

UNIVERSIDADE DO VALE DO ITAJAÍ
CENTRO TECNOLÓGICO DA TERRA E DO MAR
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO DE
EMERGÊNCIAS

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**ANÁLISE TÉCNICA EM SALVAMENTO AQUÁTICO: UMA
ANÁLISE CARTESIANA *IN LOCO* DOS TEMPOS DE RESGATE E
DO PADRÃO DE DESGASTE FÍSICO DAS TÉCNICAS DE
RESGATE EMPREGADAS PELO CBMSC EM PRAIA
DISSIPATIVA ARENOSA DO LITORAL NORTE DE SANTA
CATARINA**

WILSON RIBEIRO

Florianópolis
2009

UNIVERSIDADE DO VALE DO ITAJAÍ
CENTRO TECNOLÓGICO DA TERRA E DO MAR
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO DE
EMERGÊNCIAS

WILSON RIBEIRO

**ANÁLISE TÉCNICA EM SALVAMENTO AQUÁTICO: UMA
ANÁLISE CARTESIANA *IN LOCO* DOS TEMPOS DE RESGATE E
DO PADRÃO DE DESGASTE FÍSICO DAS TÉCNICAS DE
RESGATE EMPREGADAS PELO CBMSC EM PRAIA
DISSIPATIVA ARENOSA DO LITORAL NORTE DE SANTA
CATARINA**

Trabalho apresentado como requisito parcial para aprovação do grau de Tecnólogo em Gestão de Emergências pelo Curso de Tecnologia em Gestão de Emergências da Universidade do Vale de Itajaí, Centro Tecnológico da Terra e do Mar.

Orientador: Alexandre da Silva

Co-orientador: Onir Mocellin.

Florianópolis
2009

UNIVERSIDADE DO VALE DO ITAJAÍ
CENTRO TECNOLÓGICO DA TERRA E DO MAR
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO DE
EMERGÊNCIAS

WILSON RIBEIRO

**ANÁLISE TÉCNICA EM SALVAMENTO AQUÁTICO: UMA
ANÁLISE CARTESIANA *IN LOCO* DOS TEMPOS DE RESGATE E
DO PADRÃO DE DESGASTE FÍSICO DAS TÉCNICAS DE
RESGATE EMPREGADAS PELO CBMSC EM PRAIA
DISSIPATIVA ARENOSA DO LITORAL NORTE DE SANTA
CATARINA**

Esta Monografia foi julgada adequada para a obtenção do título de Tecnólogo em Gestão de Emergências e aprovada pelo Curso Superior de Tecnologia em Gestão de Emergências da Universidade do Vale do Itajaí, Centro de Educação São José.

Área de Concentração: Tecnologia e Gestão

São José, 15 de junho de 2009

Prof. Pós Graduado Alexandre da Silva
UNIVALI – CE de São José
Orientador

Prof. Ms. Onir Mocellin
CBMSC – Ten. Cel. BM
Co-Orientador

Eduardo Haroldo de Lima
CBMSC – Cap. BM Membro

Dedico este trabalho aos meus pais José Wilson e Ana Maria, que sem dúvidas foram todos estes anos um porto seguro diante de todas as mudanças inerentes a vida de qualquer pessoa, por serem os exemplos mais plenos de correção de atitudes, amor incondicional, respeito e competência. Que me acompanharam muito de perto por todos os meus passos.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus que me permitiu trilhar este caminho, que me fez sereno nos momentos em que a paciência estava por me escapar, que me fez perseverante nos momentos em que foi importante em que me mantivesse firme.

Em segundo lugar agradeço a minha família que me dá todo o suporte necessário para que eu seja quem sou em todos os momentos e para que me lembre sempre que meus passos vão sempre seguindo um rumo, mas que vieram de algum lugar, em especial meus pais José Wilson e Ana Maria, minha irmã Gláucia que estão sempre presentes me lembrando sempre a origem de tudo e do propósito de todas as coisas.

Agradeço à minha noiva Ludimila que caminha sempre a meu lado planejando comigo nossos passos e construindo sua história junto com a minha, pelo seu amor em todas as atitudes, além de me compreender nos momentos mais tensos e me ajudar a enxergar as perspectivas de maneira mais clara, mesmo nos momentos mais difíceis.

Agradeço os meus orientadores Ten. Cel. BM Mocellin e Cap. BM Alexandre pelo apoio, respeito e amizade, mesmo antes do ingresso nos quadros do CBMSC, quando me motivaram a ingressar na corporação e agora diante do Trabalho de Conclusão de Curso estiveram sempre prontos a sanar as dúvidas e apontar novas visões ao trabalho com suas vastas experiências na área.

Anderson, Alves, Andreyá, Ciro, Elis, Fábio, Henrique, Iranildo, Leal, Marzarotto, Maxuell, Muniz, Nilton, Priscila, Rafael e Thiago, vocês mostraram-se pessoas incríveis, cada um a sua maneira, catarinenses, tocantinenses e rondonienses verdadeiramente irmãos de farda e sinto mais ainda um profundo orgulho de ter servido com estes camaradas grandes profissionais, grandes oficiais e sobretudo grandes homens e mulheres.

Agradeço aos colaboradores diretos da pesquisa, guarda-vidas civis da região de Balneário Camboriú, Guarnição do Grupo de Busca e Salvamento, e da turma de Alunos Soldados de 2009, que contribuíram de forma direta para a realização deste trabalho.

“Na realidade, viver como um homem significa escolher um objetivo e dirigir-se para ele em toda a sua conduta, pois, não ordenar a vida a um fim é sinal de grande estupidez.” (Aristóteles)

RESUMO

RIBEIRO, Wilson. **Análise Técnica em Salvamento Aquático: Uma Análise Cartesiana *in loco* dos Tempos de Resgate e do Padrão de Desgaste Físico das Técnicas de Resgate Empregadas pelo CBMSC em Praia Dissipativa Arenosa do Litoral Norte de Santa Catarina.** 2009. Trabalho de Conclusão de Curso – CTTMar – Universidade do Vale do Itajaí – UNIVALI, São José. 2009.

O presente trabalho realizou uma análise das técnicas de resgate realizado na praia Central de Balneário Camboriú, que apresenta regime morfodinâmico dissipativo ($\Omega > 5,5$), em uma região da praia (porção norte) em que esse estágio dissipativo tende a intermediário. A análise foi procedida a partir de um cenário de simulação montado na praia mencionada apresentou todas as fases do resgate. Os dados coletados foram obtidos através da cronometragem dos tempos de resposta, dos tempos totais de resgate e das medições dos níveis de desgaste físico. Sendo esta análise de maneira objetiva, pelo monitoramento cardíaco através do freqüencímetro modelo S625X[®] da marca Polar[®], e subjetivamente através da classificação do esforço realizado pelos próprios indivíduos da amostra dentro da Escala Subjetiva de Esforço de BORG. A amostra contou com 35 valores de entrada para as técnicas de guarda-vidas com nadadeiras, com nadadeiras e *life-belt* e nadadeiras com *rescue can*. Nas técnicas de pranchão de resgate e *jet-ski* a amostra contou com 20 valores de entrada. Os pontos observados na pesquisa foram o tempo de resposta que consiste no alcance da vítima no cenário montado, o tempo total de resgate que foi medido a partir da saída do guarda-vidas até o reboque da vítima ao alcançarem a altura da água na linha da cintura do guarda-vidas e da vítima além das medições objetiva e subjetiva de esforço. Os resultados demonstraram na análise do tempo de resposta e tempo total de resgate que a técnica mais efetiva foi o *jet-ski* com 44 segundos e 3,19 segundos de desvio padrão para o tempo médio de resposta e 66 segundos com desvio padrão de 3,89 segundos para o tempo total de resgate. No cruzamento das técnicas de guarda-vidas com nadadeiras e *life-belt* e guarda-vidas com nadadeiras e *rescue can*, o primeiro se mostrou mais efetivo com o tempo total médio de resgate mais eficiente e com um desgaste físico associado sensivelmente menor. A técnica de guarda-vidas com pranchão mostrou-se extremamente útil para o estado morfodinâmico estudado, com baixo tempo total médio de resgate de 244 segundos com desvio padrão de 4,17 segundos o que supera o uso dos equipamentos flutuadores e também com níveis de desgaste físico inferiores. Resultado que evidenciaram a qualidade do *jet-ski* e do pranchão de resgate, bem como a superioridade do *life-belt* sobre o *rescue can* como equipamento flutuador de resgate.

ABSTRACT

RIBEIRO, Wilson. **Technical Analysis in Aquatic Rescue: A cartesian analysis *in loco* of times of rescue and rescue physical waste standard employed by CBMSC on Dissipative Sandy Beach in the North Shore of Santa Catarina.** 2009. Course Conclusion Work – CTTMar – Universidade do Vale do Itajaí – UNIVALI, São José. 2009.

This work accomplished a technical analysis of rescue, in the Central Beach of Balneário Camboriú, that presents dissipative morphodynamic characteristic ($\Omega > 5,5$), in the north portion of the beach where it tends to be an intermediary stage. The analysis was proceeded starting from a simulating scenario on the mentioned beach that presents all the rescue stages. The collected data were obtained through response times timing, of the total times of rescue and of the levels mensurations of physical waste. Being this analysis of objective way, by cardiac monitoring through the device S625X[®] brand *Polar*[®], and subjectively through the classification of the effort accomplished by the sample individuals inside BORG's Scale. The sample had 35 entrance values for guard-lives' techniques with fins, guard-lives with fins and life-belt and with fins and rescue can. In the rescue board and jet-ski techniques there were 20 entrance values. The points observed in the research were response time, that is time between start and the arrival at the victim, the total time of rescue that is time of the start until the arrival in the beach sand and the subjective and objective mensurations of effort. The results demonstrated in the response time analysis and of the total time of rescue that the most effective technique was jet-ski, with an average time of 44 seconds and 3,19 seconds of divert standard for response time and 66 seconds with divert standard 3,89 seconds for total time of rescue. In the guard-lives techniques crossing with fins and life-belt and of guard-lives with fins and rescue can the first showed more effective presenting a better total average time of rescue and with a physical waste associated sensibly smaller. The technique guard-lives with rescue board showed extremely useful to the morphodynamic stage studied, with a total average rescue time of 244 seconds and divert standard of 4,17 seconds what overcomes the techniques with inferior waste devices in comparison with floats devices. Results that evidenced jet-ski and the rescue board quality, as well as life-belt superiority regarding rescue can, like rescue election float device.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. OBJETIVOS.....	13
2.1 Objetivo Geral	13
2.2 Objetivos Específicos.....	13
3. PROBLEMA.....	14
4. HIPÓTESE.....	14
5. REFERENCIAL TEÓRICO	15
5.1 Afogamento.....	15
5.1.1 Causas de afogamento	17
5.1.2 Fisiopatologia do afogamento	17
5.1.3 Efeitos da submersão prolongada.....	19
5.1.4 Classificação do afogamento	20
5.1.5 Tratamento pré-hospitalar do afogamento	21
5.2 Ambiente Praial.....	22
5.2.1 Água do Mar.....	25
5.2.2 Relação entre salinidade e fluutuabilidade.....	28
5.3 Morfologia praial.....	29
5.4 Morfodinâmica Praial.....	31
5.5 Ondas e marés.....	38
5.5.1 Ondas.....	38
5.5.2 Movimento orbital circular	43
5.5.3 Ondas em águas rasas	44
5.5.4 Ondas geradas pelo vento	45
5.5.5 Marés	49
5.6 Correntes	52
5.6.1 Correntes Costeiras	54

5.6.1.1 Correntes longitudinais (<i>longshore currents</i>).....	54
5.6.1.2 Correntes de retorno (<i>rip currents</i>)	56
5.7 Área de Estudo.....	58
5.8 História do Salvamento Aquático	62
5.9 Atividade de Salvamento Aquático.....	64
5.10 Do Guarda-vidas	65
5.11 Equipamento de Salvamento	69
5.11.1 Uniforme.....	69
5.11.2 Nadadeiras	70
5.11.3 Torpedo (Rescue cans / Rescue buoy)	71
5.11.4 <i>Life-belt (Rescue tube)</i>	72
5.11.5 Pranchas de resgate / Pranchão (<i>Rescue board/ longboard</i>) .	74
5.11.6 Embarcações de resgate	78
5.11.7 Moto aquática (<i>watercraft / Jet-ski®</i>).....	81
5.11.8 Outros equipamentos.....	84
5.12 Fases do Salvamento.....	88
6. METODOLOGIA	92
7. RESULTADOS E DISCUSSÃO	99
8. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	106
9. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO.....	107

LISTA DE QUADROS E FÓRMULAS

Quadro 01 – Causas de afogamento do tipo secundário. Fonte: (SPZILMAN, 2001).....	17
Quadro 02 – Quantidade de Água Aspirada em Vítimas de Afogamento. Fonte: (MODELL, 1993).....	19
Quadro 03 – Escala de Classificação de Afogados. Fonte: (SZPILMAN, 2001).....	20
Quadro 04 – Classificação Prognóstica de Szpilman. Fonte: (SZPILMAN, 2001).....	21
Fórmula 01 – profundidade de fechamento interna. Adaptado de BIRKEMEIER, 1985.....	24
Fórmula 02 – profundidade de fechamento externa. Adaptado de BIRKEMEIER, 1985.....	24
Quadro 05 – parâmetros para as fórmulas 01 e 02.	25
Quadro 06 – Principais constituintes dissolvidos em água do mar à 35‰ . Fonte: Adaptado de (THURMAN & TRUJILLO, 2004).	28
Fórmula 03 – Parâmetro empírico adimensional ômega Ω . Detalhe: H_b (altura da quebra de onda) W_s (velocidade de sedimentação da partícula) T (período de onda) Fonte: (HOEFEL, 1998).....	34
Quadro 07 – Relações de equilíbrio entre estado da praia e Ω . Fonte: Adaptado de (HOEFEL, 1998).	34
Fórmula 04 – Parâmetro dimensionador de surfe (ϵ). Detalhe: H_b (altura da quebra de onda) $\tan \beta$ (declividade média entre marés da zona de surfe) Fonte: (BENAVENTE, <i>et al.</i> , 2002).....	35
Fórmula 05 – Inclinação de onda. Fonte: (THURMAN & TRUJILLO, 2004).....	41
Fórmula 06 – Relação entre frequência e período Fonte: (THURMAN & TRUJILLO, 2004).....	43

Quadro 08 – Escala <i>Beaufort</i> de vento e estado do mar. Fonte: Adaptado de (STEWART, 2008).	49
Fórmula 07 – Força gravitacional. Detalhe: G (constante universal gravitacional); M_1 e M_2 (massas dos corpos); r (distância entre as massas) Fonte : (HALLIDAY, 2007)	50
Fórmula 08 – Parâmetro de variação relativa de maré, RTR. Fonte: (HOEFEL, 1998).....	52
Fórmula 09 – Velocidade da corrente longitudinal gerada pela incidência de ondas oblíquas. Detalhe: v_L (velocidade da corrente); u_m (máxima velocidade orbital horizontal); α (ângulo de incidência das ondas em relação à normal à praia) Fonte : (HOEFEL, 1998).	55
Fórmula 10 – Velocidade da corrente longitudinal gerada pela incidência de ondas oblíquas. Detalhe: v_L (velocidade da corrente); u_m (máxima velocidade orbital horizontal); α (ângulo de incidência das ondas em relação à normal à praia); y (razão entre a altura de arrebentação e a profundidade neste local) C_f (coeficiente de arrasto da corrente longitudinal); H_b (altura de arrebentação) Fonte : (HOEFEL, 1998).	56
Quadro 09 – Parâmetros obtidos experimentalmente em 17 das praias da área de estudo. Detalhe: Parâmetros de altura na quebra de onda (H_b), Período de onda (T), parâmetro empírico adimensional ômega (Ω), parâmetro de variação relativa de maré (RTR). Fonte: Adaptado de (KLEIN & MENEZES, 2001).	59
Fórmula 11 – Resistência hidrodinâmica passiva. Detalhe: ρ (densidade da água), V (velocidade do fluxo de água), S_m (área da secção mediana), C_{dp} (coeficiente hidrodinâmico). Fonte: (VORONTSOV e RUMYANTSEV, 2004)	67
Quadro 10 – Elementos do surfe (VILELA, 2004).....	76
Quadro 11 – Classificação do Esforço Subjetivo de Borg – Revisada. Fonte: Adaptada de (POWERS & HOWLEY, 2000).....	91
Quadro 12 – Materiais utilizados.....	99

LISTA DE FIGURAS

- Figura 01** – Seqüência de eventos em um afogamento. Fonte: Adaptado de (PETROIANU, 2002). 18
- Figura 02** – Exemplo de Praia Arenosa - Praia Brava – Itajaí (SC).
Fonte: Do autor. 22
- Figura 03** – Composição em gramas de 1Kg de água do mar. Fonte:
Adaptado de (THURMAN & TRUJILLO, 2004). 27
- Figura 04** – Principais Constituintes da Porção Salina (34,8g) de 1Kg de
Água do Mar em Gramas Fonte: Adaptado de (THURMAN & TRUJILLO, 2004).
..... 27
- Figura 05** – Batimetria da zona de surfe de uma praia hipotética. Fonte
Fonte: <www.comet.ucar.edu/>, acesso em nov. de 2008. 30
- Figura 06** – Refração de uma onda. Fonte Fonte:
<www.comet.ucar.edu/>, acesso em nov. de 2008. 31
- Figura 07** – Indicação da zona de surfe. Detalhe: Zona de surfe em
destaque. Fonte Fonte: <www.comet.ucar.edu/>, acesso em nov. de 2008. 32
- Figura 08** – Onda oceânica quebrando na zona de surfe da praia.
Detalhe: Teahupoo (Polinésia Francesa)
Fonte: <<http://horsesmouth.typepad.com/hm/Teahupoo.jpg>>, acesso em
novembro de 2008. 39
- Figura 09** – Propagação de uma onda oceânica (orbital). Fonte: <
http://www.juliantrubin.com/encyclopedia/renewable_energy/wave_power_physics_files/240px-Wave_motion-i18n-mod.png>, acesso em novembro de 2008. 40
- Figura 10** – Características de uma onda oceânica. Detalhe: *Direction of travel* (direção de propagação); *Wave Length* (comprimento de onda); *Wave height* (altura de onda); *Calm sea level* (nível zero de energia de onda); *Crest* (crista); *Trough* (vale). Fonte: <
<http://www.srh.noaa.gov/jetstream/ocean/images/wavedescription.jpg>>, acesso em novembro de 2008. 41

Figura 11 – Três tipos de quebra de onda, progressiva, mergulhante e ascendente. Fonte: < http://www.oas.org/PGDM/hazmap/cstlersn/stk_nev/fig221.gif > acesso em nov. 2008.....	42
Figura 12 – Fases do movimento orbital. Fonte: (THURMAN & TRUJILLO, 2004)	44
Figura 13 – Comportamento ondulatório em águas rasas: (THURMAN & TRUJILLO, 2004)	45
Figura 14 – Onda de gravidade em formato trocoidal. Fonte: < http://www.annegutmman.com/images/portfolio/design/trochoidal-wave.jpg >, acesso em novembro de 2008.	46
Figura 15 – Região de formação de ondas. Fonte: < http://geology.uprm.edu/MorelockSite/morelockonline/2_image/ocnspr.gif >, acesso em novembro de 2008.	49
Figura 16 – Diagrama de insolação anual da superfície planetária. Detalhe: Regiões vermelhas com insolação superior. Fonte: < www.comet.ucar.edu/ >, acesso em nov. de 2008.....	53
Figura 17 – Corrente longitudinal. Detalhe: Direção das ondas incidentes e sentido da corrente paralela à praia. Fonte: < www.comet.ucar.edu/ >, acesso em nov. de 2008.....	56
Figura 18 – Corrente longitudinal. Detalhe: Direção das ondas incidentes e sentido da corrente paralela à praia. Fonte: < www.comet.ucar.edu/ >, acesso em nov. de 2008.....	57
Figura 19 – Mapas da área de estudo. Fonte: (MOCELLIN, 2006).....	61
Figura 20 – Origens de componentes da resistência hidrodinâmica resultante. Fonte: (VORONTSOV e RUMYANTSEV, 2004)	68
Figura 21 – Alterações posturais causando variação na resistência hidrodinâmica. Fonte: (VORONTSOV e RUMYANTSEV, 2004).....	68
Figura 22 – Camiseta em lycra® para salvamento. Fonte: (CBMSC, 2008).....	69
Figura 23 – Bermuda para salvamento. Fonte: (CBMSC, 2008).....	70

Figura 24 – Nadadeira modelo <i>Spinta</i> , marca Cobra®. Fonte: do autor.	71
Figura 25 – Torpedo de salvamento. Fonte: < http://www.lifesaving.com/shopsite_sc/store/html/media/Rescue%20Can.jpg >, acesso em nov. 2008.	72
Figura 26 – Life-belt (<i>rescue tube</i>) . Fonte: < http://www.pierce.com.au/images/Rescue_Rescue_Tube_PGEN1180.jpg >, acesso em nov. 2008.	73
Figura 27 – Life-belt (<i>rescue tube</i>) pronto para uso . Fonte: < http://www.vancouverlifeguards.com/%5Cequipment/rescue_tube.jpg >, acesso em nov. 2008.	73
Figura 28 – Primeiros <i>longboards</i> australianos. Fonte: (SSLA,2008). ..	75
Figura 29 – Posicionamento e aproximação da vítima com pranchão. Fonte: (VILELA, 2004).....	76
Figura 30 – Posicionamento para reboque da vítima com pranchão. Fonte: (VILELA, 2004).....	77
Figura 31 – Modelos de pranchão de resgate do CBMSC. Fonte: do autor.....	77
Figura 32 – Entrada com pranchão em competição de salvamento aquático. Fonte: (VILELA, 2004)	77
Figura 33 – Utilização do pranchão por um guarda-vidas. Fonte: < www.gettyimages.com/ >, acesso em nov. de 2008.....	78
Figura 34 – Barco de resgate a remo e guarda-vidas. Fonte: < www.gettyimages.com/ >, acesso em nov. de 2008.....	79
Figura 35 – Barco de resgate e tripulação de guarda-vidas. Fonte: < www.gettyimages.com/ >, acesso em nov. de 2008.....	80
Figura 36 – Caiaque de resgate. Fonte: < www.gettyimages.com/ >, acesso em nov. de 2008.	80
Figura 37 – Bote inflável motorizado em utilização. Fonte: (SLSA, 1996).	81

Figura 38 – Moto aquática modelo <i>Wave Runner® Yamaha®</i> . Fonte: < http://www.yamaha.com >, acesso em nov. 2008.....	82
Figura 39 – <i>Sled</i> . Fonte:Do autor.....	83
Figura 40 – PWC montado com o <i>Sled</i> . Fonte: < http://www.circle-one.co.uk >, acesso em nov. de 2008.....	83
Figura 41 – Carretel de resgate em uso. Fonte: < www.gettyimages.com/ >, acesso em nov. de 2008.....	84
Figura 42 – Carretel de resgate em uso durante competição de guarda-vidas. Fonte: < http://www.google.com >, acesso em nov. de 2008.....	85
Figura 43 – Posto de guarda-vidas de Miami (EUA). Fonte: < http://www.google.com >, acesso em nov. de 2008.	86
Figura 44 – Binóculo marca Nikon®. Fonte: < http://www.google.com >, acesso em nov. de 2008.	86
Figura 45 – Aeronave utilizada. Fonte: < http://www.slsa.au.uk >, acesso em nov. de 2008.....	87
Figura 46 – Automóvel adaptado ao salvamento aquático. Modelo: <i>XC70 Surf Rescue Vehicle</i> , Fabricante: Volvo® Fonte: < http://www.volvo.com >, acesso em nov. de 2008.	88
Figura 47 – Aparelho de GPS modelo <i>E-trex®</i> da marca <i>GARMIN®</i> . Fonte: Do autor.	93
Figura 48 – Desenho esquemático do cenário do trabalho.....	94
Figura 49 – Freqüencímetro modelo <i>S625X®</i> da marca <i>Polar®</i> . Detalhe: monitor de pulso na parte superior e cinta peitoral na parte inferior da imagem. Fonte: Do autor.	95
Figura 50 – Bóia utilizada na execução do trabalho. Fonte: Do autor...	97
Figura 51 – Âncora utilizada na fixação das bóias do trabalho. Fonte: Do autor.....	97
Figura 52 – Tempo de resposta por indivíduo na técnica de guarda-vidas com nadadeiras.....	99
Figura 53 – Freqüência da Escala de BORG na técnica de guarda-vidas com nadadeiras.....	100

Figura 54 – Comparação gráfica dos tempos totais de resgate das técnicas de guarda-vidas com nadadeira (azul), nadadeira e *rescue can* (amarelo) e nadadeira e *life-belt* (vermelho)..... 102

1. INTRODUÇÃO

Aproximadamente dois terços da população mundial vivem numa estreita faixa adjacente à costa tendo sendo as praias e os estuários os primeiros ambientes que sofreram diretamente o impacto do crescimento demográfico mundial.

Tal crescimento permitiu o desenvolvimento das atividades de pesca, navegações e posteriormente a moda do banho de mar e os esportes aquáticos. As atividades relacionadas ao mar aumentaram gradativamente o número de acidentes, criando uma demanda de socorro à medida que os sinistros foram aumentando de proporção.

No âmbito internacional e nacional é indiscutível a importância da atividade de salvamento aquático. “No Brasil o afogamento é a terceira causa de morte acidental em todas as idades e a segunda entre as idades de 1 e 14 anos.” (SZPILMAN, 2000)

As praias arenosas, que são o cenário do maior número de acidentes aquáticos, são classificadas em três grandes grupos, as praias dissipativas, as refletivas e as intermediárias que são descritas de acordo com os valores de parâmetro empírico adimensional ômega (Ω) e que possuem características interessantes e distintas em relação ao salvamento aquático. Variantes especialmente importantes à seleção das técnicas e materiais a serem empregados no resgate a fim de reduzir o tempo de resgate, bem como o desgaste físico que acomete o guarda-vidas.

As diferentes técnicas empregadas pelo CBMSC incluem o uso de materiais que vão desde o par de nadadeiras até o uso de embarcações como *Jet-ski (watercraft)*, logo a seleção do uso destes materiais vem sendo utilizada de maneira empírica, bem como a alocação destes recursos nestas cidades. Sendo a seleção do material uma variável que pode determinar o tempo de resposta, que é primordial para a sobrevivência da vítima.

O presente trabalho produziu um cenário de simulação em ambiente praias que foi percorrido por guarda-vidas participantes deste trabalho, a fim de medir o tempo de resposta, o tempo total de resgate e parâmetros estabelecidos de desgaste físico, empregando diferentes técnicas de resgate, em uma praia específica a fim de que se possa proceder uma análise técnica apurada.

Trata-se de um estudo experimental, compreendendo uma análise objetiva dos tempos de resposta, tempos totais de resgate e desgaste físico associados aos diferentes tipos de resgate, bem como os níveis de desgaste físicos em uma praia de regime intermediário de Santa Catarina, a porção norte da Praia Central de Balneário Camboriú, do litoral Norte de Santa Catarina. Sendo esta análise proporcionada pela cronometragem de várias simulações de resgate, e dos dados de desgaste físico dentro de um mesmo percurso instalado e percorrido em sucessivas baterias de resgate com cada equipamento de salvamento.

O trabalho obteve informações úteis à seleção dos materiais a serem utilizados pelas guarnições nos resgates em primeiro momento, bem como em segundo momento criou subsídios para a alocação dos recursos materiais

disponíveis nas praias onde sua utilização será otimizada, e ainda para orientar as compras futuras de material de salvamento.

Este trabalho associado ao mapeamento prévio do litoral procedido por estudiosos da área dentro da nossa corporação e dos centros de oceanografia como o da UNIVALI poderá ser uma ferramenta de evolução do salvamento aquático, concluindo cientificamente quais as técnicas mais adequadas para os regates.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar tecnicamente o desempenho das diferentes técnicas de resgate em salvamento aquático, utilizadas pelo CBMSC, em praia dissipativa do litoral norte de Santa Catarina, através dos tempos de resposta, dos tempos totais de resgate e dos parâmetros de desgaste físico.

2.2 Objetivos Específicos

- I. Analisar a eficiência de cada tipo de resgate, no tipo de praia descrito na metodologia;
- II. Analisar o tempo de resposta das diferentes técnicas de resgate;
- III. Analisar o tempo total de resgate das diferentes técnicas de resgate;
- IV. Analisar o desgaste físico associado às técnicas de resgate utilizadas através de parâmetros objetivo e subjetivo;
- V. Comprovar a relevância do uso do *jet-ski (watercraft)*;
- VI. Comprovar a validade da utilização do pranchão;
- VII. Comparar a eficiência do uso do *life-belt* com o *rescue can*.

3. PROBLEMA

Quais as técnicas de resgate mais apropriadas, a fim de obter um desempenho técnico superior do salvamento aquático, para praias de regime dissipativo a intermediário?

4. HIPÓTESE

Considerando as diferentes técnicas de resgate, uma análise técnica, baseada no tempo de resposta, tempo total de resgate e desgaste físico associado poderia determinar um modelo ideal de salvamento aquático de praia; levando a atividade a níveis superiores de qualidade.

5. REFERENCIAL TEÓRICO

5.1 Afogamento

“É uma das grandes ironias da mãe natureza que o homem tenha passado os primeiros nove meses de sua existência envolto em água, e o resto de sua existência com medo inerente da submersão”. (GOODEN, 1984 *apud* SZPILMAN, 2000)

O afogamento é um grande problema de saúde pública, porém, de certa forma abandonado tendo sido encarado com seriedade pela primeira vez no final da década de 90 quando do aparecimento do afogamento como uma das mais comuns causas de morte no *Global Burden of Disease* (Relatório Global de Doenças), estando as mortes por afogamento à frente das mortes por guerras relatadas neste primeiro documento.

“Afogamento é a experiência de falência respiratória devido à submersão ou mesmo imersão em meio líquido”. (OMS, 2008)

Ainda pode ser definido como “acidente inesperado em que a vítima é submersa em meio líquido, exposta a hipóxia intensa, que ocasiona morte por sufocamento”. (PETROIANU, 2002)

Segundo LOCALI em 2006, afogamento pode ser definido como a inundação do trato respiratório por fluido líquido, provocando um comprometimento acentuado da função pulmonar interrompendo as trocas gasosas. Logo após o início da anóxia ocorre a asfixia e a morte do indivíduo.

Segundo levantamento de VAN BEECK em 2005, relatórios mais recentes demonstraram que a taxa global de mortalidade por afogamento é da ordem de 6,8 vítimas para cada 10.000 pessoas por ano.

A base de dados do DATASUS revela que em 1997, 903.414 brasileiros morreram, sendo 13,23% (119.550 casos) decorrentes de causas externas. O afogamento é considerado como trauma pela Organização Mundial de Saúde e o trauma é a primeira causa *mortis* entre jovens de 5 e 39 anos de idade e a segunda causa entre 0 e 80 anos.

O trabalho de SZPILMAN em 2001 indica que os acidentes fatais provocados por afogamento representam, com dados da Organização Mundial de Saúde (OMS), cerca de 700 mil mortes por ano no mundo. No Brasil, o afogamento é responsável por cerca de 7.500 mortes anuais (incluindo água doce e salgada) e em torno de 1 milhão e 300 mil pessoas são resgatadas do mar. Destas, aproximadamente 260 mil são hospitalizadas.

Sánchez e colaboradores em 2005 apontam os afogamentos e submersões como a terceira causa de morte acidental em Cuba, sendo as idades mais jovens e o gênero masculinos os mais afetados.

Em Santa Catarina, mais precisamente Florianópolis, o levantamento, procedido por Cipriano Júnior em 2007, apontou que das mortes por afogamento registradas no Instituto Médico Legal de Florianópolis no período compreendido entre 1997 e 2006 87,25% das vítimas eram do gênero masculino, e de 86,69% quando a pesquisa abrangeu todo o litoral centro-sul para o mesmo período. O mesmo estudo ainda mostrou que 22,95% dos registros de óbitos por afogamento eram da classe entre 11 e 20 anos de idade.

5.1.1 Causas de afogamento

O afogamento pode ser dividido em primário e secundário, e representam duas situações, o primário ocorrendo sem associação de fatores incidentes ou patológicos ao afogamento e o tipo secundário ocorrendo em virtude de algum incidente ou patologia que tenha contribuído para o seu acontecimento.

Causas de afogamento secundário	
Causas	Valor percentual (%)
Uso de drogas (álcool predominantemente)	36,2
Crise convulsiva	18,1
Traumas	16,3
Doenças cardiopulmonares	14,1
Mergulho livre ou autônomo	3,7
Outras causas (homicídio, suicídio e outras)	11,6

Quadro 01 – Causas de afogamento do tipo secundário. Fonte: (SPZILMAN, 2001)

5.1.2 Fisiopatologia do afogamento

O afogamento é relativamente comum, acometendo indivíduos de todas as idades e se apresentando de forma dramática no serviço de emergência.

“O ponto comum de todo afogamento é a hipoxemia, sendo a sua duração o fator determinante na sobrevivência e na recuperação neurológica da vítima” (PETROIANU, 2002)



Figura 01 – Seqüência de eventos em um afogamento. Fonte: Adaptado de (PETROIANU, 2002).

Ao ocorrer a imersão, um período de parada respiratória é seguido por uma inspiração involuntária; segue-se normalmente a aspiração de água. Em 10 a 20% dos casos em que o paciente morre em decorrência do afogamento não há aspiração de água, nestes casos o laringoespasma impede a aspiração de líquidos e a morte dá-se por asfixia. (PRETOIANU,2002)

Difere na aspiração de água doce (hipotônica) em relação à aspiração de água salgada (hipertônica) no seu processo e conseqüências fisiopatológicas. Seguindo o raciocínio exposto por PETROIANU em 2002,

conclui-se que a aspiração de água doce provoca perda da manutenção da tensão superficial do surfactante dos alvéolos, gerando um alvéolo instável. O que acarreta a formação de áreas não ventiladas nos pulmões.

A aspiração de água salgada (hipertônica) provoca um preenchimento dos alvéolos e a formação de áreas não ventiladas, com complicação do meio hipertônico formado promover a passagem do plasma sanguíneo para o interior dos alvéolos.

“85% dos pacientes que sobrevivem ao evento aspiram menos de 22ml de água por kg de peso. No caso de aspiração de quantidade maior do que essa, alterações na volemia e dos eletrólitos poderão ocorrer.” (PETROIANU, 2002)

Quantidade de Água Aspirada em Vítimas de Afogamento		
Tipo de Água	Quantidade Aspirada (ml/kg)	% das Vítimas
Doce	< 22	85
	≥ 22	15
Salgada	< 11	59
	11-22	25
	> 22	16

Quadro 02 – Quantidade de Água Aspirada em Vítimas de Afogamento. Fonte: (MODELL, 1993).

5.1.3 Efeitos da submersão prolongada

Estudos largamente discutidos pela literatura e citados por PETROIANU EM 2002 apontam que a recuperação sem seqüelas, após hipóxia, é de cerca

de 5 minutos, e que períodos superiores a 12 minutos quase sempre levam a morte ou a complicações de ordem neurológica.

5.1.4 Classificação do afogamento

Os eventos de afogamento podem ser classificados de acordo com suas características em 6 diferentes graus, que possuem tratamento, precauções e prognósticos semelhantes e podem ser identificados segundo os parâmetros da tabela abaixo:

Escala de Classificação de Afogados				
Grau	Consciência	Respiração	Ausculta Pulmonar	Hemodinâmica
Resgate	Lúcido	Normal	PA	Estável
1	Lúcido	Tosse	Limpa	Estável
2	Ansioso	Taquipinéia, tosse	Estertores em bases	Estável
3	Agitação ou confusão mental	Sofrimento respiratório, tosse com espuma	Estertores bolhosos difusos	Estável
4	Confusão e/ou inconsciência	Sofrimento respiratório, tosse com espuma	Estertores bolhosos difusos	Sinais de choque
5	Inconsciência	Apnéia ou gasps	-	Variável
6	Inconsciência	Apnéia ou gasps	-	Parada Cardíaca

Quadro 03 – Escala de Classificação de Afogados. Fonte: (SZPILMAN, 2001).

Classificação Prognóstica de Szpilman	
Grau	Mortalidade (%)
1	0
2	0,6
3	5,2
4	19,4
5	44
6	93

Quadro 04 – Classificação Prognóstica de Szpilman. Fonte: (SZPILMAN, 2001).

5.1.5 Tratamento pré-hospitalar do afogamento

O primeiro esforço organizado na luta contra a morte súbita foi realizado em Agosto de 1767, na cidade de Amsterdã, com a criação da primeira Sociedade de reanimação “*Maatschappij tot Redding van Drenkelingen*” (Sociedade para Recuperar vítimas de afogamento - existente até os dias de hoje).

“Como a hipóxia é a principal responsável pelas alterações fisiopatológicas do afogamento, nossa atenção inicial deve estar voltada para a sua rápida correção, prevenindo danos irreversíveis às células e órgãos”. (PRETOIANU, 2002)

O algoritmo do tratamento dos eventos desta natureza não difere das prioridades de pacientes politraumatizados, sendo a prioridade a manutenção do ABCDE, largamente conhecido pela literatura de emergências, e o rápido início dos suportes básico ou avançado à vida.

5.2 Ambiente Praial

Em se falando sob o aspecto ecológico o ambiente praial foi considerado um grande depósito de sedimentos praticamente estéreis, porém, atualmente sabe-se que as praias são ecossistemas viáveis e produtivos de modo que uma série de espécies de invertebrados, como equinodermos, moluscos, crustáceos e artrópodes; e mesmo alguns tipos de vertebrados, como aves e peixes.



Figura 02 – Exemplo de Praia Arenosa - Praia Brava – Itajaí (SC). Fonte: Do autor.

Já sob o prisma social e econômico as praias são importantes pontos de desenvolvimento das populações, sendo ponto de fixação de cidades, balneários e pontos turísticos, sendo ambientes de grande importância sócio-econômica para os governos onde estiverem inseridos.

Para Short em 1999 as praias ocorrem em todos os depósitos de sedimentos costeiros expostos à ondas, são os sistemas físicos mais

dinâmicos da superfície terrestre, e ocorrem em qualquer costa onde existam sedimentos suficientes para que se depositem acima do nível do mar.

Segundo Hoefel em 1998, geograficamente não se pode estabelecer um limite para a instalação de um ambiente praial, sendo as praias de característica arenosa ou não, havendo uma disponibilidade de sedimentos para formá-las, espaço e agentes hidrodinâmicos contribuindo para a concentração dos sedimentos em zonas transicionais entre o ambiente aquático e terrestre, teremos então a formação das praias.

Nummedal em 1984 citado por Hoefel em 1998 diz que as praias tendem a se desenvolver onde a oferta de sedimentos seja favorável e sobre regiões amplas, tendo em vista esta razão, são mais evidentes nas áreas adjacentes das planícies costeiras extensas e de ilhas barreiras, mas também podem estabelecer-se em lagos, rios e estuários além da linha de costa.

As praias arenosas oceânicas apresentam-se como sistemas transicionais altamente dinâmicos e sensíveis, que constantemente ajustam-se a flutuações dos níveis de energia locais e sofrem retrabalhamento por processos eólicos, biológicos e hidráulicos. Estes últimos são relativamente muito mais importantes e ocorrem em escalas temporais variadas. Abrangem também um amplo espectro de modos de movimento, entre os quais se destacam as ondas geradas pelo vento, as correntes litorâneas, as oscilações de longo período (subharmônicas e de infra-gravidade) e as marés.

As praias atuam como zonas tampão e protegem a costa da ação direta da energia do oceano, sendo esta a sua principal função ambiental.

King em 1959 citado por Hoefel em 1998 define praia como um ambiente sedimentar costeiro de composição variada, formado mais comumente por areia, e condicionado pela interação dos sistemas de ondas incidentes sobre a costa.

Já Shepard em 1973, o ambiente praiar resume-se a um trecho de costa recoberto por areia ou cascalho. Segundo Komar em 1998, praia é uma acumulação de sedimentos não consolidados de tamanhos diversos, como areia, cascalho e seixo, que se estende, em direção à costa do nível médio da maré baixa até alguma alteração fisiográfica como uma falésia, um campo de dunas ou simplesmente até o ponto de fixação permanente da vegetação.

Segundo Birkemeier em 1985 o perfil da praia pode ser limitado por duas profundidades distintas, ditas profundidades de fechamento, que finalizam dentro do intervalo entre as duas profundidades a zona de empinamento (*shoaling*) das ondas. A zona de fechamento interna d_i determina o limite nos quais se percebem os efeitos da arrebentação das ondas sobre o transporte de sedimentos. Já a profundidade de fechamento externa d_e é o limite externo de mobilização de sedimentos pela ação das ondas incidentes. As profundidades de fechamento d_i e d_e foram determinadas por Birkemeier em 1985 através das fórmulas:

$$d_i = 1,75 H_{S12} - 57,9 \left(\frac{H_{S12}^2}{g T_S^2} \right)$$

Fórmula 01 – profundidade de fechamento interna. Adaptado de BIRKEMEIER, 1985.

$$d_e = H_{Sm} T_{Sm} \left(\frac{g}{5000 D} \right)^2$$

Fórmula 02 – profundidade de fechamento externa. Adaptado de BIRKEMEIER, 1985.

Quadro 01 – Parâmetros das fórmulas 01 e 02	
Parâmetro	Descrição
H_{S12}	Altura de onda significativa local
T_S	Período de onda significativo associado a H_{S12}
H_{Sm}	Altura significativa média anual
T_{Sm}	Período médio anual
D	Diâmetro médio do sedimento de profundidade
g	Aceleração da gravidade

Quadro 05 – parâmetros para as fórmulas 01 e 02.

Existem definições mais modernas como a de Horikawa em 1988 que adiciona aos conceitos anteriores uma maior influência dos processos hidrodinâmicos na determinação das características das praias.

“Sedimentologicamente, as praias podem ser formadas por sedimentos de diversas composições e granulometrias. Esta última variável, em combinação com o clima de ondas incidente, determina a morfologia do perfil.” (HOEFEL, 1998)

5.2.1 Água do Mar

A porção aquática do ambiente praiar é composta de uma solução de diferentes compostos dissolvidos em moléculas de água, portanto, apresenta características próprias interessantes e determinantes das atividades realizadas neste meio aquático tão particular.

De acordo com THURMAN & TRUJILLO em 2004 as substâncias dissolvidas não são simplesmente o cloreto de sódio (NaCl), que confere o

sabor salgado da água marinha, que estão presentes, as substâncias dissolvidas incluem vários outros sais, metais e gases dissolvidos. Os oceanos contêm sal suficiente para cobrir o planeta inteiro com uma camada de espessura superior a 150 metros, equivalentes a um arranha-céus de 50 andares. Infelizmente o conteúdo salino da água oceânica a torna imprópria para o consumo e para a irrigação de plantações, sendo inclusive corrosiva a alguns materiais.

Salinidade, segundo STEWART em 2008, é o total de material sólido dissolvido em água, incluindo também os gases dissolvidos, pois, mesmo os gases tornam-se sólidos à temperaturas suficientemente baixas. A salinidade não inclui partículas finas mantidas em suspensão, ou sólidos em contato com a água, pois, estes materiais não são dissolvidos pela água. Matematicamente a salinidade é a razão entre a massa das substâncias dissolvidas pela água pela massa da água marinha em uma determinada amostra.

Tipicamente a salinidade da água do mar, de acordo com THURMAN & TRUJILLO em 2004, fica em torno de 3,5%, ou seja, cerca de 200 vezes mais concentrada que a água doce. A salinidade é mais comumente expressa em partes por mil (‰).

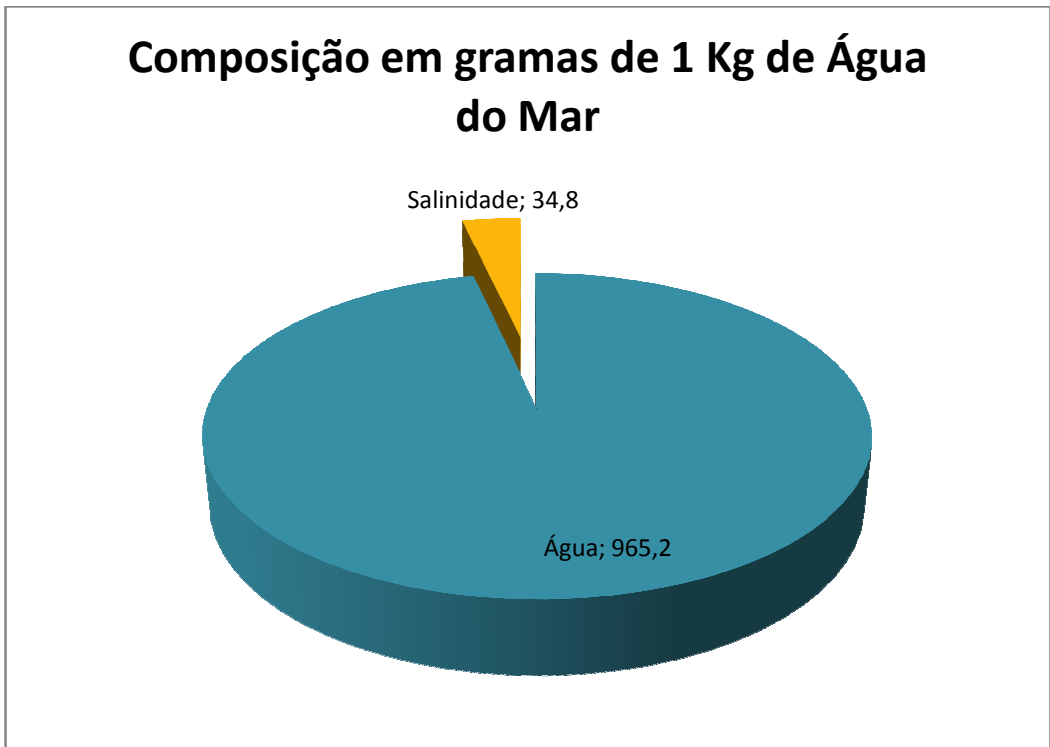


Figura 03 – Composição em gramas de 1Kg de água do mar. Fonte: Adaptado de (THURMAN & TRUJILLO, 2004).

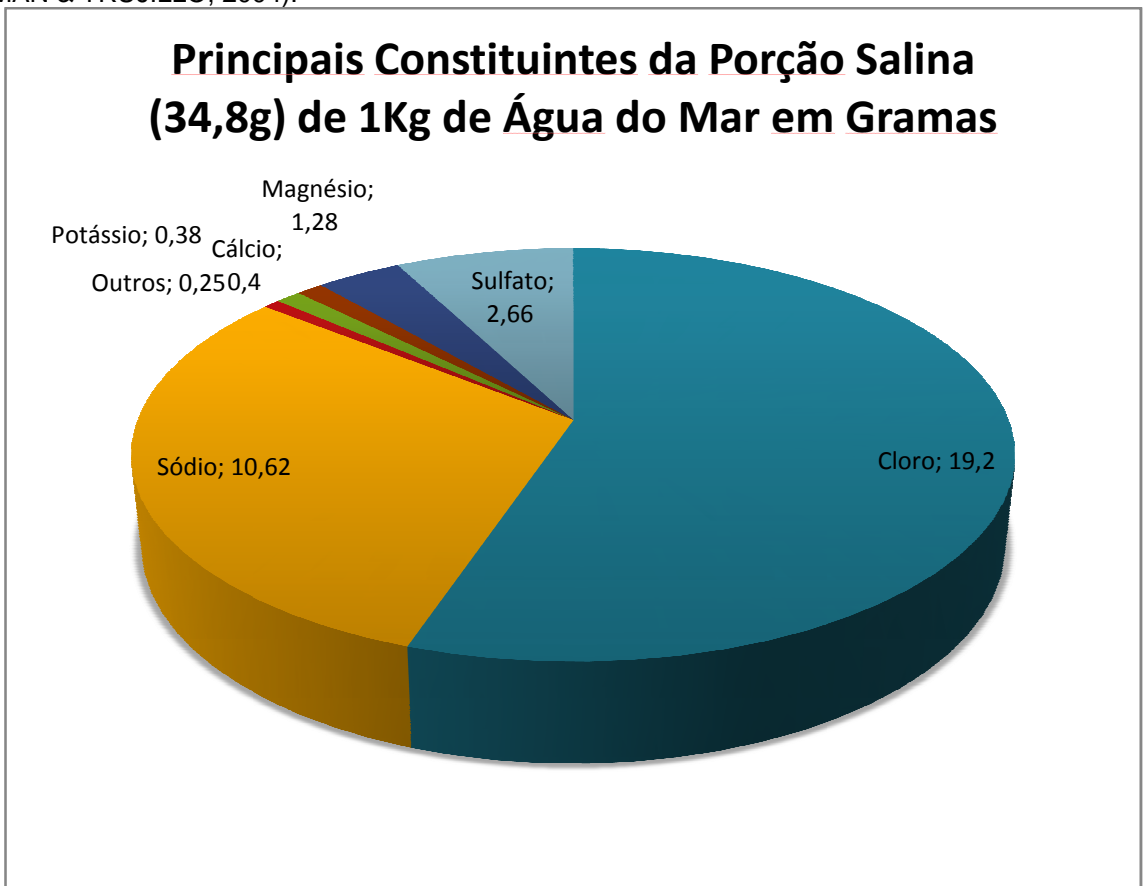


Figura 04 – Principais Constituintes da Porção Salina (34,8g) de 1Kg de Água do Mar em Gramas Fonte: Adaptado de (THURMAN & TRUJILLO, 2004).

Principais constituintes dissolvidos em água do mar à 35‰ (em partes por mil)

Constituinte (íons)	Concentração (‰)	Porcentagem / total (%)
Cloro	19,2	55,04
Sódio	10,6	30,61
Sulfato	2,7	7,68
Magnésio	1,3	3,69
Cálcio	0,40	1,16
Potássio	0,38	1,10
Total	34,58	99,28

Quadro 06 – Principais constituintes dissolvidos em água do mar à 35‰ . Fonte: Adaptado de (THURMAN & TRUJILLO, 2004).

5.2.2 Relação entre salinidade e fluutuabilidade

O enunciado do princípio de Arquimedes é citado da seguinte maneira:

Todo corpo mergulhado num fluido fica submetido a uma força de baixo para cima igual ao peso do volume de fluido deslocado pelo corpo e cuja direção passa pelo ponto onde se encontrava o centro de gravidade do fluido deslocado. (GUIMARÃES, 1999)

O Princípio de Arquimedes, então, relaciona grandezas como peso, densidade e volume, que estão diretamente ligadas aos fenômenos da fluutuabilidade comumente observados nos processos naturais ou não.

“O iceberg, por exemplo, flutua porque o gelo possui uma densidade (917 Kg/m^3) menor que a água do mar, sua parte emersa é de apenas 10% do seu volume total.” (Halliday, 2003)

“A densidade de uma substância é definida como sua massa por unidade de volume; substâncias diferentes apresentam densidades por razão das diferentes massas atômicas e arranjos dos seus constituintes.” (SERWAY & JEWETT, 2003)

A salinidade varia conforme os oceanos, segundo THURMAN & TRUJILLO em 2004 em mar aberto a salinidade varia entre 33 e 38‰, já em regiões costeiras as condições locais podem levar a situações extremas.

No mar Báltico, a salinidade média é de cerca de 10‰, pois as condições físicas convergem para o fenômeno chamado de *brackish water*, que ocorre quando a água das chuvas e da desembocadura dos rios acaba diluindo a água salgada, reduzindo a salinidade.

Em oposto a essa situação tem-se locais onde as condições regionais promovem a hipersalinidade, típica de regiões fechadas onde a taxa de evaporação elevada e a reduzida circulação para o mar aberto leva a esta condição de concentração. Neste cenário apresentam-se locais como o Mar Vermelho (42‰), Great Salt Lake em Utah, EUA (280‰) e o Mar Morto (330‰) que chega a ser 10 vezes mais salino do que a água do mar.

Como consequência deste fenômeno temos um aumento da densidade da água e conseqüentemente uma flutuabilidade exacerbada destes meios aquáticos.

5.3 Morfologia praial

Atualmente não existe uma nomenclatura padrão definida para a zonação morfológica das praias, nem mesmo em língua inglesa. A obra de Hoefel em 1998 propõe uma nomenclatura bem clara.

A região denominada de antepraia (*shoreface*) é a porção do perfil praial onde ocorrem os processos de empinamento de onda, se estendendo em direção à terra a partir do limite externo da praia até a zona de arrebenção.

A praia média é a porção onde se percebem os processos da zona de surfe e da zona de arrebentação. A face praial (*beachface*) é a zona onde ocorrem os processos de espraçamento e a pós-praia (*backshore*) é a zona entre a face praial e o início das dunas ou qualquer acidente geográfico que determine o final do perfil praial, ou seja, refração das ondas.

Segundo o princípio de conservação do fluxo de energia, a diminuição da velocidade de propagação (celeridade) das ondas, conseqüente da diminuição profundidade, provoca um aumento na energia de onda, expresso fisicamente através de seu crescimento em altura, o que caracteriza o processo de empinamento.(HOEFEL, 1998)

“A refração é o fenômeno através do qual os raios de onda são redirecionados pela batimetria.” (HOEFEL, 1998).

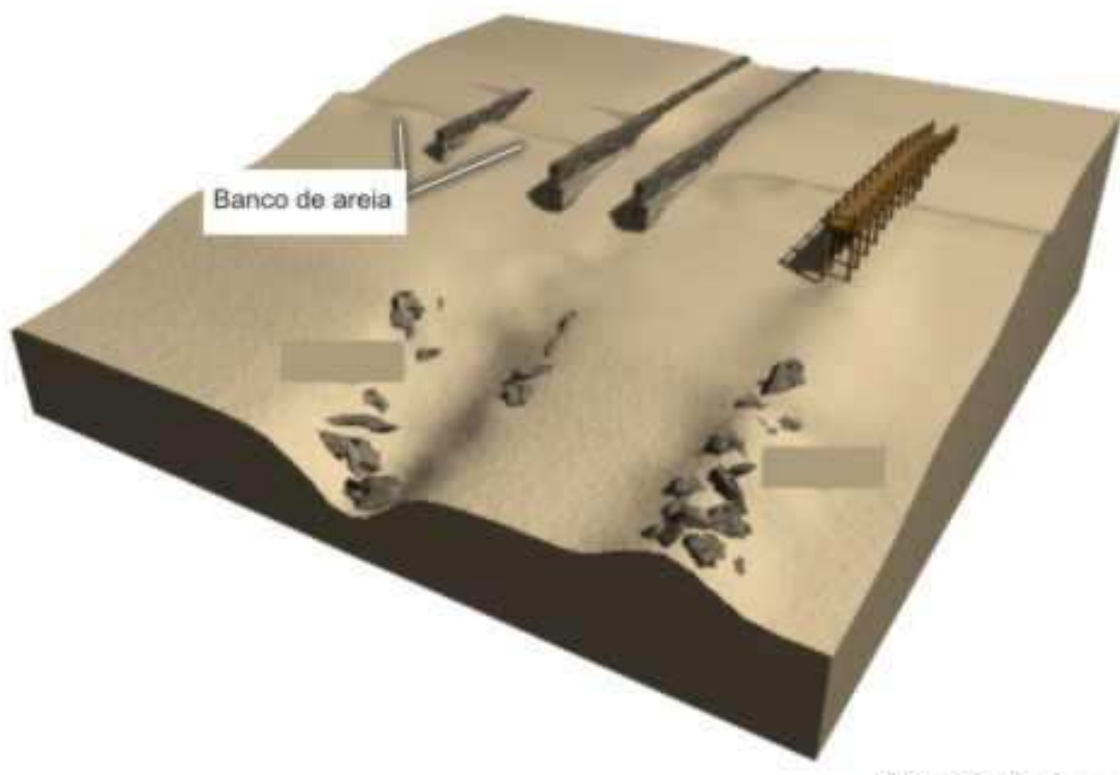


Figura 05 – Batimetria da zona de surfe de uma praia hipotética. Fonte Fonte: <www.comet.ucar.edu/>, acesso em nov. de 2008.

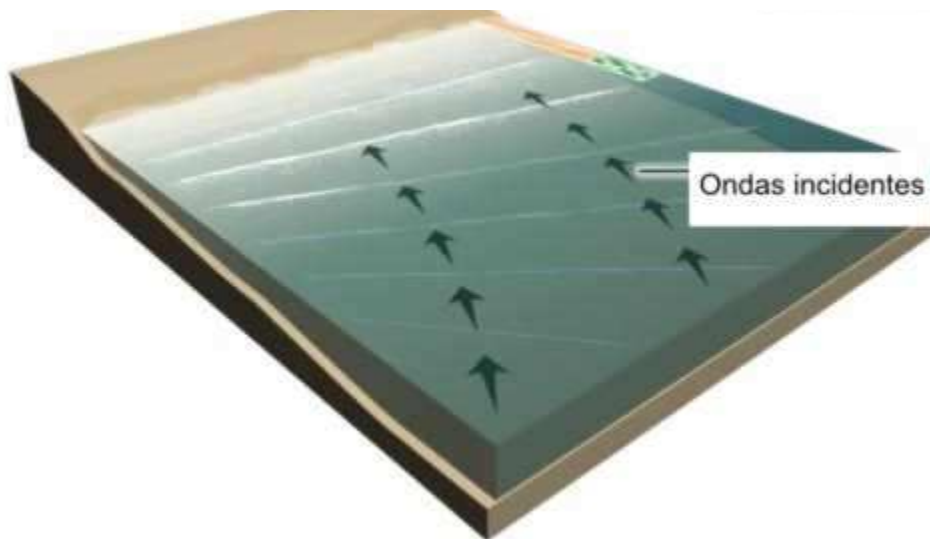


Figura 06 – Refração de uma onda. Fonte: <www.comet.ucar.edu/>, acesso em nov. de 2008.

5.4 Morfodinâmica Praial

Hidrodinamicamente, distinguem-se em uma praia as seguintes zonas:

Zona de Arrebentação (*breaking zone*);

Zona de Surfe (*surf zone*); e

Zona de Espraimento (*swash zone*). (HOEFEL, 1998)

Na zona de arrebentação as ondas aproximam-se da costa e conseqüentemente de regiões mais rasas, em que irão interagir mais com o fundo oceânico e a batimetria local. Nesta zona ocorre a perda de estabilidade da onda em função da sua redução na velocidade e sua conseguinte alteração dimensional.

A zona de surfe está intimamente relacionada com o modo de dissipação energética das ondas incidentes, ou seja, a sua caracterização depende diretamente do tipo de quebra de onda formado na zona de arrebentação.

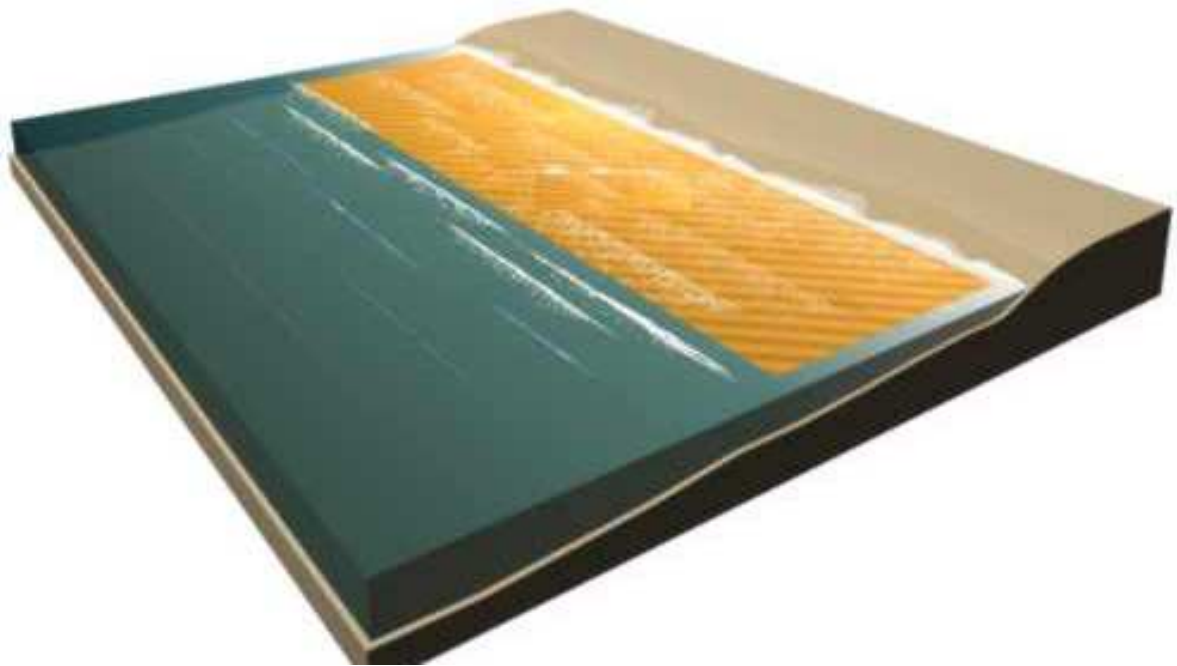


Figura 07 – Indicação da zona de surfe. Detalhe: Zona de surfe em destaque. Fonte: <www.comet.ucar.edu/>, acesso em nov. de 2008.

Em praias com declividade baixa as ondas quebram e reformam-se como vagalhões espalhando-se ao longo da zona de surfe, sendo que grande parte desta energia é transferida para a formação de correntes longitudinais (*longshore currents*) ou transversais à praia (*rip currents*). Já em praias com alta declividade, ocorre uma reflexão mais acentuada da energia incidente, logo, a zona de surf é tomada por processos e movimentos diferentes do que as correntes geradas em outros tipos de praia.

Devido a sua íntima ligação em alguns tipos de praia é praticamente impossível distinguir a zona de arrebatção da zona de surfe.

A zona de espalhamento é identificada como a região da praia entre a zona de surfe e a face praial, onde se encerra a influência dos agentes hidrodinâmicos sobre a praia.

5.4.1 Tipos de praias

A literatura relacionada ao assunto divide as variedades de praia de acordo com classificações morfodinâmicas que se distinguem de acordo com parâmetros de inclinação de perfil, granulometria do sedimento, energia e comportamento de ondas.

“O estado morfodinâmico praias depende de uma série de fatores interdependentes que condicionam o ‘equilíbrio morfológico-dinâmico’ do sistema.” (WESCHENFELDER e ZOUAIN, 2002)

A granulometria exerce importante e bem conhecido efeito sobre o perfil praias quando tem distribuição uni-modal. Grãos mais finos tendem a repousar em equilíbrio em perfis de pente muito suave, enquanto o incremento do diâmetro do grão gera perfis de equilíbrio gradualmente mais íngremes. (KOMAR, 1976; PETHICK, 1984 *apud* HOEFEL, 1998)

A granulometria de acordo com o disposto por SUGUIO em 2006, é a demonstração do tamanho das partículas em sedimentos detríticos, propriedade a qual é expressa pela medida do seu diâmetro, provendo uma descrição mais precisa de suas propriedades, localização de seus ambientes de deposição, informações como seu comportamento em processos físicos, como por exemplo processos hidrodinâmicos e a porosidade e permeabilidade dos meios que compõem.

O parâmetro empírico adimensional ômega, Ω , descrito por Hoefel em 1998, Short em 1999, Benavente em 2002, relaciona as variáveis envolvidas na caracterização morfodinâmica de uma praia, sendo que valores de Ω podem inserir determinada praia em um dos tipos praias.

$$\Omega = \frac{H_b}{W_s T}$$

Fórmula 03 – Parâmetro empírico adimensional ômega Ω . Detalhe: H_b (altura da quebra de onda) W_s (velocidade de sedimentação da partícula) T (período de onda) Fonte: (HOEFEL, 1998)

“Valores de Ω superiores a 6 caracterizam praias dissipativas e valores inferiores a 1, praias refletivas. As praias intermediárias ocorrem no intervalo $1 < \Omega < 6$.” (HOEFEL, 1998)

Relações de equilíbrio entre estado da praia e Ω		
Estado da praia	Ω	σ
Refletivo	<1,5	---
Terraço de Maré Baixa	2,40	0,19
Banco Transversal e <i>Rip</i>	3,15	0,64
Banco e Praia Rítmicos	3,50	0,76
Banco e Cava	4,70	0,93
Longitudinais		
Dissipativo	>5,5	---

Quadro 07 – Relações de equilíbrio entre estado da praia e Ω . Fonte: Adaptado de (HOEFEL, 1998).

5.4.1.1 Praias dissipativas

São os tipos de perfil praial que apresentam zonas de surfe bastante desenvolvidas causadas pela incidência de ondas de alta energia que pode estar associado à granulometria fina dos sedimentos para este perfil praial. A quebra de ondas deslizante também é apontada por Short em 1999, Hoefel em 1998 e Klein e Menezes em 2001 como as características deste perfil. O parâmetro dimensionador de surfe (*surf scaling parameter*) ϵ são superiores à 20, podendo chegar até valores superiores à 400, e as correntes de retorno geralmente não são persistentes.

$$\varepsilon = 2 \pi^2 \frac{H_b}{g T^2} \tan^2 \beta$$

Fórmula 04 – Parâmetro dimensionador de surfe (ε). Detalhe: H_b (altura da quebra de onda) $\tan \beta$ (declividade média entre marés da zona de surfe) Fonte: (BENAVENTE, *et al.*, 2002)

“No estado dissipativo, a praia e a zona de surfe são largas e exibem baixos gradientes topográficos, dispondo de elevado estoque de areias finas a muito finas [...] Ocorrem sob condições de ondas altas de elevada esbeltez.” (SUGUIO, 2003)

“Resumindo, as praias do tipo dissipativa oferecem perigo para o banho, notadamente se o banhista permanecer distante da margem. Somente surfistas experientes podem sair da zona de surfe em direção ao mar.” (MOCELLIN, 2006)

Os perigos associados a esta variedade de perfil, de acordo com Short em 1999, são as ondas de altura elevada e a zona de surfe bastante larga, restringindo o banho à zona de espraiamento, classificando este perfil ainda como grau 8 de nível de risco em uma escala até 10.

5.4.1.2 Praias refletivas

As praias arenosas de perfil refletivo confinam a energia dos processos de quebra de onda, que são geralmente ascendentes ou mergulhantes neste perfil, à zona da face praial, na qual ficam evidentes as cúspides. A parte do perfil abaixo da linha d'água é linear, porém, de alta declividade. A granulometria é caracterizada por um perfil de partículas grandes, sendo definida como grossa e os valores do parâmetro dimensionador de surfe ε , são inferiores à 3 e com alturas de onda normalmente muito baixas, estas são as

principais características deste perfil apontadas na obra de Short em 1999, Hoefel em 1998 e Klein e Menezes em 2001.

“No estado reflexivo, os gradientes topográficos da praia e do fundo submarino adjacente são elevados, praticamente sem zona de surfe.[...] o estoque de areias é de médias a grossas [...]” (SUGUIO, 2003)

O perfil refletivo segundo Short em 1999 é dos perfis de praia o mais seguro para o banho, atingindo grau 2 na sua classificação que vai até 10. Tendo seus perigos associados à profundidade, possíveis ondas grandes, e a grande inclinação de praia, que segundo o autor tornam esta praia um lugar de perigo para crianças.

“As praias refletivas oferecem relativa segurança quando as ondas estão baixas e as pessoas sabem nadar. [...]. Os perigos aumentam quando as ondas ultrapassam um metro de altura.” (MOCELLIN, 2006)

5.4.1.3 Praias intermediárias

As praias intermediárias são estágios característicos em que estão presentes fatores comuns aos tipos dissipativos e refletivos, dentre as praias com características mistas podem ser observados tipos semelhantes dispostos de acordo com a classificação de Wright & Short de 1982 citada por Hoefel em 1998 e apresentada por Klein e Menezes em 2001. Os estágios intermediários, de acordo com uma seqüência decrescente de energia, foram divididos em:

- a. Banco e Cava Longitudinais (BCL) – *Longshore Bar-Trough (LBT)*;
- b. Banco e Praia Rítmicos (BPR) – *Rhythmic Bar and Beach (RBB)*;
- c. Banco Transversal e Rip (BTR) – *Transverse Bar and Rip (TBR)*;

d. Crista-Canal/Terraço de Maré Baixa (CC/TMB) – *Ridge and Runnel/Low Tide Terrace (RR/LTT)*.

Para o estágio de Banco e Cava Longitudinais o relevo entre os bancos e as cavas é mais pronunciado em relação ao estado dissipativo, as ondas incidentes quebram progressivamente, reformam-se na cava e quebram novamente desta vez de maneira mergulhante, a porção proximal apresenta uma característica refletiva em quanto a parte distal à terra não apresenta esta característica. Cúspides praias, entre 100 e 300 metros são notadas e correntes de retorno incipientes podem ocorrer.

O estado de Banco e Praia Rítmicos é peculiar pelo regime rítmico e crescente do banco e da face praial, as correntes de retorno presentes normalmente são fracas. Já a topografia deste perfil é caracterizada pelas cavas e os bancos bem pronunciados.

A caracterização do estágio de Banco Transversal e *Rip* é justamente a presença dos bancos transversais interrompidos de forma regular por correntes de retorno muito desenvolvidas, na face praial são notadas erosão das cavas alternadas com megacúspides.

Em síntese, este tipo de praia, onde são realizados muitos resgates, é o que mais exige a presença de salva-vidas. Ela é relativamente segura nos bancos de areia durante a maré baixa e média, mas deve-se ter muita cautela com os perigos existentes, principalmente as correntes de retorno, que podem não ser vistos por pessoas inexperientes. (MOCELLIN, 2006)

A Crista Canal/Terraço de Maré Baixa é um perfil plano nos períodos de maré baixa com uma face praial íngreme na maré alta, logo, apresenta-se refletiva na maré alta e dissipativa na maré baixa, e podem ser observadas correntes de retorno mesmo que fracas. “É um dos tipos de praia mais seguros

quando as ondas estão com alturas menores de um metro na maré média a alta. Altas ondas geram caixotes, fortes correntes paralelas à praia e fracas correntes de retorno.” (MOCELLIN, 2006)

Os perigos associados aos estágios intermediários são as correntes de retorno bastante acentuadas, e a variação de profundidade, e a mudança da dinâmica de praia e da profundidade com a variação das marés de acordo com os riscos apontados por Short em 1999.

5.5 Ondas e marés

Muitos termos são utilizados para definir a circulação oceânica, basicamente podem ser divididos em correntes e ondas, havendo uma série de variações de cada tipo de circulação destas correntes e ondas, que regem toda a movimentação dos fluidos oceânicos.

5.5.1 Ondas

Todas as ondas se iniciam com perturbações do meio, o movimento de acomodação ou queda de uma pedra sobre a superfície da água gera ondas em todos os sentidos, o vento soprando sobre a superfície oceânica gera muitas ondas, o movimento de fluidos de diferentes densidades também pode gerar ondas.



Figura 08 – Onda oceânica quebrando na zona de surfe da praia. Detalhe: Teahupoo (Polinésia Francesa) Fonte: <<http://horsesmouth.typepad.com/hm/Teahupoo.jpg>>, acesso em novembro de 2008.

Ondas são energia em movimento, transmitem energia pelos meios através de movimentos repetitivos da matéria. O meio em si (sólido, líquido ou gás) de fato não movimenta-se na direção da energia fluente. As partículas do meio apenas oscilam verticalmente, horizontalmente ou ciclicamente, transmitindo energia de uma partícula para a outra.

Ondas movimentam-se de maneiras diferentes, ondas progressivas simples são ondas que oscilam uniformemente ou progridem sem quebra. Ondas progressivas podem ser longitudinais, transversais ou uma combinação dos dois movimentos, chamada de orbital. As ondas desta natureza são chamadas ondas materiais por apresentar a capacidade de transmitir a energia através do meio material o qual estão atravessando.

As ondas oceânicas são ondas materiais, pois, transmitem energia através da parte superior do oceano, perto da interface com o ar. O movimento

das partículas do oceano tem componentes de ondas longitudinais e transversais, as partículas movem-se em órbitas circulares, então, as ondas oceânicas são chamadas de ondas orbitais ou mesmo de ondas de interface.

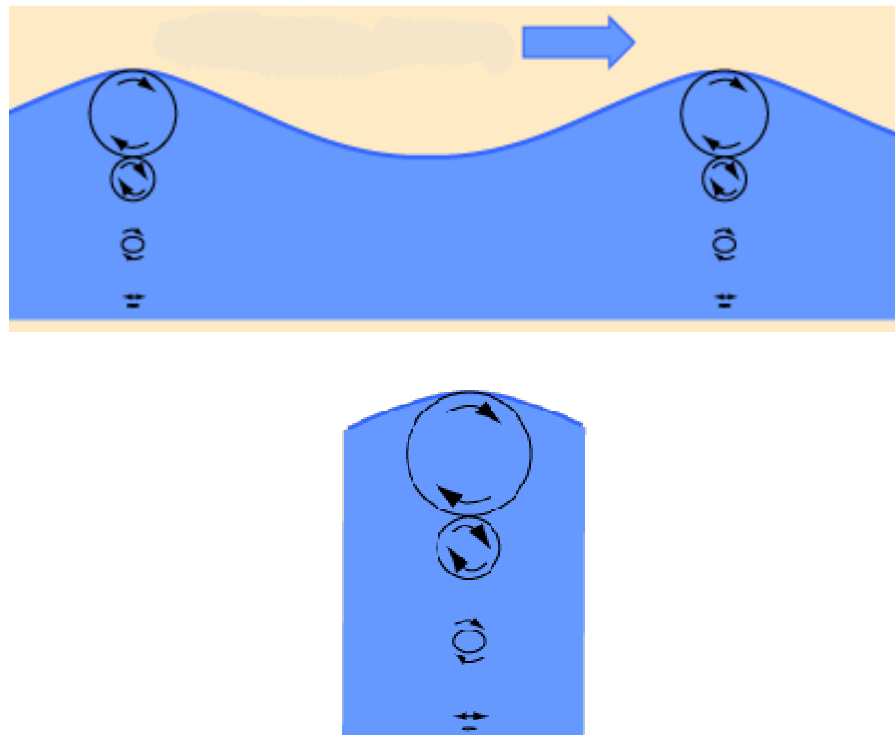


Figura 09 – Propagação de uma onda oceânica (orbital). Fonte: < http://www.juliantrubin.com/encyclopedia/renewable_energy/wave_power_physics_files/240px-Wave_motion-i18n-mod.png>, acesso em novembro de 2008.

Uma onda oceânica ideal passa por um ponto fixo em uma sucessão de partes altas, denominadas cristas, baixas, ditas vales e do meio entre a crista e o vale, região mediana a qual reside o nível zero de energia da onda, ou seja, o nível da água quando não há ondulação.

A altura de onda (H) é designada à distância vertical entre uma crista e um vale, já a distância entre dois pontos equivalentes (dois vales ou duas cristas) e consecutivos no plano horizontal é chamada de comprimento de onda (L). A razão entre a altura de onda e o comprimento de onda é a inclinação de onda:

$$\text{inclinação de onda} = \frac{\text{altura de onda (H)}}{\text{comprimento de onda (L)}}$$

Fórmula 05 – Inclinação de onda. Fonte: (THURMAN & TRUJILLO, 2004)

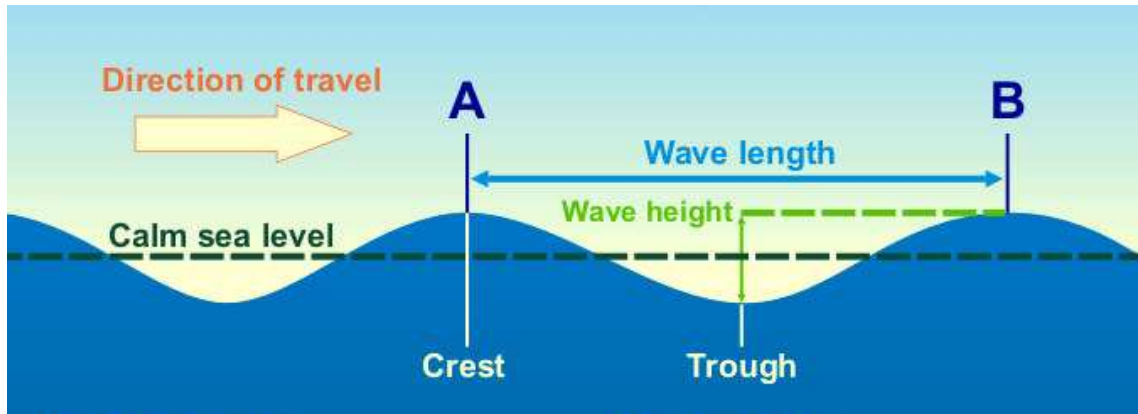


Figura 10 – Características de uma onda oceânica. Detalhe: *Direction of travel* (direção de propagação); *Wave Length* (comprimento de onda); *Wave height* (altura de onda); *Calm sea level* (nível zero de energia de onda); *Crest* (crista); *Trough* (vale). Fonte: < <http://www.srh.noaa.gov/jetstream/ocean/images/wavedescription.jpg>>, acesso em novembro de 2008.

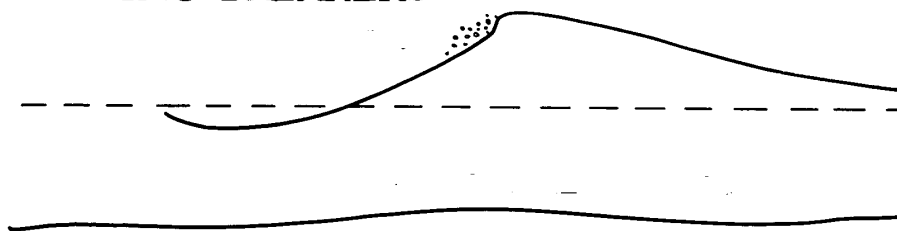
Onde uma vez que esta relação exceda um sétimo, ou seja, caso a altura passe a ser maior do que a sétima parte do seu comprimento de onda a onda “quebra”, pois, a partir deste momento a onda torna-se muito inclinada para suportar o seu peso próprio. Esta razão determina a altura máxima de uma onda, por exemplo, uma onda de comprimento de 7 metros poderá ter no máximo 1 metro de altura de onda, ou quebrará.

Dependendo da declividade da praia, da altura e do comprimento de onda encontrados as ondas podem quebrar-se de maneiras distintas citadas por Galvin em 1968 citado por Hoefel em 1998 e pela classificação proposta por Brown em 1989 e ainda Short em 1999:

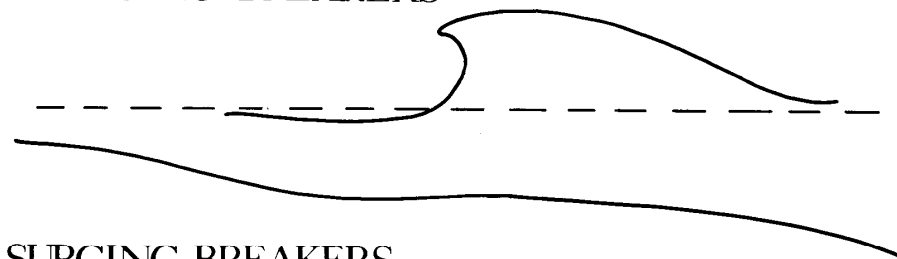
- a) Quebra progressiva ou deslizante (*spilling breaker*): Ocorre em praias com declividade pouco acentuada, onde a onda desliza sobre o perfil após o processo de empinamento;

- b) Quebra mergulhante (*plunging breaker*): Ocorre em praias de declividades moderada e alta, onde a onda empina-se de maneira abrupta e quebra com violência formando um tubo, dissipando a sua energia de onda sobre uma porção reduzida do perfil praial;
- c) Quebra ascendente (*surging breaker*): Ocorre em praias de declividade extremamente acentuada, onde a onda não quebra propriamente, mas sim, apenas ascende sobre a face praial;
- d) Quebra frontal (*collapsing*): Variedade de difícil identificação, ocorre em praias de declividade acentuada, sendo uma quebra intermediária entre os tipos ascendente e mergulhante.

SPILLING BREAKERS



PLUNGING BREAKERS



SURGING BREAKERS

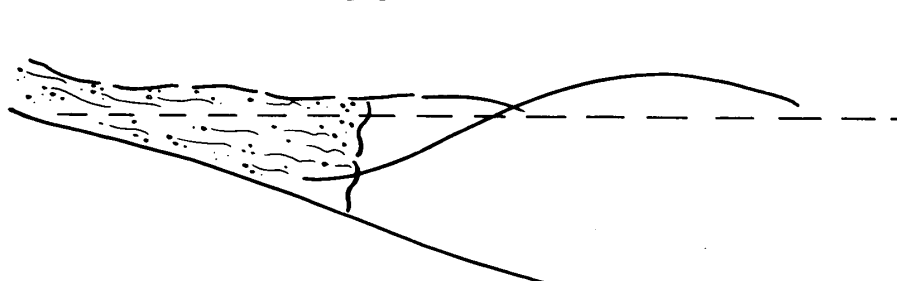


Figura 11 – Três tipos de quebra de onda, progressiva, mergulhante e ascendente.
 Fonte: <http://www.oas.org/PGDM/hazmap/cstlersn/stk_nev/fig221.gif> acesso em nov. 2008.

O espaço de tempo que uma onda completa ocupa, um comprimento de onda, para ultrapassar um determinado ponto fixo é chamado período de onda

(T), ou simplesmente período. “Normalmente o período varia entre 6 e 16 segundos” (THURMAN & TRUJILLO, 2004)

A frequência (f) é definida como o número de cristas passando em um ponto fixo por unidade de tempo, traduz-se, portanto, no inverso do período:

$$frequência (f) = \frac{1}{período (T)}$$

Fórmula 06 – Relação entre frequência e período Fonte: (THURMAN & TRUJILLO, 2004)

5.5.2 Movimento orbital circular

Ondas podem mover-se a distâncias de milhares de quilômetros de onde foram geradas, a água não moveu-se durante esta distância, porém, a forma de onda sim. De acordo com THURMAN & TRUJILLO em 2004 enquanto a onda percorre seu caminho a água transmite a sua energia movendo suas partículas em círculos, este percurso é chamado de movimento orbital circular.

Observando-se um objeto flutuante na superfície da água com ondulações pode se notar que o objeto realiza um movimento cíclico caracterizado por quatro fases: primeiramente quando o objeto é alcançado pela onda o objeto é projetado para cima e para trás, num segundo momento a trajetória do objeto se projeta frontalmente e ainda para cima, na terceira fase o objeto é projetado para baixo e para frente e por fim no quarto estágio o objeto se desloca para baixo e para trás acomodando-se no vale da onda, a posição original do ciclo.

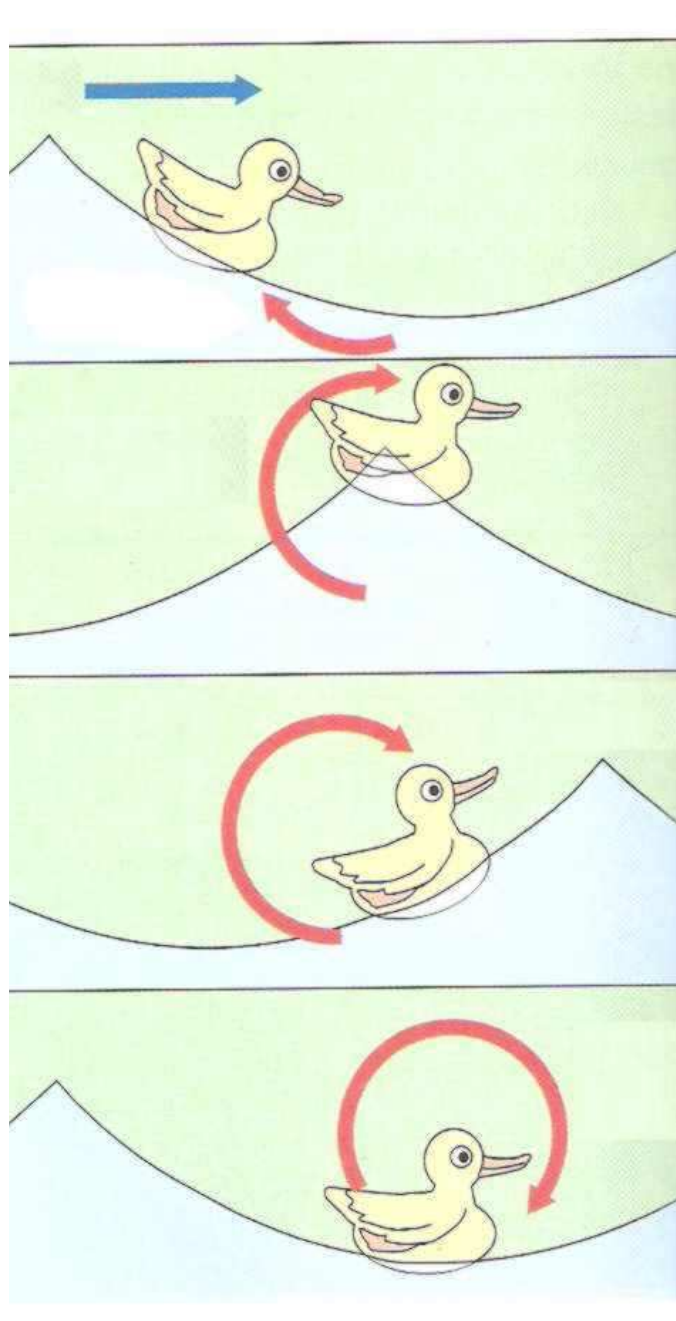


Figura 12 – Fases do movimento orbital. Fonte: (THURMAN & TRUJILLO, 2004)

5.5.3 Ondas em águas rasas

Em ondas ocorrendo em regiões com profundidade (d) menor que $\frac{1}{20}$ do comprimento de onda $\frac{L}{20}$ o fundo do oceano começa a exercer influência sobre a onda, alterando o movimento orbital circular.

Muitas mudanças, portanto, ocorrem quando uma onda encontra uma região rasa. A interação com o fundo oceânico faz com que a velocidade da onda na parte inferior seja reduzida, enquanto se mantém na parte superior, como consequência disto e das ondas que se seguem, o comprimento de onda também reduz-se, a altura de onda aumenta e ao atingir a relação de 1:7 entre altura e comprimento de onda as ondas quebram na zona de surfe.

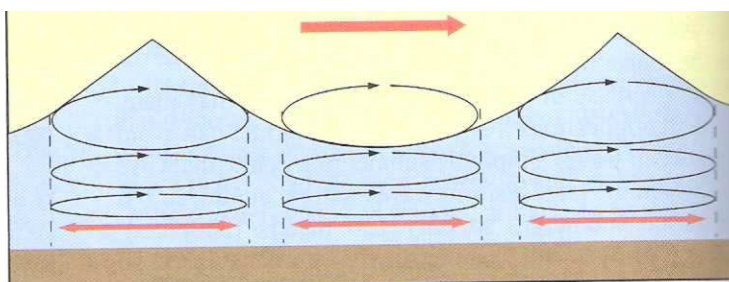


Figura 13 – Comportamento ondulatório em águas rasas: (THURMAN & TRUJILLO, 2004)

5.5.4 Ondas geradas pelo vento

Ao soprarem na superfície do oceano os ventos criam pressão e estresse. Estes fatores deformam a superfície da água em pequenas ondulações arredondadas e em forma de “vê”, com comprimentos de onda menores que 1,74m. São denominadas ondas capilares, nome este referente à força de restauração que age tentando reconstituir a superfície plana anterior à perturbação, força de restauração esta chamada de força capilar que se baseia na tensão superficial da água fazendo oposição ao estabelecimento destas ondas ditas capilares.

Conforme o desenvolvimento das ondas capilares aumenta a superfície assume uma característica mais crespa e a água vai criando maior oposição à passagem do vento, sofrendo assim cada vez mais seus efeitos. Quanto mais a

energia é transferida para a água, desenvolvem-se as ondas de gravidade, que são simétricas, com comprimento de onda superior a 1,74m, e que recebem este nome em raciocínio análogo às ondas capilares, a denominação é esta porque a principal força de restauração para estas ondas de porte maior é a aceleração da gravidade (g).

O comprimento de ondas de gravidade é geralmente de 15 a 35 vezes a sua altura de acordo com THURMAN & TRUJILLO em 2004. Conforme a energia vai sendo recebida, a altura cresce em uma taxa superior ao crescimento do comprimento de onda, as cristas vão tornando-se mais agudas e os vales mais cavados, resultando em um formato de onda trocoidal.

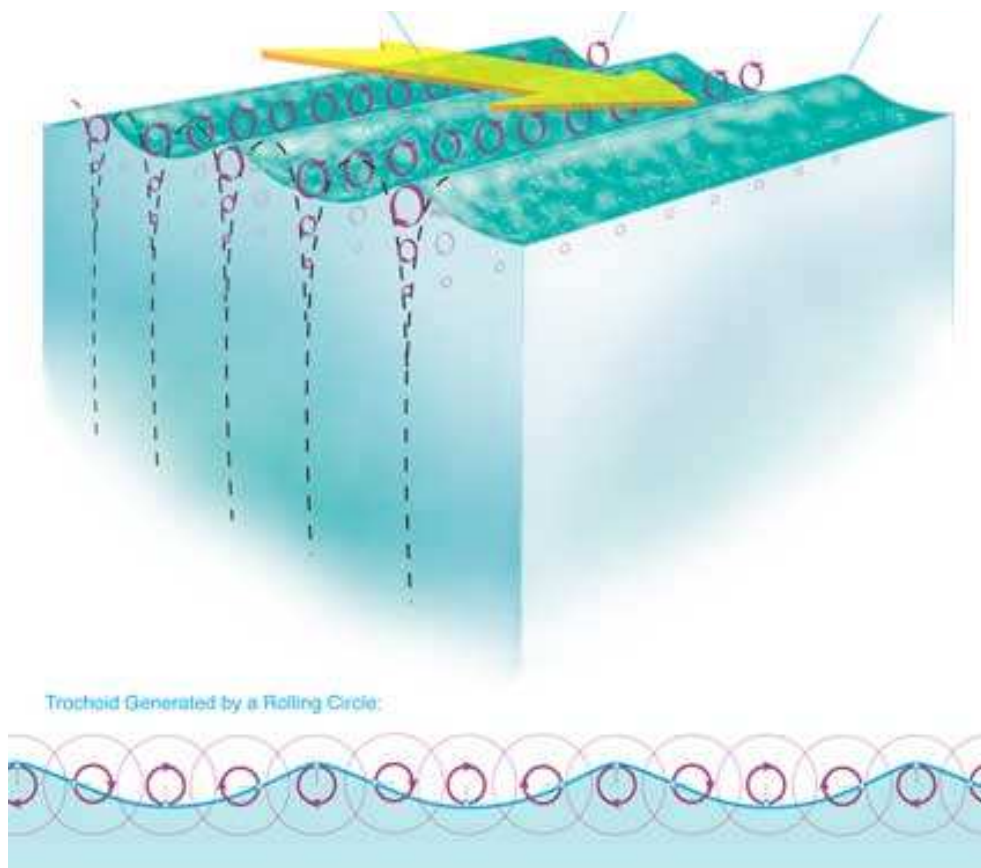


Figura 14 – Onda de gravidade em formato trocoidal. Fonte: <<http://www.annegutmann.com/images/portfolio/design/trochoidal-wave.jpg>>, acesso em novembro de 2008.

A sucessão deste processo de transferência da energia do meio líquido, seu comprimento de onda, altura e velocidade vão aumentando até o momento em que a onda atinge a mesma velocidade do vento incidente, e neste momento a onda atinge suas variáveis máximas.

A relação da condição do mar a escala de *Beaufort* descreve a intensidade do vento e a condição de mar decorrente.

Número de <i>Beaufort</i>	Termo Descritivo	Velocidade do Vento (km/h)	Aparência do mar
0	Calmo	< 1	Como um espelho
1	Ar leve	1-5	Ondulações pequenas sem cristas com espuma
2	Brisa leve	6-11	Pequenas ondulações capilares, cristas transparentes, sem quebra
3	Brisa suave	12-19	Grandes ondulações capilares, cristas podem quebrar, espumas dispersas
4	Brisa moderada	20-28	Ondas pequenas, tornando-se longas, espumas numerosas
5	Brisa fresca	29-38	Ondas moderadas, forma alongada, muita espuma, algum <i>spray</i>

6	Brisa forte	39-49	Ondas maiores, espuma em toda a parte, mais <i>spray</i>
7	Vento forte próximo	50-61	Ocorre uma elevação do mar, e a espuma da quebra das ondas sopra em raias
8	Vento forte	62-74	Aparecem algumas ondas mais altas de grande comprimento, picos de crista quebram em raias bem demarcadas
9	Vento muito forte	75-88	Ondas altas, espuma das quebras, muito densa, pouca visibilidade na superfície
10	Tempestade	89-102	Ondas muito altas com cristas que pendem, espuma em abundância, aspecto branco da água
11	Tempestade forte	103-117	Ondas excepcionalmente grandes, mar coberto de espuma branca, visibilidade muito prejudicada
12	Furacão	118+	Ar cheiro de

espuma e sprays,
mar completamente
branco, visibilidade
extremamente
prejudicada

Quadro 08 – Escala *Beaufort* de vento e estado do mar. Fonte: Adaptado de (STEWART, 2008).

A região onde as ondas geradas pelo vento são formadas é chamada de mar (*sea*), e é caracterizada pela irregularidade e ondas movendo-se em várias direções. Ondas estas que apresentam vários comprimentos de onda e períodos variando de acordo com a velocidade do vento e direção.

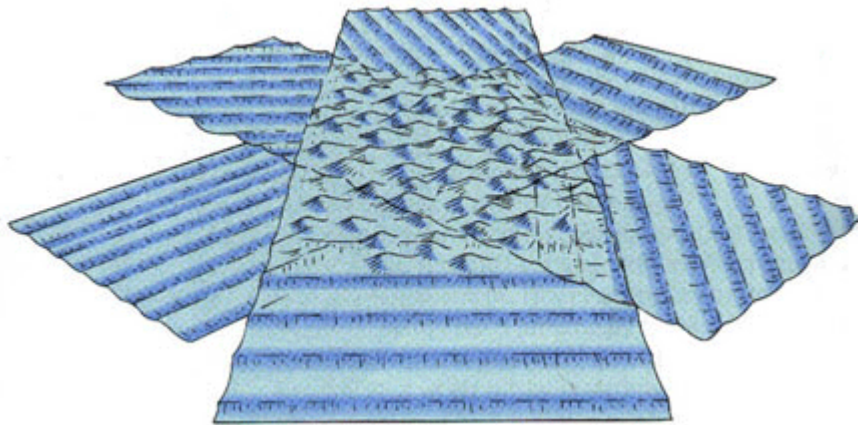


Figura 15 – Região de formação de ondas. Fonte: <http://geology.uprm.edu/MorelockSite/morelockonline/2_image/ocnspr.gif>, acesso em novembro de 2008.

5.5.5 Marés

Para THURMAN & TRUJILLO em 2004 marés são elevações e depressões periódicas do nível médio das águas do planeta. Conforme ocorre este movimento vertical de ascensão e depressão das águas a massa líquida incorre em um movimento horizontal sobre a costa e retorna concomitantemente.

O conhecimento a cerca das marés é importante para muitas atividades incluindo pesca, navegações e ações de defesa civil em casos de tempestades.

Fundamentalmente, de acordo com os conceitos de THURMAN & TRUJILLO em 2004 e de STEWART em 2008, marés são ondas do tipo de águas rasas e muito longas. Seu comprimento de onda é da ordem de milhares de quilômetros e a variação de altura supera os 15 metros.

A ação gravitacional do sol e da lua gera as marés oceânicas, afetando todas as partículas do oceano. Conceitualmente marés são formadas por forças impostas à Terra, que são uma combinação da gravidade e do movimento da terra, lua e do sol.

A força gravitacional é derivada da lei de Newton da gravitação universal, a qual enuncia que “toda partícula de massa no universo atrai todas as outras partículas de massa.” (HALLIDAY, 2007) Sendo matematicamente expressa como:

$$\text{Força gravitacional} = \frac{G m_1 m_2}{r^2}$$

Fórmula 07 – Força gravitacional. Detalhe: G (constante universal gravitacional); M1 e M2 (massas dos corpos); r (distância entre as massas) Fonte : (HALLIDAY, 2007)

A força gravitacional, portanto, varia de acordo com as massas dos corpos e do quadrado da distância entre os corpos, no caso de corpos como planetas, estrelas e satélites, as proporções desta força de atração podem ser muito bem observadas.

A maioria das pessoas imagina que a órbita da lua é ao redor da Terra simplesmente, porém, o raciocínio correto é um pouco mais complexo que

este. A força gravitacional é uma força entre massas, e de acordo com a lei de ação e reação as duas massas sofrem ação desta atração. Portanto, os dois corpos orbitam ao redor de um centro comum, que fica deslocado para o lado onde houver a maior massa, no caso da Terra e a lua, este centro fica deslocado para a Terra, porém, este centro não coincide com o eixo central da Terra, ficando um pouco deslocado.

A Terra e a lua formam um sistema simples, segundo BROWN EM 1997, revolucionando por um centro de massa em comum, com um período de 27,3 dias. As órbitas são ligeiramente elípticas.

De acordo com a classificação proposta por DAVIES em 1964 citada por HOEFEL em 1998 as variações de marés, bem como as praias, podem ser classificadas como sendo micro-marés para variações menores do que dois metros, meso-marés para valores compreendidos entre dois e quatro metros e macro-marés para valores de variação superiores a quatro metros.

Em ambientes de meso e macro-marés padrões de mobilidade e hidrodinâmica de praia são alteradas. Existe uma relação apontada por MASSELINK em 1993, alcançada através de experimentos laboratoriais, entre a variação da maré e a altura da arrebentação das ondas, que conseqüentemente modifica a dinâmica da zona de surfe. Esta relação foi definida pela razão entre a variação média da maré de sizígia, *Tidal Range*, (TR) e a altura de arrebentação, *high break*, (H_b), denominada Parâmetro de Variação Relativa, Relative Tide Range Parameter, (RTR) e expressa pela fórmula:\

$$RTR = \frac{TR}{H_b}$$

Fórmula 08 – Parâmetro de variação relativa de maré, RTR. Fonte: (HOEFEL, 1998).

Para valores de RTR inferiores a 2, os efeitos da variação das marés pode ser desprezado.

5.6 Correntes

As correntes são a movimentação das massas líquidas do planeta em resposta à diferentes estímulos globais como os ventos, a variação da densidade, força de *coriolis*, marés, eventos costeiros como ondas e ainda de origem sísmica.

Correntes de marés são movimentações oceânicas originadas da diferença de nível nos oceanos relacionadas com as interações de gravidade entre Terra Sol e Lua, conforme já mencionado.

A taxa de insolação variável leva a uma evaporação desigual do oceano, e este gradiente, seja ele vertical ou horizontal, de densidade, causado pela evaporação desigual, pelo congelamento da água ou abaixamento da temperatura leva a uma corrente movida pela diferença.

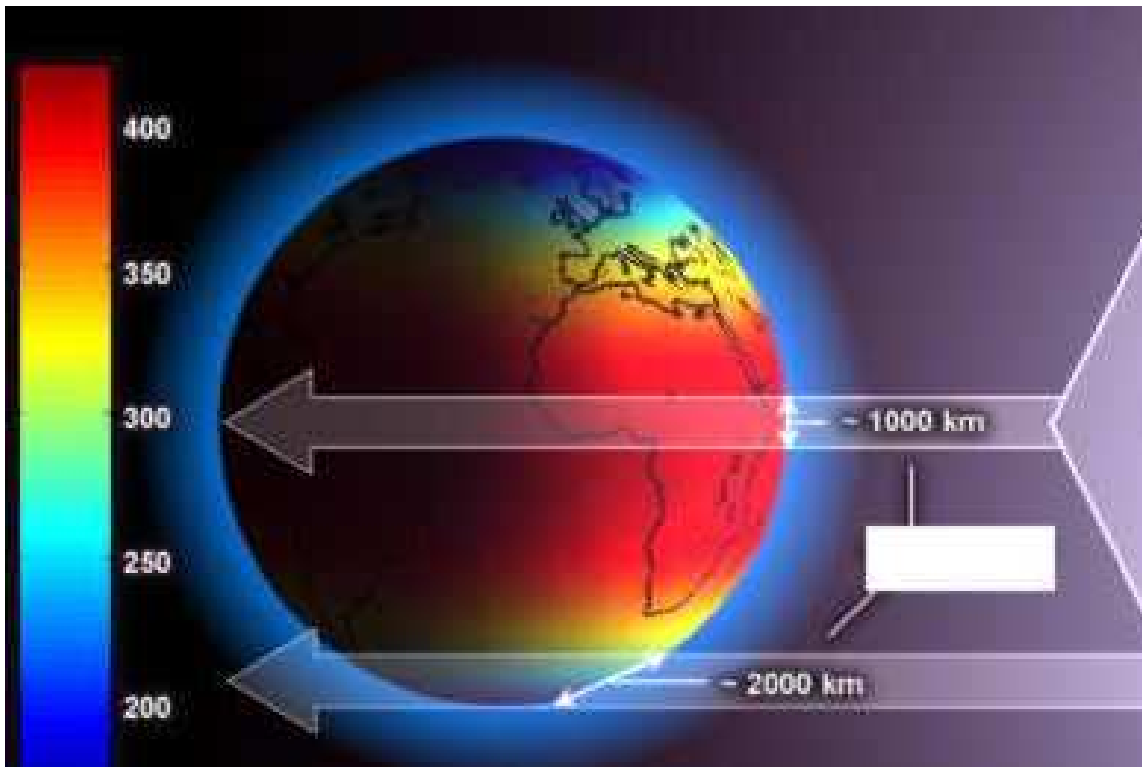


Figura 16 – Diagrama de insolação anual da superfície planetária. Detalhe: Regiões vermelhas com insolação superior. Fonte: <www.comet.ucar.edu/>, acesso em nov. de 2008.

O desvio de algo que se mova na superfície do planeta é causado pela força de *Coriolis*, descrito inicialmente em 1835, pelo físico francês Gaspar de Coriolis. Assim, no caso dos ventos, o ar é forçado a se desviar para a esquerda no hemisfério sul e para a direita no hemisfério norte. Tal fenômeno também pode ser a causa de algumas correntes marítimas.

A interação com o ar atmosférico e os ventos tem a capacidade de gerar correntes, a variação de pressão atmosférica pode iniciar algumas correntes e o vento interagindo com a superfície da água.

Pode-se considerar uma certa massa de água como um conjunto de camadas ou lâminas; a camada superior impulsionada pelo vento, carrega camadas imediatamente inferiores.

Em cada uma destas camadas, a velocidade vai progressivamente diminuindo pela fricção entre as moléculas de água e, devido ao fenômeno de

Coriolis, vai também alterando a sua direção (esquerda no hemisfério sul e direita no hemisfério norte). Esta alteração na direção da corrente chega inclusive, em determinada profundidade, a inverter o sentido da superfície. Tal fenômeno é chamado de espiral de *Ekman* e persiste até que a fricção não tenha mais força para impulsionar qualquer camada, geralmente não tenha ultrapassado algumas dezenas de metros de profundidade. A grande importância deste fenômeno reside no fato de o fluxo médio resultante ter uma

5.6.1 Correntes Costeiras

As correntes de relevância para a atividade de salvamento aquático são aquelas que apresentam seus efeitos na região definida como ambiente praial, excluindo-se as correntes oceânicas globais e sendo então as correntes de interesse as que participam do dinamismo praial adjacente à costa.

Segundo Hoefel em 1998, parte da energia dissipada pelas ondas incidentes na zona de surfe é transferida para a geração de correntes costeiras tanto longitudinais (*longshore currents*) como transversais, denominadas correntes de retorno (*rip currents*), que são perpendiculares à praia. Correntes estas que apresentam sua ocorrência limitada à zona de surfe, gerando campos de velocidade efetivos na modificação do relevo praial.

5.6.1.1 Correntes longitudinais (*longshore currents*)

As correntes longitudinais encontram-se em um gradiente de intensidade que se estende ao longo da zona de surfe com seu ponto máximo no meio da zona de surfe, diminuindo gradativamente nos dois sentidos. “Estas correntes

transportam sedimentos colocados em suspensão pelas ondas incidentes, potencialmente podendo movê-los ao longo de vários quilômetros [...]” (HOEFEL, 1998).

As correntes longitudinais podem ser formados basicamente através de dois processos, que são, a incidência oblíqua de ondas sobre a praia e a variação longitudinal da altura da arrebentação.

Segundo Komar em 1998 a velocidade da corrente longitudinal gerada pela incidência de ondas oblíquas pode ser obtida através de uma equação derivada da teoria linear de *Airy*:

$$v_L = 2,7 u_m \text{ sen } \alpha \cdot \cos \alpha$$

Fórmula 09 – Velocidade da corrente longitudinal gerada pela incidência de ondas oblíquas. Detalhe: v_L (velocidade da corrente); u_m (máxima velocidade orbital horizontal); α (ângulo de incidência das ondas em relação à normal à praia) Fonte : (HOEFEL, 1998).

Variações longitudinais na altura da arrebentação, podem ser causadas pela variação da batimetria da zona de arrebentação e surfe e morfologia de praia, bem como outros fatores; são capazes de produzir correntes longitudinais ao longo da praia, ou seja, correntes paralelas à praia. Em condições naturais ambos os casos irão ocorrer, tanto a variação da altura das ondas na arrebentação como a incidência de ondas oblíquas, para tanto a obra de Hoefel em 1998 demonstra uma equação para a velocidade média resultante da corrente longitudinal:

$$v_L = 2,7 u_m \text{sen } \alpha \cdot \cos \alpha - \frac{\pi\sqrt{2}}{C_f y^3} \left(1 + \frac{3y^2}{8} - \frac{y^4}{4} \cos^2 \alpha \right) u_m \frac{\partial H_b}{\partial y}$$

Fórmula 10 – Velocidade da corrente longitudinal gerada pela incidência de ondas oblíquas. Detalhe: v_L (velocidade da corrente); u_m (máxima velocidade orbital horizontal); α (ângulo de incidência das ondas em relação à normal à praia); y (razão entre a altura de arrebatção e a profundidade neste local) C_f (coeficiente de arrasto da corrente longitudinal); H_b (altura de arrebatção) Fonte : (HOEFEL, 1998).

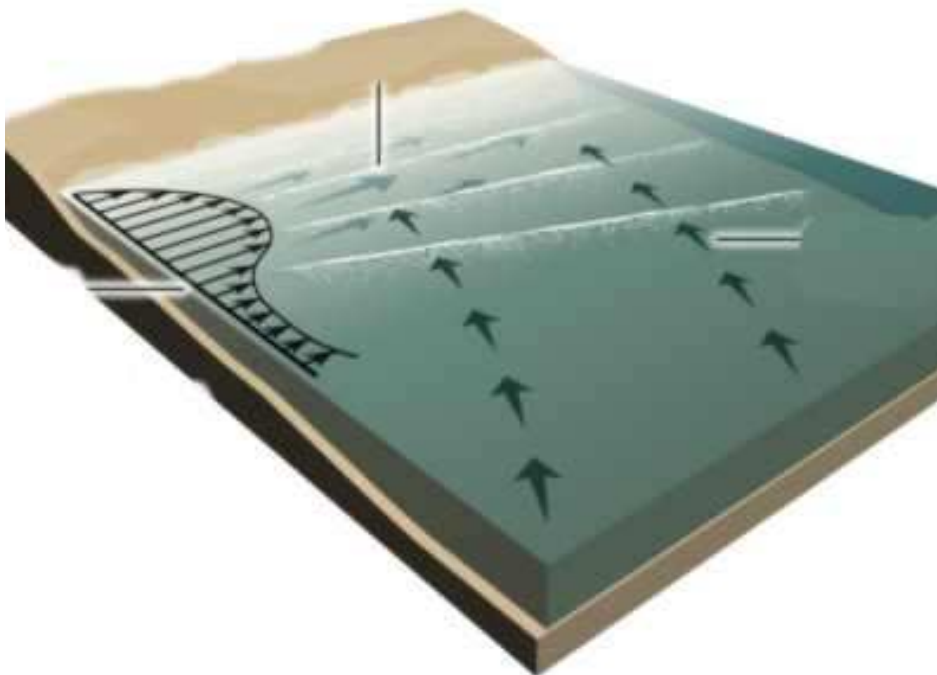


Figura 17 – Corrente longitudinal. Detalhe: Direção das ondas incidentes e sentido da corrente paralela à praia. Fonte: <www.comet.ucar.edu/>, acesso em nov. de 2008.

5.6.1.2 Correntes de retorno (*rip currents*)

“Correntes de retorno ou *rips* são caracterizadas por fluxos estreitos, posicionados normal ou obliquamente em relação à costa, que atravessam a zona de surfe em direção ao mar”. (HOEFEL, 1998).

A alimentação, ou origem destas correntes é diretamente ligada às correntes longitudinais, após iniciarem-se a partir de correntes longitudinais, elas continuam dentro de um fluxo estreito em direção ao mar, perpendicularmente ou obliquamente à praia tendo o seu final logo após a zona de surfe encerrando-se em forma de células de circulação.

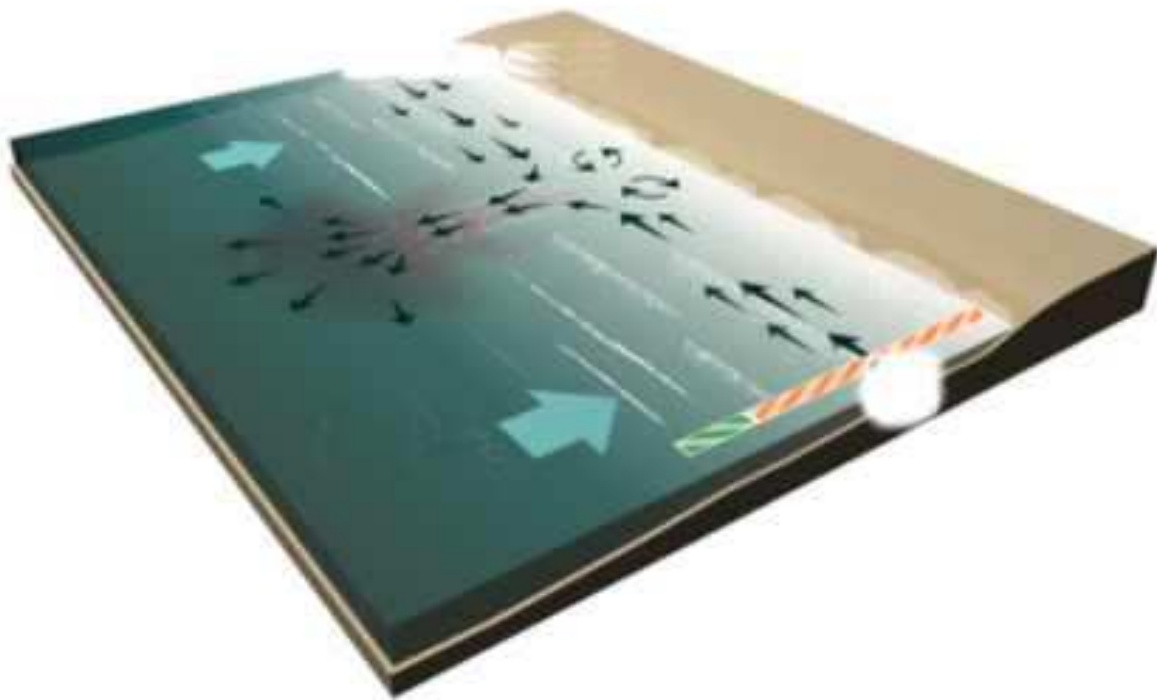


Figura 18 – Corrente longitudinal. Detalhe: Direção das ondas incidentes e sentido da corrente paralela à praia. Fonte: <www.comet.ucar.edu/>, acesso em nov. de 2008.

As correntes de retorno a exemplo das correntes longitudinais apresentam uma grande efetividade no transporte de sedimentos, sendo um importante fator determinante da batimetria da zona de surf. Podem haver correntes fixas em praias arenosas facilitadas também pela formação de fundo de praia, correntes de retorno permanentes associadas a costões e outros acidentes geológicos permanentes, correntes temporárias causadas por alterações não permanentes do estado do mar e correntes variantes, que caminham ao longo da praia de acordo com a intensidade e direção do regime de ondas incidente.

As correntes de retorno aumentam em tamanho e intensidade de acordo com o nível energético do regime de ondas incidente, mas, também são função da condição energética anterior.

Segundo Short em 1999, as correntes longitudinais podem atingir velocidades de até 1,5m/s, e as correntes de retorno sobre um clima mediano de ondas incidentes podem alcançar velocidades de 2m/s, condição que determina que a probabilidade que algum indivíduo vença uma corrente de retorno nadando frontalmente à ela é muito pequena, baseado no fato de que nadadores olímpicos como Eamon Sullivan, Alexander Popov e César Cielo Filho, atingem velocidades de 2,29 m/s (aproximadamente 7 km/h) em condições ideais e por um curto espaço de tempo.

Um grande fator de risco relacionado às correntes de retorno reside no fato de que estas são a principal causa de afogamento, estando estas, de acordo com a Red Cross e USLA em 1995, ILS em 2008 relacionadas a cerca de 80% das ocorrências desta natureza em países como os Estados Unidos.

Na Austrália Short em 2000 apontou que 96% dos resgates executados em New South Wales (na costa australiana) estão relacionados diretamente às correntes de retorno. Já em Santa Catarina Klein em 2001 aponta as correntes de retorno como responsáveis por 97% dos resgates realizados em praia.

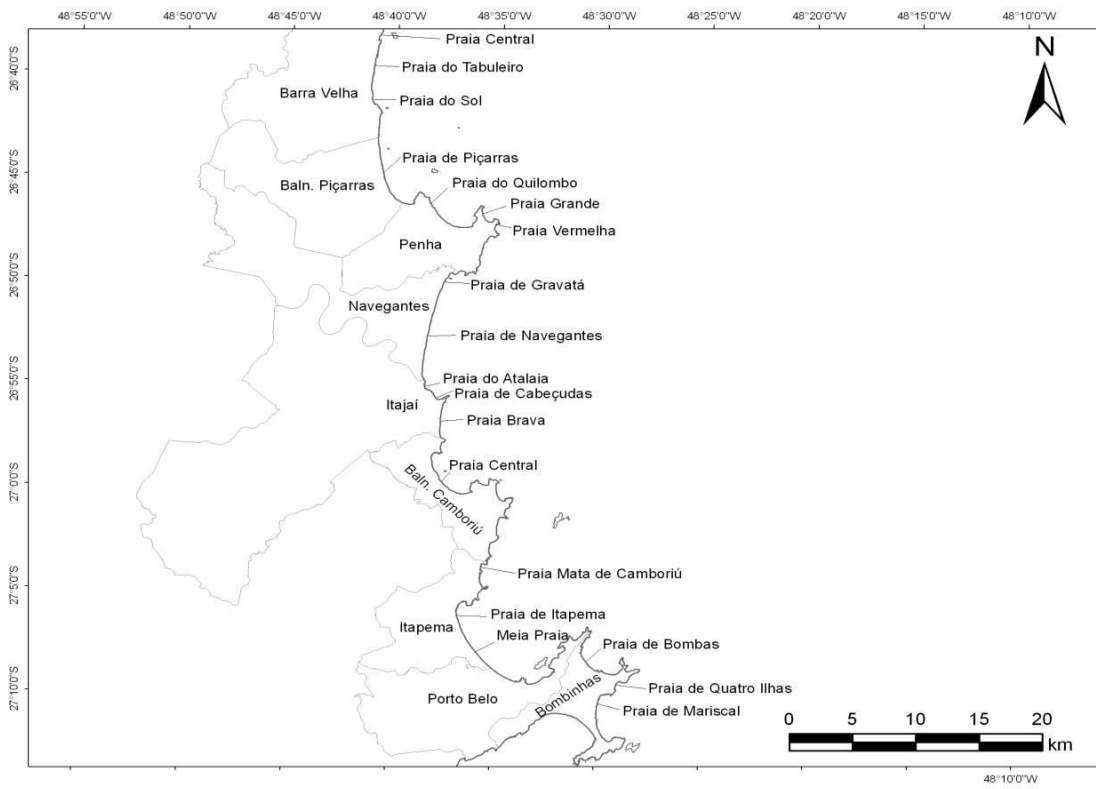
5.7 Área de Estudo

A área de estudo é localizada na costa centro norte do estado de Santa Catarina, entre as coordenadas 26° 30' S e 27° 20' S. Segundo Klein & Menezes em 2001 os ventos principais predominantes são incidentes de nordeste com ventos secundários vindos de sudeste associados com frentes frias. O regime de marés é de micro-marés, principalmente semi-diurno com

baixas mudanças, tendo uma variação média de aproximadamente 0,8m e uma maré alta máxima de 1,2m.

Parâmetros obtidos em 17 praias da área de estudos				
Praia	H_b [m]	T [s]	Ω	RTR
Itajuba	1,0	8,0	1,43	0,86
Taquarinhas	1,0	8,0	1,36	0,73
Taquaras	0,8	7,0	1,22	1,06
Estaleiro	0,7	7,5	1,31	1,15
Estaleirinho	1,0	7,5	1,57	0,79
Barra Velha	0,8	8,5	2,18	0,98
Praia Brava	0,7	7,5	2,83	1,19
Ilhota	0,8	7,0	2,04	0,93
Navegantes	0,8	9,0	7,68	0,91
Mariscal	0,5	8,0	4,23	1,50
Piçarras	0,4	7,0	2,40	2,02
Balneário	0,5	6,0	10,00	1,66
Camboriú				
Itapema	0,3	7,0	3,65	3,32
Bombas	0,3	8,0	3,12	1,97
Armação	0,5	8,0	2,45	1,59
Laranjeiras	0,2	6,0	1,54	3,24
Zimbros	0,1	3,5	1,44	6,98

Quadro 09 – Parâmetros obtidos experimentalmente em 17 das praias da área de estudo. Detalhe: Parâmetros de altura na quebra de onda (H_b), Período de onda (T), parâmetro empírico adimensional ômega (Ω), parâmetro de variação relativa de maré (RTR). Fonte: Adaptado de (KLEIN & MENEZES, 2001).



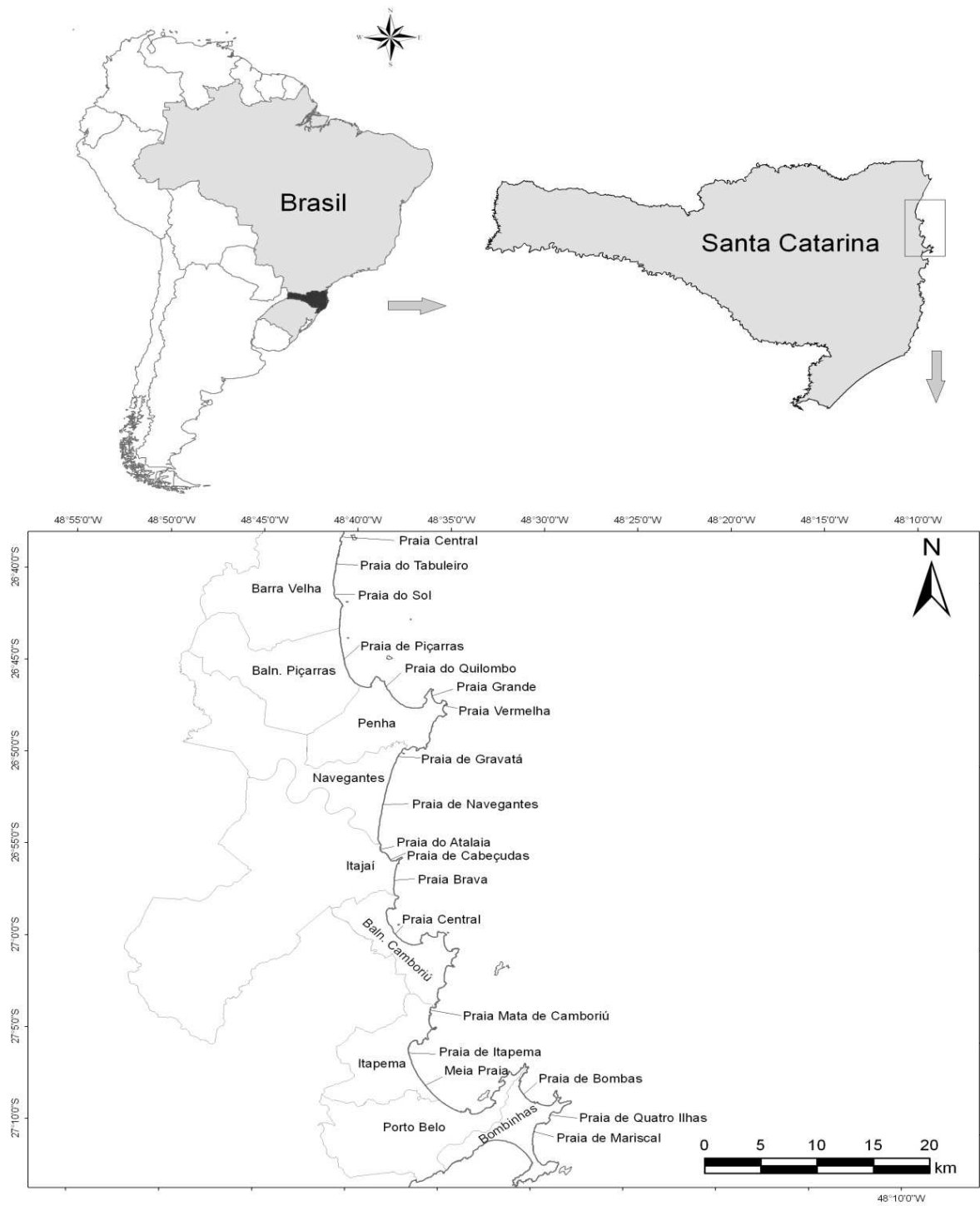


Figura 19 – Mapas da área de estudo. Fonte: (MOCELLIN, 2006)

5.8 História do Salvamento Aquático

O salvamento aquático enquanto atividade regulamentada e amplamente praticada, com escolas, doutrinas, competições e instituições militares e civis pelo mundo inteiro é uma prática bastante recente em comparação com atividades como a natação e mais especificamente à própria moda do banho iniciada no século XIX, segundo relatos de Angulo em 2004, pela realeza inglesa.

As atividades de salvamento aquático no âmbito institucional, iniciaram-se em resposta à necessidade de atendimento aos naufragos, sendo que de acordo com Cipriano Júnior em 2007 citando Shanks e colaboradores em 1996 a primeira organização de que se tem notícia em termos de salvamento aquático foi a Associação de Salvamento Aquático *Chinkiang (Chinkiang Association for the Saving of Life)* uma organização chinesa datada de 1708.

[...] em Amsterdã em 1767, a 'Sociedade para Salvar as Pessoas que se Afogam' (*Maatschappij tot Redding van Drenkelingen*), tendo como objetivo principal evitar a morte por afogamento nos numerosos canais abertos da cidade, essa sociedade existe até hoje e promove vários eventos e campanhas educacionais na área de prevenção. (CIPRIANO JÚNIOR, 2007)

Nos Estados Unidos da América, país bastante desenvolvido atualmente em termos de salvamento aquático, a Guarda Costeira que é órgão mundialmente conhecido como instituição de salvamento, teve sua origem na USLSS (*United States Life-Saving Service*), oriunda da Sociedade Humanitária de Massachussetts (*Massachussetts Humane Society*) datada de 1787.

Em 1910 a organização francesa FIS (*Federation Internationale de Sauvetage Aquatique*) foi criada incluindo um total de 30 países diferentes

incluindo os serviços de salvamento aquático em águas abertas ou não. Em 1971 foi fundada a WLS (*World Lifesaving*) em *South Wales* na costa Australiana, incluindo também países da Grã-Bretanha a Nova Zelândia, África do Sul e os Estados Unidos da América.

Atualmente, o órgão mundial regulamentador do salvamento aquático é a ILS (*International Lifesaving Association*) que nasceu da fusão da FIS francesa com a WLS australiana, abrangendo os principais países em termos de salvamento aquático.

No âmbito nacional os primeiros registros são da cidade do Rio de Janeiro. “O Governo do Estado do Rio de Janeiro procurou aproveitar alguns pescadores com suas canoas e botes para atuarem, ainda que de maneira empírica, na prevenção e salvamento de banhistas imprudentes.”(MOCELLIN, 2001)

Devido ao aumento do número de banhistas, a Prefeitura do Distrito Federal necessitou contratar aqueles pescadores, criando, dessa forma, o Corpo Auxiliar de Salvamento, através do Decreto nº 1.143, de 1º de março de 1917, o qual contava com um efetivo de dois inspetores e vinte e oito auxiliares. (BASTOS, 1998 apud MOCELLIN 2001)

No Estado de Santa Catarina, de acordo com Espíndola citado por Mocellin em 2001, as primeiras atividades de Salvamento Aquático foram registradas no ano de 1962, onde o Corpo de Bombeiros de Santa Catarina enviou 12 homens para treinar no Rio de Janeiro, iniciando suas atividades no final daquele ano, na praia de Balneário Camboriú, com a denominação de Serviço de Salvamento Marítimo, permanecendo com esse nome até o ano de 1971.

De acordo com os registros do CBMSC no dia 22 de Dezembro de 1971, através da lei nº 4.679, criou-se na estrutura do Corpo de Bombeiros do Estado

de Santa Catarina, a Companhia de Busca e Salvamento (CBS), com um efetivo inicial de 45 guarda-vidas, atuando exclusivamente em Balneário Camboriú.

Na temporada de verão entre o final de 1972 e o início de 1973, de acordo com Kugik em 1997 as praias de Jurerê, Canasvieiras, Ingleses e Joaquina, da ilha de Florianópolis, também foram contempladas com o serviço de Salvamento Aquático.

Posteriormente a Companhia de Busca e Salvamento foi elevada à Sub-Grupamento de Busca e Salvamento (SGBS), através da Lei nº 5.522, de 28 de fevereiro de 1979, cujo efetivo já era superior a 150 homens. Em 1983, o SGBS foi elevado a categoria de Grupamento de Busca e Salvamento (GBS), com um efetivo superior a 300 guarda-vidas, cuja principal atividade era o Serviço de Salvamento Aquático (MARZAROTTO, 1998 apud MOCELLIN, 2001).

Atualmente a atividade de salvamento aquático não ocorre de maneira fixa, mas através de operações de verão na maioria das praias e de maneira permanente em algumas praias, porém, sempre partindo de uma união de guarda-vidas militares, e de guarda-vidas civis, estes últimos regidos pela lei Nº 13.880, de 04 de dezembro de 2006, que dispõe da contratação temporária e a prestação de serviço voluntário na atividade de salvamento aquático por pessoal civil, tendo em vista a grande necessidade de atendimento ao público.

5.9 Atividade de Salvamento Aquático

A atividade de salvamento aquático consiste na manutenção da segurança e da integridade física das pessoas freqüentadoras do ambiente aquático, seja ele uma piscina, lago ou o ambiente praias.

As ações de prevenção, treinamento, observação e resgate propriamente dito são partes constituintes da atividade de salvamento aquático. No Estado de Santa Catarina a atividade de salvamento aquático é competência legal do Corpo de Bombeiros Militar como é descrito pela Carta Magna, pela Constituição Estadual e pelo Estatuto dos Militares Estaduais.

O artigo 144 dentro do inciso V, qualifica os Corpos de Bombeiros Militares dos Estados como órgão da segurança pública. O artigo 105 reforça a colocação do Corpo de Bombeiros Militar como órgão da segurança pública e ainda no artigo 108, *caput* e inciso I, cita:

O Corpo de Bombeiros Militar, órgão permanente, força auxiliar, reserva do Exército, organizado com base na hierarquia e disciplina, subordinado ao Governador do Estado, cabe, nos limites de sua competência, além de outras atribuições estabelecidas em Lei:

I – realizar os serviços de prevenção de sinistros ou catástrofes, de combate a incêndio e de busca e salvamento de pessoas e bens e o atendimento pré-hospitalar;

[...]

VII – estabelecer a prevenção balneária por salva-vidas; e

VIII – prevenir acidentes e incêndios na orla marítima e fluvial.

(CONSTITUIÇÃO ESTADUAL DE SANTA CATARINA, art. 108 *caput* e incisos I, VII e VIII)

5.10 Do Guarda-vidas

O guarda-vidas é um profissional capacitado e regulamentado para atender as demandas do trabalho de salvamento aquático, compreendendo o

ambiente praias, com suas características e sua morfodinâmica, podendo então ser um agente de prevenção e observação de riscos em potencial.

O perfil personográfico do guarda-vidas inclui além do conhecimento básico a cerca do ambiente de trabalho, a capacidade de conversação e relacionamento com o público, senso de responsabilidade, correção de atitudes, conhecimento e respeito às normas a que estão subordinados, condicionamento físico e perfil técnico adequado para a atividade.

A respeito da sua condição física a ISN em 2008 no seu manual do Nadador Salvador (NS), termo utilizado em Portugal para o guarda-vidas, diz que “O NS utiliza o seu próprio corpo como instrumento de trabalho, à semelhança de qualquer desportista profissional. Daí ser muito importante que todos os NS atinjam e mantenham um bom nível de condição física.” (ISN, 2008)

As valências físicas envolvidas incluem além da capacidade de natação elevada, outros fundamentos elencados pela literatura como resistência cardiopulmonar, força muscular e explosão de membros superiores e inferiores, coordenação de movimentos, velocidade e agilidade, flexibilidade e reação.

5.10.1 Eficiência da natação

Uma correta técnica de natação é de importância fundamental para o guarda-vidas, a melhora no desempenho e a economia de energia para futuros resgates é fundamental. Por tais motivos as agências de salvamento de todo o mundo apresentam padrões mínimos de qualidade de natação para aprovação do candidato à guarda-vidas.

“O corpo de um nadador se movendo na água experimenta uma força de impedimento conhecida como resistência ou arraste. A natureza da resistência hidrodinâmica é explicada por propriedades físicas da água [...]” (VORONTSOV e RUMYANTSEV, 2004)

A resistência pode ser dividida em resistência passiva que ocorre durante os deslizamentos sem movimentos corporais e a resistência ativa que é a resistência experimentada pelo nadador em movimento, com formação de ondas e turbilhonamentos do meio líquido.

$$F_{dp} = \frac{1}{2} C_{dp} \rho V^2 S_m$$

Fórmula 11 – Resistência hidrodinâmica passiva. Detalhe: ρ (densidade da água), V (velocidade do fluxo de água), S_m (área da secção mediana), C_{dp} (coeficiente hidrodinâmico). Fonte: (VORONTSOV e RUMYANTSEV, 2004)

O coeficiente hidrodinâmico (C_{dp}) descrito na expressão da resistência hidrodinâmica passiva é uma função do número de *Reynolds*, oriundo da mecânica dos fluidos onde se descreve a natureza retilínea ou turbulenta de um determinado fluxo.

“De acordo o princípio de Bernoulli, qualquer alteração na potência cinética do fluxo de água é acompanhada por uma alteração proporcional oposta de sua pressão na superfície do corpo”. (VORONTSOV e RUMYANTSEV, 2004) Portanto, a superfície corporal pode modificar a magnitude da força de resistência que se opõe ao movimento, logo, o nadador deve estar atento ao seu posicionamento durante a atividade para evitar esforços desnecessários.

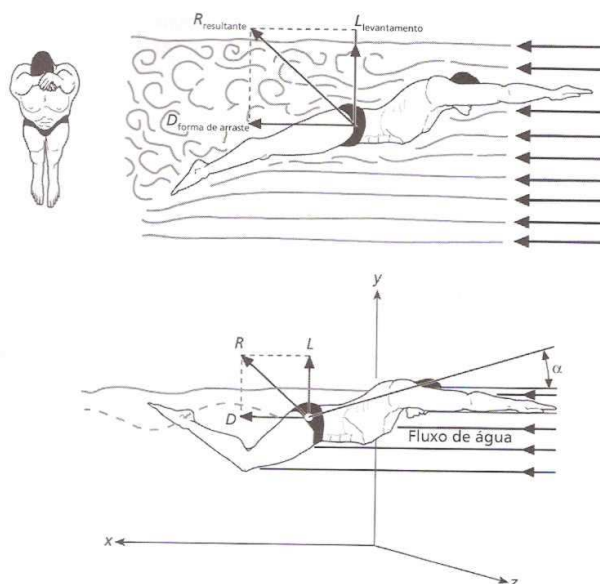


Figura 20 – Origens de componentes da resistência hidrodinâmica resultante. Fonte: (VORONTSOV e RUMYANTSEV, 2004)

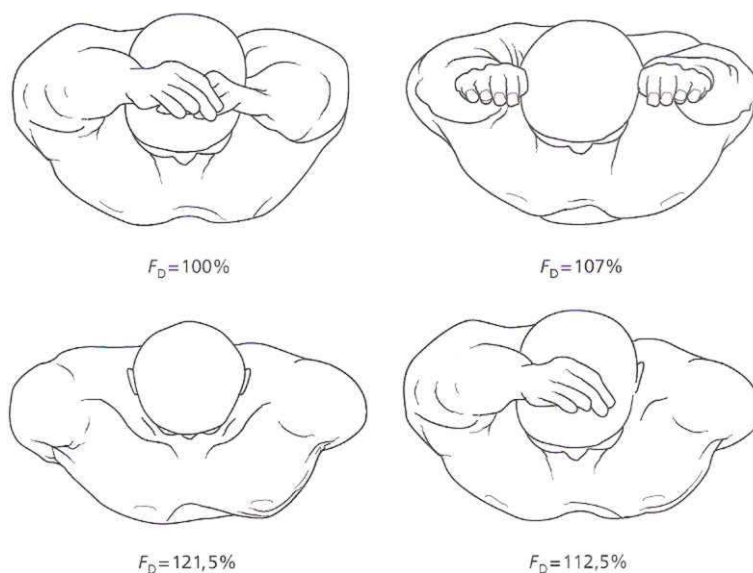


Figura 21 – Alterações posturais causando variação na resistência hidrodinâmica. Fonte: (VORONTSOV e RUMYANTSEV, 2004)

A força de reação hidrodinâmica é a fonte de propulsão para o nadador. A velocidade do nadador e conseqüentemente a eficiência depende da magnitude da força aplicada, e isto provém da capacidade neuromuscular e da resistência fisiológica do nadador, mas também depende da direção da força de aplicação, portanto a eficiência do nado depende diretamente da qualidade técnica do nadador.

5.11 Equipamento de Salvamento

Atualmente existe uma variedade bastante grande de equipamentos à disposição dos guarda-vidas, que vão desde um simples par de nadadeiras até embarcações e aeronaves de emprego em salvamento.

A seleção adequada do equipamento pode ser fundamental na redução do tempo de resgate, e com tantos materiais disponíveis com características diferentes, o guarda-vidas deve conhecer bem o seu material de trabalho, para que a seleção de material seja um fator positivo e não prejudicial no resgate.

5.11.1 Uniforme

O Uniforme básico para a atividade do guarda-vidas consiste em uma bermuda ou *shorts*, compatível com as atividades de corrida e de natação, de uma camiseta modelo regata, de fácil secagem e elasticidade para poder ser utilizada mesmo dentro d'água, e uma proteção como bonés ou viseiras para proteger o guarda-vidas da radiação solar.



Figura 22 – Camiseta em lycra® para salvamento. Fonte: (CBMSC, 2008)



Figura 23 – Bermuda para salvamento. Fonte: (CBMSC, 2008)

5.11.2 Nadadeiras

As nadadeiras são equipamentos prolongadores dos pés, aumentando a área de contato dos pés do guarda-vidas com a água, ampliando a eficiência de natação do profissional, rendendo mais velocidade na entrada do mar, e mais eficiência no reboque da vítima, com menor custo energético. São largamente utilizadas em modalidades esportivas como *bodyboarding* e como componente de treinamento para natação de diferentes estilos.

Para o Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina, as nadadeiras fazem parte do equipamento básico individual de todos os guarda-vidas, sejam eles militares ou civis, tratando-se de um equipamento de uso indispensável. Segundo a USLA em 1995 além do aumento de velocidade e força conferidos à natação, também destaca a sua utilidade em ocorrências de submersão e em locais rochosos, para os quais a capacidade de resposta é fundamental.



Figura 24 – Nadadeira modelo *Spinta*, marca Cobra®. Fonte: do autor.

5.11.3 Torpedo (Rescue cans / Rescue buoy)

O torpedo é um dispositivo flutuador de resgate, que segundo a USLA em 1995, foi idealizado e desenvolvido em 1897 pelo Capitão Harry Sheffield para o Clube Sul Africano de salvamento, e desde então seu design se desenvolveu bastante, porém, a forma geral e a maneira de utilização permaneceram as mesmas. É o equipamento de predileção nos Estados Unidos.

O nome *rescue cans* vem da palavra “*can*”, que vêm do inglês e traduz-se em lata, referindo-se ao material metálico com que os primeiros foram produzidos na sua concepção inicial.

Os primeiros modelos foram produzidos em metal folhado, cobre e alumínio. As versões produzidas em metal eram de formas elípticas e alongadas arredondadas nas extremidades e com extremidades pontiagudas. Os torpedos empregados atualmente são moldados em polímeros rígidos de baixa densidade e são preenchidos com ar.



Figura 25 – Torpedo de salvamento. Fonte: <http://www.lifesaving.com/shopsite_sc/store/html/media/Rescue%20Can.jpg>, acesso em nov. 2008.

As vantagens operativas do torpedo são o suporte de múltiplas vítimas provido pela sua boa flutuabilidade, a segurança promovida pela possibilidade de oferecer socorro à vítima sem a necessidade de uma aproximação perigosa, e a sua grande durabilidade. As limitações deste dispositivo ficam por conta do seu exterior rígido que pode causar lesões tanto ao socorrista quanto à vítima, e que a vítima não pode ser presa ao dispositivo, portanto, a sua cooperação é fundamental, e vítimas inconscientes não podem ser resgatadas com auxílio deste dispositivo.

5.11.4 *Life-belt (Rescue tube)*

É um dispositivo de resgate composto de um corpo de espuma flutuável, coberto por um revestimento vinílico, e conectado a uma corda ou fita que conecta o dispositivo ao guarda-vidas que o utiliza. Na corda de conexão existem aros metálicos que se conectam ao gancho existente na extremidade oposta, fazendo com o que o *life-belt* possa ser montado em forma de “zero”, ao redor do corpo da vítima e acoplada ao guarda-vidas.



Figura 26 – Life-belt (*rescue tube*) . Fonte: <http://www.pierce.com.au/images/Rescue_Rescue_Tube_PGEN1180.jpg>, acesso em nov. 2008.



Figura 27 – Life-belt (*rescue tube*) pronto para uso . Fonte: <http://www.vancouverlifeguards.com/%5Cequipment/rescue_tube.jpg>, acesso em nov. 2008.

Os pontos positivos deste equipamento são a sua hidrodinâmica favorável, embora possa oferecer resistência à transposição das ondas, quando sobre a superfície da água o seu revestimento confere pouco atrito enquanto a flutuabilidade o mantém sobre a água mesmo com uma vítima acoplada, o fazendo um equipamento fácil de transportar. A vítima fica realmente segura após o acoplamento correto, podendo ser utilizado em

vítimas inconscientes inclusive, mesmo em momentos em que o guarda-vidas se afaste momentaneamente da vítima, por conta de alguma quebra de onda ou evento hidrodinâmico. Trata-se de um equipamento bastante flexível, e o seu corpo macio ao contrário do *rescue tube*, evita possíveis acidentes causados por choques do equipamento contra o corpo da vítima ou mesmo do guarda-vidas.

A USLA em 1995, aponta o uso para uma vítima apenas, a sua baixa flutuabilidade em relação a outros flutuadores e a necessidade do guarda-vidas realizar o acoplamento se aproximando da vítima como limitações deste dispositivo.

É o equipamento de predileção em Santa Catarina, sendo adotado como padrão para o CBMSC, tendo em vista todos os seus benefícios técnicos e o seu nível de segurança.

5.11.5 Pranchas de resgate / Pranchão (*Rescue board/ longboard*)

As pranchas de resgate são ferramentas de resgate amplamente utilizadas por várias agências de salvamento do mundo. Inicialmente constituídas de madeira de comprimentos que superavam os 5 metros, estes dispositivos evoluíram muito, desde o início de seu uso pelos australianos.

Atualmente os pranchões de resgate são modalidades dominantes de resgate em toda a costa da Austrália, segundo a própria SLSA em 1996, visto que neste país que é altamente desenvolvido em salvamento aquático e provavelmente a maior nação do surfe a aplicação desta técnica com eficiência é uma conseqüência natural do ambiente mencionado.



Figura 28 – Primeiros *longboards* australianos. Fonte: (SSLA,2008).

Uma prancha de resgate consiste em um objeto flutuante em formato retangular com duas extremidades anguladas, de comprimento entre 10 e 12 pés (aproximadamente 3 metros) e desenhada para deslizar rapidamente sobre a superfície da água. É produzida com centro de poliuretano expandido e coberta com fibra de vidro, quilhas na parte inferior são adicionadas para aumentar a estabilidade, e cordas laterais são colocadas em alguns casos para auxiliar no acesso das vítimas à parte superior.

A técnica de utilização é referida da mesma maneira nos manuais da USLA, SLSA, CBMSC e de outras agências nacionais e mundiais. O resgate consiste na corrida de aproximação carregando a prancha e a entrada na água até que o espelho d'água seja suficientemente profundo para que o socorrista possa remar utilizando os braços em uma técnica idêntica aos praticantes da modalidade de surf, ou posicionando-se de joelhos utilizando os dois braços simultaneamente.

Portanto o socorrista deve estar habituado com os recursos e elementos do surfe, para que possa manobrar a prancha com destreza e efetuar o resgate com segurança. Tal requisito não é um fator limitador da difusão deste equipamento, uma vez que, segundo VILELA em 2004, existem 3,5 milhões de praticantes do surfe no Brasil.

Elementos do Surfe	
Básicos	Remar, sentar e girar
Fundamentais	Transpor a linha da arrebentação e ficar de pé
Avançados	Manobras

Quadro 10 – Elementos do surfe (VILELA, 2004).



Figura 29 – Posicionamento e aproximação da vítima com pranchão. Fonte: (VILELA, 2004)



Figura 30 – Posicionamento para reboque da vítima com pranchão. Fonte: (VILELA, 2004)



Figura 31 – Modelos de pranchão de resgate do CBMSC. Fonte: do autor.



Figura 32 – Entrada com pranchão em competição de salvamento aquático. Fonte: (VILELA, 2004)



Figura 33 – Utilização do pranchão por um guarda-vidas. Fonte: < www.gettyimages.com/>, acesso em nov. de 2008.

5.11.6 Embarcações de resgate

Existe uma gama de embarcações utilizadas por várias instituições de salvamento por todo o mundo, por muito tempo os barcos de salvamento foram a única forma de resgate no ambiente aquático por muitos anos. Assim como as outras técnicas evoluíram os barcos atuais são diferentes dos primeiros, tanto no material constitutivo, quanto no advento dos motores à combustão para alguns modelos.

Os barcos de resgate são utilizados em países como Estados Unidos, pelos guarda-vidas desde aproximadamente 1800, segundo registros da USLA em 1995.

Existem variações de embarcações utilizadas em resgate, o tipo primário de embarcações são os barcos a remo construídos em madeira ou fibra de vidro. Estes foram os primeiros tipos de barcos colocados à disposição do

resgate, a *Surf Life Saving Australia* (SLSA), a *Surf Life Saving New Zealand* (SLSNZ) ainda utilizam efetivamente estes barcos a remo.



Figura 34 – Barco de resgate a remo e guarda-vidas. Fonte: < www.gettyimages.com/>, acesso em nov. de 2008.

As vantagens deste tipo de barco, de acordo com SLSA em 1996 e USLA em 1995, são a estabilidade que o seu tamanho proporciona, a capacidade de comportar vários ocupantes e a possibilidade de se fazer patrulha e observação de dentro da água.



Figura 35 – Barco de resgate e tripulação de guarda-vidas. Fonte: < www.gettyimages.com/>, acesso em nov. de 2008.

Outros tipos de barcos podem ser encontrados em resgate e são largamente empregados por vários guarda-vidas, que consistem nos caiaques e nos botes infláveis. Os caiaques apresentam formato, técnica e emprego similares ao pranchão de resgate, porém, exigindo maior habilidade do guarda-vidas em razão do uso dos remos, mas, podem ser excelentes ferramentas de resgate.



Figura 36 – Caiaque de resgate. Fonte: < www.gettyimages.com/>, acesso em nov. de 2008.

Os botes infláveis apresentam aplicabilidade semelhante aos botes a remo, porém, com o advento do motor de popa geralmente de explosão à dois tempos, podendo ser utilizado em alguns casos um motor à quatro tempos. Consistem de um corpo em fibra de vidro, de casco reforçado em formato de “vê” com flutuadores laterais de material sintético preenchidos de ar. São utilizados por várias agências de salvamento e possuem as vantagens de um barco a remo, com acréscimo de eficiência e velocidade de resposta devido ao motor, e um ponto de observação a mais que trata da manutenção e cuidados para evitar acidentes envolvendo o motor.

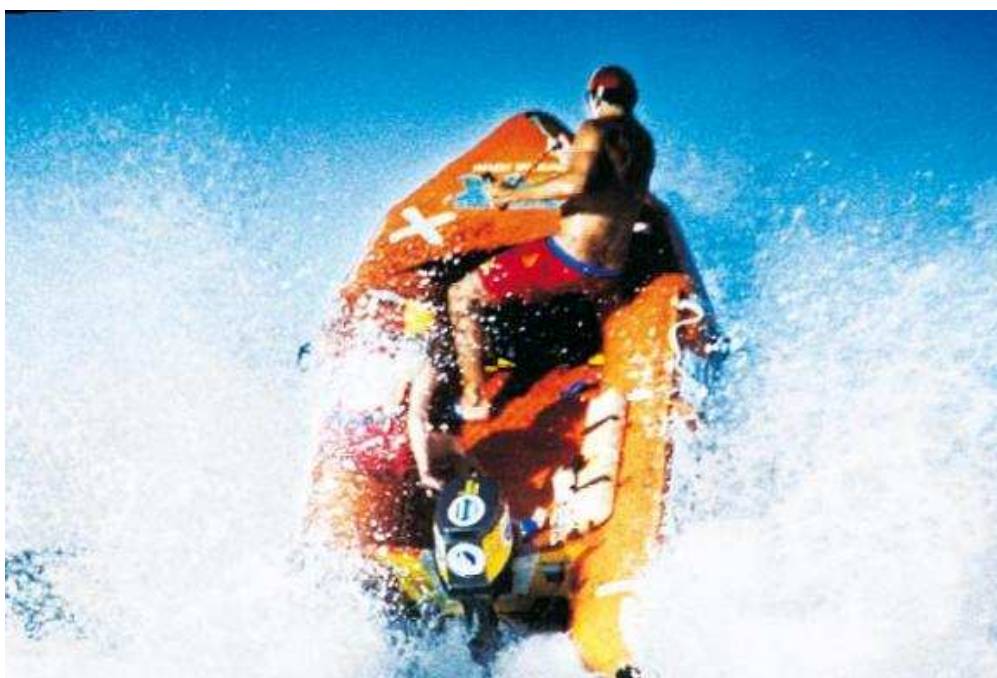


Figura 37 – Bote inflável motorizado em utilização. Fonte: (SLSA, 1996).

5.11.7 Moto aquática (*watercraft* / *Jet-ski*®)

A invenção do *Jet-ski*® colocou em tela um mercado de barcos nunca existente anteriormente, o *Jet-ski*® original era projetado para que o ocupante o

utilizasse em pé e apenas para um lugar, logo seria uma ferramenta de pouca serventia em se tratando de salvamento.

Estas pequenas embarcações de comprimento menor a 12 pés, e dirigidas através do uso de um jato d'água controlado por um controle manual, passaram a ser chamados de *watercraft*, *personal watercraft* (PWC) ou ainda *rescue watercraft* (RWC), e geralmente servem para dois passageiros.



Figura 38 – Moto aquática modelo *Wave Runner*® *Yamaha*®. Fonte: <<http://www.yamaha.com>>, acesso em nov. 2008.

A capacidade de resgate do PWC é limitada, segundo a USLA em 1995, por tratar-se de uma complicação o fato de que o próprio condutor do aparelho, precisa fazer a intervenção de resgate. Porém a própria USLA menciona em seu manual que algumas instituições utilizam o *sled*, acessório colocado na parte posterior do PWC, para minimizar este problema.

O *sled* é uma prancha flutuadora curta, dotada de alças de fixação que serve para ser conectada à parte posterior do *watercraft*, com finalidade de suportar um resgatista e a vítima a ser resgatada. Inicialmente foi desenvolvida para a prática do *Tow-in*, o surfe de ondas gigantes, onde as ondas são muito altas e velozes para serem alcançadas pelo surfista sem o auxílio de uma moto aquática. Anteriormente o surfista e a prancha ficavam sobre o *sled*, que foi adaptado com alças de suporte para o salvamento, podendo ser ocupado por

um resgatista e sua vítima, deixando o condutor com os braços livres para guiar o PWC.



Figura 39 – Sled. Fonte:Do autor.



Figura 40 – PWC montado com o Sled. Fonte: < <http://www.circle-one.co.uk>>, acesso em nov. de 2008.

A técnica preconizada para a utilização do PWC em resgates aquáticos, de acordo com o CBMSC em 2006, compreende os passos de identificação do ponto adequado de entrada no mar, manobras de transposição da arrebentação, realização de manobras de resgate na zona de arrebentação, resgate propriamente dito, e transporte da vítima para um local seguro.

De acordo com a USLA em 1995, o maior ponto positivo do PWC é o seu custo em relação a outros barcos motorizados e com velocidade elevada. Pode ser bastante valoroso em águas abertas ou em mar liso.

5.11.8 Outros equipamentos

Uma outra técnica de resgate pouco empregada é o carretel de resgate (*landline*), de acordo com a USLA em 1995, foi um dos primeiros métodos empregados no resgate de náufragos, e consiste em um carretel de corda de aproximadamente 300 metros colocado na areia da praia por um dos socorristas enquanto o outro leva a extremidade da corda acoplada a um dispositivo flutuador até a vítima.



Figura 41 – Carretel de resgate em uso. Fonte: < www.gettyimages.com/>, acesso em nov. de 2008.



Figura 42 – Carretel de resgate em uso durante competição de guarda-vidas. Fonte: < <http://www.google.com>>, acesso em nov. de 2008.

Além dos equipamentos básicos de resgate existem equipamentos de observação e prevenção, além dos veículos especiais e aeronaves utilizadas em salvamento aquático.

A observação é garantida pela posição privilegiada do guarda-vidas no posto elevado, e para distâncias elevadas é necessário que se utilize de binóculos para uma avaliação adequada das situações de possível risco.



Figura 43 – Posto de guarda-vidas de Miami (EUA). Fonte: < <http://www.google.com>>, acesso em nov. de 2008.



Figura 44 – Binóculo marca Nikon®. Fonte: < <http://www.google.com>>, acesso em nov. de 2008.

Algumas agências dispõem de aeronaves, mais precisamente helicópteros, para auxiliar no resgate de vítimas de afogamento, USLA, SLSA, SLSNZ, Guarda Costeira Americana, são alguns órgãos internacionais que utilizam sistematicamente aeronaves nos seus resgates.



Figura 45 – Aeronave utilizada. Fonte: < <http://www.slsa.au.uk>>, acesso em nov. de 2008.

Alguns fabricantes produzem veículos tais quais quadriciclos e automóveis com capacidade de trafegar sobre areia da praia auxiliando nas atividades de patrulha e prevenção, varrendo grandes distâncias em um curto espaço de tempo.



Figura 46 – Automóvel adaptado ao salvamento aquático. Modelo: XC70 *Surf Rescue Vehicle*, Fabricante: Volvo® Fonte: < <http://www.volvo.com>>, acesso em nov. de 2008.

5.12 Fases do Salvamento

Um resgate em salvamento aquático, para a USLA em 1995, CBMSC em 2007, pode ser dividido em três partes distintas, a etapa de reconhecimento e resposta, contato, controle e sinalização e por fim resgate propriamente dito. A SLSA em 1996 e a SLSNZ em 2006 apresentam o resgate separado em quatro etapas, mas é apenas uma mera formalidade que divide a fase de contato e controle em duas partes distintas.

A fase de reconhecimento e resposta consiste na observação de uma potencial situação de risco, que passa então a ser uma situação de intervenção por parte do guarda-vidas, e então o deslocamento de um ou quantos guarda-vidas forem necessários para esta demanda.

Os pontos a serem considerados essenciais nesta etapa inicial são a observação adequada das condições de risco, a avaliação da situação e a seleção correta dos equipamentos a serem utilizados no resgate.

O período de contato, controle e sinalização reside nas manobras de oferecimento de socorro, estabilização da situação e aplicação dos recursos necessários, solicitação de recursos adicionais se necessário através de comunicação através de sinais para então efetuar a terceira e última fase do resgate, ou reboque que consiste na remoção segura da vítima para a praia.

5.13 Fisiologia do Salvamento Aquático

A atividade de salvamento aquático é similar às atividades de natação e de atletismo, sendo os guarda-vidas exigidos das mesmas valências físicas destas atividades, bem como, favorecidos pelos mesmos benefícios fisiológicos dos praticantes de atividades físicas.

O aporte físico no âmbito muscular deve se adaptar aos observados nas modalidades de natação e atletismo, visto que estas são componentes básicas da atividade do guarda-vidas.

Outro aspecto fisiológico da atividade reside no sistema cardiovascular, este deve prover o suporte sanguíneo necessário para transportar o oxigênio absorvido pelo sistema respiratório e fornecer oxigênio em níveis satisfatórios para a atividade a ser realizada pelos músculos.

“O requisito fundamental da função cardiovascular durante o exercício é prover o oxigênio e outros nutrientes necessários para os músculos que estão se exercitando.” (GUYTON & HALL, 2006)

A cerca do consumo de oxigênio durante o exercício Powers & Howley em 2000 enunciam que o principal objetivo do sistema respiratório é liberar quantidades suficientes de oxigênio e remover produtos da degradação dos tecidos do organismo.

A frequência cardíaca, ou seja, o número de vezes que o coração efetua um ciclo completo por minutos é uma medida da atividade cardíaca e que reflete o esforço do organismo para manter a atividade orgânica realizada naquele momento.

“As alterações da frequência cardíaca e da pressão arterial que ocorrem durante o exercício refletem o tipo e a intensidade do exercício realizado, de sua duração e das condições ambientais sob as quais o trabalho foi realizado”.
(POWERS & HOWLEY, 2000)

A recuperação de um indivíduo em relação a atividade física desempenhada consiste no retorno a calma após efetuar uma atividade física de relativa exigência. No caso do guarda-vidas, trata-se do tempo que o organismo do profissional leva para estar em condições plenas para uma nova resposta.

A recuperação do guarda-vidas demonstra o nível de desgaste físico da atividade a qual ele foi submetido, pois, quanto mais intensa e longa for a atividade maior será o tempo de recuperação.

Segundo Powers e Howley em 2000 uma mensuração comum de esforço físico e desgaste é a Classificação do Esforço Subjetivo de BORG, onde o executante da atividade pode apontar segundo uma lista o nível de esforço físico que se encontra ao realizar a tarefa.

Escala de Esforço Subjetivo (Classificação de BORG)	
Valor	Descrição
0	Nenhum
0,5	Extremamente leve (quase imperceptível)
1	Muito leve
2	Leve (fraco)
3	Moderado
4	Um pouco intenso
5	Intenso (forte)
6	
7	Muito Intenso
8	
9	
10	Extremamente intenso (quase máximo)
•	Máximo

Quadro 11 – Classificação do Esforço Subjetivo de Borg – Revisada. Fonte: Adaptada de (POWERS & HOWLEY, 2000).

5.14 Desgaste físico na atividade de resgate

O desgaste, de acordo com Powers & Howley é uma importante variável na mensuração de todos os aspectos de qualquer atividade física, como não poderia deixar de ser em se tratando de salvamento aquático o desgaste associado à atividade é importante na manutenção da capacidade de resposta do socorrista ao longo de todo o seu período de trabalho, que pode atingir etapas de 12 horas.

Além da resposta física, a capacidade mental e a percepção e resposta faz como que o desgaste tenha que ser minimizado ao máximo, para que tenha-se um profissional primeiramente capaz de responder a novas

ocorrências mas também capaz de permanecer em estado de atenção durante seu turno de trabalho.

6. METODOLOGIA

Tratou-se de um estudo experimental, que compreendeu uma análise técnica das diferentes técnicas de resgate.

Sendo esta análise proporcionada pela cronometragem de várias simulações de resgate dentro de um mesmo percurso instalado em cada variedade de praia de maneira idêntica, e percorrido em sucessivas baterias de resgate com cada dispositivo de salvamento, e posterior mensuração subjetiva e objetiva do desgaste físico dos guarda-vidas segundo parâmetros bem definidos.

Os dados foram colhidos em diversas datas, utilizando o desempenho de guarda-vidas formados pelo CBMSC dentro da doutrina técnica da corporação, sendo estes, Condutores formados no Curso de Formação de Condutores de *Jet-ski* do CBMSC, Soldados Bombeiros Militares que estiveram em formação durante o período de 2008/2009 no Centro de Ensino Bombeiro Militar, e guarda-vidas civis devidamente certificados pelo CBMSC.

Os guarda-vidas civis escolhidos foram aprovados nos testes tendo sido considerados aptos à prática do serviço de guarda-vidas e os Soldados em formação foram selecionados dentro de uma amostra de 115 alunos em formação, após terem executado a disciplina de Salvamento Aquático e terem se formado nesta cadeira com nota superior à 8, o que lhes conferiu o direito de obter o brevê de guarda-vidas da corporação. A amostra contou com 17

Soldados em formação do CBMSC e 18 guarda-vidas civis também formados pelo CBMSC.

A praia selecionada para o coleta dos dados foi a praia Central de Balneário Camboriú a qual apresenta as características descritas na parte de qualificação da área de estudo, seu tipo de praia é dissipativo, porém, a porção da praia onde foi realizado o trabalho tem caráter que tende aos estágios intermediários, portanto os resultados encontrados podem ser úteis a praias de estado morfodinâmico dissipativo ou até mesmo tendendo a estados intermediários.

O percurso foi formado por dois pontos paralelos à linha d'água, sinalizados na areia da praia, eqüidistantes 150 metros, distantes 20m da linha d'água e por dois pontos frontais aos dois primeiros pontos sinalizados por bóias situados imediatamente além da linha de arrebentação. Sendo estes os pontos A, B, C e D conforme sinalizado no desenho esquemático. Os pontos terrestres foram plotados em aparelho de GPS modelo *E-trex*® da marca *GARMIN*®, com uma precisão de 2 metros.



Figura 47 – Aparelho de GPS modelo *E-trex*® da marca *GARMIN*®. Fonte: Do autor.

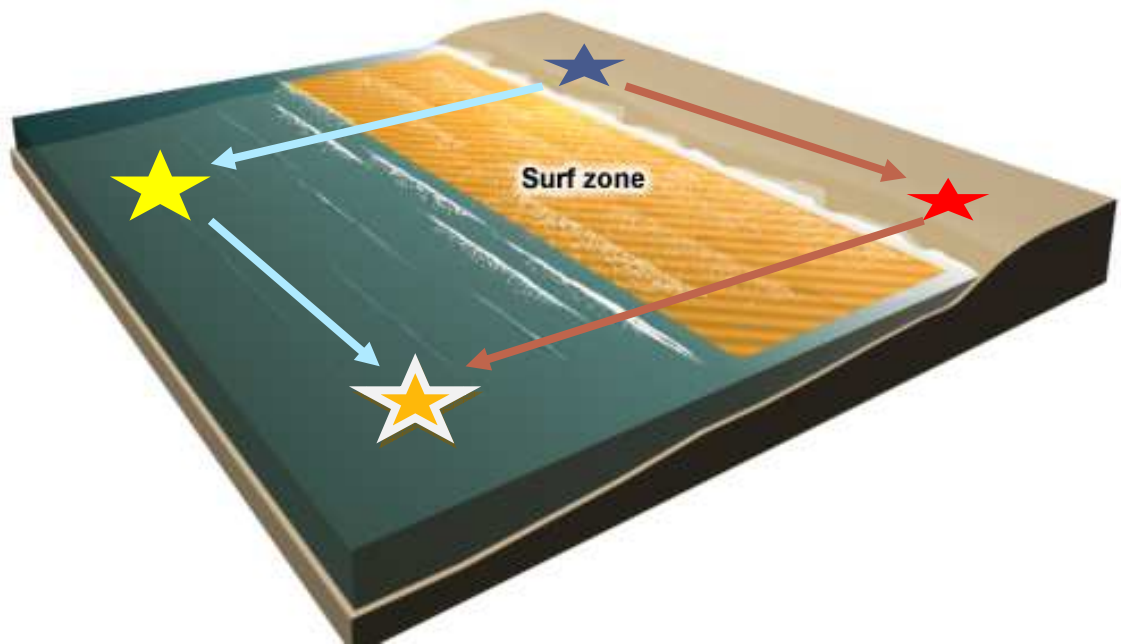


Figura 48 – Desenho esquemático do cenário do trabalho.

Os dois percursos do modelo do trabalho foram diferentes para as técnicas de *Jet-ski* e pranchão, de modo que o trabalho simulou que o ponto sinalizado em azul no desenho esquemático seria a região do posto de guarda-vidas de onde todas as saídas foram feitas, as técnicas de *Jet-ski* e pranchão rodaram o percurso pelo sentido anti-horário, entrando frontalmente em direção a arrebentação para posteriormente proceder 150 metros de percurso pela água, contornando o ponto sinalizado em amarelo no esquema e posteriormente alcançando a vítima no ponto sinalizado em laranja com bordas brancas e então saindo para a face da praia no ponto vermelho. As demais técnicas utilizaram o cenário no sentido horário, partindo do ponto azul, procedendo 150 metros de corrida pela face praial contornando em seguida o ponto vermelho e procedendo a entrada no mar frontalmente à vítima e após o alcance da mesma o retorno é realizado pela mesma rota de entrada, voltando ao ponto vermelho desta vez com a vítima para encerrar a cronometragem.

A simulação tem seu fim no momento em que guarda-vidas e vítima atingem uma profundidade em que estejam com a linha da cintura acima da linha d'água, e as medições da Frequência cardíaca de esforço e de recuperação foram realizadas imediatamente (esforço) e 3 minutos após a primeira medição (recuperação) com utilização do freqüencímetro modelo S625X[®] da marca *Polar*[®].



Figura 49 – Freqüencímetro modelo S625X[®] da marca *Polar*[®]. Detalhe: monitor de pulso na parte superior e cinta peitoral na parte inferior da imagem. Fonte: Do autor.

O tempo de 3 minutos para a avaliação objetiva de desgaste físico denominada de Frequência cardíaca de recuperação foi selecionado tendo em vista uma metodologia aproximada das utilizadas em outros trabalhos que envolvem análises de desgaste físico, inclusive com mais variáveis como os índices de lactato no sangue que são medidos também entre 3 a 5 minutos da avaliação inicial. E também considerando que o guarda-vidas deverá selecionar uma técnica que permita que o seu corpo esteja pronto para outra ocorrência de maneira mais breve possível.

A técnica de *Jet-ski* foi procedida sem que se fizesse a medição do desgaste físico, pois o deslocamento é quase que totalmente esforço do

equipamento e qualquer alteração na frequência cardíaca do condutor da embarcação não seria fruto do desgaste físico mas da descarga de adrenalina na corrente sanguínea pelo sistema nervoso central, que segundo Guyton e Hall em 2006 é uma situação que provoca alterações vasculares que refletem-se inclusive na alteração da frequência cardíaca, o que poderia sem dúvidas atrapalhar a análise de esforço da pesquisa. Todas as outras técnicas sofreram uma análise objetiva e subjetiva de esforço.

A análise objetiva de esforço, portanto, ficou por conta das medições das frequências cardíacas de esforço e recuperação, em relação ao referencial de repouso medido anteriormente também com o freqüencímetro modelo S625X[®] da marca *Polar*[®].

Já a análise subjetiva de esforço foi procedida através da Escala de Esforço de BORG, citada no item 5.13 (Fisiologia do Salvamento Aquático), onde os guarda-vidas respondem de que forma se sentiram ao realizar aquela determinada entrada, dentro dos parâmetros de esforço citados na escala.

Para reduzir o número de variáveis influenciando nos resultados, foram respeitadas características como vento, maré, força das correntes de retorno, de modo que os cenários foram montados em dias em que as condições de mar eram semelhantes. Ventos de Nordeste e moderados, corrente de retorno moderadas, ondas de até 0,5m. Os cenários foram montados tomando por base a maré alta do dia e as saídas do guarda-vidas para o percurso foi sempre realizada no intervalo entre as séries de onda.



Figura 50 – Bóia utilizada na execução do trabalho. Fonte: Do autor



Figura 51 – Âncora utilizada na fixação das bóias do trabalho. Fonte: Do autor

Os equipamentos utilizados foram sempre os mesmos para todos os guarda-vidas e as vítimas foram selecionadas após uma análise modal dos pesos dos indivíduos da amostra, e chegou-se ao valor de 78Kg, em que foram selecionadas duas vítimas neste peso para serem rebocadas em todos os cenários.

Os guarda-vidas foram numerados com pincéis marcadores à base de álcool nos ombros e costas para facilitar a visualização e controle da central de anotações montada próxima à chegada dos guarda-vidas, de onde foram dadas todas as largadas, foram procedidos todas as cronometragens e as anotações de parâmetros de desgates que foram realizadas em planilhas impressas em tamanho A2 e fixadas em um papelógrafo de madeira.

A tabela exposta abaixo relaciona os materiais utilizados:

Material Necessário	
Material	Quantidade / descrição
Nadadeiras	10 pares
Life-belt	03
Rescue Can (torpedo)	03
Pranchão	02
Jet-ski (watercraft)com Sled	01
GPS	01
Bóias de sinalização com âncoras	02
Apito	02
Cronômetros	03
Monitor Cardíaco	02
Combustível (Jet-ski)	30 Litros
Prancheta	02
Papel	01 resma A4 e 10 folhas A2
Caneta esferográfica	03
Bóia Circular	01

Bandeiras de sinalização	04
Papelógrafo	01

Quadro 12 – Materiais utilizados.

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da pesquisa mostraram-se bastante ricos e com um número bastante significativo de análises e cruzamento de dados, o número de indivíduos da amostra foi bastante rico com 20 valores de entradas para as técnicas de *Jet-ski* e pranchão, e 35 valores de entrada nas demais técnicas.

As variáveis externas à análise foram isoladas com sucesso e isto pode ser observado através dos valores de desvio padrão e média dos desvios bastante baixo para circunstâncias de testes *in loco*, porém, até certo ponto controlados através do controle das séries de ondas, dos períodos de marés e da seleção das datas dos testes.

A primeira bateria de testes a ser analisada é a técnica de guarda-vidas com nadadeiras, e para esta técnica o primeiro aspecto a ser visto é o tempo de resposta onde obteve-se um tempo de resposta médio de 131 segundos (2 minutos e 11 segundos) com desvio padrão de 10,9 segundos e média dos desvios de 9,37 segundos.

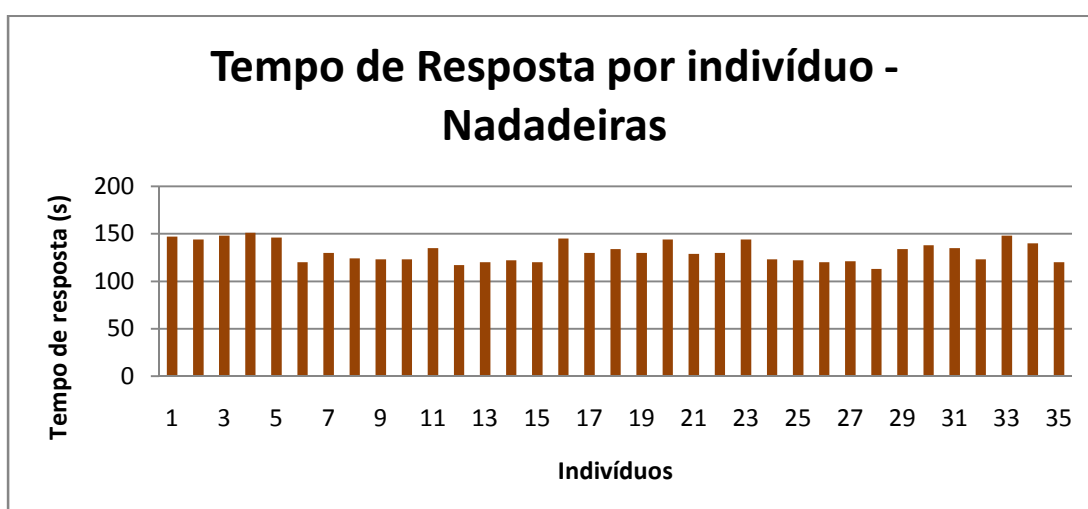


Figura 52 – Tempo de resposta por indivíduo na técnica de guarda-vidas com nadadeiras.

A análise do tempo total de resgate para esta mesma técnica apresentou um tempo médio de 276 segundos (4 minutos e 36 segundos) com desvio padrão de 3,7 segundos e média dos desvios de 2,89 segundos.

A variação da frequência cardíaca (Δ FC) para a técnica de guarda-vidas com nadadeiras ficou com uma média de 82 bpm (batimentos por minuto) de variação entre o estado de repouso e o estado de esforço imediato com um desvio padrão de 3,75 bpm e uma média dos desvios de 3 bpm. Quando se consideram os percentuais das Frequências cardíacas de esforço e de recuperação em relação à Frequência cardíaca máxima - (220 – idade) de acordo com Guyton e Hall em 2006 – o percentual médio de esforço para esta técnica ficou em 75% da FC máxima com desvio padrão de 6,04% e o percentual médio de recuperação ficou em 53% com desvio padrão de 5,19%.

A frequência da Escala de BORG para esta técnica evidenciou que 22,86% classificaram o esforço como “moderado”, 22,86% como “um pouco intenso”, 8,57% como “intenso (forte)”, 17,14% como “intenso a muito intenso”, e 28,57% como “muito intenso”.

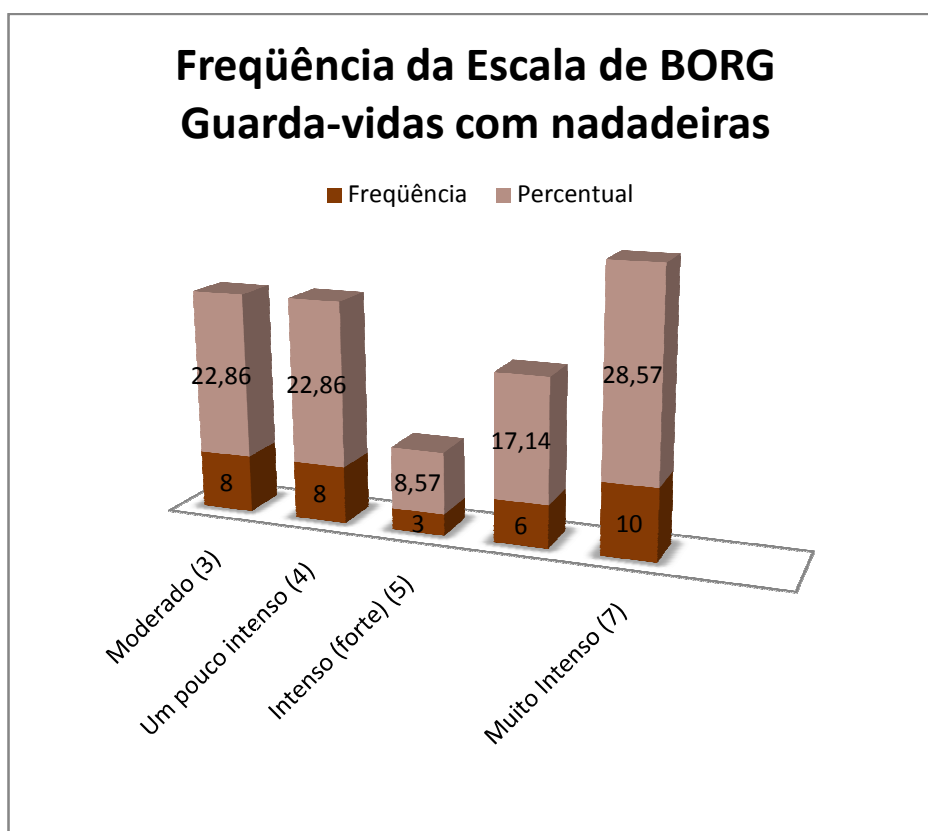


Figura 53 – Frequência da Escala de BORG na técnica de guarda-vidas com nadadeiras.

Para a técnica de guarda-vidas com nadadeiras e *rescue can*, a análise dos dados tabulados demonstra que houve um aumento discreto no tempo de resposta em relação ao guarda-vidas apenas com nadadeiras, ficando o tempo médio de resposta desta técnica em 134 segundos (2 minutos e 14 segundos), com um desvio padrão de 11,09 segundos, dado explicado pela tração promovida pelo *rescue can* na entrada do mar.

A observação dos dados do tempo total de resgate demonstra que o tempo médio total de resgate foi 266 segundos (4 minutos e 26 segundos) o que mostra uma discreta melhora do tempo médio total em relação ao guarda-vidas apenas com nadadeiras devido a fluabilidade do equipamento facilitar o reboque da vítima.

A variação média da frequência cardíaca (Δ FC) – entre a FC de repouso e a FC de esforço - diminuiu bastante em relação a técnica de guarda-vidas com nadadeiras (82 bpm), ficando em 63 bpm com um desvio padrão 8,09 bpm o que demonstra que a utilização de um dispositivo flutuador de resgate diminui bastante o desgaste físico imposto ao guarda-vidas.

O percentual médio de esforço ficou em 65% da FC máxima dos indivíduos, o que demonstra uma redução de 10% em relação ao percentual da técnica de guarda-vidas com nadadeiras. A porcentagem média de recuperação ficou em 53% com 5,19% de desvio padrão, o que também demonstra uma equivalência em relação ao guarda-vidas com nadadeiras apenas.

A análise dos dados da avaliação subjetiva de esforço (BORG) mostrou uma mudança interessante, não surgiram mais indicações de desgaste superiores a “intenso (forte)”, os indicativos foram de 37,14% para “moderado”, 40% para “um pouco intenso” e 22,86% para “intenso (forte)”, o que demonstra claramente a percepção de desgaste menor por parte dos participantes ao se incluir um equipamento flutuador de resgate para facilitar o reboque da vítima.

A técnica de guarda-vidas com nadadeiras e *life-belt* se mostrou muito interessante, principalmente na comparação com as técnicas anteriores. Na análise do tempo médio de resposta o valor encontrado foi de 135 segundos (2

minutos e 15 segundos) com um desvio padrão de 10,73 segundos, o que demonstra uma média praticamente igual ao do valor encontrado na utilização do *rescue can*, indicando que a resistência hidrodinâmica dos dois equipamentos é equivalente, gerando uma dificuldade idêntica a transposição da arrebentação.

Na análise do tempo médio total de resgate para guarda-vidas com nadadeiras e *life-belt* o valor encontrado foi de 245 segundos (4 minutos e 5 segundos) com um desvio padrão de 4,51 segundos o que demonstra uma clara superioridade em relação a utilização de nadadeiras apenas e sobre o uso do *rescue can* que apresentaram um tempo médio total de resgate de 276,03 segundos e 266 segundos respectivamente. Fato este que comprova que a associação de um equipamento flutuante de resgate melhora a velocidade de reboque e reduz o tempo total de resgate e o fato observado de que o *life-belt* que é o equipamento de eleição do CBMSC, se mostrou mais eficiente do que o *rescue can*, largamente utilizado nos EUA.

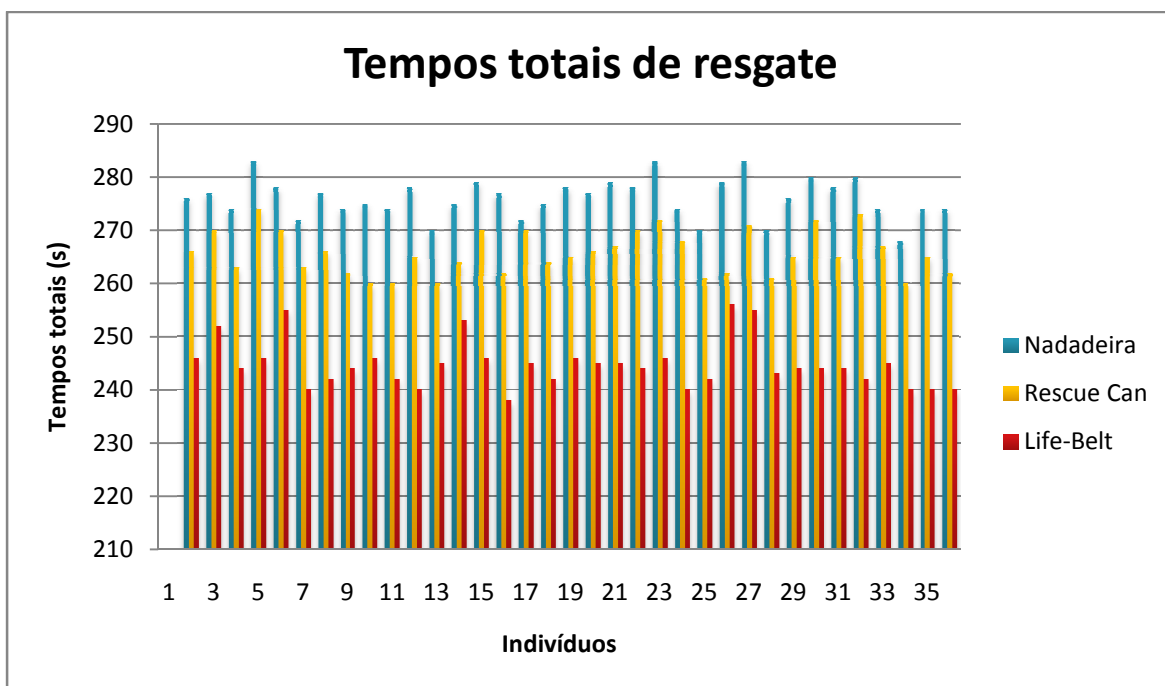


Figura 54 – Comparação gráfica dos tempos totais de resgate das técnicas de guarda-vidas com nadadeira (azul), nadadeira e *rescue can* (amarelo) e nadadeira e *life-belt* (vermelho).

A variação da frequência cardíaca (esforço – repouso) para o guarda-vidas com nadadeiras e *life-belt* apresentou um valor médio de 53 bpm com desvio padrão de 9,73 bpm, o que demonstra um menor desgaste físico para o

socorrista em relação às técnicas anteriores 63 bpm de média para o *rescue can* e 82 bpm de média para guarda vidas com nadadeira apenas.

O percentual médio da frequência cardíaca máxima atingido pelos guarda-vidas nesta técnica em esforço foi de 60% com desvio padrão de 3,11% o que também evidencia superioridade às técnicas de guarda-vidas com nadadeira e guarda-vidas com nadadeiras e *rescue can* que obtiveram valores médios de percentual da FC máxima de 75% e de 65% respectivamente.

No percentual médio da frequência cardíaca máxima atingido na recuperação, os guarda-vidas com *life-belt* alcançaram um valor de 51% com desvio padrão de 4,69%, o que demonstra uma recuperação média mais eficiente em relação às técnicas anteriores.

Para a Escala Subjetiva de Esforço de BORG a frequência mostrou que os indivíduos consideraram esta técnica menos desgastante em relação ao uso simples de nadadeira e em relação do uso de nadadeira com *rescue can* o que corrobora com os valores da análise objetiva de esforço. O valor médio de BORG para nadadeiras com *life-belt* ficou em 3,47 com um desvio padrão de 0,7 e a análise de frequência demonstrou que 62,86% classificaram o esforço como “moderado”, 28,57% como “um pouco intenso”, e 8,57% como “intenso (forte)”.

A técnica de pranchão de resgate apresentou resultados bastante satisfatórios, no regime transacional entre dissipativo e intermediário de praia a que foi submetido nos testes. O tempo médio de resposta ficou em 181 segundos (3 minutos e 1 segundo) o que é sensivelmente superior ao tempo produzido pelas técnicas de nadadeiras, nadadeiras com *rescue can* e com *life-belt*. Em contrapartida, a análise do tempo total de resgate demonstrou que existe uma superioridade do uso do pranchão em relação às mesmas técnicas utilizadas anteriormente. Os resultados apontam um tempo médio total de resgate de 244 segundos (4 minutos e 4 segundos), o que supera com facilidade os tempos obtidos pelo uso de nadadeiras e nadadeiras com *rescue can*. Já na comparação com o uso de nadadeiras com *life-belt* a superioridade é bastante discreta.

A grande qualidade do uso do pranchão de resgate se revelou no desgaste físico associado a esta técnica. A variação média da frequência cardíaca demonstrada pelos guarda-vidas com pranchão ficou em torno de 53 bpm com um desvio padrão de 7,04 bpm. O percentual médio da frequência cardíaca em relação à máxima ficou em 57% da FC máxima com um desvio padrão de 3,09%. E em relação à recuperação a análise mostrou um valor médio de 43% da FC máxima para os valores de recuperação, com um desvio padrão de 2,54%. Corroborando com estes valores encontrados da análise objetiva de esforço, os valores da escala de BORG demonstram um esforço menor em relação às técnicas anteriores, a análise da frequências dos valores de BORG indicou 75% dos indivíduos classificando o esforço como “moderado” e os 25% restantes como “leve – fraco”.

A análise comprovou a validade do uso do pranchão em praias de regime dissipativo tendendo a estágios intermediários, pois alcançaram valores de tempo total de resgate superior aos tempos das técnicas anteriores, mesmo havendo um tempo de resposta mais alto, e atingiu estes valores com índices de desgaste físico muito menores. Esta técnica requer mais habilidade do guarda-vidas e nem todos apresentam grande domínio dos movimentos do pranchão, o que evidencia uma necessidade de que dê mais atenção a este equipamento de resgate seja na aquisição de mais pranchões ou mesmo no treinamento e capacitação mais intensos desta técnica para todos os guarda-vidas.

A técnica de *Jet-ski*, mostrou-se extremamente eficiente nos aspectos analisados no estágio morfodinâmico onde o trabalho foi realizado.

Os tempos de resposta foram extremamente menores do que todas as outras técnicas obtendo um valor médio de 44 segundos com desvio padrão de 3,19 segundos e média dos desvios de 2 segundos. O que é 3 vezes mais rápido do que a segunda técnica mais rápida testada (guarda-vidas com nadadeiras).

Na análise do tempo total de resgate o valor médio encontrado foi de 66 segundos (1 minuto e 6 segundos), com desvio padrão de 3,89 segundos e uma média dos desvios de 2,70 segundos. Tempo este que é 2,73 vezes

menor do que a técnica de pranchão que apresentou o segundo menor tempo total de resgate.

Como resumo das observações e conclusão dos dados é evidente observar que todos os equipamentos estudados apresentam características bem específicas e relevância especial em determinadas situações dispostas pelos manuais do CBMSC, USLA, entre outras agências citadas na referência bibliográfica. Pontos bastante peculiares são importantes de serem mencionados.

Na análise dos tempos de resposta e tempo total de resgate a melhor técnica com muita sobra foi o *Jet-ski*, o que já era esperado. Este equipamento apresenta custo muito superior aos outros equipamentos, porém, é uma ferramenta muito útil e eficiente que merece ser observada, mas que pode ser substituída com eficiência por outras das técnicas enquanto a aquisição deste não for possível.

Deixando de lado os resultados excelentes do *Jet-ski*, a análise do tempo de resposta demonstrou que a técnica de guarda-vidas com nadadeira obteve maior velocidade para o tempo de resposta, o que numa composição de guarda-vidas trabalhando em dupla deve ocorrer, tendo um guarda-vidas apenas com nadadeiras para reduzir o tempo de resposta à vítima, enquanto o segundo guarda-vidas pode trazer um equipamento flutuador ou outro equipamento de resgate.

No tempo total de resgate destaca-se a efetividade do pranchão e da técnica de guarda-vidas com *life-belt*, o que demonstra que são duas técnicas relativamente baratas e que possuem uma relação custo benefício muito elevada.

Na comparação entre os dois equipamentos flutuadores utilizados, o *life-belt* e o *rescue can* o primeiro se mostrou melhor, pois os dois equipamentos mostraram um tempo de resposta equivalente, porém o *life-belt* mostrou um desempenho sensivelmente superior quando tratou-se do tempo total de resgate e do desgaste físico dos guarda-vidas.

O pranchão demonstrou-se um equipamento de grande valor, ficando apenas atrás do *Jet-ski* no tempo total de resgate, com um desgaste físico

significativo menor, sendo um equipamento de grande eficiência em praias de regime morfodinâmico dissipativo a intermediário, e com uma relação favorável entre custo e benefício.

8. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Futuros trabalhos nesta linha de pesquisa em salvamento aquático poderiam se concentrar em dois aspectos que podem complementar esta metodologia de trabalho científico.

Primeiramente outro trabalho poderia implementar outras situações de resgate em comparação às técnicas demonstradas neste trabalho como o uso do helicóptero em resgate, o uso de guarda-vidas em dupla e outras situações podem ser aplicados no mesmo cenário descrito nesta metodologia.

Outra linha de melhoramento desta pesquisa seriam uma análise mais minuciosa do desgaste físico e índices de estafa acumulada em guarda-vidas como recolhimento de amostras de sangue para análise de parâmetros como níveis de lactato e outras variáveis mais técnicas para estudo do desgaste físico.

Repetir os testes em outras condições de mar, com ondas baixas (até 0,5m), médias (0,5 a 1m) e altas (maiores que 1m), para poder ter um conhecimento maior destas técnicas frente a outros estágios de mar.

E como última sugestão cabe repetir esta análise procedida em praias de regime morfodinâmico dissipativo, tendendo a intermediário, em praias de regime intermediário e refletivo, para que todas as variedades de praia tenham uma análise técnica como esta para que se conheçam as peculiaridades do salvamento aquático em todos os tipos de praia.

9. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

1. ANGULO, R. J. **Aspectos físicos das dinâmicas de ambientes costeiros, seus usos e conflitos**. Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente, Curitiba n. 10, p. 175-185, jul./dez. 2004. UFPR.
2. BARLETTA, R.; CALLIARI L. J. An assessment of the atmospheric and wave aspects determining beach morphodynamic characteristics along the central coast of RS State, Southern Brazil. **Journal of Coastal Research**. Itajaí: v. 35, p. 300-308, 2003.
3. BIRKEMEIER, W.A. (1985). Field Data on Seaward Limit of Profile Change. **Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering**, Vol. 111, Nº 3, pp. 598-602.
4. BROWN, Joan et al. **Waves, tides and shallow-water processes**. 5. ed. Londres: The Open University, 1989. 608 p.
5. CBMSC. Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. **Curso de Salvamento com Uso de Jet-Ski**. Florianópolis, 2006.
6. CBMSC. Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. **Manual de Salvamento Aquático**. Florianópolis, 2007. 85 p.
7. CIRPIANO JÚNIOR, Zevir Anibal. **O Perfil do Afogado na Região Centro-Sul do Estado de Santa Catarina**. 89p. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Gestão de Emergências) – Centro Tecnológico da Terra e do Mar, Universidade do Vale do Itajaí. 2007.
8. DATASUS, **Base de dados sobre afogamento**. Disponível em: < www.datasus.gov.br>, acesso em nov. 2008.
9. FCT, **Teoria de Erros**. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa; Resumo e exercícios aplicados, acesso em julho de 2007 disponível em: < <http://ferrari.dmat.fct.unl.pt/services/mnc/capitulo1.pdf>>
10. GUIMARÃES, A. B. **O velho princípio de Arquimedes**. Resumo, disponível em : < <http://www.fsc.ufsc.br/ccef/port/16-2/artpdf/a3.pdf>>
11. GUYTON, A.C.; HALL, J. E. **Tratado de Fisiologia Médica**. Rio de Janeiro: Elsevier, 11ª ed. 2006. 1115p.
12. HALLIDAY, D. *et al.* **Fundamentals of physics II**. Willey, ,2003, 7.ed.

13. HOEFEL, F. G.; KLEIN, A. H. F.. **Environmental and social decision factors of beach safety in the central northern coast of Santa Catarina, Brazil**. Notas Técnicas da Facimar, Itajaí, SC, v. 2, 1998. p.155-166.
14. HOEFEL, Fernanda Gemael. **Morfodinâmica de Praias Arenosas: Uma revisão bibliográfica**. Rio de Janeiro: da Univali, 1998. 90 p.
15. HORIKAWA, K.. **Nearshore dynamics and coastal processes**. Theory, measurement, and predictive models. University of Tokyo Press.1998.
16. ILS. International Lifesaving Federation. **Research on rescue protocols**. Huntington Beach - California: ILS, 2008.
17. ISN, Instituto de Socorros a Náufragos – Escola de Autoridade Marítima (Portugal). **Manual do Nadador Salvador**. Caxias, 2008.
18. KLEIN, A. H. F.; MENEZES, J. T.. Beach morphodynamics and profile sequence for a headland bay coast. **Journal of Coastal Research**, v. 17, n. 4, Florida, 2001.
19. KOMAR, P.D., 1998, **Beach processes and sedimentation**, 2nd Ed., Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., 544 p.
20. KUGIK, Inácio Tarcísio. **A Prestação dos Serviços de Salvamento Aquático no Litoral Catarinense**. Monografia do Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais, PMSC. 1997.
21. MASSELINK, G. Simulating the effects of tides on beach morphodynamics. **Journal of Coastal Research**, p180-197. 1993.
22. MOCELLIN, O. **Análise do processo de qualificação de salva-vidas: aproximação a um modelo ideal para Santa Catarina**. Monografia de Pós-graduação em Segurança Pública, Unisul, 2001.
23. MOCELLIN, O. **Determinação do Nível de Risco Público ao Banho de Mar das Praias Arenosas do Litoral Centro Norte de Santa Catarina**. Monografia de Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental, Univali, 2006.
24. MODELL, JH. **Drowning**. N. Engl. J. Med. 1993; 21:313-5.
25. NASCIMENTO, L.; SANTOS. A. N.; BITTENCOURT, A. C. da S. P. B.; DOMINGUEZ, M. L. **Riscos para o banho de mar associados aos estágios morfodinâmicos das praias da Costa do Cacau – Sul da Bahia**. X Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, Recife, 2004.
26. OMS, Organização Mundial da Saúde, **Global Burden of diseases**. 2000. Disponível em: <<http://www.who.int>>; acesso em fev. de 2007.
27. OMS, Organização Mundial da Saúde. **Fornece dados conceituais e dados estatísticos em saúde**; Disponível em: <<http://www.who.int>> ; acesso em fev. de 2007.
28. PALACIOS, José. **Salvamento Acuático: Teoría y Recursos Didácticos**. A Coruña: Xaniño, 2000.
29. PERESENDA, David E.. **Salvamento Acuático: Fundamentos**

- Técnicos, Táticos, y Estratégicos del Rescate Acuático. Quilmes: Agua Seguras, 2007. 300 p.
30. PETROIANU, Andy. **Urgências clínicas e cirúrgicas**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.
 31. POLETTE, M.; RAUCCI, G. D. **Methodological proposal for carrying capacity analysis in sandy beaches: a case study at the Central Beach of Balneário Camboriú (Santa Catarina, Brazil)**. Proceeding of the Brazilian Symposium on Sandy Beaches: morphodynamics, ecology, uses, hazards and management. Itajaí, SC, Brazil, 2003.
 32. POND, Stephen; PICKARD, George L.. **Introductory Dynamical Oceanography**. 2. ed. Vancouver: Butterworth Heinmann, 1983. 329 p.
 33. POWERS, Scott K., HOWLEY, Edward T. **Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho**. 3.ed. Traduzido por Dr. Marcos Ikeda. Revisão científica para a língua portuguesa: Francisco Navarro e Reury Frank Pereira Bacurau. São Paulo: Manole, 2000.
 34. PUGH, David T.. **Tides, Surges and Mean Sea-Level**. 2. ed. Swindon: John Wiley & Sons, 1996. 472 p.
 35. RED CROSS, The American National Red Cross, **Head Lifeguard**, Washington, 1995.
 36. SÁNCHEZ, Mariela Hernández et al. **Ahogamiento y submersión accidentales: mortalidad en Cuba, 1987-2002**. Havana: Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología Y Microbiología (inhem), 2005. 09 p.
 37. SANTUR - Santa Catarina Turismo S/A. Disponível em: <<http://www.sol.sc.gov.br/santur>>. Acessado em: 15 dez. 2005.
 38. SERWAY, R. A.; JEWETT J. W. **Physics for Scientists and Engineers**. Book news, Portland, 2003.
 39. SHEPARD, F. P., 1973, **Seacoast classification, in Submarine Geology**: Harper Row, New York, p. 102-122.
 40. SHORT, A. D. **Beaches of the New South Wales Coast: a guide to their nature, characteristics, surfe and satety**. Sydney, Australia, 2000.
 41. SHORT, Andrew D.. **Handbook of Beach and Shoreface Morphodynamics**. New York: Wiley, 1999. 379 p.
 42. SLSAA, Surf Life Saving Association Of Australia, **Surf Life saving training manual**, 28 ed. 146p. NSW, Australia, 1996.
 43. SLSAA, Surf Life Saving Association Of Australia. **Policy Statement: supply and use of rescue watercraft**. Australia, 2008.
 44. SLSNZ, Surf Life Saving New Zealand. **Equipment Specification Manual**. New Zealand, 2006.
 45. STEWART, Robert H. **Introduction to Physical Oceanography**. College Station, Texas: Texas A & M University, 2008. 345 p.

46. SUGUIO, Kenitiro. **Geologia Sedimentar**. São Paulo: Edgard Blücher, 2006. 400 p.
47. SZPILMAN, D. Afogamento. **Revista Brasileira de Medicina Esportiva**. Rio de Janeiro, v. 6, n. 4, p. 131-144, jul./ago. 2000.
48. THURMAN, Harold V.; TRUJILLO, Alan P.. **Introductory Oceanography**. 10. ed. New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2004. 608 p.
49. UCGS, US Government.. **This Dynamic Earth: The story of plate tectonics**. Denver: U.s. Government Printing Office, 2002. 77 p.
50. US ARMY, Engineer Manual. Department Of The Army U.S. Army Corps of Engineers Washington. **Coastal groins and nearshore breakwaters**. D.C 20314-1000. 1992. Engineering and Desing. Disponível em: <http://www.a-jacks.com / Information / Coastal / COE _ manuals / coe _ groins _ and _ nearshore _ breakwaters.pdf>. acesso em ago. 2008.
51. USLA, United States Lifesaving Association. **Manual of Open Water Lifesaving**. Prentice Hall. 1995.
52. VILELA, Jefferson José Maciel. Apresentação: **Longboard, Utilização de Pranchão de Resgate**. 1er Congresso de Guardavidas Del Mercosur. Montevideú, 2004.
53. VORONTSOV, A. R.; RUMYANTSEV, V. A.. Forças propulsoras na natação. In: ZATSIORSKY, Vladimir M.. **Biomecânica no Esporte: Performance do Desempenho e Prevenção de Lesão**. Oxford: Guanabara Koogan, 2004. p. 159-178.
54. VORONTSOV, A. R.; RUMYANTSEV, V. A.. Forças resistivas na natação. In: ZATSIORSKY, Vladimir M.. **Biomecânica no Esporte: Performance do Desempenho e Prevenção de Lesão**. Oxford: Guanabara Koogan, 2004. p. 143-158.
55. WESCHENFELDER, Jair; ZOUAIN, Ricardo N. Ayup. **Variabilidade Morfofinâmica das Praias Oceânicas entre Imbé e Arroio do Sal, RS, Brasil**. Porto Alegre: Instituto de Geociências Ufrgs, 2002. 10 p.