



Universidade Federal
de Campina Grande

Equipamento para mensurar a eficiência propulsiva de nadadores de alto rendimento

Autor: Camila Rodrigues Pessoa

Orientador: Ph.D Wellington Gomes de Medeiros

2015



Universidade Federal
de Campina Grande

UFCG | CCT | UADESIGN | CURSO DE DESIGN

Trabalho de Conclusão de Curso

Equipamento para mensurar a eficiência propulsiva de nadadores de alto rendimento

Autor: Camila Rodrigues Pessoa

Orientador: Ph.D Wellington Gomes de Medeiros

Campina Grande, Novembro de 2015



Universidade Federal
de Campina Grande

UFCG | CCT | UADESIGN | CURSO DE DESIGN

Trabalho de Conclusão de Curso

Equipamento para mensurar a eficiência propulsiva de nadadores de alto rendimento

Relatório técnico científico apresentado ao 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: Camila Rodrigues Pessoa

Orientador: Ph.D Wellington Gomes de Medeiros

Campina Grande, Novembro de 2015



Universidade Federal
de Campina Grande

UFCG | CCT | UADESIGN | CURSO DE DESIGN

Trabalho de Conclusão de Curso

Equipamento para mensurar a eficiência propulsiva de nadadores de alto rendimento

Relatório técnico científico apresentado e aprovado no dia 24 de novembro 2015, pela banca examinadora de constituída pelos professores:

Ph.D. Wellington Gomes de Medeiros (Orientador)

Dr. Luiz Felipe de Almeida Lucena

Msc. Rodrigo Motta

Campina Grande, Novembro de 2015

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao conhecimento, que hoje e sempre me libertará.

AGRADECIMENTO

“Se eu vi mais longe, foi por estar sobre ombros de gigantes.”
É com esta frase de Isaac Newton, que ousadamente (distante de ser uma cientista brilhante), aproprio-me da intenção de te agradecer:

Família, minha base e fonte inesgotável de amor. Agradeço por tudo que tenho, tudo que sou e tudo que ainda serei.

Amigos, não consigo imaginar como seria percorrer toda essa estrada sem os vossos ombros. Uns mais, outros menos, os verdadeiros permanecerão.

Professores, não serei uma aluna memorável, mas posso afirmar que em minha memória trago ensinamentos eternizados pelos senhores.

À todos que um dia cruzaram o meu caminho nesta trajetória, me apoiando, tornando o meu dia melhor ou até me criticando. Obrigada, hoje sou mais forte do que nunca.

Aos que trouxeram as ciências do design com enorme competência até mim, muito obrigada. Certamente vos digo, nunca vou parar de aprender.

À minha força interior e vontade de vencer, ao consciente, à mente em exaustão, às madrugadas. À renovação da esperança. Aos sonhos. Ao ser.

Nós conseguimos.

“Que sabedoria se pode encontrar que seja maior que a gentileza?”

Jean-Jacques Rousseau

RESUMO

Este projeto descreve, por meio de etapas, o desenvolvimento de um equipamento para mensurar a eficiência propulsiva de nadadores de alto rendimento. É um produto capaz de oferecer ao atleta o treinamento de nado resistido, associado ao feedback fornecido pelo equipamento a cerca da eficiência de seu deslocamento na água.

O trabalho tem como princípio aperfeiçoar o tipo de treinamento denominado nado amarrado já existente, com a finalidade de aplicar novas tecnologias e solucionar alguns problemas apresentados neste tipo de exercício.

O desenvolvimento do equipamento foi realizado através da demanda da Quatro Bordas, empresa local atuante no mercado desportivo aquático, que vem pesquisando meios de inovar neste segmento.

A proposta deste trabalho foi de aprimorar o sistema proposto, intervindo através do design para elaboração de um produto mais eficiente e seguro.

Palavras-chaves: Propulsão. Natação. Design

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Nadador de alto rendimento em exercício	10
Figura 2: Marca da empresa Quatro Bordas	11
Figura 3: Atleta praticando o nado amarrado	11
Figura 4: Avaliação da propulsão do atleta pela empresa Cefise	11
Figura 5: Vista aérea de uma piscina olímpica	13
Figura 6: Atleta em treinamento usando nadadeiras	14
Figura 7: Nadadora ajustando um par de palmares	14
Figura 8: Atleta treinando com palmares	14
Figura 9: Técnico cronometrando o tempo de prova de atletas	14
Figura 10: Cartaz das Olimpíadas de Londres, 1908	16
Figura 11: Primeira competição de natação em piscina olímpica	16
Figura 12: Marca e slogan da FINA	16
Figura 13: Competição de natação em Jogos Olímpicos, Londres, 104 anos depois	
Figura 14: Descrição técnica do nado crawl	18
Figura 15: Esquema das forças atuantes no nado	19
Figura 16: Atleta gerando turbulência no meio aquático	21
Figura 17: Marca da CBDA	22
Figura 18: Amostra de atletas confederados e corpo técnico da CBDA	22
Figura 19: Painel semântico do público alvo	23
Figura 20: Síntese das medidas dos nadadores de ambos os sexos	24
Figura 21: Exemplo das categorias de produtos selecionados para análise	25
Figura 22: Treinamento vernacular usando equipamento de academia.	26
Figura 23: Representação esquemática do sistema usando equipamento de academia.	26
Figura 24: Atleta executando o nado amarrado	27
Figura 25: Cabeamento imersos na piscina	27
Figura 26: Estrutura dos produtos de nado resistido em deslocamento	30
Figura 27: Nadador utilizando cinto na altura da linha abdominal	30
Figura 28: Síntese de materiais	30
Figura 29: Síntese do uso de produtos do nado resistido	31
Figura 30: Boia de E.V.A para flutuação de pernas	32
Figura 31: Lentes de PC, moldura e ventosa em PVC. Óculos de natação Speedo Blast	32
Figura 32: Auxiliar flipper swimming	32
Figura 33: Divisão de raia em disco de PE	32
Figura 34: “Macarrão” para piscina confeccionado em espuma de PE	32
Figura 35: Tiras de silicone em palmares	33
Figura 36: Nadadeira de borracha termoplástica	33
Figura 37: Roupa de mergulho em Neoprene forrado com malha	33
Figura 38: Detalhe de tecido de nylon impermeável	33
Figura 39: Grânulos de polímero	34
Figura 40: Pó para pigmentação de polímeros	34
Figura 41: Exemplo da aplicação de cor em copos de plástico pigmentado	34
Figura 42: Comportamento dos objetos que flutuam na água (linha de superfície)	34
Figura 43: Transmissor wireless Xbee	35
Figura 44: Transdutor de força	35
Figura 45: Smartphone pós processo Water Shield	36

LISTA DE FIGURAS

Figura 46: Tempo trainer da Finis. Cronômetro digital para natação	36
Figura 47: Finis trainer em uso	36
Figura 48: MP3 aquático, Nabaji. Apresenta dupla carcaça	37
Figura 49: MP3 aquático, Nabaji em uso	37
Figura 50: Exemplo de bateria utilizada no Finis Trainer	39
Figura 51: Bateria recarregável bateria LI 42B 3.7V, 740mAh	39
Figura 52: Referência do tamanho da bateria recarregável proposta	39
Figura 53: Amostra do painel semântico	43
Figura 54: Sketches do grupo A	44
Figura 55: Sketches do grupo B	45
Figura 56: Sketches do conceito A1	46
Figura 57: Sketches do conceito A2	46
Figura 58: Sketch do conceito A3	47
Figura 59: Sketches do conceito A4	47
Figura 60: Sketches do conceito B1	48
Figura 61: Sketches do conceito B2	48
Figura 62: Sketches do conceito B3	49
Figura 63: Sketch do conceito B4	49
Figura 64: Síntese das informações a cerca da hidrodinâmica da forma	50
Figura 65: Sketch do conceito selecionado	51
Figura 66: Variação do conceito selecionado	52
Figura 67: Sketch do desenvolvimento	52
Figura 68: Elementos do produto proposto	52
Figura 69: Perspectiva explodida para setorização das cores	53
Figura 70: Painel de produtos aquáticos	54
Figura 71: Painel de produtos de sinalização e segurança aquática	55
Figura 72: Aplicação de cor extraída. Laranja e cinza.	56
Figura 73: Aplicação de cor extraída. Laranja e azul.	56
Figura 74: Aplicação de cor extraída. Laranja e vermelho.	56
Figura 75: Aplicação de cor extraída. Vermelho e azul.	57
Figura 76: Aplicação de cor extraída. Roxo e laranja.	57
Figura 77: Aplicação de cor extraída. Vermelho e verde	57
Figura 78: Aplicação de cor extraída. Azul e laranja.	58
Figura 79: Aplicação de cor extraída. Branco e azul	58
Figura 80: Aplicação de cor escolhida para o desenvolvimento do projeto	59
Figura 81: Perspectiva da cápsula subaquática	60
Figura 82: Produto sob o ponto de vista inferior	61
Figura 83: Vistas ortogonais	62
Figura 84: Representação da passagem da água	63
Figura 85: Detalhe da passagem da água	64
Figura 86: Esquema interno da carcaça	65
Figura 87: Configuração funcional do produto	65
Figura 88: Atleta preparando o paraquedas de natação	66
Figura 89: Atleta usando o produto	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Funcional e estrutural do nado amarrado	_____	26
Tabela 2: Classificação dos produtos de nado resistido	_____	28
Tabela 3: Comparativa dos equipamentos de nado resistido	_____	29
Tabela 4: Valores IP referentes à proteção contra a água	_____	38
Tabela 5: Requisitos e Parâmetros	_____	40
Tabela 6: Avaliação dos Conceitos	_____	64

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.1 Formulação da necessidade	11
1.1.1 Nado Amarrado	11
1.2 Objetivos	12
1.2.1 Objetivo Geral	12
1.2.2 Objetivos Específicos	12
1.2.3 Delimitação do Estudo	13
1.3 Justificativa	14
2. LEVANTAMENTO DE DADOS	16
2.1 A Natação - da história para a técnica	16
2.1.1 Estilos de nado	18
2.1.2 A Energia Propulsora	19
2.2 O Meio Aquático	21
2.3 O Cenário da Natação no Brasil	22
2.4 Público-alvo	23
2.4.1 Biotipo e antropometria do nadador	24
2.5 Análise de Produtos Similares	25
2.5.1 Tabela Estrutural - Funcional do nado amarrado	26
2.5.2 Conclusão da análise estrutural do nado amarrado	27
2.5.3 Análise de equipamentos de treinamento	28
2.5.4 Conclusão	30
2.6 Análise de Uso	31
2.6.1 Conclusão	31
2.7 Levantamento de materiais	32
2.7.1 Etileno Vinil Acetato (EVA)	32
2.7.2 Policarbonato	32
2.7.3 Policloreto de Vinila (PVC)	32
2.7.4 Polietileno (PE)	32
2.7.5 Espuma de Polietileno	32
2.7.6 Silicone	33
2.7.7 Borracha Termoplástica	33
2.7.8 Neoprene	33
2.7.9 Poliamida (Nylon)	33
2.7.10 Conclusão	34
2.8 Levantamento da Tecnologia	35
2.8.1 Transmissão de Dados	35
2.8.2 Mensuração de Força	35
2.8.3 Sistemas de Proteção	36
2.8.4 Alimentação	39
2.9 Requisitos e Parâmetros	40

SUMÁRIO

3. ANTEPROJETO	42
3.1 Ponto de partida	43
3.2 Geração de idéias	44
3.2.1 Conceito A1	46
3.2.2 Conceito A2	46
3.2.3 Conceito A3	47
3.2.4 Conceito A4	47
3.3.1 Conceito B1	48
3.3.2 Conceito B2	48
3.3.3 Conceito B3	49
3.3.4 Conceito B4	49
3.4 Hidrodinâmica	50
3.4.1 Comportamento de formas no meio fluido	50
3.4.2 Conclusão	50
3.5 Definição do Conceito	51
3.6 Desenvolvimento	52
3.6.1 Concepção Estrutural	52
3.7 Estudo Cromático	53
3.7.1 Setorização para aplicação de cor	53
3.7.2 Referência cromática	54
3.7.3 Conclusão	55
3.7.4 Aplicação de cor no produto	56
4. PROJETO	64
4 Produto	64
4.1 Vistas Ortogonais	65
4.2 Passagem da água	66
4.3 Concepção do sistema eletrônico	67
4.4 Configuração funcional do produto	68
4.5 Uso do produto	69
5. CONCLUSÃO	71
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73

A large orange circle is centered on the page, with the word "INTRODUÇÃO" written across its middle in a dark blue, bold, sans-serif font.

INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

A natação é uma conquista evolutiva de adaptação do homem ao meio aquático. Com o passar dos séculos, o ser humano aperfeiçoou o modo como flutua e se desloca na água, criando estilos de nado e aprimorando técnicas de movimentos e de respiração. Esta atividade foi incorporada ao mundo desportivo, ganhando as piscinas e se tornando o esporte aquático mais popular do planeta.

A natação é apontada como uma atividade singular e completa que traz inúmeros benefícios físicos e mentais para os indivíduos que a praticam, além de ser direcionada a diferentes objetivos como os de lazer, recreacional, esportivo, terapêutico e de promoção à saúde.

Tecnicamente caracteriza-se por ser uma atividade de locomoção na água que dispensa meios artificiais. Apenas o corpo humano é o responsável pela geração de energia, produzindo movimento biomecânico que quando executado em ciclos contínuos geram velocidade e deslocamento.

Nadadores de alto rendimento são atletas que praticam a natação pura desportiva assistida por técnicos e treinadores profissionais. Seu objetivo enquanto praticante é aprimorar méritos fundamentais para o desempenho em provas e competições.

Na natação profissional e no âmbito competitivo, o objetivo primordial do atleta é cumprir, dentro de uma piscina, a distância fixada para uma determinada prova no menor tempo possível. Esta atividade exige um padrão básico de habilidades, são elas: imersão, flutuação (horizontalizar o corpo) e propulsão. Segundo Counsilman (1984, apud SBARAINI, 2005), “A essa movimentação de impulsionar ou empurrar o corpo a diferentes posições denomina-se propulsão”.

Para Maglischo (1986), o êxito dos nadadores ou daqueles que usufruem do meio líquido para deslocarem-se, depende primordialmente da capacidade de se gerar energia propulsora, reduzindo juntamente a resistência do movimento de deslocamento. Conclui-se, portanto que a propulsão, ou a ação de gerar arrasto¹, é a atividade-chave da natação.

Todas as habilidades descritas são constantemente alvo de aperfeiçoamento técnico e funcional, uma vez que centésimos de segundos separam o vencedor dos demais.



Figura 1: Nadador de alto rendimento em exercício.

¹ Arrasto é a força que faz resistência ao movimento de um objeto sólido através de um fluido.

1.1 FORMULAÇÃO DA NECESSIDADE

A oportunidade deste projeto foi identificada em parceria com a Quatro Bordas Avaliação de Programas de Treinamento Ltda. (figura 2), empresa de Campina Grande - PB focada no desenvolvimento de tecnologias para o mercado desportivo aquático. Há sete anos, a Quatro Bordas identificou uma carência em relação a análise da performance de atletas em treinamento e se propôs a desenvolver novos sistemas que pudessem auxiliar tecnicamente treinadores e nadadores.

Para isso, teve como princípio a busca por soluções através de equipamentos que viabilizem a coleta e análise da força propulsiva x velocidade x técnica, principais parâmetros da natação pura desportiva.

Desde então a empresa avaliou métodos de treinamento existentes e identificou um em potencial que poderia sofrer forte intervenção e melhoria.

1.1.1 O NADO AMARRADO

O chamado nado amarrado ou nado atado, (figura 3) é um tipo de treinamento estabelecido para atletas de alto rendimento da natação, de ambos os sexos. Segundo Marinho (2002), este tipo de nado foi relatado na literatura científica como procedimento de mensuração da força propulsora do nadador desde a década de 50.

O nado amarrado é um tipo de equipamento utilizado como atividade suplementar, que se enquadra na categoria de nado de velocidade contra-resistência.

Esse treino consiste em prender o atleta através da cintura a um equipamento fixo na borda da piscina. Sendo este composto por um cabo de aço, hastes, flutuadores e uma célula de carga, que mede através da tração, a força que o atleta desprende ao nadar. Associando equipamento e software (figura 4), o sistema é capaz de indicar a relação da força exercida x tempo de treinamento. Força esta, igual ao produto da massa pela aceleração ($F = M \times A$) expressa em Newtons.

Este tipo de treinamento é importante porque se caracteriza como uma solução para que o treinador avalie o desempenho do atleta no que diz respeito às técnicas e emprego de energia propulsora.



Figura 2: Marca da empresa Quatro Bordas.



Figura 3: Atleta praticando o nado amarrado.



Figura 4: Avaliação da propulsão do atleta pela empresa Cefise.

Rödel (2011) em referência a Maglischo (1999) cita que a principal vantagem da natação de velocidade contra-resistência é que ela exige dos atletas o uso de mais força muscular para suplantar a resistência adicional. Porém, como o mesmo autor alerta, embora este tipo de treinamento incentive nadadores a darem braçadas com maior força, isso também altera a mecânica dos movimentos dos membros e a posição do corpo na água, o que vai de contra um dos benefícios do treinamento de potência e força muscular.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um equipamento que contribua com a melhoria da performance do nadador de alto rendimento, através de um sistema associado de hardware e software que objetiva sua utilização em situação de treinamento.

1.2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desenvolver um equipamento de caráter subaquático que mensure a eficiência propulsiva de nadadores em reais condições do nado;
- Desenvolver um equipamento de baixa interferência instrumental, permitindo assim a portabilidade e fidelidade ao nado;
- Conceber um produto de acordo com a tipologia de produtos de treinamento aquáticos.

1.2.3 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

Em conformidade com os objetivos definidos serão desenvolvidas soluções centradas nos aspectos tecnológicos, ergonômicos e semânticos do produto.

Este produto tem caráter delimitativo de uso em piscinas olímpicas, ou semiolímpicas, que possuam profundidade e metragens mínimas com a finalidade de permitir o deslocamento adequado de um atleta de alto rendimento.

Piscinas desta categoria seguem normas regulamentadas de 50 metros de comprimento, mínimo de 25 metros de largura, profundidade de 3 metros em toda a sua extensão e no mínimo 8 raias. (Figura 5)



Figura 5: Vista aérea de uma piscina olímpica.

O desenvolvimento dos sistemas elétricos e mecânicos do processo produtivo devem ser revisados por profissionais capacitados das respectivas áreas, tendo em vista que serão apenas sugeridas algumas soluções. Assim como, não será da competência deste projeto o desenvolvimento de um software para diagnóstico e armazenamento dos dados fornecidos, provenientes da interação do usuário com o equipamento.

1.3 JUSTIFICATIVA

No mundo do esporte em sua totalidade, atletas profissionais têm a necessidade de se prepararem intensivamente para superar seus próprios limites. Esta superação está associada ao crescimento profissional e o consequente sucesso dentro das modalidades.

Tal parâmetro essencial do esporte está integrado à necessidade de prática e aperfeiçoamento do exercício. Por isso existe no mercado a potencial inserção de produtos que auxiliem e aprimorem habilidades através do treino.

Produtos para o treino da natação de alto rendimento são em sua maioria da categoria de vestuário e acessórios, a exemplo de nadadeiras, palmares e flutuadores (figuras 6, 7 e 8). Esses produtos apesar de grande utilidade (aumentando cargas e fortalecendo a musculatura) não contemplam a tecnologia da informação, sendo por isso de total restrição quanto a oferecer ao usuário um diagnóstico ou feedback para melhor desempenho de suas atividades.

A empresa Quatro Bordas reconhece e já atua neste cenário, apresentando por isso, a necessidade de intervenção do profissional de design que possa desenvolver um produto aquático que leve em consideração os aspectos técnicos do nado e do meio.

O nado amarrado apresenta-se como uma oportunidade em potencial de intervir, evoluir e colaborar com a situação explanada, uma vez que poderá contribuir com a criação de novos protocolos de treinamento (figura 9) e consequentemente empenhar o progresso de nadadores do sexo masculino e feminino; velocistas da natação.



Figura 6: Atleta em treinamento usando nadadeiras.



Figura 7: Nadadora ajustando um par de palmares.

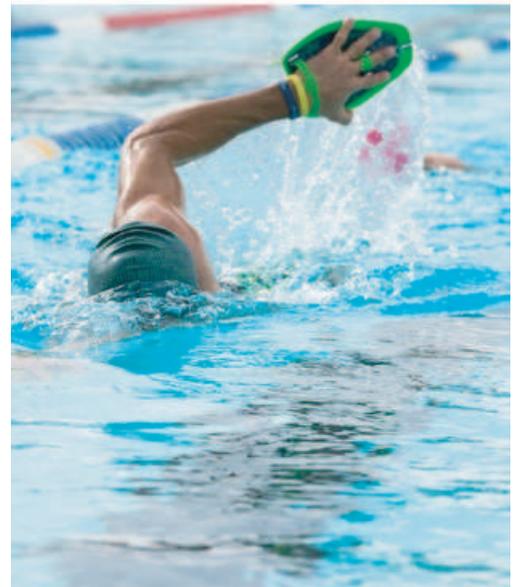


Figura 8: Atleta treinando com palmares.



Figura 9: Técnico cronometrando o tempo de prova de atletas.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGE, Mônica Juergens; Acadêmica do curso de Design de Produto; Universidade da Região de Joinville - UNIVILLE **Investigação da biônica como técnica criativa para problemas em design de produtos** DESENHANDO O FUTURO 2011 | 1º CONGRESSO NACIONAL DE DESIGN.

BALTAZAR, R. **Aspectos Relacionados ao Desempenho na Nataação**. – Monografia. Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências da Saúde e do Esporte, Curso de Graduação em Educação Física. Florianópolis, Santa Catarina 2009.

BARROS, R.M. **Biomecânica da Nataação: considerações sobre a seleção de modelos**. Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte – Universidade Estadual de Campinas.2010

MAGLISCHO, E.W. **Nadando o mais rápido possível**. 3ed. Barueri, SP: Manole, 2010

MARINHO, P. C. **Mensuração da força propulsora mediante o emprego do “nado amarrado” e sua relação com a velocidade básica de nadadores**. Dissertação – Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Educação Física. Programa de Pós-Graduação em Educação Física. Campinas – SP, 2002.

RÖDEL, R.G. **Treinamento Resistido para Nataação Competitiva: Revisão**. – Monografia – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Educação Física, Porto Alegre 2011.

SBARAINI, F. L. **Caracterização e Análise do Desempenho da Locomoção Realizada em Suspensão no Meio Líquido**. Dissertação – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Desportos, Programa de Pós Graduação em Educação Física, Santa Catarina 2005.

TARPINIAN, Steve. **Nataação: Um guia ilustrado de aperfeiçoamento de técnicas e treinamento para nadadores de todos os níveis/ tradução Selva Ziedas**. –São Paulo: Gaia, 2007.

VIEIRA, Sílvia, FREITAS, Armando. **O que é Nataação**. Rio de Janeiro: Casa da Palavra: COB, 2006 96p. :il.



2 LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE DADOS

2.1 A NATAÇÃO - da história para a técnica

Por definição a natação é a capacidade do homem de se deslocar em meio líquido através de movimentos gerados pelo próprio corpo. Este tipo de atividade física é exercida desde a origem da humanidade por questões de sobrevivência no habitat natural. Na antiguidade, essa prática foi incorporada ao condicionamento físico obrigatório do treinamento militar, e paralelamente como atividade de lazer e recreação.

Por volta do século XVII, em 1896 nos Jogos de Atenas- Grécia, esta atividade passou a ser congregada como esporte ingressando na modalidade competitiva de velocidade em águas salgadas. Porém, a sua consolidação tal qual conhecemos hoje, veio a partir das Olimpíadas de 1908 em Londres, (figura 10) onde foram construídas piscinas exclusivamente para a prática da natação (figura 11).

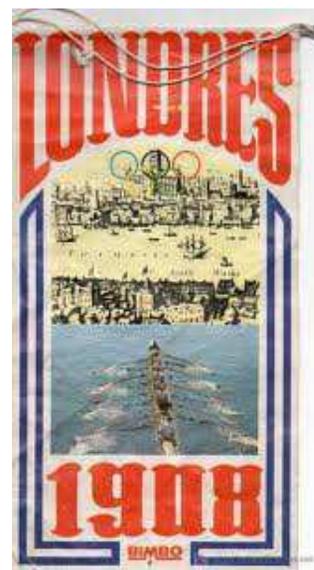


Figura 10: Cartaz das Olimpíadas de Londres, 1908.

Figura 11: Primeira competição de natação em piscina olímpica.

A Federação Internacional de Natação (FINA) foi fundada no mesmo ano, em 1908. Esta entidade tornou-se responsável pela regulamentação, criação e inspeção de normas, definição do rigor, fiscalização e controle das competições em todo o mundo.

As piscinas e todo o equipamento técnico de aferição e checagem de tempo são inspecionados antes do início das competições. Por determinação da FINA, a marcação do tempo nas provas oficiais de natação é feita por equipamento eletrônico automático. A partir dos registros do mesmo, determina-se quem é o vencedor da prova, e o tempo de prova de todos os nadadores. Este equipamento mede o tempo até a casa dos centésimos de segundos.



Figura 12: Marca e slogan da FINA.

As provas de natação podem ser individuais ou por equipes de quatro competidores. No primeiro caso, o nadador cumpre o percurso sozinho, entrando na piscina após ouvir a autorização para partida e percorrendo a distância determinada para a prova. O atleta deverá começar e terminar o percurso na mesma raia. No segundo caso, quatro nadadores fazem o revezamento da prova seguindo as mesmas normas das provas individuais.

No momento da competição é vetado o uso de qualquer vestimenta ou objeto que incremente a velocidade ou de alguma forma favoreça na flutuação ou redução e quebra de resistência do corpo na água.

Com o passar dos anos, as piscinas olímpicas evoluíram com a tecnologia, inovando desde a sua construção à aparelhagem técnica implantada.

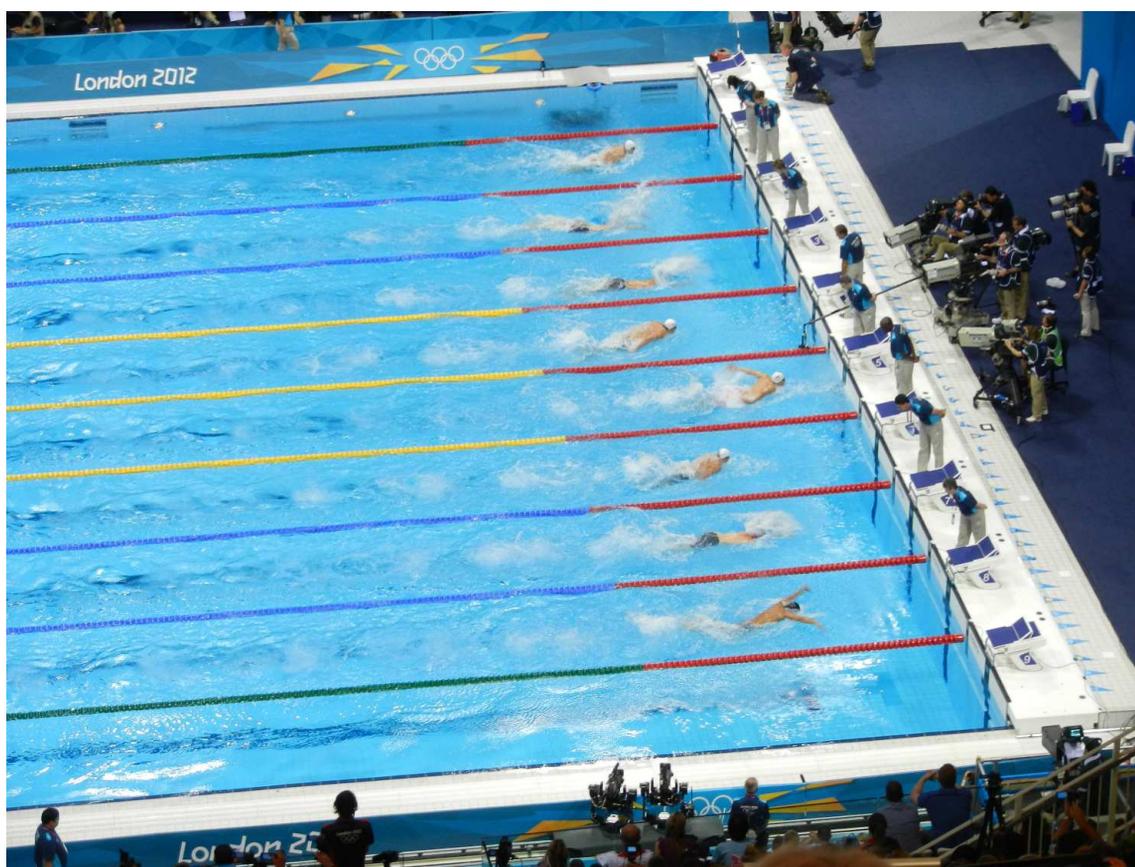


Figura 13: Competição de natação em Jogos Olímpicos, Londres, 104 anos depois.

2.1.1 ESTILOS DE NADO

Por determinação da FINA, as provas oficiais de natação podem ser disputadas em quatro estilos de nado: costas, peito, borboleta e livre. Sendo o estilo medley a junção das quatro modalidades em uma mesma prova.

Convencionou-se associar o nado livre ao estilo crawl, tecnicamente está estabelecido que neste estilo a escolha fica a critério do atleta, por isso em quase 100% dos casos a preferência pelo crawl se dá pelo fato de o estilo proporcionar ao nadador condições de atingir maior velocidade na piscina e conseqüentemente, cumprir a prova no menor tempo.

O nado crawl é composto por seis fases técnicas realizadas repetidamente. Dessas fases, duas são de imersão e saída da água, as demais caracterizam os movimentos estabelecidos para este tipo de deslocamento (Figura 14).

O projeto contemplará a mensuração da eficiência propulsiva no estilo crawl, podendo em um segundo momento estabelecer testes com os demais estilos.

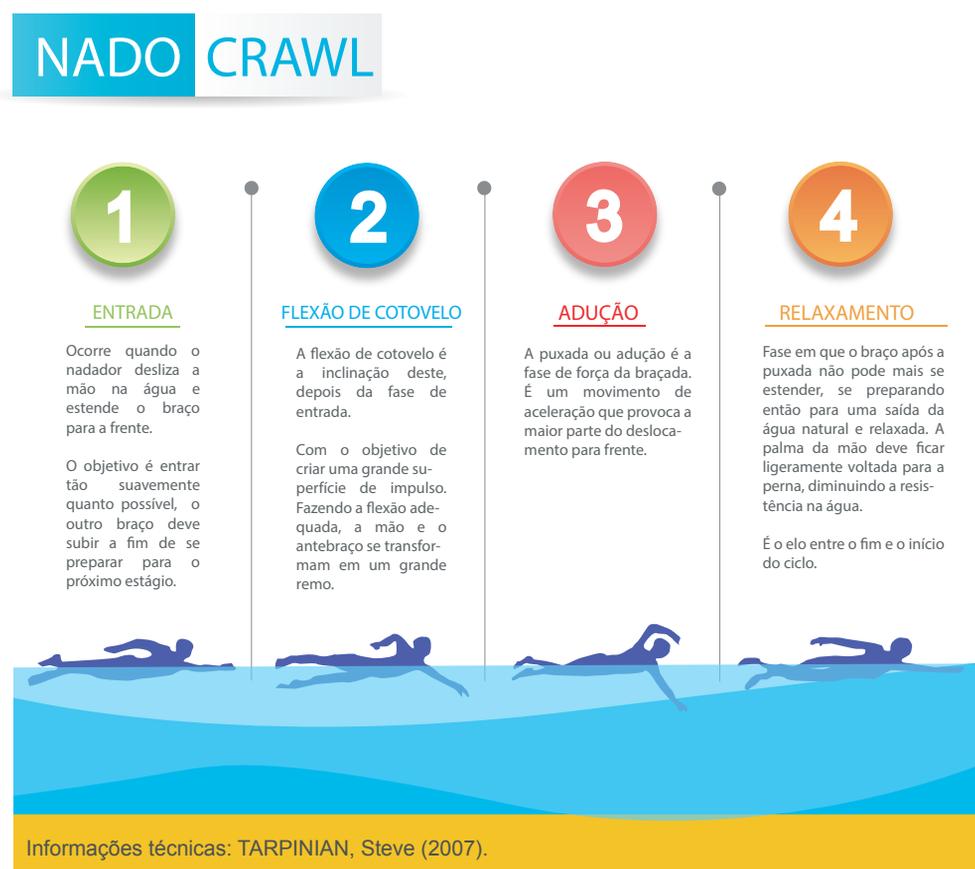


Figura 14: Descrição técnica do nado crawl.

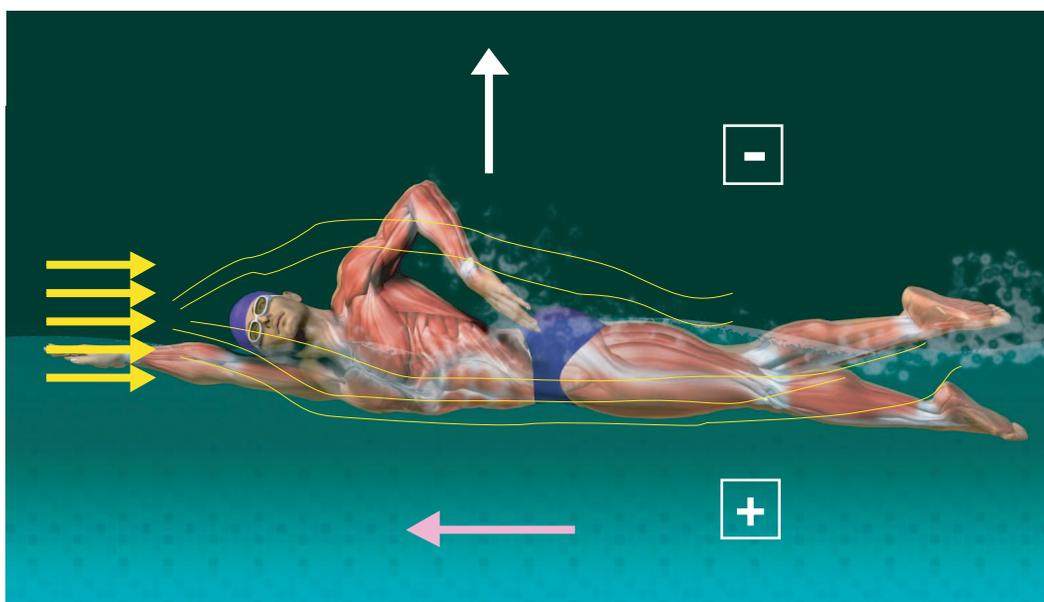
2.1.2 A ENERGIA PROPULSORA

A capacidade de gerar energia propulsora, a mecânica do nado e a minimização da resistência ao avanço no meio líquido, compõem a tríade essencial da eficiência desportiva aquática. Se o objetivo é nadar mais rápido, é possível perceber que isto depende de quanto a força propulsiva é maior que a resistiva e, portanto, deve-se agir para aumentar a primeira e reduzir a segunda.

Caracterizada por ser uma fase de propulsão realizada contra a água, (a qual pode ser acelerada ou deslocada), o atleta deve gerar força propulsiva acelerando uma determinada massa de água durante um período de tempo.

Esta força propulsiva, caracterizada como biomecânica, vem da habilidade do corpo humano de converter energia metabólica em energia mecânica, transformando seu estado de repouso em estado de movimento. Esta energia é transferida do nadador para a água, conseqüentemente parte do trabalho mecânico produzido pelo nadador durante a braçada é dissipada (ao movimentar a água para trás e para os lados) e somente uma porção da mesma é efetivamente usada para gerar o impulso pra frente.

O equilíbrio do nado se dá através da compensação de forças e pressões que se anulam entre si mantendo o atleta na superfície da água. (Figura 15)



LEGENDA:

 Sentido do nado

 Arrasto

 Sustentação

 Mais pressão

 Menos pressão

Figura 15: Esquema das forças atuantes no nado.

Baseado nos conceitos da hidrodinâmica, arrasto é o termo usado para identificar a resistência da água aos movimentos dos nadadores quando os mesmos se deslocam através dela. Esta força sempre é exercida na direção oposta à do movimento.

A força de sustentação é exercida no direcionamento perpendicular à força do arrasto, ela é causada pelas diferenças de pressão criadas na piscina. Objetos tendem a se mover da área de maior para a de menor pressão, por isso essa relação os mantém em suspensão, equilibrando-o com a força gravitacional.

Uma vez que o produto a ser desenvolvido mensura a eficiência propulsiva, é fundamental denotar que eficiência significa a relação objetiva e quantitativa entre o trabalho mecânico realizado e o resultado do gasto energético que se lhe encontra associado.

A propulsão é o resultado da soma de várias grandezas, dentre as principais destaca-se a força física, técnica do nadador e as propriedades do meio aquático atuando em diversos níveis e intensidades. Considerando que um produto por si só seria incapaz de quantificar a exata propulsão resultante de um conjunto de forças atuantes, fica estabelecido que o projeto desenvolvido será parte de um sistema, que quando condicionado ao nado, mensura a equivalência da propulsão gerada através da intensidade do fluxo de água resultante da movimentação física do nadador.

Barros (2010) analisa que a obtenção de variáveis biomecânicas no contexto esportivo de alto desempenho, realizado em situação real de competição, não é apenas uma possibilidade, mas uma necessidade e uma tendência de pesquisa em todo o mundo.

2.2 O MEIO AQUÁTICO

De acordo com Marinho (2002) em referência a Maglischo (1999), quando o corpo do nadador avança, as moléculas de água se deslocam em todas as direções, criando assim uma turbulência que só é desfeita quando seu corpo ultrapassa determinada seção da água. Essa turbulência à frente e dos lados do corpo do nadador, cria um diferencial de pressão que reduz a velocidade de progressão. Desta forma, o arrasto enfrentado pelo nadador é diretamente proporcional à quantidade de turbulência por ele criada (Figura 16).



Figura 16: Atleta gerando turbulência no meio aquático.

Tanto a água quanto o ar são meios fluidos que exercem diferentes forças enquanto corpos se movimentam através deles, podendo lentificar a progressão de um corpo em movimento. Os dois meios fluidos ar e água possuem densidade de $0,00120 \text{ g/cm}^3$ e $0,99820 \text{ g/cm}^3$ respectivamente. (SBARAINI 2005 apud Bäumlér & Schneider, 1989).

A quantidade de energia necessária para realizar um movimento na água é em torno de 790:1 em relação ao ar. Isso proporciona uma situação onde os movimentos podem ser realizados com maior resistência, ocasionando um maior dispêndio de energia quando em movimentação em meio aquático. (SBARAINI 2005 apud Campion, 1990).

A resistência da água ou arrasto é a principal força a ser vencida durante a locomoção aquática. Conseqüentemente a superação desta resistência requer um elevado gasto energético.

O meio aquático possui as seguintes propriedades físicas: massa, peso, gravidade específica, flutuabilidade, pressão hidrostática, tensão superficial, refração, viscosidade e temperatura.

2.3 O CENÁRIO DA NATAÇÃO NO BRASIL

No Brasil a Confederação Brasileira de Desportos Aquáticos (CBDA) (figura 17), fundada em 1934 é a entidade que responde pela administração de normas, organização e acompanhamento das competições dos esportes aquáticos.

Com representações nos 26 estados e no Distrito Federal, por meio de federações locais, a CBDA aposta em calendários estaduais de competição e frisa que há necessidade de promover disputas para que se tenha frequentemente o estímulo e motivação para a prática do esporte. O Brasil tem hoje cerca de 11 campeonatos regionais e só a confederação promove anualmente 32 competições.

Para que os atletas possam apresentar performances de alto nível, todos enfrentam um ciclo de treinamento rigoroso e bem planejado, com calendário ajustado às demandas individuais dos nadadores.



Figura 17: Marca da CBDA.



Figura 18: Amostra de atletas confederados e corpo técnico da CBDA.

Um dado de 2006 revela que na época, já existiam cerca de 11 milhões de nadadores no Brasil, sendo destes 80 mil federados. (Figura 17)

A CBDA instituiu um criterioso programa de prospecção de novos talentos e de formação de atletas que é hoje a principal garantia dos resultados e dos novos rumos que rapidamente mudam e modernizam o perfil da natação brasileira.

2.4 PÚBLICO ALVO

O público alvo deste projeto é constituído por atletas de alto rendimento da natação do sexo feminino e masculino, com idade entre 18 e 35 anos. Esta fase é considerada como a vida útil do atleta de alto rendimento, por isso foi estimada pelo projeto. Houve também a consideração da fase de crescimento dos nadadores, e a consequente possibilidade de realização do exercício de resistência e mensuração de força.

Treinadores são considerados como parte complementar do público alvo, uma vez que utilizarão o sistema através do acompanhamento e análise dos dados fornecidos pelo software.



Figura 19: Painel semântico do público alvo.

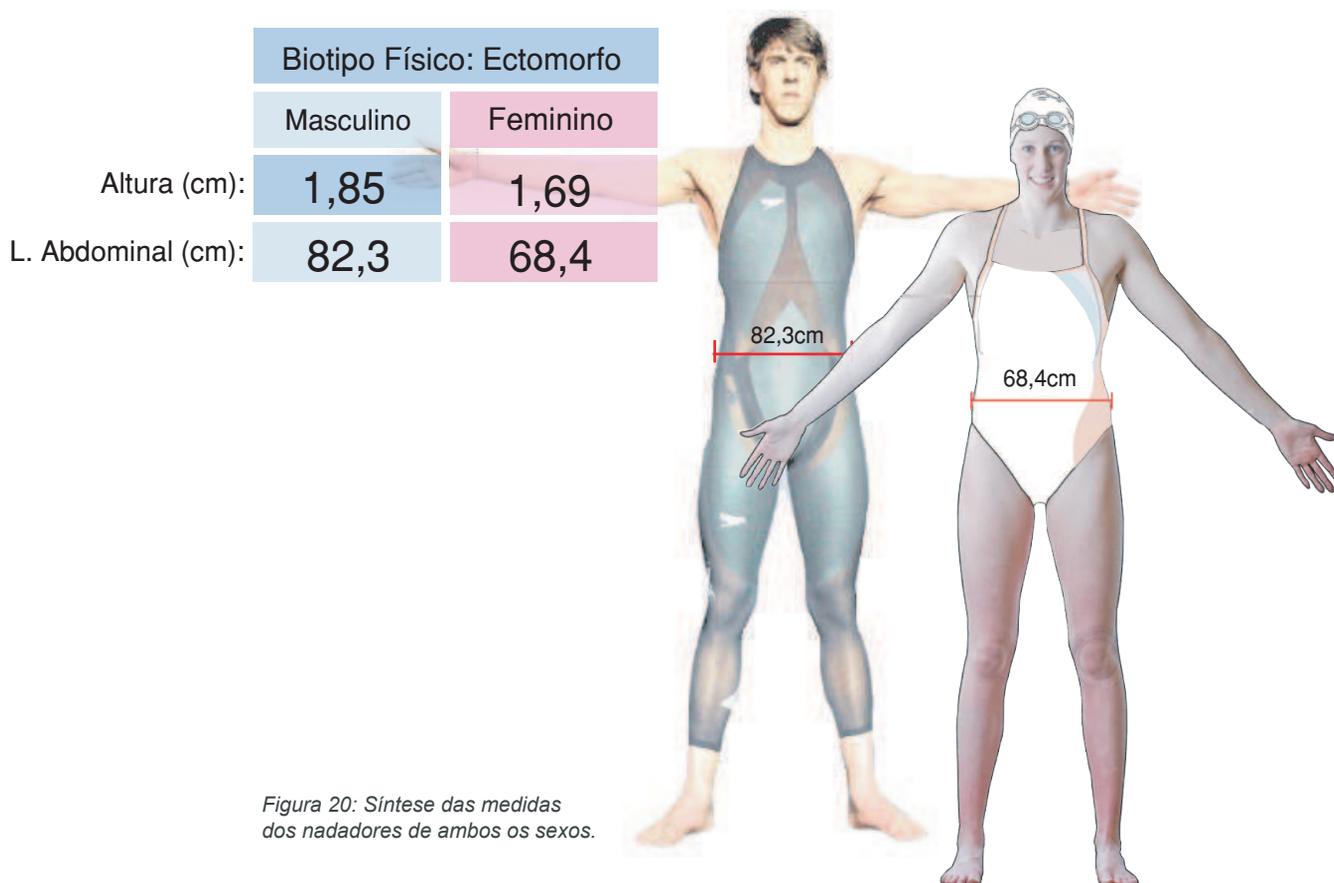
2.4.1 BIOTIPO E ANTROPOMETRIA DO NADADOR

Assim como na maioria dos esportes, o biotipo do atleta da natação também é um quesito importante para o seu desempenho na piscina olímpica. O estilo crawl exige do nadador uma maior estatura porque um corpo mais longilíneo gera menos onda e menos resistência.

Conforme Sbaraini (2005), os executantes aquáticos humanos mais rápidos usualmente têm ombros largos e tórax profundos que convergem para um quadril estreito e para as pernas mais finas. As primeiras partes do nadador, a cabeça e os ombros são arredondadas e os corpos delgados, dando uma impressão geral de aerodinâmica e baixa resistência.

É importante ressaltar que nem sempre os nadadores mais rápidos são os mais fortes e sim aqueles que aproveitaram melhor a força em relação a sua biomecânica individual.

Para o projeto foram levantados dados acerca da linha abdominal (cm) de nadadores de alto rendimento de ambos os sexos. Devido a carência desta informação específica, a empresa Quatro Bordas realizou a medição da cintura e altura de 30 nadadores de alto rendimento, sendo 10 do sexo feminino e 20 do sexo masculino associados ao Minas Tênis Clube de Belo Horizonte, Minas Gerais.



2.5 ANÁLISE DE PRODUTOS SIMILARES

A análise de produtos similares foi realizada prioritariamente a partir da avaliação do sistema que se propõe intervir: o nado amarrado. Posteriormente, outros equipamentos de treinamento como os de nado resistido, fortalecimento muscular e flexibilidade foram avaliados com a finalidade de subsidiar os requisitos do projeto.

Os produtos selecionados são voltados para o treinamento de nadadores de alto rendimento de ambos os sexos e estão em sua totalidade disponíveis no mercado.

As informações foram colhidas a partir de pesquisas em sites de comercialização dos produtos, manuais e portais eletrônicos dos fabricantes.

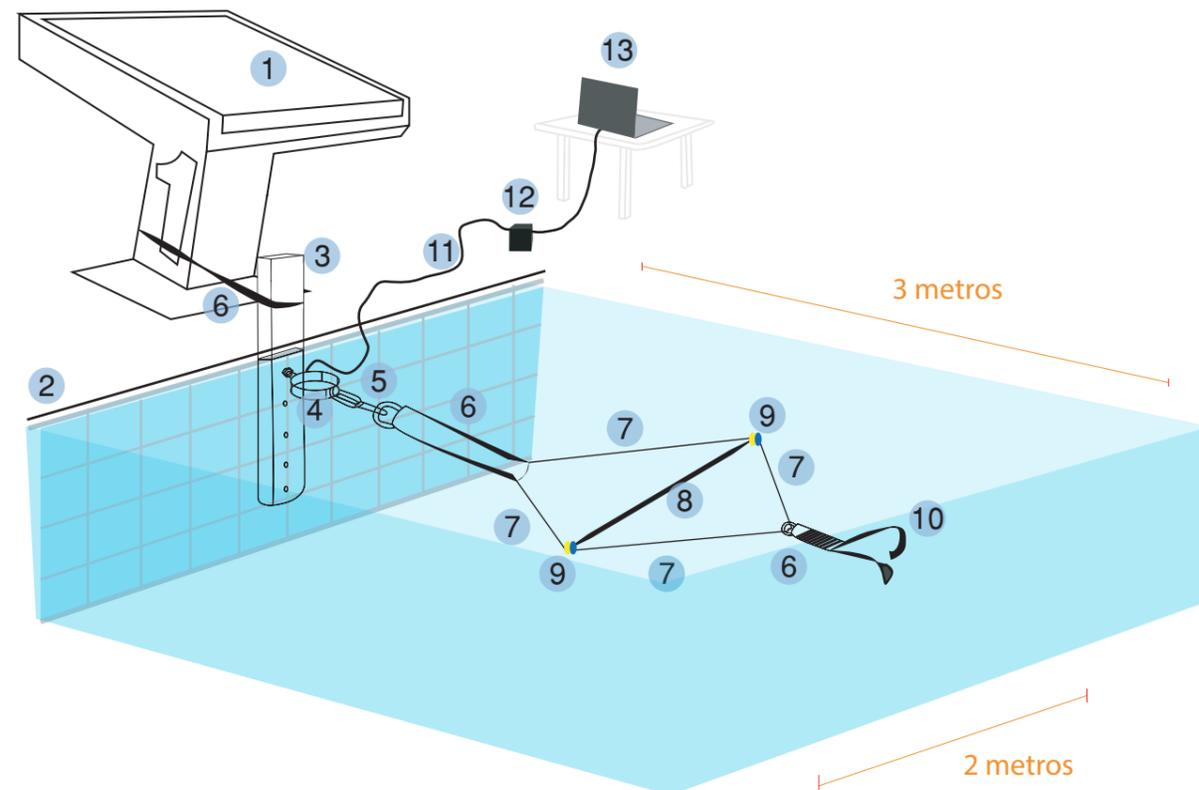


Figura 21: Exemplo das categorias de produtos selecionados para análise.

2.5.1 TABELA FUNCIONAL E ESTRUTURAL DO NADO AMARRADO

A seguinte análise teve como objetivo identificar todos os componentes presentes no equipamento do nado amarrado, bem como suas funções, tecnologia empregada para medição e materiais.

Tal avaliação validou o conhecimento da arquitetura total deste sistema, enquanto união de hardware e software.



ITEM	DENOMINAÇÃO	FUNÇÃO	MATERIAL	QTDE.
1	Bloco de Partida	Ponto de largada da prova. É usada no sistema como apoio para a amarração de uma corda	Vários	01
2	Parede da Piscina	Fixação do suporte	Vários	01
3	Suporte	Fixação da célula de carga	Aço inoxidável	01
4	Célula de Carga	Medir a força de forma indireta em resposta a aplicação de carga	Vários	01
5	Gancho Corchera	Conectar o suporte da celula de carga à fita	Aço inoxidável	01
6	Corda auxiliar	Unir a estrutura	Fita de poliamida (nylon)	03
7	Cabos Inextensíveis	Absolver a tensão do movimento do nadador	Aço	04
8	Barra Flutuante	Estruturar e dar suporte aos cabos inextensíveis	Ferro revestido de borracha	01
9	Flutuadores	Garantir que a estrutura não afunde	E.V.A	04
10	Cinto	Prender o nadador ao equipamento	E.V.A acolchoado	01
11	Cabo Elétrico	Trasmitir os impulsos	Vários	01
12	Interface	Interconexão entre dois equipamentos que possuem diferentes funções	Cobre e revestimento isolante de PVC	01
13	Computador	Recebe e processa os dados	Vários	01
				21

Tabela 1: Funcional e estrutural

Há ainda outras estruturas vernaculares que visam o mesmo princípio, modificando apenas a arquitetura de modo parcial.

Estão apresentadas algumas imagens à título de conhecimento e comparação.



Figura 22: Treinamento vernacular usando equipamento de academia.

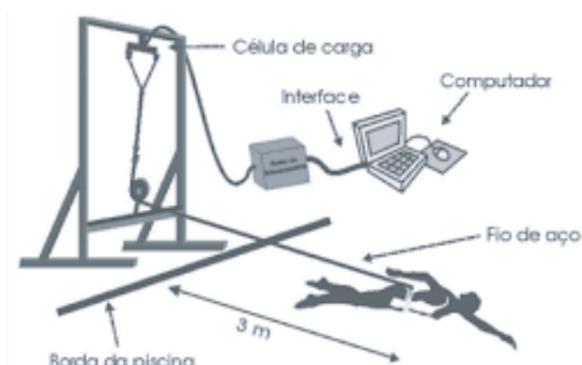


Figura 23: Representação esquemática do sistema usando equipamento de academia.

2.5.1 TABELA em A3 _ Estrutural Funcional do Nado Amarrado

2.5.2 CONCLUSÃO DA ANÁLISE ESTRUTURAL FUNCIONAL DO NADO AMARRADO

Após o conhecimento dos elementos que compõem o sistema, identificar suas denominações, materiais e funções, foi possível realizar uma avaliação crítica do equipamento, bem como levantar as deficiências referentes à própria condição do exercício realizado.

O nado amarrado revela-se detentor de uma tecnologia imprecisa e já obsoleta. Este equipamento como um todo (figura esquema da A3) apresenta elevado grau de interferência instrumental, e possui problemas técnicos, funcionais e de logística que acabam por criar limitações ao treino do atleta. São elas:

Problemas do Exercício desempenhado:

- O atleta utiliza toda a sua força para se manter em flutuação e não para se deslocar em velocidade;
- O atleta tende a perder o equilíbrio do nado;
- A grande quantidade de força exigida provoca naturalmente a alteração da mecânica dos movimentos de membros;
- Média insatisfatória do tempo-limite suportado pelo atleta em exercício: 30 segundos.

Problema do Sistema Funcional:

- A água é um excelente condutor de eletricidade, portanto, o cabeamento utilizado deve ser constantemente avaliado para conferência de blindagem.

Problemas Estruturais:

- Número elevado de componentes;
- A execução do treino se limita à piscina que ele foi instalado;
- Grande dimensão, o que não favorece a portabilidade.

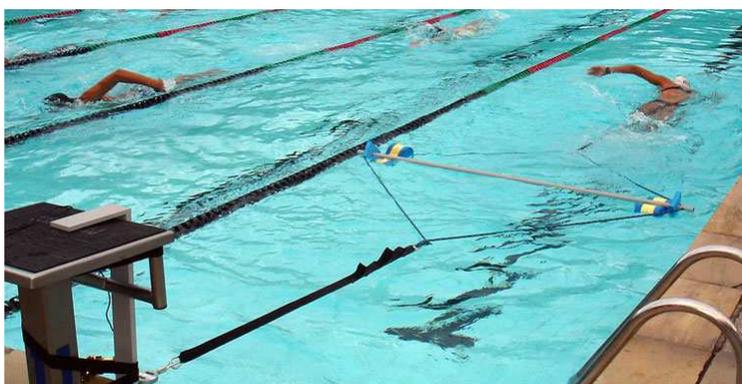


Figura 24: Atleta executando o nado amarrado.

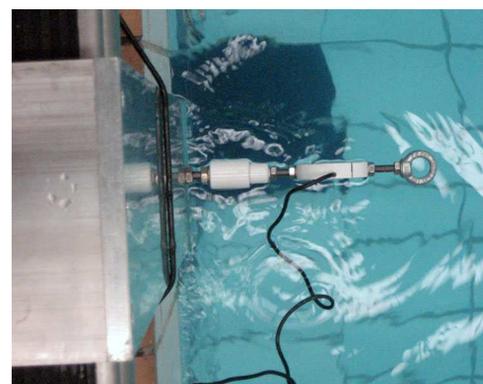


Figura 25: Cabeamento imerso na piscina.

2.5.3 ANÁLISE DE EQUIPAMENTOS DE TREINAMENTO

Como análise complementar, foram levantados dados referentes a outros produtos do universo aquático com o objetivo de colher informações a cerca da forma e dos materiais empregados nesta categoria. Os produtos foram selecionados a partir da marca e do tipo de treinamento.

O nado resistido é uma categoria de treinamento que visa aprimorar a força e a resistência do nadador, aumentando para a isso a carga sobre ele e conseqüentemente fazendo-o aplicar mais força do que se estivesse em condições livres.

Este exercício demanda uma série de produtos que visam o treinamento específico, se enquadrando em duas categorias (que não mensuram propulsão), mas apresentam variação em relação à execução da atividade realizada pelo nadador e conseqüentemente na configuração formal destes.

NADO RESISTIDO	
ESTÁTICO	EM DESLOCAMENTO
	

Tabela 2: Classificação dos produtos de nado resistido.

Uma vez classificados enquanto ao tipo de exercício, os produtos foram avaliados comparativamente explorando suas características principais.

1		
2		
3		
4		
MODELO	Nado Resistido Power	Dragster Swim Parachute
MARCA		
PREÇO MÉDIO	R\$215,00	R\$185,20
MATERIAL	E.V.A acolchoado, poliamida e elástico	Poliamida (Nylon), elástico sintético
DIMENSÕES	1 elástico - 3m 1 fita - 30cm	2 elásticos - 50cm 2 fitas - 30cm
PESO	1,248 Kg	0,750g
ACESSÓRIO	Não acompanha	Não acompanha
		
		\$99.99
		Tecido com proteção UV, alta tenacidade e antimoofo (não especificado pelo fabricante)
		Comprimento: 1,30m
		0,576 g
		Não acompanha
		Bolsa para transporte
		0,297g (unidade)
		Cinto de Neoprene e fitas de poliamida (Nylon)
		P - vermelho - 15x15cm M - amarelo - 20x20cm G - azul - 30x30cm

Tabela 3: Comparativa dos equipamentos de nado resistido.

2.5.4 CONCLUSÃO

Foi possível constatar que no nado amarrado e em outros produtos de treinamento que demandam força e resistência extra, todos apresentam como solução a união do produto ao nadador através de um cinto. Isto se dá porque em condições de nado, a linha da cintura abdominal torna-se o centro de gravidade corporal, bem como, permite que os membros inferiores e superiores estejam livres para a execução da mecânica perfeita do nado.

Nos produtos de condições de nado livre, ou seja, em deslocamento, a estrutura apresenta-se basicamente dividida em três partes: Cinto, conexão e paraquedas de velocidade.

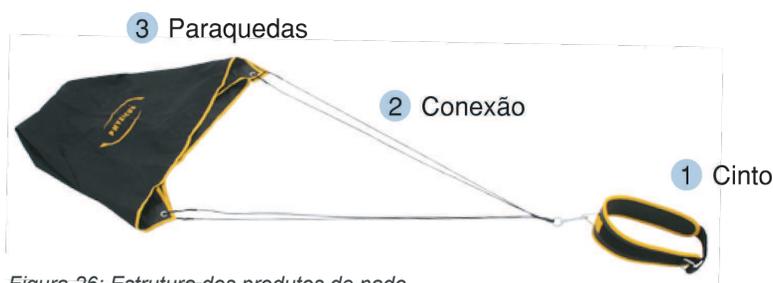


Figura 26: Estrutura dos produtos de nado resistido em deslocamento.



Figura 27: Nadador utilizando cinto na altura da linha abdominal.

Todos os produtos apresentam materiais leves, flutuantes e resistentes à água, predominantemente na configuração de tecidos.

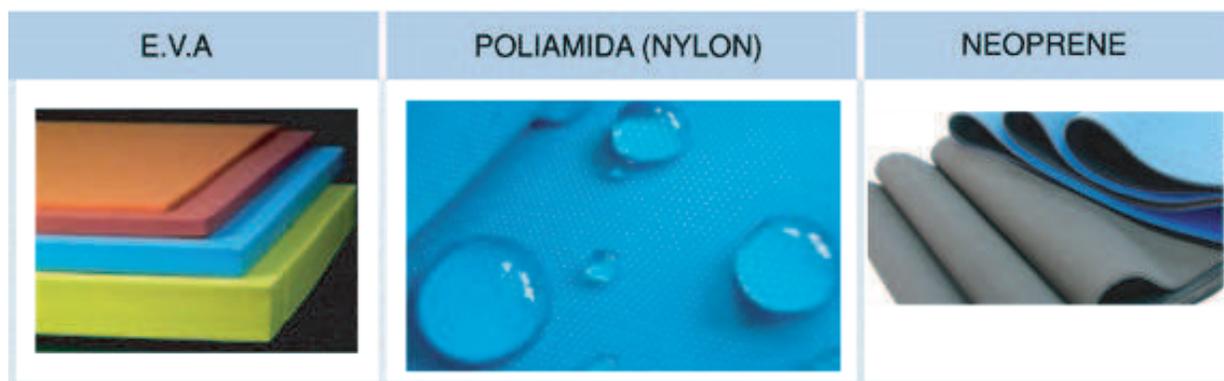


Figura 28: Síntese de materiais.

No produto a ser desenvolvido, o paraquedas de velocidade não poderá ser utilizado. Devido a sua confecção em tecido avaliou-se que o mesmo é um material muito leve e por sua vez não consegue oferecer a tração necessária para o funcionamento da célula de carga.

Deverá haver portanto, um componente que o substitua em material sólido e resistente, com a hidrodinâmica necessária para acompanhar o atleta. Por questões projetuais, ficará estabelecido que este elemento se denomina cápsula subaquática.

2.6 ANÁLISE DE USO

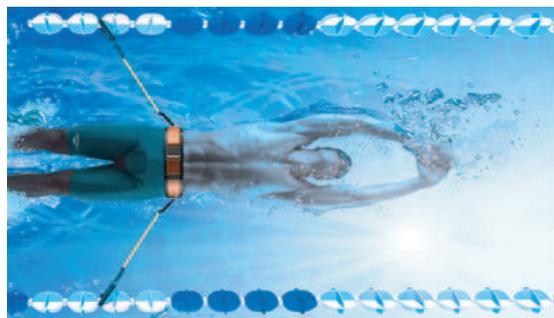
Esta análise tem como objetivo observar como se dá o processo de uso dos produtos da categoria do nado resistido. Para isto, foram avaliados imagens comerciais, relato de atletas e filmagens em centros de treinamento profissionais.

1 Nado Resistido Power



O nadador ainda fora da piscina ata o cinto, depois encaixa o elástico no bloco de partida, se posiciona, mergulha e começa a nadar normalmente.

2 Cepall Prog Power



O nadador entra na piscina, ata o cinto dentro da água, prende as duas cordas ao cinto e às raia e começa a nadar normalmente.

3 Swim Parachute



O nadador ainda fora da piscina, ata o cinto, depois imerge na água segurando o paraquedas, dentro dela o paraquedas é solto e assim o atleta começa a nadar livremente.

Obs: Esta imersão não é feita mergulhando, o nadador apenas entra na piscina e o início do impulso é gerado já dentro da água.

4 Dragster Swim Parachute



O nadador ainda fora da água, ata o cinto, imerge na água (segurando o paraquedas), solta-o e começa a nadar livremente.

Obs: Esta imersão não é feita mergulhando, o nadador apenas entra na piscina e o início do impulso é gerado já dentro da água.

Figura 29: Síntese do uso de produtos do nado resistido.

2.6.1 CONCLUSÃO

O conhecimento mais aprofundado acerca do uso dos produtos permitiu a ciência de quesitos fundamentais para o projeto. Nos exercícios 1 e 2 onde há a utilização de elásticos extensores, os atletas possuem tempo útil de exercício de 15 segundos, um tempo muito reduzido devido a grande quantidade de força exigida. Já nos casos 3 e 4, os atletas nadam livremente e por isso podem se exercitar por maiores períodos de tempo. Esses tipos de equipamento também permitem o treino da virada olímpica e um acompanhamento fiel em relação à propulsão do nadador.

2.7 LEVANTAMENTO DE MATERIAIS

Foram levantados materiais de outros produtos pertencentes ao universo aquático, para explorar suas propriedades e potenciais aplicações no projeto.

2.7.1 E.V.A - Etileno Vinil Acetato

Tipo de espuma de alta densidade muito utilizada em produtos de natação. O E.V.A pode ser comercializado em tecido, placas ou em peças injetadas, possui como propriedades principais a flexibilidade, baixo custo, resistência à água, absorção de impacto e isolamento térmico.

2.7.2 POLICARBONATO

O policarbonato (PC) é utilizado onde alta tenacidade e transparência são necessários em um produto. Material comumente moldado a partir dos processos de injeção ou extrusão, possui altíssima resistência ao impacto (trinta vezes maior do que o acrílico), não propaga chamas, facilidade de conformação e leveza de 86% superior ao vidro.

2.7.3 POLICLORETO DE VINILA (PVC)

O PVC é um material de grande versatilidade, utilizado para a natação devido a sua leveza, impermeabilidade à gases e líquidos, possibilidade de conformação rígida e/ou flexível e resistência a reagentes químicos como o cloro. Pode ser fabricado em uma grande diversidade de processos, dentre eles: extrusão, injeção, prensagem, moldagem por sopro e recobrimento.

2.7.4 POLIETILENO (PE)

O PE possui uma variedade de aplicações devido a sua tenacidade, alta resistência ao impacto, alta flexibilidade e estabilidade. São muito aplicados em produtos que ficam em contato constante com a água (figura 24). Para conformação são muito utilizadas a injeção e sopro.

2.7.5 ESPUMA DE POLIETILENO

A espuma de PE recebe um tratamento especial para adquirir as propriedades específicas do “macarrão”, que são alta flutuabilidade, resistência e flexibilidade.



Figura 30: Boia de E.V.A para flutuação de pernas.



Figura 31: Lentes de PC. Óculos de natação Speedo Blast.



Figura 31: Auxiliary flipper swimming. Acessório para aumentar a superfície de contato com a água. Fabricado em PVC.



Figura 33: Divisão de raia em disco de PE.



Figura 34: “Macarrão” para piscina confeccionado em espuma de PE.

2.7.6 SILICONE

O silicone é um material elástico de alta plasticidade, inodoro, atóxico e antiaderente. Possui grande versatilidade na manipulação de colorações e baixa deformação permanente. Permite fabricação por injeção, sopro, compressão, fundição entre outros. Na natação é utilizado principalmente em toucas, tiras de óculos e nadadeiras, por permitir um bom ajuste ao corpo.



Figura 35: Tiras de silicone em palmares.

2.7.7 BORRACHA TERMOPLÁSTICA

Material com excelente resistência a água, utilizado para a fabricação de produtos que passam um tempo considerável em contato com esse meio, a borracha termoplástica é característica por possuir a flexibilidade da borracha junto à durabilidade e resistência dos termoplásticos. A observação dos mesmos quando em uso na piscina sugere grande capacidade de adaptação ao movimento e ao fluxo da água, tornando o produto uma extensão do próprio corpo. Na natação produtos como nadadeiras e palmares são confeccionados neste material.



Figura 36: Nadadeira de borracha termoplástica.

2.7.8 NEOPRENE

Neoprene é o nome comercial de uma fatia de borracha sintética expandida sob alta pressão e temperatura, que recebe revestimento em tecido nos dois lados. Suas principais características são boa respirabilidade quando em contato com a pele, elasticidade, resistência e proteção térmica.



Figura 37: Roupas de mergulho em Neoprene forrado com malha.

2.7.9 POLIAMIDA (NYLON)

Quando aplicado em tecido a poliamida com o nome comercial de Nylon tem alta resistência à umidade e a produtos químicos, porém com baixa resistência térmica. Secam rapidamente, mas dificultam a transpiração. São compostos por uma trama de fios de Nylon, por isso suportam grandes cargas aplicadas sobre eles.

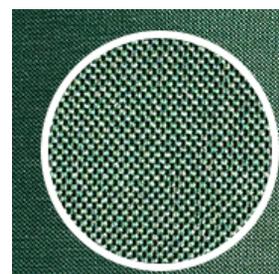


Figura 38: Detalhe de tecido de nylon impermeável.

2.7.10 CONCLUSÃO

Foi possível concluir que os produtos da categoria explorada possuem em sua quase totalidade materiais da classe dos polímeros, ficando assim evidente que os seus derivados serão referência prioritária para o projeto.

Representam em sua unanimidade a diversa possibilidade de conformação, fluabilidade e resistência à água e aos elementos químicos de tratamento inseridos nela, como o cloro.

Os polímeros (figura 39) possuem ainda como propriedade, a possibilidade de diversificar a aplicação de cor, uma vez que os plásticos ainda na forma de grânulos ou de pó reagem com colorantes e aditivos e permitem a geração de uma grande quantidade de pigmentos. (figura 40)

Nos produtos levantados, observou-se a variedade de acabamentos, do fosco ao brilhoso e das características como transparência e opacidade.

Também ficou evidente durante as pesquisas que a limpeza desses produtos pós-uso, se resume a deixá-los na água corrente por alguns segundos, logo após a secagem deve ser feita na sombra, onde em poucos minutos o produto já pode ser guardado sem danos à sua cor e estrutura.

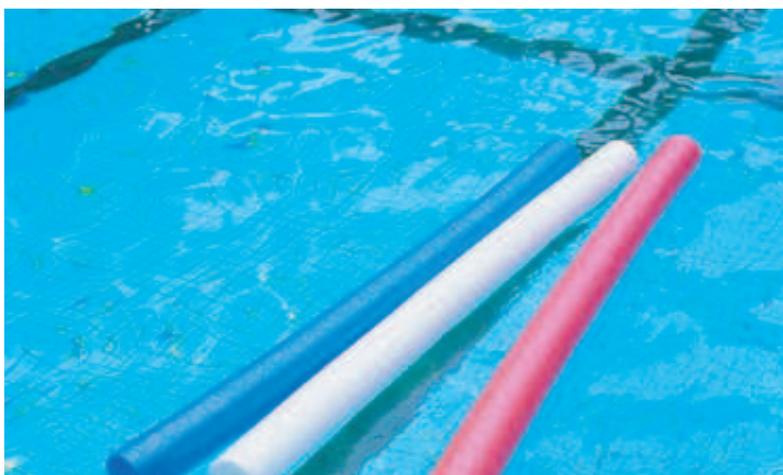


Figura 42: Comportamento dos objetos que flutuam na água (linha de superfície).



Figura 39: Grânulos de polímero.



Figura 40: Pó para pigmentação de polímeros.



Figura 41: Exemplo da aplicação de cor em copos de plástico pigmentado.

2.8 LEVANTAMENTO DA TECNOLOGIA

O projeto demanda o levantamento de soluções tecnológicas atualizadas para aprimorar os sistemas utilizados no nado amarrado.

As informações foram classificadas em três categorias segundo suas características e aplicações no produto a ser desenvolvido.

2.8.1 TRANSMISSÃO DE DADOS

TRANSMISSOR WIRELESS

Capaz de enviar dados de comprimento de onda magnética, recebendo a informação da onda e distribuindo pelo sistema elétrico. Este transmissor é capaz de substituir o cabeamento utilizado no equipamento do nado amarrado.



Figura 43: Transmissor wireless Xbee.

2.8.2 MENSURAÇÃO DE FORÇA

A segunda Lei de Newton estabelece que para mudar o estado de repouso de um objeto é necessário exercer uma força sobre ele que dependerá da massa que este possui. A aceleração é definida como a variação da velocidade que o objeto adquiriu e o tempo gasto para esse deslocamento terá o mesmo sentido da força aplicada.

Conceituando segundo os princípios da física, força é a quantidade vetorial associada à massa necessária para mudar a quantidade de movimento de um corpo.

Há três maneiras principais de realizar a medição de força: Medindo a aceleração de um corpo de massa conhecida, transformando a força em pressão num fluido e então medindo a pressão, aplicando-se a força em algum segmento elástico ou inextensível e então medindo a tração sofrida por ele.

CÉLULA DE CARGA

Atua como um transdutor de força, captando a intensidade de compressão ou tração e transformando essa energia mecânica recebida em pulso elétrico. Quando maior a pressão recebida, maior será o sinal elétrico produzido.

Este mecanismo é apontado pela empresa Quatro Bordas como o mais adequado sistema de medição de força para a situação aquática.



Figura 44: Transdutor de força.

2.8.3 SISTEMAS DE PROTEÇÃO

Para acomodar sistemas eletrônicos que possam estar imersos constantemente na água, foram avaliadas algumas soluções de impermeabilização ou vedação existentes para aparelhos eletrônicos e produtos da categoria aquática.

WATER SHIELD

Water Shield em tradução livre “escudo de água”, é o revestimento em nanopartículas de polímero de carbono amorfo altamente durável, similar ao Teflon, voltado para tornar aparelhos eletrônicos resistentes ao contato com o meio líquido. O procedimento se dá através da inserção do aparelho em uma câmara, onde a mesma cria um efeito de vácuo, liberando posteriormente íons que irão repelir o equipamento das moléculas da água.

Este procedimento pode ser feito em qualquer eletrônico desde celulares até placas de circuitos, chips de processamento entre outros, protegendo-os mesmo em situações de encharcamento.

Esta tecnologia está disponível no Brasil distribuído pelo centro Getproof, o processo custa em média R\$ 118 reais para smartphones.

MOLDES E VEDAÇÕES

Existem no mercado produtos para o uso aquático que se apropriam de materiais como o acrílico, poliuretano e epóxi para a confecção de moldes bipartidos. Tais materiais produzem carcaças hermeticamente fechadas que abrigam componentes eletrônicos em seu interior. Cronômetros e aparelhos eletrônicos similares para a água, se utilizam deste sistema de fabricação. (figura 46)



Figura 45: Smartphone pós processo Water Shield.



Figura 46: Tempo trainer da Finis. Cronômetro digital para natação.



Figura 47: Finis trainer em uso.

Há ainda produtos com revestimento externo de borracha e dupla carcaça que criam uma proteção extra contra a entrada de água.



Figura 48: MP3 aquático, Nabaji. Apresenta dupla carcaça.



Figura 49: MP3 aquático, Nabaji em uso.

O MP3 aquático Nabaji é um produto que permite ao atleta o conforto de ouvir música dentro da água. Ficando fones de ouvido inseridos por dentro da touca de proteção.

A avaliação desses produtos permitiu o conhecimento de tecnologias que estão avançando em todas as áreas do meio aquático.

NORMAS E CLASSIFICAÇÕES

O nível de proteção de um equipamento eletrônico, seja ele qual for, é determinado pelo Ingress Protection (IP), ou Índice de Proteção em português. Essa diretriz está descrita na norma técnica IEC 60529, elaborada pelo International Electrotechnical Commission (Comissão Eletrotécnica Internacional).

Por definição, esse índice tem o objetivo de classificar e avaliar a proteção contra a entrada de poeira e contato acidental com a água entre outras vertentes.

A classificação IP é constituída por até dois números. O primeiro deles revela o índice de proteção para evitar a entrada de poeira. O segundo informa o grau de vedação contra água. Para o desenvolvimento do projeto será levado em consideração primordialmente o item de vedação contra a água, que será o valor de IP máximo.

GRAU DE PROTEÇÃO CONTRA A ÁGUA		
	0	Sem proteção
	1	Proteção contra a queda vertical de gotas de água
	2	Proteção contra a queda de gotas de água com uma angulação de 45°
	3	Proteção contra água espirrada com uma angulação de 60°
	4	Protegido com água borrifada em qualquer direção
	5	Suporta jatos de água mais brandos
	6	Proteção contra maresia intensa e capacidade de resistir a jatos de água com pressão ou grande acúmulo de líquidos
	7	Protegido contra a imersão temporária
	8	Protegido contra submersão ou imersão temporária sob pressão

Tabela 4: Valores IP referentes à proteção contra a água.

2.8.4 ALIMENTAÇÃO

Os produtos mencionados são alimentados por baterias, que podem ser trocadas após a vida útil ou podem ser constantemente recarregadas, através de alimentação externa.

Baterias ou pilhas são fontes de energia resultantes das reações químicas que ocorrem em seu interior, elas fornecem alimentação portátil e finita.

O Cronômetro Digital Finis Trainer é alimentado pela bateria CR1620 de 3Volts substituível, solução esta muito satisfatória para baixo consumo de energia. (figura 46)

Para o desenvolvimento do projeto, a empresa Quatro Bordas estabeleceu o uso de baterias recarregáveis do tipo LI 42B 3.7V 740mAh, como a solução mais viável para alimentar o sistema independente do equipamento, uma vez que a mesma seria capaz de fornecer energia com apenas uma carga para até 15 dias de uso consecutivo.



Figura 50: Exemplo de bateria utilizada no Finis Trainer.



Figura 51: Bateria recarregável bateria LI 42B 3.7V, 740mAh.

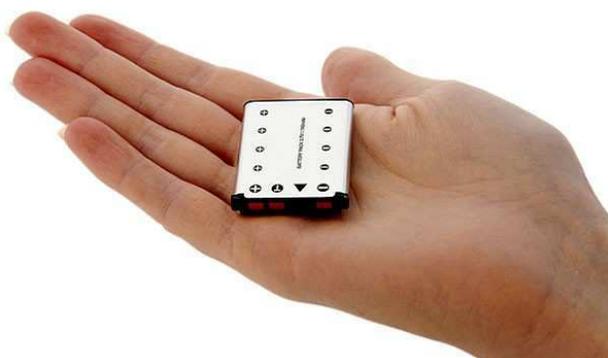


Figura 52: Referência do tamanho da bateria recarregável proposta.

2.9 REQUISITOS E PARÂMETROS

	REQUISITOS	PARÂMETROS
ESTRUTURAL	Prender o atleta ao produto	Utilizar o sistema de cinto com ajuste de medida
	Conter um sistema de proteção aquática aos componentes eletrônicos	Carenagem de molde bipartido, IP nível 8
	Comportar o chip de transmissão de dados	Suporte integrado ao cinto
	Configuração que dê condições de deslocamento ao atleta na piscina	Cinto, conexão e cápsula subaquática
FUNCIONAL	Sistema de transmissão de dados que elimine o cabeamento	Transmissor Wireless XBEE
	Mensurar a força propulsiva	Utilizar célula de carga
	Alimentação portátil e recarregável	Baterias do tipo LI 42B 3.7V 740mAh
ERGONÔMICO	Desenvolver um cinto com dimensionamento baseado na antropometria média da linha abdominal de nadadores.	Cinto regulável Perímetro mínimo: 74 cm Perímetro máximo: 110 cm
USO	O produto deve ser portátil	Comprimento máximo total de 1m
	O nadador deverá ter um número reduzido de tarefas	Quantidade estipulada até 3
SEMÂNTICO	O produto deve ter fácil reconhecimento	Seguir a estrutura dos produtos de nado resistido em deslocamento
	O produto deverá comunicar sua função através da forma	Remeter à resistência e velocidade.
	Deverá oferecer um feedback ao atleta	Combinação de software e hardware
MATERIAL	Cinto de material que possua resistência e durabilidade na água.	E.V.A ou Neoprene revestido
	Cápsula de material que possua resistência, durabilidade e flutuação na água.	Material da classe dos polímeros
ESTÉTICO	Tecnologia e modernidade	Explorar acabamentos dos materiais e cores
	Características à fluidez e movimento da água	Formas orgânicas

Tabela 5: Requisitos e parâmetros.

A large orange circle is centered on the page, with the text 'ANTEPROJETO' written across its middle.

ANTEPROJETO

3 ANTEPROJETO

A etapa de anteprojeto inicia o desenvolvimento e a idealização conceitual do produto.

O uso de painéis semânticos e abstração de formas referentes aos princípios descritos, foram os principais métodos utilizados para a geração conceitual. Atividade esta que de início ocorreu livremente, estimulando assim o processo criativo e a conseqüente elaboração de um grande número de idéias.

Em seguida as alternativas foram avaliadas individualmente a fim de agrupá-las por sua semelhança e posteriormente foi selecionado o conceito que melhor atendeu aos requisitos e parâmetros estabelecidos, adequando-o na fase de desenvolvimento à todas as exigências e necessidades do projeto.

3.1 PONTO DE PARTIDA

A seleção de imagens referentes ao universo aquático norteou o desenvolvimento da geração de conceitos.

Foram elaborados para resolução das questões formais, diversos desenhos que abordaram os princípios da hidrodinâmica, biônica e da própria forma assumida pelo corpo humano ao nadar.



Figura 52: Amostra do painel semântico.

3.2 GERAÇÃO DE IDÉIAS

Como constatado no levantamento de dados, produtos de treinamento que demandam força e resistência extra ao nadador apresentam como solução a união do produto ao usuário através de um cinto. Sendo por tanto, um produto que se totaliza em três partes: cápsula subaquática, conexão (ou fio) e cinto. Esta por sua vez fundamentou-se como a arquitetura fundamental do produto.

A concepção dos conceitos foi realizada primeiramente para o elemento principal: cápsula subaquática e através dele o desenvolvimento posterior de formas que dialogassem com o cinto e a conexão.

A geração de conceitos para a cápsula subaquática foi agrupada em duas partes distintas. No “grupo A” prevaleceram formas compactas, sem “palas” ou “braços” proeminentes, ou seja, não contém partes que se projetam em direções diferentes do corpo principal, formando uma unidade. No “grupo B” constam as formas que visam um maior equilíbrio do produto quando em uso, com espécie de “membros” a fim de estabilizar o deslocamento, também causando um impacto maior na quebra do fluxo aquático.

GRUPO A

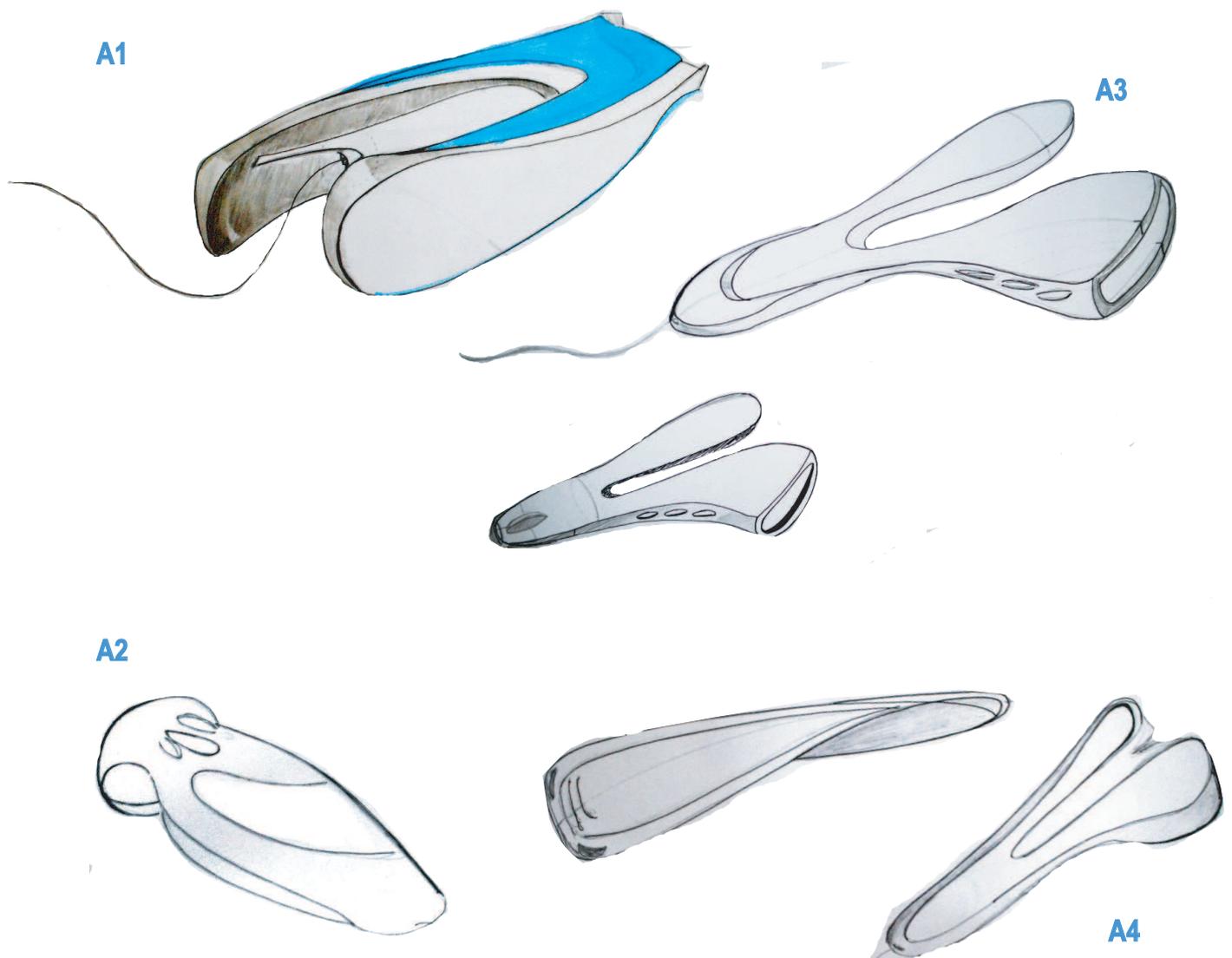


Figura 53: Sketches do grupo A.

GRUPO B

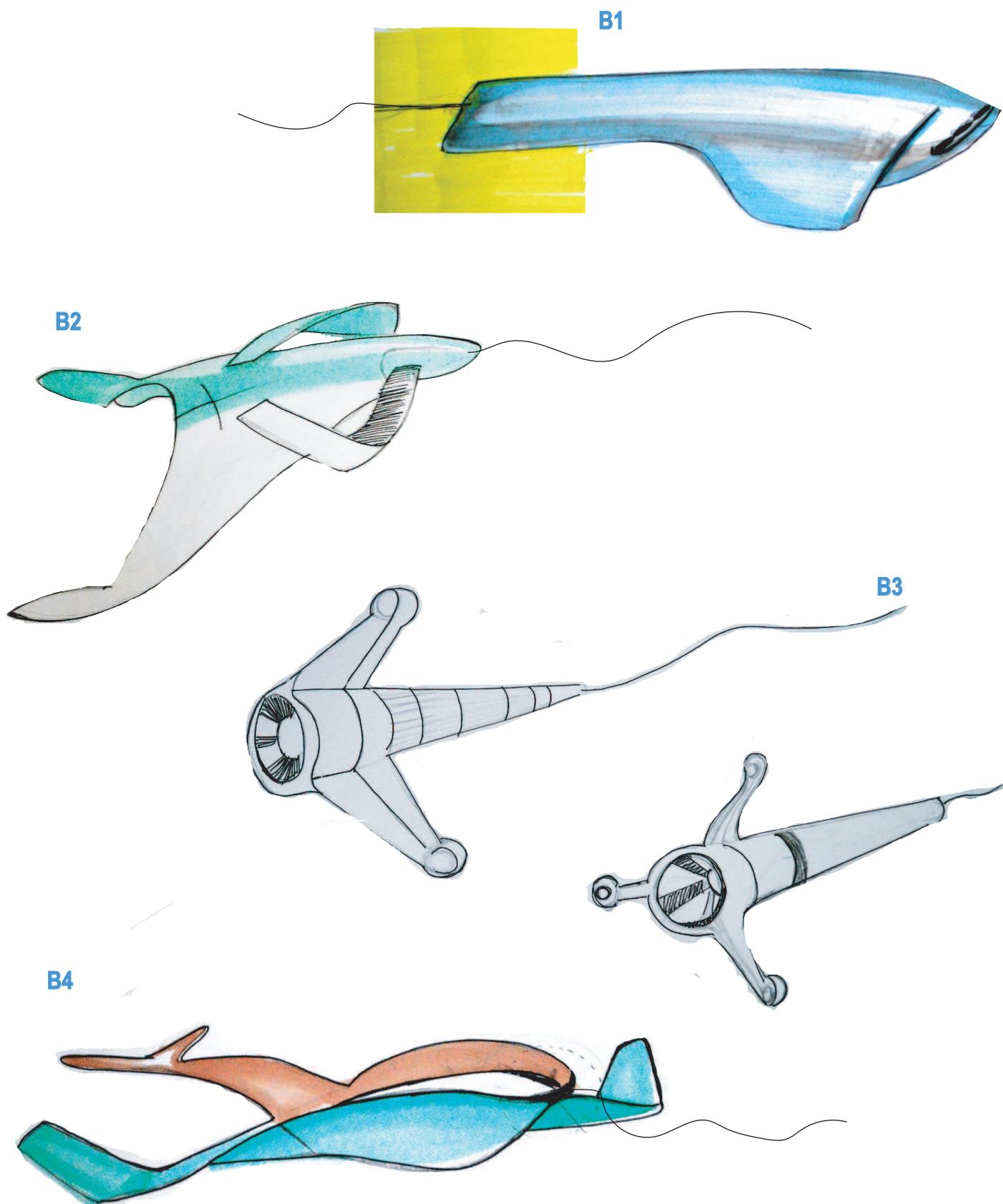


Figura 54: Sketches do grupo B.

3.2.1 CONCEITO A1

O conceito A1 foi criado com forma robusta e linhas sinuosas. O lado em que está posicionado o fio representa também a direção em que o produto será puxado, o mesmo foi disposto recuadamente para criar maior estabilidade na água.

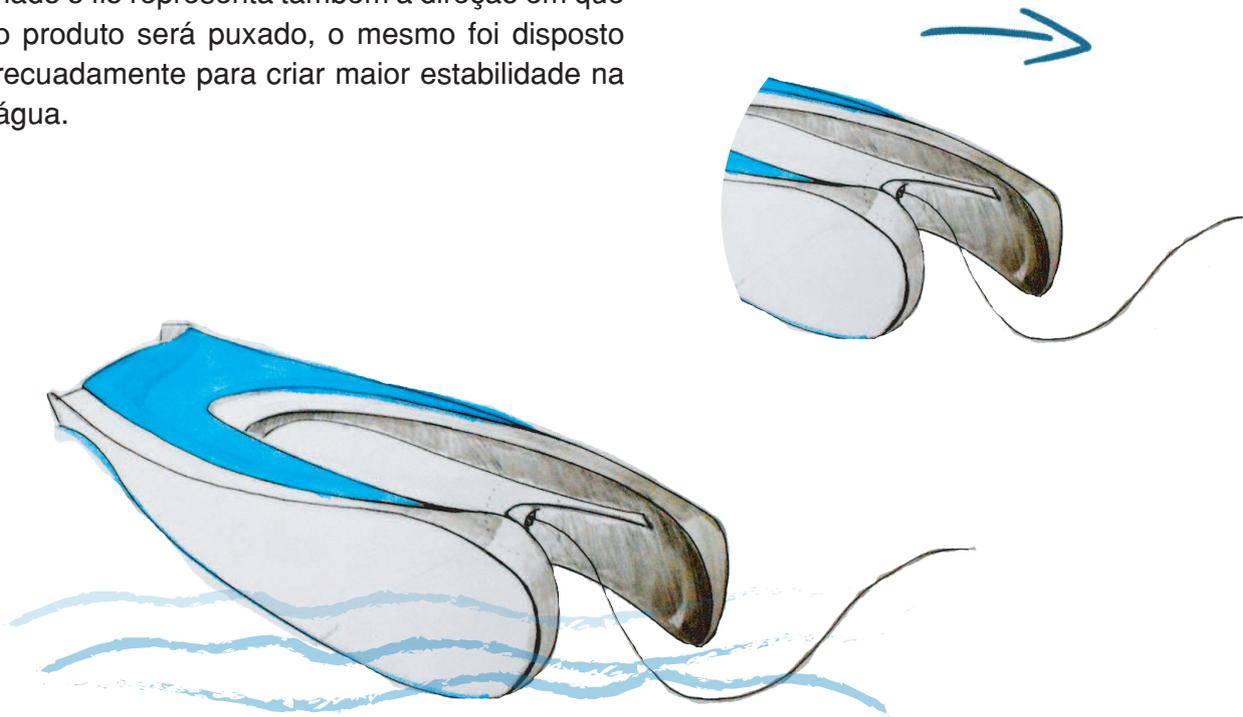


Figura 55: Sketches do conceito A1.

3.2.2 CONCEITO A2

O conceito A2 foi pensado de acordo com a eficiência hidrodinâmica. A forma permite a passagem da água pelo interior da cápsula subaquática. A falta de “braços” que se sobressaem confere-lhe a característica que o produto não fará “quebras” no fluxo corrente de água.

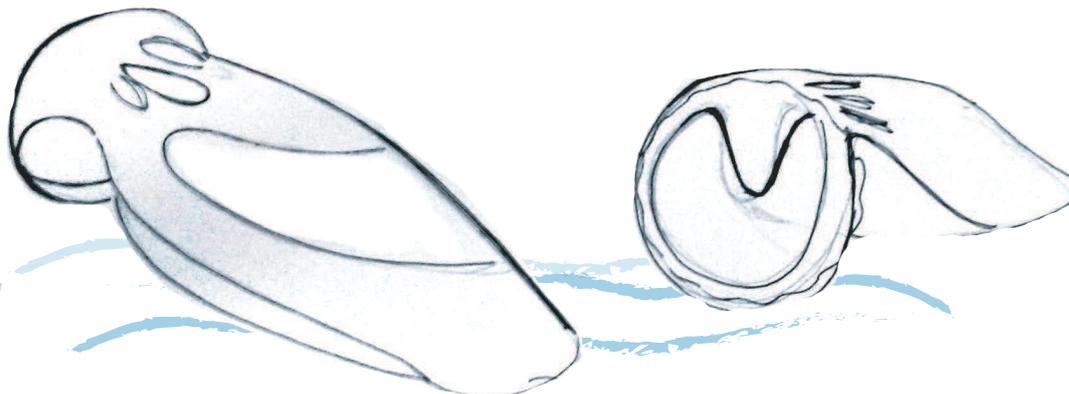


Figura 56: Sketches do conceito A2.

3.2.3 CONCEITO A3

O conceito A3 foi desenvolvido pensando em unidade e fluidez. Houve a intenção de remeter ao movimento da água e também permitir a passagem da mesma pelo interior da cápsula, integrando produto e meio.

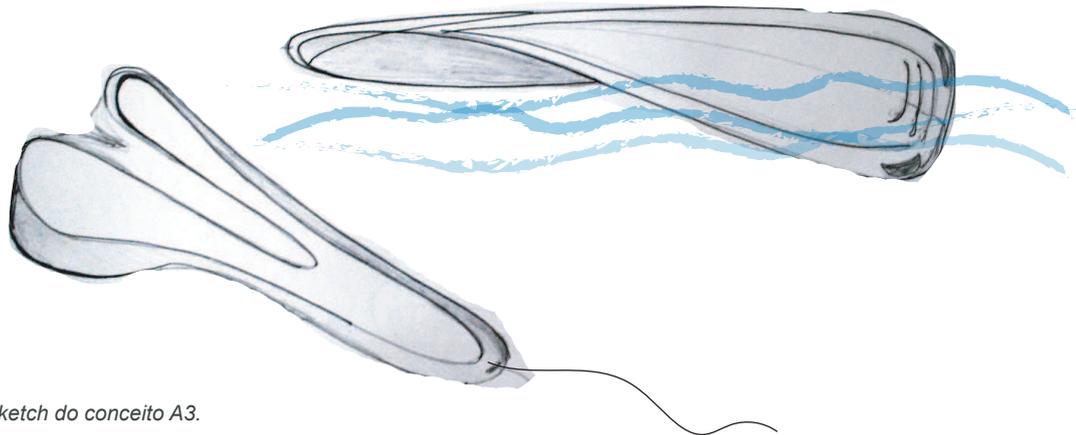


Figura 57: Sketch do conceito A3.

3.2.4 CONCEITO A4

O conceito A4 evoluiu do conceito A3, onde foi aprimorada a passagem da água pelo produto através de orifícios.

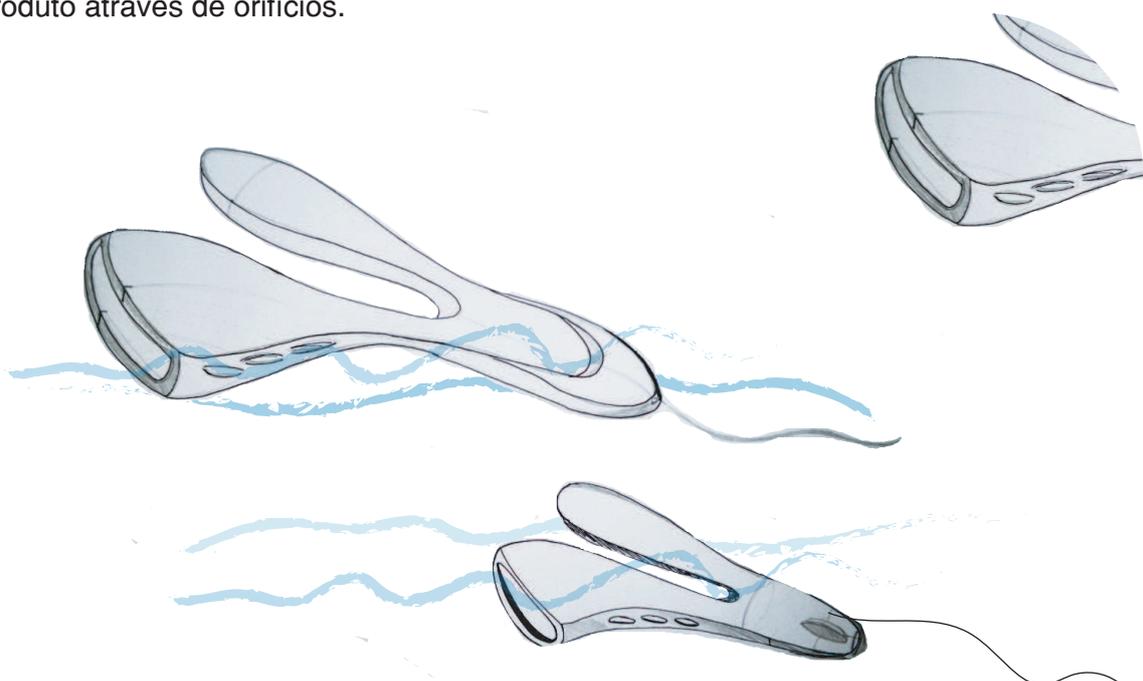


Figura 58: Sketches do conceito A4.

3.3.1 CONCEITO B1

O conceito B1 foi desenvolvido explorando a passagem de água pela parte frontal do produto, bem como “braços” laterais que pudessem auxiliar o equilíbrio na água.

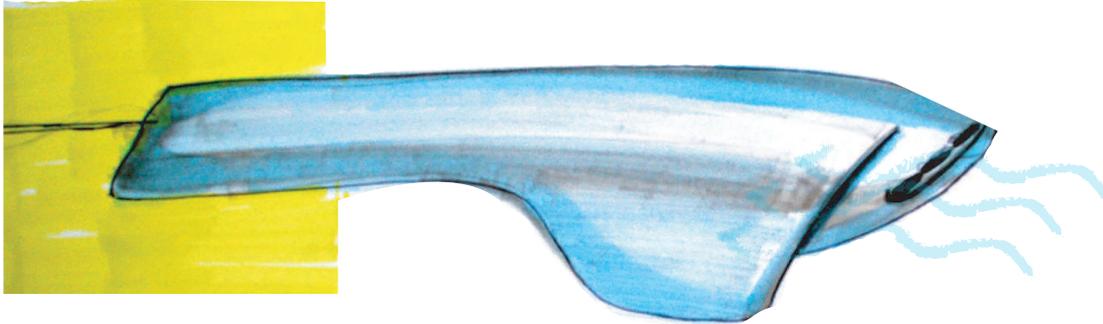


Figura 59: Sketch do conceito B1.

3.3.2 CONCEITO B2

O conceito B2 foi desenvolvido considerando a eficiência da forma através da hidrodinâmica. A extração da forma principal seguiu princípios da biônica. Segundo Age (2011), técnica criativa que abstrai estudo dos sistemas e organizações naturais visando aplicá-las na resolução de problemas humanos.

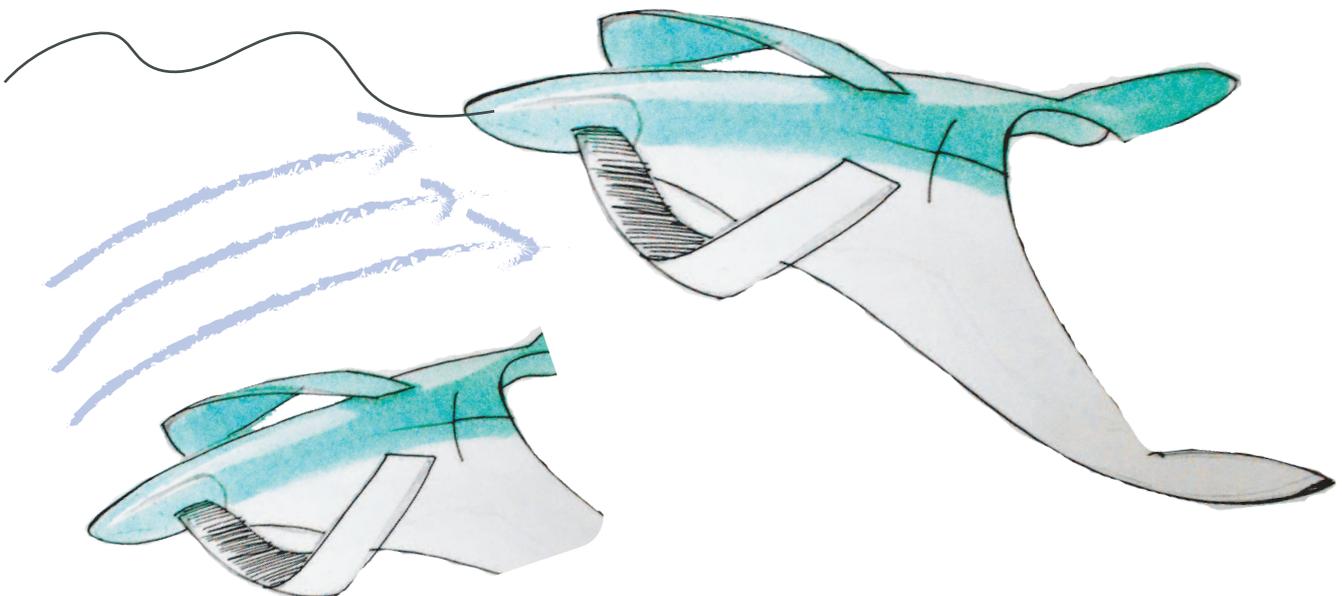


Figura 60: Sketches do conceito B2.

3.3.3 CONCEITO B3

O conceito B3 foi desenvolvido com formas retilíneas e com ponto de equilíbrio em três aletas que se prolongam verticalmente ao corpo.

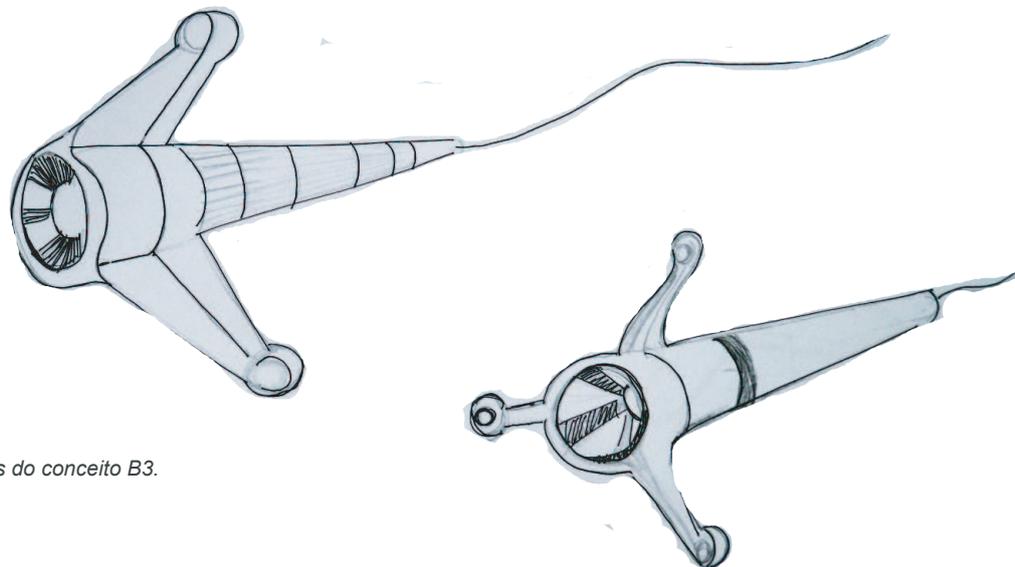


Figura 61: Sketches do conceito B3.

3.3.4 CONCEITO B4

O conceito B4 também se apropriou através da biônica de formas do meio natural, com o propósito de avaliar a perfeita adaptação ao meio aquático.

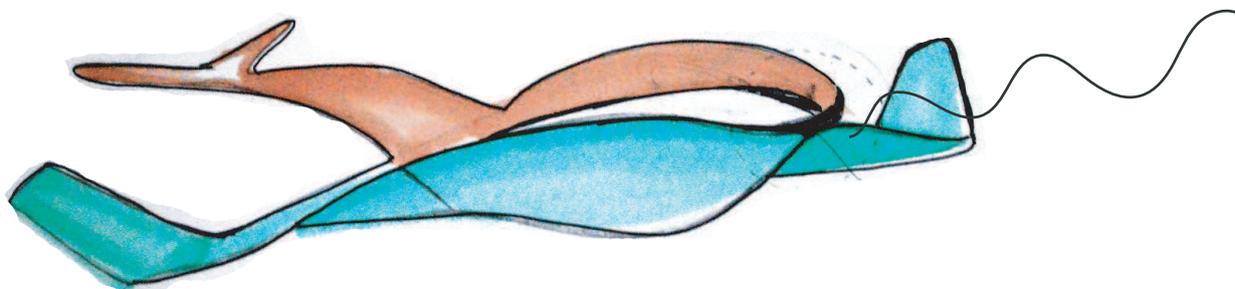


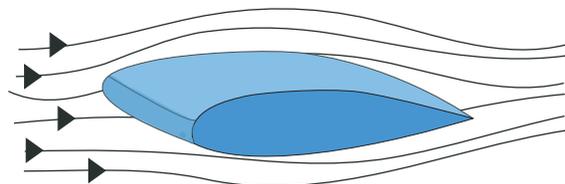
Figura 62: Sketch do conceito B4.

3.4 HIDRODINÂMICA

Para o desenvolvimento do projeto é necessário avaliar o comportamento da água quando em contato com formas diversas, uma vez que o produto que mensura a eficiência propulsiva de nadadores deverá causar baixo arrasto para avaliar melhor a força de deslocamento do atleta.

A hidrodinâmica é uma das ciências da física que estuda as propriedades dos fluidos em movimento. Segue abaixo a síntese do comportamento hidrodinâmico com 3 formas principais.

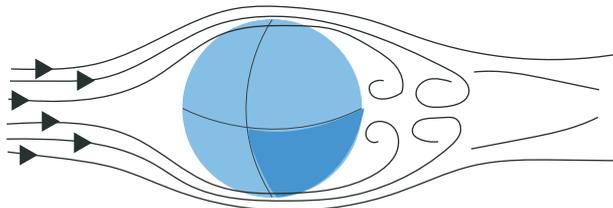
3.4.1 COMPORTAMENTO DE FORMAS EM MOVIMENTO NO MEIO FLUIDO



Forma Côncava

Arrasto Mínimo

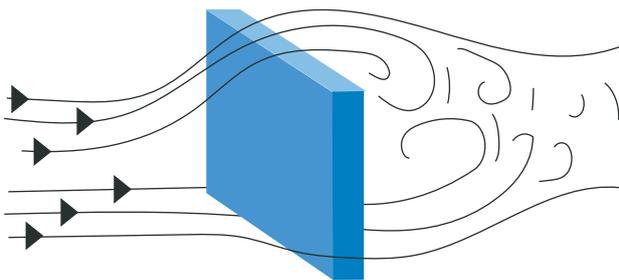
Não produz redemoinhos



Forma Esférica

Arrasto Médio

Poucos redemoinhos



Forma Planificada

Grande Arrasto

Muitos redemoinhos

Figura 64: Síntese das informações a cerca da hidrodinâmica da forma.

3.4.2 CONCLUSÃO

Os conceitos serão selecionados de acordo com o critério técnico formal côncavo, pois o mesmo produz o mínimo de redemoinho e arrasto, sendo por isso a forma que melhor se desloca com eficiência na água.

Para definição do conceito, foram selecionadas três propostas com melhor potencial para desenvolvimento deste projeto. Os conceitos foram avaliados quanto aos seguintes critérios: eficiência hidrodinâmica, boa integração produto/meio (permitir passagem da água pelo interior do produto) e originalidade da forma.



CRITÉRIOS	CONCEITO A2	CONCEITO A4	CONCEITO B2
HIDRODINÂMICA	ÓTIMO	BOM	RUIM
INTEGRAÇÃO	BOM	BOM	BOM
ORIGINALIDADE	ÓTIMO	BOM	ÓTIMO

Tabela 6: Avaliação dos conceitos.

O conceito A2 foi escolhido para desenvolvimento das demais etapas de projeto, por ter se sobressaído quanto aos outros conceitos nos critérios estabelecidos para a avaliação.

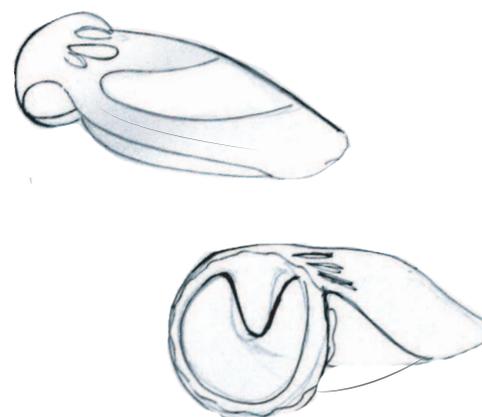
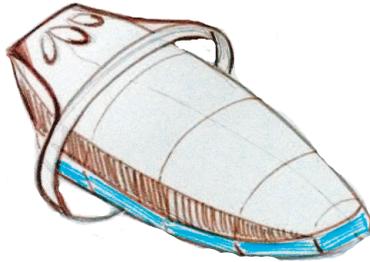


Figura 65: Sketch do conceito selecionado.

3.6 DESENVOLVIMENTO

Definida a forma, a mesma passou pelo processo de desenvolvimento e refino para se adequar às diretrizes estabelecidas.



Possibilidade de variação da forma

Figura 66: Variação do conceito selecionado.

Estudando as formas concebidas, avaliou-se que a forma predominantemente cilíndrica com abertura circular posterior seria mais favorável à passagem da água bem como o círculo integrado proporciona uma forma compacta.

Selecionando a forma, foram pensando em detalhes das aberturas.

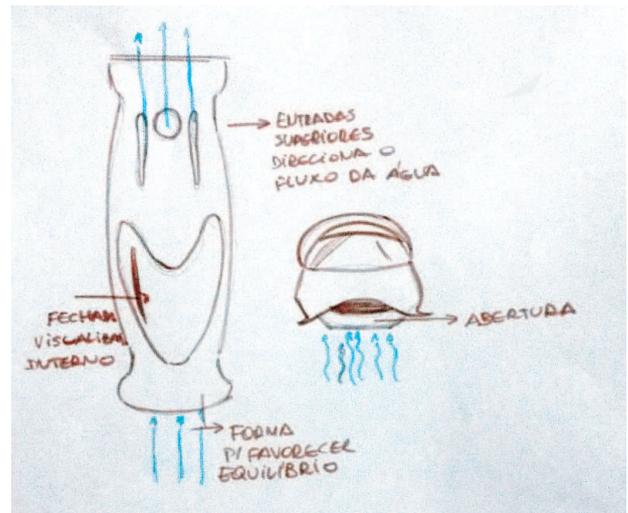


Figura 67: Sketch do desenvolvimento.

3.6.1 CONCEPÇÃO ESTRUTURAL

A estrutura do produto proposto, terá como elementos a cápsula subaquática, bóia circular anexo ao fio e cinto com compartimento para componentes eletrônicos.

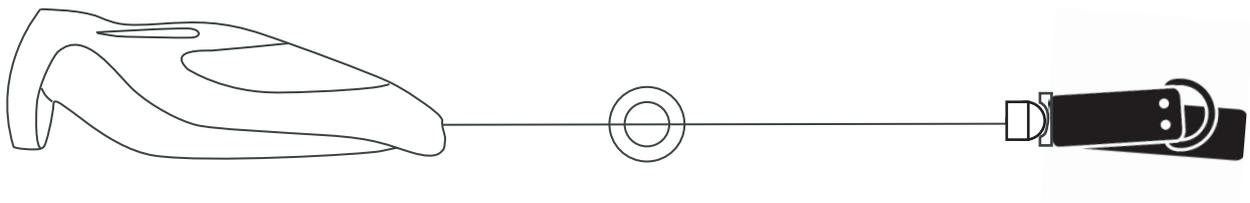


Figura 68: Elementos do produto proposto.

3.7 CONCEPÇÃO DO CINTO

Após a definição da cápsula subaquática, foi concebida a forma do cinto e o compartimento para componentes eletrônicos. Ambos foram orientados por produtos já existentes no mercado que são muito eficientes para o fim que se destinam.

Alguns cintos esportivos foram tomados como referência, á exemplo de cintos para corrida, onde já existe o espaço de inserir objetos como o celular a fim de protegê-lo.



Figura 69: Painel de referência para o cinto.

3.7.1 DEFINIÇÃO DO CONCEITO

Dada a análise de cintos de corrida foram concebidos três conceitos principais. Depois para julgá-los foram avaliados primeiramente o modo de amarração, tipo clipe ou velcro.



Figura 70: Sketch do cinto A

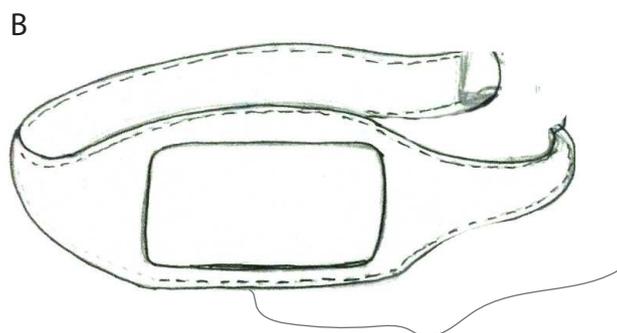


Figura 71: Sketch do cinto B.

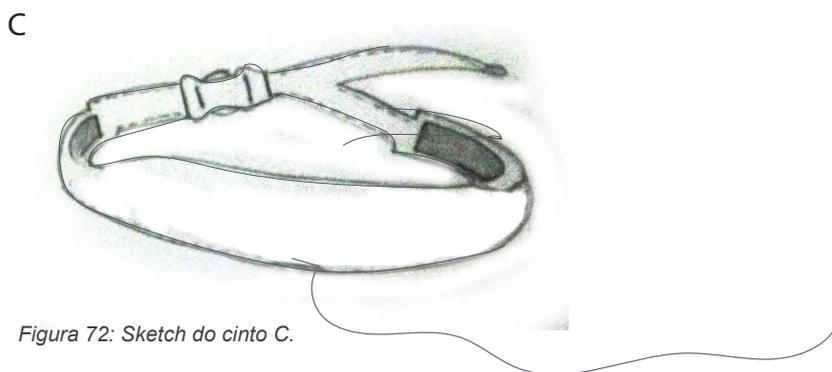


Figura 72: Sketch do cinto C.

	A	B	C
CRITÉRIOS			
AJUSTABILIDADE	ÓTIMO	ÓTIMO	ÓTIMO
MENOS ELEMENTOS	BOM	ÓTIMO	RUIM
CONFORTO	BOM	ÓTIMO	ÓTIMO

Tabela 7: Avaliação dos conceitos do cinto.

O cinto de clipe representado no desenho C acarreta em uma sobra de tecido para ajustar no corpo além da possibilidade de ser desconfortável para o atleta.

O cinto B e o cinto A foram concebidos para utilizar o sistema de velcro. O cinto B foi selecionado por ter uma área posterior maior que apresenta a vantagem de ter maior apoio para as costas do nadador e maior espaço para se conectar ao compartimento de componentes eletrônicos.

3.7.2 CINTOS DE NATAÇÃO

Cintos próprios para o a prática da natação não foram considerados próprios para o desenvolvimento do produto. Como justificativa, pode-se observar que os mesmos são voltados ao exercício suplementar de cargas, agregando peso ao atleta que deseja desenvolver sua resistência física.

Para o projeto, o interesse é o oposto, conceber leveza aos elementos do produto para que o mesmo tenha um deslocamento natural em nado.



Figura 73: Exemplo de cintos próprios para exercício físico na água.

3.7 ESTUDO CROMÁTICO

O estudo cromático foi definido a partir de uma setorização estabelecida pela configuração formal do produto. Cada setor definido recebeu uma aplicação de cor extraída de uma amostra de produtos aquáticos.

3.7.1 SETOR DE APLICAÇÃO DA COR

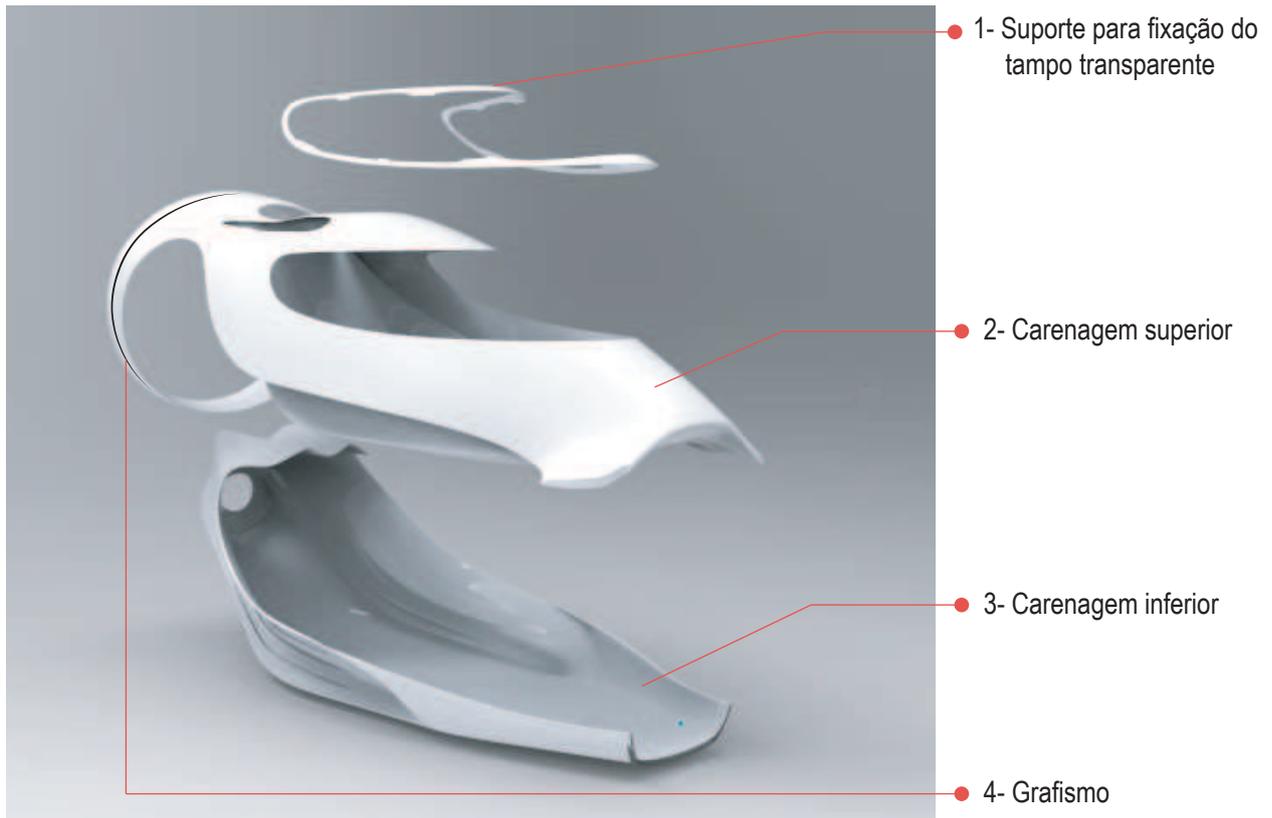


Figura 74: Perspectiva explodida para setorização da cor do produto.

3.7.2 REFERÊNCIA CROMÁTICA

Foi extraída também enquanto a forma, as cores dos produtos aquáticos para referência cromática do projeto.



Figura 75: Painel de produtos aquáticos.



Outra categoria de produtos aquáticos avaliadas foram os de equipamentos de segurança, salva-vidas e sinalização na água. Que por questões de contraste e visibilidade, utilizam em todas as suas categorias a cor laranja.



Figura 76: Painel de produtos de sinalização e segurança aquática.



3.7.3 CONCLUSÃO

Uma necessidade vigente do projeto é a boa visualização da cápsula subaquática por parte do técnico ou treinador que se encontra fora da piscina. Por isto essa referência de cor é essencial e será adotada no produto desenvolvido.

3.7.4 APLICAÇÃO DE COR NO PRODUTO

1.



Figura 77: Aplicação das cores extraídas. Laranja e cinza.

2.



Figura 78: Aplicação das cores extraídas. Laranja e azul.

3.



Figura 79: Aplicação das cores extraídas. Laranja e vermelho.

4.



Figura 80: Aplicação das cores extraídas. Vermelho e azul.

5.



Figura 81: Aplicação das cores extraídas. Roxo e laranja.

6.

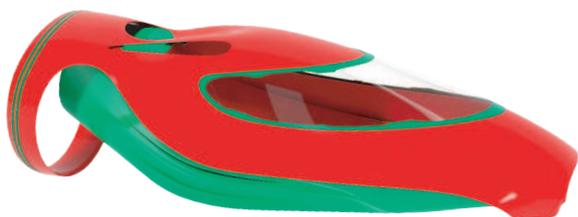


Figura 82: Aplicação das cores extraídas. Vermelho e verde.

7.



Figura 83: Aplicação das cores extraídas. Azul e laranja.

8.

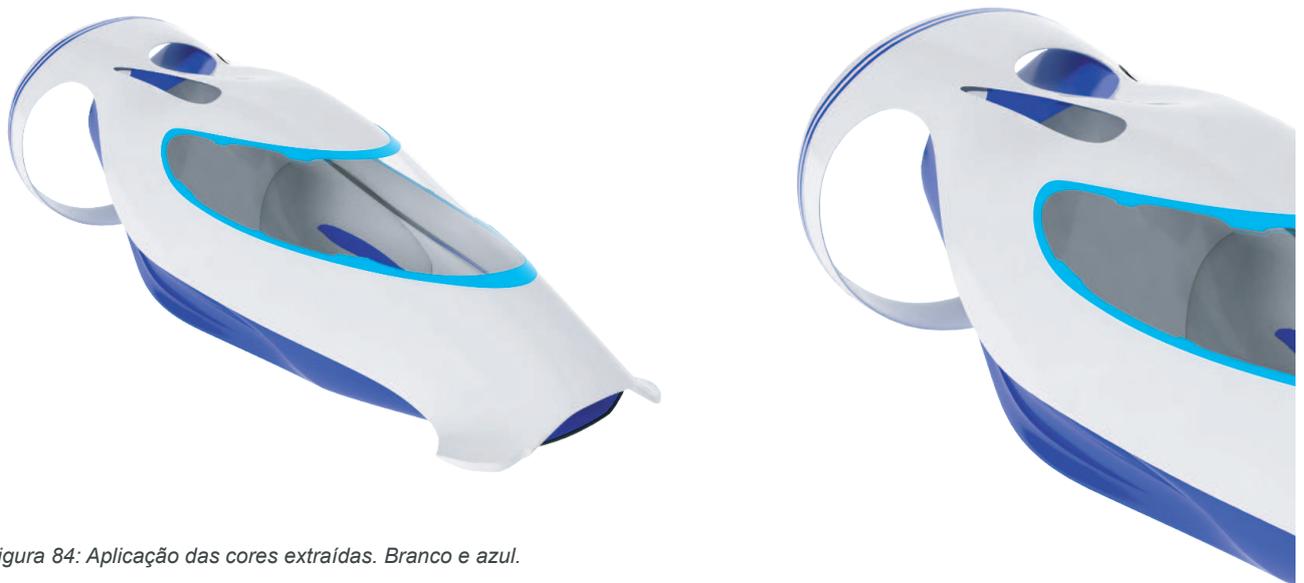


Figura 84: Aplicação das cores extraídas. Branco e azul.

O estudo de aplicação de cor foi essencial para analisar como o produto se comporta com diferentes combinações de cores e como as mesmas podem transmitir mensagens distintas.

A cor laranja se confirma como o matiz de maior contraste com o azul predominante da piscina, logo ele foi adotado na carenagem superior da cápsula subaquática, para que haja a perfeita visualização da trajetória por parte de quem está fora da piscina.

A cor azul aplicada na carenagem inferior remete ao azul predominante em equipamentos aquáticos. A intenção desta escolha foi de remeter a um produto esportivo, dialogando com os demais produtos aquáticos como nadadeiras. Também de contrastar com o laranja aplicado na carenagem superior.



Figura 85: Aplicação da cor escolhida para o desenvolvimento do projeto.



4 PROJETO



Figura 87: Produto final em perspectiva posterior.



Figura 88: Produto final em perspectiva frontal.

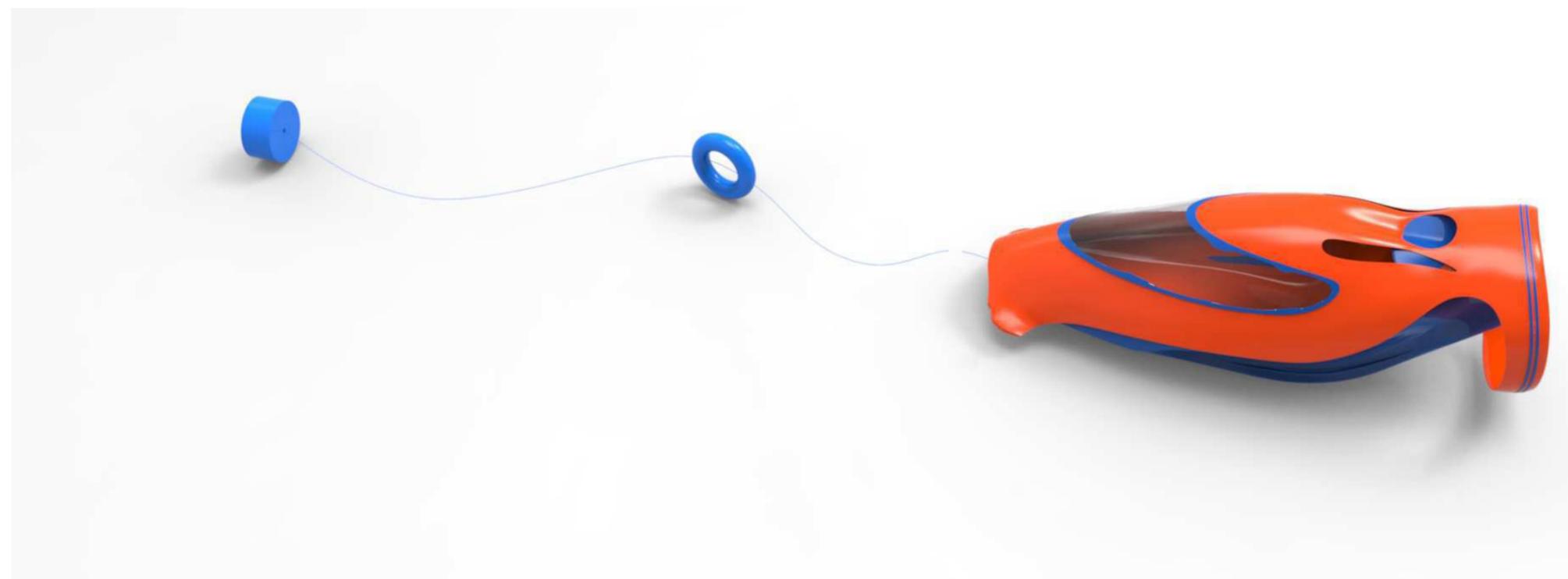


Figura 89: Produto final em perspectiva superior.

4 PRODUTO

Nesta etapa, serão apresentadas as soluções finais estabelecidas no desenvolvimento deste projeto. O produto será discriminado, quanto a sua usabilidade, funcionalidade, estrutura e detalhamento técnico.



Figura 86: Perspectivas da cápsula subaquática.

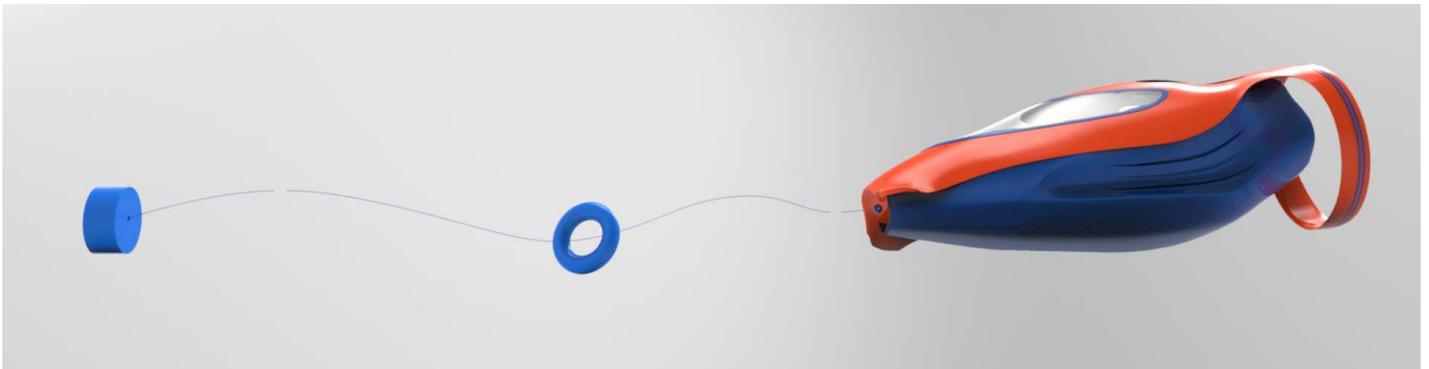


Figura 87: Produto sob o ponto de vista inferior.

4.1 VISTAS ORTOGONAIS



Figura 88: Vistas ortogonais do produto.

4.2 PASSAGEM DA ÁGUA

Um critério técnico importante estabelecido foi permitir a passagem da água pelo interior do produto. Com o objetivo de melhorar o deslocamento da cápsula subaquática, para que o produto não “quebre” o fluxo de água, mas sim torne-se parte dele.

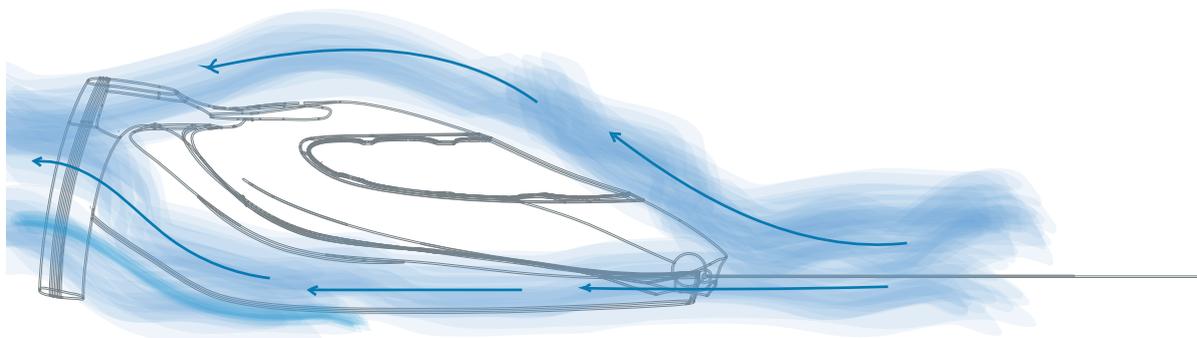


Figura 89: Representação da passagem da água pelo produto.

A água passa pelo interior da cápsula subaquática, seu caminho principal se dá através da abertura entre as duas carcaças, inferior e superior.



Figura 90: Detalhe da passagem da água na carenagem inferior.

A carcaça inferior é isenta de preenchimento interno, logo servirá como elemento principal para a passagem da água.

4.3 CONCEPÇÃO DO SISTEMA ELETRÔNICO

O funcionamento do produto se dá através do uso de novas tecnologias para substituir o mecanismo utilizado no nado amarrado, por um mais seguro e eficiente.

Um dos principais objetivos do projeto é o de diminuir a interferência instrumental a fim de otimizar o exercício e proporcionar uma mensuração eficiente da propulsão do nadador.

Como visto no levantamento de dados, os principais meios para que esse sistema possa funcionar são: a célula de carga, um transmissor wireless e uma bateria.

Tais componentes deverão ficar abrigados em um sistema integrado, explicitado no esquema abaixo.

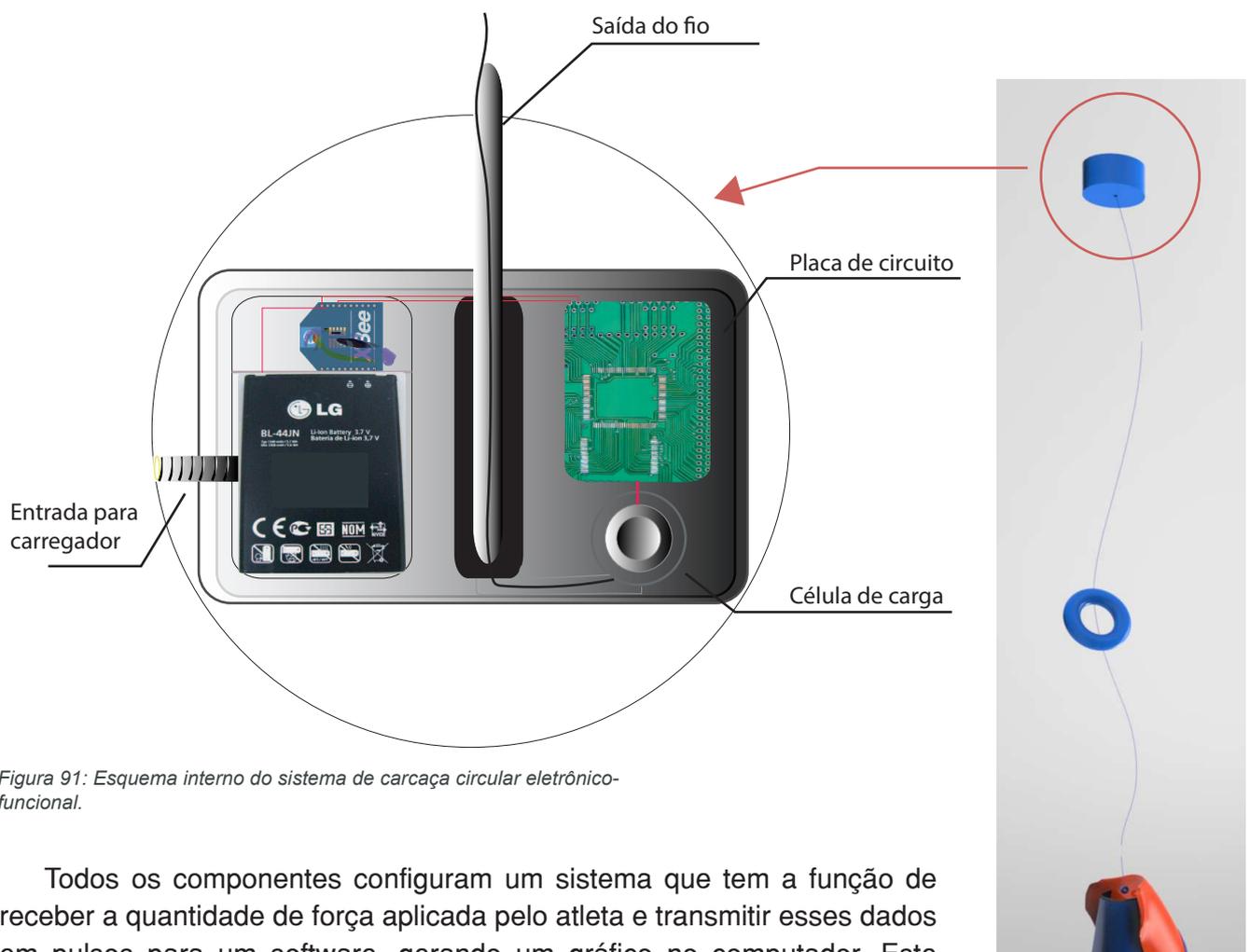


Figura 91: Esquema interno do sistema de carcaça circular eletrônico-funcional.

Todos os componentes configuram um sistema que tem a função de receber a quantidade de força aplicada pelo atleta e transmitir esses dados em pulsos para um software, gerando um gráfico no computador. Este sistema fica acoplado ao cinto, nas costas do nadador.

Como recomendação técnica foi tido conhecimento que para otimizar o funcionamento, seria ainda mais pertinente que o esquema eletrônico funcional fosse composto por peças adaptadas especialmente para uso deste projeto, com dimensões menores.

4.4 CONFIGURAÇÃO DO PRODUTO

Com este sistema proposto para substituir o nado amarrado, o nadador poderá executar nado livre e ainda assim mensurar sua propulsão.

Atendendo o princípio de diminuir a interferência instrumental, reduziu-se o número de 21 (tabela 1- página 26), para 7 elementos totais.

A arquitetura e o funcionamento estão distribuídos do seguinte modo:

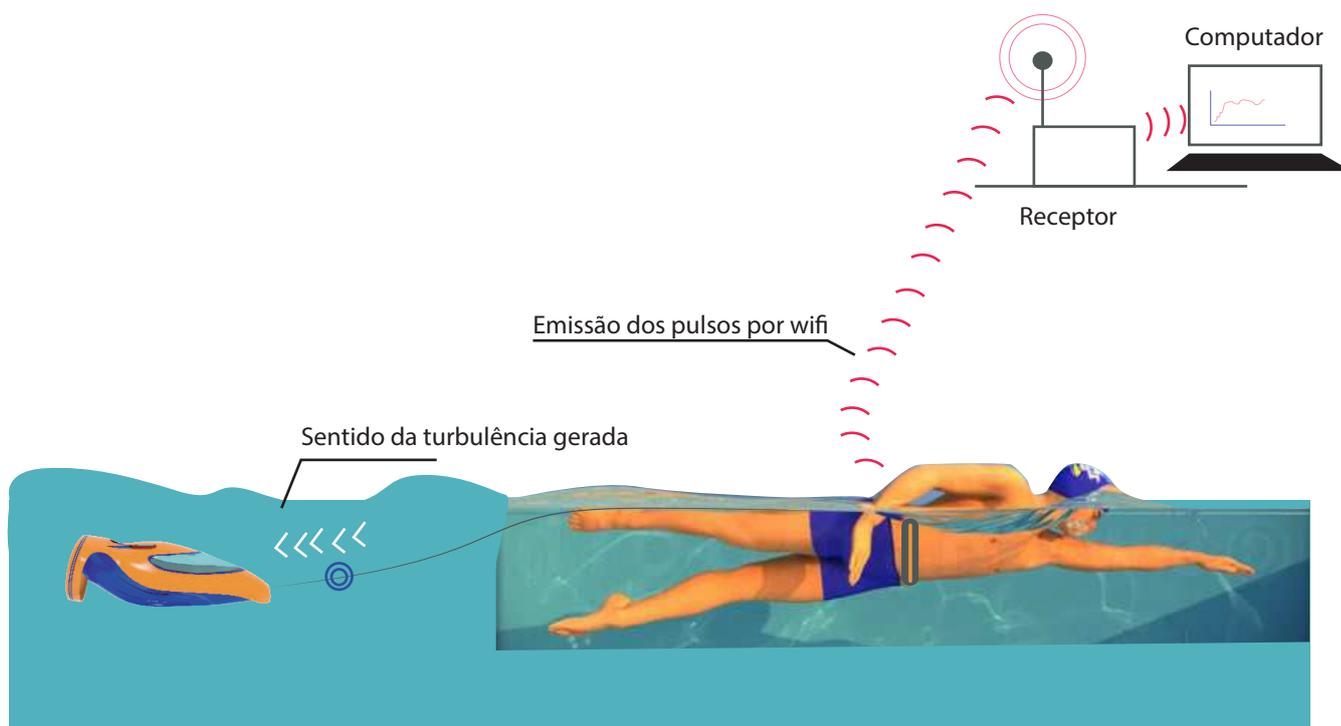


Figura 92: Configuração funcional do produto.

DENOMINAÇÃO

FUNÇÃO

1- Cápsula subaquática	Oferecer tração suficiente na água para acionar a célula
2- Bóia	Auxiliar no equilíbrio proporcionando deslocamento estável
3- Conexão (fio)	Transmite o tensionamento gerado pela cápsula
4- Sistema eletrônico circular	Compor os componentes eletrônicos
5- Cinto	Prende o equipamento ao atleta
6- Receptor	Recebe os impulsos
7- Computador	Processa e armazena dados

4.4 PRODUTO NO AMBIENTE DE USO

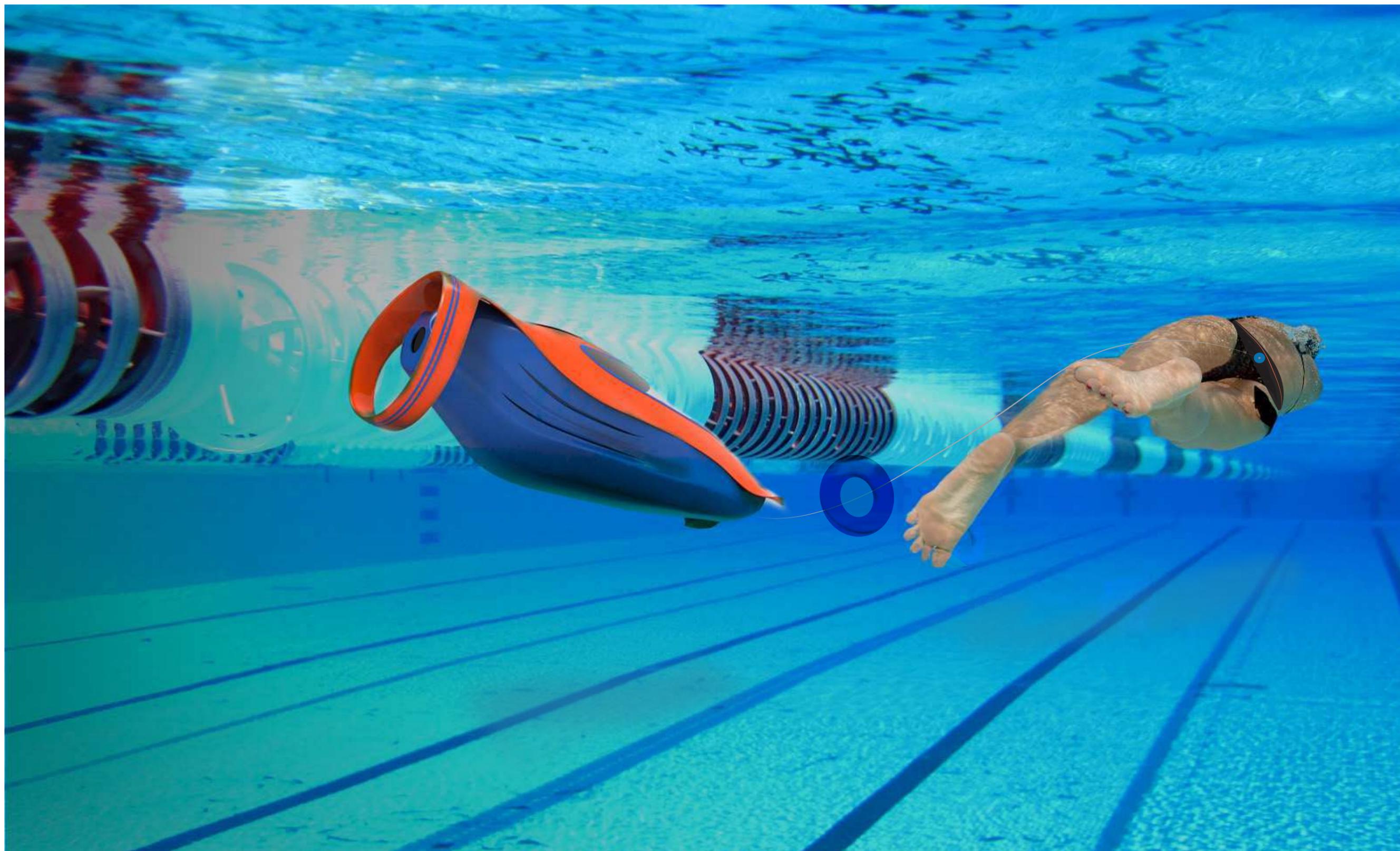


Figura 95: Simulação do produto final em uso.

4.5 USO DO PRODUTO

O produto tem seu uso de maneira idêntica aos produtos avaliados da categoria de paraquedas da natação.

Lista de Tarefas:

1- Fora da piscina, o nadador ata o cinto enquanto outra pessoa segura a cápsula subaquática;

2- Com o cinto ajustado, o nadador segura a cápsula subaquática e entra na piscina sem mergulhar;

3- Imerso na piscina ele deve soltar a cápsula e nadar normalmente.



Figura 93: Atleta preparando o paraquedas de natação.



Figura 94: Atleta usando o paraquedas de natação.

A large, thick orange circle is centered on the page. The word "CONCLUSÃO" is written across the middle of the circle in a bold, dark blue, sans-serif font. The circle is not fully closed, with small gaps at the top and bottom where the text is positioned.

CONCLUSÃO

5 CONCLUSÃO

Através do conhecimento adquirido durante o curso, foi possível a realização do desenvolvimento de um projeto de produto seguindo a metodologia proposta.

Partindo de uma necessidade vigente, atribuiu-se por meio de etapas, diretrizes essenciais para a concepção do produto final. O mesmo, foi desenvolvido através de objetivos estabelecidos para atender ao público desportivo aquático de alto rendimento, aprimorando através do treino as habilidades desses atletas.

O processo de desenvolvimento deste contou com o auxílio de profissionais de outras áreas para dar suporte ao conhecimento específico. O contato com educadores físicos e nadadores foi de grande importância para o conhecimento de detalhes à cerca da ciência do nado.

Entretanto, apesar do contato e auxílio dos profissionais citados, não é possível afirmar que o produto está completamente finalizado e que possui viabilidade para a produção. Ainda é necessário que o mesmo passe por uma ampla revisão e uma análise mais apurada para o seu pronto desenvolvimento.