

CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA – CIAGA  
MONOGRAFIA DE CONCLUSÃO DO CURSO DE APERFEIÇOAMENTO PARA OFICIAIS DE  
MÁQUINAS – APMA

# **HOVERCRAFT: POSSIBILIDADES EM MEIO AO CAOS VIÁRIO**

**ADRIANO JOSÉ MENESES BEZERRA**

**ORIENTADOR: LUIZ OTÁVIO R. CARNEIRO**

**MAIO 2012**

CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA – CIAGA  
MONOGRAFIA DE CONCLUSÃO DO CURSO DE APERFEIÇOAMENTO PARA OFICIAIS DE  
MÁQUINAS – APMA

# **HOVERCRAFT: POSSIBILIDADES EM MEIO AO CAOS VIÁRIO**

---

**ADRIANO JOSÉ MENESES BEZERRA**

**ORIENTADOR: LUIZ OTÁVIO R. CARNEIRO**

**MAIO 2012**

*As opiniões expressas neste trabalho são de exclusiva responsabilidade do autor*

Dedico esta dissertação à minha esposa Ana Paula e meu filho Mark, que tiveram paciência nos meus momentos de ausência por estar realizando este trabalho.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente aos meus pais, que investiram na minha educação desde o início. Sem a base que eles me proporcionaram certamente não teria chegado tão longe.

À minha família, que soube apoiar-me na minha ausência tantas vezes, por estar ocupado em estudos voltados para a realização deste trabalho.

Aproveito a oportunidade para agradecer a todos os professores que me ajudaram na minha formação profissional, desde os tempos da antiga Escola Técnica Federal de Pernambuco, onde tive os primeiros contatos com esta incrível máquina chamada *Hovercraft*.

E, por fim aos orientadores da Escola de Formação de Oficiais da Marinha Mercante de Belém e do Rio de Janeiro, por contribuírem com a minha formação de Oficial de Máquinas.

## RESUMO

O presente trabalho pretende abordar algumas aplicações inovadoras da embarcação anfíbia denominada 'Hovercraft'. São cinco idéias básicas, adaptadas de conceitos já existentes, todas focadas num só propósito, que é a melhoria das condições de deslocamento da população, no caso específico para a cidade do Rio de Janeiro, utilizando-se da sua costa e da Baía de Guanabara.

Novas possibilidades que venham a contribuir para minizar o caos viário que perpetra as grandes cidades são sempre bem-vindas. E, não tendo quase mais opções de se aumentarem ruas e avenidas por terra, vem a ser abordadas possibilidades que se têm em se recorrer a uma estrada que já está pronta, que é a água. Neste contexto vem a ser inserido o *hovercraft*, como um dos meios de transporte mais viáveis no cenário a ser apresentado. São inúmeras suas vantagens, mas, talvez, a maior seja ligada à sua própria concepção, que é a de ser uma embarcação anfíbia.

## ABSTRACT

This study aims to explain about some inovate applications which can be done by the anfibious vehicle '*Hovercraft*'. There are five basic ideas, adapted from previous concepts, all focused in only one goal: 'the improvement of displacement conditions for the people', in this case for all Rio de Janeiro metropolis, using its coast and its Guanabara Bay.

New possibilities which comes to contribute for minimize the caotic traffic settled on the downtown streets and surroundings areas nowadays are always well accepted. And, almost there aren't options to increase the existent streets and avenues on shore, so, because this, comes to be presented here new possibilities to use the one of oldest and ready streets in the World: 'the water'.

In this context is inserted the *Hovercraft*, as one of more viable vehicle for this scenario. There are innumerable advantages it has, but, pehaps the biggest is linked with its own conception, which is to be an anfibious vessel.

## **SÍMBOLOS, ABREVIATURAS, SIGLAS E CONVENÇÕES**

US	United States
GB	Grã Bretanha
NRDC	National Research Development Corporation
SRN	Saunders Roe Nautic
ACV	Air Cushion Vehicle
LCAC	Landing Craft Air Cushion
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
BID	Banco Interamericano de Desenvolvimento
ANTAQ	Agência Nacional de Transporte Aquaviário
SMTU	Superintendência Municipal de Transportes Urbanos
CONERJ	Companhia de Navegação do Estado do Rio de Janeiro
INFRAERO	Empresa Brasileira de Infra-Estrutura Aeroportuária
INTO	Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia
CDRJ	Companhia Docas do Rio de Janeiro

# ÍNDICE

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>CAPÍTULO 1 – HISTÓRIA DO <i>HOVERCRAFT</i></b> .....	15
I.1 – ÁGUA: UMA ANTIGA ESTRADA.....	15
I.2 – QUEBRANDO A BARREIRA DA ÁGUA.....	15
I.3 - 1700 - 1900: A GÊNESE DOS AERODESLIZADORES.....	16
I.4 - 1900 - 1950: A EVOLUÇÃO DOS AERODESLIZADORES.....	18
I.5 - 1950 - 1964: O NASCIMENTO DA INDÚSTRIA DO VEÍCULO A COLCHÃO DE AR/ <i>HOVERCRAFT</i> .....	21
I.6 – O DESENVOLVIMENTO DA INDÚSTRIA DE <i>HOVERCRAFTS</i> PESADOS.....	24
I.7 – O DESENVOLVIMENTO DA INDÚSTRIA DE <i>HOVERCRAFTS</i> LEVES.....	25
I.7.1 - <i>Primeira Corrida do Mundo de Hovercrafts</i> .....	26
I.7.2 - <i>Desenvolvimento do Hovercraft de Pequeno Porte na Austrália</i> .....	26
I.7.3 - <i>Desenvolvimento do Hovercraft de Pequeno Porte na América do Norte</i> .....	28
I.7.4 - <i>Desenvolvimento do Hovercraft de Pequeno Porte na Grã-Bretanha</i> .....	29
I.8 – O QUE É UM <i>HOVERCRAFT</i> ? .....	29
I.9 – CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	33
I.9 - <i>O Futuro do hovercraft</i> .....	33
<b>CAPÍTULO II – CONSTRUÇÃO E CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DOS <i>HOVERCRAFTS</i></b> .....	35
II.1 – TENDÊNCIAS TÉCNICAS DOS <i>HOVERCRAFTS</i> DE PEQUENO PORTE.....	35
II.1.1 – <i>Motores</i> .....	35
II.1.2 – <i>Ventilações e Hélices</i> .....	36
II.1.3 – <i>Transmissões de Energia</i> .....	38
II.1.4 – <i>Controles</i> .....	38
II.1.5 – <i>Saias</i> .....	40
II.1.6 – <i>Estruturas</i> .....	41
II.2 – EVOLUÇÃO DOS <i>HOVERCRAFTS</i> .....	41



<i>II.2.1 - NRDC SRN1 (Saunders Roe Nautical One)</i> .....	41
<i>II.2.2 - Vickers Armstrong Corp. VA-3 (British United Airways)</i> .....	43
<i>II.2.3 - Saunders Roe SRN2 (Saunders Roe Nautical Two)</i> .....	44
<i>II.2.4 - Westland Aerospace Ltd. /BHC SRN3</i> .....	45
<i>II.2.5 - BHC/Saunders Roe SRN4 Mountbatten Class (Hoverlloyd, Seaspeed: Hoverspeed)</i> .....	46
<i>II.2.6 - BHC SRN5 “Warden” Class</i> .....	49
<i>II.2.7 - BHC/ Saunders Roe SRN6 “Winchester” Class</i> .....	50
<i>II.2.8 - BHC BH.7 Wellington Class</i> .....	52
<i>II.2.9 - Hovermarine HM-2 Sidewall Hovercraft</i> .....	53
<i>II.2.10 - Vosper Thornycroft VT-2</i> .....	54
<i>II.2.11 - SEDAM N500 Naviplane</i> .....	55
<i>II.2.12 - Hoverwork/BHC/NRDC API-88 (API-88/80 e API-88/100)</i> .....	56
<i>II.2.13 - Air Vehicles Tiger 12 – Operated by Hovercraft Rentals</i> .....	58
<i>II.2.14 - Hoverwork BHT-130 (British Hovercraft Technology-130)</i> .....	60
<i>II.2.15 - Hovercraft de Lazer / Comercial / Resgate / Militar</i> .....	61

### **CAPÍTULO III – RIO DE JANEIRO: UMA GIGANTE MARAVILHOSA.....69**

III.1 – UMA ANTIGA HISTÓRIA COM O MAR.....	69
III.2 – BAÍA DE GUANABARA: REFERÊNCIA HISTÓRICA .....	70
III.3 – DADOS ESTATÍSTICOS SOBRE MOVIMENTAÇÃO DE PESSOAS ATRAVÉS/ OU NOS ARREDORES DA BAÍA DE GUANABARA.....	73
<i>III.3.1 – Terrestre</i> .....	73
<i>III.3.2 – Aquaviário</i> .....	74

### **CAPÍTULO IV - PROJETOS DE IMPLANTAÇÃO DE HOVERCRAFTS COMO NOVA OPÇÃO DE TRANSPORTE ATRAVÉS DA BAÍA DE GUANABARA E ORLA CARIOCA.....76**

IV.1 – POSSÍVEIS ROTAS NÁUTICAS ATRAVÉS DA BAÍA DE GUANABARA UTILIZANDO-SE HOVERCRAFTS.....	76
<i>IV.1.1 - 1º Rota: Magé (Antiga Estrada da Piedade) à Caxias (Guia de Pacobaíba)</i> .....	79
<i>IV.1.2 - 2º Rota: Caxias (Guia de Pacobaíba) à Ilha do Governador (Praça Amazônia)</i> .....	81
<i>IV.1.3 - 3º Rota: Ilha do Governador - Praça XV</i> .....	82
<i>IV.1.4 - 4º Rota: São Gonçalo – Ilha do Governador</i> .....	83
<i>IV.1.5 - 5º Rota: São Gonçalo – Niterói</i> .....	85
<i>IV.1.6 - 6º Rota: Niterói – Rio de Janeiro</i> .....	87

<i>IV.1.7 - 7ª Rota: Praça XV à Copacabana.....</i>	<i>88</i>
<i>IV.1.8 - 8ª Rota: Copacabana à Barra da Tijuca.....</i>	<i>90</i>
<b>IV.2 – ROTA ENTRE OS AEROPORTOS SANTOS DUMONT E GALEÃO.....</b>	<b>94</b>
<b>IV.3 – SERVIÇO DE SOCORRO E PRONTO-ATENDIMENTO A EMERGÊNCIAS COM <i>HOVERCRAFTS.....</i></b>	<b>98</b>
<b>IV.4 – PROJETO DE VIAS SUSPENSAS PARA <i>HOVERCRAFTS</i> – OS <i>AERODUCTS</i>.....</b>	<b>100</b>
<b>IV. 5 – QUILHA REBATÍVEL PARA <i>HOVERCRAFTS</i>.....</b>	<b>103</b>
<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>107</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>108</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS, GRÁFICOS E TABELAS

Figura 1: Elementos básicos componentes de um <i>hovercraft</i> .....	30
Figura 2: Dover Eastern <i>Hoverport</i> .....	32
Figura 3: SRN4 no <i>Hoverport</i> de Dover.....	32
Figura 4: <i>Hovercraft</i> RTK Marine Tiger 4, em expedição na Antártica.....	34
Figura 5: Instalação de um motor de propulsão de um <i>hovercraft</i> leve.....	35
Figura 6: Túnel de Propulsão. Destaque para as hélices e pás do leme .....	37
Figura 7: Sistemas de controle.....	39
Figura 8: Saia Flexível Segmentada.....	40
Figura 9: SRN1 chegando em Dover.....	42
Figura 10: <i>Vickers Armstrong</i> navegando no estuário de <i>River Dee</i> – Inglaterra.....	44
Figura 11: SRN2 descendo a rampa do <i>hoverport</i> em <i>Wigh</i> .....	45
Figura 12: SRN3 em demonstração de combate – Royal British Navy .....	46
Figura 13: SRN4 The Princess of Wales chegando no <i>hoverport</i> de Calais.....	48
Figura 14: Interior da cabine do SRN4.....	49
Figura 15: SRN5 em demonstração no Browndown Hovershow.....	50
Figura 16: SRN6 em Ottawa, Canadá, em operação para a Canadian Coast Guard .....	51
Figura 17: Painel de instrumentos do BH.7.....	53
Figura 18: VT-2 passando por reparos no estaleiro em Portchester (1981).....	55
Figura 19: N500 em Pegwell Bay.....	56
Figura 20: Vista isométrica do AP1-88.....	58
Figura 21: Tiger 12 em operação sobre a lama em Rhyl, North Wales.....	59
Figura 22: Interior do BHT-130.....	61
Figura 23: <i>Hovercraft</i> leve multipropósitos.....	61
Figura 24: LCAC – US Navy.....	67
Figura 25: Zubr – Russian Navy .....	68
Figura 26: Rota náutica: Magé (Antiga Estrada da Piedade) à Caxias (Guia de Pacobaíba).....	80
Figura 27: Rota terrestre: Magé (Antiga Estrada da Piedade) à Caxias (Guia de Pacobaíba).....	80
Figura 28: Rota náutica: Caxias (Guia de Pacobaíba) à Ilha do Governador (Praça Amazônia).....	81
Figura 29: Rota terrestre: Caxias (Guia de Pacobaíba) à Ilha do Governador (Praça Amazônia).....	82
Figura 30: Rota náutica: Ilha do Governador (Praça Amazônia) à Praça XV.....	82
Figura 31: Rota terrestre: Ilha do Governador (Praça Amazônia) à Praça XV.....	83

Figura 32: Rota náutica: São Gonçalo (Shopping) à Ilha do Governador (Praça Amazônia).....	84
Figura 33: Rota terrestre: São Gonçalo (Shopping) à Ilha do Governador (Praça Amazônia).....	85
Figura 34: Rota náutica: São Gonçalo (Shopping) a Niterói (Terminal João Goulard).....	86
Figura 35: Rota terrestre: São Gonçalo (Shopping) a Niterói (Terminal João Goulard).....	87
Figura 36: Rota Náutica: Niterói (Terminal João Goulard) ao Rio de Janeiro (Praça XV).....	88
Figura 37: Rota Terrestre: Niterói (Terminal João Goulard) ao Rio de Janeiro (Praça XV).....	88
Figura 38: Rota náutica: Praça XV à Copacabana (Praça Alm. Júlio de Noron).....	89
Figura 39: Rota terrestre: Praça XV à Copacabana (Praça Alm. Júlio de Noron).....	90
Figura 40: Rota Náutica: Copacabana (Praça Alm. Júlio de Noron) à Barra da Tijuca (Largo Alm. Miguel Grau).....	91
Figura 41: Rota Terrestre: Copacabana (Praça Alm. Júlio de Noron) à Barra da Tijuca (Largo Alm. Miguel Grau).....	92
Figura 42: <i>Hovercraft</i> chegando ao <i>hoverport</i> em <i>Portsmouth</i> .....	93
Figura 43: <i>Ryde Hoverport</i> .....	94
Figura 44: Aeroporto Santos Dumont.....	95
Figura 45: Aeroporto do Galeão.....	96
Figura 46: Rota terrestre entre os Aeroportos Santos Dumont e Galeão.....	97
Figura 47: Rota náutica entre Aeroportos Santos Dumont e Galeão.....	98
Figura 48: O ponto ‘A’ em destaque refere-se à localização do INTO.....	100
Figura 49: Vista aérea do INTO, com destaque para sua localização às margens da Baía de Guanabara.....	101
Figura 50: Protótipo de <i>hoverway</i> criado pelo Dr. Bertelsen.....	101
Figura 51: Praça Mauá a Shopping da Gávea.....	103
Tabela 1: Especificações (SRN4 MK I, II e III).....	47
Tabela 2: Especificações técnicas de um hovercraft leve multipropósitos.....	62
Tabela 3: Movimento de passageiros segundo o modo de transporte - MRJ – 2009.....	75
Tabela 4: Chegada anual de turistas por vias de acesso – 2009.....	96

## INTRODUÇÃO

Após anos de observação, percorrendo ruas e avenidas de muitas cidades pelo Brasil afora e também em outros países, percebe-se que todas têm muitos problemas em comum e, um deles é o trânsito.

Observa-se que em certos locais há um notável esforço público para se promover melhoras na locomoção das pessoas. Obviamente que nos países mais desenvolvidos encontram-se sistemas mais eficientes disponíveis. Acredita-se que um dos cartões-postais de uma sociedade desenvolvida sejam as condições de transporte que a mesma apresenta à sua população, fato tal que reflete diretamente na sua qualidade de vida.

Olhando mais de perto o Brasil, é visto há anos e anos, o número da frota, especialmente a de veículos, crescer a taxas exponenciais, sobretudo nas grandes cidades. Metrôpoles como Rio de Janeiro, São Paulo, Recife, Belo Horizonte, dentre outras, são exemplos diários que clamam por soluções urgentes no tocante à sua infra-estrutura viária. Soluções pontuais outrora são adotadas, como rodízio de carros, dentre outras, porém, o grande desafio seja realmente prover as cidades de meios alternativos eficazes, práticos e com um condizente custo-benefício.

Vem se configurando, cada vez com mais complexidade, a construção de novas vias por entre as cidades, tendo que se recorrer a dispendiosas obras, como metrô ou vias subterrâneas, vias elevadas, etc. Um dos exemplos mais recentes pode ser encontrado na cidade do Rio de Janeiro, onde está sendo contruídas obras de grande monta, nos moldes citados anteriormente, todas visando suprir uma demanda que se encontra à beira da saturação.

É consenso de todos os cidadãos, que passam pela penúria do cotidiano, que haja soluções imediatas para se contornar esse verdadeiro caos urbano, que só gera atraso nas suas vidas. Idéias inovadoras recentemente vieram a ser expostas na mídia, no caso, para as cidades citadas anteriormente. Todas elas apresentaram suas sugestões de melhoria do tráfego usando uma alternativa em comum, o meio aquaviário! Seja em São Paulo, com um projeto de transporte pelos rios Tiête e Pinheiros; em Recife, com a criação de um transporte regular pelo Rio Capibaribe; Como o Rio de Janeiro onde foi feita recentemente uma comparação com um barco e um automóvel, onde, para um mesmo percurso, dada certa hora do dia, o mesmo trajeto fora completado mais rapidamente pela embarcação.

É neste contexto que vem a ser exposto neste trabalho um meio de transporte, que já é um velho conhecido na Europa e Estados Unidos, mas, que no Brasil nunca foi popular. Até

tentou-se em tempos atrás a sua implantação em casos como no transporte entre o Rio de Janeiro e Niterói, por uma empresa de navegação à época, mas, devido a problemas operacionais fora retidada de operação. Mas, esta máquina chamada *Hovercraft* guarda em si um grande potencial em ser a solução para o deslocamento de grandes massas, principalmente pelo fato de ser uma embarcação anfíbia, ou seja, isto lhe proporciona navegar em água rasas ou mesmo sobre a terra ou lama, sem problemas. Na verdade, uma dúvida que paira desde os tempos da sua concepção é se o *hovercraft* é um barco ou um avião... mas, é melhor deixar essa questão para os entusiastas. Dentre as suas características, uma das mais notáveis é o fato que lhe permite chegar a lugares antes não explorados pelas embarcações convencionais, criando-se, pois, a possibilidade de novas rotas, sem ter que se preocupar em dragar canais, como é observado em qualquer área portuária.

E, sua atuação não se limita apenas por via aquática, como poderá ser visto no decorrer desta dissertação, onde é apresentado um projeto de vias suspensas nas quais o *hovercraft* pode se deslocar, apresentando-se, pois como mais uma solução para o escoamento de pessoas, no caso específico, em uma grande cidade.

Como mencionado, o fato de se ter experimentado o *hovercraft* tempos atrás e não ter se chegado a um sucesso propriamente com sua aplicação, não queira dizer que o mesmo não seja viável. Cada caso merece ser tratado com particular atenção. Situações distintas são encontradas quando o assunto é navegação e para tal, é também exposta uma solução para eventos em que tenha que se navegar pelo mar, no qual pode ser empregada uma quilha retrátil, que garantiria mais estabilidade à embarcação em questão.

Contudo, mesmo com a enorme vantagem que já está naturalmente agregada ao sentido da aplicação deste meio de transporte, que é a utilização de um meio viário que já está pronto para utilização, ou seja, a água, a implantação de projetos desta natureza depende de grandes esforços públicos no tocante a promover sua viabilidade, como no caso da implantação dos *hoverports* e as vias de acesso aos mesmos, bem como a mudança em diversas rotas de ônibus que iriam passar a se integrar com estas novas estações de passageiros. Porém, todo investimento de tal monta deve ser analisado não só em se considerando o seu custo, mas sim, principalmente, nas melhorias em qualidade de vida que o mesmo iria agregar à população. E, no caso particular do *hovercraft*, o mesmo não só deve ser pensado como um meio de transporte, mas, assim como o é na Inglaterra, para aquele povo, ele é visto com um bem essencial à população, inclusive, é até uma de suas atrações turísticas.

## **CAPÍTULO I – HISTÓRIA DO *HOVERCRAFT***

### ***1.1 - Água: Uma Antiga Estrada***

O crescimento da civilização ocorreu dentro da visão de - e em muitos aspectos por causa de nossos mares e rios. Desde o início da história humana, temos sido moldados por nossa capacidade de transporte de mercadorias e pessoas através da água - a nossa estrada mais antiga.

Sem um meio de transporte aquaviário os marinheiros antigos não poderiam ter explorado o mundo ou bens comercializados. Civilizações que dominaram a construção naval e navegação, inevitavelmente, prosperaram como centros de comércio, cultura e poder, e as primeiras cidades foram localizadas em praias ou rios. A superioridade do transporte sobre as águas em relação ao transporte terrestre foi tão evidente até mesmo para as primeiras civilizações que a construção do canal foi uma das conquistas da humanidade e um dos primórdios da engenharia.

Em 1775 Adam Smith, o primeiro economista do mundo, reconheceu a importância do transporte aquaviário em seu livro revolucionário “Uma Investigação sobre a Natureza e as Causas da Riqueza das Nações”. Em sua análise de por que algumas nações são mais prósperas do que outras, Smith examinou as vantagens da água sobre o transporte terrestre: *“um navio com seis ou oito homens pode levar até 50 vagões com a presença de centenas de homens e 400 cavalos - e concluiu que a comunicação através da água tem sido sempre a forma mais barata de transporte. Viajar sobre a água requer menos mão de obra do que por viagem de terra e podem acomodar cargas muito maiores do que carroças, animais ou veículos...”*

### ***1.2 - Quebrando a barreira da água***

Ao longo da história, a humanidade tem sido empenhada em encontrar formas de transporte de carga maiores e mais velozes. A partir de seus veículos de transporte terrestres e aéreos os quais dramaticamente e continuamente vêm aumentando a sua velocidade. Tal não é o caso de veículos que viajam através da água, porque eles têm de lidar com a forte resistência da água - *a barreira de água.*

Um fator que cria a barreira de água é a densidade da água. A densidade da água é 815 vezes maior que a densidade do ar. Assim como um navio aumenta a sua velocidade, a resistência da água aumenta exponencialmente, causando um enorme aumento de potência, porém apenas pequenos ganhos na velocidade.

Um método de descrever a eficiência do transporte é o movimento de uma carga específica sobre uma determinada distância em um tempo específico. Velocidade é igual à distância dividida pelo tempo e, portanto, a eficiência do transporte é o movimento de uma carga específica multiplicada pela velocidade em que ela pode ser movida.

Quando uma carga é movida pela água, as várias resistências aumentam com a velocidade. A energia necessária para efetuar um aumento na velocidade sobe três vezes (a potência exata é de 3,5).

Outra maneira de pensar sobre este problema é considerar a relação de *elevação x arraste*. A carga tem que flutuar ou ser 'levantada' pela água, o que resulta em arraste (resistência) quando o movimento começa. Um barco tem relação de arraste cerca de dez vezes menor que uma roda de aço em um trilho. A única maneira de melhorar esta relação seria levantar o casco do barco e carregá-lo completamente fora da água, o que reduziria a resistência de ondas superficiais e correntes.

Na busca para quebrar a barreira de água e melhorar a relação *elevação x arraste* e, diminuir a resistência da água, muitos veículos foram inventados, especialmente durante os últimos três séculos. É uma idéia antiga bombear ar sob o casco de um navio, a fim de reduzir a resistência, mas as abordagens simples e óbvias a cerca desta idéia não funcionam. O casco inteiro teria que ser retirado da superfície. A maioria das invenções modernas é baseada na idéia de erguer o deslocamento do casco da água, ou levantá-lo por completo da água. Estas incluem hidroaviões, aerobarcos e *veículos a colchão de ar*. (O *hovercraft* é um tipo de veículo a colchão de ar). Entre eles, este último tem a melhor razão de *elevação x arraste* entre qualquer dos dispositivos que viajam através da água quando as velocidades excedem 35 mph.

### ***1.3 - 1700 - 1900: A Gênese dos Aerodeslizadores***

Quando se trata de máquinas voadoras, as idéias facilmente remontam à Grécia antiga. Este não é o caso dos *veículos a colchão de ar*. O primeiro projeto documentado de um veículo



desse tipo foi em 1716, por Emanuel Swedenborg, um *designer* sueco, filósofo e teólogo. O conceito de Swedenborg apareceu na quarta edição da primeira revista científica da Suécia, *Daedulus Hyperboreus*, e é a primeira descrição técnica detalhada de uma máquina voadora de qualquer tipo.

A ‘máquina-humana’ de Swedenborg, basicamente uma aeronave circular, parecia um barco de cabeça para baixo, com um cockpit no centro ou um "disco voador". Seu dispositivo de comando manual exigia do candidato a piloto usar remo como se fosse colheres para empurrar o ar sob o veículo em cada curso para baixo a fim de elevar o casco fora da água. Um modelo do projeto nunca foi construído, porque Swedenborg logo percebeu que um humano não poderia sustentar a energia necessária para alimentar os remos. Seu conceito exigia uma fonte de energia muito maior do que qualquer outra disponível na época. Tal como acontece com muitas outras formas de transporte, um progresso significativo teve que ser aguardado até a invenção do motor leve, que fora desenvolvido no século XIX.

Em 1865, William Fronde, do Almirantado Britânico, enviou uma carta ao Tideman BJ, que foi o Construtor Chefe da Netherlands Royal Navy, propondo o princípio da *lubrificação pelo ar*. A carta está em exposição no David Taylor Model Basin, em Washington DC e também aparece na página 109 do livro de J. Scott Russell (*Sistema Moderno de Arquitetura Naval*, 1865, vol. I).

Em meados da década de 1870, um engenheiro britânico, Sir John Thornycroft, construiu uma série de modelos de máquinas para testar o *efeito-solo*, com base em sua teoria de que um *sistema de almofada de ar* reduziria o arrasto de água em barcos e navios. Sua teoria era que, se o casco de um navio fora projetado com um fundo côncavo, em que o ar poderia ser contido entre o casco e a água, ele criaria uma resistência significativamente menor. E, 1877, ele entrou com um número de patentes sobre espécies de cascos *lubrificados a ar*. O motor de combustão interna ainda não tinha sido inventado, desta forma, a tecnologia necessária para alimentar suas invenções ainda não existia. Além disso, ninguém ainda tinha descoberto uma solução prática para o problema de como manter um colchão de ar retido, ou seja, sem poder escapar debaixo de um navio.

Em 1876, John B. Ward de San Francisco, Califórnia, EUA, sugeriu a criação de uma plataforma de alumínio com pás rotativas para direcionar o ar para baixo e para trás, mas as rodas da plataforma levariam o dispositivo junto. Ele recebeu as patentes de números US 185.465 e US 195.860 para o seu invento, denominado à época de "máquina aérea." A

primeira patente para a “*lubrificação pelo ar*”, na Grã-Bretanha foi emitida para outro engenheiro sueco, Gustaf De Laval, em 1882, mas por motivo de o método para manter o colchão de ar ainda não ter sido resolvido, de Laval não foi bem sucedido com seus experimentos. A patente britânica, de número GB 5841, mostra com detalhes um navio construído com idéias de De Laval<sup>1</sup>

Em 1888, James Walker, do Texas, patenteou, com a US 624.271, o projeto no qual os canais ao longo da parte inferior dos barcos, continham ar, que seria capturado no canal adjacente, uma vez que o mesmo tentava escapar. A patente US 608.757, obtida em 1897 por Culbertson, incluía uma idéia que levou à primeira sugestão para ‘*veículos com almofada de ar lateral*’.

A *lubrificação pelo ar* tem sido aplicada a muitos processos industriais e outras aplicações, incluindo ferrovias, por exemplo. O conceito de “*sliding railway*,” ou algo como ‘*deslizamento sobre trilhos*’, onde um trem desliza sobre estreitos filetes usando água sob pressão, foi proposto pela primeira vez em 1868 pelo engenheiro francês Monsieur Louis Girard. Um exemplo deste trabalho foi desenvolvido em 1886 para um percurso de 900 milhas no Parque Le Jouchere. Girard foi morto na guerra franco-alemã, porém, um dos engenheiros assistentes, M. Barre, aprimorou as idéias de Girard e construiu uma estrada de ferro no Crystal Palace de Londres, em 1891. Os jornais de Londres saudaram a invenção como “*maravilhosa... um artifício singularmente original para permitir trens se deslocarem por meio de pressão de água, em velocidade até então inimagináveis ... algo que poderia substituir os motores elétricos.*”

#### ***1.4 - 1900 - 1950: A Evolução dos aerodeslizadores***

Experimentos com aerodeslizadores começaram de fato, depois que se passou a dispor de uma fonte de alimentação adequada. O motor à combustão se tornou uma realidade e se desenvolveu sobremaneira através da criação do avião. Como o avião evoluiu como um veículo viável, após o famoso vôo dos Irmãos Wright em 1903, mais atenção foi dada a cerca do tema ‘*elevação adicional*’. Deu-se como constatado que, após um avião voar perto da terra ou da água, criava um “*efeito funil*”, ou “*colchão de ar*”. Esse fenômeno veio a ser conhecido como “*efeito-solo*”.

---

<sup>1</sup> Informações sobre este navio podem ser encontradas nas páginas 33-34 no livro “*Velocidade e Potência de Navios*” por Almirante DW Taylor, publicado em 1933.

Percebendo que o ar pressurizado reage contra a superfície da água e permite que uma embarcação possa deslizar sobre ela, em vez de, ‘através dela’, arquitetos navais patentearam diversos projetos destinados a solucionar o problema da resistência à água, ou arraste hidrodinâmico. Ventilações a bordo forçariam o ar comprimido em uma câmara abaixo do navio, lubrificando o casco com ar de proa a popa, o que elevaria o mesmo ligeiramente acima da água.

A Primeira Guerra Mundial trouxe o desenvolvimento do avião como uma arma militar que, por sua vez, promoveu interesse tecnológico, e os cientistas e inventores começaram a explorar a sério o ‘efeito-solo/colchão de ar’.

Várias formas de *veículos a colchão de ar* começaram a surgir após o projeto pioneiro, demonstrado em 1916. Naquele tempo, Dagobert Von Muller Thomamhul, um engenheiro austríaco, projetou e construiu um navio torpedo a colchão de ar para a marinha austríaca, que usou ventilações para bombear ar sob o casco formando um *colchão de ar lubrificante*. O seu desenvolvimento foi abandonado quando a Primeira Guerra Mundial arruinou a marinha austríaca e seu império.

Durante este mesmo período de tempo, houve uma série de inventores de barcos a ar-lubrificado. FW Schweder obteve a patente britânica GB 4131, em 1906, em que melhorias em cima das idéias De Laval foram propostas. Em 1907, Joseph Clark recebeu a patente US 989.834 para um veículo aéreo. Charles Theryc, da França, propôs ainda um outro conceito de trens movidos a ar entre 1902 e 1915, pelo qual recebeu a patente britânica GB 5569. Muitas outras patentes foram emitidas que lidavam sobre assuntos relativos a ‘selos de borda de ar’. Dois exemplos são as patentes US 1152451 e GB 9011, ambas de 1915. Outro inventor francês, MA Gambin, angariou o pedido da patente britânica GB 188.648, em 1921 para um *veículo de colchão a ar* de parede lateral alcochoada.

James Porter, um engenheiro britânico, registrou uma série de patentes que datam de 1908, incluindo a patente britânica GB 21.216 e a patente americana US 1.016.359. Em 1913, Porter sugeriu uma máquina com idéias muito semelhantes a um jato, em formato anelar, com colchão almofadado e sistemas de abastecimento de ar, e recebeu a patente britânica GB 975 em 1914, o que mostra um duto anelar bastante semelhante àquele do *hovercraft* do presente.

Também em 1908, Charles Worthington, um americano, sugeriu um veículo apoiado no ar, mas que andaria sobre um conduto. Uma proposta semelhante foi feita em 1913 por AF Eells, também americano. Outros dos primeiros inventores dos veículos a colchão de ar, nos Estados

Unidos incluídos, FG Trask de Dakota do Norte, patentearam uma estrada de ferro de deslizamento em 1922; VF Casey, de Minneapolis, Minnesota, e Kent Douglas Warner de Sarasota, na Flórida.

Em 1925, Casey recebeu a patente US 1.621.625 para o primeiro conceito de veículo alcochoado com recirculação do ar. Seu projeto caracterizava-se como um navio de fundo chato com uma série de canais de ar longitudinais abertos no lado de baixo, através da qual o ar do colchão poderia ser retornado.

Warner, o diretor da Warner Research Laboratories, em Tamiami Trail, Sarasota - Flórida, realizou pesquisas e desenvolvimentos consideráveis em *barcos a colchão de ar*, na década de 1920, e que lhe garantiu muitas patentes; exemplos são as US 181.9216, 2.277.620 e 2.365.676. Em 1929, Warner ganhou corridas de barco em Connecticut pelo uso da almofada de ar aprisionada ou princípio de bolhas de ar capturadas nas laterais de seu barco. O trabalho de Warner foi a gênese do atual conhecido *efeito de superfície*, teoria aplicada a navios atuais. A.U. Alcock, um engenheiro elétrico, em Perth, Austrália, construiu um modelo de veículo a colchão de ar, o que foi demonstrado para a imprensa e funcionários do governo em 1912. Alcock chamou sua invenção "de tração flutuante", pelo qual recebeu a patente australiana 14.309. Mais tarde, demonstrou outros modelos na pista de gelo em Cricklewood em 1939.

Em 1927, K.E. Tsiolkovski, um famoso cientista russo, desenvolveu o que hoje poderia ser chamado de *hovertrain*. T.J. Kaario da Finlândia construiu e testou uma máquina de *efeito-solo*, em 1935, e recebeu as patentes finlandesas 18.630 e 26.122. Outros inventores de *barcos a ar*, durante este período da história, incluem JC Hansen-Euehammer, da Dinamarca, Henry Clay, de Londres-Grã-Bretanha e CJ Lago, dos Estados Unidos. Havia mais de 100 patentes sobre o assunto, arquivadas antes de 1962.

Logo depois que se iniciou o voo de 'algo mais pesado' sobre o ar, descobriu-se que, voando próximo à superfície, no limite da largura da asa, requeria-se menos energia para permanecer no ar. Isso ficou conhecido como o fenômeno denominado de *efeito-solo*. *Efeito-solo* é uma função da largura da asa sobre o solo. Para tirar proveito do *efeito-solo*, qualquer veículo deve voar acima do solo a uma altitude menor que a distância entre as bordas das asas principais e de fuga.

O alemão Dornier DO-X provou, com 12 barcos-voadores a motor, a realidade do *efeito-solo* do colchão de ar, em 1929, cruzando o Oceano Atlântico inteiramente no *efeito-solo* em baixa altitude em relação à água. Como resultado, o consumo de combustível da aeronave foi

diminuído. Durante a Segunda Guerra Mundial, aviões fizeram uso do efeito solo, a fim de estender o alcance de seus vôos de reconhecimento.

O aviador americano Charles Lindbergh é relatado por ter voado em *efeito-solo*, a fim de economizar combustível durante seu vôo transatlântico histórico em 1927.

Estes e outros princípios formaram a base para o desenvolvimento das várias formas de aerodeslizadores que mais tarde apareceriam na cena moderna. Até a década de 1950, entretanto, não havia uma solução encontrada para o problema que frustrara todas as tentativas anteriores: como reter o colchão de ar por baixo do navio.

### ***1.5 - 1950 - 1964: O Nascimento da Indústria do Veículo a Colchão de Ar / Hovercraft***

O sucesso no uso do efeito ‘*colchão de ar*’ em aviões da II Guerra inspirou os engenheiros britânicos, americanos, russos e suíços a explorarem, a sério, formas inovadoras para aplicá-lo. Os vários modelos experimentais, que surgiram antes de 1950, foram desenvolvidos como barcos voadores, em vez de *veículos com almofadas de ar*, propriamente. Eles eram conhecidos como ‘*máquinas de efeito-solo*’. Os termos ‘*veículos de colchão de ar*’ e ‘*hovercraft*’ não eram utilizados até 1950.

O desenvolvimento prático, a sério, do *hovercraft* atual começou em meados dos anos 1950, na Grã-Bretanha, quando Christopher Cockerell, geralmente aceito como o inventor do *hovercraft*, começou a explorar o uso da *lubrificação a ar* para reduzir o arrasto hidrodinâmico. Cockerell foi um engenheiro de rádio brilhante que se aposentou do exército e fundou um estaleiro em Norfolk Broads. Durante sua vida, Cockerell registrou mais de 70 patentes para suas invenções, muitas delas lidando com o *hovercraft*, e foi condecorado por suas realizações.

A teoria do Sr. Christopher Cockerell era a de que, ao invés de usar uma câmara plena - uma caixa aberta com fundo vazio, tais como Thornycroft tinha concebido - o ar poderia, em vez disso, ser bombeado para um túnel estreito em torno do perímetro do lado de baixo do barco. O ar fluiria em direção ao centro, criando um colchão de ar mais eficaz. Este jato periférico permitiria que a pressão do ar se constituísse o suficiente para igualar o peso do barco e, uma vez que o ar fosse aprisionado, a pressão iria elevar a embarcação sobre sua própria superfície.

Cockerell testou sua teoria com um modelo constituído de duas latas vazias, um ventilador de ar industrial e uma balança de cozinha. Adicionando comida de gato em uma lata de café, e soprando ar através da fenda entre as duas latas, ele mostrou que era possível aumentar a elevação no ar e, portanto, construir um veículo que pudesse viajar sobre um colchão de ar.

Originalmente, Cockerell havia imitado projetos anteriores que utilizaram ventiladores para forçar o ar para baixo do convés, dentro de uma câmara abaixo, o que significava que o ar tinha que ser continuamente bombeado de volta para substituir o ar que havia escapado. Ele, então, inventou um novo sistema: ele fez uma embarcação com casco côncavo e jatos de ar acompanhando o ângulo da circunferência em direção ao centro do barco, criando uma corrente de ar contínua. Isso efetivamente resolvia os problemas de reter o ar por baixo da embarcação, mantendo a pressão de ar estável e aumentando a altura de flutuação.

Em 1955, Cockerell construiu um modelo o qual recebeu a patente britânica GB 854.211, para um veículo que fora "*nem um avião, nem um barco, nem uma máquina de terra com rodas.*" Cockerell descreveu a sua invenção como "*um pneu de automóvel muito caro com uma punção permanente.*" Nomeou-o '*hovercraft*', que ele registrou como nome comercial, por isso não estava disponível para uso geral até mais tarde quando ele generosamente deu o nome ao domínio público.

Este modelo, que ilustrou o seu sistema de jato anelar periférico, com jatos virados para o centro, levou ao nascimento da indústria de *veículos a colchão de ar/ hovercraft*. Em seus esforços para transformar sua invenção em um produto comercial, Cockerell fez uma demonstração para responsáveis militares britânicos em 1956, que imediatamente classificaram como secreto, efetivamente travando o desenvolvimento comercial para o ano seguinte.

Como a notícia de que outros países estavam buscando o desenvolvimento do *hovercraft*, o governo percebeu que a Inglaterra iria sacrificar o seu lugar como líder mundial nesta tecnologia emergente se o desenvolvimento não retomasse. Cockerell recebeu, então, a permissão para aproximar-se do *National Research Development Corporation* (NRDC), uma agência financiada pelo governo que poderia apoiar o desenvolvimento ainda mais se o *hovercraft* pudesse ser liberado da dita lista secreta.

Em 1958, a invenção de Cockerell foi removida da lista secreta, permitindo o desenvolvimento do *hovercraft* para uso civil. A utilidade deste para uso militar ainda não havia sido demonstrada. O NRDC, em seguida, contratou a divisão *Westland Aircraft*

*Company de Saunders-Roe* para construir um modelo de pesquisa em grande escala no conceito de Cockerell, que foi nomeado de *Saunders Roe Nautic One* (SRN1).

Em 25 de Julho de 1959 - cinquenta anos do dia em que Louis Blériot fez a primeira travessia do Estreito de Dover por avião – o primeiro homem do mundo navegando com um *hovercraft*, o SRN1, atravessou o Canal Inglês de Calais - França para Dover - Inglaterra. A imprensa compareceu em massa, e esta incrível nova invenção chamou a atenção de todo o mundo.

O SRN1 transportava apenas três passageiros. Cockerell viajou como lastro móvel; Comandante Peter Lamb pilotou a embarcação e John Chaplin atuou como engenheiro e lastro móvel adicional.

Devido à sua elevação de apenas 1 pé, o SRN1 foi atormentado por impactos de ondas maiores do que esta pequena altura. Outro inventor britânico, C.H. Latimer-Needham, que havia seguido a evolução de Cockerell percebeu que o problema das ondas poderia ser resolvido com uma saia de borracha para conter o colchão de ar, uma saia flexível poderia se chocar temporariamente quando impactada pelas ondas ou obstáculos, mas em seguida, retornaria à sua forma inflada.

A introdução da saia flexível do *hovercraft* foi um avanço crucial na sua engenharia. O SRN1, sem saia, de 1959 só poderia navegar em mar calmo e em baixas velocidades. Após o SRN1 ser equipado com uma saia flexível de 4 pés em 1962, poderia lidar confortavelmente com 6-7-pés de ondas, cruzar pântanos com barrancos de até 4 pés de profundidade e obstáculos elevados com 3 pés de altura. Além disso, o SRN1 poderia agora operar com menos duas vezes o seu peso original com nenhum aumento na potência de elevação. Apenas uma década depois da introdução do *hovercraft* de Cockerell, seus descendentes, cinquenta vezes mais pesados e três vezes mais rápidos, viriam a transportar um terço de todos os passageiros e carros em todo o Canal Inglês, durante cerca de trinta anos, como a exemplo temos o Vickers VA-3, o qual, no verão de 1961, transportou regularmente passageiros ao longo da costa norte do País de Gales, desde a localidade de Wallasey até Rhyl. Este era impulsionado por duas turbinas de avião e movido à hélice.

Durante a década de 1960, a Saunders Roe desenvolveu vários projetos em tamanho maior que poderiam transportar passageiros, incluindo o SR-N6, que operou uma linha para a Ilha de Wight por vários anos. As operações se iniciaram a 24 de julho de 1965 usando o SR-N6, que carregava apenas 38 passageiros. Dois modernos *hovercrafts* para 98 passageiros agora fazem esta linha, e mais de 20 milhões de passageiros usaram o serviço até 2004.

Em 1970 os maiores *hovercrafts* britânicos estavam em serviço, os SR-N4, transportando regularmente automóveis e passageiros através do Canal da Mancha, entre Dover (Reino Unido) e Calais (França). Este serviço foi extinto em 2000 quando o Eurotúnel unindo a França à Inglaterra tornou mais rápido o tráfego através do canal.

O sucesso comercial dos *hovercrafts* sofreu com o rápido aumento do preço dos combustíveis no final dos anos 70, em seguida ao conflito no Oriente Médio. Outros tipos de embarcações, como os aerobarcos utilizam menos combustível e podem efetuar a maioria das tarefas de um *hovercraft* no transporte aquático. Os *hovercrafts* têm sido desenvolvidos tanto para atividades civis quanto militares, porém hoje, excetuando-se a travessia para a Ilha de Wight, os *hovercrafts* quase desapareceram das Ilhas Britânicas.

### ***1.6 - O Desenvolvimento da Indústria de Hovercrafts Pesados***

Com a introdução da saia flexível, o *veículo a colchão de ar*, termo aplicado pela primeira vez para esta nova invenção, ou ACV (*Air Cushion Vehicle*) teve seu desenvolvimento, inicialmente, de forma muito rápida. O advento da saia flexível lançado no *hovercraft* trouxe tecnologia e uso prático, e também definiu a diferença entre este e todos os outros tipos de *veículos a colchão de ar*, outrora existentes. A saia flexível promoveu a disseminação de *veículos a colchão de ar* em todo o mundo, fomentando a introdução de um navio de 300 tons de carga para passageiros e carros que deslocava mais de dois milhões de passageiros por ano até a construção de balsas em escala maciça, para veículos de ataque anfíbios e, por conseguinte, os LCACs (*Landing Craft Air Cushion*).

Em outubro de 2000, o Princess Margaret<sup>2</sup> e o Princess Anne, dois dos maiores *hovercrafts* do mundo, foram retirados após trinta anos de transporte de dezenas de milhões de passageiros no Canal Inglês.

### ***1.7 - O Desenvolvimento da Indústria de Hovercrafts Leves***

Após os rápidos avanços dos anos 1950 e 1960, a indústria do *hovercraft* começou a desenvolver-se em duas categorias distintas: *hovercraft* ‘grande’ ou ‘pesado’ e o ‘pequeno’ ou ‘leve’. Para fins de tamanho, definições de carga útil (capacidade de carregamento) são usadas para distinguir um *hovercraft* ‘leve’ de um ‘pesado’. Embora a distinção é um tanto arbitrária,

---

<sup>2</sup> O Princess Margaret foi apresentado no filme de James Bond, *Diamonds are Forever*. Ambas as princesas são agora mantidas pelo British Hovercraft Museum, em Gosport - Grã-Bretanha.



geralmente um *hovercraft* ‘leve’ é qualquer veículo que é integralmente suportado em um colchão de ar e tem uma capacidade registrada que não exceda 9.8kN.

A curiosidade mecânica, chamada de ‘*hovercraft*’ pelo Sir Christopher Cockerell, atraiu a atenção de todo o mundo. Saunders Roe continuou a fabricar *hovercrafts* pesados e outras empresas desenvolveram suas próprias versões. Mas, a atenção da mídia, particularmente, a cobertura em massa pelos meios de comunicação britânicos, também animaram a imaginação dos aficionados e mecânicos entusiastas em todos os lugares.

O *hovercraft* de Cockerell tinha toda a aparência de um novo tipo, seguro e barato, de máquina voadora e muitos o viram como um avião a preços acessíveis. Usuários que conseguiram construir seus *hovercrafts*, os quais conseguiam realmente funcionar a contento, logo começaram a torná-los um negócio rentável. Isso se tornou um fenômeno mundial e ocorreria nos laboratórios das universidades, quintais e porões das casas.

A evolução dos pequenos *hovercrafts* foi bastante influenciada pelos ambientes locais, e, compartilhava muitas semelhanças com o desenvolvimento do moto-esporte. O *hovercraft* europeu começou a se desenvolver bem rápido. Máquinas com um só motor, adequadas para corridas de circuito fechado, semelhantes às motocicletas de corrida, que também se originaram na Europa. O *hovercraft*, nos Estados Unidos, no entanto, seguiu um rumo diferente, muito parecido com motos *chopper*, clássicas de rua. Os amplos espaços abertos e a recompensa de longos rios na América do Norte inspiraram *hovercrafts* que foram adaptados para viajar em linha reta e fazer viagens com conforto. Esta diferença pode ainda ser vista em corridas recentes de *hovercrafts*: os modelos europeus se sobressaem em um percurso com curvas rápidas, já os americanos destacam-se nas retas.

Mesmo que fosse relativamente fácil de construir um *hovercraft*, eles ainda estavam longe de ser viáveis comercialmente. Os adeptos mais empreendedores logo perderam seu entusiasmo. Até 1964, o *hovercraft* leve ainda era bastante rudimentar, apesar das grandes melhorias técnicas documentadas na literatura geral e científica. O que então aconteceu em termos de desenvolvimento, começando com a primeira máquina do mundo de *feito-solo* de corrida.

### I.7.1 - Primeira Corrida do Mundo de *Hovercrafts*

Em 1964, Canberra, a capital pitoresca da Austrália, estava prestes a celebrar a abertura do seu novo lago artificial Burley Griffin. Como parte das celebrações do Dia de Canberra no sábado, 14 de março de 1964, a Sociedade Real Aeronáutica de Canberra planejou e promoveu uma corrida comemorativa com *hovercrafts*. Como N.F. Lamb, presidente da Prova de Canberra declarou: "O *hovercraft* foi escolhido porque o sucesso é possível neste campo pelos esforços pessoais de um homem, a um custo muito limitado."

O evento foi um sucesso notável, considerando que a Austrália estava distante dos desenvolvimentos técnicos que ocorriam naquele momento na Europa e os participantes estavam, em grande parte, isolados, com pouco apoio técnico. Ele foi bem resumido por N.F. Lamb, que também era o juiz da corrida: "Os ensaios foram um sucesso extraordinário". Eles ilustraram a criatividade do indivíduo em alocar tempo suficiente e um pouco de dinheiro para possuir um *hobby*. As corridas de *hovercraft* ajudaram a despertar um interesse singular entre os aeronautas por ser a aeronáutica, à época, de difícil acesso, considerando o alto custo dos aviões.

O interesse resultante gerado pelas corridas de *hovercraft* ao redor do mundo pode ser considerado o estágio inicial da indústria de pequeno porte desta máquina.

### 1.7.2 - Desenvolvimento do *Hovercraft* de Pequeno Porte na Austrália

O 'indivíduo entusiasta', precursor da história do *hovercraft* de pequeno porte, já havia despontado na Austrália antes de 1964. Harold Clisby era dono de uma empresa de engenharia próxima a Adelaide, especializada em compressores de ar de pequeno porte. Durante os anos 1960 ele desenvolveu um *hovercraft* de uma única hélice e com um motor de 30 Hp ; ele pesava cerca de 230 lbs e tinha cerca de 7 pés de diâmetro. Ele pairava cerca de 2,5 polegadas acima do solo.

Outro jovem pesquisador, Chris Fitzgerald, de Melbourne, foi originalmente inspirado pelas transmissões de televisão noticiadas sobre a travessia do SRN1 no Canal da Mancha. Ele começou a construir modelos de *hovercraft* com um grupo de amigos, entre eles, Rob Wilson, Arthur Boyd, Dennis Markham, Sam Salario, Bernhard Sucher, Peter Kolf e Eddy Thomas, que formaram a *Hovercraft Research Organization*.

Através de sua participação na Royal Australian Air Force Cadet Training Corps, Fitzgerald tornou-se um instrutor de cadetes e também formou um grupo dentro do Corpo de Formação

Aérea para experimentar foguetes, planadores e *hovercrafts*. O grupo reunia-se em fins de semana e estabeleceu uma oficina em um dos quintais dos seus membros.

Através de Arthur Boyd, o grupo conheceu David Atkins, bem como um estudante de design americano que fazia seu mestrado na Universidade de Melbourne. Através dele, o grupo se envolveu com a Faculdade de Engenharia Mecânica na Universidade de Melbourne, em 1962 e mudou seu nome para Australian Air Development of Air Cushion Vehicles. Ao mesmo tempo, Chris Fitzgerald tornou-se empregado como assistente técnico nos laboratórios de investigação aeronáutica em Melbourne, trabalhando em tempo integral com experimentos ligados a *hovercrafts*.

O grupo construiu uma série de modelos experimentais e em 1966 mudou a sua empresa para o local de negócios da família Fitzgerald, em Melbourne. Em 1969, eles construíram uma oficina em Hastings, perto dos alagados e adjacências da praia.

Como resultado dessas atividades e da publicidade que gerou, Chris Fitzgerald recebeu o Prêmio da Fundação Rotary, em 1969, que lhe permitiu viajar pelo mundo durante dois anos, a fim de pesquisar o estado de desenvolvimento dos *hovercrafts* em vários países. Durante este tempo ele estudou engenharia aeronáutica na Escola Técnica Farnborough, na Inglaterra e trabalhou como estagiário na British Hovercraft por alguns meses.

Após o seu regresso à Austrália, o grupo mudou de nome e incorporou-se à empresa Neoteric Engineering Affiliates Pty. Ltd. Um novo projeto foi iniciado e um protótipo, chamado de Neova, foi desenvolvido, o que deu à empresa um produto vendável. A primeira renda da empresa foi proveniente da venda de um pacote de informações e do ‘*Do-It-Yourself*’ planos e instruções.

Pelo fato do projeto Neova ter incorporado uma série de melhorias tecnológicas, um plano foi formulado para vender essas inovações para os novos fabricantes que estavam se estabelecendo em todo o mundo. Para facilitar o projeto, Chris Fitzgerald mudou-se para Terre Haute, Indiana, EUA, em 1975, para fixar a sede da empresa.

Em meados de 1976, evidenciou-se que o mercado de tecnologia da construção de *hovercrafts* para empresas não existia, portanto, o plano foi modificado para estabelecer uma base de produção em Terre Haute inicialmente para vender componentes. Isso evoluiu para uma operação que fabricou e vendeu o veículo inteiro com a marca Neoteric Hovercraft, Inc., fabricante mundial de *hovercrafts* de pequeno porte.

### 1.7.3 - Desenvolvimento do *Hovercraft* de Pequeno Porte na América do Norte

Mesmo que Sir Christopher Cockerell, da Grã-Bretanha, seja geralmente aceito como o inventor do *hovercraft*, existe algumas controvérsias sobre se o primeiro realmente foi desenvolvido na Grã-Bretanha ou nos Estados Unidos.

Durante os anos 1950 e 1960, ao mesmo tempo em que as realizações do Sir Christopher Cockerell se desenvolviam na Grã-Bretanha, um inventor americano estava seguindo um caminho semelhante. Dr. William Bertelsen, um clínico geral em Illinois, mas que detinha conhecimentos de engenharia, estava procurando um método prático de viagem alternativa que lhe permitiria atender as chamadas em domicílio de seus pacientes nas áreas rurais, independentemente do clima.

O primeiro vôo do chamado '*Flying Aeromobile*', do Dr. Bertelsen, foi em 1958, oito meses antes do primeiro vôo de Christopher Cockerell. Ele pediu patentes dos Estados Unidos na mesma época de Cockerell ter arquivado patentes na Inglaterra. A revista popular *Science* publicou a invenção de Bertelsen como histórica e pôs em primeira página, em sua edição de julho de 1959. A fundação AeroMobile, Inc., do Dr. William Bertelsen, ainda hoje em operação, continua a inovar e promover veículos de colchão de ar. Em 1996, Dr. Bertelsen e suas criações foram filmadas pelo Discovery Channel, como parte de seu programa '*Extreme Machines*'. Inventor e grande visionário, Dr. Bertelsen foi o ganhador do '*World Excellence Award Hovercraft*', em 2002.

A Associação estava em desordem em 1975, quando Chris Fitzgerald mudou sua operação da Austrália para Terre Haute, Indiana-EUA, onde ele se familiarizou com Jan Eglen, durante suas visitas de estudos, através do Rotary Foundation. Em 1976, Fitzgerald estabeleceu e organizou a Hoverclub of America, Inc., que desde então se tornou o maior clube de *hovercraft* do mundo.

Durante os anos 1960 e início de 1970, foram feitas muitas tentativas de comercialização. Vários fabricantes de *hovercrafts* produziram coletivamente, aproximadamente, 3.000 unidades, que foram vendidas a distribuidores. Seus *hovercrafts*, entretanto, muitas vezes, também eram aquém das expectativas dos clientes, fato que os levaram a não ter sucesso.

Em 1976, Robert Windt fundou a Universal Hovercraft em Cordova, Illinois - EUA. A empresa limitou as suas vendas a projetos, hélices e ventiladores, e junto com a Neoteric Hovercraft, Inc. tem sobrevivido ao longo das décadas desde o seu início. Hoje em dia, aproximadamente 90% de todos os *hovercrafts* de fabricação caseira no Hoverclub da

América são projetos da Hovercraft Universal. Em 2003 Chris Fitzgerald fundou a DiscoverHover, uma organização sem fins lucrativos com um programa escolar mundial sobre *hovercrafts*, no qual os alunos podem construir e competir em eventos de corrida. Os projetos gratuitos, fornecidos pela DiscoverHover, são versões atualizadas de planos universais da Windt Hovercraft.

#### 1.7.4 - Desenvolvimento do *Hovercraft* de Pequeno Porte na Grã-Bretanha

No início de 1960, o Reino Unido tinha um ativo grupo de desbravadores focados em *hovercrafts*. Dentre estes estava Jeff Harding, um engenheiro mecânico. Em 1965, ele propôs que uma organização deveria ser formada e corridas deveriam ser realizadas de modo que os entusiastas teriam a oportunidade de comparar idéias e competir.

O primeiro *rallye* amador da Europa foi realizado em Apethorpe Hall, Northants. Este evento foi o marco para a criação do Hoverclub da Grã-Bretanha.

No desenvolvimento do *hovercraft* de pequeno porte, a Grã-Bretanha tinha uma vantagem geográfica distinta. Por ser um país pequeno, os entusiastas moravam a pouca distância uns dos outros e podiam se encontrar com frequência para comparar e trocar idéias sobre suas novas máquinas. A Grã-Bretanha, no entanto, sofreu uma desvantagem em comparação com outras nações, em que havia muito poucas áreas adequadas para o *hovercraft* operar. A maioria dos canais tinham limites de velocidade incrivelmente baixos, tais como a 5 km/h (3 mph) e eram lotados por pescadores. Embora as regiões costeiras fossem adequadas para viagens de *hovercraft*, a água salgada onerava a manutenção dos mesmos.

Independente dos contratempos, nenhuma outra nação foi tão bem equipada para a evolução das corridas de *hovercrafts* do que a Grã-Bretanha.

## I.8 - O que é um *hovercraft*?

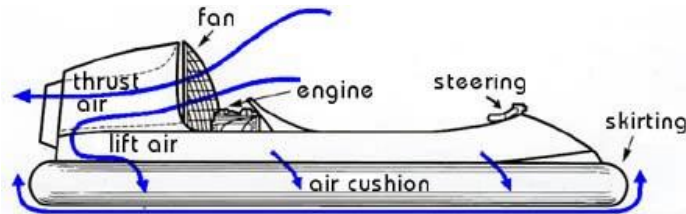
Oriundo de toda uma família de *veículos a colchão de ar*<sup>3</sup> (ACV – *Air Cushion Vehicle*), que voam acima da superfície. Ele é alimentado por um motor que proporciona tanto a formação do colchão de ar como também o impulso, movimentando-o para frente ou para trás. Na sua forma mais simples, um *hovercraft* é composto de um casco, que pode flutuar na água e é

---

<sup>3</sup> Outros nomes por vezes utilizados para os *hovercrafts* são: *veículos a colchão de ar*, *máquinas de efeito-solo*, *escumadeiras de superfície*, ou *skimmers*.

feito de uma bolsa de ar retida por uma 'saia' flexível. A almofada de ar (ou bolha), presa no casco pela saia, atua como um lubrificante e fornece a capacidade de voar ou deslizar sobre uma variedade de superfícies.

Figura 1: Elementos básicos componentes de um *hovercraft*



Fonte: <http://www.neoterichovercraft.com>

O *hovercraft* pode 'voar' sem problemas sobre a terra, águas rasas (pouco ou nenhum calado), rios alagados ou congelados, bancos de areia, pântanos, neve e gelo fino ou quebrado, possibilitando o acesso a áreas que não podem ser alcançadas com outros veículos. Contudo, tanto o terreno como as condições meteorológicas afetam a sua velocidade. Há menos atrito sobre superfícies lisas, tais como o gelo, portanto, um *hovercraft* é mais rápido sobre o gelo do que é, por exemplo, na grama densa ou superfícies ásperas. A sua operação na água é afetada pela rugosidade da água, o que faz ele viajar mais rápido sobre a águas calmas do que onde tenha mais ondas. Além disso, ele é mais rápido quando se viaja na direção do vento do que se fosse ao contrário. Dependendo do terreno e do tempo, a velocidade média de um *hovercraft* de lazer é 35 mph (64 km/h). Porém, tem modelos que podem chegar a velocidades superiores a 70 mph (129 km/h).

Bob Windt, detém o *Guinness Hovercraft World Speed Record*, quando atingiu a marca de 85,376 mph (137,40 kmh), que ele alcançou em 1995, no Rio Douro, em Peso da Régua, Portugal.

Em 1968, uma expedição, desbravada por seu entusiasta, Mike Cole, com o seu *hovercraft* Griffin, percorreu os extremos do mundo. Ele queria provar que esta máquina poderia ir a lugares antes nunca atingidos por embarcações convencionais. E, neste mesmo ano ele conseguiu dois feitos históricos. O primeiro foi a subida do Rio Amazonas, do Brasil até o Peru, percorrendo mais de 6400 km até um povoado na floresta peruana. Ele atravessou corredeiras impossíveis de serem atingidas por qualquer outra embarcação.

O segundo feito foi também em outro rio, antes nunca navegado, na América Central, onde atravessou 640 km entre a Costa dos Mosquitos até a capital da Nicarágua, Manágua.

Os *hovercrafts* são mais seguros e mais econômicos em combustível do que os barcos convencionais e são mais baratos que os helicópteros. Nas operações de busca e salvamento ele é considerado mais versátil pelo fato de pairar acima da superfície, podendo permanecer flutuando no mesmo local e salvar vítimas onde um barco ou helicóptero normalmente não poderia chegar.

A média de elevação para um *hovercraft* de pequeno porte pode variar de 6 "a 108" (152 milímetros a 2743 milímetros), dependendo do seu tamanho. A quantidade de peso total que um *hovercraft* pode levantar é aproximadamente igual à pressão do colchão multiplicada pela sua área. Para tornar a embarcação mais eficiente, é necessário limitar o escape de ar pelo colchão, ou mais especificamente o ar contido pela saia.

Não é muito fácil tentar comparar a quantidade de combustível que vários veículos utilizam para ver qual é o mais eficiente. Existem fórmulas de eficiência que podem comparar veículos de transporte diferentes, e uma das mais famosas é comparar "a quantidade de peso movido sobre uma distância dividida pelo tempo". Como a distância dividida pelo tempo é a velocidade ( $\Delta V = \Delta d / \Delta t$ ), a eficiência é dada pelo 'peso movido pela velocidade'. Agora, se você dividir pela energia necessária para mover o peso em uma certa velocidade, você tem um método para comparar meios de transporte diferentes.

Apenas por curiosidade, um carro de passeio, com um motor de 1000 cilindrada, gasta em média, cerca de, 12 litros em uma hora. Considerando um *hovercraft*, de tamanho similar, o gasto para o mesmo trecho percorrido seria de 10 litros/hora e em uma lancha equivalente algo em torno de 19 litros/hora. Você pode ver, no entanto, que quando o vento, ondas e com o peso transportado a situação muda, então tudo se torna muito mais complicado. Porém, a consideração a ser feita remete ao seu principal propósito, que é o de ser uma máquina anfíbia.

Em toda história de operação dos *hovercrafts* apenas 2 acidentes expressíveis aconteceram. O primeiro foi na rota de Wallasey à Wight, onde, após a passagem de um tornado, com força Belfort 8, um *hovercraft* emborcou e 5 passageiros morreram.

Em 1985, um dos SRN4 se chocou contra um costão rochoso, atingindo o seu casco e 4 passageiros morreram.

Desta forma, considerando que em toda sua história já foram transportados mais de 250 milhões de pessoas no mundo, pode ser afirmado, estatisticamente que, o *hovercraft* é o meio de transporte mais seguro do mundo.

A indústria do *hovercraft* é ainda uma área aberta para a pesquisa e avanços possíveis. As mais importantes melhorias são necessárias para a redução de manutenção, bem como a

redução de ruído e pulverização de poeira. Melhorias também poderiam ser feitas para ajudar a pilotagem dos *hovercrafts*.

Figura 2: Dover Eastern *Hoverport*



Fonte: <http://www.jameshovercraft.co.uk>

Figura 3: SRN4 no *Hoverport* de Dover



Fonte: <http://www.jameshovercraft.co.uk>



## **I.9 – Considerações Finais**

### I.9.1 - O Futuro do *Hovercraft*

O *hovercraft* deixou de ser considerado um veículo impraticável. Está em funcionamento hoje em todo o mundo para uma grande variedade de propósitos, incluindo esporte, lazer, busca e salvamento, pesca no gelo, a caça, topografia, controle de enchentes, projetos ambientais, a agricultura, quebra-gelos, transporte em geral, educação e uma infinidade de outros fins. A sua indústria, no entanto, ainda é uma área totalmente aberta para a pesquisa e avanços possíveis.

Já, o *hovercraft*, pequeno e leve tem o potencial para se tornar um veículo de transporte primário em muitas áreas subdesenvolvidas. Eles podem ser facilmente construídos em qualquer garagem, e sua versatilidade sugere inúmeras aplicações.

Os *hovercrafts* não são tão limitados geograficamente, como são, por exemplo, os *snowboards*. Os *hovercrafts* leves devem tornar-se um veículo novo e significativo na indústria naval. Seu conceito representa um dos poucos avanços na área de transporte marítimo desde a descoberta da hidrodinâmica ou o do primeiro barco.

Algumas possíveis aplicações dos *hovercrafts*:

- Exploração de um vasto número de canais rasos e estreitos que não podem ser navegados por barcos;
- Trabalho de resgate na água, gelo, neve, lama, desertos, em áreas úmidas, águas rasas, pântanos, brejos e inundações;
- Transporte em áreas ambientalmente sensíveis onde a erosão, habitat e compactação do solo são uma preocupação;
- Conservação da fauna e pesquisas em terrenos perigosos;
- Transporte de passageiros;
- Pesca ‘em qualquer lugar’;
- Viagens de terra para a água onde não há docas ou porto;
- Serviços militares: veículos anfíbios e transporte de tropas;
- Recuperação de aves e outros animais de locais inundados por barragens ou contaminados com rejeitos químicos ou em locais de mineração;
- Patrulha de fronteiras;
- Abordagens de autoridades portuárias / repressão às drogas;

- Entretenimento em shows aquáticos;
- Pulverização Agrícola (plantações de arroz por exemplo);
- Movimento de cargas pesadas em superfícies difíceis;
- Combate a pragas, como mosquitos, em áreas infestadas;
- Limpeza e combate a derramamento de óleo em praias e estuários onde embarcações convencionais não têm acesso;

Os *hovercrafts* já percorreram um longo caminho desde as "máquinas voadoras" da Grécia antiga e as latas de estanho do Sir Christopher Cockerell. Nos dias atuais, os *hovercrafts* estão atraindo a atenção principalmente porque o seu desenvolvimento tecnológico têm conduzido a uma maior confiabilidade e facilidade de operação. Os últimos quarenta anos de desenvolvimento, em particular, tornaram a sua tecnologia de domínio público.

Figura 4: *Hovercraft* RTK Marine Tiger 4, em expedição na Antártica



Fonte: <http://www.jameshovercraft.co.uk>

## CAPÍTULO II – CONSTRUÇÃO E CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DOS HOVERCRAFTS

### *II.1 - Tendências Técnicas dos Hovercrafts de Pequeno Porte*

#### II.1.1 - Motores

Figura 5: Instalação de um motor de propulsão de um *hovercraft* leve



Fonte: <http://www.neoterichovercraft.com>

Uma das primeiras perguntas feitas sobre o *hovercraft* é, "Que tipo de motor que eles têm?" Os motores são um fascínio natural para qualquer pessoa com uma inclinação mecânica. A disponibilidade de motores adequados e leves contribuíram muito para o desenvolvimento dos *hovercrafts* de pequeno porte.

O motor de 4 tempos funciona bem para os *hovercraft* menores. Comparado a um motor de 2 tempos, eles são mais silenciosos e não exigem uma mistura óleo/combustível especial. Os *hovercrafts* comercial ou militar podem ser encontrados com até 6 ou 8 motores, que vão desde motores a combustão até turbinas de avião, desenvolvendo milhares de cavalos de potência.

Os primeiros *designers* usavam motores que estavam disponíveis em seus respectivos países. Na Grã-Bretanha eram encontradas grandes variedades de pequenos e leves motores de dois tempos. Aos poucos, também, motores de automóveis, com bloco de alumínio, passaram a ser usados. Construtores americanos tendiam a usar motores de motosserras, máquinas de cortar grama e de motos, bem como motores com refrigeração líquida de automóveis.

A razão *peso-potência* de um motor de automóvel é tal que uma máquina bastante grande é necessária apenas para transportar o motor; eles também ocupam uma grande quantidade de espaço. *Designers* e construtores de *hovercrafts* dispndiavam um esforço enorme para adaptar motores e sistemas de transmissão e ventilação. Durante os anos 1960, uma vez que o Reino Unido era bem assistido com motores adequados para *hovercrafts*, *designers* britânicos e construtores foram capazes de concentrarem-se no seu desenvolvimento. Esta razão foi a principal pela qual o *hovercraft* de pequeno porte evoluiu mais rapidamente no Reino Unido durante esse período do que em qualquer outra nação.

Os anos 1970 foram os anos dourados do *snowmobile* na América. Em 1971, as vendas norte-americanas cresceram para quase meio milhão de unidades. Fabricantes de motores, principalmente no Japão, desenvolveram motores de *snowmobile* com uma relação potência-peso adequadas para *hovercrafts*. Confiabilidade e facilidade de partida foram melhoradas com a introdução da ignição com capacitores, melhores materiais e tolerâncias de fabricação e de alto desempenho de sistemas de ressonância de descarga. Estes motores começaram a encontrar mercado com os *hovercrafts* até o final da década. Ao mesmo tempo, as motocicletas começaram a aumentar sua popularidade e a desenvolver seus motores, como também, para os *karts*, que por sua vez também foram adaptados para utilização nos *hovercrafts*.

### II.1.2 - Ventilações e Hélices

A ventilação gera a pressão de ar necessária para erguer um *hovercraft*. O colchão é inflado e o ar contido dentro da saia para a sua sustentação, gerando empuxo. Dois tipos de sistemas de elevação podem ser usados para fornecer o ar para a plataforma de elevação. Alguns *hovercrafts* usam o ventilador com motor separado, disposto na parte da frente da embarcação, enquanto outros utilizam uma parte do ar do ventilador de propulsão para ser usado na sua elevação. O último método é chamado de sistema integrado. Um *hovercraft* pode usar muitos ventiladores. Os *hovercrafts* leves, de uso recreativo, usam um único ventilador ou ventoinha. Já, os grandes, a exemplo dos militares e comerciais, costumam usar até seis ventiladores de elevação e dois ventiladores axiais.

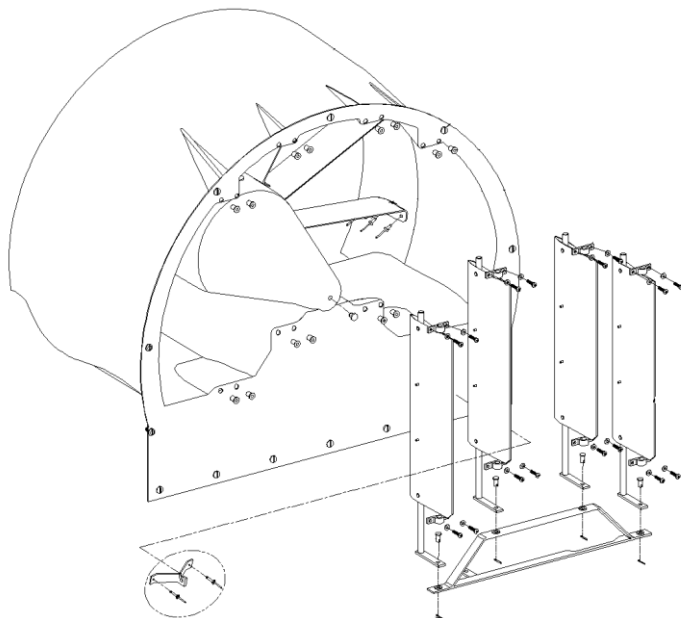
Alguns dos *hovercrafts* mais pesados ou mesmo os leves usam ventiladores centrífugos para sua elevação, semelhantes aos encontrados em aquecimento doméstico e unidades de ar condicionado. O ventilador de fluxo axial, no entanto, que pode ser encontrado em qualquer unidade de arrefecimento, exaustão ou circulação de ar tem sido usado por ser particularmente

adequado a *hovercrafts*, porque eficientemente move grandes volumes de ar a baixas pressões.

A quantidade de impulsão estática disponível para sua aceleração é importante. Uma medida de desempenho é a eficiência de impulso, ou a proporção de pressão por unidade de potência. Veículos aéreos são notoriamente ineficientes quando comparados com veículos terrestres ou mesmo náuticos. As maiores eficiências em aparelhos estáticos axiais são encontradas em rotores de helicóptero. Em seguida, na escala de eficiência, vem as hélices, seguidas por dutos de ventilação axiais.

Considerações sobre segurança obrigam que as hélices devem ser protegidas. A gaiola de arame, corretamente construída, é pesada e não contribui em nada para a aparência de um *hovercraft*, por isso a maioria dos designers preferem dispor as hélices em dutos. Desde 1980, apesar de hélices abertas e canalizadas dominarem o mercado americano, os dutos de ventilação de empuxo são encontrados na grande maioria dos modelos leves na Grã-Bretanha e no resto da Europa. O apelo universal para o emprego da ventilação canalizada tem muito a ver com considerações de segurança, bem como considerações estéticas.

Figura 6: Túnel de Propulsão. Destaque para as hélices e pás do leme



### II.1.3 - Transmissões de energia

Os ventiladores são impulsionados por um sistema de polia e correia ou uma caixa de engrenagens.

Muitos tipos de transmissão de energia têm sido empregados em *hovercrafts* leves ao longo dos anos, mas, a mais comum é a correia dentada. Uma versão mais refinada é a correia HTD, que pode ser encontrada na maior parte dos modelos leves fabricados comercialmente. Hoje, na sua maioria, as ventilações são diretamente acopladas, exceto para os maiores modelos em que geralmente se usa caixas redutoras de engrenagens.

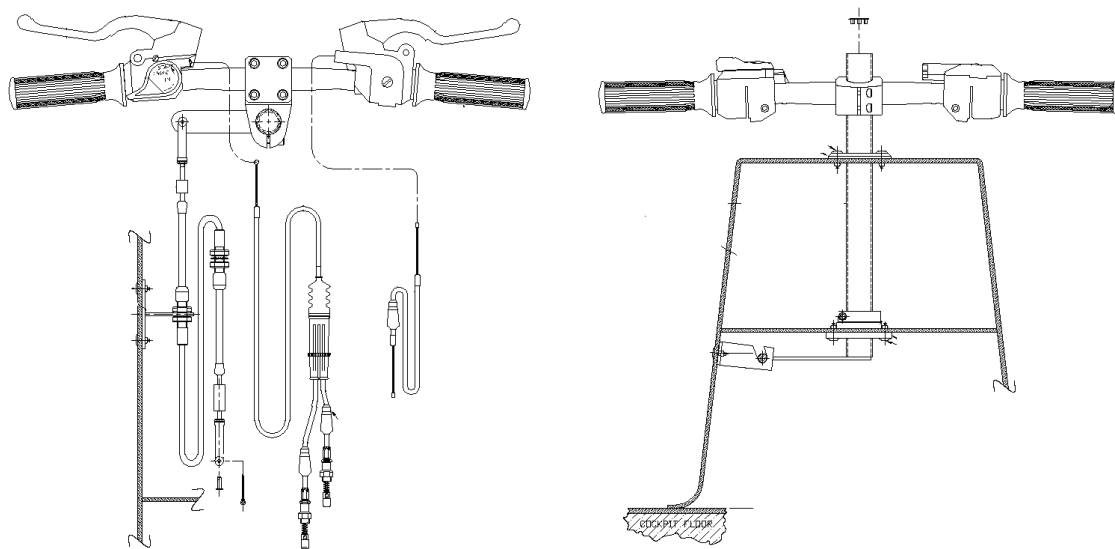
### II.1.4 - Controles

Aprender a pilotar um *hovercraft* é mais fácil do que aprender a pilotar um helicóptero, porém, mais complicado do que dirigir um carro ou pilotar um barco. É por isso que uma pessoa que se habilita a guiar um *hovercraft* é normalmente referido como um ‘piloto’, em vez de simplesmente um ‘motorista’. Como acontece com qualquer veículo motorizado, é preciso prática para manobrar um *hovercraft*. Como Sir Christopher Cockerell, certa vez explicou: "*Conduzir um hovercraft é como dirigir um carro com quatro pneus furados no gelo!*" Embora, à primeira vista, pode-se parecer impossível apontar a embarcação na direção que você quer ir, não se demora muito para dominar os seus princípios. Os controles são muito simples. Constituem, basicamente, nos comandos de aceleração para os motores e um guidão ou joystick que controla os lemes de direção.

A maioria dos *hovercrafts* emprega as ‘saias com mudança controlada’, que modifica o seu volume, alterando o centro de pressão do colchão de ar e permitindo o veículo se mover. Tais complicações são desnecessárias em modelos de pequeno porte. Os pilotos e passageiros podem se movimentar nestes *hovercrafts* no intuito de ajustar o trim conforme desejado. Este método, designado por controle cinestésico, é extremamente importante nas corridas de *hovercrafts* pequenos. O piloto deve constantemente mudar seu peso sobre o veículo, alterando o seu trim, para ajudar na condução, enquanto acelera e desacelera alternadamente, a fim de impedir que a proa mergulhe na água (‘abicar’) ou que a embarcação ‘derrabe’ em demasiado.

Todos os *hovercrafts* leves são equipados com lemes verticais, que são montados à ré do ventilador ou hélice, e controlados através de um volante, joystick ou uma espécie de guidão de bicicleta. Algumas embarcações têm elevações horizontais para auxiliar no trim longitudinal. Estas são especialmente úteis para modelos em que o piloto não possa mover-se facilmente.

Figura 7: Sistemas de controle



Fonte: <http://www.neoterichovercraft.com>

Quando o motor de elevação de um *hovercraft* é separado do motor de propulsão, o impulso de controle sobre o colchão de ar é possível. Tal controle ajuda a reduzir a poeira ao seu redor, minimizando o arrasto da saia, e faz com que seja possível ajustar o arraste da saia na sua frenagem. Essa configuração também permite permanecer pairando (pairando no lugar sem movimento para frente).

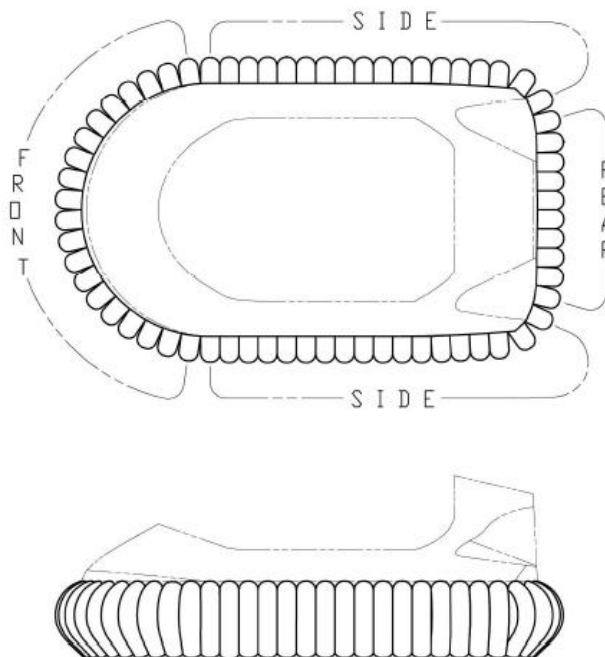
A empresa Neoteric Hovercraft, Inc., nos Estados Unidos, detém a patente de propulsores variáveis que não só melhoram o controle, mas também permitem que os sejam os únicos com a capacidade efetiva de frenagem, retorno e pairagem no mesmo lugar.

## II.1.5 – Saias

A saia flexível tem um efeito profundo sobre a praticabilidade do *hovercraft* e tem sido essencialmente a sua tecnologia base. A maior parte das saias de hoje foram inventadas na Grã-Bretanha durante meados dos anos 1960. Nos Estados Unidos, a maioria dos *hovercrafts* caseiros seguem a tendência de utilização das saias sem fluxo, a mais simples das saias e mais robustas. No entanto, saias sem fluxo têm uma tendência de saltar. Os *hovercrafts* britânicos começaram a usar saias sem fluxo no final dos anos 1960, mas na década de 1980 estavam usando saias mais segmentadas, com contorno construído de neoprene e revestido em nylon, que é superior à maioria dos outros tecidos.

Existem vários tipos de saias, mas, as mais comuns são as saias balão, segmentada e a *jupe*. A saia balão é composta por um tubo que circunda o perímetro do *hovercraft*. A saia segmentada é composta por diversos filetes de nylon separados, que são pressionados uns aos outros quando inflados. A saia *jupe*, também chamada de 'saia de células', consiste em várias células que se parecem com cones com os seus topos cortados, com as suas bases ligadas à parte inferior do *hovercraft*, com laços separados de fio de plástico.

Figura 8: Saia Flexível Segmentada





## II.1.6 - Estruturas

A seleção de materiais de construção para *hovercrafts* seguiu um curso natural. Os primeiros construtores começaram usando madeira, que ainda hoje é popular. A maioria dos *hovercrafts* de construção caseira, nos EUA, é feita de madeira. Alguns construtores, inicialmente, utilizaram tecido como cobertura das estruturas. Em seguida a fibra de vidro (exigindo moldes caros) e logo após veio o alumínio. Alguns dos maiores *hovercrafts* de transporte de passageiros são de alumínio, outros são compostos de fibra de vidro com uma espécie de ‘espuma sanduíche’.

Não é difícil construir *hovercrafts* estruturalmente sólidos. Ao longo dos anos têm havido poucos exemplos de falhas estruturais. Rigidez estrutural em *hovercrafts* leves não é algo crítico porque a estrutura é suportada pela pressão uniforme do colchão de ar.

Hoje, a maioria dos modelos leves é construída a partir de tiras de fibra de vidro. O casco é construído sobre um molde e, em seguida, ensanduichado entre um núcleo de uretano e um corpo de fibra de vidro.

## **II.2 - Evolução dos Hovercrafts**

Como forma ilustrativa, apresenta-se por diante algumas amostras de *hovercrafts* já existentes no mercado, a começar dos pioneiros, conhecidos internacionalmente e que deixaram sua marca no rol da história da navegação, até os mais modernos, incluindo os de lazer.

### II.2.1 - NRDC SRNI (*Saunders Roe Nautical One*)

Construído em 1959, com autorização da NRDC (*British National Research and Development Corporation*). Projetado pelo próprio inventor do *hovercraft*, *Sir Christopher Cockerell*. Neste mesmo ano fez a primeira travessia de um *hovercraft* através do *English Channel*, de *Calais* a *Dover*, onde a bordo estavam, além de *Cockerell*, o comandante *John Chaplin* e o piloto de testes *Capt. Peter Lamb*. Realizou a travessia em 2 horas e 3 minutos, sob moderadas ondas e vento contrário. Devido às dificuldades em vencer obstáculos, como pedras, fez com que fosse inventada, posteriormente, a saia, criada por Cecil Latimer-Needham. Mais tarde, recebeu mais um motor, um *Rolls Royce Viper*, para aumentar sua propulsão.

Especificações

Comprimento: 9,58 m

Boca: 7,62 m

Altura (Flutuando): 3,31 m

Altura (na terra): 3,08 m

Velocidade de cruzeiro: 18 - 20 nós

Máxima velocidade com motor a pistão: 35 nós

Máxima velocidade com o motor Viper: 50 nós

Máxima altura de ultrapassagem de obstáculos: 0,23 m

Máxima altura de ultrapassagem de obstáculos com saia: 1,07 m

Motor principal: Disposição centralizada, modelo Alvis Leonide IC Aero. Motor à pistão acoplado ao propulsor principal

Potência máxima: 324 kW

Rotação em velocidade de cruzeiro: 2700 rpm

Sistema de governo: Dois túneis de ar em ambos lados do veículo, com lemes nos extremos. Ar de propulsão oriundo de uma parte do ar de elevação.

Figura 9: SRN1 chegando em Dover



Fonte: Hovercraft Museum, 2007; Hayden, 1969; McLeavy, 1976

## II.2.2 - Vickers Armstrong Corp. VA-3 (British United Airways)

Fabricado em 1962 pela British United Airways, foi o primeiro *hovercraft* de passageiros, com rota regular através do estuário do *River Dee*, entre *Rhyl, North Wales e Wallasey*. Durante sua história foi usado pela marinha inglesa como embarcação caça-minas e também serviu durante muitos anos prestando serviço de entrega de encomendas pelos correios daquele país.

### Especificações

Comprimento: 17,06 m

Boca: 8,23 m

Altura (flutuando): 6,03 m

Altura (em terra): 5,80 m

Velocidade de cruzeiro: 60 nós

Máquinas de Propulsão: 2 x Turbinas Bristol Siddley Turmo Free

Potência máxima: 317 kW

Número de passageiros: 24

Motores de elevação: 2 x Turbinas Bristol Siddley Turmo Free

Potência de elevação: 317 kW

Sistema de transmissão: Transmissão direta do motor para o propulsor de passo variável

Sistema de governo: 4 pás, sendo 2 à frente, 2 à ré. Modificado depois, ficando apenas as 2 pás de ré.

Figura 10: *Vickers Armstrong* navegando no estuário de *River Dee* – Inglaterra



Fonte: Hovercraft Museum, 2004; Barton, 2005; Old Classic Car, 2008

### II.2.3 - *Saunders Roe SRN2 (Saunders Roe Nautical Two)*

Ambas as empresas *Sothdown Motor Services* e a *Westland Aircraft* produziram o *SRN2*. Sua rota, *de Eastney a Ryde*, através do *Solent*, teve início em 1963. Ele foi substituído após mais de 30.000 passageiros terem provado sua viabilidade. Hoje a travessia desta rota é feita em 10 minutos, ligando *Portsmouth* à *Ryde* na *Ilha de Wight*. Além de um meio de transporte este serviço ainda é uma atração turística. Só esta rota em toda sua história já serviu a mais de 26 milhões de pessoas. Há mais de 45 anos o *hovercraft* é o melhor meio de transporte, por via marítima, para atravessar esse trecho, por ser o mesmo caracterizado pelo seu baixo calado.

#### Especificações

Comprimento: 19,80 m

Boca: 9,14 m

Altura (flutuando): 8,20 m

Altura (em terra): 7,43 m

Velocidade máxima: 73 nós

Altura de flutuação: 0,77 m

Motores: 4x *Bristol Siddeley Nimbus* (2 de elevação e 2 de propulsão)

Potência máxima: 608 kW

Número de passageiros: 70

Sistema de governo: Propulsores de passo variável e um leme à ré

Figura 11: SRN2 descendo a rampa do *hoverport* em *Wight*



Fonte: Hovercraft Museum, 2007

#### II.2.4 - *Westland Aerospace Ltd. /BHC SRN3*

Projetado para ser um veículo militar anfíbio de alta velocidade, capaz de passar tranquilamente sobre as ondas, foi extensamente utilizado pela *British Inter-Service Hovercraft Trials*.

Especificações

Comprimento: 23,47 m

Boca: 9,30 m

Altura (em terra): 9,75 m

Máxima altura de flutuação: 1,07 m

Velocidade máxima: 70 nós

Autonomia: 9,5 horas

Motores: 4 x Bristol Siddeley marítimos “Gnome” (2 de elevação e 2 de propulsão); 2 turbinas à gás Rover com transmissão retrátil aos propulsores.

Carga de elevação máxima: 37 tons

Tripulação: 4

Figura 12: SRN3 em demonstração de combate – Royal British Navy



Fonte: Hovercraft Museum, 2007c; BHC Publication

#### II.2.5 - BHC/Saunders Roe SRN4 Mountbatten Class (*Hoverlloyd, Seaspeed: Hoverspeed*)

Maior *hovercraft* de uso civil do mundo. Foi construído em Cowes, na ilha de Wight, pela empresa britânica BHC. Com a capacidade para transportar até 384 passageiros e 50 automóveis, este *hovercraft* já transportou, em 30 anos, mais de 70 milhões de passageiros e 10 milhões de carros. Pesando 300 toneladas, o poderoso SRN4, tem 28 metros de largura e 56 metros de comprimento. Tem as maiores hélices já fabricadas no mundo, com 6,5 metros de diâmetro. Viajava numa velocidade de cruzeiro de 112 km/h, mas, podia atingir os 128 km/h. Com uma extrema facilidade de desvio em manobras, atravessava o congestionado Canal da Mancha com tranquilidade e completava o seu percurso de Calais a Dover, num

trecho de 45 km, em apenas 35 min, sendo, muitas vezes, mais rápido que se fosse utilizando o Eurotúnel. Sua saia pesa 20 toneladas e produz 5 metros de altura de colchão de ar. Possui 117 tubos de borracha flexíveis, costurados individualmente, evitando que avarias se alastrem. Esses tubos são trocados frequentemente. Em média, eram repostos 21 tubos por semana a um custo de 500 dólares cada. Pertenceu às empresas Hoverlloyd, Seaspeed e Hoverspeed. Em 1977 sofreu modificações na sua estrutura, o que o possibilitou aumentar a sua capacidade para 424 passageiros e 54 carros. Encerrou suas operações no ano 2000.

Tabela 1: Especificações (SRN4 MK I, II e III)

Registro de cada um dos <i>hovercrafts</i> antes da sua retirada de operação	Mark I	Mark II	Mark III (Super 4)
	Nenhum	Swift (GH-2004)	The Princess Margaret (GH-2006)
		Sure (GH-2005)	
		Sir Christopher (GH-2008)	The Princess Anne (GH-2007)
		Prince of Wales (GH-2054)	
Comprimento (m)	39,68		56,38
Boca (m)	23,77		28,04
Altura (Flutuando)	2,44		7,5 (altura máxima)
Altura (Em terra)	11,48		
Arqueção Bruta (tons)	168	203	320
Velocidade de cruzeiro (nós)	40 – 50	40 – 65	60 – 65
Velocidade máxima (nós)	60 – 65	70	65
Motores de Propulsão	4 x Rolls Royce Marine Proteus gas turbines		
Potência máxima (kW)	2.535		2.833
Unidades de Força Auxiliar	2 x Rover 1S/ 90 gas turbines		
Propulsores	4 x Hawker Siddely Dynamics, 4 pás de passo controlado		
Diâmetro das hélices (m)	5,79		6,4

Ventiladores de Elevação	4 x BHC, 12 pás centrífugas		
Diâmetro das pás de elevação (m)	3,5		
Combustível (l)	20.456		35.563
Autonomia (hrs)	4 com 16 tons de combustível		6 h e 30 min com 28,45 tons de combustível
Número de passageiros	174, 254 ou 609	278	418
Número de carros	34, 30 ou 0	36	54 a 60

Figura 13: SRN4 The Princess of Wales chegando no *hoverport* de Calais



Fonte: Hovercraft Museum, 2007, 2007a; Barton, 2006



Figura 14: Interior da cabine do SRN4



Fonte: Hovercraft Museum, 2007, 2007a; Barton, 2006

#### II.2.6 - BHC SRN5 "Warden" Class

Desenvolvido em 1963, em paralelo ao SRN6, é menor e menos potente que este outro, porém, ambos caracterizam-se por possuir apenas 1 motor e também mesmo *design*.

Especificações

Comprimento: 11,81 m

Boca: 7,01 m

Velocidade de cruzeiro: 33 nós

Velocidade máxima: 40 nós

Motor principal: Rolls Royce Gnome Turboshaft

Potência máxima: 671 kW

Capacidade de passageiros: 18

Figura 15: SRN5 em demonstração no Browdown Hovershow



Fonte: Hovercraft Museum, 2007; Barton, 2006

### II.2.7 - BHC/ Saunders Roe SRN6 “Winchester” Class

Construído pelas empresas BHC, Saunders Roe e Hoverwork, como uma versão aumentada do SRN5. Este *hovercraft* foi responsável pelo transporte de mais de 500.000 pessoas em apenas 2 anos. Seu ruído era ensurdecedor e por isso, foi apelidado de ‘vespa zangada’. Foi substituído posteriormente por causa do seu alto custo de manutenção e pouca capacidade de passageiros.

Especificações

Comprimento: 14,76 m

Boca: 7,01 m

Altura da saia (flutuando): 1,22 m

Altura (em terra): 4,57 m

Velocidade de cruzeiro: 55 nós

Velocidade máxima: 60 nós

Motor principal: Rolls Royce Gnome Turboshaft

Potência máxima: 671 kW

Capacidade do tanque de combustível: 1.000 litros

Autonomia: 3,5 horas

Capacidade de passageiros: 58

Limite de operação (condições do mar): 1 a 1,5 metros de ondas

Limite de operação (condições de tempo): 6 na Escala Belfort

Figura 16: SRN6 em Ottawa, Canadá, em operação para a Canadian Coast Guard



Fonte: Fuller, 2004; Hovercraft Museum, 2007

## II.2.8 - BHC BH.7 Wellington Class

Projetado com finalidade militar, operou principalmente como caça-minas. O seu protótipo P235 iniciou suas operações para a Royal Navy em 1970, em Portland, Inglaterra.

### Especificações

Comprimento: 23,9 m

Boca: 13,8 m

Altura do colchão: 1,76 m

Altura (em terra): 10,36 m

Velocidade máxima: 58 nós

Peso máximo de carregamento: 18,3 tons

Arqueação bruta: 56 tons

Motores principais: Rolls Royce Marine Proteus 15M/541 gas (MK2, MK4), MK5A com motor 15M/549.

Potência do motor principal: 3.171 kW

Autonomia: 11 horas

Capacidade de combustível: 13.635 litros

Sistema elétrico: Rover/Lucas IS/90 APUs via dois 55kVA, trifásico, 400Hz@220v

Comprimento da cabine: 13,2 m

Largura da cabine: 4,17 m

Área do convés principal: 56 metros quadrados

Capacidade de tropa: 60 (mais equipamentos)

Figura 17: Painel de instrumentos do BH.7



Fonte: Hovercraft Museum, 2007b

### II.2.9 - Hovermarine HM-2 Sidewall Hovercraft

Formada em 1965, a empresa Hovermarine Ltd., situada em Woolston, Southampton, produziu três modelos de embarcação (HM-2, HM-5 e o Hovercat). Com exceção do Hovercat, os outros eram chamados de ‘Sidewall’ *hovercraft*, pois, não eram anfíbios, uma vez que seu casco era apenas parcialmente elevado, mas, permanecia com o conceito do colchão de ar, pois possuía um impelidor de elevação, que atuava significativamente para a redução do atrito com a água.

Especificações

Comprimento: 15,54 m

Boca: 6,10 m

Velocidade máxima: 35 nós

Motores: 4 x Cummins V8 diesel (2 para propulsão e 2 para elevação)

Potência total: 238 kW (propulsão) e 138 kW(elevação)

Passageiros: 60

Figura 18: Hovermarine HM-2



Fonte: <http://www.jameshovercraft.co.uk>

#### II.2.10 - Vosper Thornycroft VT-2

Oriundo de uma junção, em 1966, entre as empresas Vosper Ltd. e John Thornycroft & CO Ltd., ambas construtoras de barcos rápidos. Eles desenvolveram uma dupla propulsão a ar para o seu *hovercraft*, fato este, que o distingue dos demais por seu *design* diferenciado. Foi o único deste modelo e serviu à Marinha Inglesa.

Especificações

Comprimento: 30,18 m

Boca: 13,26 m

Velocidade de cruzeiro: 60 nós

Motores principais: 2 x Rolls Royce Marine Proteus Gas Turbines

Potência máxima: 2833 kW

Figura 18: VT-2 passando por reparos no estaleiro em Portchester (1981)



Fonte: Battleships-Cruisers, 2008; Barton, 2008b

### II.2.11 - *SEDAM N500 Naviplane*

A empresa francesa, SEDAM, outrora construtora dos *hovercrafts* de pequeno porte N102 e N300, também foi a responsável pelo N500, um dos maiores à época. A idealização deste modelo motivou a viabilização da construção do *hoverport* de Dover – Inglaterra. O primeiro N500 sofreu um incêndio que resultou na sua destruição, dias após sua entrega e o outro teve sua aposentadoria de forma prematura devido a problemas mecânicos como excessiva vibração, controle dos propulsores e desgaste demasiado da saia.

Especificações

Comprimento: 50 m

Boca: 23 m

Altura (flutuando): 17 m

Velocidade máxima: 75 nós

Motores principais: 5 x Avco Lycoming Tf 40 Marine Gas Turbines (2 para elevação e 3 para propulsão)

Potência máxima: 2386 kW (motor contínuo) e 2535 kW (motor à combustão)

Tanques de combustível: 23.380 litros

Autonomia: 5 horas

Peso (sem carga): 118,25 tons

Passageiros: 400

Carros: 60

Limite operacional (condições de mar): 1 a 1,5 metros de ondas

Limite operacional (vento): 6 na Escala Belfort

Figura 19: N500 em Pegwell Bay



Source: Hovercraft Museum, 2007; SEDAM Brochure

#### II.2.12 - *Hoverwork/BHC/NRDC AP1-88 (AP1-88/80 e AP1-88/100)*

O AP1-88 foi fabricado em 1981 pelas empresas Hoverwork, BHC e NRDC. A empresa Hoverwork, junto à Hovertravel, até hoje fabrica os *hovercrafts* que fazem a mesma rota dos



AP1s. Este modelo substituiu o antigo SRN6 e foi exportado para outros países como EUA, Canadá, Escandinávia e Austrália. Apresenta inovações como o sistema automático de captação de ar para os motores, na sua proa, que giram 360°.

#### Especificações

Comprimento: 21,50 m

Boca: 10,06 m

Altura (flutuando): 8,90 m

Altura (em terra): 7,92 m

Velocidade de cruzeiro: 45 nós

Velocidade máxima (Freedom 90): 60 nós

Motores principais (versão original): 2 x Deutz BF12L 513FC Air Cooler Turbo Diesel

Máxima eficiência: 2300 rpm

Potência em máxima eficiência: 392 kW

Passageiros: 88 e 100 em respectivos modelos AP1-88/80 e AP1-88/100

Motores principais (versão Freedom 90): 2 x MTU V12 Water Cooled Turbo Diesel, 800 hp

Potência máxima (Freedom 90): 597 kW

Propulsores: 2 x Hoffmann 2,755 metros de diâmetro. Passo fixo, tipo H.O.E – 214P/D275BS

Motores de Elevação: 2 x Deutz BF12L 513FC Air Cooler Turbo Diesel, classificado para trabalho contínuo

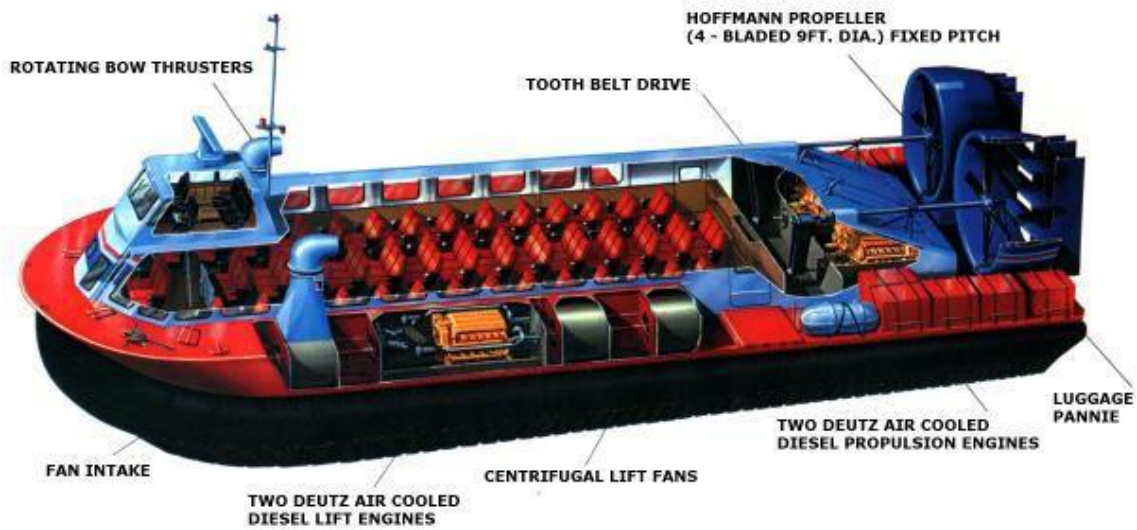
Máxima eficiência para os motores de elevação: 2300 rpm

Máxima potência para os motores de elevação: 392 kW

Sistema de transmissão: Transmissão da caixa redutora para os propulsores por correia

Sistema de governo: 2 x 360° Thrusters na proa e lemes em ambos os propulsores.

Figura 20: Vista isométrica do AP1-88



Fonte: Hoverwork, 2004

### II.2.13 - Air Vehicles Tiger 12 – Operated by Hovercraft Rentals

Construído em 1975, o Tiger 12 é um dos *hovercrafts* mais silenciosos até hoje produzido, emitindo apenas 62 dB em máxima potência. Tem como diferencial, além do colchão convencional, uma saia superior, inflada permanentemente, que garante sua flutuabilidade. Nos dias atuais está em operação como embarcação de turismo na Europa.

Especificações

Comprimento: 8,53 m

Boca: 3,81 m

Altura (flutuando): 3,57 m

Altura (em terra): 3,11 m

Velocidade de cruzeiro: 35 nós

Velocidade máxima: 56 nós

Capacidade máxima de carregamento: 998 kg

Autonomia: 435 milhas náuticas

Motores de propulsão: Chrysler/AMC 5.9 litros V8

Potência máxima: 185 kW

Passageiros: 12

Detalhes do casco: Superestrutura rígida com uma saia superior permanente inflada

Sistema de elevação: Ventilador centrífugo, situado atrás da cabine dos passageiros, posicionado transversalmente ao propulsor

Sistema de governo: Lemes dispostos na saída do duto de propulsão

Altura máxima de onda: 1,5 m

Condições de tempo (vento): Força 4 na Escala Belfort

Figura 21: Tiger 12 em operação sobre a lama em Rhyl, North Wales



Fonte: Pelicanparts, 2007; HCGB, 2007; Hovercraft Rental, 2007

#### II.2.14 - *Hoverwork BHT-130 (British Hovercraft Technology-130)*

Successor do AP1-88, utiliza várias características em comum do seu antecessor, tais como cockpit elevado, thrusters laterais, duto de ar à ré, etc.

Especificações

Comprimento: 29,3 m

Boca: 15 m

Comprimento do casco: 27,5 m

Largura do casco: 11,8 m

Velocidade de cruzeiro: 45 nós

Máxima elevação de onda: 3 m

Motores: 4 x DDC /MTU Turbo Diesel Engines

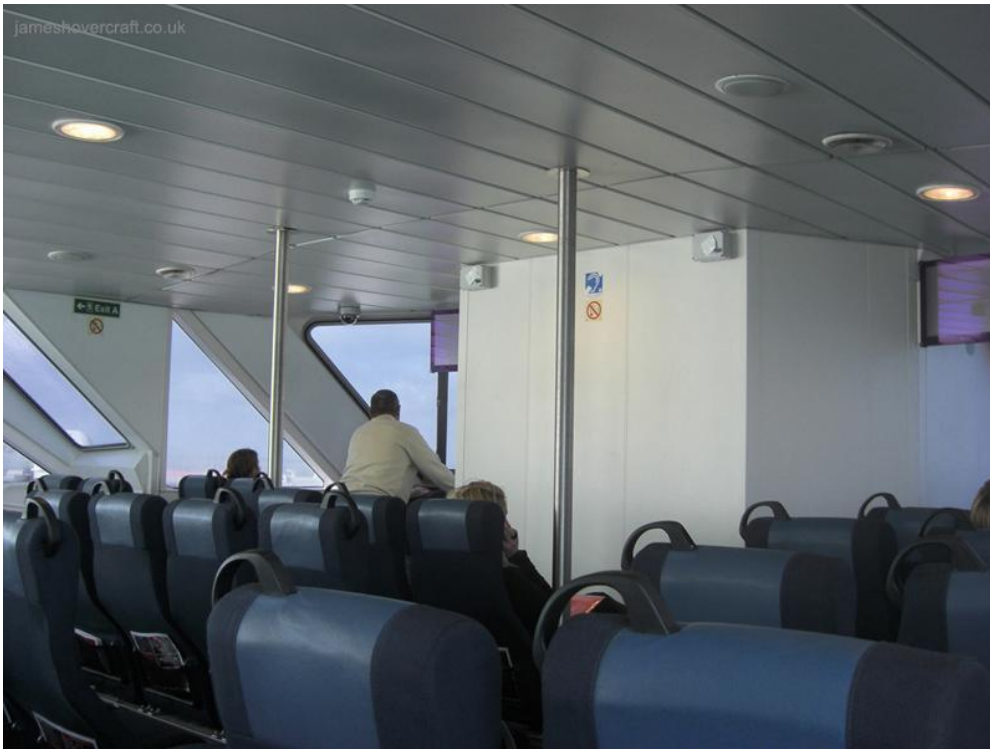
Propulsão: 2 x 3,5 m de diâmetro; propulsor de 5 pás dentro de um duto de 4,5 m

Sistema de governo: Lemes à ré dos dutos de ar, acompanhados por thrusters de 360° para captação de ar

Passageiros: 133

Saia: Tipo balão e anelar

Figura 22: Interior do BHT-130



Fonte: Hoverwork, 2004

### II.2.15 - Hovercraft de Lazer / Comercial / Resgate / Militar

Figura 23: Hovercraft leve multipropósitos

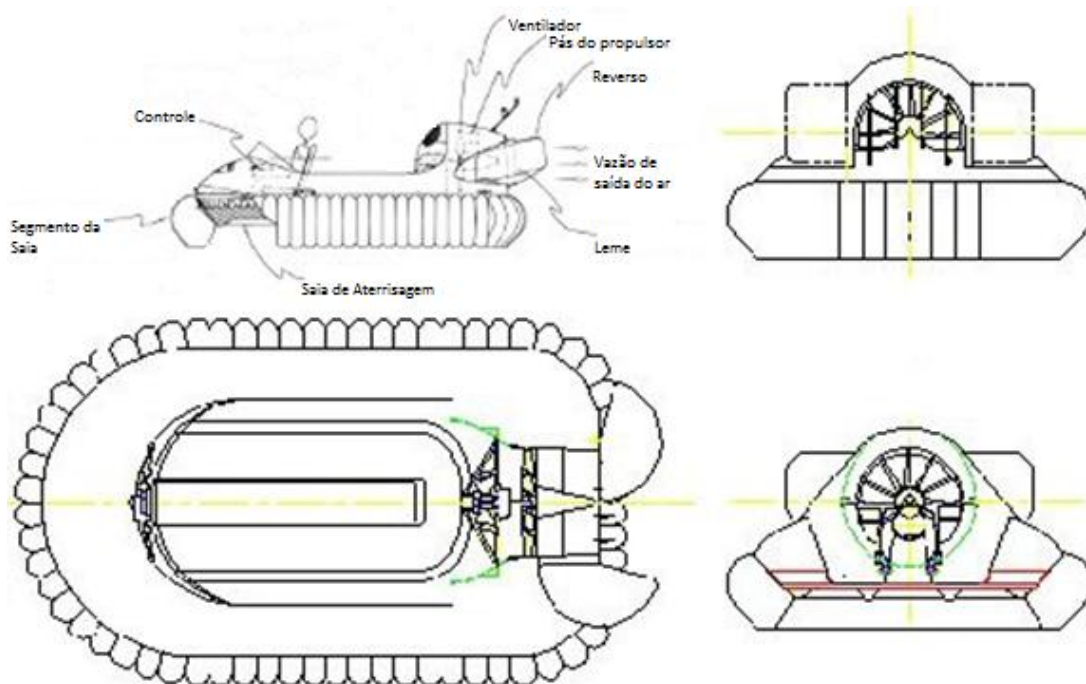


Tabela 2: Especificações técnicas de um *hovercraft* leve multipropósitos

PERFORMANCE	
Capacidade	6 passageiros, 900 lb (408 kg); 1025 lb (466 kg) max.
Velocidade	<p>35 mph (56 km/hr) - máxima velocidade de cruzeiro recomendada;</p> <p>30-45 mph (48 to 72 km/hr) - praia ou lama</p> <p>45 mph (72 km/hr) - águas calmas.</p> <p>30-40 mph (48 to 64 km/hr) - areia ou grama baixa.</p> <p>40-50 mph (64-80 km/hr) - gelo quebradiço.</p> <p>30-45 mph (48-72 km/hr) - neve densa.</p> <p>Estes dados foram obtidos sob condições normais de temperatura e pressão, bem como humidade relativa do ar e boas condições do tempo.</p>
Velocidade de reversão	25 mph (40 km/hr) – águas calmas
Partida	10 segundos, até atingir 5 mph (9.7 km/hr), sob águas calmas, co 1025 lb (466 kg) de carga útil.
Consumo de Combustível	19 litros/hr em velocidade de cruzeiro
Autonomia	73 milhas náuticas (135 km) em velocidade de cruzeiro.
Tração Estática	200 lbs (90 kg)
DIMENSÕES	
Comprimento	15 ft 8 pol (4775 mm) inflado, 14 ft (4267mm) vazio
Boca	8 ft 4 pol (2540 mm), inflado, 6 ft 8 in (2032 mm) vazio.
Altura	4 ft 6 pol (1372 mm) inflado, 3 ft 9 in (1143 mm) vazio (com cabine, 5 ft 3 pol

	(1600 mm) inflado, 4 ft 6 in (1372 mm) vazio.
Cockpit	Comprimento 9 ft (2743 mm), Largura 4 ft 2 pol (1270 mm), Profundidade 1 ft 5 pol (438 mm)
Altura de Elevação	9 pol (228 mm) em máxima potência.
Peso	640 lbs +/- 15 lbs (290 kg +/- 7 kg) Configuração básica 780 lb +/- 15 lb (353 kg +/- 7 kg) Com todos os opcionais
Ruído	87dB(A), padrão SAE J192a.
Capacidade do Tanque	Dois tanques de 45.4 litros de gasolina Premium e 2 tanques de mistura de óleo lubrificante para motores 2 tempos
Vento	25 mph (39 km/hr) sob fortes ventos, Força Beaufort 5.
Condições de Mar	Ondas: 2 ft (610 mm), WMO Code 3.
Temperatura Ambiente	-30° F to +110° F (-34° C +43° C), aproximadamente
Gradiente de Elevação	1 pol (15%), durante a partida sob superfície livre, 700 lb (181 kg) de carga.
Tipos de Superfície	Útil para o transporte em água doce ou salgada de qualquer profundidade, areia, lama, grama, pântano, deserto plano, gelo e neve.

## SISTEMAS

Controle	<p>Guidão conectado a um cabo de aço inoxidável cabo para o controle de 4 lâminas de leme em cascata. Acelerador com tensão ajustável para configuração de velocidade de cruzeiro. Alavanca operada, eletronicamente por <i>fly-by-wire</i>, sistema de impulso invertido - vantajoso para a operação sobre o gelo; Defletores horizontais que geram impulso invertido de 60% para o impulso de elevação, brecando, retornando ou mesmo diferenciando ganhos na direção. Trim pelo movimento do operador (em linha de configuração do banco) ou pelo</p>
----------	--

	movimento do banco dianteiro (banco traseiro de configuração <i>side-by-side</i> ). Controles se deslocar de um lado para outro para ajuste de trim lateral.
Flutuação	A Guarda Costeira dos EUA aprovou a flutuação com espuma de uretano positiva 135% de peso em vazio mais a flutuabilidade do compartimento do passageiro, 78% do peso em vazio.
Esgoto	Instalado à ré um bujão de plástico de 4 pol (102 mm) de diâmetro. Bomba elétrica é opcional.
Elétrica	Alimentados por um alternador A/C, regulador de voltagem e retificador de 13V DC, 250 watts a 4000 rpm. Bateria de 235 AMP a -17°C.
Arrefecimento	O motor é refrigerado à água, provido com uma bomba de recirculação e um radiador para resfriamento.
Aquecimento	Sistema de aquecimento da cabine é opcional.
Navegação	São opcionais: Luzes brancas de proa e popa; Luzes de busca, faróis; GPS e iluminação do painel de instrumentos.
Combustível	Duplo tanque marítimo de plástico com capacidade para 48 litros, cada, em linha com o filtro. Opcional: tanque de 24 litros.
Propulsão	Uma hélice, 28 pol (711 mm) de diâmetro, com 12 pás Multiwing, 5Z. PAG, 50°, ventilador axial a 3180 rpm, de 100hp. Sistema estator de 10 pás.
Elevação	Um terço do total de ar suprido pelo sistema integrado é distribuído para o colchão de ar, o qual é composto por uma saia segmentada. O material da saia é 8 oz/sq.yd. (267 gm/sqm) 400 denier pack-cloth. A pressão média do colchão é 18 lb/sq ft (0.86 kPa)
Desembarque	Duas rígidas soleiras, revestidas de fibra de vidro, acompanhando o comprimento do casco.
Potência	Modelo 3701 Hirth 939 cc, 100 hp (74 kw) a 6500 rpm, Injeção de combustível, 2-tempos 3-cilindros, refrigeração líquida, partida elétrica, alumínio, peso 108 lbs (49 kg). Máxima temperatura de exaustão 1300° F (704° C). Transmissão 32 : 64 -dentes, engrenagens PolyChain no motor com eixo para a ventilação, acoplado a uma correia 8MGT-720-62 HTD. Rolamentos do eixo da ventilação -



	dois 1-1/4 polegadas (31.38 mm) núcleo do bloco amortecido Sealmaster TB-20RC.
Segurança	2 lb (0.9 kg), extintor de pó químico, estabilidade de flutuação ampla e positiva, cabo preso à quilha, piso anti-derrapante, equipamentos de salvatagem normais, todos circuitos elétricos protegidos com fusíveis.
Filtragem do ar	Triplo, de larga capacidade, reposicionável e recarregável tipo proteção contra respingos.
Instrumentação	Chave de partida marinizada, tacômetro, odômetro, temperaturas dos gases de exaustão e do motor, horímetro. Voltímetro opcional.
<b>CONSTRUÇÃO</b>	
Construção	Composto de espuma de uretano e casco de fibra de vidro e gelcoat, facilmente reparáveis.
<b>ACOMODAÇÕES</b>	
Acomodações	Estofado em linha para 6 passageiros. Dois compartimentos de armazenagem sob os assentos. Opcionais para os dois assentos da frente com controles móveis para ambos os lados e frente e ré para ajuste do trim. Pára-brisas e cabine fechada para operações com chuva. Portas da cabine com largura (1638 mm) e em altura (660 mm).
<b>MANUTENÇÃO</b>	
Manutenção	Provido de um grande dreno rosqueado para facilitar as aguadas no convés. Substituição rápida do segmento da saia. Todos os componentes mecânicos facilmente acessíveis para reparo rápido. Substituíveis filtros de ar. Tanques de combustível padrão portáteis. Duto de impulso pode ser removido em 7 minutos para fornecer acesso total ao conduto de ventilação.
<b>DIMENSÕES ESTRUTURAIS</b>	
Comprimento	188 pol (4775mm) com sistema de propulsor variável. Comprimento total de engate de reboque até a extremidade dos aerofólios = 224 pol (5690 mm).

Largura	80.5 Pol (2044mm)
Altura	Max. 46.3 (1175mm) sem cabine. 26 pol (660mm) na popa. Altura na proa: 32 in (813mm) em uma posição a 23 pol (584mm) do bico de proa, sem protetor de ventilação equipado. Altura com a cabine instalada: 53 pol (1346 mm). Quando montado no reboque = 73 pol (1854 mm).
Grade	Tamanho da grade padrão 171 pol (4343 mm) comprimento x 83 pol (2108 mm) largura x 48 pol (1219 mm) altura. Peso aproximado 434 lb (197 kg). Tamanho da grade de luxo é a mesma da grade padrão exceto se a cabine das acomodações for maior. Altura total é 58 pol (1473.2 mm). Peso aproximado de 441 lb (200 kg).
Peso	Modelo de grade de madeira 1074 lb (487 kg)
<b>TRANSPORTE</b>	
Transporte	Três grampos de elevação, movimentação e amarração são fornecidos. Opcional de 6 sistemas de elevação manual. Um sistema de reboque montado em rolos de borracha que envolve o casco facilmente disposto para uma só pessoa carregar e descarregar. A velocidade do reboque na estrada não deve exceder 85 mph ou (137 km / hr).
<b>OPCIONAIS</b>	
Opcionais	Uma gama de mais 70 acessórios, incluindo o sistema de propulsor com reversão, Side by Side Cockpit de cabine fechado, GPS, Trailer com capa de proteção, etc.

Desde os atuais LCAC (*Landing Craft Air Cushion*) da Marinha dos Estados Unidos até um simples *hovercraft* de lazer, estas máquinas anfíbias atingiram o seu estado-da-arte tecnologicamente com todos os recursos modernos que um navio ou avião na atualidade. Um LCAC pesa cerca de 100 toneladas, possuem 4 motores de 4000 Cv cada totalizando 16.000 Cv. Possuem hélices de passo controlado de 5 metros de diâmetro, de fibra de carbono, revestidas com alumínio, dispostas transversalmente com transmissão por engrenagens. Essas máquinas de guerra levam até 75 toneladas de carga e têm uma autonomia de cerca de 320 km. O centro de treinamento da Marinha Americana construiu um simulador para os seus

futuros pilotos de *hovercrafts*. O lema da esquadra da Marinha Americana é: “Não há praia fora de alcance”.

Figura 24: LCAC – US Navy



Fonte: [www.jameshovercraft.co.uk](http://www.jameshovercraft.co.uk)

Já os russos foram mais adiante e detêm desde 1990 o recorde mundial de maior *hovercraft* de guerra do mundo, o extravagante Zubr. Pesando 555 toneladas e possuindo um convés de 400 metros quadrados, pode carregar três tanques de guerra ou dez carros de combate com uma tropa de 140 fuzileiros. Atinge 40 nós e é armado com 4 mísseis, 2 metralhadoras 30 mm anti-aéreas, dentre outros aparatos de guerra.

Figura 25: Zubr – Russian Navy



Fonte: [www.jameshovercraft.co.uk](http://www.jameshovercraft.co.uk)

## CAPÍTULO III – RIO DE JANEIRO: UMA GIGANTE MARAVILHOSA

### III.1 – UMA ANTIGA HISTÓRIA COM O MAR

A cidade de Rio de Janeiro conta com 6.323.037 milhões de habitantes e todo o Estado do Rio de Janeiro possui hoje uma população de 15.989.929 pessoas<sup>4</sup>, vivendo num território de 1.224,56 km<sup>2</sup>, e possui uma linha divisória com o mar que soma 155,5 km de extensão, divididos em 74 km sobre a Baía de Guanabara, 38,5 km sobre o Oceano Atlântico e 43 km sobre a Baía de Sepetiba<sup>5</sup>. Dessa linha de costa, há 78,4 km de praias.

Avenidas marítimas que servem a intensa circulação viária destacam-se como marcos do trecho costeiro que margeia a cidade.

“No período de conquista colonial, quem chegava do mar encontrava, além de ilhas desertas, uma costa formada por rochedos graníticos, restingas, mangues, desembocadura de rios, lagoas e, para além desta paisagem litoral, figuravam os montes e a serra tropical.

A histórica relação porto-cidade manteve-se na zona central do Rio de Janeiro.

Mudaram os atributos dessa relação inicial: a cidade compacta se expandiu, tornou-se metropolitana e difusa, seguindo uma ordem econômica determinada pelas grandes corporações, pelas companhias marítimas, pelas mudanças tecnológicas e de matriz energética. Sobre o contorno norte da baía de Guanabara implantou-se um complexo marítimo-industrial importante, com as usinas de Manguinhos e Duque de Caxias. Nos anos 60, a indústria naval também se instalou sobre a parte norte da baía, mas a crise dos anos 80 interrompeu seu desenvolvimento, levando à drástica redução do setor. A expansão urbana do Rio durante todo o século XX transformou sua área central num centro de atividades secundárias e terciárias, consagrando-a como o *Central Business District* a partir dos anos 50. Ao final dos anos 1990, veio se somar aos projetos mencionados um plano de intervenção para o porto do Rio, que se espelha nas experiências internacionais de programas de “*waterfront urbano*”, como são os exemplos de Baltimore com o seu *Inner Harbour*, Buenos Aires com o *Puerto Madero* e Barcelona com o *Port Vell*, para citar somente alguns exemplos. Seus desdobramentos, porém, dependem de uma intervenção mais decisiva sobre os antigos cais da Gamboa e o bairro portuário. Para tanto, os três níveis de governo

---

<sup>4</sup> População recenseada e estimada – IBGE 2010

<sup>5</sup> Anuário Estatístico da Cidade do Rio de Janeiro, IPLANRIO, 1998

propuseram nesse ano de 2009, o “Projeto Porto Maravilha” como prioridade política. Está sendo executado o projeto para transformar e revitalizar a Zona Portuária, estabelecendo uma nova centralidade, ativando o uso residencial, requalificando os espaços públicos (inclusive com a demolição parcial do viaduto da perimetral) e criando novos usos como aquário, museus, pinacoteca e hotéis. O programa contempla toda a área da Gamboa, desde o píer Mauá até o Canal do Mangue. Serão recuperados os armazéns do porto para usos culturais e de lazer e construída uma ciclovia, desde o Aeroporto Santos Dumont, rumo ao centro, até a região portuária, margeando a orla marítima e proporcionando uma outra paisagem da cidade. Toda a frente marítima do sul da cidade foi objeto de recuperação nas últimas décadas, chegando a intervenção até o Aeroporto Santos Dumont, próximo à antiga localização do Morro do Castelo. E a Praça XV, atuando como um eixo de renovação urbana entre o sul e o norte da cidade, provoca uma retomada da recuperação em direção à orla norte, afetando de modo positivo o tecido da cidade antiga.

“A história das praias do Rio de Janeiro e de sua fachada marítima é uma seqüência de grandes transformações, em contínuo diálogo com a borda do mar.”

E é nesse contexto de transformações recentes, que se inserem as idéias propostas neste trabalho dissertativo, onde o *hovercraft* venha a ser mais um objeto contribuinte para o desenvolvimento da Grande Rio de Janeiro.

### ***III.2 – BAÍA DE GUANABARA: REFERÊNCIA HISTÓRICA***

Habitada por diversos grupos indígenas, foi descoberta pela expedição exploradora portuguesa de 1501 (cujo comando é atribuído por alguns autores a Gaspar de Lemos), a 1 de Janeiro de 1502, que a confundiram com a foz de um grande rio, denominado como "Rio de Janeiro". Os indígenas, entretanto, denominavam-na, em tupi, *Iguaá-Mbara* (*iguáá* = enseada do rio, e *mbará* = mar) ou então *guana* ("seio") *bara* ("mar"), "mar do seio", em referência a seu formato arredondado e à fartura de pesca que proporcionava.

“O relevo que a enquadra, de contornos irregulares, conforma um porto de abrigo natural, favorável à atividade econômica humana, da qual são exemplos as cidades do Rio de Janeiro e de Niterói.”

Principal acesso à cidade do Rio de Janeiro durante séculos, acabou tragada pelo crescimento urbano a partir da segunda metade do século XX.

Atualmente, conta com um tráfego intenso de navios, sendo significativa também a circulação das balsas, catamarãs e aerobarcos que ligam o centro do Rio de Janeiro à Ilha de Paqueta, à Ilha do

Governador, ao centro de Niterói e a Charitas (Niterói). O trajeto para Niterói pode ser feito, desde 1974, pela ponte Presidente Costa e Silva, mais conhecida como *ponte Rio-Niterói*.

A baía é a resultante de uma depressão tectônica, formada no Cenozóico, entre dois blocos de falha geológica: a chamada Serra dos Órgãos e diversos maciços costeiros, menores.

Constitui a segunda maior baía, em extensão, do litoral brasileiro, com uma área de aproximadamente 380 km<sup>2</sup>.

Considerando-se a sua barra como uma linha imaginária que se estende da ponta de Copacabana até à ponta de Itaipu, esta sofre um estreitamento entre a ponta da Fortaleza de São João, na cidade do Rio de Janeiro, e a ponta da Fortaleza de Santa Cruz, na de Niterói, com uma largura aproximada de 1.600 metros. Relativamente a meio dessa passagem, ergue-se uma laje rochosa (ilha da Laje), utilizada desde os colonizadores como ponto de apoio à defesa da barra, o atual Forte Tamandaré (antigo *Forte da Laje*).

As profundidades médias na baía são de 3 metros na área do fundo, 8,3 metros na altura da Ponte Rio-Niterói e de 17 metros no canal de entrada da barra. Na área do fundo, onde deságuam a maior parte dos rios, o acúmulo de sedimentos constituiu manguezais, envoltos pela vegetação própria da Mata Atlântica. É composta de 20 ilhas e ilhotas. Possui dezenas de espécies botânicas, zoológicas e ictiológicas. Entre as espécies que habitam ou procuram a baía de Guanabara para se alimentar ou se reproduzir, destacam-se: golfinhos, tartarugas-marinhas, bagres, tainhas, dentre outros.

A baía integrava a rota migratória das baleias francas que buscavam as suas águas quentes para procriar, no inverno austral. Até ao século XVIII, a *armação* (pesca) de baleias foi uma atividade expressiva na Baía de Guanabara.

Diante da perda secular de áreas de manguezal, exploradas sob os mais variados aspectos, a baía atualmente agoniza, vítima da poluição dos esgotos domiciliares e industriais, além dos derrames de óleo e da crescente presença de metais pesados em suas águas. À época do Descobrimento, estima-se que essas áreas cobriam 300 km<sup>2</sup>; dados da Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro, em 1997, indicavam que elas se encontravam reduzidas a apenas cerca de 60 km<sup>2</sup>.

Embora as águas da baía se renovem em contato com as do mar, ela é a receptora final de todos os efluentes líquidos gerados nas suas margens e nas bacias dos 55 rios e riachos que a alimentam. Entre as fontes potenciais de poluição contam-se 14.000 estabelecimentos industriais, quatorze terminais marítimos de carga e descarga de produtos oleosos, dois portos comerciais, diversos estaleiros, duas refinarias de petróleo, mais de mil postos de combustíveis e uma intrincada rede de transporte de matérias-primas, combustíveis e produtos industrializados permeando zonas urbanas altamente congestionadas.

A bacia que drena para a Baía de Guanabara tem uma superfície de 4.000 km<sup>2</sup>, integrada pelos municípios de Duque de Caxias, São João de Meriti, Belford Roxo, Nilópolis, São Gonçalo, Magé, Guapimirim, Itaboraí, Tanguá e partes dos municípios do Rio de Janeiro, Niterói, Nova Iguaçu, Cachoeiras de Macacu, Rio Bonito e Petrópolis, a maioria localizada na Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Esta região abriga cerca de dez milhões de habitantes, o equivalente a 80% da população do estado do Rio de Janeiro e apresentou, no período 1980-1991, a maior taxa de crescimento do País. Mais de 2/3 dessa população, 7,6 milhões de habitantes, habitam ao redor da bacia da Baía de Guanabara.

A partir da década de 1990 vem sendo objeto de um dos maiores projetos de recuperação ambiental, com verbas do BID e do Governo do Japão, cujas obras, atualmente, encontram-se paralisadas.

Alguns trechos de suas margens foram aterrados para a construção de cais e de vias públicas, como o Aterro do Flamengo, a Avenida Brasil, a Linha Vermelha, a Rodovia Niterói-Manilha, entre outros.

Dos 260 km<sup>2</sup> originalmente cobertos por manguezais no entorno da baía, restam hoje apenas 82 km<sup>2</sup>. A destruição desta formação vegetal causa a redução da capacidade de reprodução de diversas espécies de vida aquática e intensifica o processo de assoreamento que, ao longo do tempo, resulta na progressiva redução de profundidade da Baía.<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> [http://pt.wikipedia.org/wiki/Ba%C3%ADa\\_de\\_Guanabara](http://pt.wikipedia.org/wiki/Ba%C3%ADa_de_Guanabara)



### ***III.3 – DADOS ESTATÍSTICOS SOBRE MOVIMENTAÇÃO DE PESSOAS ATRAVÉS/ OU NOS ARREDORES DA BAÍA DE GUANABARA***

#### III.3.1 - Terrestre

Cerca de 2.500.553 de veículos automotores estavam cadastrados no Denatran da cidade do Rio de Janeiro até o mês Fevereiro de 2012. Sendo que deste total 1.926.311 eram de veículos de passeio, 37.343 de caminhões, 209.553 de caminhonetes e veículos utilitários, 256.958 motocicletas e 32.318 ônibus, dentre outros tipos de veículos.

Até Julho de 2011 a frota de veículos de passeio nas cidades circunvizinhas à Baía de Guanabara era:

Rio de Janeiro: 2.500.553

Niterói: 248.954

Nova Iguaçu: 196.614

Duque de Caxias: 230.852

São João de Meriti: 112.018

Belford Roxo: 66.343

Nilópolis: 41.649

São Gonçalo: 206.820

Magé: 45.880

Guapimirim: 9.952

Itaboraí: 58.983

Tanguá: 4.997

Cachoeiras de Macacu: 17.762

Rio Bonito: 48.844

Petrópolis: 131.389

Total: 3.921.610 veículos<sup>7</sup>

Lembrando que este é um número parcial, apenas referindo-se aos veículos registrados nas cidades que margeiam a Baía de Guanabara.

Dados da concessionária CCR, que administra a Ponte Presidente Costa e Silva, a Ponte Rio-Niterói, mostram que o fluxo diário na ponte é de 145 mil veículos<sup>8</sup>, o que representa algo em torno de 450 mil pessoas que utilizam esta via diariamente.

Um carro médio emite por ano uma quantidade de poluentes atmosféricos equivalentes ao seu peso. Acredita-se que 60% da poluição atmosférica venha dos automóveis. Pessoas que passam mais tempo no trânsito inalam mais monóxido de carbono que um fumante.

### III.3.2 - Aquaviário

Segundo o site da Barcas S/A, a movimentação de passageiros que utilizam os catamarãs de sua empresa, em sua grande maioria, nas rotas da Baía de Guanabara, gira em torno de 26 milhões por ano.

Atualmente, na Baía de Guanabara, existem rotas regulares ligando as localidades de Niterói, Ilha do Governador, Ilha de Paquetá, todas com destino ao Rio de Janeiro.

A movimentação no Porto do Rio de Janeiro<sup>9</sup> em 2009 foi de 410.598 passageiros.

---

<sup>7</sup>Fonte: Detran/RJ - Consultoria de Informática - Renavam  
Dados atualizados até janeiro de 2012 ([http://www.detran.rj.gov.br/\\_estatisticas.veiculos/02.asp](http://www.detran.rj.gov.br/_estatisticas.veiculos/02.asp))

<sup>8</sup> Fonte: <http://www.ponte.com.br>

<sup>9</sup> Fonte: ANTAQ, Agência Nacional de Transporte Aquaviário. Anuário Estatístico Portuário, 2009.

Tabela 3: Movimento de passageiros segundo o modo de transporte – MRJ (Município do Rio de Janeiro) – 2009

	Passageiros (número x 1.000)	%
<i>Terrestre:</i>	1.120.260	96,6
Ônibus:	840.729	72,5
Mêtro:	152.747	13,2
Trem:	126.185	10,9
Bonde:	599	0,1
<i>Hidroviário:</i>	22.684	2,0
<i>Aeroviário:</i>	17.042	1,5
<b>Total:</b>	<b>1.159.986</b>	

Fonte: Superintendência Municipal de Transportes Urbanos, SMTU. RIOÔNIBUS; Companhia do Metropolitano do **Rio de Janeiro** - Metrô-RJ; Opportrans Concessão Metroviária S.A.- METRÔ RIO; Companhia Fluminense de Trens Urbanos – Flumitrens; SuperVia S.A.; Transporte Marítimo e Turismo S.A.- TRANSTUR; Barcas S.A.; Companhia de Navegação do Estado do **Rio de Janeiro** - CONERJ; Empresa Brasileira de Infra- 'Estrutura Aeroportuária - INFRAERO.

*“Um sistema que concentra mais de 2/3 (72%) dos passageiros no modo ônibus comum não consegue ser funcional.” (SMTU)*

Face aos dados apresentados, vê-se, em números, uma amostra da grande potencialidade que exprime a Baía de Guanabara. Porém, com notória visibilidade, observa-se que a utilização do seu espaço físico pode ir além do que hoje dela é usufruído. É neste contexto que vêm a serem inseridos os projetos discutidos nos próximos capítulos.

## **CAPÍTULO IV - PROJETOS DE IMPLANTAÇÃO DE *HOVERCRAFTS* COMO NOVA OPÇÃO DE TRANSPORTE ATRAVÉS DA BAÍA DE GUANABARA E ORLA CARIOCA**

Esta dissertação compõe-se em cinco idéias básicas, a serem expostas como segue adiante.

A primeira é uma explanação sobre possíveis rotas que poderiam ser exploradas na Baía de Guanabara, ligando distintos pontos da Grande Rio de Janeiro, com rapidez e eficiência. Estas rotas, na sua maioria, só seriam possíveis, em alguns casos, com a utilização do *hovercraft*, pois, o grande obstáculo, nestes trechos, é a composição natural da baía, com calados que não permitiriam o emprego de embarcações convencionais, das que hoje são encontradas.

Além da criação de uma rota para os aeroportos Santos Dumont e Galeão, onde um *hovercraft* poderia realizar o transbordo de passageiros em situações atípicas.

Ainda citar-se-á na presente, a criação de um serviço de resgate de emergência, através da Baía de Guanabara, ligando quaisquer locais ao novo Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia, localizado estrategicamente às margens da Baía.

Também é analisada uma idéia, baseada num conceito do americano, Dr. Bertelsen, um dos inventores do *hovercraft*. É um projeto de baixo custo, principalmente se for comparado com a implantação de trens.

Por fim, apresenta-se uma proposta, a ser adotada em *hovercrafts* de grande porte, que resultaria, possivelmente, em uma melhoria na sua estabilidade, possibilitando porventura, navegar em condições de mar mais agitado.

### **IV.1 – POSSÍVEIS ROTAS NÁUTICAS ATRAVÉS DA BAÍA DE GUANABARA UTILIZANDO-SE *HOVERCRAFTS***

O projeto de interligação entre as diferentes localidades compreenderia novas estações de passageiros, os chamados *hoverports*, as quais poderiam estar interligados com um sistema de integração com ônibus. Por exemplo, a rota de um ônibus, hoje existente, que normalmente enfrenta horas, ligando o Centro do Rio de Janeiro ao município de Magé, que passa por um dos corredores viários, hoje em dia, dos mais congestionados da cidade, que é a Linha Vermelha. E, ao invés do cidadão, que necessita trabalhar no Centro do Rio de Janeiro, passar, todos os dias, por esta peregrinação, ele teria uma opção mais rápida e segura, que passaria a ligar estes dois extremos, através da Baía de Guanabara, que seria o *hovercraft*.

Este exemplo se aplicaria a outras localidades do entorno da Baía e, possivelmente, a uma extensa gama da população, que atualmente é refém do meio viário terrestre como única alternativa para o seu deslocamento. Desta feita, passaria a contar com uma opção mais inteligente de transporte. Os benefícios seriam incontáveis, indo desde o desafogamento das vias terrestres por carros e ônibus até a criação de um novo cartão postal para o Estado do Rio de Janeiro.

A maior facilidade de locomoção das pessoas passaria a permitir que as mesmas pudessem morar a uma distância relativamente grande do seu local de trabalho, porém, sem que tivessem que perder tanto tempo diariamente para exercer esse trajeto. Apenas este aspecto já representaria um dos fatores mais preponderantes a justificar a implantação deste novo projeto. Também o fato de uma grande massa passar a optar pelo deslocamento aquaviário iria permitir aos usuários do sistema viário terrestre, gastarem menos tempo nestas vias, uma vez que haveria uma redução na sua demanda, justamente, pelas pessoas que passariam a usar o meio alternativo pela via marítima.

Outro fator relevante a se citar é que, hoje, praticamente, está esgotada a possibilidade de se criar vias terrestres na área geográfica existente sobre a cidade do Rio de Janeiro, tendo que para isso, partir-se para alternativas como túneis e vias elevadas, o que representam um custo muito mais dispendioso do que se fosse construir uma via convencional. Daí surge a questão: por que não se utilizar de um meio já existente, que é a via marítima?

Como a migração da massa trabalhadora da população em sua grande parte é em direção à periferia das cidades, conclui-se, logicamente, que seja esse mesmo fenômeno o responsável por saturar o uso das vias expressas. Mas, que outro meio de deslocamento essas pessoas dispunham até então?

Além da movimentação diária normal e do constante crescimento da frota de carros de passeio nos últimos tempos, ainda outros fatores contribuem para tornar a situação das vias terrestres cariocas ainda mais caóticas, como por exemplo, o grande fluxo de pessoas em direção aos balneários litorâneos em épocas de feriados, sem contar com eventos de grande monta como shows, jogos de futebol, etc. É importante ressaltar que o Rio de Janeiro irá sediar a próxima Copa do Mundo, em 2014 e os Jogos Olímpicos, em 2016, aumentando sobremaneira a quantidade de pessoas deslocando-se aos pontos de interesse turístico e aos locais de eventos.

Toda esta citação vem apenas abordar o que, no entanto, já é visível a todos. Com seus engarrafamentos diários e, a cada dia, mais crescentes, os meios viários da Grande Rio de Janeiro parecem pedir socorro, bem como sua população que há anos vem sofrendo com este

caos. Tantos exemplos ainda podiam ser citados, como Ponte Rio-Niterói, BR-101, Avenida Brasil, Linha Vermelha, Estrada Lagoa-Barra, Avenida Niemeyer, Avenida das Américas e tantas outras ruas e avenidas co-ligadas aos corredores expressos que seriam desafogadas. Uma redução substancial poderia ser alcançada em se passando a utilizar o meio marítimo, ligando pontos outrora assistidos apenas pelas vias terrestres.

A ligação da Baía de Guanabara ao mar e seu principal obstáculo natural, que são as ondas, seria facilmente superado em se passando a utilizar o *hovercraft*, pois, tal veículo suporta tranquilamente ondas de *swell* elevado. Como, em média, a orla carioca registra oscilações de ondas de 2 a 3 metros, tal fator seria transpassado dentro das possibilidades técnicas dos *hovercrafts*, que obviamente, seria pensado e projetado de modo a se adequar às características locais. Como exemplo, temos a citar a rota de Calais - França a Dover - Inglaterra, através do Canal da Mancha, onde por décadas circularam os maiores *hovercrafts* do mundo, superando com maestria as ondas impetuosas oriundas do Mar do Norte.

Enfatiza-se aqui que, a idéia primordial da implantação dos *hovercrafts* não é competir com a navegação tradicional já existente em alguns trechos, mas, complementá-la, em alguns casos, proporcionando à população, alternativas de deslocamento mais favoráveis em meio ao conturbado trânsito perpetrado nas cidades.

Obviamente, como a intenção é atingir o maior número de usuários, sugere-se que as linhas sejam interligadas, contudo, a intenção presente é citar as possibilidades existentes e nunca antes exploradas. Alterações futuras são aceitáveis dentro do contexto. Inclusive, o projeto principal seria no tocante ao emprego de *hovercrafts* de grande porte, que permitiriam o deslocamento de grande contingente. Todavia, crê-se que logo iriam surgir interessados em utilizar os *hovercrafts* de pequeno porte, de uso particular, ou até como serviço de *taxi-boat*.

Abaixo seguem as possíveis linhas que poderiam ser criadas nos arredores da Baía de Guanabara e orla carioca, utilizando-se do *hovercraft*. Os seus terminais de embarque e desembarque (*hoverports*), poderiam ser integrados com linhas de ônibus, ligando, pois, outrora citado, as grandes vias de escoamento da Grande Rio de Janeiro, a exemplo do papel do que hoje faz o Terminal Rodoviário João Goulard, no centro de Niterói, não propriamente integrando num só bilhete, mas, dispondo-se ao lado das barcas que fazem a travessia do Rio de Janeiro à Niterói.

Em termos comparativos, apenas ilustrativamente, usar-se-á um *hovercraft* fictício, com uma velocidade média, baseado nos *hovercrafts* já existentes e de porte aproximado ao que serviria nos trechos propostos. Portanto, aqui nesta apresentação adotar-se-á, a exemplo de um *hovercraft* de grande porte, o que atualmente é usado na travessia entre Portsmouth à Ilha de

Wight, na Grã-Bretanha. Este é um dos mais modernos *hovercrafts* da atualidade. Com intervalo entre as partidas a cada 30 minutos, ele é operado pela empresa Griffon Hoverwork Ltd., o BHT 130 Solent Express foi construído em 2007, pesa 75 toneladas, possui capacidade para 130 passageiros e viaja a uma velocidade de 45 milhas náuticas.

Estes parâmetros serão comparados com os dados obtidos no site da empresa *Google*, na sua sub-divisão, *Google Maps*<sup>10</sup>, onde é possível estimar o tempo médio gasto em determinada rota, por ônibus ou automóvel de passeio. Para efeito ilustrativo apenas, não foram considerados os engarrafamentos e demais obstáculos, como semáforos, desvios ocasionais, etc., nos tráfegos por via terrestres.

Foram apontadas as possibilidades de 6 possíveis rotas, de distintos pontos da Baía de Guanabara, todas com destino ao Rio de Janeiro (Praça XV).

No trecho por mar, propriamente, foram analisadas as possibilidades de mais 2 rotas, partindo da Praça XV em direção à Zona Sul, aos bairros de Copacabana e Barra da Tijuca.

Ainda em se tratando da comparação entre o *hovercraft* e os outros meios de transporte considerados, carro e ônibus, não foram computados possíveis impedimentos durante o trajeto normal pelas vias, tais como sejam os congestionamentos ou paradas em semáforos, outrora o tempo estimado para estes tipos de veículos seja dado pelo site Google Maps, sendo, pois, uma marcação relativa, considerando uma trajetória percorrida nas velocidades médias normais em cada trecho. Não foi considerada a comparação com trens, tendo em vista que nem todas as localidades em questão dispunham deste meio de transporte.

#### IV.1.1.1 - 1º Rota: Magé (Antiga Estrada da Piedade) à Caxias (Guia de Pacobaíba)

Uma linha ligando o município de Magé ao centro do Rio de Janeiro poderia ser criada, passando pelos municípios de Caxias e pela Ilha do Governador.

---

<sup>10</sup> Fonte: <http://www.google.com.br/maps>

Figura 26: Rota náutica: Magé (Antiga Estrada da Piedade) à Caxias (Guia de Pacobaíba)



Partindo de Magé, na altura da Antiga Estrada da Piedade em direção a Caxias, fazendo escala em Caxias, na localidade de Batalha, nas intermediações de Guia de Pacobaíba. O extremo da Estrada da Piedade fica a aproximadamente 10 minutos do centro de Magé.

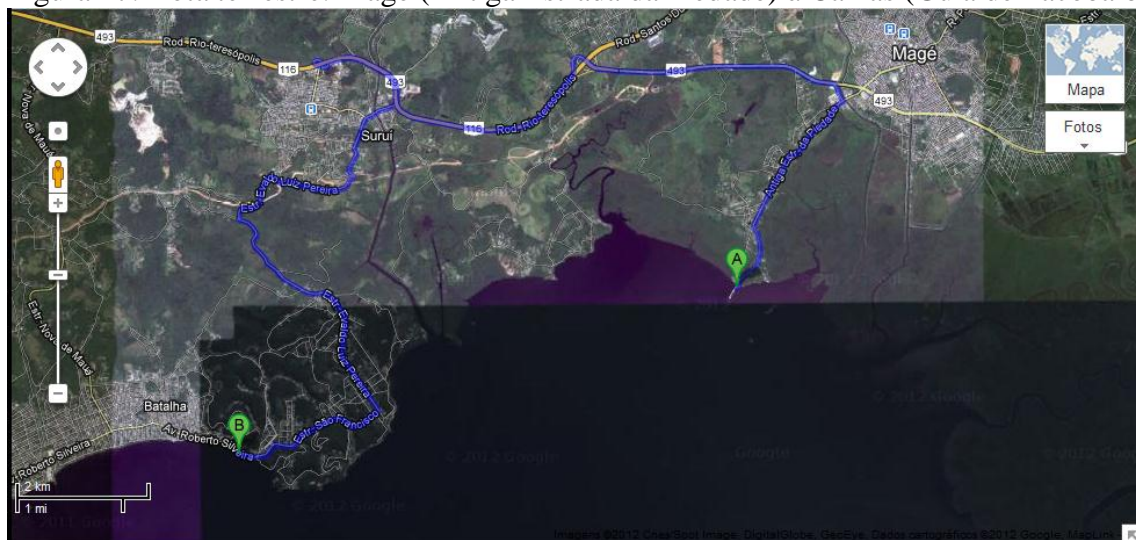
Percorrendo este trecho por carro seria um total de 29,8 km, totalizando uma média de 40 min.

Por transporte público seria algo em torno de 56 min, sendo necessário ônibus e trem.

Este trecho possui aproximadamente 5,2 milhas náuticas ou quase 10 km por via marítima.

Perfazendo este trecho com *hovercraft*, numa velocidade de 45 milhas/hora, seria necessário apenas 7 minutos.

Figura 27: Rota terrestre: Magé (Antiga Estrada da Piedade) à Caxias (Guia de Pacobaíba)

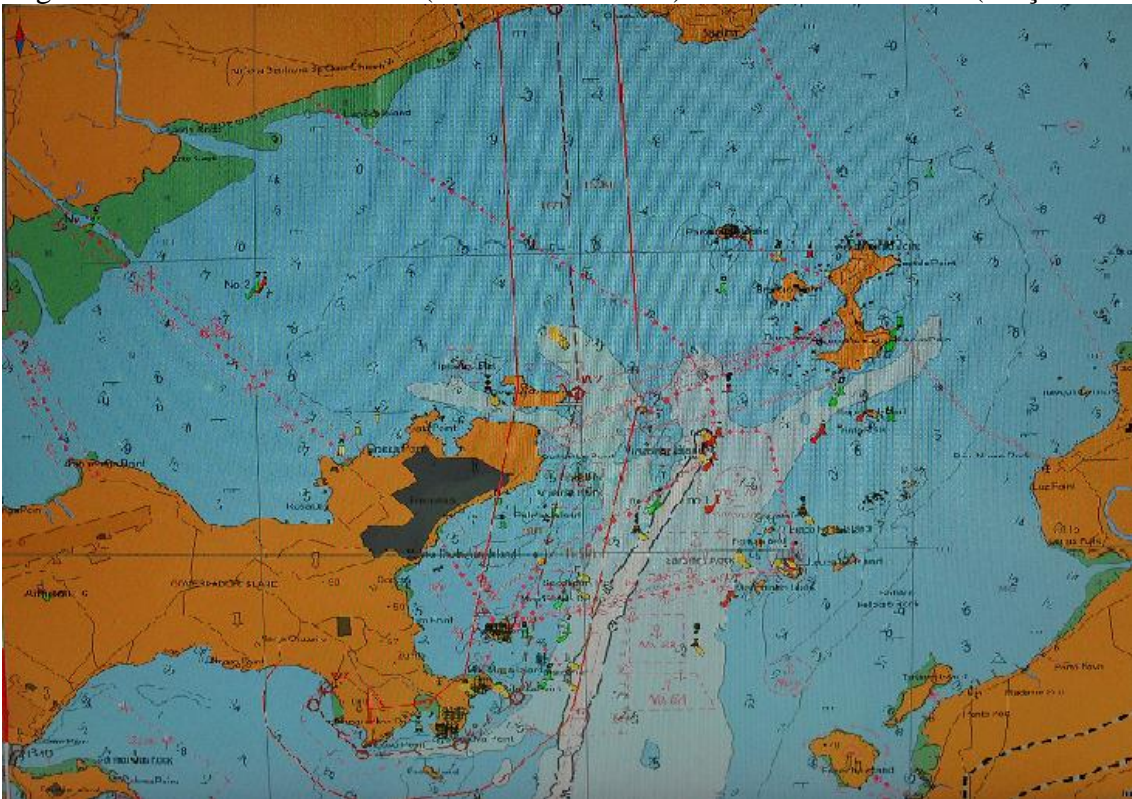




#### IV.1.2 - 2º Rota: Caxias (Guia de Pacobaíba) à Ilha do Governador (Praça Amazônia)

Seguindo, portanto, a partir desta localidade, a próxima parada seria na Ilha do Governador. Procurou-se escolher um ponto de referência onde houvesse uma densidade populacional expressível, da mesma maneira que está sendo estimado para os outros pontos, porém, neste caso, para que não haja nenhum tipo de conflito com uma empresa já existente, não foi escolhida a estação de Cocotá. Desta forma, escolheu-se a Praça Amazônia, na Av. Alm. Alves Câmara Júnior, na Ilha do Governador.

Figura 28: Rota náutica: Caxias (Guia de Pacobaíba) à Ilha do Governador (Praça Amazônia)

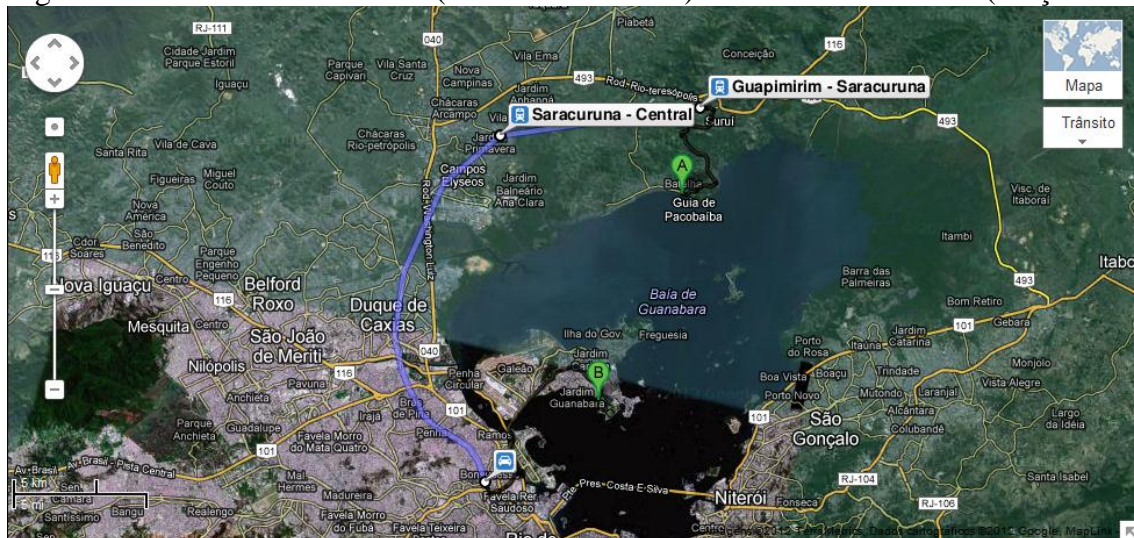


Realizando este trajeto de carro, perfazendo um total de 64 km, seria necessária 1 hora e 9 minutos para completá-lo.

Por transporte público algo em torno de 2 horas e 10 minutos.

Este trajeto, por via marítima, possui 9,5 milhas náuticas ou 17,59 km, o que levaria algo em torno de 12 minutos para ser percorrido com um *hovercraft*.

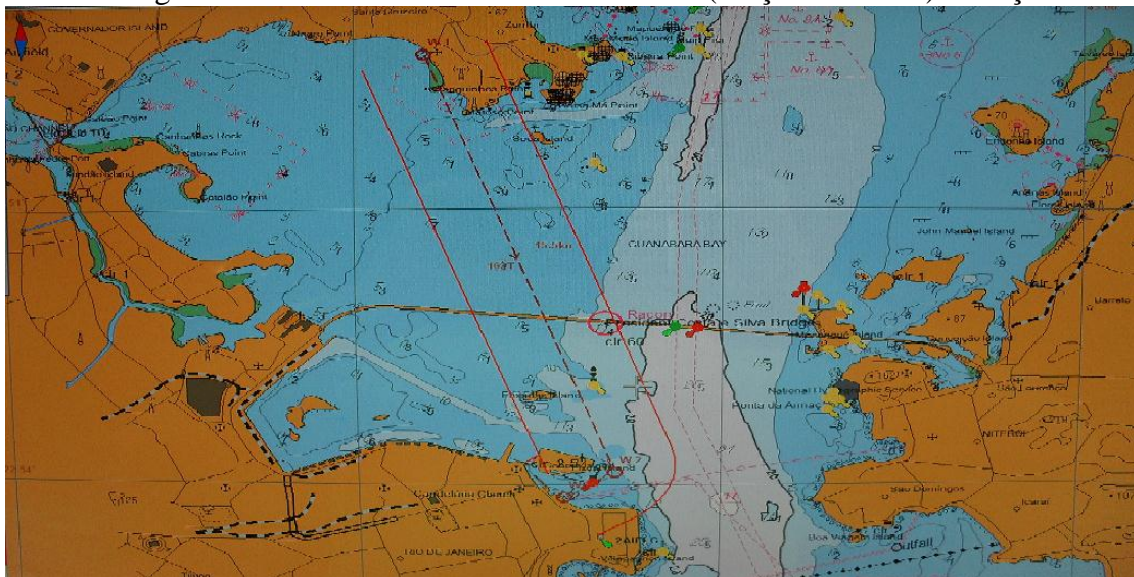
Figura 29: Rota terrestre: Caxias (Guia de Pacobaíba) à Ilha do Governador (Praça Amazônia)



#### IV.1.3 - 3º Rota: Ilha do Governador - Praça XV

Seguindo da Ilha do Governador, em direção ao centro do Rio de Janeiro, temos como ponto final a Praça XV.

Figura 30: Rota náutica: Ilha do Governador (Praça Amazônia) à Praça XV

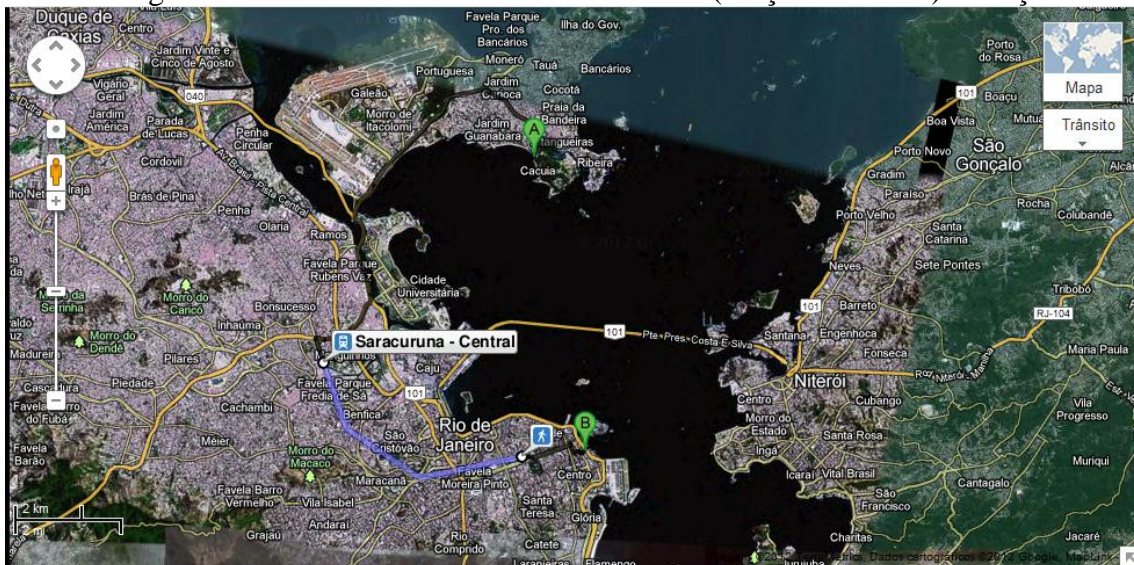


Realizando este trajeto via terrestre seriam 22,2 km a serem percorridos, sendo necessário, de carro, 29 minutos para completá-lo.

Por transporte público estima-se algo em torno de 1 hora e 6 minutos para realizar este percurso.

Curiosamente, este trajeto por via marítima também possui em média 5,2 milhas náuticas, da mesma forma que no 1º trecho, sendo feito em 7 minutos por *hovercraft*.

Figura 31: Rota terrestre: Ilha do Governador (Praça Amazônia) à Praça XV



#### IV.1.4 - 4ª Rota: São Gonçalo – Ilha do Governador

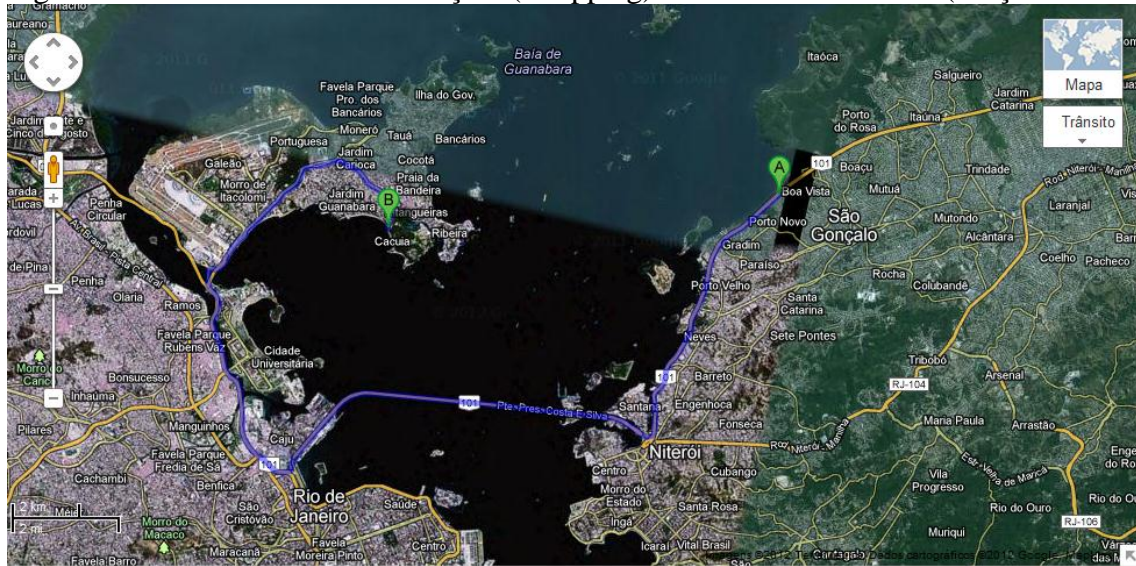
Esta rota, assim como nas áreas de Magé e Caxias, possui pouca lâmina d'água, sendo, pois impossível o tráfego aquaviário por embarcações convencionais sem que fosse aberto um canal por meio de dragas. Daí a fundamental importância do *hovercraft* e sua principal vocação, que é a de ser um veículo anfíbio.

Como foi citado em linhas anteriores, busca-se, aqui, abordar as mais distintas circunstâncias possíveis de integração entre os diferentes modais de transporte, desta forma, apenas para esmiuçar esta idéia, sugere-se que nesta rota, partindo de São Gonçalo, não seja diretamente com destino ao Rio de Janeiro, pois, possivelmente, o local escolhido como estação de embarque (*hoverport*), poder alcançar os cidadãos que vêm de Itaboraí e localidades próximas, bem como de cidades do interior do Estado, que podem querer se deslocar a outros destinos da Grande Rio, e não apenas ao centro da capital. Com um eficiente sistema de integração com linhas de ônibus regulares já existentes e outras passíveis de serem criadas. O modal *hovercraft*-ônibus ligaria a BR-101 à Linha Amarela, Linha Vermelha e Avenida Brasil mais rapidamente que se tivesse que utilizar a Ponte Rio-Niterói, que atualmente, apresenta-se como único recurso para promover este trajeto.

Com uma estação de embarque localizada às margens da BR-101, todas as linhas de ônibus que por ali trafegam, em direção, principalmente, aos centros de Niterói e Rio de Janeiro, poderiam fazer o transbordo de passageiros neste *hoverport*.



Figura 33: Rota terrestre: São Gonçalo (Shopping) à Ilha do Governador (Praça Amazônia)



#### IV.1.5 - 5ª Rota: São Gonçalo – Niterói

Uma possível rota ao centro de Niterói poderia ser pensada como contraditória, pois, geograficamente são próximas por via terrestre. Porém, é justamente no dia-a-dia que se percebe que distâncias relativamente curtas tornam-se demasiadamente difíceis de serem percorridas, considerando-se o horário que por elas se trafega. Nas horas de *rush* se observa a disputa por um espaço nas grandes avenidas e ruas vicinais. E, o centro de Niterói não é exceção neste assunto. O cidadão que circula diariamente por vias como a Av. Visconde do Rio Branco, Av. Feliciano Sodré, Av. Jansen de Melo, Rodovia Niterói-Manilha, dentre outras, sofre com os constantes congestionamentos. Muitas vezes, ocorre um afunilamento em alguns pontos, o que complica ainda mais esses trechos. Desta forma, o usuário que vem de São Gonçalo em direção ao centro de Niterói, e tem como destino o centro do Rio de Janeiro, ora pode optar por usar a Ponte Rio-Niterói, ora pode ir pelas barcas, porém, a maior complicação é a chegada a um desses pontos.

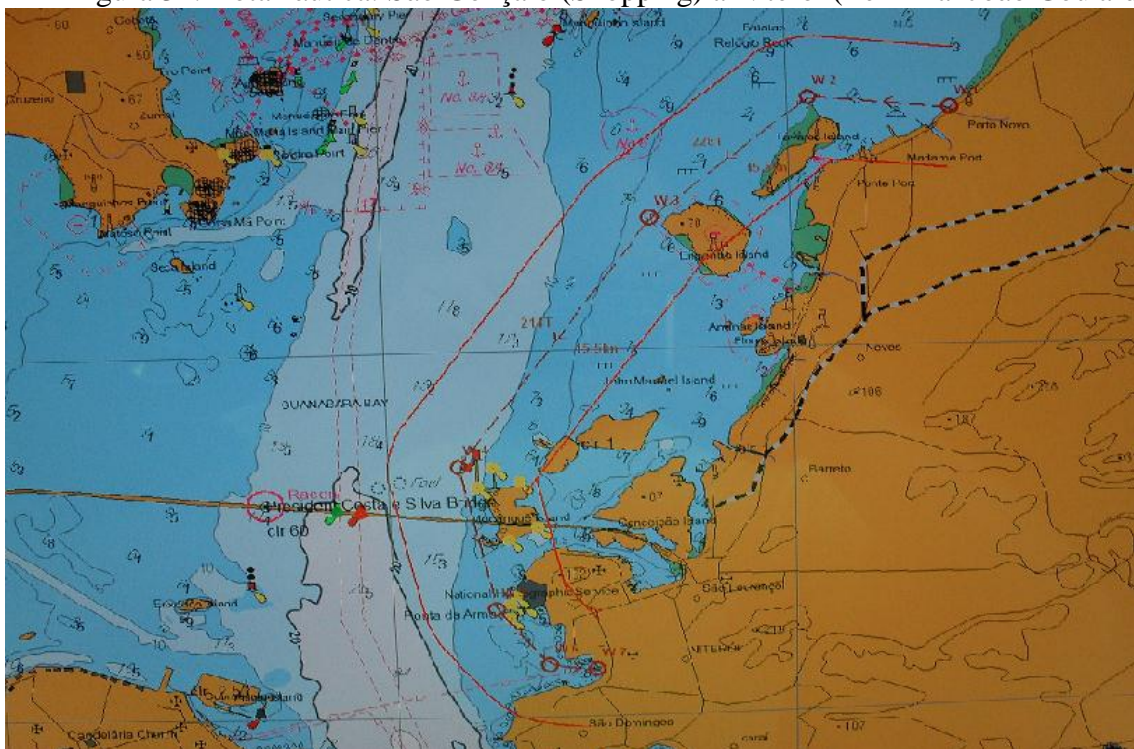
E, observando o mapa do centro desta importante cidade, vê-se que para ociosa uma grande área, estrategicamente localizada, exatamente no seu centro comercial, revelando-se como ideal para a construção de mais um *hoverport*.

São 11,2 km separando o ponto designado a se construir uma estação de embarques e o centro de Niterói. Considerando um trânsito livre, este trajeto, de carro, seria percorrido em apenas 10 minutos e de ônibus numa base de 20 minutos, mas, a realidade deste trecho não é nada boa. Os engarrafamentos crescem a cada dia e o tempo gasto, nas horas de pico, para realizar este percurso, é muito maior.

Contudo, se os usuários de São Gonçalo e municípios da região puderem ter a opção de ir ao Rio de Janeiro utilizando este *hoverport*, acredita-se que todo o trânsito nessas intermediações se beneficiaria, pois, as linhas de ônibus que hoje fazem o trajeto até o Terminal Rodoviário João Goulard, passariam a fazer seu trajeto até este novo *hoverport*, apenas.

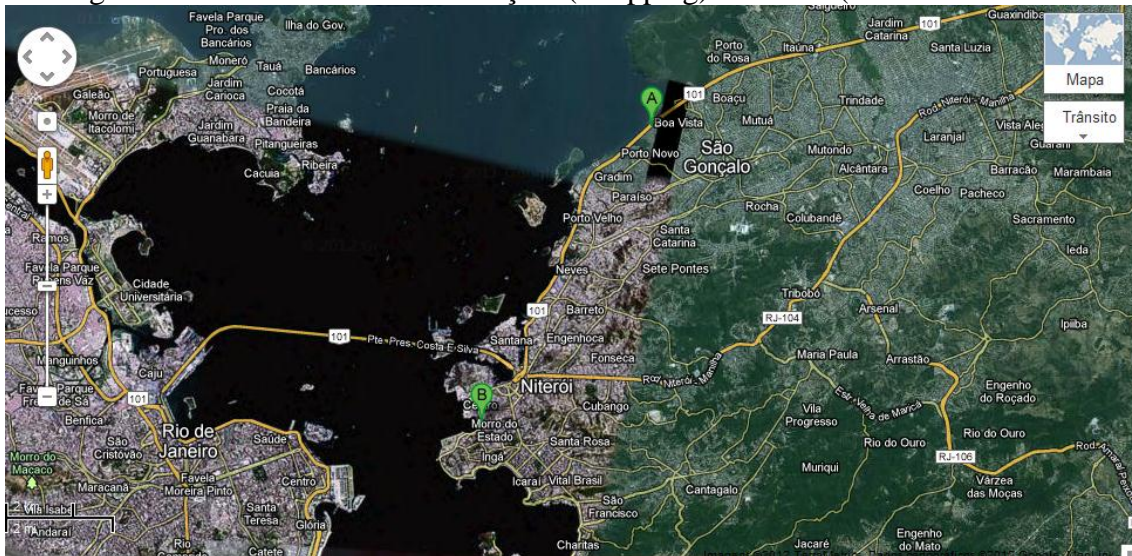
Também seria interessante uma rota direta entre São Gonçalo e a Praça XV, no Rio de Janeiro. Este possível trajeto também supriria a demanda e cumpriria o papel de desafogar o trânsito local.

Figura 34: Rota náutica: São Gonçalo (Shopping) a Niterói (Terminal João Goulard)



A rota náutica ligando o ponto designado em São Gonçalo até o centro de Niterói perfaz um total de 7 milhas náuticas, aproximadamente 12,9 km, o que seria feito em 9 minutos, com a certeza de não haver engarramentos no caminho.

Figura 35: Rota terrestre: São Gonçalo (Shopping) a Niterói (Terminal João Goulard)



#### IV.1.6 - 6ª Rota: Niterói – Rio de Janeiro

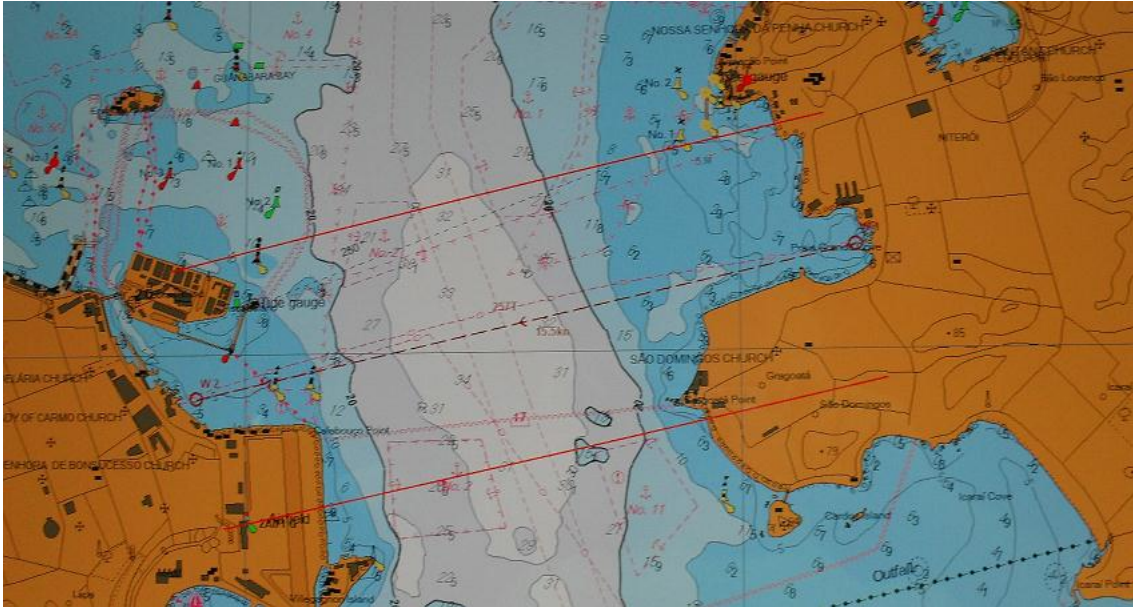
A menor distância entre as rotas apresentadas é a que ligaria os possíveis *hoverports* entre Niterói e o Rio de Janeiro. Com apenas 2,5 milhas náuticas, um *hovercraft* poderia fazer este percurso em 4 minutos.

Como citado anteriormente, Niterói possui áreas, visivelmente, com grande potencial de serem exploradas na criação de mais um escoadouro de pessoas, especialmente próximo ao Terminal Rodoviário João Goulard, o que no caso, poderia se representar como mais uma estação de embarque de *hovercrafts*. Acredita-se que não entraria em conflito com o transporte feito por barcas, pois, o intuito deste outro é promover a integração entre suas estações, porém, não se pode afirmar se, no futuro, venha a surgir alguma concorrência, já que a população busca sempre o melhor e mais viável meio de deslocamento e esse é um processo normal que acompanha a história do desenvolvimento urbano em todo o mundo.

Também, no Rio de Janeiro, a situação parece ser favorável no tocante a uma possível implantação de um *hoverport*. Atualmente há uma grande área ociosa, anexa à atual Estação das Barcas, antes utilizada por outra empresa de transporte de passageiros. Além desta, ainda se observa uma área de bom tamanho, que compreende desde esta estação de barcas (desativada no momento) até as docas do Arsenal de Marinha. Para a implantação de um *hoverport*, de antemão, seria necessária a construção de uma rampa de acesso para a embarcação e um pátio para as suas manobras. Não parece realmente um projeto simples,

mas, é notório o retorno que a implantação de todo este sistema de transporte iria trazer em benefício da população.

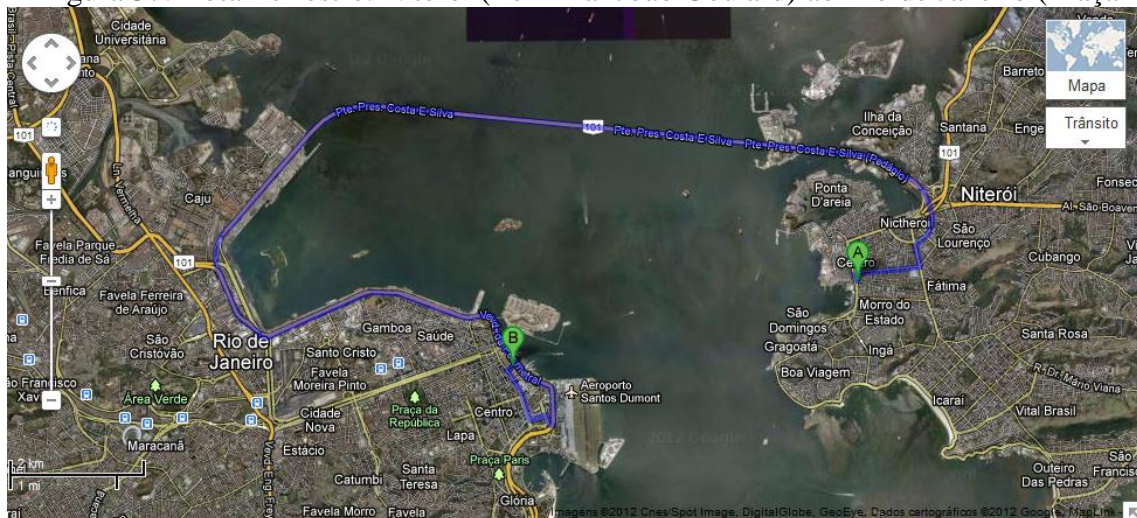
Figura 36: Rota Náutica: Niterói (Terminal João Goulard) ao Rio de Janeiro (Praça XV)



Partindo-se do Terminal Rodoviário João Goulard, em Niterói, em direção à Praça XV, no Rio de Janeiro faz-se um percurso de 22,8 km. Realizado de carro, o trajeto é feito numa média de 24 minutos. Já, de ônibus é estimado em 53 minutos.

É, pois, visível, a grande vantagem que levaria uma embarcação do tipo *hovercraft*, a considerar este exemplo, sendo, portanto, quase 6 vezes mais rápida que se fosse por automóvel e em torno de 13 vezes mais rápida que ônibus.

Figura 37: Rota Terrestre: Niterói (Terminal João Goulard) ao Rio de Janeiro (Praça XV)





#### IV.1.7 - 7ª Rota: Praça XV à Copacabana

Tradicional bairro da cidade do Rio de Janeiro, Copacabana é uma importante passagem para outros bairros da Zona Sul e Oeste. Sendo seu principal acesso, para quem se locomove do Centro, as avenidas Lauro Sodré, Av. Pinheiro Machado, Av. Das Nações Unidas, as quais desembocam nas Av. Princesa Isabel, Av. Atlântica, Av. Ns. De Copacabana, dentre outras, todas sufocadas pelo trânsito caótico. Desta forma, vê-se mais uma possibilidade de se minimizar o tráfego entre este bairro e o centro da capital, inclusive com mais duas ligações com outros bairros, as quais serão vistas mais adiante.

O local sugerido para mais um *hoverport*, subentende-se, seria deveras polêmico de se implantar, pois é, justamente, sobre um cartão postal mundialmente conhecido, a Praia de Copacabana. E, uma vez, restringindo uma parte da praia para fins que não sejam o lazer, com certeza iria gerar a insatisfação por parte de banhistas, moradores e turistas, porém, tudo há seus prós e contras. Em detrimento de uma parte da praia, que não mais poderia ser usada pela população para fins de lazer, por outro lado iria ser aplicada para minimizar um problema de deslocamento da própria população. Com um estudo mais apurado, acredita-se que seja viável a criação de mais este *hoverport*, pois, além de poder ser criada mais uma integração com ônibus, temos uma proximidade com a estação de metrô de Copacabana, o que gera mais uma possibilidade de integração.

Figura 38: Rota náutica: Praça XV à Copacabana (Praça Alm. Júlio de Noron)



Ainda, em se pensando no fato de minimizar o impacto visual e restritivo na área de criação deste *hoverport*, escolheu-se um ponto da praia onde o fluxo de banhistas e turistas geralmente é menor, onde, situa-se a Praça Alm. Júlio de Noron. Na verdade este local é no bairro Leme, mas, para fins de referência consideremos como extensão de Copacabana. Inclusive, é uma parte um pouco mais abrigada da orla de Copacabana, o que minimiza a arrebenção das ondas.

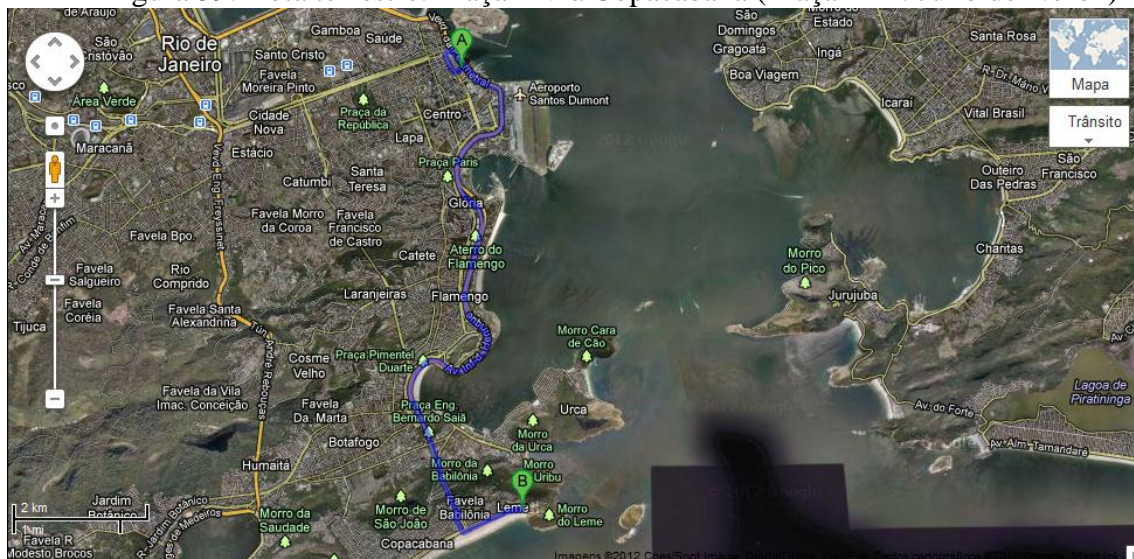
O trajeto considerado, partindo-se da Praça XV até este ponto é de 11,1 quilômetros.

Percorrendo de carro levaria aproximadamente 15 minutos.

Já de ônibus algo em torno de 25 minutos.

Considerando que o trecho em questão representa algo em volta de 6,6 milhas náuticas ou 12,2 quilômetros. Indo de *hovercraft* este trecho seria percorrido em 9 minutos.

Figura 39: Rota terrestre: Praça XV à Copacabana (Praça Alm. Júlio de Noron)



#### IV.1.8 - 8ª Rota: Copacabana à Barra da Tijuca

A Barra da Tijuca é um dos principais bairros de ligação entre a Zona Sul e a Zona Oeste do Rio de Janeiro. Quem deseja ir a bairros como Recreio bem como os bairros da micro-região de Jacarepaguá, tem a Barra da Tijuca como um dos principais meios de acesso. E, com isso, vem a ser exposta mais essa importante alternativa de criação de um *hoverport*. E, inclusive, pessoalmente, considera-se a mais importante de todas, justamente por concentrar o maior número de possibilidades de integração com várias linhas de ônibus que por ali passam.

Foi escolhido um ponto da Av. Sernambetiba onde se intersecciona à Av. Ayrton Senna, o Largo Alm. Miguel Grau, onde se constitui como um elo-de-ligação direta ao Terminal

Alvorada. Desta forma, seria possível uma integração a todas as linhas de ônibus que hoje passam por este importante terminal rodoviário.

Porém, entre todos os locais possíveis de serem instalados *hoverports*, este ponto da Praia da Barra mostra ser o mais desafiador, em virtude da arrebentação ser bem acentuada, com oscilações de ondas em torno de 2 metros. É importante ressaltar que um *hovercraft* do tipo proposto passaria tranquilamente por ondas de tal monta, porém, para amenizar o impacto na saída da praia, tornando, pois, mais confortável aos passageiros, é importante que se construa um quebra-mar, tornando esse *hoverport* abrigado.

Também, o mesmo problema citado para a Praia de Copacabana seria encontrado para este ponto da Praia da Barra, uma vez que essa também é muito frequentada por banhistas. Porém, recai no mesmo dilema exposto anteriormente, uma vez, que viria a contribuir para a melhoria do deslocamento diário de uma parcela considerável da população que trafega da região Oeste ao Centro do Rio de Janeiro, utilizando os corredores viários anteriormente citados.

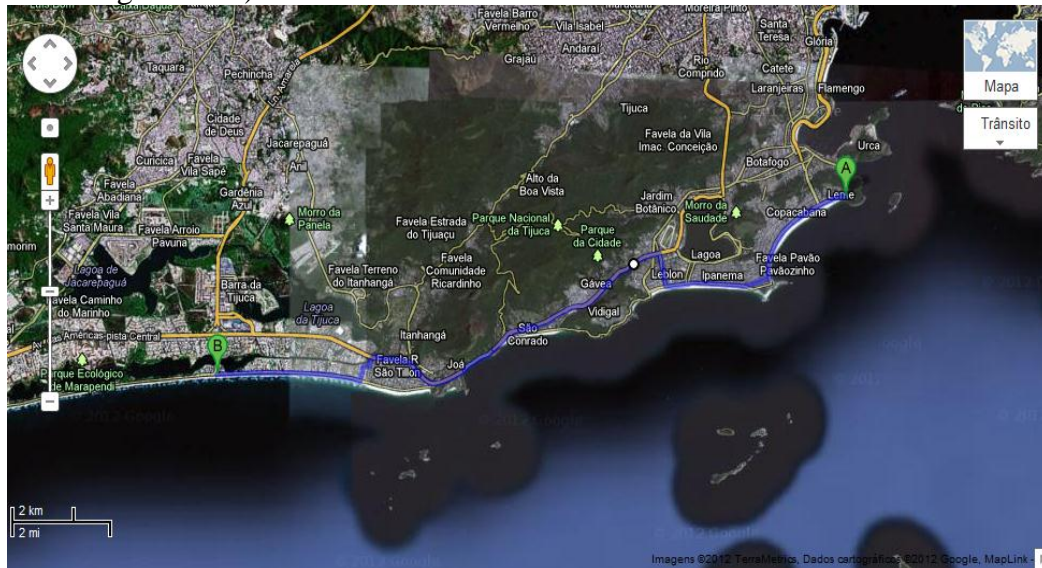
O trajeto proposto, saindo de Copacabana/Leme, na altura da Praça Alm. Júlio de Noron em direção à Barra, no Largo Alm. Miguel Grau, tem um total de 24,8 quilômetros. Indo de carro esse percurso é feito em 36 minutos. De ônibus algo em torno de 1 hora.

Essa rota, sendo realizada por mar corresponde a um total de 11,6 milhas náuticas ou 21,48 quilômetros. Essa estrada marítima, sendo navegada por *hovercraft*, seria percorrida em 16 minutos.

Figura 40: Rota Náutica: Copacabana (Praça Alm. Júlio de Noron) à Barra da Tijuca (Largo Alm. Miguel Grau)



Figura 41: Rota Terrestre: Copacabana (Praça Alm. Júlio de Noron) à Barra da Tijuca (Largo Alm. Miguel Grau)



Em resumo, pode-se concluir que a vantagem em se viajar de *hovercraft* em comparação a outros meios de transporte, como automóveis e ônibus, nos trechos urbanos exemplificados, torna-se, no dia-a-dia, a forma de deslocamento mais rápida, confiável e segura.

Observa-se aqui um resumo entre as possibilidades de deslocamento via terrestre *versus* via marítima. Foram desconsiderados os intervalos de tempo para embarque e desembarque nas estações. Desta forma, temos:

1º Rota: Magé (Antiga Estrada da Piedade) ao Rio de Janeiro (Praça XV)

Ônibus: 2 horas e 40 minutos

Carro: 1 hora e 3 minutos

*Hovercraft*: 26 minutos

2º Rota: Caxias (Guia de Pacobaíba) ao Rio de Janeiro (Praça XV)

Ônibus: 2 horas e 23 minutos

Carro: 1 hora e 5 minutos

*Hovercraft*: 19 minutos

3º Rota: Ilha do Governador (Praça Amazônia) à Praça XV

Ônibus: 1 hora e 6 minutos

Carro: 29 minutos

*Hovercraft*: 7 minutos

4º Rota: São Gonçalo (Shopping) à Ilha do Governador (Praça Amazônia)

Ônibus: 1 hora e 30 minutos

Carro: 37 minutos

*Hovercraft*: 9 minutos

5º Rota: São Gonçalo (Shopping) a Niterói (Terminal João Goulard)

Ônibus: 20 minutos

Carro: 10 minutos

*Hovercraft*: 9 minutos

6º Rota: Niterói (Terminal João Goulard) ao Rio de Janeiro (Praça XV)

Ônibus: 53 minutos

Carro: 24 minutos

*Hovercraft*: 4 minutos

7º Rota: Praça XV à Copacabana (Praça Alm. Júlio de Noron)

Ônibus: 25 minutos

Carro: 15 minutos

*Hovercraft*: 9 minutos

8º Rota: Copacabana (Praça Alm. Júlio de Noron) à Barra da Tijuca (Largo Alm. Miguel Grau)

Ônibus: 1 hora

Carro: 36 minutos

*Hovercraft*: 16 minutos

Figura 42: *Hovercraft* chegando ao *hoverport* em *Portsmouth*



Fonte: <http://www.jameshovercraft.co.uk>

Figura 43: Ryde *Hoverport*

Fonte: <http://www.jameshovercraft.co.uk>

#### **IV.2 – ROTA ENTRE OS AEROPORTOS SANTOS DUMONT E GALEÃO**

O movimento de passageiros nos dois principais aeroportos do Rio de Janeiro em 2009 foi equivalente a quase o triplo da população da cidade.<sup>11</sup>

Os dados que se seguem referentes aos aeroportos do Galeão e Santos Dumont vêm, simplesmente, constatar a vital importância que esses dois aeroportos têm na cidade do Rio de Janeiro. Porém, tem sido visto, nos últimos anos, que a demanda de passageiros está aumentando a passos largos, porém, a infra-estrutura necessária para atender a este pungente crescimento vem deixando a desejar em todos os quesitos de qualidade que se quiserem verificar.

Em se tratando, primeiramente, do Aeroporto Santos Dumont, tinha-se à época, antes da sua construção, apenas um atracadouro de hidroaviões, em um terraplano, onde se erguera posteriormente a sua pista bem como seu prédio, inaugurado em 1936.

---

<sup>11</sup> Fonte: INFRAERO, Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária. Superintendência de Planejamento e Gestão - PRPG.

Configurando-se no cenário atual como um aeroporto vocacionado para vôos domésticos, trabalha hoje com uma média de 8,5 milhões de passageiros por ano.

A movimentação pelo Aeroporto Santos Dumont em 2009 foi de 5.099.643 de passageiros domésticos<sup>12</sup>.

Está localizado na Praça Senador Salgado Filho, Centro do Rio de Janeiro. É considerado um aeroporto de fluxo rápido. Possui uma área um pouco maior que 0,8 km<sup>2</sup>.

O aeroporto possui duas pistas:

- 1.323 x 42 Metros (Principal).
- 1.260 x 30 (Auxiliar).

Figura 44: Aeroporto Santos Dumont



Já o Aeroporto Internacional do Galeão, ou Antônio Carlos Jobim, está localizado na cidade do Rio de Janeiro, na Ilha do Governador, na Zona Norte, e distante 20 km do centro comercial.

É o que movimenta o segundo maior número de passageiros do país. Com área aproximada de 17,88 km<sup>2</sup>, recebe todos os vôos internacionais e nacionais, menos os de ponte aérea, ou do interior do estado.

A movimentação pelo Aeroporto do Galeão em 2009 foi de 11.828.656 de passageiros domésticos e 2.613.181 de passageiros em vôos internacionais.<sup>13</sup>

---

<sup>12</sup> Fonte: <http://aeroportos.ws/aeroporto-santos-dumont>

<sup>13</sup> Fonte: <http://aeroportos.ws/aeroporto-galeao>

O aeroporto possui duas pistas:

- 4240 metros de comprimento (Principal) e feita de concreto.
- 3180 metros de comprimento e feita de asfalto.

Figura 45: Aeroporto do Galeão



Tabela 4: Chegada anual de turistas por vias de acesso – 2009

	Aérea	Marítima	Outras vias de acesso (1)	Total
Brasil	3.348.906	115.705	1.337.606	4.802.217
Rio de Janeiro	886.357	22.310	-	908.667

Fonte: Departamento de Polícia Federal e Ministério do Turismo.

*“O Rio é o destino de 19% dos turistas estrangeiros que desembarcaram no país em 2009. Destes, 98% chegam de avião.”* (Infraero)

Atendo-se, aqui, apenas ao item referente à locomoção, ou seja, meios de acesso aos aeroportos em questão, vem-se expor o problema que o usuário hoje encontra caso, porventura, tenha que se deslocar a um desses dois aeroportos.

Por diversas vezes, torna-se necessário o deslocamento entre esses dois aeroportos, devido, principalmente à transferência do pouso da aeronave, geralmente do Aeroporto Santos Dumont para o Aeroporto do Galeão. Tal evento é deveras usual em quando se está operando



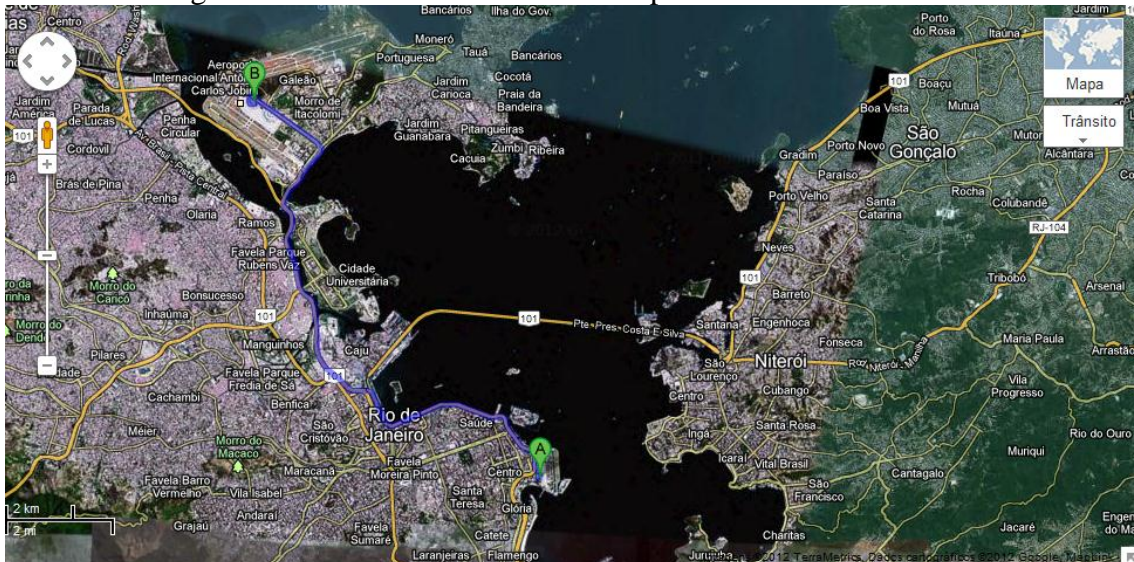
sob mau tempo, pois, como é sabido o Aeroporto do Galeão dispõe de uma pista maior e, portanto, mais segura, principalmente no tocante aos pousos.

Em considerando esta necessidade de deslocamento entre os dois aeroportos, que é esporádica, porém, bastante comum hoje em dia, vem ser observado, primeiramente, como está sendo conduzida esta operação por parte das empresas aéreas, com o consentimento, é sabido, da Infraero, que é uma empresa pública federal, brasileira, de administração indireta, vinculada a Secretaria de Aviação Civil<sup>14</sup>.

Como a opção de praxe mais utilizada hoje, de realizar este transbordo, é feita por ônibus, tanto as empresas, quanto os usuários ficam suscetíveis, neste deslocamento entre os aeroportos, a todos os percalços ora encontrados no decorrer do trajeto, como trânsito congestionado, por exemplo. Fato que é bem provável de acontecer, pois, este percurso é bem conhecido por quem nele trafega diariamente, sendo, nas horas de pico, um dos trechos com tráfego veicular dos mais intensos encontrados na cidade.

Para realizar o deslocamento entre esses dois aeroportos, dispondo-se de automóvel particular, táxi ou ônibus fretado, e, considerando-se um trânsito normal, ou seja, sem congestionamentos, o tempo estimado seria de aproximadamente 24 minutos, para uma distância total de 19,4 km. Mas, na prática não é bem assim que acontece.

Figura 46: Rota terrestre entre os aeroportos Santos Dumont e Galeão



É neste contexto que é apresentada a idéia de se implantar o *hovercraft* como mais uma opção para os usuários destes aeroportos. Uma vez sendo disponível aos dois aeroportos em questão,

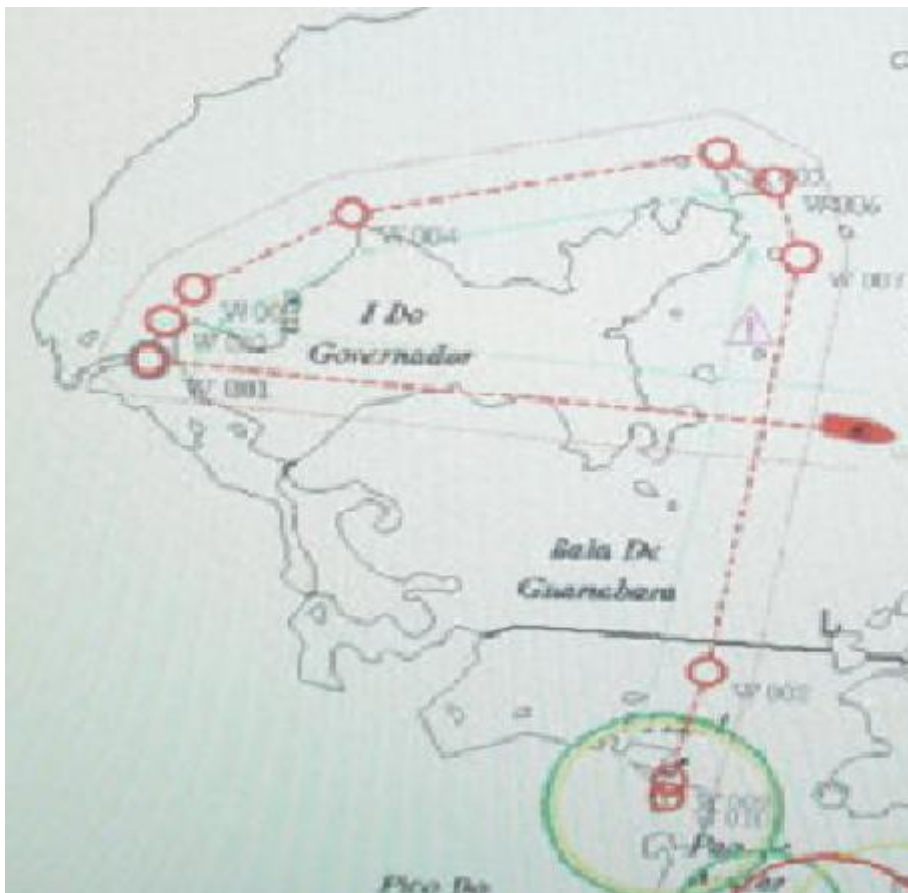
<sup>14</sup> Fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Infraero>

o *hovercraft* poderia ser acionado a qualquer momento, dada a necessidade eventual que fosse.

Sendo este *hovercraft*, sugestivamente, de posse de uma dada empresa, porém, naturalmente, controlado pela Infraero, deveria estar pronto a atender as incumbências demandadas, à medida que as mesmas surgissem, configurando-se, portanto, como uma alternativa de transporte, sempre em prontidão a quaisquer eventualidades, como citado anteriormente, em casos como o transbordo de passageiros entre os aeroportos do Galeão e Santos Dumont.

E, para a implantação deste projeto, o fato de ambos os aeroportos estarem situados à margem da Baía de Guanabara, torna-o extremamente interessante e viável, pois, não se necessitaria construir nenhum outro acesso, tendo em vista que o mesmo já existe, que é o meio aquaviário. Desta forma, para o trecho em questão, em se percorrendo por meio náutico, e utilizando-se o *hovercraft*, seria garantida a chegada dos passageiros no tempo correto estimado, pois seria descartada a hipótese de atrasos devido a congestionamentos.

Figura 47: Rota náutica entre aeroportos Santos Dumont e Galeão



Acredita-se que não seria necessário se despendiar, para a sua implantação, uma monta de grandes proporções, pois, não se configuraria lógica a criação de um *hoverport* nesse caso, uma vez que o próprio aeroporto já cumpriria este papel, como uma estação de embarque e desembarque de passageiros.

Olhando de modo superficial, para ambos os aeroportos, apenas seria necessária a construção de rampas de acesso para o *hovercraft* acessar as suas pistas, onde uma vez nelas, ele se deslocaria até um possível ponto designado ao embarque/ desembarque dos passageiros.

A rota náutica entre os aeroportos do Galeão e Santos Dumont perfaz um total de 15,6 milhas, o que é feito em aproximadamente 20 minutos com o *hovercraft*.

### ***IV.3 – SERVIÇO DE SOCORRO E PRONTO-ATENDIMENTO A EMERGÊNCIAS COM HOVERCRAFTS***

De uma forma geral, os resgates ou mesmo deslocamentos que são feitos entre os diversos hospitais distribuídos na Grande Rio de Janeiro são realizados por via terrestre, com ambulâncias. Determinados acidentes são atendidos por helicópteros. Conclusivamente é visto que a imensa maioria dos casos é atendida se utilizando das vias urbanas. Desta forma, este serviço primordial, em que está sendo posta em xeque a vida de uma pessoa, é mais um refém do trânsito caótico. Por quantas vezes não se vê, diariamente, as ambulâncias pedindo passagem por entre tantas vias engarrafadas que costuram a cidade? De fato, este é mais um problema, encontrado na conturbada vida urbana, porém, é algo que precisa ser melhorado, pois é um serviço essencial à sociedade.

Neste ensejo, observa-se mais uma aplicação que esta máquina multi-propósitos vem a oferecer. O *hovercraft* vem a ser uma embarcação ideal para serviços de salvamento e pronto-atendimento a emergências em áreas onde embarcações não navegariam por restrições naturais como já abordado anteriormente. E, aplicando este conceito, a priori, na principal área abordada nesta dissertação, que seria, pois, a Baía de Guanabara, vê-se um eminente nincho de aplicação para o *hovercraft* no tocante ao assunto presumido.

Sendo uma vez construídos os *hoverports* nos pontos apresentados anteriormente, teria-se um meio ideal para o acesso dos *hovercrafts*, fossem eles de qualquer tipo. Com isso, modelos de tamanho menor teriam condições de aportar nesses locais e realizar seu trabalho, que, basicamente, consistiria em deslocar as vítimas por via náutica até o hospital de emergência

mais próximo, o que no caso viria a ser o então Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia (INTO), situado às margens da baía, no bairro do Caju.

Para tanto, o referido hospital necessitaria se adequar, também, ao oferecimento desta facilidade, sendo necessária a construção de um *hoverpoint* com acesso direto ao hospital. Sendo que, entre as suas dependências e a Baía de Guanabara encontra-se o cais do Porto do Caju, administrado pela Companhia Docas do Rio de Janeiro (CDRJ). Tal fato viria a ser logo entendido como algo impeditivo para que se aproveitasse o espaço portuário para outros fins. Porém, neste caso, acredita-se que um bom acerto entre as administrações do porto e do hospital, bem como junto ao poder público, no tocante ao atendimento dos interesses da população, pudesse viabilizar a concessão de um pequeno trecho ao longo do cais para a construção de uma rampa de acesso aos *hovercrafts* de emergência, como também, o *hoverpoint*. Este último, por sua vez, consistiria de um local onde as equipes de emergência pudessem ter uma estrutura adequada ao recebimento dos pacientes. Notoriamente, deveria haver um túnel ou uma passarela coberta, cruzando a Av. Rio de Janeiro, onde ligaria o cais do porto ao hospital.

Figura 47: O ponto ‘A’ em destaque refere-se à localização do INTO

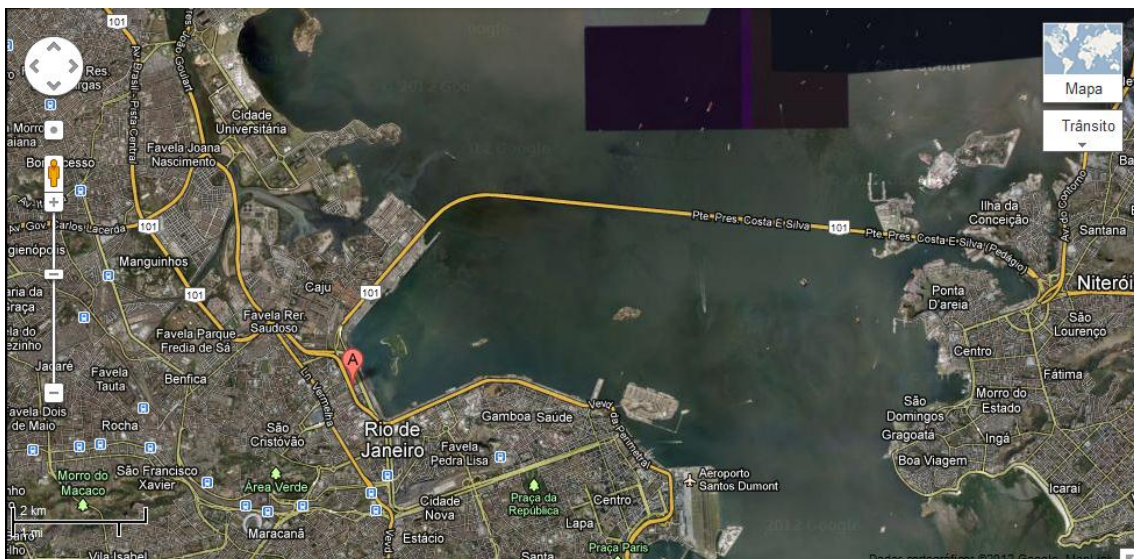


Figura 48: Vista aérea do INTO, com destaque para sua localização às margens da Baía de Guanabara



#### IV.4 – PROJETO DE VIAS SUSPENSAS PARA HOVERCRAFTS – OS AERODUCTS

Este capítulo vem a fugir um pouco de aplicações na área naval, porém, é aproveitado o momento para se expor mais uma expressível invenção que se pode adotar com o uso do *hovercraft*. Tendo como base uma das idéias do já apresentado Dr. Bertelsen, um dos inventores do *hovercraft*, vem a ser exposta uma adaptação à mesma, no que se refere aos *Aeroducts*, ou vias construídas especialmente para o tráfego de *hovercrafts*.

Originalmente a intenção deste renomado inventor seria a criação de um tipo de carro voador, propriamente no estilo do desenho animado ‘Jetsons’.

Figura 49: Protótipo de *Aeroduct* criado pelo Dr. Bertelsen



Porém, antes de se partir para o projeto propriamente dito, é de boa hora recordar alguns princípios. O peso que um *hovercraft* exerce sobre uma determinada superfície é igual à pressão do seu colchão de ar. Esta, por sua vez, é determinada pela sua relação peso/ área. Desta forma, verifica-se que, geralmente, a pressão exercida sobre as superfícies pelas quais um *hovercraft* trafega é mínima, sendo assim, não é necessário o dispêndio de grandes estruturas nas quais queira que se locomova um *hovercraft*.

Para exemplificar esta abordagem, usar-se-á o *hovercraft* de pequeno porte de uso comercial citado anteriormente, no capítulo ‘Evolução dos *hovercrafts*’. Este modelo pesa 466 kg, totalmente carregado; seu comprimento é 4775 mm e sua largura de 2540 mm. Aplicando os dados na relação anterior: Pressão = Peso/ Área, tem-se que, para o *hovercraft* em questão, uma pressão aproximada de 0,0038 kgf/ cm<sup>2</sup>.

Evoluindo a idéia original do Dr. Bertelsen, que utilizou no seu projeto madeira e placas de metal, aqui se propõe o uso do acrílico para compor o denominado *Aeroduct*. Só para se ter uma noção do que isto representa, uma placa de acrílico de 6,35mm de espessura, tem uma resistência à tração de 703kgf/cm<sup>2</sup>, e uma resistência à compressão de 1.195 kgf/cm<sup>2</sup>. Ou seja, em tão somente 1 centímetro de uma placa de acrílico, acima mencionada, poderia ser sustentado o *hovercraft* anteriormente proposto.

Com isto, se percebe que é notoriamente viável um projeto de vias elevadas, utilizando o acrílico como material, pois este possui qualidades reconhecidamente aplicáveis às diversas condições de trabalho a ele submetido. E, para tal aplicação, seria o que mais se adequaria, tanto por suas características favoráveis como a de ser um material leve, bem como pelo seu custo, o que o torna aplicável em larga escala sem um ônus tão severo.

Uma vez um *hovercraft* não sendo um avião, pois não tem asas, e nem tão pouco um carro, pois não possui rodas, teria, então, que se locomover por uma via especial, que se constituiria em uma espécie de guia, de onde o mesmo não poderia sair.

Incorporando a idéia-base à realidade local, no Rio de Janeiro, vê-se esta idéia com perspectiva positiva, pois, a intenção aqui seria a de usá-la em trechos urbanos, com grande movimentação de pessoas, especialmente atingindo aquelas que se utilizam de táxis. O *Aeroduct* é uma proposta de substituição do uso do táxi, mas, somente aos destinos compreendidos pela sua malha de abrangência. A intenção de trazer esta alternativa em substituição aos táxis que trafegam no centro do Rio de Janeiro, a destinos relativamente próximos, para outros bairros circunvizinhos, seria a de reduzir drasticamente a aglomeração

e desordem que eles causam nas principais vias do centro da cidade, se constituindo como mais um motivo de complicação do trânsito.

O *Aeroduct*, no caso do Rio de Janeiro, passaria apenas pelas principais vias dos bairros próximos ao Centro, a priori, porém, a viabilidade e a demanda é que dirá, futuramente, qual proporção esta idéia iria alcançar. Óbvio, que o interesse do poder público é fundamental para o desenvolvimento deste projeto.

Esmiuçando um pouco mais a respeito de sua construção, as vias elevadas ou *Aeroducts*, como seja, seriam suspensas a uma altura suficiente para sobrepor os obstáculos comuns nas avenidas, sejam eles postes de iluminação, semáforos, árvores, etc. A forma como que se poderia chegar a ele seria por elevadores, distribuídos em pontos estratégicos ao longo do seu percurso. Também, seria necessária a criação de terminais onde os *hovercrafts* pudessem estacionar, tais como fossem em estacionamentos de shoppings ou em prédios-garagem.

Aqui vem a ser apresentada, em uma etapa experimental, uma ligação do Centro do Rio de Janeiro aos seguintes bairros: Glória, Flamengo, Botafogo, Copacabana, Ipanema e Leblon, mais precisamente, com saída da Praça Mauá até o Shopping da Gávea, totalizando um trecho de 19,5 quilômetros. Todo este trajeto compreenderia paradas em todos os mais importantes pontos, a serem determinados num momento mais oportuno.

Figura 50: Praça Mauá a Shopping da Gávea



#### **IV. 5 – QUILHA REBATÍVEL PARA HOVERCRAFTS**

Sendo um dos problemas encontrados na navegação com *hovercrafts*, o fato de o mesmo se limitar a certas condições de tempo e mar, devido às suas características peculiares de projeto, vem a ser exposta, no presente, uma idéia para que tal situação seja minimizada.

A questão a ser tratada aqui gira em torno da estabilidade, condição peculiar a cada embarcação, o que inclui os *hovercrafts*. Sendo, uma embarcação que, na sua concepção original não se penetra na água, a deixa completamente à mercê de ventos e ondas, ficando, pois, mais suscetível aos seus efeitos que uma embarcação convencional.

Contudo, a aplicação de lastro pode ser feita de outras formas e, foi tomando emprestada uma das maneiras mais antigas de se lastrear ou estabilizar uma embarcação, no caso a que se emprega em veleiros, que veio a ser pensada para este projeto, que é a quilha retrátil ou bolina.

A quilha está presente em todas as embarcações, sendo, concebida de diferentes formas. Ela pode ser fixa ou retrátil, dependendo do tipo de barco. E é deste conceito que está se tomando a inspiração para idealizar o projeto discutido em seguida, no caso, para *hovercrafts*.

Sendo o *hovercraft* uma embarcação anfíbia, poderia ser entendido como retrógrada à sua concepção original, a idéia de se estar querendo imergir alguma de suas partes estruturais. Porém, defende-se que o fato de ser anfíbio queira dizer que ele possa se locomover em superfícies secas ou molhadas, mas, em nenhum momento se fala em não poder ser imerso na água. O fato é que cada projeto deve ser pensado em função de uma aplicação específica. Por exemplo, se um *hovercraft* fora projetado para se navegar no Rio Amazonas, há de se pensar que este vai atuar numa área com muitas correntes, troncos, bancos de areia e pedras, porém, com ondas mínimas, portanto, não haveria de ser posta em primeiro plano a questão ‘estabilidade’ por conta de oscilações de ondas. Já, em uma rota, em que se precise navegar por via marítima a preocupação com ondas já teria maior relevância.

Com isto, a idéia aqui é apresentar uma possível solução para as situações em que o *hovercraft* tenha que enfrentar situações de navegação em que se requeira maior estabilidade, para a garantia de sua segurança operacional, mesmo que esta venha a interferir em outros fatores, como por exemplo, em seu desempenho.

Programas computacionais voltados para o cálculo de estabilidade, hoje em dia, são bastante difundidos nas embarcações modernas. Com eles é possível calcular e executar, em tempo real, os diversos parâmetros que influenciam as suas condições operacionais. Com os dados obtidos por sensores, há condições de se saber quanto de lastro está sendo requerido para que



a embarcação seja trimada. Há situações em que os parâmetros de estabilidade podem ser corrigidos pelo operador ou mesmo serem automáticos, como os que são encontrados em sistemas *anti-heeling*, bem comuns em navios contêineres.

É neste contexto que vem a ser apresentada a concepção *da quilha retrátil para hovercrafts*. Na verdade, em se tratando de uma embarcação do tipo, em que se assemelha a um catamarã, haveriam de ser duas quilhas retráteis.

A quilha teria a função de ser uma espécie de lastro móvel, neste caso, de forma automática, sendo acionada de acordo com a atuação de um controle computacional de estabilidade. A mesma seria de um porte, devidamente calculado de acordo com as proporções da embarcação. Ela poderia ser o próprio tanque de combustível da embarcação, pois, o próprio peso do líquido já contribuiria para o deslocamento do centro de gravidade da embarcação para o percentual desejado. Mas o próprio peso da quilha em si, já deverá ser o suficiente para garantir a estabilidade requerida.

A quilha seria acionada hidráulicamente, pois, acredita-se ser o meio de acionamento mais viável para grandes estruturas. Desta forma, num movimento retrátil, tipo basculante, a quilha se deslocaria de uma posição horizontal, quando no berço, ou seja, totalmente recolhida na embarcação, para uma posição de 90°, a qual representaria a posição de abertura total, deslocando todo o peso possível para baixo.

O sistema automático é imprescindível neste caso, pois, dada as condições operacionais da embarcação, quer-se sempre que haja um melhor desempenho da mesma, em qualquer situação, isto significa que é esperada sempre que haja uma velocidade maior e que não se despendeie muito combustível para isso. Mas, como é mandatário e imperativo o quesito segurança, às vezes tenha que ser perdida a velocidade e aumentado o consumo de combustível para que não se venha a comprometê-la.

Desta forma, logicamente, só se faria sentido em aplicar um sistema deste em um *hovercraft* que fosse trafegar em situações de mar que realmente exigem uma condição de estabilidade bem acertada. Neste caso, estaria se justificando tal investimento.

Como exemplo, pode ser citada a rota que ligaria a Praça XV à Copacabana e Barra, respectivamente. Conforme o *hovercraft* fosse deixando a Baía de Guanabara e ganhando o mar, a quilha iria sendo acionada, automaticamente, de acordo com as condições de mar e tempo à proa. Quando da sua chegada ao *hoverport*, a quilha seria recolhida totalmente antes do *hovercraft* aterrisar na praia, não podendo nunca ter qualquer percentual de erro no seu recolhimento ao berço, sob o risco de tocá-la no fundo.

Para ser sustentada a idéia de usar os próprios tanques de combustível para atuarem como quilhas retráteis, a preocupação com o consumo logo vem à tona no sentido de que com o decorrer da operação da embarcação este combustível venha a ser diminuído no tanque, de forma que em um dado momento ele já estaria num nível baixo. Mas, para que se evite este transtorno, seria imprescindível o reabastecimento da embarcação antes que o nível de combustível se configure em um patamar de risco. Desta forma, seria o ideal que em todas as aterrisagens o *hovercraft* fosse reabastecido, garantindo, então, o preenchimento completo das ‘quilhas-tanque’.

## CONCLUSÃO

As limitações impostas ao tráfego na Baía de Guanabara em relação à velocidade das embarcações talvez sejam um dos maiores entraves operacionais a tipos como os *hovercrafts*. Porém, como tudo é passível de mudança, acredita-se que, com a sua implantação no tráfego aquaviário local, tal fato deva ser analisado particularmente, pois, não se trata neste caso de uma embarcação convencional, mas sim de um veículo que navega sobre um colchão de ar, portanto, que não produz o mesmo tipo de marola a uma dada velocidade em se comparando com uma outra embarcação de mesmo deslocamento. Desta forma, após as devidas provas seria possível determinar qual o real limite de velocidade por cada área da baía, que cada qual poderia navegar.

Ainda se discutindo a respeito de segurança, é também passível de apreciação a questão da aplicação da quilha retrátil a depender do trecho de navegação, de forma que a mesma venha a se situar como uma reguladora automática de estabilidade, onde se tenha o máximo de velocidade disponível, mas, com o máximo também em segurança. Para isso, é necessária a implantação de um sistema computacional específico, onde o mesmo possa atuar automaticamente no controle da mesma.

Muito há onde se avançar quando o assunto é navegação, principalmente nos quesitos onde tangem itens como segurança e desempenho. Um não pode estar dissociado do outro em nenhum momento. E o *hovercraft* não foge a esta regra, aliás, deve se almejar cada vez mais as melhores soluções para que o mesmo possa ser aplicado de forma rentável para o armador e que seja competitivo comercialmente, não se configurando em um transporte oneroso, pois, o enfoque principal abordado nas linhas anteriores é o primordial atendimento à grande população.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

The British Hovercraft Museum Trust, an online encyclopedia describing the history of hovercraft; <http://www.hovercraft-museum.org>

*The History of Air Cushion Vehicles* (from 1716); Kalerghi-McLeavy Publications, 1963; Leslie Herbert Hayward, author.

*History of Hovercraft – Pioneering Vessels and People*; U.S. Hovercraft Society; David Lavis, Editor

*Hovercraft Technology, Economics and Applications*; Elsevier, 1989; Joseph R. Amyot, editor; Christopher Fitzgerald, contributor

*The Speed and Power of Ships: A Manual of Marine Propulsion*; US Government Printing Office, 1933: Admiral David W. Taylor, author.

PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO. “*O Rio de Janeiro e a sua orla: história, projetos e identidade carioca*”; *Coleção Estudos Cariocas*. Secretaria Extraordinária de Desenvolvimento, Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos. Dezembro 2009. ([www.armazemdedados.rio.rj.gov.br](http://www.armazemdedados.rio.rj.gov.br).)

[http://www.denatran.gov.br/campanhas/hotsite\\_pelaestradaafora/index.html](http://www.denatran.gov.br/campanhas/hotsite_pelaestradaafora/index.html)