocada de acordo com as preferências do usuário. Com espessura menor a estrutura formal assemelha-se a de um aparelho celular móvel, com display centralizado na área superior, a saída da cânula está localizada ao lado.

O acesso ao sistema interno da bomba é feito na parte posterior a tela de programação. O material aplicado é o ABS para a carenagem e nylon sintético, para a alça.

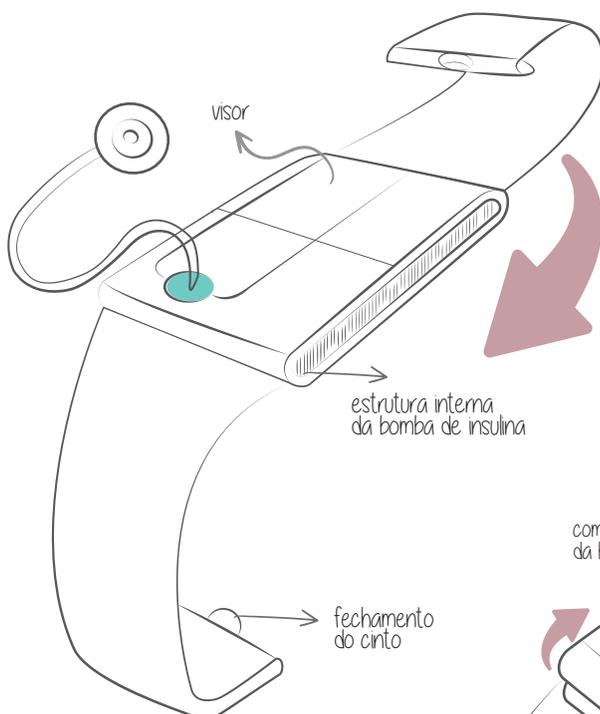


Figura 70: Vista superior.

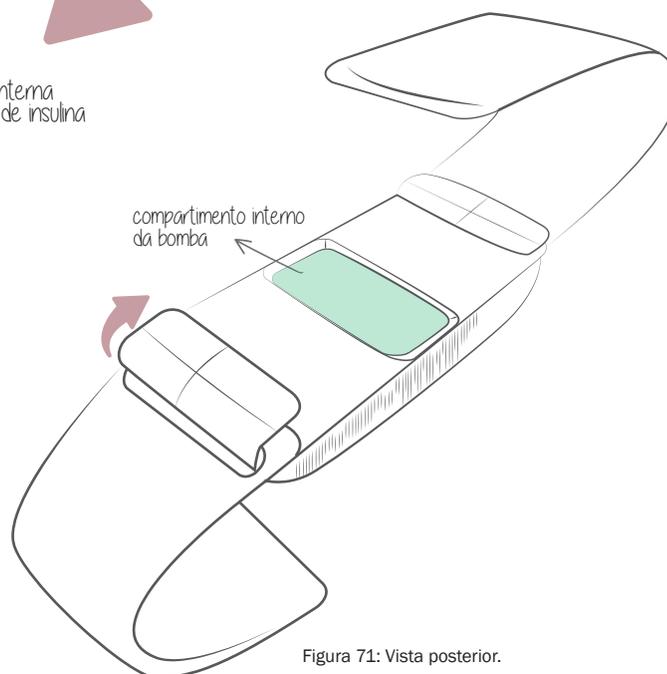


Figura 71: Vista posterior.

4.3 Seleção do Conceito

A seleção do conceito foi realizada considerando os itens determinados a partir das análises e requisitos, a definição ocorreu a partir de alguns critérios principais, como: usabilidade e viabilidade de construção.

Considerando pontos principais das análises e requisitos, foram estabelecidos alguns critérios para avaliação direta dos conceitos, sendo eles:

- **Aspecto Formal:** o critério está diretamente ligado a estrutura e o dimensionamento que pode tornar ou não adaptável ao corpo e até mesmo incômodo. Esse critério foi estabelecido por ser a principal observação feita pelos usuários, pois o dimensionamento e forma são características responsáveis por uma alta rejeição do aparelho por parte dos usuários, constatado através de entrevistas.
- **Comunicação do Uso:** o critério foi estabelecido devido a importância que é a compreensão do funcionamento da bomba, uma linguagem de fácil leitura e com o mínimo de tarefas sequenciadas, influencia na manipulação e principalmente na redução de erros durante a liberação das dosagens de insulina.
- **Viabilidade de Produção:** A forma e os materiais aplicados influenciam na viabilidade de produção do produto. A utilização de materiais e tecnologias acessíveis, assim como a estruturação formal, torna possível a produção do aparelho.

Esses critérios foram organizados em tabela, na qual os conceitos foram postos para avaliação

após serem selecionados, considerando propostas diferentes de forma e usabilidade (melhor adequação ao corpo). Para avaliar as propostas a partir dos critérios, foi estabelecido uma escala de qualificação³, na qual os conceitos foram classificados como: bom, regular e ruim. Abaixo, a tabela de avaliação.

Sendo assim, o conceito B foi escolhido para desenvolvimento das demais etapas de projeto, por ter se sobressaído quanto aos outros conceitos nos critérios estabelecidos para a avaliação. Sua concepção quanto a estruturação, usabilidade, funcionalidade, dimensionamento e semântica ainda serão desenvolvidas para cumprir as diretrizes estabelecidas.

O conceito selecionado atende as seguintes características:

- Utilização de poucos elementos, apenas três partes: a bomba (pequeno compartimento circular) que deve possibilitar melhor adaptação

³ Escala de qualificação : escala de Likert é um tipo de escala de resposta psicométrica usada em pesquisas de opinião.

Visto isso, realizou-se um estudo de layout dispondo os elementos em uma estrutura circular, para verificar a organização na sequência correta dos elementos de funcionamento.

Abaixo, identificação de elementos através de cores.

- Bateria de lítio
- Micro placa de circuito
- Microprocessador
- Pistão
- Entrada para medicamento

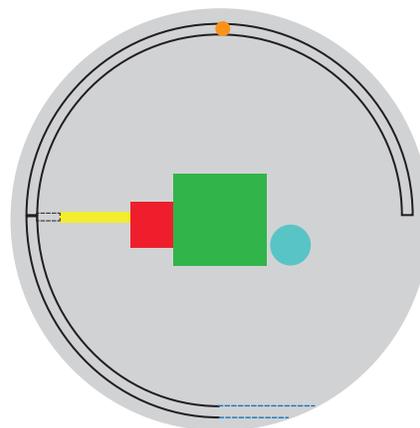
----- Êmbolo

—— Cãnula

----- Saída do Cateter

Layout - A

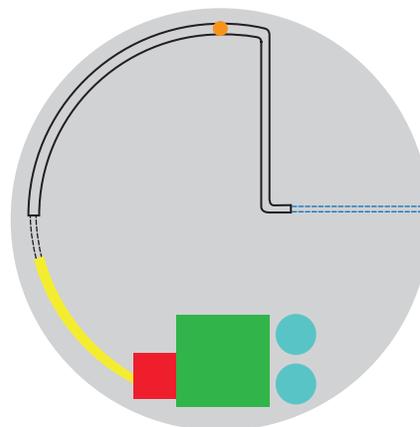
Esse layout foi organizado de modo que a placa, bateria, microprocessador e pistão ficaram centralizados, permitindo maior espaço e tamanho da cãnula, o que possibilita aumentar a quantidade de unidade de insulina. O orifício para a inserção do medicamento no reservatório, está centralizado na margem superior, acima da cãnula.



Layout - A

Layout - B

No layout B, os componentes foram dispostos na margem inferior. utilizando de duas baterias para possibilitar maior tempo de uso. O pistão (amarelo) segue o sentido de círculo juntando-se a cãnula para empurrar o medicamento. A cãnula apresenta-se em meio círculo, curvando-se para a saída do cateter disposto na lateral. Foi observado

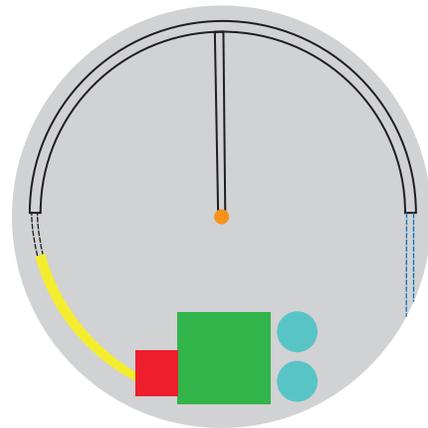


Layout - B

ao final desse estudo, que não seria possível o uso desse layout devido a curvatura da cânula que pode impedir a passagem do medicamento.

Layout - C

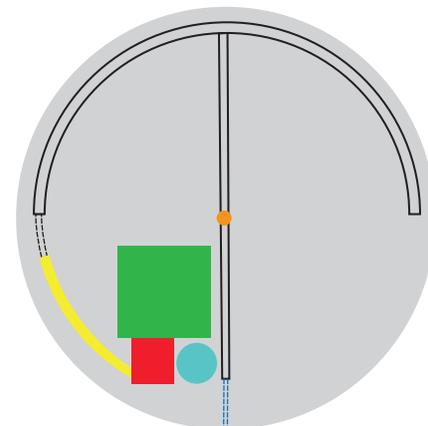
Esse layout, foi organizado de modo que os componentes (placa, processador e bateria) foram dispostos na parte inferior. Na parte superior está localizada a cânula em forma de “T” curvado, ligada ao pistão na extremidade esquerda e na direita a saída do cateter. A parte da cânula centralizada no meio, permite a inserção da insulina a partir do orifício (ponto laranja) central e maior corrente de fluxo para preenchimento completo da cânula .



Layout - C
(Selecionado)

Layout - D

A proposta deste layout apresenta a placa, bateria e processador organizado na lateral esquerda. Os outros elementos dispostos da mesma forma do layout C, no entanto a cânula central prolonga-se aproximando da linha da extremidade inferior do círculo, onde está a saída do cateter.



Layout - D

Após o estudo dos layouts, foi observado a melhor proposta de acordo com disposição simplificada e funcional dos elementos. Visto isso, o layout C, se sobressai com melhor organização e sequência de elementos.

4.5.3 Concepção Ergonômica da Interface

Os dados retirados para o desenvolvimento da concepção ergonômica da interface são os mesmos das recomendações da Apple para a atual tecnologia e produtos desenvolvidos. É recomendado obedecer a um limite mínimo de 44x44pixels no desenvolvimento de alvos interativos. Essa dimensão mede 3,725mm quando convertida para a tabela métrica.

As atividades são executadas através da ponta dos dedos, deslocando as telas por meio de atrito com a superfície capacitiva, tocando os elementos interativos (Fig.: 84).

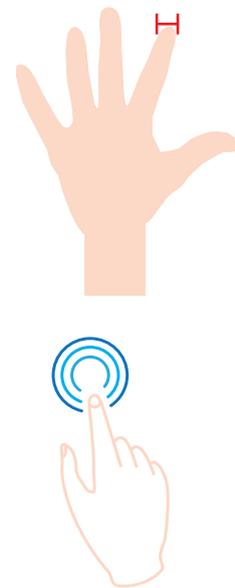


Figura 84: Diâmetro do indicador e uso da tela touch.

4.6 Ícones de Informação para Interface

De acordo com Leite e Souza (pg.: 5, 1999) “quando o usuário entra em contato visual (ou mais genericamente, sensorial) com a interface, ele realiza um esforço de interpretação e compreensão a respeito do significado de todos os seus dispositivos e da informação que eles veiculam.”

Visto a importância de uma interpretação rápida e eficiente, para o desenvolvimento da interface, foi aplicado os principais ícones com base nos que se apresentam nas bombas analisadas e em ícones de produtos existentes. Esses ícones seguem o conceito de *flat design*, esse conceito busca a maior simplificação dos elementos tornando-os de fácil leitura.

Reservatório

O ícone adotado para o reservatório é o mesmo que

se apresenta nas bombas atuais. Com 4 barras que aparecem conforme a gradação da quantidade de insulina que há na bomba.

- 4 barras: indica que o reservatório está completamente preenchido.
- 3 barras: indica que o reservatório está com 75% a 50% de insulina.
- 2 barras: indicação de 25% de insulina.
- 1 barra: 20% de insulina.

Quando o reservatório atinge 20% de insulina, o relógio libera um sinal sonoro para avisar ao usuário da quantidade de medicamento restante no aparelho.

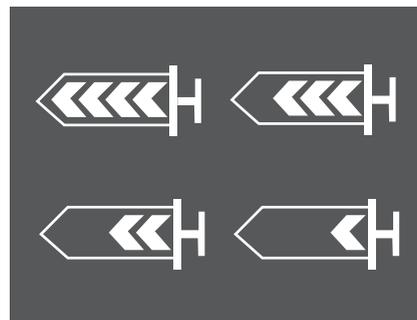
Bateria

O ícone mostra os níveis de carga da bateria que fica presente na tela inicial e confere ao usuário informações de quanto o aparelho ainda continuará em uso até necessitar recarregar. Assim como o reservatório, esse ícone também mostra em níveis a disponibilidade de carga, dividido em três sessões:

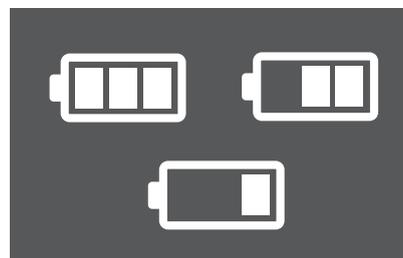
- 3 barras: 100% - totalmente carregada
- 2 barras: 50% de carga
- 1 barra: 25% a 20% de carga

Wi-fi

O ícone de rede sem fio é universal, será mostrado na tela inicial do relógio.



Ícone do reservatório de insulina, em diferentes níveis.



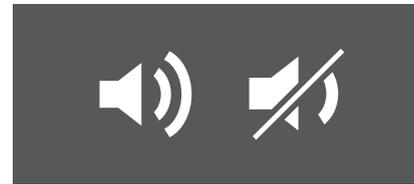
Ícone da bateria, em diferentes níveis.



Ícone do sinal wi-fi.

Som

O ícone para representar o som é universal, esse ícone será apresentado na tela principal com uma barra quando a opção de alerta sonoro for desativado.



Ícones que significam som e modo silencioso.

Bloqueio

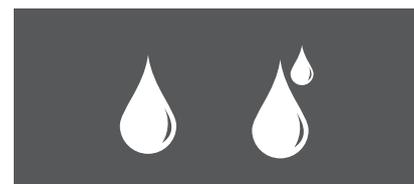
O ícone utilizado para mostrar que as funções da bomba estão bloqueadas é representado por um cadeado fechado, quando a opção é destravada o cadeado aparece aberto.



Ícones para indicação de bloqueio e desbloqueio.

Insulina Bolus / Basal

A gota representará as doses de insulina, 1 gota representa a insulina Basal que é liberada em doses gradativas e 2 gotas representa a insulina Bolus, trata-se da insulina de ação rápida. Esses ícones são mostrados na barra de opções do tipo de insulina (basal/bolus) em uma janela secundária.



Ícones das dosagens de insulina Bolus e Basal.

Alerta

Os ícones de alertas são utilizados para apontar um erro no uso, no sistema, essa indicação é feita pelo ícone do círculo com um “x”, o alerta para possíveis altas dosagens de medicamento é representado pelo triângulo com uma exclamação dentro.



Ícones de alerta.

USB

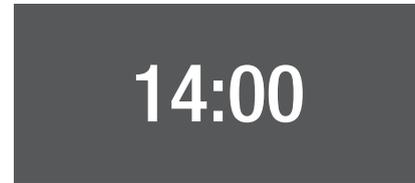
O ícone usb também é universal, quando o relógio for conectado ao cabo e ao dispositivo externo, o ícone é mostrado por alguns segundo na tela inicial.



Ícone para conexão USB

Relógio

O relógio é um código, a hora é apresentada em formato digital, assim como aparece nas bombas atuais. Esse formato possibilita menor uso de espaço no layout. A fonte utilizada foi a *Helvetica Neue Medium Condensed*, escolhida devido a sua fácil legibilidade.



Código digital para informação da hora.

4.7 Cores na Interface

A partir de referências sobre aplicação de cor em interface para monitores de computadores, celulares e relógios, percebeu-se que a escala de cinza ao preto é eficiente para aplicação no plano principal de telas, criando contraste com suas tonalidades. Essa escala foi selecionada devido possibilitar mais conforto visual ao usuário, como consequência aumenta a eficiência de transmissão de informações e torna a interface mais fácil de ser memorizada. Para outros elementos como janela de opções/funções foi utilizada a cor azul, bastante usada nos dispositivos digitais (Fig.:85).



5. Projeto

Esse capítulo apresenta as soluções definidas para critérios da estrutura, forma e usabilidade e o detalhamento técnico do produto.

5.1 Produto Final



Figura 89: Produto final. Bomba com cinto e relógio de monitoramento.



Figura 90: Carenagem e sistema interno da bomba de insulina.



Figura 91: Cinto e bomba.



Figura 92: Lateral direita, saída de áudios e botão de bloqueio/desbloqueio.



Figura 93: Lateral esquerda, entrada USB.

5.2 Cores

As cores selecionadas para aplicação de cor foram retiradas da paleta de cores extraídas do painel semântico (pg.:46). São apresentadas três opções cromáticas, tanto para o relógio, quanto para o cinto. Abaixo, aplicação disponível em RGB.



Figura 94: Opção 1.



R: 237 G: 25 B: 64



Figura 95: Opção 2.



R: 71 G: 192 B: 191



Figura 96: Opção 3.



R: 102 G: 21 B: 75



Figura 97: Opção 4.



R: 37 G: 35 B: 36



R: 17 G: 74 B: 87

Figura 98: Opção 1 - cinto.



R: 71 G: 192 B: 191

Figura 99: Opção 2 - cinto.



R: 214 G: 210 B: 201

Figura 100: Opção 3 - cinto.

As aplicações de cor foi de grande valia para analisar como o produto se comporta com diferentes tipos de cores, indicando a versatilidade do produto para ser disponibilizado em cores diversas, ficando a opção do usuário escolher conforme suas preferências. A cor azul claro foi selecionada como aplicação principal, pois apresenta o dispositivo com semelhanças aos produtos *wearables*, também é uma tonalidade menos contrastante, oferece descrição para o usuário durante o uso.

5.3 Inserção do Medicamento

A inserção da insulina no reservatório, será feito como geralmente ocorre com as bombas atuais. A medicação é retirada do frasco através de uma seringa e colocada no reservatório da bomba.

O orifício localizado na parte superior da bomba atual (Fig.:101) tem abertura de 3mm, compatível com a espessura de uma agulha, isso possibilita que o medicamento seja expelido para dentro do reservatório sem ser preciso o usuário abrir a carenagem.

A agulha é direcionada por um tubo que fica na parte interna da tampa (Fig.:102), que se conecta direto ao orifício interno do reservatório (Fig.:103), isso garante que o medicamento não será desperdiçado (Fig.:104).



Figura 101: Orifício para inserção da agulha.



Figura 102: Tubo, parte interna da tampa.



Figura 104: Inserção da agulha para inserção do medicamento.

Figura 103: Orifício do reservatório.

Após o preenchimento do reservatório pela insulina (Fig.:105), a bomba fica pronta para ser inserida no cinto e em seguida ajustada ao abdômen.

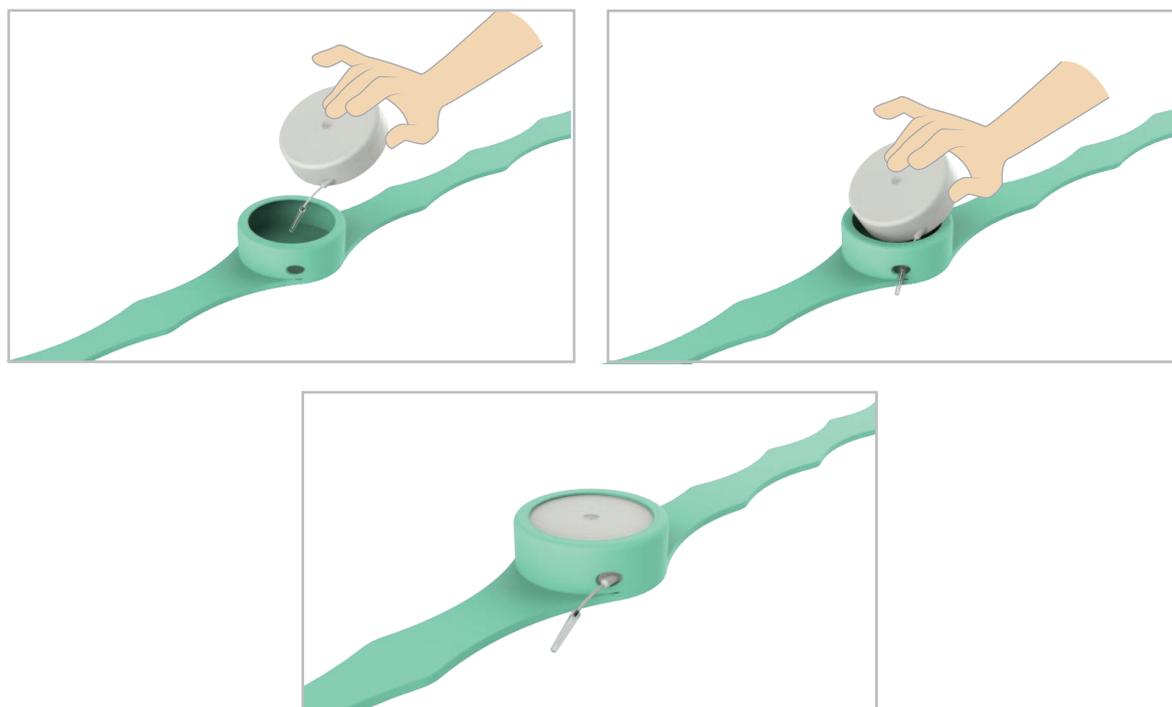


Figura 105: Cânula preenchida de insulina - área amarela.

5.4 Usabilidade

A área do cinto para o encaixe da bomba é flexível devido o material que é silicone, a região tem um pequeno orifício lateral para a passagem da cânula, que sai da área interna da bomba até a parte externa (Fig.: 106). Abaixo, as imagens mostram a sequência para o encaixe correto da bomba no cinto.

Figura 106: Sequência de encaixe da bomba.



Após a inserção da bomba no cinto, o usuário ajusta o cinto ao corpo, regulando conforme desejar (Fig.:107).

A opção para regular é feita através dos orifícios disponíveis na alça do cinto e o fechamento ocorre por um pino que se encaixa ao ser pressionado no orifício do alça (Fig.:108).

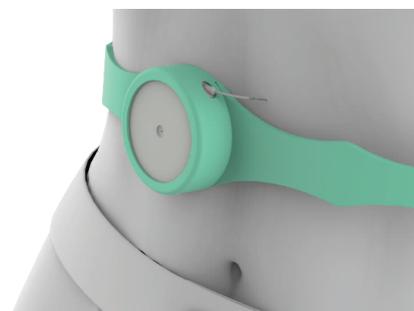


Figura 107: Uso do cinto no abdômen..



Figura 108: Encaixe do pino, fechamento do cinto.

Quando ajustado ao corpo, o usuário deve fazer a aplicação do cateter na região subcutânea da pele. Essa aplicação pode ser feita através de aplicadores disponíveis no mercado ou manualmente, inserindo a agulha na pele cuidadosamente. O cateter fica protegido por uma pequena tampa de plástico (Fig.:109), seu material é um plástico resistente e flexível (Fig.:110), evita maiores incômodos ao usuário durante a inserção na pele. Ao ser inserido na pele é necessário colocar um adesivo para evitar que o mesmo fique com alguma parte exposta e para evitar contaminações. Esses adesivos também são vendidos como insumos de reposição, assim como o cateter, cânula e a própria insulina.



Figura 109: Cateter com tampa.



Figura 110: Cateter sem a tampa.

Relógio

Depois do processo de inserir o medicamento no reservatório da bomba, inserção do dispositivo no cinto e ajuste ao corpo, o usuário pode fazer a programação e acionar a liberação do medicamento através do relógio de monitoramento, responsável por todos os acionamentos das funções da bomba de insulina.

Para dar início a programação é necessário desbloquear a tela do relógio através do botão lateral (Fig.111). Quando o botão for acionado, a tela principal será iniciada, o usuário então poderá visualizar de imediato as principais informações: conexão com a rede wi-fi, hora, nível do reservatório de insulina e o nível da carga da bateria.



Figura 111: Acionamento do botão lateral.

Feedback

Para que o relógio faça a transmissão de informações para a bomba de insulina, é necessário que haja uma conexão wi-fi, após a programação o usuário poderá se desconectar da rede sem intervir no processamento da liberação da insulina. Isso porque a placa de memória da bomba, armazena os dados para a liberação ocorrer no tempo que o usuário programa, essa liberação frequentemente ocorre por mais de três horas.

Quando o dispositivo reconhece o sinal da rede (Fig.:112), automaticamente ele conecta-se a bomba através dos sensores internos. Acessando as janelas secundárias da interface, o usuário poderá selecionar a opção da dosagem da insulina e o tempo de liberação conforme a necessidade do seu corpo (Fig.:113).

Após a escolha a escolha da opção desejada, o dispositivo estabelece a comunicação com o usuário por meio de feedback. O produto comunica que a opção escolhida foi ativada, emitindo o alerta sonoro, apenas uma vez (Fig.:114).

Depois da programação, o sensor de informações da bomba, recebe os dados e ativa o sistema funcional para liberação da insulina conforme o tipo de dosagem informado pelo usuário.

Os feedbacks sonoros também ocorrem para alertar sobre a quantidade mínima de insulina que resta no reservatório e o nível de bateria.



USB

O relógio possui entrada USB na lateral esquerda, para que o usuário possa transferir os dados armazenados na memória interna (Fig.115) para um dispositivo externo.



Figura 115: Entrada USB.

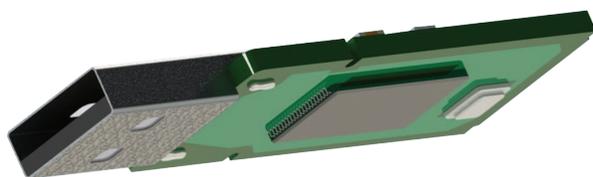
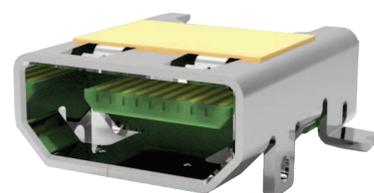


Figura 116: Entrada USB e placa de memória.



Micro entrada HDMI.

A transferência dos dados é feito pelo um cabo USB, esse mesmo cabo é utilizado para fazer o recarregamento da bateria (Fig.: 117).



Figura 117: Cabo USB.

5.5 Sistema Interno

Bomba de Insulina

A seguir, é exibida uma perspectiva explodida (Fig.:118) para mostrar os elementos que compõem o desenho interno da bomba de insulina.

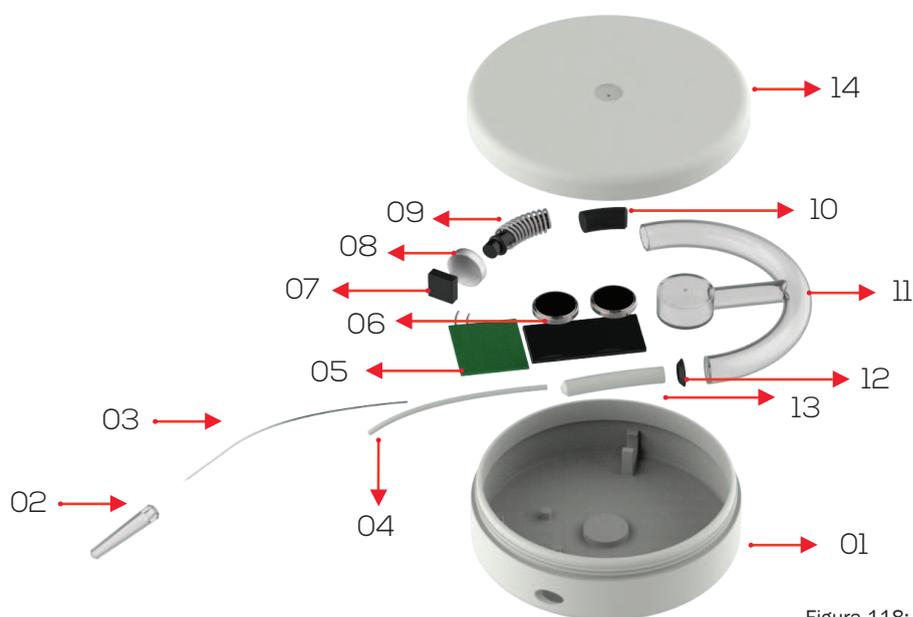


Figura 118: Perspectiva explodida do sistema internoda bomba de insulina.

01. Carenagem inferior
02. Tampa do cateter
03. Cateter
04. Proteção da cânula
05. Micro placa PCB
06. Baterias
07. Micro sensor de informações
08. Conectôr
09. Pistão
10. Êmbolo
- 11.Cânula
12. Conector da cânula
13. Tubo de conexão da cânula e cateter.
14. Carenagem superior

O sistema de processamento para liberação da insulina é exercido através de um pistão com êmbolo que empurra gradativamente o medicamento conforme o tempo de programação feito pelo usuário, esses dados são enviados através da placa de circuito impresso (PCI) que está conectada ao pistão.

No relógio a superfície capacitiva é alimentada e transmite informações do toque através da PCI, que por sua vez envia para o sistema que reproduz a ação na tela de AMOLED.

O alto falante e o USB são alimentados e recebem o estímulo para o feedback através da PCI.

A antena wi-fi possui contato com a PCI e transmite dados periodicamente para um banco de dados.

Todo o sistema é alimentado por uma bateria de polímero de lítio, que é abastecida por meio da entrada de micro USB conectada a um carregador.

5.6 Produto no Usuário

Figura 119: Produto no usuário.

5.7 TQuadro de Partes e Componentes

A seguir, a tabela de partes e componentes do produto, suas funções, materiais, processos e quantidade.

5.8 Vistas Ortogonais



Figura 120: Vistas - Bomba de Insulina.

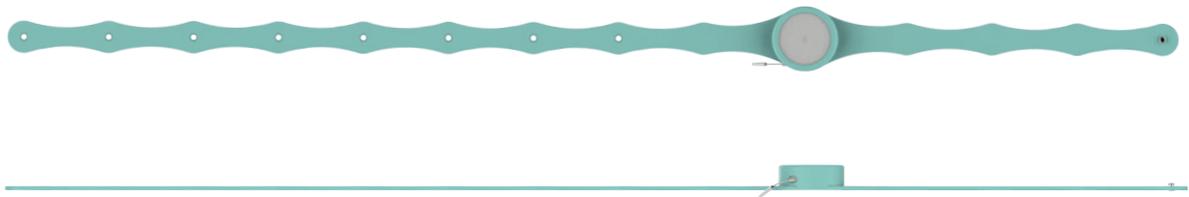


Figura 121: Vistas - Cinto.

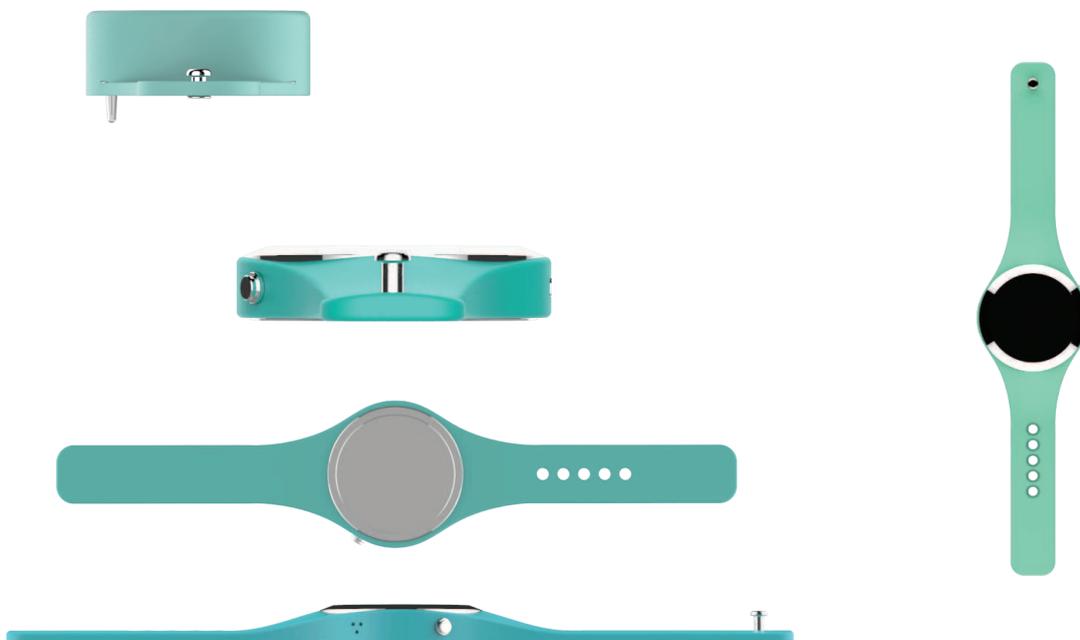


Figura 122: Vistas - Relógio.

6. Conclusão

Por meio do conhecimento adquirido ao longo do curso foi possível desenvolver e concluir o projeto de conclusão de curso. Buscando atendendo aos requisitos e parâmetros foi possível atingir um resultado satisfatório com a implementação de novas tecnologias e materiais anteriormente não explorados nesse tipo de produto. Foi possível atingir um resultado onde a estética, usabilidade, princípios semânticos e de funcionalidade do produto se adéquam aos dos produtos comuns a esse público atualmente. Foi necessário no decorrer do projeto o auxílio de profissionais de outras áreas para suporte no andamento deste projeto, contamos com o apoio de médicos, professores e engenheiros para conhecer a doença, o público alvo e as possibilidades de tecnologia, conhecimento de materiais e componentes, mesmo conversando com profissionais dessas áreas não foi possível sanar todos os problemas. Desta forma foi notória a importância da contribuição direta de profissionais de diversas áreas para o desenvolvimento do projeto

7. Recomendações

Buscando o desenvolvimento aperfeiçoado do produto se faz necessário um trabalho futuro com profissionais de outras áreas para melhorias no projeto. A seguir uma lista com possíveis alterações para evolução do produto:

- 1- Melhorar a angulação das curvas do cinto;
- 2- Aperfeiçoar a estrutura interna para melhor suportar os componentes funcionais;
- 3- Melhoramento para a inserção da insulina no reservatório.
- 4- Disponibilizar outras funções no menu do relógio.

Bibliografia

BAXTER, Mike. **Projeto de Produto**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1998.

IIDA, Itiro. **Ergonomia: Projeto e Produção**. 2ª ed. rev. e ampl. São Paulo: Blucher, 2005.

KRIPPENDORFF, Klaus. **The Semantic Turn: A New Foundation for Design**. New York: Taylor & Francis Group, 2006

LIMA, Marco A. M. Introdução aos materiais e processos para designers. Rio de Janeiro: Ciência Moderna LTDA, 2006.

MORAES, Dijon de. **Metaprojeto: O design do design**. 1. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2010.

PEDROSA, Israel. **Da cor à cor inexistente**. 10. ed. 1. reimpr. Rio de Janeiro: Senac Nacional, 2010.

ZIMMERMAN, Bruce R.; WALKER, Elizabeth A. **Guia Completo sobre Diabetes: Da American Diabetes Association**. Brasil: Anima, 2002. 608 p. Organizado pela American Diabetes Association.

Artigos e Teses

MINICUCCI J. , WALTER. **Uso de Bomba de Infusão Subcutânea de Insulina e suas Indicações**. Disciplina de Endocrinologia e Metabologia da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), SP, Brasil, v. 2 n.2 p. 340-348, 2008.

Referências Eletrônicas

ADIES. **ASSOCIAÇÃO DE DIABÉTICOS DO ESPÍRITO SANTO E AMIGOS. Insumos e Produtos para o Tratamento – Insumos para Diabéticos**. Disponível em: < <http://adies.com.br/site/a-diabetes/insumos-e-produtos-para-o-tratamento/>>. Acesso em: 02/03/2015.

ACCU-CHEK. **Tratamento com Bomba de Insulina**. Disponível em: <<https://www.accu-chek.com.br/br/entendendo-o-diabetes/tratamento-perguntas-frequentes-bomba-insulina.html>> . Acesso em: 12/04/2015.

GLOBAL SOURCES, EET Asia. **How to Design an Insulin Pump**, Jun. 2013. Disponível em: < http://www.eetasia.com/ART_8800685967_1034362_TA_9598fdf0.HTM>. Acesso em: 30/03/2015.

GROSS, Jorge L.; SILVEIRO, Sandra P.; CAMARGO, Joíza L.. Diabetes Mellitus: Diagnóstico, Classificação e Avaliação do Controle Glicêmico. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia, Abe&m**, São Paulo - Sp, v. 46, n. 1, p.16-26, fev. 2002. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0004-27302002000100004&script=sci_arttext Acesso em: 29/03/2015.

MEDICINA ATUAL – Informação Médica Recomendada. **Diabetes Mellitus Tipo 1**. Disponível em: < <http://www.medicinaatual.com.br/doencas/diabetes-mellitus-tipo-1.html> >. Acesso em: 12/04/2015

MEDRONIC. **Prevalência do Diabetes e Custos de Saúde**. Disponível em: <http://medtronicbrasil.com.br/BR/about/diabetes.html> Acesso em: 30/03/2015.

MINICUCCI J. , WALTER. **Clínica de Endocrinologia e Diabetes. Canetas ou Seringas – O que é melhor para Aplicar Insulina?** . Disponível em: <<http://walterminicucci.com.br/meu-filho-tem-diabetes-e-agora?id=130:aplicacao-de-insulina>>. Acesso em: 02/03/2015.

MINIMED INFUSION PUMPS. **Minimed 508 Insulin Pump**. Disponível em: < <http://www.msdonline.com/biomed/meh/MINIMED.HTM>> Acesso em: 29/03/2015

Dra. LIMA L. , ANA. **Tua Saúde. Diabetes Tipo 1**. Disponível em: <<http://www.tuasaude.com/diabetes-tipo-1/>> . Acesso em: 12/04/2015.

BEM ESTAR. **Ganho de Gordura Abdominal pode Aumentar o Risco de Diabetes**. Disponível em: <<http://g1.globo.com/bemestar/noticia/2013/11/ganho-de-gordura-abdominal-pode-aumentar-o-risco-de-diabetes.html> > Acesso em: 12/04/2015.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. **Avanços dos Equipamentos no Tratamento do Diabetes**. Disponível em: <<http://www.diabetes.org.br/avancos-dos-equipamentos-no-tratamento-do-diabetes>>. Acesso em: 12/04/2015.

MINHA VIDA. **Bomba de Insulina Diminui Número de Injeções no Paciente com Diabetes**. Disponível em: <<http://www.minhavidacom.br/saude/materias/16932-bomba-de-insulina-diminui-numero-de-injecoes-no-paciente-com-diabetes>> Acesso: 13/04/2015.

UADERJ - União das Associações de Diabéticos do Estado do Rio de Janeiro. **Insulinoterapia ou Bomba de Insulina?**. Disponível em: <<http://www.uaderj.org.br/wpress/insulinoterapia-ou-bomba-de-insulina/>>. Acesso em: 12/04/2015.

DIABETES UK, Care Connect Campaign. **Pumps**. Disponível em: <<http://www.diabetes.org.uk/teens-pumps> >. Acesso em: 18/04/2015.

TECMUNDO. **O que são telas AMOLED?**. Disponível em: <<http://www.tecmundo.com.br/video/2892-o-que-sao-telas-amoled-.htm>>. Acesso em: 05/05/2015.

IBT PLÁSTICOS. **Processo de Termoformagem**. Disponível em: <<http://www.ibtplasticos.ind.br/pt/processo-de-termoformagem.html>>. Acesso em: 05/05/2015.

TECMUNDO. **Baterias: tudo que você precisa saber sobre elas**. Disponível em: <<http://www.tecmundo.com.br/notebook/2827-baterias-tudo-o-que-voce-precisa-saber-sobre-elas.htm>>. Acesso em: 05/05/2015.

ADVANCED THERAPEUTIC. Dana Diabecare R Insulin Pump. Disponível em: <<http://www.advancedtherapeuticsuk.com/dana-diabecare-r-insulin-pump>>. Acesso em: 06/05/2015.

SBEM-SOCIEDADE BRASILEIRA DE ENDOCRINOLOGIA E METABOLOGIA REGIONAL RIO DE JANEIRO. **Aplicação Insulina.** Disponível em: <http://www.sbemrj.org.br/aplicacao_insulina.html>. Acesso em: 06/05/2015.

SOOIL. **Diabecare R.** Disponível em: <http://www.sooil.com/NEW/eng/m3_r_03.html>. Acesso em: 06/05/2015.

ANIMAS. **Designed for Instant Insight.** Disponível em: <<http://www.animas.ca/animas-vibe/features>>. Acesso em: 10/05/2015.

EE TIMES. **Insulin Pump: design basics and tradeoffs.** Disponível em: <http://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1278073>. Acesso em: 15/05/2015.

E-BOOK. **Diabetes na Prática Clínica.** Disponível em: <<http://ebook.diabetes.org.br/component/k2/item/58-o-papel-das-bombas-de-insulina-na-estrategia-de-tratamento-do-diabetes-tipo-1-dm1>>. Acesso em: 15/05/2015.

DIÁRIO DA SAÚDE. **Bomba de Insulina melhor para pessoas com Diabetes tipo 2?** . Disponível em: <<http://www.diariodasaude.pt/pessoas-com-diabetes-tipo-2-alcancam-melhores-resultados-com-bomba-de-insulina/>>. Acesso em: 16/05/2015.

IRLABR. **Usabilidade e Suas Metas.** Disponível em: <<https://irlabr.wordpress.com/apostila-de-ihc/parte-1-ihc-na-pratica/6-usabilidade-e-suas-metas/>>. Acesso em: 20/05/2015.

TUA SAÚDE. **Tipos de Insulina.** Disponível em: <<http://www.tuasaude.com/tipos-de-insulina/>>. Acesso em: 20/05/2015.

ANEXOS

PRODUTO FINAL



Figura 86: Produto final em perspectiva - bomba de insulina e relógio de monitoramento.



Figura 87: Vista superior da bomba de insulina.



Figura 88: Perspectiva do relógio aberto.

ANÁLISE COMPARATIVA



Modelo	ACCU-CHEK	Minimed Real Time	Animas Vibe	Trucare I	DANA R
Fabricante	Roche	Medtronic	Animas Corporation	Apex Medical	Tandem
Preço Médio	R\$ 12.750,00	R\$ 14.000,00	R\$ 14.000,00	R\$ 14.000,00	R\$ 8.000,00
Dimensões (LxAxP)	8,1 x 5,5 x 2,8 cm	9,14 x 5,08 x 3,03 cm	9,14 x 5,08 x 2,9 cm	8,0 x 6,0 x 2,5 cm	9,1 x 4,5 x 2,0 cm
Memória Interna	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Alimentação	Pilhas Alcalinas (AA)	Pilhas Alcalinas (AA)	1 Bateria de lítio	Pilhas Alcalinas (AA)	1 Bateria de lítio
Material da Carenagem	ABS e Policarbonato	ABS e Policarbonato	ABS e Policarbonato	ABS e Policarbonato	ABS e Policarbonato
Peso	110g	108g	111g	100g	61g
Cores	Azul e Branco	Azul, Preto, Transparente, Rosa e Lilás	Azul, verde, preto, prata e rosa	Azul	Preto, branco, cinza, rosa e verde
Sinais Sonoros	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Alertas Visuais	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
Alertas Vibratórios	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
Visor	LCD	LCD	LCD	LCD	LCD
Visor Luminoso	Não	Não	Sim	Sim	Sim
Conexão com outros Dispositivos	Infravermelho	USB	USB e Sensor	Conexão wireless	Conexão wireless
Acessórios	Sim (capas de couro, leve, alcântara, neoprene, para coxa, sutiã, suporte de braço e cinto esportivo).	Sim (Estojos e Clipes)	Sim (capas de couro, leve, alcântara, neoprene, para coxa, sutiã, suporte de braço e cinto esportivo).	Sim (Capas e Clipes)	Sim (Estojos, Capas e Clipes)