



Universidade Federal do Amazonas  
Centro de Ciências do Ambiente  
*Programa de Pós-Graduação em Ciências do  
Ambiente e*



**PPG/CASA**

***Sustentabilidade na Amazônia - PPG/CASA***

**MESTRADO EM CIÊNCIAS DO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE NA AMAZÔNIA**  
Aprovado pela Resolução nº 009/95 – CONSUNI de 17/08/95, credenciado pela CAPES em set/2000

**DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS COMO CONJUNTO DE  
FERRAMENTAS E SUPORTE ÀS ATIVIDADES E PESQUISAS  
SOCIOAMBIENTAIS NA AMAZÔNIA BRASILEIRA**

**Mobilidade e Acessibilidade em Áreas de Várzea**

**Mestrando: Ney Robinson Salvi dos Reis**

**MANAUS - AMAZONAS  
Junho de 2010**



Universidade Federal do Amazonas  
Centro de Ciências do Ambiente  
*Programa de Pós-Graduação em Ciências do  
Ambiente e*



**PPG/CASA**

***Sustentabilidade na Amazônia - PPG/CASA***

**MESTRADO EM CIÊNCIAS DO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE NA AMAZÔNIA**  
Aprovado pela Resolução nº 009/95 – CONSUNI de 17/08/95, credenciado pela CAPES em set/2000

## **DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS COMO CONJUNTO DE FERRAMENTAS E SUPORTE ÀS ATIVIDADES E PESQUISAS SOCIOAMBIENTAIS NA AMAZÔNIA BRASILEIRA**

### **Mobilidade e Acessibilidade em Áreas de Várzea**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia - PPG/CASA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências do Ambiente, área de concentração em Política e Gestão Ambiental.

**Mestrando: Ney Robinson Salvi dos Reis**  
**Orientador: Prof. Dr. Carlos Edwar de Carvalho Freitas**

**MANAUS - AMAZONAS**  
**Junho de 2010**



Universidade Federal do Amazonas  
Centro de Ciências do Ambiente  
*Programa de Pós-Graduação em Ciências do  
Ambiente e*



**PPG/CASA**

**Sustentabilidade na Amazônia - PPG/CASA**

MESTRADO EM CIÊNCIAS DO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE NA AMAZÔNIA  
Aprovado pela Resolução nº 009/95 – CONSUNI de 17/08/95, credenciado pela CAPES em set/2000

**DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS COMO CONJUNTO DE  
FERRAMENTAS E SUPORTE ÀS ATIVIDADES E PESQUISAS  
SOCIOAMBIENTAIS NA AMAZÔNIA BRASILEIRA**

**Mobilidade e Acessibilidade em Áreas de Várzea**

**Ney Robinson Salvi dos Reis**

**BANCA EXAMINADORA**

---

---

---

**Aprovado em** \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

**Nota:** \_\_\_\_\_

Ficha Catalográfica  
(Catalogação na fonte pelo Departamento de Biblioteconomia da UFAM)

**REIS, Ney Robinson Salvi**

Desenvolvimento de tecnologias como conjunto de ferramentas e suporte às atividades e pesquisas socioambientais na Amazônia brasileira - mobilidade e acessibilidade em áreas de várzea/Ney Robinson Salvi dos Reis – Manaus: UFAM, 2010.

100 p.; il. color

Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) – Universidade Federal da Amazônia – UFAM, 2010.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Edwar de Carvalho Freitas

1. Acessibilidade em áreas alagadas; 2. Amazônia; 3. Pantanal; 4. Monitoramento ambiental; 5. Mobilidade em áreas sensíveis; 6. Robótica; 7. Veículos tele-operados I. Título

**CDU**

## DEDICO

Por tudo que foi apresentado e por acreditarmos que as conquistas sociais se fazem com muito trabalho, paciência e perseverança, (mesmo que algumas vezes não compreendido por algumas pessoas ou grupos de interesse em determinado momento), foi realizada uma singela homenagem a Chico Mendes, batizando com o seu nome o protótipo que foi construído.

Até que conseguíssemos a autorização da família do ambientalista e seringueiro para emprestar seu nome ao protótipo, a ele se fazia carinhosamente referência como “Chico” ou, ainda, “Chiquinho”, como ficou sendo conhecido e chamado por todos da equipe e por aqueles que contribuem até hoje nesta empreitada.

Obrigado Chico Mendes!



“Nossa vitória depende de nossa organização e disciplina.” (sic)

Chico Mendes

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Jackson Collares, a quem devo a primeira palavra de incentivo para esta empreitada.

À Profa. Dra. Sandra Noda, meu primeiro contato formal com a instituição Ufam. A professora, bem como toda sua equipe, sempre me tratou com carinho e paciência, mesmo tendo a mim confessado surpresa a com intenção de um engenheiro de robótica de uma empresa de petróleo de desenvolver um mestrado acadêmico em ciências do ambiente.

Ao Prof. Dr. Carlos Edwar, meu orientador, grande conhecedor dos caminhos de solução e mestre facilitador dos processos.

Aos Professores do PPG/CASA, pela compreensão e generosidade diante de minha perplexidade com o novo e das situações imprevistas.

Ao Prof. Dr. Antonio Carlos Witkoski, pelo exame do texto primeiro desta dissertação, dando sugestões e orientações fundamentais à estruturação da idéia.

À Profa. Dra. Marilene Correa, pelas sugestões epistemológicas e por abrir as portas da comunidade científica/acadêmica a potenciais projetos conjuntos visando a interiorização dos desdobramentos deste estudo.

Aos colegas/amigos das turmas de 2007 e 2008, pelo companheirismo e acolhida, imprescindíveis à minha adaptação ao novo desafio.

À equipe do Laboratório de Robótica do Centro de Pesquisas da Petrobras, pelo companheirismo e imprescindível suporte de qualidade nas formulações e materializações dos conceitos aqui descritos.

Ao Rodrigo, amigo, braço direito e esquerdo, pelo incentivo, puxões de orelha e empurrões necessários.

Ao Paulo Gustavo, grande companheiro, mago da logística, e à sua competente equipe, sempre solícitos e proativos.

Ao amigo e “guru” Pellon, por ter acreditado no que podemos fazer e ter nos aberto as portas da Amazônia.

Ao Grande Nelson Cabral - e seu coração idem - por ainda se emocionar diante de um sorriso de criança e compartilhar tal emoção com os amigos.

À Lucia Helena Ramos, pelos toques de carinho e poesia!

## LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1** - Marco Lógico adotado na pesquisa.
- FIGURA 2** - Primeira página das tabelas do *Almanach Perpetuum*.
- FIGURA 3** - Planisfério Cantino. Mapa do Século XV.
- FIGURA 4** - Carta Náutica Portuguesa datada de 1504.
- FIGURA 5** - Reprodução de páginas do livro “O Poço do Visconde”.
- FIGURA 6** - Lavra do petróleo pela Petrobras dependia da via fluvial.
- FIGURA 7** - Traçado proposto para o gasoduto Coari-Manaus e ramificações.
- FIGURA 8** - Linha tronco Urucu-Manaus e municípios atendidos.
- FIGURA 9** - Flagrantes de sobrevôo na faixa do gasoduto na cheia de 2009.
- FIGURA 10** - Levantamento diário das cotas do rio Solimões medidas em Coari.
- FIGURA 11** - Flagrante do Sr. Sebastião Lima Mendonça “Seu Saba” entre as canaranas.
- FIGURA 12** - Bacia do Solimões e diferenças entre períodos de seca e cheia.
- FIGURA 13** - Diferentes tipos de “tapagens” que cobrem superfícies d’água.
- FIGURA 14** - “Clareira” aberta para a passagem de embarcação convencional.
- FIGURA 15** - Distribuição em profundidade das macrófitas, no intervalo de 0 a 15 m.
- FIGURA 16** - Aspecto de leito de rio de várzea durante a seca de 2005.
- FIGURA 17** - Detalhe da dificuldade de locomoção dos ribeirinhos (seca de 2005).
- FIGURA 18** - Grupo de pesquisas em locomoção, com corte de tapagem.
- FIGURA 19** - Coletas *in situ* feitas com embarcações frágeis e de alcance limitado.
- FIGURA 20** - Veículo tático militar para manobras em áreas inundadas.
- FIGURA 21** - Veículos anfíbios em algumas situações em áreas inundadas.
- FIGURA 22** - Dificuldade dos meios convencionais de locomoção.
- FIGURA 23** - Dificuldade de transpor ambientes alagados de várzea..
- FIGURA 24** - Seqüência evolutiva do Robô Asimo.
- FIGURA 25** - Seqüência de desenvolvimento do anuro, larva do sapo.
- FIGURA 26** - Robô G.I.R.I.N.O. em duas versões.
- FIGURA 27** - Distribuição de áreas com proposta de classificação - A, B, C e D.
- FIGURA 28** - Roseta de avaliação com itens de interesse.
- FIGURA 29** - Diferentes tipos de veículos anfíbios examinados luz de diferentes parâmetros.
- FIGURA 30** - Fotos de *Gerróideas* apoiadas sobre a superfície da água.
- FIGURA 31** - *Gerróideas* sobre superfície híbrida (líquido+ sólido).
- FIGURA 32** - Foto contrastada mostra o inseto andando sobre a superfície líquida.
- FIGURA 33** - Penso, logo existo?
- FIGURA 34** - Robô Rocky 7 em testes em campo que simula as condições de Marte.
- FIGURA 35** - Veículo de Operação Remota – R.O.V.
- FIGURA 36** - Humanóides - desde R.U.R - um dos pioneiros até os atuais ASIMO.
- FIGURA 37** - Estudos anatômicos de Leonardo da Vinci.
- FIGURA 38** - O Homem Vitruviano, de Leonardo da Vinci.
- FIGURA 39** - Sistema Cirúrgico da Vinci – treinamento e intervenções cirúrgicas tele-operadas
- FIGURA 40** - Estudo de partes e movimentos de patas de um inseto caseiro: barata..
- FIGURA 41** - Decomposição do estudo de movimentos em ângulos e limites.
- FIGURA 42** - Diagrama esquemático da concepção proposta, em vista frontal e lateral.
- FIGURA 43** - Estudos preliminares de suspensões (pernas+patas).
- FIGURA 44** - Materialização e detalhes construtivos das suspensões.
- FIGURA 45** - Protótipo (modelo reduzido) no tanque de testes do Cenpes.
- FIGURA 46** - Protótipo (modelo reduzido) em teste no lago frontal do Cenpes.
- FIGURA 47** - Alunos Escola Municipal Getúlio Vargas em Manacapuru.
- FIGURA 48** - Mapa-tabuleiro do Jogo Amazônia Brasileira.
- FIGURA 49** - Banda desenhada do Robô Ambiental Híbrido.
- FIGURA 50** - Locomoção do protótipo em situações variadas.

**FIGURA 51** -Seqüência de capotagem em terreno de “voçoroca” típica.

**LISTA DE TABELAS:**

**TABELA 1** - Dados do Empreendimento Gasoduto Coari-Manaus

**LISTA DE ANEXOS:**

**ANEXO 1** - DVD do Momento Ciência da Petrobras.

**ANEXO 2** - Apresentação do Robô Contador de Histórias

**ANEXO 3.1** - Apresentação do projeto Jogo Amazônia Brasileira para cliente.

**ANEXO 3.2** - Apresentação do estudo de caso do Jogo Amazônia Brasileira para Amazonas Design.

**ANEXO 3.3** - Apresentação do estudo de caso da criação de marca para Robô Ambiental Híbrido para Amazonas Design.

## RESUMO

A busca cada vez mais intensa por novas fontes de energia, bem como a disponibilização e uso eficiente daquelas já existentes, faz com que a sociedade busque racionalizar esta difícil equação. No Brasil, a natureza foi generosa e nos deu muitas opções, que precisam e estão sendo paulatinamente descobertas, desenvolvidas e tornando-se acessíveis ao conjunto doméstico e industrial. Sociedade, governo, indústria e academia unem esforços para ir além das fontes e tecnologias correlatas já mapeadas, com o intuito de buscar novas relações de compromisso, numa visão de médio e longo prazo. As jazidas de gás natural e óleo leve descobertas no interior da Floresta Amazônica nas décadas de 70 e 80 trazem uma questão: como colocar tão nobre recurso natural à disposição dos centros consumidores de modo eficiente, econômico e sustentável, garantindo, ao mesmo tempo a confiabilidade e segurança das operações e instalações industriais necessariamente situadas em áreas alagadas de vegetação densa?

A construção de uma complexa malha de dutos foi a solução indicada para transportar o gás natural produzido no município de Urucu-AM que apresenta inegáveis vantagens se comparado ao diesel, atualmente usado como base da matriz energética da cidade de Manaus e seu entorno. Diante disso, outra questão emerge: como operar, manter e monitorar ambientalmente as faixas de influências desta malha que atualmente conta com 800 km de dutos, mas que tende a se expandir junto com uma das regiões que mais tem crescido no Brasil nas últimas décadas?

Tais questionamentos incitam oportunidades de desenvolvimentos tecnológicos, discussão da presente dissertação, qual seja, examinar e propor um novo conceito de locomoção (de pessoas, equipamentos e mercadorias), em locais de difícil acesso e condições inóspitas. Um veículo com ênfase ambiental que, desde as primeiras especificações, seja concebido para tais cenários e propicie aos responsáveis mantenedores de tal empreendimento condições de mobilidade e acessibilidade sustentáveis em regiões sensíveis da várzea amazônica. Por extensão, acreditamos que terrenos com condições de mobilidade similares também poderão se beneficiar desse estudo, tais como áreas alagadas e alagáveis

do Pantanal do Centro-Oeste brasileiro, todas de difícil (e até impossível) acesso, se considerados os meios convencionais de locomoção disponíveis atualmente.

**Palavras Chave:** Acessibilidade em áreas alagadas, Amazônia, Pantanal, Monitoramento Ambiental, Mobilidade em áreas sensíveis, Robótica, Veículos teleoperados.

## **ABSTRACT**

*The intense search for new energy sources, as well as for the general availability and efficient use of those already existing, demands creative and rational answers to this difficult equation. In Brazil, Nature has been generous and furnished many options that are being gradually discovered, developed and made accessible to domestic and industrial uses. Society, Government, industry and academia join forces to go beyond the limits of current technologies in order to establish new relationships in the medium and long term. The natural gas and light oil 1970s and 1980s discoveries in the rainforest-covered Solimões sedimentary basin (Juruá and Urucu fields) raise the following question: how to make such a noble natural resource available to consumer centers, in an efficiently and economically sustainable fashion, ensuring the reliability and safety of operations and industrial facilities located in flooded areas with dense vegetation, under inhospitable conditions and in places very difficult to access?*

*The construction of a complex pipeline network was the solution found suitable for transporting the natural gas and light oil produced in Urucu. These products present undeniable advantages if compared to diesel, currently used as the basis of the energy matrix in Manaus metropolitan region and its surroundings. As a result, another question emerges: how to operate, maintain and monitor areas under the influence of this infrastructure that stretches for 800 km along one of the fastest-growing regions of Brazil in recent decades?*

*These questions bring opportunities for discussions embracing the technological basis of the present academic work, which intends to examine the feasibility of a new locomotion concept for people, equipment and goods. A vehicle*

*with environmental emphasis placed as part of its very first specifications, specially designed for inundated scenarios in Amazonia. Such a concept could help decision makers to plan operational activities by providing mobility and accessibility into sensitive areas of Amazonian floodplains. In addition, we expect that this innovative technology will benefit similar areas in Brazil, such as the flooded native pastures of the Pantanal of Mato Grosso state, which is difficult (or even impossible) to access using the conventional means of locomotion available today.*

**Keywords:** *Accessibility in flooded areas, Amazon, Urucu, pipeline, Pantanal, environmental monitoring, Mobility in sensitive areas, Robotics, Tele-operated vehicles.*

## SUMÁRIO

	Página
<b>FICHA CATALOGRÁFICA</b>	<b>IV</b>
<b>HOMENAGEM</b>	<b>V</b>
<b>AGRADECIMENTOS</b>	<b>VI</b>
<b>RESUMO</b>	<b>VII</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>VIII</b>
<b>SUMÁRIO</b>	<b>X</b>
<b>LISTA DE FIGURAS, TABELAS E ANEXOS</b>	<b>XII</b>
<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
Apresentação do problema	1
Motivação	5
Objetivos	6
Geral	6
Específicos	6
Justificativa	8
Estrutura da dissertação	9
Visão geral da lógica de pesquisa adotada	11
<b>CAPÍTULO 1 - HISTÓRIA, ENERGIA E INDÚSTRIA DO PETRÓLEO NA AMAZÔNIA BRASILEIRA</b>	<b>12</b>
1.1 Aspectos históricos	12
1.2 Energia e a indústria do petróleo	16
1.3 O mundo amazônico no fluxo do tempo: soberania, água, energia, solo, riquezas do subsolo, fronteiras	21
<b>CAPÍTULO 2 - AMBIENTES DE VÁRZEA: TECNOLOGIAS DE MOBILIDADE E LOCOMOÇÃO EM ÁREAS ALAGÁVEIS</b>	<b>31</b>
2.1 Problemática	31
2.2 Sazonalidade e a exuberância das ocorrências naturais	31
2.3 Diferentes substratos e ocorrências diferenciadas ao longo dos trajetos	36
2.4 Tratar diferentes como diferentes: conceito de áreas (A, B, C e D)	39
2.5 Impactos causados pela inexistência de tecnologias apropriadas para a região e como interferem	40
2.6 Identificação de anterioridades	44
<b>CAPÍTULO 3 – USO DA ROBÓTICA EM ÁREAS ALAGÁVEIS: PRIMEIRAS IDÉIAS</b>	<b>47</b>
3.1 Necessidade de adoção de novos paradigmas	47
3.2 Desenvolvimento de novas tecnologias de locomoção apropriadas para a região	49
3.3 Robótica aliada a exemplos da natureza: biomimética	50
<b>CAPÍTULO 4 – NATUREZA COMO FORÇA INSPIRADORA: DAS PRIMEIRAS IDÉIAS AO PROJETO</b>	<b>56</b>
4.1 Observações <i>in situ</i> e introdução do conceito de áreas (A, B, C e D): uma tentativa de classificação de cenários de operação	56

<b>4.2 Localização de anterioridades e avaliação de tecnologias existentes</b>	<b>58</b>
<b>4.3 Geração de propostas e trabalhos pioneiros domésticos: surge a idéia primeira</b>	<b>61</b>
<b>4.4 Estudos teóricos e experimentos conceituais em laboratório</b>	<b>63</b>
4.4.1 Insetos patinadores: a natureza como inspiração	65
4.4.2 A robótica como auxiliar e complemento	67
4.4.3 Aspectos polêmicos	76
<b>CAPÍTULO 5 – DESEMPENHO E ROBUSTEZ: A VIDA ARTIFICIAL EM AMBIENTES DE VÁRZEA (LIMITES E POSSIBILIDADES)</b>	<b>77</b>
<b>5.1 Biomimética aplicada ao problema de mobilidade</b>	<b>77</b>
<b>5.2 Experimentos conceituais em laboratório</b>	<b>81</b>
<b>5.3 Experimentos e testes de campo</b>	<b>83</b>
5.3.1 Testes <i>in situ</i>	87
5.3.2 Testes de desempenho e robustez	87
5.3.3 Estudos acadêmicos dedicados ao tema	89
<b>5.4 Conclusões dos testes de campo</b>	<b>90</b>
<b>5.5 Desdobramentos para continuidade: o que já foi feito e insumos gerados</b>	<b>91</b>
<b>5.6 Geração de inovações</b>	<b>92</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>93</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>97</b>

# INTRODUÇÃO

## **Apresentação do problema**

Desde o nascedouro e ao longo do desenvolvimento deste trabalho existe no autor um forte sentimento: a) pela oportunidade de conhecer e atuar como brasileiro na Região Amazônica; b) pelo privilégio de compartilhar os saberes e costumes locais com seus habitantes; c) humildade diante de tamanha riqueza – natural cultural e humana; d) finalmente, por conta disso, pela expectativa de poder usar conhecimentos e ferramentas de engenharia para propor algo que, desde seu nascedouro, seja dedicado às peculiares características ambientais e culturais da área investigada.

Tal movimento, entretanto, foi possível graças a uma oportunidade surgida de uma necessidade operacional da Petrobras. Contamos, entre outros, com o apoio e articulação feita com o Projeto Inteligência Socioambiental Estratégica da Indústria de Petróleo na Amazônia - Piatam - um trabalho pioneiro iniciado pela Universidade Federal do Amazonas - Ufam no ano 2000, que, logo depois, em 2002, seria também abraçado pela Finep e Petrobras, com a participação adicional do Inpa, Fucapi e Coppe/Ufrj. Como complemento e base de sustentação tecnológica e de desenvolvimento ao Piatam, foi concebido o Projeto Ferramentas Cognitivas para a Amazônia - Cognitus, iniciativa também apoiada pela Petrobras.

Foi exatamente em uma das várias publicações do Projeto Piatam que pode ser encontrada uma síntese do sentimento resumidamente colocado no primeiro parágrafo. Na apresentação do livro “Comunidades Ribeirinhas Amazônicas: modos de vida e uso dos recursos naturais” (FRAXE *et alli* 2007), pode ser encontrado o seguinte texto:

“O distante mundo da alta tecnologia e dos meganegócios que emergem da exploração de campos petrolíferos e que faz brotar do subsolo profundo e de um passado geológico da Amazônia uma outra sorte de riquezas não poderia ignorar o mundo da superfície, da era geológica atual, das florestas vivas das várzeas holocênicas e das terras firmes terciárias. O surgimento de complexos industriais, polidutos quilométricos, o trânsito de embarcações gigantes e outras estranhezas não passariam despercebidos aos olhos das comunidades ribeirinhas do rio Solimões-Amazonas, que há séculos moldam seus estilos de vida e cultura às margens dos grandes e pequenos rios da região. As famílias ribeirinhas, aos olhos daquele outro mundo, poderiam ser tomadas como que enfileiradas para assistí-lo (apenas) por onde passa com essas misteriosas riquezas desenterradas e transportadas em portentosos navios tanque e dutos. Ainda que distantes no tempo e no espaço, esses mundos inevitavelmente entrariam em colisão. Há riscos de que desse choque entre mundos jamais resultasse em um convívio harmonioso. Cabe exigir não tão somente um zelo máximo e cuidadoso na implantação e operação dessas estruturas e máquinas que movimentam os hidrocarbonetos no mundo da superfície e através das vidas das gentes do lugar, mas também a socialização dessas riquezas entre todos os afetados e a mitigação dos impactos ambientais e socioeconômicos.”

Levando-se em consideração que, já há algum tempo, a Região Amazônica passou definitivamente a fazer parte do cotidiano de todo o planeta, cabe pensar que o tema Amazônia, nos leva cada dia mais às questões ambientais, bem como às questões estratégicas. Além disso, é crucial que os brasileiros a conheçam em detalhe, a fim de que seja possível traçar e aplicar estratégias eficientes, assim como propor políticas públicas adequadas às suas especificidades.

“No caso da Amazônia, perduram imagens obsoletas sobre sua realidade, verdadeiros mitos que dificultam a tomada de decisão nas políticas públicas, complicadas também por fortes conflitos de interesses quanto ao uso do território regional.” (BECKER, 2004)

Exibindo uma das maiores taxas de crescimento urbano na segunda metade do século XX, a região de Manaus foi aquela que mais cresceu no Brasil, chegando a fundamentar sua concepção como uma floresta urbanizada (BECKER, 1995, 1998). Tal fato coloca em discussão alguns falsos conceitos ou pré-conceitos sobre a Amazônia, tais como a predominante não existência de habitantes ou ainda a insuficiente densidade populacional para ocupá-la no geral. O que efetivamente pode ser observado são as populações ribeirinhas e outros povos que lá habitam em

evolução no seu cotidiano, onde trocas sociais se intensificam cada dia mais, o que traz para a população local a necessidade de assumir novos hábitos.

“O povoamento regional nas últimas três décadas alterou o antigo padrão, secular, fundamentado na circulação fluvial. As rodovias atraíram a população para a terra firme e para novas áreas, abrindo grandes clareiras na floresta, e, sob o influxo da nova circulação, a Amazônia se urbanizou e se industrializou, embora com sérios problemas sociais e ambientais”. (BECKER, 2004)

Mesmo diante de novas oportunidades e novas tecnologias de ocupação e locomoção por terra firme, que trazem importantes alterações no dia a dia da região, fica patente que a exuberante presença da água e de todas as interfaces e situações por ela propiciadas, continuarão a ser, ainda por muito tempo, tema de cobiça, interesses estratégicos e, portanto, motivo para atenção da sociedade brasileira.

Desde há muito, toda esta atividade social vem se adequando, e continuará, ainda, a mercê das grandes mudanças de cenário motivadas pela alternância de características decorrente da sazonalidade e do importante regime de águas. “O caráter anfíbio da várzea também levou o homem que a ocupa a desenvolver estratégias adaptativas peculiares” (FRAXE, 2000).

Dentro desta complexa relação de forças e interesses, residem grandes desafios, onde as políticas e esforços de desenvolvimento deverão atender à região como um todo, trazendo benefícios para seus habitantes, bem como para o Brasil, sem que, entretanto, se agrida seu bioma natural. “A preocupação ambiental não significa estancar o desenvolvimento regional, mas sim pensá-lo em outros termos e prever sua expansão de forma orientada” (BECKER, 2004).

Reside exatamente aí a oportunidade para que seja proposta e aplicada a base para um modelo de desenvolvimento especial e que adote outras formas de relação com os recursos naturais, o que pressupõe um constante diálogo do homem (sistema social) com a paisagem (sistema ecológico), processo chamado de adaptação reguladora (MORAN, 1989). Para tanto, é necessário, com urgência, conhecer melhor e nos tornarmos íntimos desta tão bela e cobiçada região de nosso país, para que se possa caminhar com segurança e desenvoltura, com o sentimento e a certeza de que estamos em nossa casa e cuidando bem do que é nosso.

Desde as primeiras operações de observação e reconhecimento na região de interesse do empreendimento do gasoduto Coari-Manaus, foi detectado o problema

de acessibilidade. Sempre acompanhadas de intensas trocas com os moradores ribeirinhos, percebeu-se também quão forte são as tradições locais, assim como os paradigmas relacionados aos meios de transporte para a região. Mesmo os expoentes (pessoas ou empresas) que para lá vão estudar, pesquisar ou atuar em áreas diversas, assumem com pouco ou nenhum questionamento o modal vigente como padrão.

É oportuno enfatizar que o presente estudo não privilegiou tecnologias de mobilidade e/ou acessibilidade em regiões de terra firme. De acordo com a observação aqui realizada e com a conseqüente estratégia adotada, o olhar do pesquisador foi direcionado para as situações onde houvesse – mesmo que sazonalmente - a presença de água, para onde se conclui existir uma demanda reprimida associada às tecnologias de locomoção.

## **MOTIVAÇÃO**

Quando, em dezembro de 2004, o autor visita pela primeira vez a calha do rio Solimões, para tomar contato com os locais na região proposta para a instalação do gasoduto Coari-Manaus, o sentimento, além do privilégio de ali estar, foi de uma grande responsabilidade no trato com o assunto. Ficou clara a necessidade de conceber um pensar e um agir diferentes sobre os desdobramentos daquela situação. Todo aquele complexo sistema industrial precisaria ser monitorado de modo eficiente e ver atendido o conjunto de necessidades operacionais em um ambiente de características socioambientais singulares.

# OBJETIVOS

## Geral

Desenvolver um modelo conceitual de transporte para região de florestas inundadas e de várzeas amazônicas, que, desde seu nascedouro, considere as características peculiares da região, conseguindo, assim, operar em condições onde os meios convencionais de locomoção apresentam dificuldades ou mesmo impossibilidade de uso.

## Específicos

- 1) Estudar e melhor conhecer a várzea amazônica e suas características, buscando interagir com mais profundidade com seus moradores, seus costumes e os saberes existentes;
- 2) desenvolver um novo conceito de veículo como mais uma alternativa de locomoção para a região, que seja versátil, porém pouco invasivo, e que reconheça e se adapte aos diferentes tipos de solo e obstáculos ao longo de seus trajetos e missões;
- 3) interagir e se locomover sobre diferentes composições de substratos (água, gramínea flutuante, macrófitas, galhos e troncos de árvores, lixo sobrenadante, areia, lama, pedras e regiões de solo compactado), independentemente das condições impostas pela sazonalidade, isto é, variações marcantes no nível das águas provocadas pelos períodos de cheia, vazante, seca e enchente;
- 4) propiciar meios para a obtenção remota de dados e informações diretamente dos locais de difícil acesso, visando obter como resultado algo mais do que meras extrapolações e inferências sobre os objetos de estudo;
- 5) desenvolver sistemas de comunicação e tele-operação para o acompanhamento e monitoramento das instalações industriais com seus aparatos tecnológicos e operacionais, já que, nos casos extremos e de

contingência, os equipamentos e instalações precisam ser operados, monitorados e mantidos *in-situ*.

As premissas para a consecução dos objetivos acima relacionados são as seguintes:

- conceber tecnologias inovadoras, porém pouco invasivas e baseadas nas especificidades locais, respeitando as peculiaridades da região e os saberes de seus habitantes;
- facilitar e tornar freqüente a presença de pesquisadores e cientistas em suas regiões de interesse, aumentando a troca de informações com seus moradores buscando as tecnologias locais;
- entender melhor as mudanças de cenários provocadas pela sazonalidade nas áreas alagáveis;
- apreender os saberes locais e compreender o cotidiano dos habitantes impactados por tais fenômenos, identificando possíveis soluções já em utilização;
- provocar mecanismos de fixação e disseminação de informações sobre as anterioridades e saberes da Região Amazônica;
- estar ciente e disseminar a idéia de que a atuação na região, em pontos até então não alcançados, nela interferirá. Para tanto, introduzir procedimentos e/ou indicações para que a interferência destas ações seja, sempre que possível, minimizada ou mesmo neutralizada.

## **JUSTIFICATIVA**

É claro para o autor que, dada à complexidade do problema, não se pretende com a presente dissertação chegar a uma tecnologia que atenda a todos os cenários descritos ou ainda a outros que não tenham sido aqui contemplados. Acredita-se, entretanto, que, partindo de uma demanda industrial e de um conceito voltado inicialmente para atender aspectos operacionais da indústria, e com base na constatação da enorme lacuna de tecnologias talhadas para a região, é possível utilizar esse primeiro esforço para buscar a aplicação do emprego do conceito aqui estudado a outras áreas (científica, civil e militar). A presente iniciativa poderá, portanto, ser o pólo de atração para novos atores numa espiral positiva.

## **ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO**

A dissertação está dividida em seis secções.

**INTRODUÇÃO:** que apresenta o entendimento do autor sobre o papel da Amazônia no mundo atual, inclusive com sua crescente inserção como um dos pólos de desenvolvimento de energia do País. Além dos aspectos comumente discutidos na região, de agora em diante deve-se considerar o tema mobilidade e acessibilidade em áreas alagadas e alagáveis como imprescindível à estratégica do Brasil em sua porção setentrional. Ademais, os objetivos (geral e específicos) são descritos neste capítulo. Como uma das abordagens no presente trabalho passa por quebra de paradigmas numa região onde os costumes e saberes locais são uma riqueza inestimável, a pesquisa certamente se depara com situações interessantes, onde novas oportunidades e novos atores devem surgir;

Alguns aspectos históricos relevantes para o entendimento dos temas acessibilidade e mobilidade são resgatados no **CAPÍTULO 1**, assim como discute a questão da energia e da indústria do petróleo, para então discorrer sobre o mundo amazônico no fluxo do tempo em algumas de suas facetas, sob o prisma da soberania brasileira na região;

No **CAPÍTULO 2** o detalhamento da questão científica e da problemática de locomoção na região de interesse é apresentado e inclui um levantamento de tecnologias e avaliação de cenários específicos de atuação, bem como algumas anterioridades que pudessem dar respostas ao problema;

**CAPÍTULO 3:** Aqui podem ser encontradas algumas premissas para a formulação de hipóteses e a indicação para a adoção de novos paradigmas para o modal de transporte, tais como a tentativa de junção de disciplinas de robótica e exemplos oriundos da natureza na busca de uma nova abordagem para desenvolvimentos na área investigada;

A metodologia utilizada nesta dissertação é descrita no **CAPÍTULO 4** onde o autor, a partir de observações e experiências de campo, propõe a introdução de conceitos diferenciados de áreas aparentemente semelhantes, mas que guardam sutilezas importantes para a classificação de cenários de operação. Algumas anterioridades foram examinadas, sendo descrita a primeira idéia de materialização com potencial conceitual e operacional.

No CAPÍTULO 5 as primeiras tentativas e experimentações, considerando a junção de conhecimentos de robótica e exemplos de oriundos da natureza, são aqui avaliadas. Resultados de testes de laboratório e de campo em situações reais, bem como a indicação para desdobramentos desta linha de pesquisa fecham o capítulo, com a colocação das inovações propostas e patentes já concedidas;

CONSIDERAÇÕES FINAIS: diante dos resultados positivos conseguidos a partir das propostas aqui colocadas, o autor propõe desdobramentos e continuidade dos estudos e projetos correlatos, abrindo, inclusive, para novos atores e interessados no tema.

## VISÃO GERAL DA LÓGICA DE PESQUISA ADOTADA

A pesquisa desenvolvida na presente dissertação segue orientações do Marco Lógico apresentado no diagrama da Figura 1 e construído durante o curso seguindo orientações da disciplina de Metodologia Científica.

Problema	Hipóteses	Objetivos	Questões de estudo	Proposições	Procedimento e instrumental de pesquisa
Dificuldades ou mesmo impossibilidade de acesso e locomoção em grande parte de áreas de interesse em Florestas Tropicais Úmidas.	<p>Novos desenvolvimentos dedicados à região de Várzea trariam perspectivas de novas pesquisas e estudos, até então limitados a recursos e tecnologias convencionais disponíveis.</p> <p>Nossa realidade é diversa e bastante mais complexa do que a de outras regiões já estudadas.</p> <p>Se, tomarmos as rédeas do processo de desenvolvimento e nos valermos de tecnologia doméstica capitaneada por nos Brasileiros, considerando tais aspectos e peculiaridades, estaremos contribuindo para um salto de qualidade e uma nova relação com o ambiente.</p>	<p><b>GERAL:</b> Desenvolvimento de novos tipos de transporte e sistemas de locomoção como mais uma alternativa de locomoção para região de florestas inundadas e várzeas.</p>			
		<p><b>ESPECÍFICOS</b> Conhecer melhor a região, seus costumes e saberes existentes, interagindo com seus moradores e as tecnologias locais.</p>	Meios de transporte e locomoção em áreas inundadas ou grandes massas de água.	Levantar o estado da arte em veículos especiais. Estudar características operacionais e comparar especificações.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Observação <i>in loco</i></li> <li>- Construção de protótipos</li> <li>- Testes de laboratório</li> <li>- Testes e experiências de campo</li> </ul>
		<p>Estudar e propor um novo conceito de veículo ousado, porém pouco invasivo, como mais uma alternativa de locomoção para a região, que reconheça e se adapte aos diferentes tipos de solo e obstáculos ao longo de seus trajetos e missões, independentemente das condições impostas pela sazonalidade.</p>	Partir de conceitos da Robótica Biomimética e Ergonomia, buscando um conceito novo de veículo de locomoção.	Verificar opções onde o inusitado e a inovação sejam o diferencial.	
		<p>Propiciar meios para obtenção remota de dados e informações diretamente nestes locais onde jamais alguém tivesse ido, visando usar algo mais do que apenas extrapolações e inferências sobre os objetos de observação e estudo.</p>	Unir os estudos das disciplinas citadas a fim de gerar base para construção de um veículo híbrido com ênfase ambiental.	Usar recursos e insumos dos projetos da família Cognitus-Piatam	

Figura 1 - Marco Lógico adotado na pesquisa.

# **CAPÍTULO 1 - HISTÓRIA, ENERGIA E INDÚSTRIA DO PETRÓLEO NA AMAZÔNIA BRASILEIRA**

## **1.1 Aspectos históricos**

Pretende-se nesse ponto resgatar alguns fatos para formar o entendimento de um quadro onde os temas acessibilidade e mobilidade representaram – e ainda representam – papéis fundamentais, não só no cotidiano da Amazônia, mas como um todo em sua relação com o Brasil e o mundo.

Por volta de 1500, no período em que portugueses e espanhóis disputavam a hegemonia mundial, as duas potências se armaram com o que havia de melhor em suas sociedades. Mar afora, tais países se aventuraram em busca de novas conquistas, de "novos mundos", o que, na prática, significa novas fontes de recursos naturais. Com a ajuda da ciência e da tecnologia disponíveis na ocasião, desenvolveram estratégias relativamente bem sucedidas, que fizeram a diferença nos resultados de cada lado, tornando-se peças fundamentais na definição da geopolítica da época. Algumas dessas definições foram determinantes e trazem reflexos até os dias de hoje.

Conhecido como a “Era dos descobrimentos”, este período dura do século XV até XVII, sendo fértil em desenvolvimentos tecnológicos. O carro chefe deste rol de inovações foi, claramente, o esforço feito para a construção de navios mais eficientes, com capacidade de navegar em segurança e por longo tempo em mar aberto. Sob a alcunha de “O Navegador”, o Infante D. Henrique lidera um movimento, baseado na vanguarda científica de seu tempo, voltado para a arte da navegação. A proposição de novas Rotas Marítimas levou à descoberta de arquipélagos e à exploração litorânea, abrindo novos caminhos que mudaram a face do mundo conhecido. Dobra-se o Cabo das Tormentas (depois Boa Esperança) e chegou-se às Índias. Levou-se o cristianismo até as terras do Japão, ao interior do Continente Africano e à América. No Brasil, os portugueses impuseram como padrão, inclusive nas margens do rio Amazonas, sua religião, sua língua e sua civilização. A reboque de tal tecnologia, foram também observados importantes avanços da ciência náutica, cartografia e astronomia.

A necessidade de conhecer melhor por onde navegavam e exploravam, fez com que os ibéricos desenvolvessem as Tábuas Astronômicas, preciosos instrumentos de navegação para alto-mar. Colocada à disposição dos pilotos e comandantes do século XV, as observações astronômicas revolucionaram procedimentos e técnicas náuticas. Ilustrado na Figura 2, o *Almanach Perpetuum*, do astrônomo Abraão Zacuto, foi publicado em Leiria, no ano de 1496, e utilizado por Vasco da Gama e Pedro Álvares Cabral, juntamente com o seu astrolábio melhorado.

martius												aprilis																																																			
Tabula ascēditis et duodecim domorum																																																															
dies mēsum	hōre minuta	1						2						3						4						dies mēsum	hōre minuta	1						2						3						4						5						6					
		gr̄		cācz		leo		leo		virg		scoz		sagi		leo		leo		virg		libz		scoz				capc		gr̄		cācz		leo		leo		virg		libz		scoz		capc																			
		gr̄	cācz	leo	leo	virg	scoz	sagi	gr̄	cācz	leo	leo	virg	libz	scoz	capc	gr̄	cācz	leo	leo	virg	libz	scoz	capc	gr̄			cācz	leo	leo	virg	libz	scoz	capc	gr̄	cācz	leo	leo	virg	libz	scoz	capc																					
1	0 0	12	3	26	20	0	7	1	1 53	5	29	25	21	28	1	1 53	5	29	25	21	28	1	1 53	5	29	25	21	28	1	1 53	5	29	25	21	28	1	1 53	5	29	25	21	28	1																				
2	0 4	13	4	27	21	1	8	2	1 56	5	30	26	22	29	2	1 56	5	30	26	22	29	2	1 56	5	30	26	22	29	2	1 56	5	30	26	22	29	2	1 56	5	30	26	22	29	2																				
3	0 8	13	5	28	22	2	9	3	2 0	6	31	27	23	30	3	2 0	6	31	27	23	30	3	2 0	6	31	27	23	30	3	2 0	6	31	27	23	30	3	2 0	6	31	27	23	30	3																				
4	0 11	14	6	29	23	3	10	4	2 4	7	2	28	24	30	4	2 4	7	2	28	24	30	4	2 4	7	2	28	24	30	4	2 4	7	2	28	24	30	4	2 4	7	2	28	24	30	4																				
5	0 15	15	7	30	24	4	11	5	2 7	8	3	29	25	31	5	2 7	8	3	29	25	31	5	2 7	8	3	29	25	31	5	2 7	8	3	29	25	31	5	2 7	8	3	29	25	31	5																				
6	0 19	16	8	31	25	5	12	6	2 11	9	4	30	26	2	6	2 11	9	4	30	26	2	6	2 11	9	4	30	26	2	6	2 11	9	4	30	26	2	6	2 11	9	4	30	26	2																					
7	0 22	17	8	2	26	6	12	7	2 15	9	4	31	27	3	7	2 15	9	4	31	27	3	7	2 15	9	4	31	27	3	7	2 15	9	4	31	27	3	7	2 15	9	4	31	27	3																					
8	0 26	17	9	3	27	7	13	8	2 18	10	5	2	28	4	8	2 18	10	5	2	28	4	8	2 18	10	5	2	28	4	8	2 18	10	5	2	28	4	8	2 18	10	5	2	28	4	8																				
9	0 30	18	10	4	28	8	14	9	2 22	11	6	3	29	5	9	2 22	11	6	3	29	5	9	2 22	11	6	3	29	5	9	2 22	11	6	3	29	5	9	2 22	11	6	3	29	5	9																				
10	0 33	19	11	4	29	9	14	10	2 25	12	7	4	30	6	10	2 25	12	7	4	30	6	10	2 25	12	7	4	30	6	10	2 25	12	7	4	30	6	10	2 25	12	7	4	30	6	10																				
11	0 37	19	12	5	30	9	15	11	2 29	12	8	5	31	7	11	2 29	12	8	5	31	7	11	2 29	12	8	5	31	7	11	2 29	12	8	5	31	7	11	2 29	12	8	5	31	7	11																				
12	0 41	20	12	6	31	10	16	12	2 33	13	9	6	2	8	12	2 33	13	9	6	2	8	12	2 33	13	9	6	2	8	12	2 33	13	9	6	2	8	12	2 33	13	9	6	2	8																					
13	0 44	21	13	7	2	11	17	13	2 37	14	9	6	3	9	13	2 37	14	9	6	3	9	13	2 37	14	9	6	3	9	13	2 37	14	9	6	3	9	13	2 37	14	9	6	3	9																					
14	0 48	22	14	8	3	12	18	14	2 41	14	10	7	4	10	14	2 41	14	10	7	4	10	14	2 41	14	10	7	4	10	14	2 41	14	10	7	4	10	14	2 41	14	10	7	4	10	14																				
15	0 52	22	15	9	4	13	18	15	2 44	15	10	7	4	11	15	2 44	15	10	7	4	11	15	2 44	15	10	7	4	11	15	2 44	15	10	7	4	11	15	2 44	15	10	7	4	11	15																				
16	0 55	23	16	10	5	14	19	16	2 48	15	11	8	5	12	16	2 48	15	11	8	5	12	16	2 48	15	11	8	5	12	16	2 48	15	11	8	5	12	16	2 48	15	11	8	5	12	16																				
17	0 59	24	17	11	6	15	20	17	2 52	16	12	9	6	13	17	2 52	16	12	9	6	13	17	2 52	16	12	9	6	13	17	2 52	16	12	9	6	13	17	2 52	16	12	9	6	13	17																				
18	1 2	25	18	12	7	16	21	18	2 56	17	13	10	7	14	18	2 56	17	13	10	7	14	18	2 56	17	13	10	7	14	18	2 56	17	13	10	7	14	18	2 56	17	13	10	7	14	18																				
19	1 6	25	18	13	8	17	21	19	3 0	17	14	11	8	15	19	3 0	17	14	11	8	15	19	3 0	17	14	11	8	15	19	3 0	17	14	11	8	15	19	3 0	17	14	11	8	15	19																				
20	1 01	26	19	13	9	17	22	20	3 3	18	15	12	9	16	20	3 3	18	15	12	9	16	20	3 3	18	15	12	9	16	20	3 3	18	15	12	9	16	20	3 3	18	15	12	9	16	20																				
21	1 13	27	20	14	10	18	23	21	3 7	19	16	13	10	17	21	3 7	19	16	13	10	17	21	3 7	19	16	13	10	17	21	3 7	19	16	13	10	17	21	3 7	19	16	13	10	17	21																				
22	1 17	28	21	15	11	19	24	22	3 11	20	16	14	11	18	22	3 11	20	16	14	11	18	22	3 11	20	16	14	11	18	22	3 11	20	16	14	11	18	22	3 11	20	16	14	11	18	22																				
23	1 20	28	22	16	12	20	24	23	3 15	20	17	15	12	19	23	3 15	20	17	15	12	19	23	3 15	20	17	15	12	19	23	3 15	20	17	15	12	19	23	3 15	20	17	15	12	19	23																				
24	1 24	29	22	17	13	21	25	24	3 19	21	18	16	13	20	24	3 19	21	18	16	13	20	24	3 19	21	18	16	13	20	24	3 19	21	18	16	13	20	24	3 19	21	18	16	13	20	24																				
25	1 28	30	23	18	14	22	26	25	3 23	22	19	17	14	21	25	3 23	22	19	17	14	21	25	3 23	22	19	17	14	21	25	3 23	22	19	17	14	21	25	3 23	22	19	17	14	21	25																				
26	1 31	30	24	19	15	23	27	26	3 26	23	20	18	15	22	26	3 26	23	20	18	15	22	26	3 26	23	20	18	15	22	26	3 26	23	20	18	15	22	26	3 26	23	20	18	15	22	26																				
27	1 35	31	25	20	16	23	27	27	3 30	23	21	19	16	23	27	3 30	23	21	19	16	23	27	3 30	23	21	19	16	23	27	3 30	23	21	19	16	23	27	3 30	23	21	19	16	23	27																				
28	1 38	2	25	21	17	24	28	28	3 34	24	22	20	17	24	28	3 34	24	22	20	17	24	28	3 34	24	22	20	17	24	28	3 34	24	22	20	17	24	28	3 34	24	22	20	17	24	28																				
29	1 42	3	26	22	18	25	29	29	3 38	25	23	21	18	25	29	3 38	25	23	21	18	25	29	3 38	25	23	21	18	25	29	3 38	25	23	21	18	25	29	3 38	25	23	21	18	25	29																				
30	1 46	3	27	23	19	26	29	30	3 41	26	24	22	19	26	30	3 41	26	24	22	19	26	30	3 41	26	24	22	19	26	30	3 41	26	24	22	19	26	30	3 41	26	24	22	19	26	30																				
31	1 49	4	28	24	20	27	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																				

Figura 2 - Primeira página das tabelas do *Almanach Perpetuum* de Abraão Zacuto, exemplar existente na Biblioteca Nacional de Portugal.  
 FONTE: disponível em <http://pt.wikipedia.org/wiki/Imagem:AlmanachPerpetuum.jpg>.  
 Acesso em 20/12/2009.

Tais importantes desenvolvimentos forneceram a base e a confiança que propiciaram o sucesso de algumas ações e estratégias. Um fato curioso que exemplifica bem esta situação: a Terra Brasilis, que mais tarde viria a ser chamado de Brasil, foi dividida mesmo antes de “existir” formalmente, como pode ser verificado no Planisfério Cantino, na Figura 3. Tal fato ocorreu porque, a 7 de junho de 1494, através do Tratado de Tordesilhas, as duas superpotências econômicas da época delimitaram e dividiram entre si a superfície de uma então pouco conhecida parte do planeta.

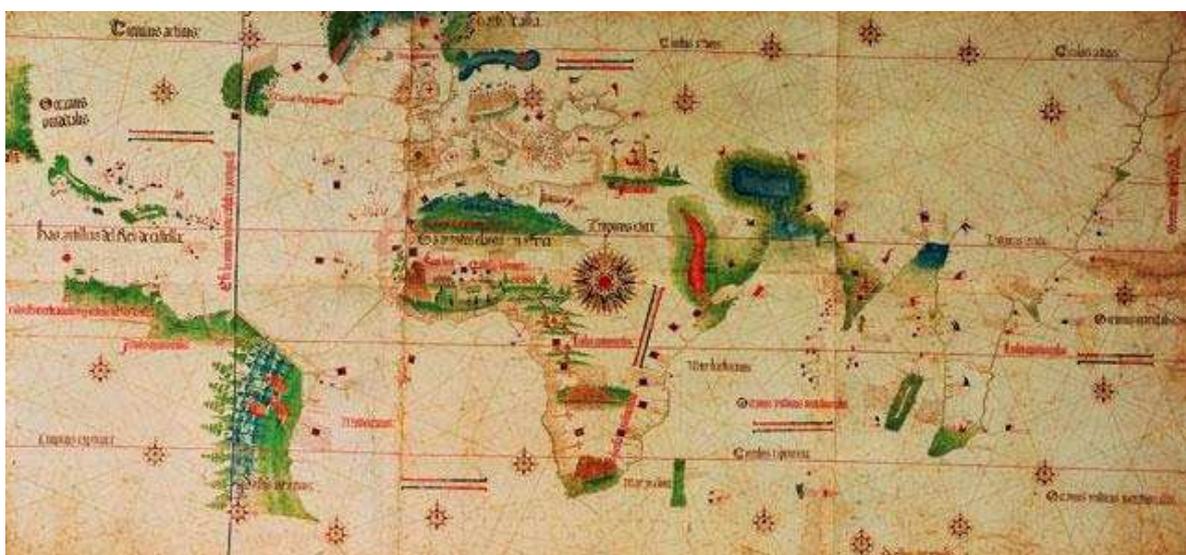


Figura 3 - Planisfério Cantino. Mapa do Século XV

FONTE: disponível em [http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Cantino\\_Planisphere.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Cantino_Planisphere.jpg)

Acesso em 20/12/2009.

Vale lembrar que, nesta época, mesmo lançando-se mão do que de melhor se conhecia a respeito da Terra, a disputa e a busca pelas riquezas se davam em torno de áreas com potencial sabidamente existente. Este procedimento cobria terras e mares, mesmo que ainda não houvessem sido “descobertos”, como ilustrado nas Figuras 3 e 4. Pode-se presumir que tal fato foi possível porque um privilegiado número de pessoas já devia possuir certas informações, para as quais o cidadão comum não tinha acesso. Já nessa ocasião, ficou claro que a tecnologia faz a diferença.



Figura 4 - Carta náutica portuguesa datada de 1504

FONTE: disponível em [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/ba/Pedro\\_Reinel\\_1504.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/ba/Pedro_Reinel_1504.jpg)

Acesso em 22/01/2009.

Com relação à região investigada na presente dissertação, pode-se dizer que, aproximadamente um século após a descoberta do Rio Amazonas e da conseqüente constatação de sua navegabilidade, a exploração da região de várzea teve início, tanto pelos espanhóis, vindos do oeste, como pelos portugueses de leste, a partir de sua foz, em Belém (PEREIRA, 2007).

Ávidos pelas abundantes fontes de riquezas naturais da terra recém descoberta, o que levou a um primeiro modelo de desenvolvimento econômico de caráter predatório, os colonizadores portugueses também trouxeram com eles a idéia de povoar a Região Amazônica, o que foi realizado levando em conta o modelo e as necessidades colocadas pela realidade e cenários europeus. Os interesses eram tão fortes que levaram os portugueses a adotar uma estratégia defensiva contra os “invasores”, notadamente os holandeses, franceses e ingleses (CHAVES, 2001). A decisão de se construir o Forte do Presépio, em 1616, que propiciou mais tarde a formação da cidade de Belém, é um dos marcos de tal estratégia.

Depois de fundar, em 1668, um povoado próximo das Anavilhanas, os portugueses e índios se organizaram para construir o Forte São José do Rio Negro, em 1669. Ao redor deste, um aldeamento nasceu na área que hoje corresponde ao Município de Manaus, antes denominado por seus habitantes como Lugar da Barra do Rio Negro ou, na forma abreviada, de Lugar da Barra (GARCIA, 2008).

Com a evolução das relações internacionais e o avanço das tecnologias, as fronteiras se manifestavam como barreiras maiores ou menores a serem tomadas. Assim, cada uma a seu tempo, dependendo de interesses e das tecnologias disponíveis, tais barreiras foram sendo conquistadas. A mobilidade e acessibilidade, bem como suas as tecnologias correlatas, se mostraram novamente como base e ferramenta estratégica na formação qualitativa e quantitativa do desenvolvimento sustentável da Amazônia, a nova fronteira do século XXI.

## **1.2 Energia e a indústria do petróleo**

Com o vertiginoso crescimento da sociedade capitalista e a incessante busca por mais e mais recursos onde quer que estejam (STAHEL, 1995), a energia assume papel estratégico em qualquer país ou região que tenha planos de se autogerir. Ganham destaque as reservas de hidrocarbonetos – o petróleo, para produção de gasolina, diesel, nafta e outros derivados – que passam a ser valiosíssimas. As primeiras ocorrências e fontes deste precioso ativo afloravam naturalmente, se mostrando na superfície terrestre com extrema generosidade. Desse modo, regiões e sítios de pouco ou nenhum valor, que nunca antes haviam sido considerados, passam a ser cobiçados (RESTLE, 1994).

Logo que o automóvel se tornou símbolo de praticidade e *status*, todo o mundo moderno passou, rapidamente, a adotá-lo como paradigma, trazendo a crescente necessidade de energia gerada partir de combustível fóssil. Reservatórios petrolíferos passaram a ser vasculhados em todas as partes do planeta. Neste momento, porém, uma sutil particularidade é introduzida no processo de busca deste que se tornaria um dos mais valiosos "ativos naturais" da vida moderna. A prospecção de petróleo que apenas arranha a superfície do planeta já não é suficiente para atender à demanda crescente. Novos métodos de exploração e produção são desenvolvidos e imediatamente introduzidos na cadeia industrial.

No Brasil, tais esforços na busca de fontes de energia, mais notadamente o petróleo, tiveram início em 1905, através do Serviço Mineralógico do Brasil. Logo depois, em 1917, o primeiro poço da bacia sedimentar do Amazonas foi perfurado. Mesmo contrariando várias opiniões de especialistas estrangeiros, que afirmavam categoricamente que não havia reservas de petróleo em nosso território, vários brasileiros se colocaram à frente de uma grande causa que passava por

conhecer melhor nosso país, nosso solo e subsolo, tudo isso na busca do ouro negro.

Ainda como decorrência do clima provocado pela Segunda Guerra Mundial, tivemos no Brasil um sério problema causado pela grande dependência de petróleo e de derivados importados. Se mantido o modelo, os reflexos sobre a ainda tímida indústria brasileira seriam devastadores. Esta constatação fez com que nascesse uma campanha popular e nacional -“**O Petróleo e Nosso**”-, em prol da nacionalização da produção de petróleo e de seus derivados, que confrontaria o modelo existente baseado no Estatuto do Petróleo criado pelo então CNP – Conselho Nacional do Petróleo, que destinava ao capital estrangeiro a exploração e refino da matéria-prima (IANNI, 1979).

Nessa trajetória brasileira, é importante destacar também a marcante atuação de Monteiro Lobato. Com uma obra muitas vezes atribuída erroneamente apenas ao público infantil ele foi um dos primeiros a exortar nosso potencial e, com vários exemplos de realização, nos deixou alertas. “E os brasileiros bobamente se deixaram convencer de que aqui, neste enorme território, não havia petróleo” (LOBATO, 1947).

Com o livro *O Poço do Visconde* (LOBATO, 1947), foi um dos primeiros -e poucos, à época- a se levantar e contestar a “crença” de que não havia petróleo em nosso subsolo. O personagem “cientista”, Visconde de Sabugosa, se propõe a dar aulas de Geologia aos moradores do sítio do Pica Pau Amarelo, que estavam pensando em cavar um poço em busca do famoso ouro negro, como ilustrado na Figura 5. Já nesta publicação o autor discute de maneira simples e objetiva a importância do petróleo no cotidiano das pessoas e as relações de dependência ou não com o exterior. Na seqüência o diálogo e gravura:

- Olhem que lindo! Exclamou o Visconde, detendo-se. Há aqui uma belíssima *falha*.
- Que é?
- Prestem atenção. As camadas sofreram, neste ponto um desastre sério. Partiram-se e o lado de lá afundou, escorregando para baixo.
- É mesmo! Gritou Pedrinho. Ficaram desencontradas. A camada de argila desceu ao nível da camada de pedregulho...Que engraçado...
- Pois é isto que os geólogos chamam de uma falha, fenômeno que tem muita importância quando se fazem estudos para petróleo.



Figura 5 - Reprodução de páginas do Livro "O Poço do Visconde".  
 FONTE: Obras Completas de Monteiro Lobato. Geologia para crianças.  
 Editora Brasiliense Ltda S.P. 1947.

Lobato em sua obra, O Sítio do Pica Pau Amarelo, muitas vezes, fala através de Emília, a boneca falante, utilizando assim a linguagem da infância para falar de assuntos importantes e estratégicos para o país, e atingir um público de todas as idades.

Uma nova realidade chegou como símbolo dessa luta por soberania e estratégia, onde merece destaque alguns movimentos que tomaram o país com os lemas "O petróleo é nosso" e, logo a seguir, "Tudo de petróleo para a Petrobras". Como resultado, um grande movimento popular desembocou em 3 de outubro de 1953, na sanção da lei 2004, que estabelecia o monopólio estatal do petróleo e criava a Petrobras – Petróleo Brasileiro S.A., empresa responsável pela pesquisa, exploração, refino e transporte de petróleo e seus derivados no país.

"A criação da Petrobras expressiu a convergência de vários componentes essenciais do sistema político e econômico brasileiro daquela época: defesa nacional, nacionalismo econômico, emancipação do país, ideologia desenvolvimentista, crescimento da função econômica do Estado. Não se tratava apenas de eliminar um ponto de estrangulamento da economia brasileira. Para esses setores (principalmente nacionalistas e esquerdistas), tratava-se também de fortalecer o controle estatal dos instrumentos de política econômica" (IANNI, 1979)

Logo após, já em 1955, ocorreram os primeiros sucessos. Com a intensificação da procura pelo ouro negro também na Amazônia, houve a perfuração do poço pioneiro (NO-1-A2), em Nova Olinda (AM), que demonstrou a existência do processo de geração de petróleo na região.

Quando, nos anos 50 e 60, a Petrobras inicia as operações de exploração de petróleo na região, uma nova etapa de desenvolvimento foi inaugurada. Por conta da enorme malha hidrográfica existente na época da cheia, quando é possível contar com até 80.000 km de vias navegáveis, a quase totalidade das incursões e operações da empresa foram planejadas utilizando embarcação (Figura 6). Assim, o transporte fluvial constituiu o principal meio de locomoção de pessoas, equipamentos, alimentos, remédios e provisões. Neste cenário, nos dez primeiros anos de exploração, foram perfurados 192 poços, sempre às margens dos grandes rios.



Figura 6 – A lavra do petróleo pela Petrobras dependia das vias fluviais.  
FONTE: Arquivos Petrobras (2004)

Um salto tecnológico foi dado na mobilidade das operações com a adoção de helicópteros, no final da década de 70, que permitiu o crescimento da busca por petróleo no interior da floresta. As sondas, desde aquela época, eram levadas desmontadas em várias partes, em centenas de vôos, e montadas nas regiões de interesse em meio às regiões de mata fechada. Com esse esforço, agora não mais concentrado apenas nas margens dos rios, ocorreu a primeira descoberta

significativa na região, em 1978, na Bacia do Solimões: a Província de Gás do Juruá, em Caruari (AM), distante cerca de 750 km de Manaus.

Na década de 80, foram dados passos importantes, em várias frentes, com relação ao que é proposto pela sociedade sobre o que se deve fazer na Amazônia. A resistência de populações tradicionais extrativistas, grupos indígenas, ribeirinhos e ex-colonos que se fixaram na região fez com que houvesse evolução mesmo sob fortes pressões de interesses contrários. A atuação de Chico Mendes foi emblemática a esse respeito.

Em paralelo a estes movimentos no Brasil e diante do nascente questionamento global a respeito dos impactos da atividade humana no planeta, foram iniciadas as primeiras ações considerando a complexa relação Indústria do Petróleo x Floresta Amazônica. Estudos, adaptação de normas e especificações, bem como a criação e adoção de procedimentos específicos para a região, passaram a fazer parte dos EVTE (Estudos de Viabilidade Técnico Econômicos) de projetos e atividades tão complexas como a produção de petróleo, na Amazônia.

Em outubro de 1986, a Petrobras descobriu petróleo e gás em quantidades comerciais na área do rio Urucu, a aproximadamente 280 km do município de Coari e a 650 km de Manaus, e lá instalando a maior Unidade de Processamento de Gás Natural do Brasil (UPGN3), que produz perto de seis milhões de m<sup>3</sup> de gás natural por dia. Vale ressaltar que as operações realizadas pela Petrobras em Urucu respeitaram integralmente uma carta de princípios elaborada por eminentes cientistas brasileiros antes da entrada em produção do campo, entre os quais se encontrava o geógrafo Aziz Ab'Saber. Toda esta disponibilidade de energia não encontrava, por outro lado, um cenário favorável ao seu imediato aproveitamento. Longe dos grandes centros de consumo, parte expressiva deste gás precisava ser direcionada novamente para o reservatório geológico, por meio de um complexo e dispendioso sistema de re-injeção. O gás vinha sendo guardado para aplicações futuras. No entanto, o óleo produzido foi inicialmente escoado por balsas pelo rio Tefé até o rio Solimões. Com tal solução não contemplava o período da seca por restrições à navegabilidade, construiu-se um oleoduto até Coari, onde um terminal possibilita a operação de petroleiros no rio Solimões durante o ano inteiro.

O estudo dos potenciais impactos do transporte de petróleo e derivados na rota de transporte fluvial do rio Solimões foi realizado pelo projeto Piatam, a partir do ano de 2000 (Manual de Gestão do Piatam III). Tal acervo de dados socioambientais

georeferenciados, estruturados em uma base integrada compatível com aquela do Sipam (Sistema de Proteção da Amazônia), foi ainda utilizado na elaboração do EIA-RIMA do gasoduto Urucu-Coari-Manaus. Tal documento foi redigido e aprovado de maneira extremamente rápida e com grande credibilidade junto à sociedade, constituindo-se um marco na indústria do petróleo no Brasil.

### **1.3 O mundo amazônico no fluxo do tempo: soberania, água, riquezas do solo e subsolo, fronteiras**

Após a divulgação oficial do descobrimento do Brasil, deu-se o início do processo de reconhecimento da nova terra. No entanto, o interesse português pelas terras amazônicas aconteceu com uma defasagem de pelo menos dois séculos em relação ao processo de ocupação do litoral. As viagens de exploração, principalmente de espanhóis, buscavam riquezas rápidas (lenda do Eldorado). Os europeus se valeram da tecnologia de navegação já dominada, em associação com a mobilidade garantida graças à descoberta da navegabilidade do rio Amazonas. Tal abordagem permitiu e manteve aberto o acesso a estratégicas rotas de reconhecimento e conquista, o que trouxe grandes impactos para as populações locais, em meados do século XVII. De acordo com estudiosos do assunto, existiam importantes povoados às margens do rio Amazonas, com densidades que variavam de 5,2 hab./km<sup>2</sup> (PORRO, 1981) a 14,6 hab./km<sup>2</sup> (DENEVAN, 1976).

Desde as primeiras incursões dos europeus na região e da intensificação da possibilidade de ligação da Amazônia ao oceano Atlântico, viram os povos que habitavam a região um crescente ir e vir de conquistadores e pessoas que aqui tentavam a sorte. “... e o impacto da ação invasora atingiu mais imediatamente e em maior grau exatamente as civilizações que ocupavam as margens do grande rio, a várzea” (PORRO, 1995).

Com a utilização das estradas naturais, constituída por grandes rios e por sua imensa rede de afluentes, os habitantes que ocupavam as margens e pontos de acesso dessa malha hidroviária foram os que mais sentiram os reflexos de tal interação. Este cenário propiciou o que pode ser atualmente considerada como a primeira fronteira de expansão da colonização europeia na Amazônia. (PEREIRA, 2007)

Na Amazônia, um número expressivo de habitantes convive, há muito, com uma região marcada por características ímpares da natureza, principalmente o ciclo hidrológico. A movimentação do homem, bem como sua adaptabilidade ao ambiente, se fez de um modo não convencional. Por isso – e certamente esse é um dos fatores pelos quais a região ainda resiste - não foi possível a introdução e adoção do modelo da sociedade do automóvel, calcado em malha de circulação convencional de estradas, ou ainda de ferrovias.

Contudo, um engano pode ser cometido se considerado a superfície da Amazônia Ocidental como a única "Última Fronteira" que está sendo colocada "contra a parede", ou melhor, contra as linhas imaginárias que delimitam as nossas fronteiras políticas com nossos vizinhos, também países amazônicos. Diferentemente das movimentações observadas no século XV, as atuais fronteiras neste mundo globalizado se materializam em várias outras dimensões, além das convencionais medidas de superfície, únicas conhecidas no período das navegações e descobertas. Já há algum tempo, as fronteiras também são medidas e estabelecidas acima (espaço aéreo e espacial) e abaixo (subsolo), incluindo as fronteiras virtuais, que associadas às fronteiras econômicas formam um cenário potencialmente insustentável.

É conveniente ter em mente algo comumente pouco considerado, tendo em vista a delicadeza da situação não apenas do Brasil ou de sua porção de Amazônia mas de toda a Amazônia Continental, que desde o outro lado do continente, mais precisamente no vasto litoral Pacífico, vários outros povos, com suas peculiaridades e dentro de seus movimentos e tempos próprios, vêm vivendo e construindo estratégias de ocupação para o interior de seus territórios que, de certo modo, se assemelham à nossa, caminhando na mesma direção, porém com o sentido inverso. Eles estão andando e ocupando seus territórios no sentido oeste-leste. Seus limites geográficos também são definidos pela mesma faixa de fronteira, marcada pela presença do imprevisível, dada a multiplicidade de atores, redes técnicas e políticas potencialmente conflitantes. Devido à posição que o Brasil possui no continente e no mundo, é preciso ter sempre em mente a harmonização desse contexto e seus desdobramentos. (BECKER, 2004)

Em 1993, foi criado no Brasil o MMA (Ministério do Meio Ambiente) e com ele um princípio de política ambiental já voltada à proteção de nossos recursos naturais. Ações de algumas agremiações políticas e religiosas, dentro de seus interesses e

objetivos, também se somaram na elaboração de orientações de modelos endógenos visando à garantia e proteção da biodiversidade e dos saberes tradicionais da região amazônica.

Com um crescimento importante nas últimas décadas, a região tem como um de seus símbolos a cidade de Manaus, capital do estado do Amazonas, com destaque para seu Pólo Industrial, (OLIVEIRA,2005) e para uma população de aproximadamente dois milhões de habitantes, se considerado seu entorno. Tal combinação exige cada vez mais energia e, para tal, um modelo de matriz energética foi desenvolvido, onde aproximadamente 80% provêm de termoelétricas e 20% da hidroelétrica de Balbina. Vale lembrar que o óleo diesel consumido pelas termoelétricas não é produzido na cidade, o que demanda uma complexa e perigosa atividade de transporte deste insumo pelos rios da região, onerando ainda mais o processo.

Visando conciliar os pontos favoráveis de tal conjuntura foi então proposto que o gás proveniente das reservas de Urucu fosse levado até Manaus, via um gasoduto. Tal empreendimento (Tabela 1) traria um rearranjo à matriz energética citada acima, com claros benefícios para a população de Manaus e dos municípios situados no trajeto do gasoduto, bem como para a causa ambiental. Com efeito, a combustão do gás gera menos poluentes do que a combustão de diesel atualmente praticada nas termoelétricas.

<b>Extensão:</b>	661 km de linha tronco e 140 km de ramais para atendimento a oito cidades
<b>Capacidade:</b>	4,1 milhões de m <sup>3</sup> /dia, inicialmente, atingindo 5,5 milhões de m <sup>3</sup> /dia com a instalação de duas estações de compressão até outubro de 2010.
<b>Investimento:</b>	R\$ 4,5 bilhões
<b>Ramais de atendimento:</b>	Coari, Codajás, Anori, Anamá, Caapiranga, Manacapuru e Iranduba; além de dois ramais para as usinas de Aparecida e Mauá, em Manaus.
<b>Início de construção:</b>	julho de 2006
<b>Início da operação comercial:</b>	novembro de 2009

Tabela 1 - Dados do Empreendimento Gasoduto Coari-Manaus (Petrobras)  
 FONTE: página da Petrobras na Internet [www.petrobras.com.br](http://www.petrobras.com.br)

Como marco deste processo histórico, cita-se as audiências públicas que definiram a inclusão de ramificações no traçado originalmente proposto para o gasoduto Coari-Manaus (Figura 7), a fim de que municípios ao longo deste trajeto fossem beneficiados com a nova fonte de energia tão presente em seu próprio estado, bem como as ações sociais compensatórias. Destaque também para a obtenção da Licença Ambiental, uma importante e nova etapa de negociações conseguida em abril de 2004, quando o órgão estadual responsável concedeu o licenciamento para o início das obras (HAAG, 2006).

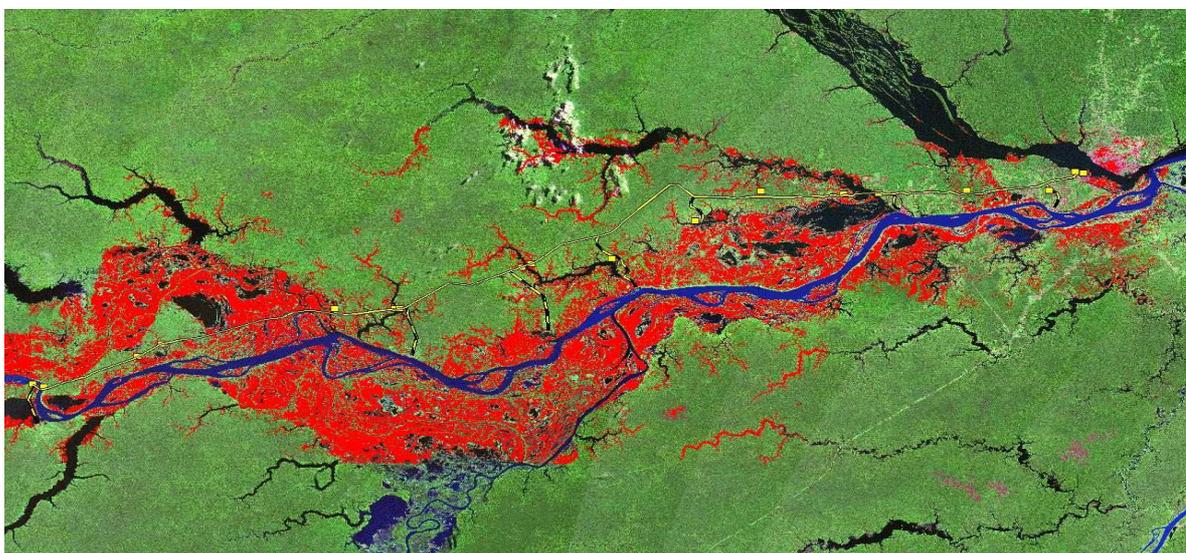


Figura 7 - Traçado proposto para o gasoduto Coari-Manaus e ramificações para atender as comunidades ao longo da faixa de interferência.

FONTE: Utilização de Mosaicos JERS-1 SAR e de Lógica Fuzzy para Elaboração de Mapas de Sensibilidade Ambiental Temporal a Derrames de Óleo na Amazônia Central, tese de doutorado de Carlos Henrique Beisl, Coppe, UFRJ. 2009.

Dentro de uma tendência dos projetos da Petrobras, o gasoduto Coari-Manaus não é apenas mais um empreendimento industrial visando à distribuição e venda de seus derivados, neste caso específico, do gás natural. É um projeto que, além de contribuir para a redefinição da matriz energética da região, possibilita um passo decisivo na sua integração ao restante do país.

Fibras óticas e estações de telecomunicações repetidoras foram instaladas ao longo dos trechos de dutos, viabilizando a comunicação não apenas dos dados e do cotidiano operacional do empreendimento, mas também propiciando a base para formação de uma rede onde todos os municípios atendidos e hóspedes dessas instalações possam ter acesso a essa importante ferramenta de integração (Figura 8).



Figura 8 - Linha tronco Urucu-Manaus e municípios atendidos.  
FONTE: disponível na página da Petrobras na Internet [www.petrobras.com.br](http://www.petrobras.com.br)  
Acesso em 10/11/2009.

A seguir, são apresentados alguns detalhes que compõe os sub-trechos:

### **Trecho A (Urucu-Coari, 279km)**

Desde 1999, possui um gasoduto de 18 polegadas de diâmetro, que foi adaptado para transportar gás liquefeito de petróleo (GLP). Neste trecho, foi construído um novo duto de 10 polegadas para transportar GLP. Em seguida, o gasoduto existente, que até então transportava GLP, foi adaptado para transportar gás natural. O GLPduto começou a operar em fevereiro de 2009.

### **Trecho B1 (Coari-Anamã, 196km)**

Já faz parte do novo empreendimento e foi construído tendo como tronco principal um duto de 20 polegadas de diâmetro. O duto corta várias regiões que apresentam áreas alagáveis e de difícil acesso. Por isso, foram adotadas novas metodologias construtivas, o que também se dará para as atividades de inspeção, manutenção e reparos.

### **Trecho B2 (Anamã-Manaus, 186km)**

Continuação do trecho B1 acima. Neste trecho, existe um maior número de comunidades (um total de 135), e já sendo possível observar uma malha de 46 km de rodovias no entorno da faixa do gasoduto. Ainda assim, o transporte de equipamentos e dutos para determinadas regiões só pode ser feito por balsas. As atividades de operação deverão seguir padrões semelhantes aos descritos acima para o trecho B1.

Em sobrevôo de reconhecimento feito desde Coari até Manaus, durante a histórica cheia de 2009, foi possível constatar a complexidade que envolve as instalações. Abaixo, são mostrados alguns flagrantes (Figura 9)



Figura 9 - Flagrantes de sobrevôo à faixa do gasoduto, na cheia de 2009.

FONTE: arquivo de imagens do Laboratório de Robótica de Centro de Pesquisas da Petrobras.

Mesmo tendo em mente as oportunidades inerentes ao empreendimento, cabe colocar a seguinte reflexão: como desenvolver a área de influência do gasoduto trazendo benefícios para seus habitantes e para o país sem interferir em demasia ou agredir o seu bioma natural? Como fugir dos modelos empregados pelos países desenvolvidos? É necessário desenvolver as bases para um “modelo de desenvolvimento” que seja compatível à região e que consiga neutralizar as intenções oriundas dos países do denominado primeiro mundo. Eles que, em suas próprias terras, não conseguiram aplicar outro modelo menos agressivo: devastando suas florestas, poluindo suas águas e interferindo em tudo que encontravam pela frente, na busca desenfreada da exploração de seus recursos naturais.

Tal situação não é novidade. Todo o avanço experimentado e o sucesso de algumas estratégias brasileiras já há algum tempo são percebidos também pelos organismos internacionais, em sua esmagadora maioria controlados pelos países hegemônicos. Há pressões internacionais para que a Amazônia e suas riquezas sejam monitoradas, e, em última análise, passem ao controle de tais organismos internacionais, ou até mesmo para os países do primeiro mundo. Tal tendência é grande e tende a aumentar. Manobras e políticas internacionais estão cada dia mais evidentes e, neste sentido, se manifestam de forma direta via declarações de autoridades, candidatos e até mesmo presidentes de outros países, ou de forma indireta, camuflados através de inúmeras ONGs, missões indígenas, projetos estudos de clima, programas de combate ao narcotráfico e meios de controle do desflorestamento, etc. Mais recentemente, a água, passou também a fazer parte deste rol de assuntos geradores de tensão internacional por conta de sua rápida e crescente escassez em todo o mundo. Vale ressaltar que a Amazônia com um todo detém cerca de 20% do estoque de água doce do mundo.

Numa demonstração clara de ingerência a soberania brasileira, destacamos a seguir algumas manifestações que nos trazem a certeza de que a pressão continuara a crescer:

“Caso o Brasil resolva fazer uso da Amazônia que ponha em risco o meio ambiente nos EUA, temos que estar prontos para interromper esse processo imediatamente” (Patrick Hugels, Washington 2001. Chefe do Órgão de Informações das Forças Armadas Americanas, em palestra proferida para o Congresso dos EUA.)

“Se os países subdesenvolvidos não conseguem pagar suas dívidas externas, que vendam suas riquezas, seus territórios e suas fábricas” (Margareth Thatcher – Primeira Ministra da Inglaterra).

“Ao contrário do que os brasileiros pensam a Amazônia não é deles, mas de todos nós” (Al Gore – Vice-Presidente dos E.U.A).

“O Brasil precisa aceitar uma soberania relativa sobre a Amazônia.” (Françoise Mitterrand – Presidente da França).

“As nações desenvolvidas devem estender o domínio da Lei ao que é comum de todo mundo. As campanhas ecologistas internacionais sobre a região Amazônica estão deixando a fase propagandistas para dar início a uma fase operativa que pode definitivamente ensejar intervenções militares diretas sobre a região” (John Major – Primeiro Ministro da Inglaterra).

“É nosso dever garantir a preservação da Amazônia e de seus habitantes aborígenes, para o desfrute das grandes civilizações européias, cujas áreas estejam reduzidas a um limite crítico”. (Conselho Mundial de Igrejas Cristãs. Genebra, 1994)

“Os países em desenvolvimento com imensas dívidas externas devem pagá-las com suas riquezas. Vendam suas florestas Tropicais”. (George W. Bush. Washington, 2000, durante a campanha presidencial)

Não são raras notícias recebidas de várias partes do mundo, com manifestações e abaixo-assinados, para impedir que projetos, principalmente brasileiros, sejam executados na Amazônia. Quais as reais intenções de tais ações? Para compreender todas essas manifestações, cabe avaliar o seguinte: a real riqueza da região ainda é pouco conhecida, porém sabe-se que o subsolo é rico em minerais, como ouro, bauxita, manganês, ferro, nióbio, titânio, cobre, estanho, caulim, diamante, chumbo, níquel, sem contar os não conhecidos ainda. A fauna e a flora, quase que inexploradas, onde muitas espécies sequer foram catalogadas, a riqueza de peixes e outras já anteriormente citadas.

Tudo isso merece e precisa de respostas firmes e urgentes, como a que foi dada pelo congressista brasileiro Cristovam Buarque em artigo publicado no Globo e no Correio Brasiliense, no final de 2000 a respeito do fato ocorrido em Setembro de 2000 em Nova York, no *State of The World Forum*. Durante o debate em uma universidade, nos Estados Unidos, foi questionado sobre o que pensava da internacionalização da Amazônia. O jovem americano concluiu a pergunta dizendo que esperava a resposta de um humanista e não de um brasileiro.

“... Respondi que, como humanista, sentindo o risco da degradação ambiental que sofre a Amazônia, podia imaginar a sua internacionalização, como também de tudo o mais que tem importância para a Humanidade...”

Se a Amazônia, sob uma ótica humanista, deve ser internacionalizada, internacionalizemos também as reservas de petróleo do mundo inteiro. O petróleo é tão importante para o bem-estar da humanidade quanto a Amazônia para o nosso futuro. Apesar disso, os donos das reservas sentem-se no direito de aumentar ou diminuir a extração de petróleo e subir ou não o seu preço. Os ricos do mundo, no direito de queimar esse imenso patrimônio da Humanidade.

Da mesma forma, o capital financeiro dos países ricos deveria ser internacionalizado. Se a Amazônia é uma reserva para todos os seres humanos, ela não pode ser queimada pela vontade de um dono, ou de um país. Queimar a Amazônia é tão grave quanto o desemprego provocado pelas decisões arbitrárias dos especuladores globais. Não podemos deixar que as reservas financeiras sirvam para queimar países inteiros na volúpia da especulação.

Antes mesmo da Amazônia, eu gostaria de ver a internacionalização de todos os grandes museus do mundo. O Louvre não deve pertencer apenas à França. Cada museu do mundo é guardião das mais belas peças produzidas pelo gênio humano. Não se pode deixar esse patrimônio cultural, como o patrimônio natural amazônico, seja manipulado e destruído pelo gosto de um proprietário ou de um país. Não faz muito, um milionário japonês, decidiu enterrar com ele um quadro de um grande mestre. Antes disso, aquele quadro deveria ter sido internacionalizado.”

E complementou:

“Durante o encontro em que recebi a pergunta, as Nações Unidas reuniam o Fórum do Milênio, mas alguns presidentes de países tiveram dificuldades em comparecer por constrangimentos na fronteira dos EUA. Por isso, eu disse que Nova York, como sede das Nações Unidas, deveria ser internacionalizada. Pelo menos Manhattan deveria pertencer a toda a Humanidade. Assim como Paris, Veneza, Roma, Londres, Rio de Janeiro, Brasília, Recife, cada

cidade, com sua beleza específica, sua história do mundo, deveria pertencer ao mundo inteiro.

Se os EUA querem internacionalizar a Amazônia, pelo risco de deixá-la nas mãos de brasileiros, internacionalizemos todos os arsenais nucleares dos EUA. Até porque eles já demonstraram que são capazes de usar essas armas, provocando uma destruição milhares de vezes maior do que as lamentáveis queimadas feitas nas florestas do Brasil.

Nos seus debates, os atuais candidatos à presidência dos EUA têm defendido a idéia de internacionalizar as reservas florestais do mundo em troca da dívida. Começamos usando essa dívida para garantir que cada criança do mundo tenha possibilidade de ir à escola. Internacionalizemos as crianças tratando-as, todas elas, não importando o país onde nasceram, como patrimônio que merece cuidados do mundo inteiro. Ainda mais do que merece a Amazônia. Quando os dirigentes tratarem as crianças pobres do mundo como um patrimônio da Humanidade, eles não deixarão que elas trabalhem quando deveriam estudar; que morram quando deveriam viver.

Como humanista, aceito defender a internacionalização do mundo. Mas, enquanto o mundo me tratar como brasileiro, lutarei para que a Amazônia seja nossa. Só nossa." (Cristovam Buarque)

## **CAPÍTULO 2 - AMBIENTES DE VÁRZEA: TECNOLOGIAS DE MOBILIDADE E LOCOMOÇÃO EM ÁREAS ALAGÁVEIS**

### **2.1 Problemática**

**Dificuldades ou mesmo impossibilidade de acesso, mobilidade e locomoção em grande parte das regiões de interesse em áreas alagadas e/ou alagáveis de Florestas Tropicais Úmidas.**

Assim como os demais componentes naturais das áreas inundáveis, as populações humanas locais precisam adotar estratégias de adaptação em relação às mudanças drásticas ocorridas nas passagens entre as fases aquáticas e terrestres. Como ressaltado por PEREIRA (2007) a respeito do entendimento de DIEGUES (1996):

“As populações tradicionais possuem um modo de vida específico, uma relação única e profunda com a natureza e seus ciclos, uma estrutura de produção baseada no trabalho da própria população com utilização de técnicas baseadas nos recursos naturais existentes dentro de fronteiras bem definidas, adequando-se ao que a natureza tem a oferecer e também manejando quando necessário. Em tais populações, ocorre uma constante transmissão de conhecimento através das gerações como forma de perpetuar a identidade do grupo”

### **2.2 Sazonalidade e a exuberância das ocorrências naturais**

A equipe do projeto veio a conhecer que algumas das áreas escolhidas para pesquisas e testes de campo em ambiente de floresta amazônica se encontram em regiões da mata amazônica que foram avaliadas e caracterizadas como clima quente e úmido variando entre o equatorial (predominante) e o tropical, com temperaturas que, na média variam entre 24 e 27 graus centígrados (PETCON, 2002).

Por vezes, e contrariamente ao esperado, durante os testes foram registradas temperaturas que ultrapassaram 45 graus centígrados. Devido à grande quantidade de rios, efluentes e outras massas d'água existentes, a atmosfera é constantemente

abastecida por grandes volumes de vapor d'água onde a sensação térmica torna o ambiente ainda mais “quente e abafado”.

Tal fenômeno aliado aos ventos alísios provenientes dos hemisférios sul e norte promovem cenário favorável à criação de um ciclo com altos índices pluviométricos e grande fluxo de água que drena e se concentra não apenas na Calha do Solimões, mas em toda a malha hídrica, provocando os ciclos de cheia, vazante, seca e enchente, característicos da Região Amazônica.

O relevo topográfico e o recorte natural de tais regiões são resultado de, entre outros fatores, da interação dinâmica das fases terrestres e aquáticas, potencializada sazonalmente tais regimes onde os picos máximos e mínimos (Figura 10) representam reflexos dos períodos de seca (de julho a novembro) e cheia (de dezembro a junho).

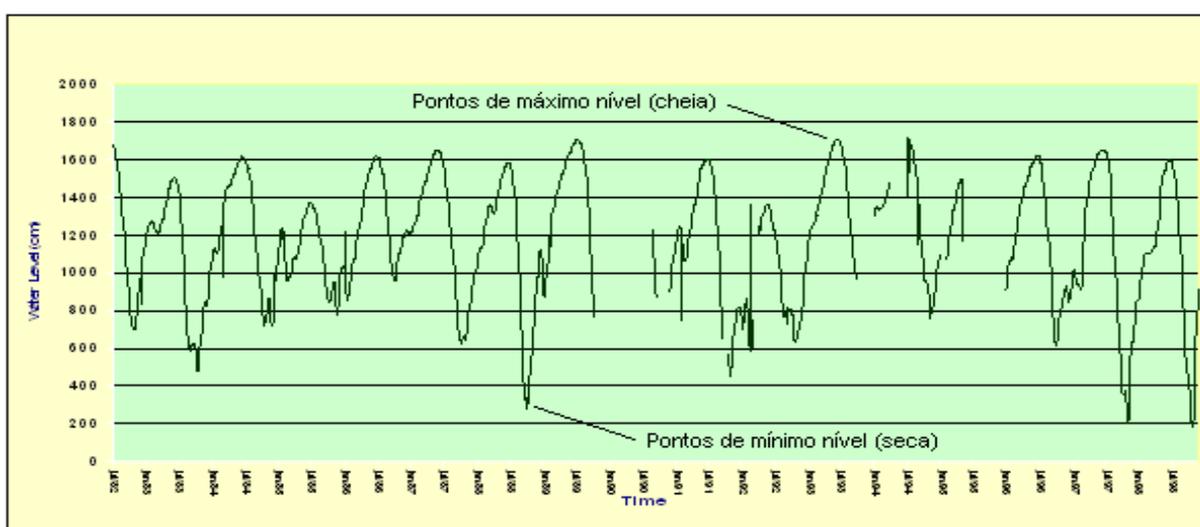


Figura 10 - Levantamento diário das cotas do Rio Solimões medidas em Coari.  
FONTE: Utilização de Mosaicos JERS-1 SAR e de Lógica Fuzzy para Elaboração de Mapas de Sensibilidade Ambiental Temporal a Derrames de Óleo na Amazônia Central, tese de doutorado de Carlos Henrique Beisl, Coppe, UFRJ. 2009.

Tal recorte se coloca a todo instante como limite para os ribeirinhos, com reflexos importantes em suas atividades cotidianas. Deslocamentos internos na região, a dinâmica de populações e as relações sociais dependem dessas variações do nível da água. Com tal destaque, a ênfase deve se voltar para as observações de campo, onde os meios de transporte utilizados continuam sendo praticamente os mesmos, desde há muito tempo. Mesmo assim, durante a pesquisa, em nenhum momento ouviu-se questionamentos dos moradores a respeito do mundo das águas a seu redor ou, ainda, sobre os limites por ele impostos. Esta é uma realidade já

aceita como natural, que “está no sangue” de todos que lá habitam ou que, de modo esporádico ou intensivo, exercem quaisquer tipos de atividades que necessitem deslocamento ao longo de rios e várzeas.

Como exemplificado em FRAXE (2007), fica ressaltado o depoimento do Sr. Sebastião Lima Mendonça, morador e líder da Comunidade Nossa Senhora das Graças: “A gente não veio numa embarcação a motor, lancha, nem coisa nenhuma. Viemos a remo, num batelão coberto de palha baixando do Rio Juruá até aqui”.

A Figura 11 mostra um flagrante do Sr. Sebastião, chamado de “Seu Saba” pelos moradores da Comunidade, quando, mostrava na prática, as dificuldades de deslocamento, e alguns truques de como contornar ou vencer os obstáculos encontrados em meio às canaranas e demais regiões dominadas por macrófitas.



Figura 11 – Dificuldade de deslocamento e estratégias de vencer obstáculos em áreas de várzea (flagrante do Sr. Sebastião Lima Mendonça, “Seu Saba” entre as canaranas).

FONTE: Trabalho de campo, 2009. Arquivo de Imagens do Laboratório de Robótica de Centro de Pesquisas da Petrobras.

O deslocamento baseado em canoas, barcos de recreio/gaiolas, rabetas, flutuantes, voadeiras, etc., seja como um costume, prática aceitável ou disponibilidade real, é um valor cultural adotado e passado naturalmente às

gerações mais novas. Nas idas a campo para coleta de informações, sempre foi uma constante ver crianças já manejando canoas (até de porte médio para grande) completamente à vontade, com segurança, desenvoltura e sem necessitar da supervisão de adultos. Esse fato pode ser entendido como uma aptidão natural ou adquirida, inerente à cultura local.

As pessoas que nascem, crescem e vivem nessa realidade são os grandes candidatos a apresentar conhecimento, mesmo que informal, para participar da proposta de um novo tipo de meio de transporte que lhes fosse natural. É fundamental ouvi-los e aprender este mecanismo de inserção. Com efeito, a ausência de instrução formal não é sinônimo de ausência de conhecimento. (ELISABETSKY, 2002)

Esta abordagem deve contar com os estudos cobertos pelo Projeto Piatam. Tais pesquisas foram e continuam sendo fundamentais como insumos para a tomada de decisões que passam pela operacionalidade dos sistemas de transporte a serem propostos. Para isso, é necessário um olhar especial sobre o que é trazido como informação por estes brasileiros, os quais, como já mencionado, praticamente não apresentam queixas quanto à presença do rio, de seus afluentes e das necessidades que tal cenário impõe. Assim, a mudança do paradigma ibérico, em associação com a mobilidade conferida pela navegabilidade dos grandes rios amazônicos e de seus afluentes, deve ser discutida e negociada com os ribeirinhos.

Os desenvolvimentos em tecnologia estão fortemente ligados ao estudo de cenários, que os influenciam e ao mesmo são influenciados por eles. Isto suscita a pergunta: que tipo de transporte poderá ampliar de modo sustentável a mobilidade e do homem/mulher amazônico, aumentando seu acesso às áreas até então não alcançadas pelos meios convencionais de locomoção, por serem inóspitas e com obstáculos naturais, sempre com respeito ao meio ambiente?

A resposta a tal questionamento passa pela compreensão dos cenários relacionados às mudanças climáticas, que podem promover, ao menos sazonalmente, o colapso da adaptação ribeirinha à tecnologia das Grandes Navegações. Na verdade, o principal resultado das mudanças climáticas até hoje experimentado pela população mundial refere-se à intensificação dos eventos extremos. Tal fenômeno certamente implicará em secas e cheias mais pronunciadas que aquelas exibidas na Figura 10. A grande seca de 2005 serve como exemplo, pois deixou alguns amazônidas ilhados em suas residências na várzea, o que

configurou uma situação de calamidade pública, com problemas sérios de suprimento de água e alimentos. Num prazo bastante curto, outro evento surpreendeu a todos envolvidos e interessados com as causas amazônicas: a grande cheia ocorrida em junho de 2009. Imagens mostradas na Figura 9 em 1.3.

Além dos efeitos das mudanças climáticas, a existência na várzea dos rios de extensos tapetes de vegetação flutuante (macrófitas aquáticas), interfaces naturais que interrompem os barcos a remo ou a motor (CARRIL, 2007), colocam também em questão o paradigma da navegabilidade dos rios amazônicos, o que será discutido a seguir.

### 2.3 Diferentes substratos e ocorrências diferenciadas ao longo dos trajetos

Não apenas na faixa de estudos desta dissertação, mas em grandes extensões da região em questão, a influência da sazonalidade se faz presente na mudança das paisagens e cenários. Na Figura 12, é possível constatar em escala regional o que ocorre. Mais adiante ainda neste tópico, será discutido como se processa a influência desse fenômeno em escala micro.

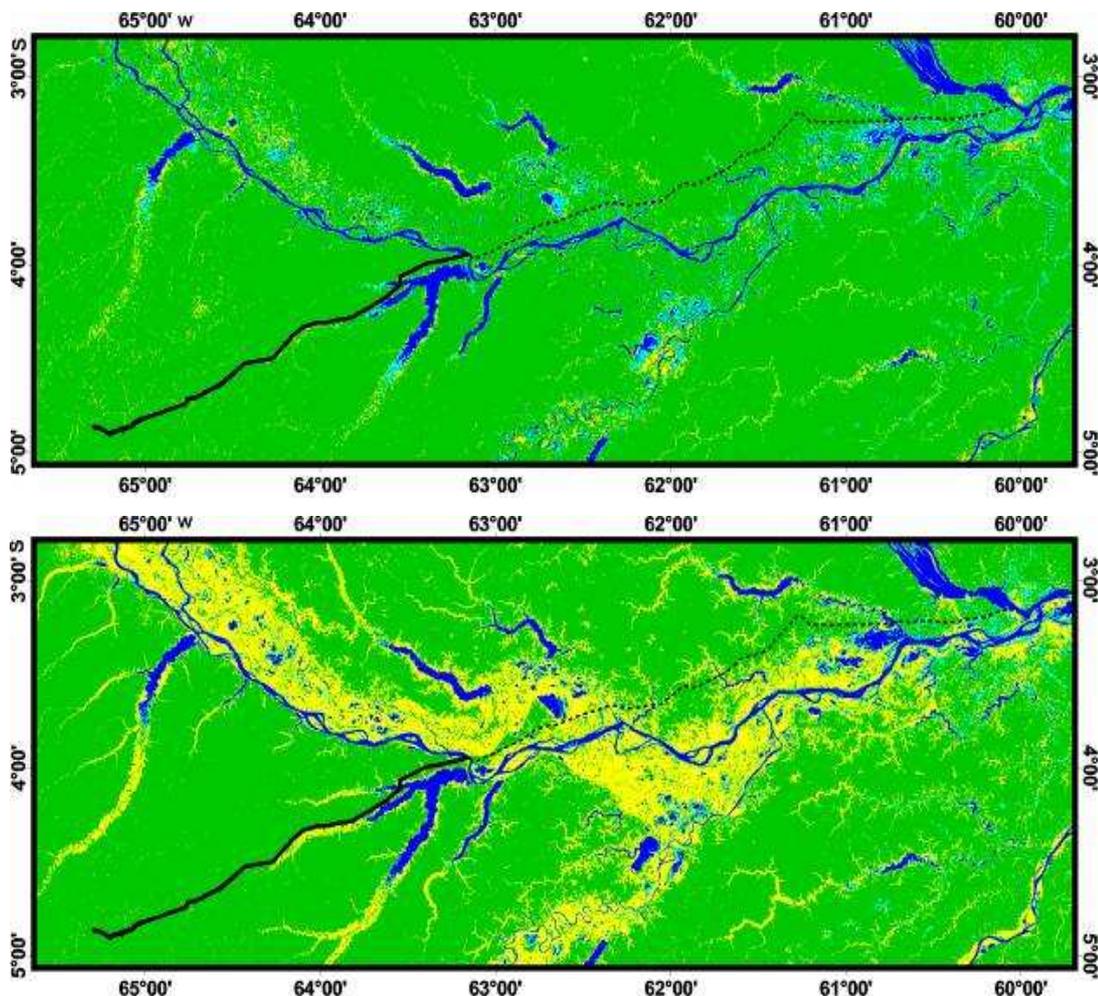


Figura 12 - Bacia do Solimões e diferenças entre períodos de seca e cheia, ressaltadas em amarelo as áreas de florestas alagadas na várzea do rio Solimões e afluentes.

FONTE: Utilização de Mosaicos JERS-1 SAR e de Lógica Fuzzy para Elaboração de Mapas de Sensibilidade Ambiental Temporal a Derrames de Óleo na Amazônia Central, tese de doutorado de Carlos Henrique Beisl, Coppe, UFRJ. 2009.

Onde quer que esteja o observador, numa primeira impressão, o que se mostra à tona de lagos, rios, riachos, paranás, igarapés, brejos e alagados são superfícies cobertas por vegetações das mais variadas que recebem a denominação

de macrófitas aquáticas e “participam ativamente da ciclagem de nutrientes e servem de abrigo, refúgio e local de alimentação para diversos organismos, incluindo os peixes”. (CAVALCANTE, 2007).

Conhecidas por vários nomes, tais como mureru, matupá, lentilha-d’água, canarana, capins, samambaia e aguapé, “essas plantas são importantíssimas para a vida aquática, pois fornecem frutos, folhas, sementes e abrigo para os pequenos peixes, insetos, mamíferos e quelônios. Em troca, esses animais realizam o espalhamento das sementes, contribuindo para a recuperação da vegetação florestal” (MERA, 2006).

Nesta relação há muito tempo cooperativa, as plantas aquáticas praticamente dominam o cenário destes sítios, já que a cada ciclo das águas completado, parte delas morre e volta a brotar sobre as outras formando um colchão quase que intransponível também chamado pelos locais de “**tapagem**” (Figura 13). Calcula-se que cerca de 400.000km<sup>2</sup> ou 5% do território brasileiro seja coberto por áreas alagáveis (JUNK, 1984 e JUNK e HOWARD-WILLIAMS, 1984), em sua maioria colonizada por plantas aquáticas.



Figura 13 - Diferentes tipos de “tapagens” que cobrem superfícies d’água.  
FONTE: Trabalho de campo, 2009. Arquivo de Imagens do Laboratório de Robótica de Centro de Pesquisas da Petrobras.

Mesmo com esta destacada presença em nosso território, pode ser visto em MERA (2006) que tais vegetações “muitas vezes são chamadas de pragas, porque dificultam a navegação dos barcos principalmente nos paranás e pequenos furos em áreas alagadas”.

Pode-se afirmar que a vegetação não deve ser a “culpada” por tal situação. Por outro lado, aos usuários e frequentadores de tais locais, só resta a opção de lançar mão das embarcações e meios convencionais de transporte disponíveis. Por não terem sido especialmente concebidos para atuar em tais sítios, a tecnologia presente em tais embarcações não consegue vencer e avançar sobre estes grandes tapetes de macrófitas. Quando isso ocorre, há uma interferência radical, que pode ser danosa ao equilíbrio ecológico local.



Figura 14 - “Clareira” aberta para a passagem de embarcação convencional.  
FONTE: Trabalho de campo, 2009. Arquivo de Imagens do Laboratório de Robótica de Centro de Pesquisas da Petrobras

A Figura 14 ilustra um exemplo de interferência, onde o seccionamento da “tapagem” foi feito com o auxílio de um “terçado” (espécie grande de facão ou peixeira), desde o ponto limite onde as embarcações convencionais conseguem chegar até a uma área de interesse. Tal movimentação demanda operações de corte com terçado intercaladas com a ajuda de remos sobre a tapagem. O avanço se faz do modo lento e desgastante, pois precisa ser interrompido a todo instante para inspeção e liberação do conjunto.

Neste caso específico, a equipe estava se deslocando no campo sob a orientação e condução de um “mateiro”, para a uma região onde mais tarde passaria a faixa de interferência do gasoduto. Com a ajuda do amazônida e já numa tentativa de melhor entender a problemática, foi iniciada a elaboração de um esboço das

possíveis indicações de solução, pois há de se considerar como tal vegetação está distribuída no conjunto substrato - água + lama + colchão vegetal.

Verifica-se na Figura 15 que as plantas aquáticas podem ser fixas ou enraizadas, emergentes e submersas, ou ainda flutuantes e também emergentes e submersas (MERA, 2006). Esta distribuição é representante de praticamente toda a lâmina d'água dos sítios onde as tapagens ocorrem e, como já antecipado, são vistas como grandes empecilhos aos barcos e embarcações com motores de popa ou rabeta. De fato, tais plantas se enrolam nas palhetas (nome como é conhecido, localmente, a hélice), travando seu movimento. Dependendo do tipo e do porte de ambos, o eixo pode ser levado à ruptura.

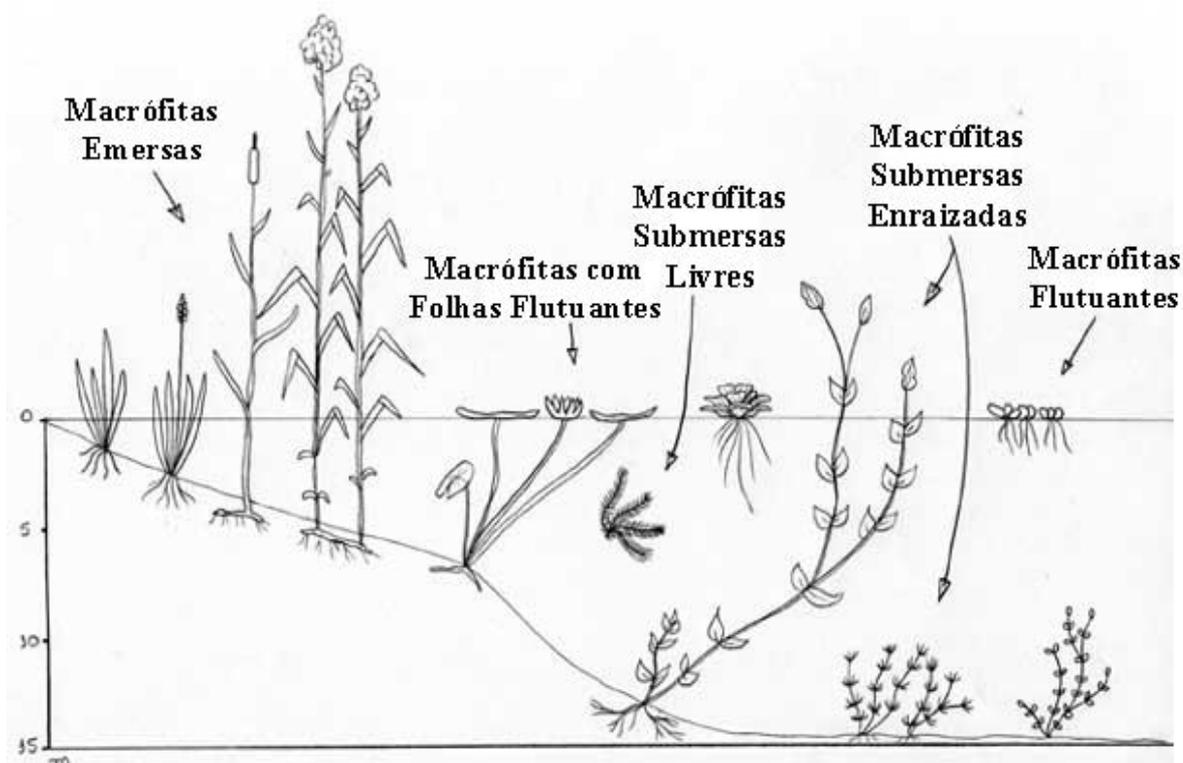


Figura 15 – Distribuição em profundidade das macrófitas, no intervalo de 0 a 15 m.  
FONTE: página na Internet da Universidade Federal de São Carlos, UFSCAR,  
[http://www.ufscar.br/~probio/perfil\\_m.jpg](http://www.ufscar.br/~probio/perfil_m.jpg)

## 2.4 Tratar diferentes como diferentes: o conceito de áreas (A, B, C e D)

Verificou-se a impossibilidade de contar com apenas um tipo de equipamento de locomoção, que consiga se adaptar a tantas variações sazonais, tantos diferentes tipos de substrato e todos os possíveis cenários gerados a partir destas

combinações naturais. A prudência está em propor algo que ganhe consistência a partir de testes simulados e operações reais. É preciso confiança crescente dos usuários e desenvolvedores. Este processo é crucial para o alto grau de ineditismo da proposta tecnológica que faça frente aos problemas de mobilidade, pois, ao menor entrave a idéia pode ser questionada e abandonada. Foi proposta, então, para fins metodológicos, uma subdivisão de cenários num grau crescente de dificuldade e de necessidades. A princípio, de forma empírica, porém com base na sazonalidade anteriormente discutida, foram definidos quatro tipos de área de interesse, quais sejam:

- **Área tipo A:** lagos, rios, lagoas, furos, paranás e etc., com alguma correnteza perceptível, porém com muito pouca ou quase nenhuma vegetação sobrenadante (tapagem);
- **Área tipo B:** tapagens e áreas com alguma vegetação (esparsa) flutuante do tipo macrófita em leito de lagos e rios, com pouca ou quase nenhuma correnteza perceptível;
- **Área tipo C:** igapós, chavascais, alagados com áreas predominantemente inundadas a maior parte do ano, borda da floresta tropical úmida, tapagem (média e densa) com colchão vegetal de grande densidade e variedade de macrófitas com nenhuma correnteza perceptível;
- **Área tipo D:** terras altas (até 100m) e interior de floresta tropical úmida densa com dossel e sub-bosque. Solo com topografia inclinada a plana.

## **2.5 Impactos causados pela inexistência de tecnologias de mobilidade apropriadas para a região e como interferem**

É sabido que, no meio industrial, a economia de escala e a produção em massa de qualquer produto são fundamentais para que sua manufatura possa ser viabilizada economicamente. A menos das embarcações produzidas pelos próprios habitantes ribeirinhos, a grande maioria dos sistemas de locomoção (seja de pessoas, de carga ou modal misto), disponíveis atualmente às sociedades destes locais, é desenvolvida e materializada com uma visão utilitária fortemente marcada pelo aspecto econômico. Parte da inadequação das tecnologias existentes decorre do fato de terem sido criadas e fabricadas dentro de modelos de desenvolvimento dos outros países, com realidades diversas das nossas. Além disso, as

características originais referem-se à da economia de escala, pouco preocupada com a sustentabilidade de locais como os presentes na região amazônica.

Esta situação interfere no cotidiano das comunidades ribeirinhas, uma vez que seus moradores, por vezes impedidos de acesso a outros meios mais sofisticados de transporte, ficam limitados às canoas e voadeiras para atender suas atividades básicas. Como ilustrado na Figura 16, durante os períodos de seca, o simples acesso à água se torna um problema e as pessoas podem, literalmente, sofrer por escassez de água no interior da maior bacia hidrográfica do mundo.



Figura 16 - Aspecto de leito de rio de várzea, durante a seca de 2005.

FONTE: Trabalho de campo, 2009. Arquivo de Imagens do Laboratório de Robótica de Centro de Pesquisas da Petrobras.

No detalhe da Figura 17, é possível observar as pegadas em solo não compactado, bem como a dificuldade a que as pessoas são submetidas, durante a seca, na movimentação desde a embarcação até seu objetivo ou local de interesse.



Figura 17 - Detalhe da dificuldade de locomoção dos ribeirinhos (seca de 2005).

FONTE: Trabalho de campo, 2009. Arquivo de Imagens do Laboratório de Robótica de Centro de Pesquisas da Petrobras.

Tais aspectos são fundamentais em se tratando de soberania e fins estratégicos, onde o poder público e as forças armadas precisam estar presentes, com suas manobras de garantia e defesa do território nacional, riquezas naturais, terras indígenas, combate ao narcotráfico e outras atividades ilícitas. O alto custo envolvido nessas circunstâncias, desde o acesso até o desenvolvimento de tecnologias inovadoras para deslocamentos em regiões inóspitas, mantém e fortalece a idéia de que apenas os pesquisadores e instituições estrangeiras, com mais recursos, podem e tem condições de estudar, conhecer e, em última análise, tomar conta da Amazônia.

Nas atividades científicas e acadêmicas pesquisadores, quando em campo (Figuras 18 e 19), muitas vezes precisam extrapolar e inferir seus resultados às áreas inacessíveis, a partir de medidas e coletas feitas em áreas de fácil e/ou possível acesso.



Figura 18 - Grupo de pesquisas em locomoção, com corte de tapagem.

FONTE: Trabalho de campo, 2009. Arquivo de Imagens do Laboratório de Robótica de Centro de Pesquisas da Petrobras

Assim, no caso de extrapolação, restrições à mobilidade não contribuem para a criação, manutenção ou aumento de conhecimento e massa crítica local, regional ou mesmo nacional sobre o tema estudado.



Figura 19 - Coletas *in situ* feitas com embarcações frágeis e de alcance limitado.

FONTE: Trabalho de campo, 2009. Arquivo de Imagens do Laboratório de Robótica de Centro de Pesquisas da Petrobras

Nas atividades econômicas (operacionais e industriais), a falta de material de consulta, a pobre fonte de referências técnicas e informações sobre anterioridades a respeito da região, bem como a ausência total de normas e procedimentos referenciados às suas peculiaridades obriga a adoção de logísticas específicas. Esta abordagem, normalmente mais complexa e demorada, onera de modo importante e grava os empreendimentos ligados ao desenvolvimento da Amazônia. Esta situação deve ser interrompida, por exemplo, com a inserção de novos modais de transporte em áreas de difícil acesso.

## **2.6 Identificação de anterioridades**

A partir do início dos estudos, busca de bibliografia e tentativa de localização de anterioridades, é possível conhecer melhor a extensão do problema e o grau de ineditismo envolvido. Sem dúvida, a maior fonte de estudos sobre a região, com o enfoque pretendido ao trabalho, foi encontrada nos projetos Piatam e Cognitus. Pelos motivos já expostos, é entendimento do autor que este é um movimento que não pode nem deve parar. Sociedade, academia e indústria devem se esforçar para que outros programas com a mesma abrangência e consistência sejam iniciados e tenham fôlego para se manter.

Nos itens chamados “de prateleira”, além das óbvias indicações de mobilidade e transporte na região, tais como canoa, barco a remo, flutuantes, jangadas, rabetas, voadeiras, etc., quando era encontrada alguma referência ou equipamento capaz de se candidatar ao uso na região alagada, logo eram observadas restrições, por conta das características técnicas pouco sustentáveis na várzea em sua grande maioria por filosofia de construção inadequada operacional e ambientalmente, como no caso do veículo tático-militar da Figura 20.



Figura 20 - Veículo tático militar para manobras em áreas inundadas.  
FONTE: Trabalho de Fim de Curso: ACTUS - Veículo Ambiental Anfíbio - PUC-Rio  
Aluno: Roberto Maia de Carvalho. Orientador: Federico Hess.

Em continuidade à busca de soluções para contornar as limitações de locomoção na região, examinou-se também o “estado da arte” em tecnologias existentes e/ou consideradas maduras. Mesmo que ainda em desenvolvimento ou em protótipo, alguma coisa foi encontrada para atender aplicações militares e táticas (Figura 21).

Por serem tais aplicações classificadas e, conseqüentemente, com restrições de acesso às informações e características técnicas/operacionais, foram examinados alguns tipos de *overcrafts*, *jet-sky* e os aero-barcos. Pela falta de informações, não podemos afirmar que tenham sido desenvolvidas com a preocupação e o cuidado compatível aos sítios onde atuariam, pois as premissas básicas de projeto não estavam voltadas para o ambiente ou a sustentabilidade, e sim para manobras táticas. Podemos, entretanto, citá-los como anti-exemplo de utilização e não indicá-los como opção primeira na várzea amazônica.



Figura 21 - Veículos anfíbios em algumas situações em áreas inundadas.  
FONTE: Trabalho de Fim de Curso: ACTUS - Veículo Ambiental Anfíbio - PUC-Rio  
Aluno: Roberto Maia de Carvalho. Orientador: Federico Hess.

## CAPÍTULO 3 - USO DA ROBÓTICA EM ÁREAS ALAGÁVEIS: PRIMEIRAS IDÉIAS

“Você não pode resolver um problema com a mesma atitude mental que o criou” (EINSTEIN).

A seguir, são apresentados alguns dos princípios norteadores utilizados nesta dissertação para o desenvolvimento de alternativas tecnológicas de locomoção apropriadas para áreas alagadas/alagáveis da Amazônia.

### 3.1 Necessidade de adoção de novos paradigmas

Cabe pensar e propor uma nova abordagem para projetos e materialização de novos conceitos dedicados ao transporte de cargas e locomoção de pessoas em áreas sensíveis. Como agravante, verificou-se, que as atuais tecnologias apresentam restrições e não conseguem lidar com a totalidade das situações provocadas pela sazonalidade, que imprime enorme variação de características inerentes à região como ilustrado na Figura 22. Nesse caso, a equipe de testes tentava se deslocar com um barco convencional em cenários de regiões alagadas.



Figura 22 - Dificuldades dos meios convencionais de locomoção.  
FONTE: Trabalho de campo, 2009. Arquivo de Imagens do Laboratório de Robótica de Centro de Pesquisas da Petrobras.

É mandatório o desenvolvimento na Amazônia de tecnologias inovadoras que possibilitem a materialização de uma nova família de veículos. A partir do que foi avaliado, os meios convencionais de transporte, em sua esmagadora maioria, foram desenvolvidos para outras aplicações. Assim, quando levados a operar em tais áreas sensíveis como a várzea, na esperança de que, recebendo algumas adaptações, possam atender também a esta nova aplicação, estes veículos produzem impactos nefastos ao ambiente (ruído excessivo, danos às macrófitas, afastamento da vida animal, banzeiros em regiões calmas, desorganização do bioma, etc.). Tais fatores atuam de modo importante no desequilíbrio ambiental. Como exemplo, pode ser citado o fato ocorrido minutos após a cena da Figura 23, por conta de movimentos induzidos na vegetação e ruídos provocados pelos remos na travessia de um igapó, Nessa ocasião, a equipe foi atacada por um enxame de cabas (vespas), o que colocou em risco a integridade física dos técnicos e integrantes da equipe.



Figura 23 - Dificuldade de transpor ambientes alagados na várzea.  
FONTE: Trabalho de campo, 2009. Arquivo de Imagens do Laboratório de Robótica de Centro de Pesquisas da Petrobras.

Nas excursões e testes de campo efetuados para a presente dissertação, foi observado um fato interessante: por ser uma região que já há algum tempo é centro de interesses e discussões, por isso mesmo procurada para varias finalidades desde turismo até a pesquisa, diferentes profissionais e cientistas apresentaram comportamentos semelhantes. Mesmo quando perguntados provocativamente sobre as dificuldades impostas pelo ambiente alagado e os meios de transporte disponíveis, raramente ouvia-se uma reclamação ou argumento negativo. Quando muito, o que se ouve é: “Aqui, é assim mesmo...” Chega-se à conclusão de que todos estão como que já acostumados ou até esperando encontrar a infra-estrutura e o modal de transporte vigente, não se importando com as limitações impostas.

Seja o turista eventual ou o pesquisador - que aluga equipamentos ou delega a terceiros a tarefa de montar a sua logística e que por vezes desenvolve pesquisas bastante avançadas usando embarcações aquém do necessário ou mesmo inapropriadas aos seus propósitos de locomoção. Quando muito, o que vimos foram iniciativas de adaptações a equipamentos ou tecnologias já existentes, que absolutamente não se adéquam ou respeitam as peculiares condições da região. Mesmo assim, foram observados poucos questionamentos ou mesmo conjecturas de como melhorar tal situação.

### **3.2 Desenvolvimento de tecnologias de locomoção apropriadas para a região**

Pode-se dizer que novos desenvolvimentos dedicados à Amazônia trariam perspectivas de novas pesquisas e estudos, até então limitados aos recursos convencionais disponíveis, tais como as embarcações que vêm sendo usadas pelos ribeirinhos desde há muito. Isso também é traço de sua cultura, parte da tecnologia tradicional que é passada de geração a geração.

Recorrendo a LEFF (2006) verifica-se que as necessidades dos habitantes das áreas rurais de países em desenvolvimento são organizadas pela cultura e por meio de processos simbólicos, os quais se configuram mecanismos de acesso social à natureza. Pode-se então entender que, quanto mais possibilidades de acesso às áreas até então inalcançáveis pelos meios tradicionais e disponíveis de locomoção, maior o potencial da relação “interação  $\leftarrow \rightarrow$  conhecimento”. Tal afirmação é

complementada por MORIN (2001), “um organismo não é constituído pelas células/partes, mas sim pelas ações que se estabelecem entre as células/partes”.

Desta forma, o desenvolvimento tecnológico tem potencial para participar e auxiliar na regulação dos ritmos de extração e transformação dos recursos cotidianos necessários à população. Se o Brasil tomar as rédeas do processo e se valer de tecnologia doméstica considerando tais aspectos, haverá certamente um salto de qualidade e uma nova relação destes cidadãos com seu ambiente.

### **3.3 Robótica aliada a exemplos da natureza: biomimética**

No mundo moderno, sempre que a sociedade se defronta com situações onde o ambiente pode ser classificado como hostil à presença do ser humano, são desenvolvidos artefatos com o intuito de aumentar a capacidade adaptativa do homem a este cenário. Historicamente, essa tarefa se dá em um processo de tentativa e erro, cercado de toda espécie de dificuldades.

Consideradas até então como “de ponta”, as tecnologias estudadas dentro das disciplinas da Robótica têm sido desenvolvidas para situações em ambientes estruturados, cujas características principais são: presença de pouco ou quase nenhum desnível ou acidente topográfico, disponibilidade de sensores (ou rede deles) estrategicamente instalados, guias/marcações pré-estabelecidas, referências firmes e limites facilmente identificados, dentre outras.

Por certo, tais itens não estarão presentes nos cenários de várzea. Entende-se, porém, que essas tecnologias podem e devem se somar aos estudos e conhecimentos já conseguidos no campo da biomimética e, juntas, formar uma nova família de desenvolvimentos, onde as especificações e diretrizes primeiras dialoguem com as necessidades locais. A busca em emprestar da natureza algumas características exitosas é um enorme passo. Os insetos observados nas áreas alagadas são um bom exemplo, pois apresentam a capacidade de se locomover sobre a água com enorme desenvoltura. O desafio fica por conta da transposição de tais dotes para um artefato industrial, como explanado mais adiante neste capítulo, quando for relatado o desenvolvimento do Robô G.I.R.I.N.O.

Com a massiva miniaturização dos componentes mecânicos, elétricos, eletrônicos, de controle e supervisão, além de sistemas de visão e transmissão de dados, acredita-se que a utilização da robótica pode ampliar significativamente a

busca de soluções. A iniciativa pode ainda promover a integração entre diferentes áreas do conhecimento na busca pela solução da problemática aqui ressaltada, ou seja, mobilidade em áreas alagadas e inóspitas, onde profissionais de outras disciplinas tenham a oportunidade de interagir com esta proposta de modo complementar, o que será benéfico a todos.

A Robótica tem, em tal contexto, um grande potencial como ferramenta multi e transdisciplinar, religando as fronteiras anteriormente estabelecidas entre várias disciplinas. Desta forma, será utilizada a metodologia já aplicada pelo Laboratório de Robótica da Petrobras, onde o trabalho em rede com outras instituições ajuda a aglutinar massa crítica para a resolução de problemas inusitados e não estruturados nas mais diversas áreas.

Na década de 1980, a Petrobras, além dar ênfase à busca por hidrocarbonetos na Amazônia, passou a intensificar o esforço exploratório e obter resultados positivos em descobertas de novas fontes de óleo na plataforma continental brasileira. Na ocasião, foi preciso entender, desenvolver pesquisas e dominar tecnologias relacionadas a águas profundas – na época, os “impressionantes” 400 metros de lâmina d’água.

Dentro deste esforço, foi criado o Laboratório de Robótica do Centro de Pesquisas da Petrobras – Cenpes, onde realmente tudo começou da estaca zero, trabalhando com manipuladores hidráulicos submarinos, depois com o desenvolvimento de várias ferramentas, algumas tele-operadas, e outros sistemas para intervenções especiais. Hoje, depois de alguns erros e acertos, um bom número de resultados positivos foi obtido, inclusive com algumas intervenções inéditas no mundo e com uma quantidade expressiva de inovações que se transformaram em patentes. Além de desenvolvimentos internos, conseguiu-se reunir profissionais e pesquisadores de outras instituições de excelência numa rede com capacitação, conhecimento e experiência em robótica e atividades tele-operadas. Tal grupo contribuiu com o país num de seus mais novos desafios, o trabalho a 3000 metros de lâmina d’água, onde apenas a tele-operação e robôs poderão intervir.

Porém, não por maldade, algumas pessoas associam robôs a brinquedos mimetizando seres humanos, com nariz e olhos piscando e emitindo voz estranha. Outras tantas, talvez por causa dos filmes recheados de efeitos especiais, os consideram como algo futurista e a serviço de seres alienígenas, sem sentimentos e

ligados à destruição. Na maioria das vezes, a indústria também contribui para esta desinformação, uma vez que considera como uma estratégia de *marketing* a ênfase na busca em “recriar” o homem, via a construção de humanóides, conforme pode ser visto na figura 24.



Figura 24 - Sequência evolutiva do Robô Asimo.

FONTE: página da Internet [www.wirefresh.com/images/asimo-robot-1.jpg](http://www.wirefresh.com/images/asimo-robot-1.jpg)

Devido à complexidade dos cenários existentes na indústria do petróleo, é necessário contar no fundo do mar com algo que seja o mais simples possível e com menos pontos passíveis de apresentar falhas. Estão presentes sistemas/mecanismos simples ou sofisticados, alguns até com alguma sensibilidade, uma “inteligência” embarcada, porém de concepção e construção robustas. Como exemplo, MOFFETT (2007) cita a criação de um robô para se deslocar e atuar em tubulações industriais da Petrobras, também uma proposta desenvolvida pelo autor desta dissertação, que nasceu da observação da forma larvar em estágio inicial dos sapos (Figura 25) - o G.I.R.I.N.O. .

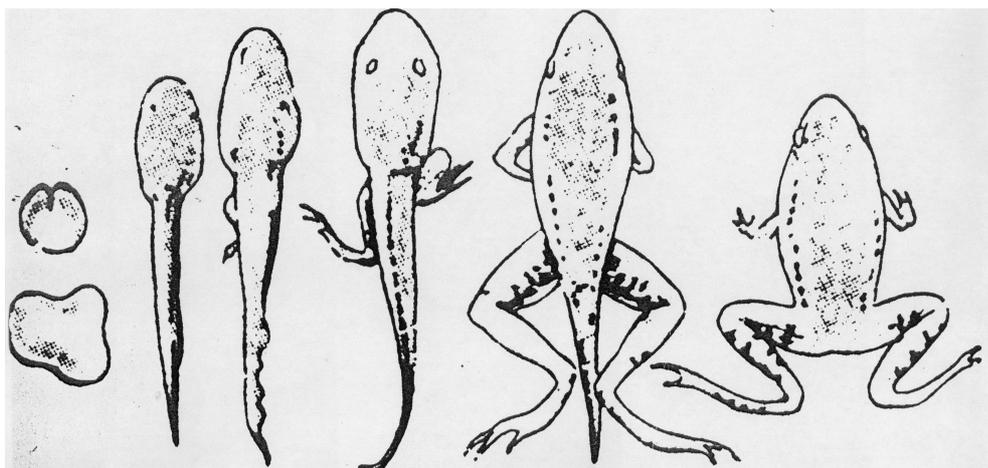


Figura 25 - Seqüência de desenvolvimento do anuro, larva do sapo.  
FONTE: Arquivo de Imagens do Laboratório de Robótica de Centro de Pesquisas da Petrobras

Traduzido em forma de projeto de engenharia, conforme apresentado na Figura 26, possui uma arquitetura bastante simples, porém baseada em funções e propriedades mecânicas de alta confiabilidade, que emprestou da natureza os movimentos e funções necessárias ao seu funcionamento. De fato, o equipamento é capaz de caminhar pelo interior de dutos e atuar de modo tele-operado e se coloca como mais uma opção aos órgãos operacionais para efetuarem intervenções voltadas ao reparo e tratamento de problemas operacionais.



Figura 26 - Robô G.I.R.I.N.O.: Protótipo de Laboratório (branco) e na versão Cabeça de Série Operacional (em metal).  
FONTE: Arquivo de Imagens do Laboratório de Robótica de Centro de Pesquisas da Petrobras.

Mesmo com os avanços descritos anteriormente, ainda cabe a questão: o que vem a ser a Robótica e como utilizar seu domínio de conhecimento para a proposta desta dissertação? O autor não encontrou na bibliografia uma definição que abarcasse o conceito e o termo “robô”. Existem inúmeras filosofias de trabalho, as quais exploram soluções bem simples que, à luz das definições mais tradicionais, não poderiam ainda ser consideradas um robô. No entanto, algumas definições mais recentes podem nos levar a dizer que um liquidificador é um robô: um robô utilitário.

Independente de suas origens, a robótica como palavra e conceito está ganhando o dia a dia das pessoas; porém, ainda hoje, o termo é utilizado sem que haja um consenso mundial sobre qual o seu real significado. Embora esse consenso não exista, muitos institutos e organizações possuem sua própria definição do termo. Não cabe neste momento propor uma definição. No entanto, destaca-se a seguir algumas definições e abordagem dadas por entidades de pesquisa e indústria aos temas relacionados a esta dissertação, desde a mais genérica até a mais específica/detalhada.

- 1) Para o Museu Tecnológico de Inovação (San Jose, CA, EUA): “um robô é uma máquina que coleta informações sobre seu ambiente (uso de sensores) e usa esta informação (processamento) para seguir instruções objetivando realizar trabalho (atuar/operar)”;
- 2) Segundo a *Encyclopedia Britannica* a definição de robô é: “qualquer máquina operada automaticamente que substitua o esforço humano, mas sem necessidade de reproduzir os seres humanos em aparência ou de realizar as tarefas de maneira semelhante aos humanos”;
- 3) O *Robotics Institute of America* (RIA) adota uma definição de aplicação um pouco mais ampla para robô, que seria: “manipulador re-programável e multifuncional, projetado para mover partes materiais, ferramentas e dispositivos especializados através de movimentos variáveis programados para a execução de uma variedade de tarefas”;
- 4) Já a I.S.O. (*International Organization of Standardization*), em sua norma ISO 8373, define um robô manipulador industrial como: “um manipulador

automático, controlado, re-programável, com multi-propósito, programável em três ou mais eixos, podendo ser tanto fixo quanto móvel para uso em aplicações de automação industrial”. Essa definição é também aceita por entidades como a *International Federation of Robotics* e a *European Robotics Research Network*.

- 5) A Associação de Automação e Robótica Australiana (ARAA) diz não existe definição padrão para robô, mas sugere três características essenciais para um robô: possuir alguma forma de mobilidade; ser programável para realizar tarefas diversas; operar automaticamente após ser programado.

Por ser um tema tão amplo, com tantas possibilidades de definição e inúmeros campos de aplicação, não houve por parte do autor a intenção de colocar ou escolher alguma definição em particular, até porque, dentro da pesquisa bibliográfica realizada, muito pouco (ou quase nada) foi encontrado referente à utilização de robótica em ambientes de floresta tropical úmida.

Na busca de princípios norteadores da junção da robótica com a biomimética, para propor algo que lide com tais cenários de várzea, de modo mais eficiente e sustentável, verificou-se convergência desta dissertação com a conceituação da Associação de Automação e Robótica Australiana (ARAA). Entretanto, o autor acrescentou outra característica fundamental àquela abordagem: ser tele-operado. Tal característica é imprescindível no trato de situações não previstas e conferem melhor atendimento dos quesitos de segurança e confiabilidade, fundamentais às missões do Robô Ambiental Híbrido quando submetido às especificidades dos locais onde irá operar. Diante de qualquer não-conformidade apresentada pelo sistema ou mesmo advinda de fatores externos, um operador, à distancia, poderá assumir o controle e levar a missão a níveis seguros e controlados.

## **CAPÍTULO 4 - A NATUREZA COMO FORÇA INSPIRADORA: DAS PRIMEIRAS IDÉIAS AO PROJETO**

### **4.1 Observação *in situ* e introdução de conceitos de áreas (A, B, C e D): uma tentativa de classificação de áreas e cenários de operação**

O tema em questão (mobilidade e acessibilidade em áreas alagadas e ou inundáveis) passa, obrigatoriamente, por um tratamento transdisciplinar, necessário em questões deste tipo. Porém, diante da fraca disponibilidade de bibliografia encontrada, ficou claro de que se trata de terreno ainda pouco trilhado.

Diferentemente de algumas áreas de estudo mais maduras, tais como ciências exatas ou biológicas, onde já estão disponibilizados alguns procedimentos consagrados, foi bastante difícil chegar a uma metodologia que se enquadrasse aos objetivos da dissertação e que se mostrasse capaz de permitir avanços. Grande parte do progresso aqui alcançado teve como aliados: a) muitas idas à calha do Solimões em sítios similares aos existentes na área de interferência do gasoduto; b) conversas com os ribeirinhos; c) troca de idéias com a academia.

A partir de experiências de campo, foram observados determinados padrões recorrentes, que poderiam ser traduzidos num esquema reproduzido abaixo, para que, metodologicamente, fosse estabelecida uma primeira base de estudo. A partir de literatura consultada durante o curso (Apostilas de Biomas e Ecossistemas da Amazônia 2007, Prof. Thierry R. Gasnier), bem como em idas a campo, foram observadas as várias formações e características da paisagem amazônica próxima aos grandes rios, sejam eles de “água clara”, “água preta” ou “água branca” (com suas características próprias como acidez e quantidade de nutrientes, dentre outras) todas elas a seu tempo e jeito provocam a formação de lagos, lagoas, brejos, rios, riachos, corredeiras, igapós, chavascais, campinaranas, igarapés, alagados, paranás, furos, canais, regos, meandros sacados, etc.

Devido ao ineditismo da proposta da presente dissertação, bem como à grande complexidade em atender com apenas uma tecnologia aos diversos cenários e biomas, foi proposta e adotada uma subdivisão de cenários dependendo se seus substratos, sobre os quais o veículo deverá se deslocar.

Como antecipado, quatro cenários foram definidos, de forma subjetiva e empírica sendo melhor detalhados como áreas de interesse nos tópicos conforme a Figura 27.

- **Área tipo A:** lagos, rios, lagoas furos e paranás, com alguma correnteza perceptível, porém com muito pouca ou quase nenhuma vegetação sobrenadante (tapagem), que praticamente não exija manobras e correções de rumo para desvio de obstáculos entre dois pontos de interesse (origem e alvo). Além disso, permitem a todo momento visada direta entre as antenas do sistema de rádio do Veículo/Embarcação e a Unidade de Apoio;
- **Área tipo B:** tapagens e áreas com alguma vegetação (esparsa) flutuante do tipo macrófita em leito de lagos e rios com pouca ou quase nenhuma correnteza perceptível, que exijam poucas manobras e correções de rumo para desvio de obstáculos. E em sua maior parte, permite visada direta entre as antenas do sistema de rádio do Veículo/Embarcação e a Unidade de Apoio;
- **Área tipo C:** igapós, chavascais, alagados com áreas predominantemente inundadas a maior parte do ano, borda da floresta tropical úmida, com colchão vegetal de grande densidade e variedade de macrófitas e outros tipos de vegetais aquáticos, que não possuam correnteza perceptível e que exijam manobras e correções de rumo para desvio de obstáculos. Na maior parte de sua extensão, não permitem visada direta entre as antenas do sistema de rádio Veículo/Embarcação e a Unidade de Apoio;
- **Área tipo D:** terras altas (até 100m) e interior de floresta tropical úmida densa, com dossel e sub-bosque, solo com topografia entre inclinada e plana, que não permitam em momento algum visada direta entre as antenas do sistema de rádio do Veículo/Embarcação e a Unidade de Apoio.

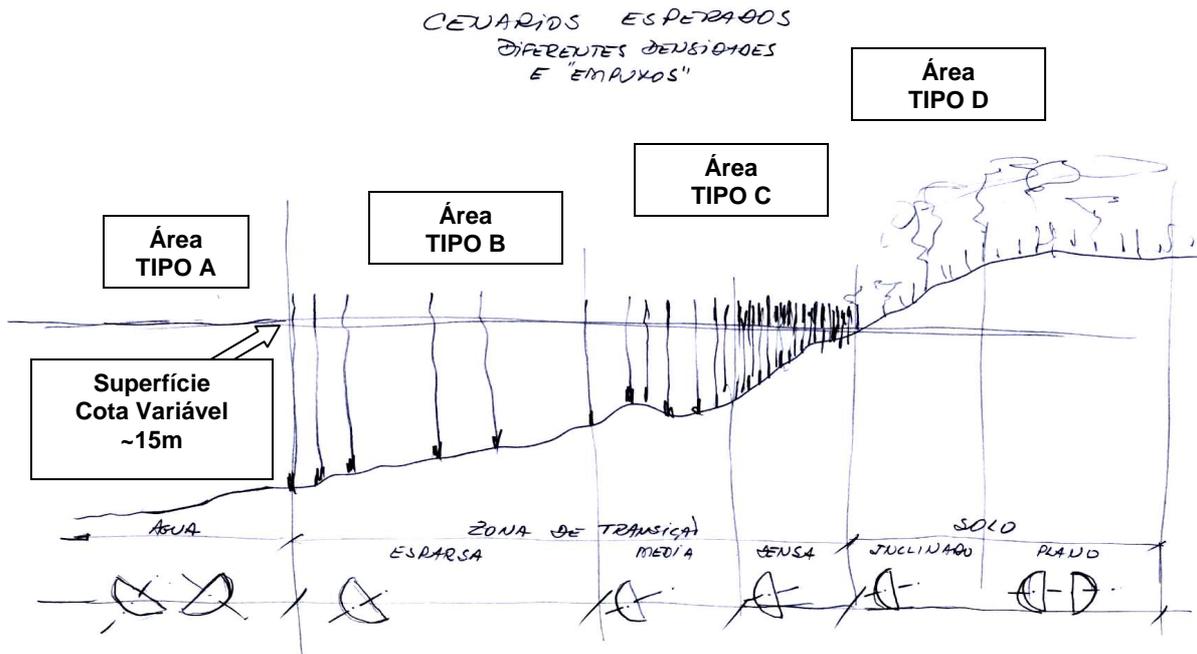


Figura 27 - Distribuição de áreas, com proposta de classificação: A, B, C e D.

FONTE: Desenhos do autor a partir de trabalho de campo, 2005. Arquivo de Imagens do Laboratório de Robótica de Centro de Pesquisas da Petrobras

É possível dizer que com esta abordagem será também exequível atender outros sítios similares, além das vastíssimas regiões alagadas de várzea e pode-se estender tal tecnologia a vários outros pontos do território brasileiro, onde se estima a presença de algo em torno de 5% (correspondente a aproximadamente 400.000 km<sup>2</sup>) em áreas alagáveis, em sua maioria colonizadas por plantas aquáticas (JUNK, 1984).

#### 4.2 Localização de anterioridades e avaliação de tecnologias existentes

Para estabelecer uma primeira metodologia que possibilitasse a comparação entre algumas tecnologias existentes, lançou-se mão de um diagrama onde seu desempenho foi estudado. Vale lembrar que alguns dos equipamentos escolhidos são protótipos experimentais ou se enquadram numa outra categoria de veículos estratégicos para uso militar. Por isso mesmo, pouca ou nenhuma informação sobre eles está disponível na literatura.

Mesmo assim, e considerando a experiência da equipe envolvida do Cenpes, alguma subjetividade foi necessária na avaliação de tais características, onde maior destaque (maior nota) foi dado à capacidade de transformação -hibridismo- do

veículo diante dos diversos cenários de operação (por exemplo, Áreas A, B, C e D). Os critérios empregados foram os seguintes: **Segurança:** exposição do piloto, fragilidade e velocidade; **Ruídos:** tipo e classe de motor e tipo de locomoção; **Manobras:** estimativa de acordo com características informadas; **Velocidade:** a especificada com destaque para a velocidade na água; **Potência:** de acordo com a especificação informada; **Versatilidade:** estimada para desempenho na água, em terrenos acidentados, com obstáculos ou com lama; **Conforto:** estimado por possuir ambiente fechado e seguro ao operador e por ter estabilidade quando em locomoção; **Poluição:** estimada de acordo com o combustível/motor e material de construção.

Pelas condições e particularidades da região, alguns itens devem ser destacados e mereceram ponderação especial quando da escolha de um sistema. Os itens relativos à velocidade e potência, por exemplo, não são preponderantes. Já os relacionados a ruídos, poluição, conforto e versatilidade são imprescindíveis a uma boa interação com o ambiente amazônico.

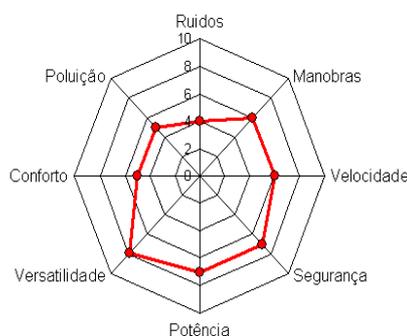


Figura 28 - Roseta de avaliação com itens de interesse.

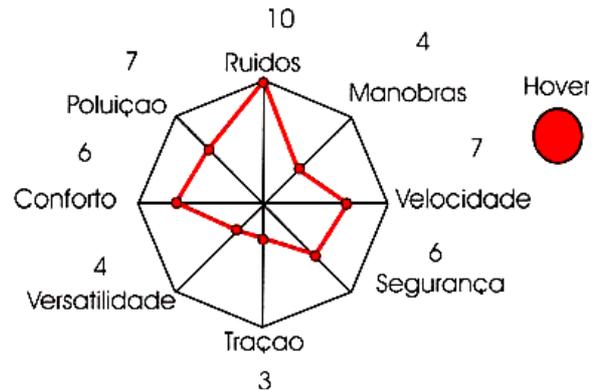
FONTE: Trabalho de Fim de Curso: ACTUS - Veículo Ambiental Anfíbio - PUC-Rio

Aluno: Roberto Maia de Carvalho. Orientador: Federico Hess.

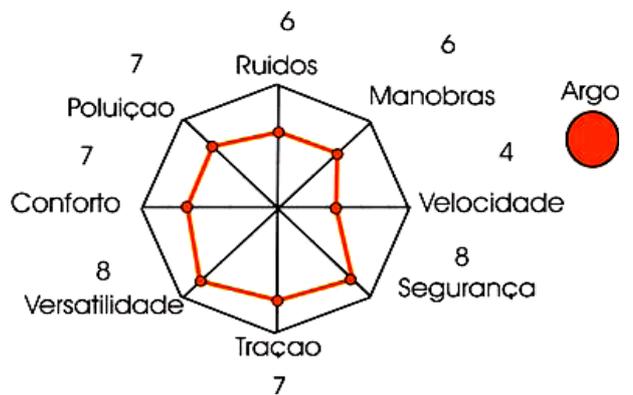
A partir de observação da Figura 28 é possível construir um padrão de comportamento do equipamento avaliado, onde o desenho formado pela interligação das notas em cada quesito exterioriza a impressão geral do equipamento. Tal diagrama fornece uma idéia do conjunto e do que seria importante neste estudo (Figura 29).



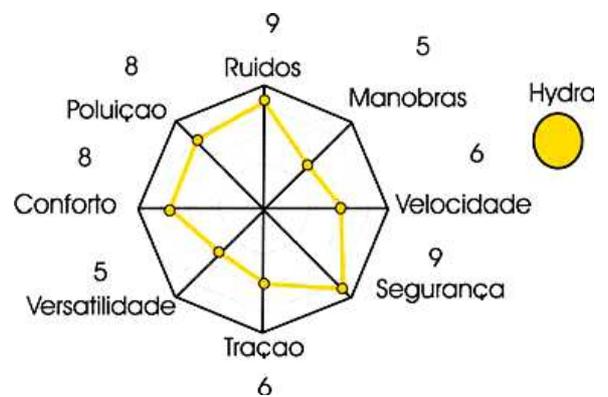
A- Hover



B- Argo



C-Hydra



D-Aquada

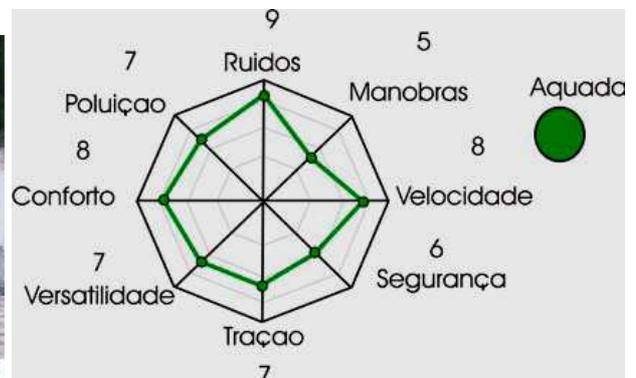


Figura 29 - A, B, C e D: Diferentes tipos de veículos anfíbios examinados à luz de diferentes parâmetros.

FONTE: Trabalho de Fim de Curso: ACTUS - Veículo Ambiental Anfíbio - PUC-Rio  
 Aluno: Roberto Maia de Carvalho. Orientador: Federico Hess.

### **4.3 Geração de propostas e trabalhos pioneiros domésticos: surge a idéia primeira**

A melhoria incremental de algo que já existe sempre foi utilizada como um método seguro de se avançar solidamente, podendo levar a resultados positivos e comprovados. Na presente dissertação, porém, considerou-se este como um caminho acanhado diante de desafios inusitados. Oportuno que se ressalte que a criação espontânea ou a livre associação de idéias na resolução de problemas e situações do cotidiano são, na opinião do autor, fundamentais para o sucesso de algo inovador.

Foi exatamente nesse contexto que ocorreu a primeira fonte de provocação: a partir das idas a campo na calha do Solimões, muitas conversas com ribeirinhos, técnicos e pesquisadores do Piatam e das universidades e escolas técnicas, todos familiarizados e conhecedores da situação e cenário. Segue abaixo o relato do autor a respeito de uma situação importante no nascedouro das idéias que embasam esta dissertação.

Certa vez, na agradável companhia do Prof. Bruce Forsberg, Pesquisador do INPA, fomos visitar alguns sítios de várzea próximos a Manaus que ele conhecia. Numa dessas paradas da voadeira para observar e fotografar o local, fiquei impressionado com a riqueza (quantidade e variedade) da vegetação flutuante, bem como com a dificuldade e o cuidado com que o piloto da embarcação tratava cada moita ou concentração de tais espécies vegetais que mais tarde viria a aprender serem chamadas de “comunidade de macrófitas”.

Soube, naquele momento, que muitas pessoas já ficaram presas e isoladas por terem as hélices (palhetas) de seus barcos danificados por tais aparentemente frágeis formações.

Ao estancarmos o movimento diante da impossibilidade e total falta força da embarcação de vencer o obstáculo provocado pela vegetação flutuante, e vendo minha curiosidade sobre a situação, ele me relatou um episódio bastante interessante e vital. Um estudante que trabalhou uma época em seu laboratório, numa determinada ocasião, precisava ir a campo e fazer um determinado tipo de coleta além do limite possível à voadeira, exatamente como a situação que estávamos vivenciando. De acordo com o relato do Prof. Bruce, por conta da impossibilidade de avançar, o aluno lançou mão de dois pedaços de isopor e, de

algum modo engenhoso conseguiu “calçá-los” como se fossem sapatos. Com suas duas “botas especiais”, ele tentou caminhar sobre as macrófitas (neste ponto, exultei diante da ousadia e criatividade do rapaz e, na minha avaliação, já estava diante de um sucesso desde a concepção). Apesar da criatividade e ousadia da proposta, soube logo em seguida dos percalços na materialização daquela idéia. Ocorreu que ele não conseguia caminhar normalmente sobre o colchão flutuante e, quando o fazia, era à custa de um esforço enorme e extenuante, a ponto de avançar apenas poucos metros e logo depois desistir.

Neste ponto, lembramos Mario Quintana em seu poema: “A preguiça é a mãe de todas as invenções. Se o homem não tivesse preguiça de caminhar, não teria inventado a roda.”

Ainda no campo da literatura, voltamos a LOBATO (1935), no livro *Historia das Invenções*, onde nos explica que as invenções são meios criados pelo homem para aumentar o alcance e poder de nosso corpo. No caso presente, nossa proposição de estudo e dissertação nasceu exatamente dessa junção, onde a tecnologia, vista de um ângulo lúdico e “inocente”, tem enorme potencial para trazer ao mundo “serio” e de “resultados palpáveis” referências bibliográficas importantes - e especialmente prazerosas de ler. Daí destacamos os capítulos: *O Pé Humano e o Pé que Roda: a Roda*.

“... todas as invenções humanas têm um objetivo comum: poupar esforço, fazer as coisas com o mínimo trabalho possível. Desse modo, o prazer do homem aumenta, porque o esforço é sempre desagradável...”.

“Dali por diante, suas invenções seriam sempre no sentido de aumentar o poder dos pés e das mãos – como também de aumentar o poder dos olhos, dos ouvidos e da boca, e aumentar a resistência da pele. Graças a esses aumentos, ganhou eficiência...”(LOBATO, 1935).

Convenci-me de que, diante deste cenário altamente demandante, teríamos espaço para uma ou várias soluções que atendam e/ou pelo menos melhorem a mobilidade e ou acessibilidade em tais situações. Naquele determinado momento, seria necessário ou mesmo natural que considerássemos algo novo, além das óbvias indicações: canoa, barco a remo, flutuantes, jangadas, rabetas, voadeiras, etc. Considerava-se fundamental que desde seu nascedouro, o invento fosse

talhado para a região. Era necessário que o ritmo fosse quebrado e levado a mudar de rumo, pois novos e diferentes atores e necessidades começavam a aparecer.

“Seria algo insensato, em si mesmo contraditório, estimar poder ser realizado o que até aqui não se conseguiu fazer, salvo se se fizer uso de procedimentos ainda não tentados” (Francis Bacon)

#### **4.4 Estudos teóricos e experimentos conceituais em laboratórios**

Como já antecipado, uma importante rede de trabalho foi criada e vem desenvolvendo estudos paralelos e subsidiários a esta dissertação. O Laboratório de Robótica do Cenpes opera em conjunto com professores e alunos de várias instituições de ensino. A aproximação ocorre na busca de temas incentivados pelo laboratório que possam ser utilizados como base para suas teses, dissertações e projetos de fim de curso (graduação ou nível médio).

Assim, conseguiu-se avançar de modo importante, visto que as instituições de ensino podem apreciar muito rapidamente os resultados de seus estudos e formulações acadêmico-teóricas, que são colocadas em aplicações práticas com grande potencial de retorno para a sociedade. Pela complexidade deste tema e das inovações propostas neste trabalho, iniciamos vários outros estudos, a fim de tratar mais detalhadamente das especificidades da interação robô+substrato.

Até o momento, e seguindo tal indicação, alguns subprojetos já foram motivo de desenvolvimentos junto à academia, com grau de sucesso que indica que esta abordagem propícia um ganho importante para ambas as partes. A seguir são apresentados alguns destes exemplos:

##### **Projeto de Conclusão de Cursos de Nível Médio:**

- Detecção de Obstáculos com Sensor Infravermelho – FAETEC RJ.

Aluno: Bruno Sena

Orientador: Técnicos do Laboratório de Robótica

##### **Projetos de Conclusão de Graduação:**

- ACTUS - Veículo Ambiental Anfíbio - PUC-Rio

Aluno: Roberto Maia de Carvalho

Orientador: Federico Hess

- Integração de Sensores para Navegação por Filtro de Kalman - UFSC

Aluno: Procópio Silveira Stein

Orientador: Raul Guenther

- Infra-estrutura para Locomoção do Robô Ambiental Híbrido - UFSC

Aluno: Gustavo Medeiros Freitas

Orientador: Raul Guenther

- Primeiro Protótipo do Robô Ambiental Híbrido – PUC/Rio

Aluno: Breno Bonfatti de Figueiredo

Orientador: Mauro Speranza

#### **Dissertações de Mestrado:**

- Modelagem de Sistemas Robóticos Móveis para Controle de Tração em Terrenos Acidentados - PUC-Rio

Mestrando: Alexandre Barral

Orientador: Marco Antônio Meggiolaro

- Projeto e Controle de Estabilidade de um Sistema Robótico Anfíbio para Sensoriamento Remoto - PUC-Rio

Mestrando: Auderi Vicente Santos

Orientador: Marco Antônio Meggiolaro

- Reconfiguração Cinemática de Robô Móvel Explorador - COPPE/UFRJ

Mestrando: Gustavo Medeiros Freitas

Orientador: Fernando Lizarralde

- Autocalibração Probabilística e Planejamento de Trajetórias de Robôs Móveis com Aplicação no Sensoriamento Remoto na Amazônia – PUC/Rio

Mestrando: Patrick Merz Paranhos

Orientador: Marco Antônio Meggiolaro

#### **Tese de Doutorado:**

- Exploração e Mapeamento Probabilístico de Ambientes Não-Estruturados por Robôs Móveis - PUC-Rio

Doutorando: Pedro Eduardo Gonzalez Panta

Orientador: Marco Antonio Meggiolaro

#### 4.4.1 Insetos patinadores: a natureza como inspiração

Como na avaliação feita a partir das anterioridades nenhuma solução nos pareceu atender aos preceitos já colocados, adotamos como caminho de desenvolvimento o modelo de adequação que os seres da natureza apresentam em seus *habitats*. Assim foi escolhida uma filosofia de projeto baseada em soluções via exemplos vindos da natureza, tais como os chamados “insetos patinadores” observados em profusão na região estudada.

Como podem ser observados nas Figuras 30, 31 e 32, tais insetos conseguem caminhar sobre a superfície da água, que se comporta como uma película tensa e elástica, apenas deformada nos pontos onde se apóiam as patas do animal. Essa propriedade dos líquidos, chamada tensão superficial, é devida às forças de atração que as moléculas internas do fluido exercem junto às da superfície. As moléculas situadas no interior de um líquido são atraídas em todas as direções pelas moléculas vizinhas e, por isso, a resultante das forças que atuam sobre cada molécula é praticamente nula.



Figura 30 - Fotos de *Gerroideas* apoiadas sobre a superfície da água.  
FONTE: disponível na página na Internet – Encyclopedia of Life - <http://www.eol.org>.



Figura 31 - *Gerroidea* sobre superfície híbrida (líquido+ sólido)  
FONTE: página na Internet – Encyclopedia of Life - <http://www.eol.org>

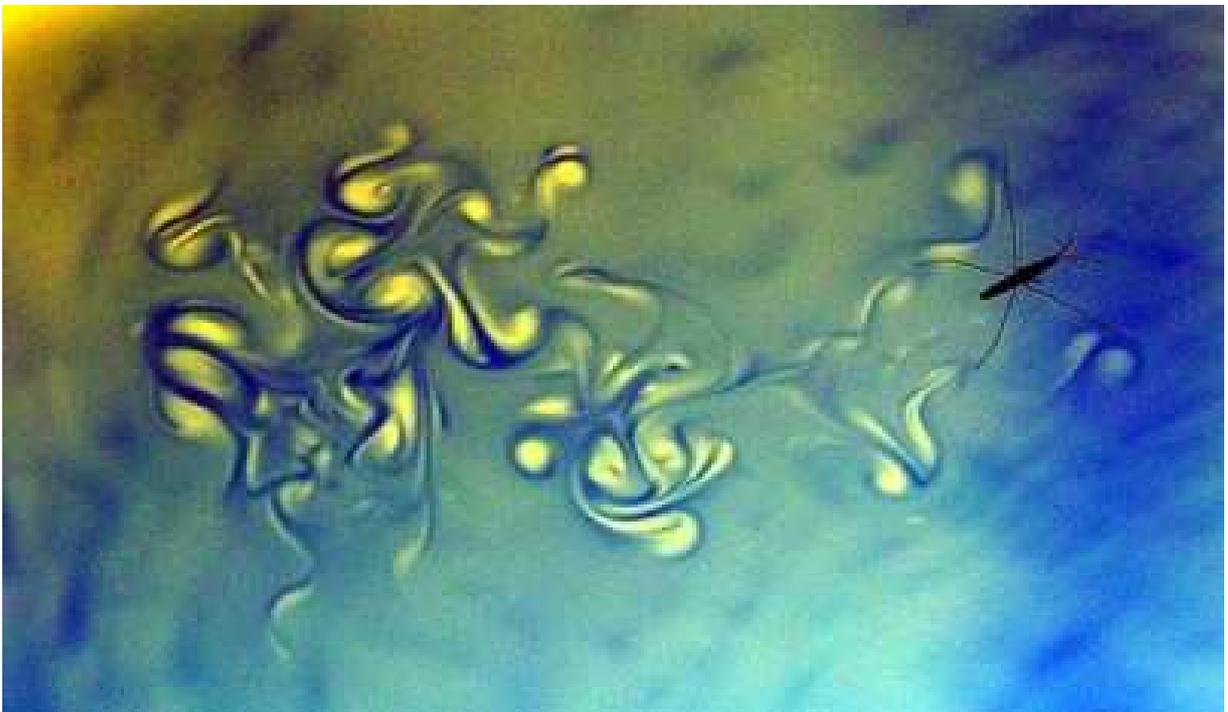


Figura 32 - Foto contrastada mostra o inseto andando sobre a superfície líquida.  
FONTE: página na Internet – Encyclopedia of Life - <http://www.eol.org>  
Acesso 10/06/2010.

A observação e estudo de algumas das espécies consideradas apresentam particularidades funcionais bastante interessantes do ponto de vista mecânico. A replicação para um dispositivo mecânico de locomoção, entretanto, não é trivial e muito menos imediata. É necessário que se lance mão de outros conceitos e soluções da robótica ou mecatrônica, passando, por soluções e mecanismos clássicos de comprovada eficiência.

#### 4.4.2 A robótica como auxiliar e complemento

Num universo e tempo não definidos muito claramente, um estranho diálogo ocorre por conta de uma situação não programada - e muito menos não esperada - envolvendo “seres” criados à imagem e semelhança do homem.

Em *Eu, Robô* (pág. 78) de Isaac Asimov (1972), é descrita tal situação, onde Cutie - um robô rebelde - se coloca contra as três leis básicas da relação robôs + humanos e questiona algumas diretrizes dadas por seus “amos” (Powell e Donovan) - cientistas e seus criadores.



Figura 33 - Penso, logo existo???

FONTE: PATA, Ana Sofia Oliveira Et all, *TFC em Sistemas Tecnológicos: Robô Ambiental híbrido.*, Universidade Católica Portuguesa, Porto – Dezembro 2006

Na procura para conversar e acertar o impasse, o Robô Cutie (Figura 33) provoca o seguinte diálogo:

“Passei os últimos dias em concentrada introspecção...  
Os resultados foram deveras interessantes.  
Comecei pela única suposição que me sinto autorizado a fazer:  
**Existo porque penso, logo...**”

Sem acreditar no que estava ocorrendo, imediatamente um dos cientistas interrompeu sua cria, e, jocosamente, o rotulou como: “Um robô Descartes”.

A robótica veio para ficar e, por diversão, modismo, necessidade industrial ou mesmo interesses econômicos, muito se tem se produzido em disciplinas correlatas e nesta tecnologia, apesar da polêmica que sempre provoca e de todos os questionamentos que carrega consigo.

A robótica é um dos ramos da tecnologia, mais especificamente no domínio das engenharias (englobando mecânica, elétrica, eletrônica, automação, controle e computação), que lida preferencialmente com sistemas compostos por máquinas e partes mecânicas automáticas e controlados por dispositivos mecânicos e/ou circuitos integrados (micro-processadores). Como produtos, são obtidos sistemas mecânicos motorizados, controlados manual ou automaticamente por circuitos elétricos, por computadores ou tele-operados.

Esta tecnologia e suas disciplinas correlatas vem já há algum tempo sendo adotada como padrão de produção em unidades fabris com sucesso relativo e restrito aos conceitos: índices de produtividade e redução de custos. Por outro lado, a implantação de linhas de produção automatizadas, tendo os robôs industriais como peças chave, traz também questões relevantes sobre desumanização da produção, com a conseqüente redução de vagas no mercado de trabalho.

Na prática, um robô é um dispositivo autônomo ou semi-autônomo que realiza trabalhos de acordo com um controle humano, controle parcial com supervisão, ou de forma autônoma. Além de serem usados como redutor de custos pela indústria, a grande vocação dos robôs fica por conta da realização de tarefas em locais inóspitos ou impróprios à presença do ser humano. Locais mal iluminados, ruidosos, poluídos ou contaminados quimicamente, ambientes radioativos, hiper ou hipobáricos, todos são candidatos a um planejamento especial contando com tais sistemas. Apenas como classificação metodológica, a situação de várzea foi colocada como *inóspita*.

Cresce a cada dia a presença de robôs especialista, seja à nossa volta ou nos noticiários. Desde os mais simples dispositivos para limpeza de dutos de esgotos ou de ar-condicionado até os mais caros e sofisticados como o Robô Rocky 7, utilizado em tarefas da indústria aero espacial, que na figura 34 pode ser visto em testes de simulação de condições e situações possíveis do planeta vermelho: Marte reproduzidas no Laboratório do Jet Propulsion Laboratory - JPL da NASA.

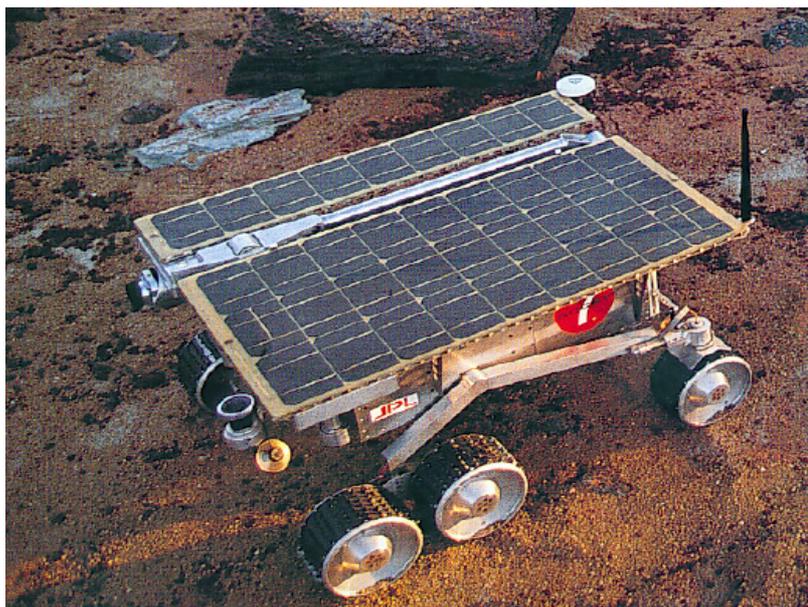


Figura 34 - Robô Rocky 7 em testes num campo que simula as condições possíveis do planeta Marte. Local: Laboratórios do JPL – Jet Propulsion Laboratory da NASA. FONTE: MENZEL, Peter. Robô sapiens: evolution of a new species. MIT Press, Cambridge, USA, (2000)

Com a evolução das tecnologias correlatas que compõe tal estudo, bem como com a rápida miniaturização de componentes mecânicos e eletrônicos, várias outras aplicações também mereceram desenvolvimentos robóticos. Entre elas o tratamento de lixo tóxico, exploração subaquática (Figura 35) e espacial; cirurgias pouco invasivas; mineração; busca localização e resgate de pessoas em situações de sinistro e contingência.

Os sistemas robóticos podem ser vistos também nos inúmeros parques temáticos e outros ramos da indústria do entretenimento, isto sem se considerar os atuais eletrodomésticos e robôs de companhia e auxílio a deficientes e pessoas enfermas a idosas.



Figura 35 - Veículo de Operação Remota (R.O.V), normalmente usado em operações submarinas na indústria do petróleo e em pesquisas científicas.

FONTE: disponível em [oceanexplorer.noaa.gov/.../media/rov\\_aw\\_600.html](http://oceanexplorer.noaa.gov/.../media/rov_aw_600.html)

Acesso em 18/06/2009.

É interessante observar que, do mesmo modo que existem inúmeras definições acerca da robótica, pode-se encontrar também vários registros sobre os “criadores” e “pais” da tecnologia, o primeiro a utilizar os termos robô e robótica.

Conforme conhecimento bastante difundido entre os estudiosos das disciplinas relativas à robótica (PATA,2006), sabe-se que o termo robô foi utilizado pela primeira vez em 1921, na peça de nome *RUR – “Rossum's Universal Robots”*, do dramaturgo Karel Capek (1890-1938) e tem sua origem na palavra checa **robot**, que significa “trabalho forçado”. A peça conta a história de um cientista que cria um autômato humanóide obediente, com o intuito de realizar todo o trabalho físico para o homem. Os robôs que nela intervieram não eram mecanizados (Figura 36). (<http://www.gizmodo.com.br/conteudo/de-onde-vem-os-robos>).

Por sua vez, o termo **robótica** refere-se ao estudo e à utilização de robôs e foi pela primeira vez cunhado pelo cientista e escritor Isaac Asimov (1920-1992), quando, em 1942, publicou uma historieta chamada *"Runaround"*, como parte de uma diversidade de disciplinas e objetos envolvendo uma nova forma de atuação no mundo.

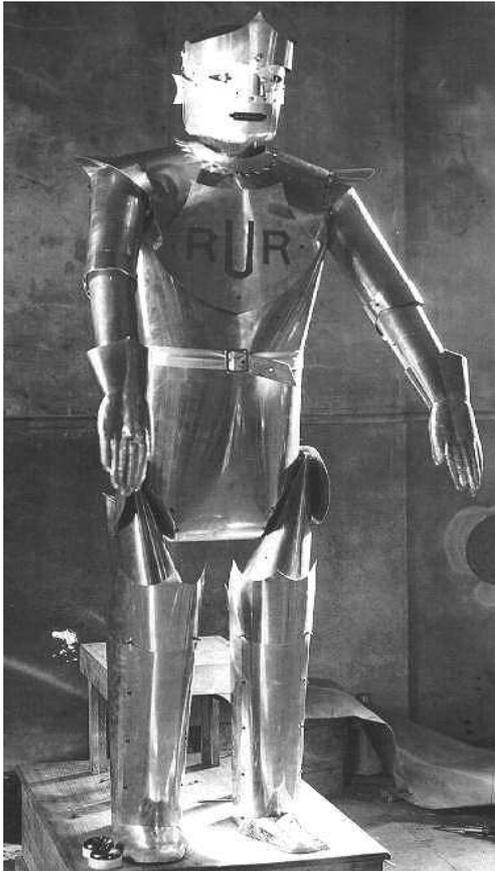


Figura 36 - Humanóides: Desde R.U.R - um dos pioneiros robôs, até os atuais ASIMO.

FONTES: <http://www.gizmodo.com.br/conteudo/de-onde-vem-os-robos;>  
[www.wirefresh.com/images/asimo-robot-1.jpg](http://www.wirefresh.com/images/asimo-robot-1.jpg) Acesso em 17/03/2009.

As fontes são inúmeras e, para aumentar ainda mais a polêmica, pode-se dizer que o conceito de robô data dos inícios da história, quando os mitos faziam referência a mecanismos que ganhavam vida. Como exemplo disso a civilização grega, onde os primeiros modelos de robô eram figuras com aparência humana e/ou animal, que mimetizavam os movimentos humanos ou animais com o auxílio de conjunto de cabos, jogos de roldanas e sistemas de pesos e contra pesos, bem como com sistemas básicos de bombas pneumáticas e hidráulicas. Ao que se sabe, as civilizações daquele tempo não tinham nenhuma necessidade prática nem sistema complexo de produtividade que exigisse a existência deste tipo de aparelhos.

Um importante e novo conceito à idéia tradicional de robôs foi acrescentado por cientistas árabes, que concentraram suas pesquisas no objetivo de atribuir funções aos robôs que fossem ao encontro das necessidades humanas. A fusão da idéia de robôs e a sua possível utilização prática pela sociedade marcaram o início de uma nova era.

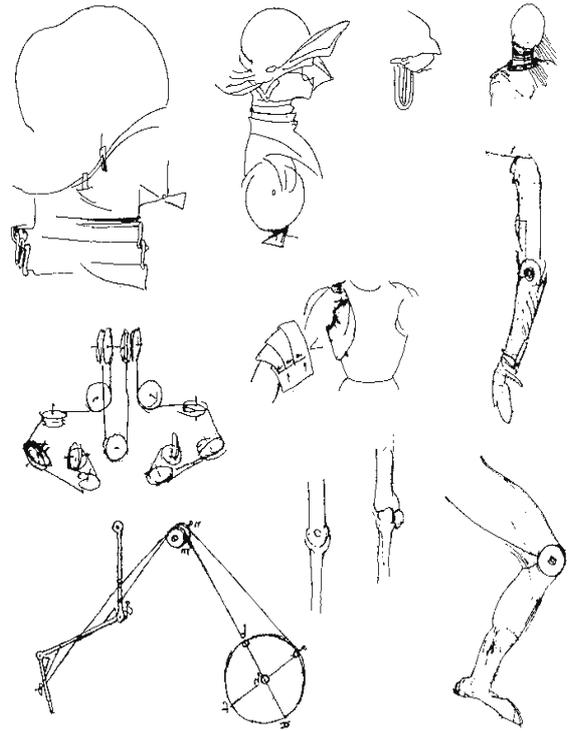
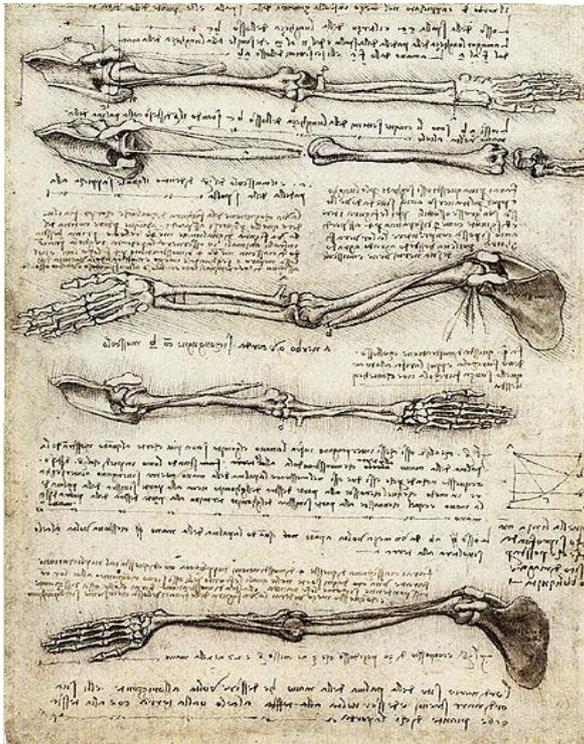


Figura 37 - Estudos anatômicos de Leonardo da Vinci: base para um robô antropomórfico.  
 FONTES: disponível em <http://robotics.dem.uc.pt/norberto/Codex3.pdf>  
[http://pt.wikipedia.org/wiki/Leonardo\\_da\\_Vinci](http://pt.wikipedia.org/wiki/Leonardo_da_Vinci). Acesso em 12/02/2009.

Leonardo da Vinci (1452-1519) abriu caminho para uma aproximação maior ao complexo mundo dos robôs quando propôs e desenvolveu uma extensiva investigação no domínio da anatomia humana, que permitiu o alargamento de conhecimentos para a criação de articulações mecânicas (Figura 37). Influenciado pela obra do arquiteto e engenheiro romano Marcos Vitruvius Polião (século I a.C.), Leonardo debruçou-se sobre o que foi chamado de Homem Vitruviano, o qual acabou se tornando um dos seus trabalhos mais famosos e tomado como símbolo do espírito renascentista (Figura 38).

O desenho reproduz a anatomia humana conduzindo eventualmente ao desígnio do primeiro robô conhecido na história que veio a ser chamado de **O Robô de Leonardo**.

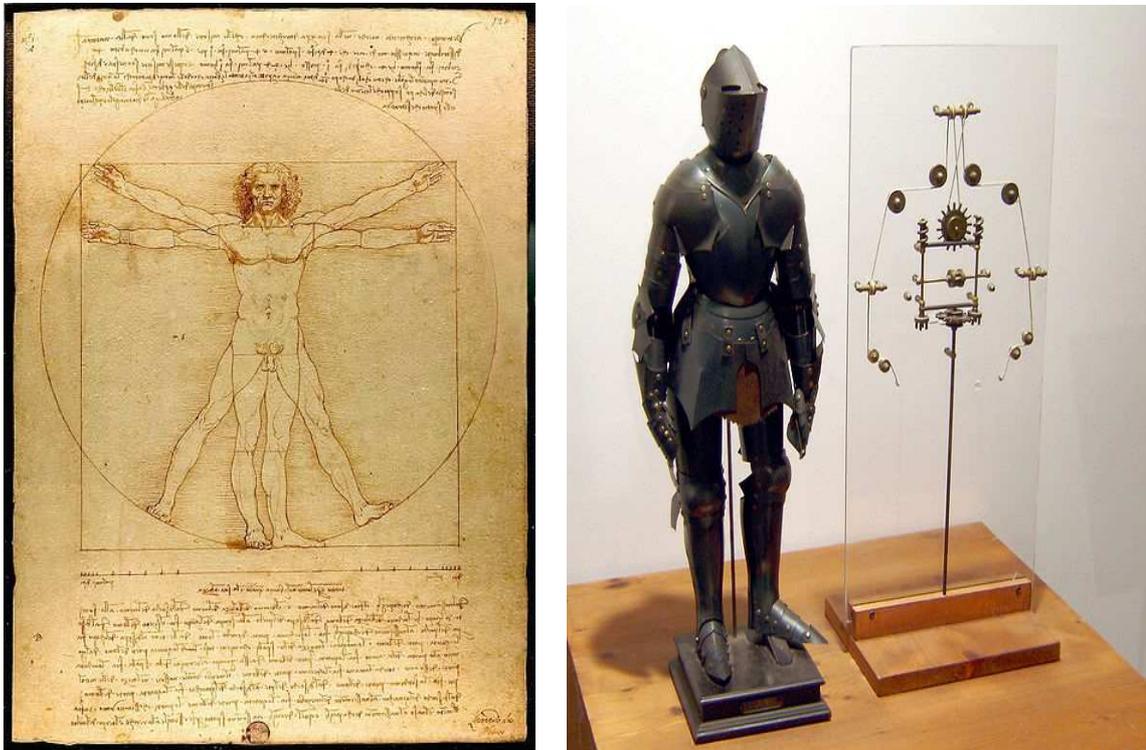


Figura 38 - O Homem Vitruviano e possivelmente a primeira conceituação materializada de um robô baseado em desenhos de Leonardo da Vinci.

FONTE: página na Internet - [http://pt.wikipedia.org/wiki/Leonardo\\_da\\_Vinci](http://pt.wikipedia.org/wiki/Leonardo_da_Vinci)

Acesso em 12/03/2009.

Como resultados deste estudo surgiram diversos exemplares de bonecos que moviam as mãos, os olhos e as pernas, e que conseguiam realizar ações simples como escrever ou tocar alguns instrumentos. Uma reconstituição deste trabalho de Leonardo da Vinci pode ser vista em: <http://robotics.dem.uc.pt/norberto/Codex3.pdf> e um detalhe e colocado em <http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Leonardo-Robot3.jpg>.

Ainda em sua homenagem, encontramos atualmente o Sistema Cirúrgico da Vinci (Figura 39), destinado a diagnosticar e até operar a distância já que incorpora avanços da tecnologia em disciplinas como tele-operação, mecatrônica, automação e controle e é controlado por um médico (ou por um grupo de especialistas) à distância do local onde se encontra o paciente. Programas de treinamento bem como familiarização com novas técnicas e procedimentos cirúrgicos podem também ser beneficiados por sistemas desta família.

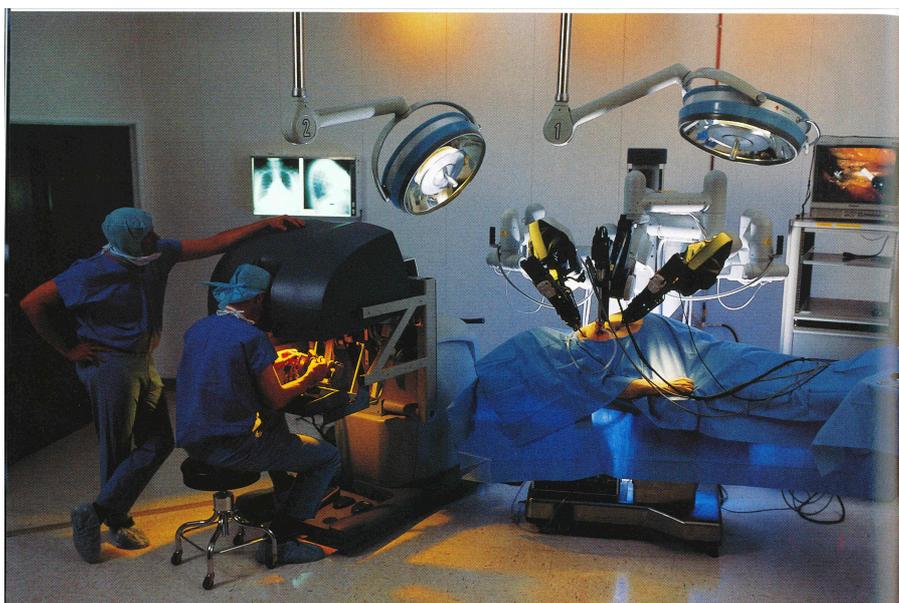


Figura 39 – Sistema Cirúrgico da Vinci: Treinamento e intervenções cirúrgicas tele-operadas.  
FONTE: MENZEL, Peter. Robô sapiens: evolution of a new species. MIT Press, Cambridge, USA, (2000).

Desenvolvido pelo Instituto de Pesquisas da Universidade de Stanford, USA, o projeto com custo em torno de 1 milhão de dolares, foi financiado pela Agência de Projetos de Pesquisa Avançada para Defesa (Darpa) e teve realizado o primeiro teste em 2006, nos Estados Unidos. Tais sistemas ainda requerem instalações e infra-estrutura especiais (principalmente relacionadas à confiabilidade da comunicação), porém é dada como certa a miniaturização e simplificação de tal tecnologia.

Vale destacar que o desenvolvimento inicial dos robôs baseou-se no esforço de automatizar as operações industriais. Este esforço foi bastante notado no começo no século XVIII, na indústria têxtil, com o aparecimento dos primeiros teares mecânicos. Com o contínuo progresso da revolução industrial, as fábricas procuraram equipar-se com máquinas capazes de realizar e reproduzir,

automaticamente, determinadas tarefas. No entanto, a criação de verdadeiros robôs não foi possível até a invenção do computador, em 1940, e o conseqüente desenvolvimento das linguagens de programação e dos sucessivos aperfeiçoamentos das partes/periféricos que o constituem.

Relatado em PATA (2006) como o primeiro robô industrial, o Unimates foi desenvolvido por George Devol e Joe Engleberger, na passagem da década de 50 para a década de 60, As primeiras patentes de máquinas transportadoras pertenceram a Devol, máquinas essas que eram robôs primitivos que removiam objetos de um local para outro. Engleberger, por sua vez, foi apelidado de "pai da robótica", por conta da construção do primeiro robô comercial.

Muitos esforços e recursos têm sido colocados à disposição de tal promissora tecnologia: a Robótica. Com ela, surgiu o espírito organizador humano e através uma obra literária: Eu, Robô, de Isaac Asimov. Tal obra colocou as Três Leis da Robótica como parâmetros de comportamento relacionando humanos/robôs:

- **1ª lei:** um robô não pode fazer mal a um ser humano e nem, por inação, permitir que algum mal lhe aconteça;
- **2ª lei:** um robô deve obedecer às ordens dos seres humanos, exceto quando estas contrariarem a primeira lei;
- **3ª lei:** um robô deve proteger a sua integridade física, desde que com isto não contrarie as duas primeiras leis.

Mais tarde, foi introduzida uma "lei zero": um robô não pode fazer mal à humanidade e nem, por inação, permitir que ela sofra algum mal.

Desse modo, o bem da humanidade é primordial ao dos indivíduos e um robô não pode ter poder de escolha, exceto que seja para salvar vidas humanas e que com isto não contrarie as duas primeiras leis.

#### 4.4.3 Aspectos polêmicos

Mesmo com as leis enunciadas e “em vigor”, não há garantia de que situações como a relatada anteriormente com o robô Cutie e seus criadores, bem como em fato mais recente colocado a seguir, venham a ocorrer e alimentem grandes polêmicas. Por hipótese, pode-se supor que, com o aumento exponencial de pessoas usando e desenvolvendo tecnologias e sistemas robóticos, serão veiculadas cada vez mais notícias como esta:

##### **Robô programado para amar tem "ataque obsessivo"**

Um robô programado para simular emoções humanas agiu fora do normal após passar um dia com uma pesquisadora. Ele tentou evitar que ela fosse embora, bloqueando a porta de passagem, e ficou exigindo abraços. A história está contada em diversos sites e blogs.

Kenji, um robô da Robotic Akimu, empresa ligada à Toshiba, foi programado para emular todo tipo de emoção humana, inclusive o amor. Depois de uma assistente de pesquisa passar vários dias com o robô para estudar seu comportamento e instalar novas rotinas de aplicativos, ele acabou aparentemente perdendo o controle.

Em um desses dias, quando a pesquisadora tentou ir embora, se surpreendeu ao encontrar Kenji na porta que dava passagem para a saída. Além de se recusar a desbloquear a passagem, o robô começou a abraçar a assistente de pesquisa repetidamente. Ela só pôde sair após pedir socorro por telefone a outros membros da equipe que estavam fora da sala. Eles conseguiram desligar o robô pelas suas costas. O site CrunchGear relata que, além dos abraços, Kenji expressava seu amor pela vítima com ruídos estranhos.

De acordo com o site Geekologie, o Dr. Takahashi, um dos pesquisadores envolvidos no projeto, anunciou que Kenji deve ser desligado permanentemente. Mas o cientista, otimista, declarou que espera produzir outro robô que tenha sucesso onde Kenji falhou. "Esse foi apenas um pequeno contratempo. Tenho plena fé que um dia viveremos lado a lado com eles, e que até possamos amar e ser amados por robôs", disse.

FONTE: página na Internet -  
<http://tecnologia.terra.com.br/interna/0,,OI3623003EI8328,00-Robo+programado+para+amar+tem+ataque+obsessivo.html>

## CAPÍTULO 5 - DESEMPENHO E ROBUSTEZ: A VIDA ARTIFICIAL EM AMBIENTES DE VÁRZEA (LIMITES E POSSIBILIDADES)

### 5.1 Biomimética aplicada ao problema de mobilidade

A fim de basear nossa hipótese e estabelecer a ligação entre as duas disciplinas aparentemente diferentes – **robótica e biologia**, que pretendemos venham a trabalhar juntas, cabe a colocação da definição de biomimética, qual seja: “uma área da ciência que tem por objetivo o estudo das estruturas biológicas e das suas funções, procurando aprender com a natureza (e não sobre ela) e utilizar esse conhecimento em diferentes domínios da ciência”. A designação desta recente e promissora área de estudo científica provém da combinação das palavras gregas *bíos*, que significa vida, e *mímesis*, que significa imitação. Dito de modo simples, a biomimética é a imitação da vida.

Fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Biomim%C3%A9tica>

Neste início, por falta de referências, trabalhou-se com um grau bastante alto de empirismo, porém, diante do sucesso obtido com o conceito do Robô G.I.R.I.N.O. descrito anteriormente, com a certeza de que seria possível estabelecer cooperação entre assuntos relativos à robótica e à biologia como saberes complementares, a fim de conseguir os resultados esperados. Destacadas algumas das espécies das citadas anteriormente buscaram-se descobrir particularidades funcionais e arquitetônicas interessantes do ponto de vista mecânico, como é o caso de alguns insetos caseiros, donos de grande desempenho de locomoção e robustez como os estudos (Figura 40) feitos pelos pesquisadores Roger Quinn( Eng. Mecânico) e Roy Ritzmenn (Biólogo) na Case Western Reserve University, em Cleveland, para a construção de um robô-barata, que mesmo depois de 7 anos de desenvolvimento ainda não havia conseguido se locomover.



Figura 40 - Estudo de partes e movimentos de patas de um inseto caseiro- uma barata.  
FONTE: MENZEL, Peter. Robô sapiens: evolution of a new species. MIT Press, Cambridge, USA, (2000)

Mesmo encontrada uma boa arquitetura, sua replicação para um dispositivo mecânico de locomoção não é trivial e muito menos imediata. O tamanho do desafio era conhecido. Por exemplo, o número de juntas e partes móveis apresentadas por um determinado ser vivo necessitou muito tempo para que fosse desenvolvido pela natureza (Figura 41). A evolução é contínua; porém, o que se busca é capturar, como numa fotografia, o momento atual do desenvolvimento e usar este estágio como exemplo para conceber um sucedâneo mecânico.

Para absorver e materializar mecânica e funcionalmente tal conceito é necessário que se lance mão de outros conhecimentos e soluções da robótica ou mecatrônica, além de soluções e mecanismos clássicos de comprovada eficiência. Muitas vezes, por conta de características construtivas e funcionais (tamanho, forças, ângulos e deslocamentos envolvidos), bem como das tecnologias e equipamentos disponíveis, esta replicação se faz impossível. No entanto, de grande incentivo foi o exemplo exitoso do caso do Robô G.I.R.I.N.O, .

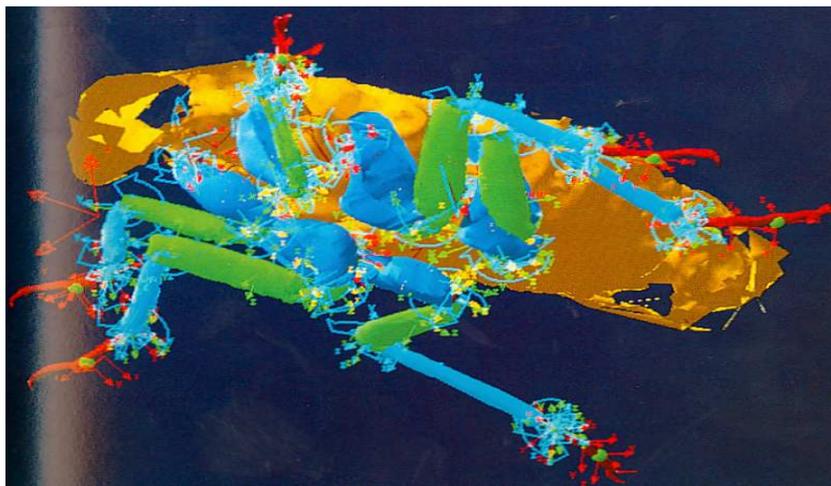


Figura 41 - Decomposição do estudo de movimentos em ângulos e limites.  
 FONTE: Criação de Modelo por Mariano Garcia. Conforme MENZEL, Peter. Robô sapiens: evolution of a new species. MIT Press, Cambridge, USA, (2000)

Com o propósito de unir tais atributos, em MENDONÇA (2006) foi colocada uma primeira concepção de veículo (Figura 42), o qual deveria ser dotado de um tipo de suspensão com capacidade de atingir ângulos de ataque variáveis e autônomos, sem interferência externa. Além disso, deveria se adequar, juntamente com seus propulsores, às várias situações encontradas ao longo do percurso, independente do tipo de substrato que o sustentasse desde a água até a terra firme, passando pelas áreas anteriormente descritas.

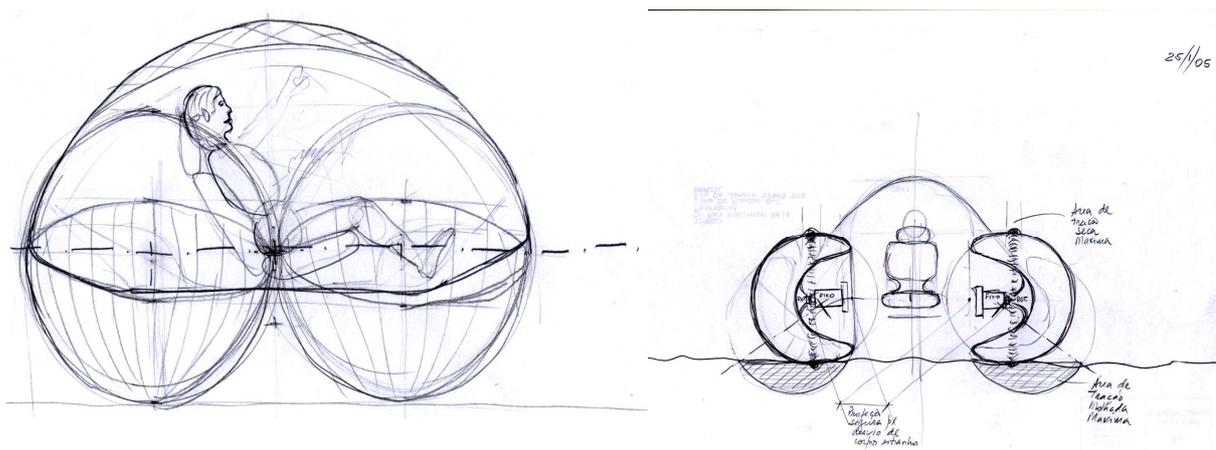


Figura 42 – Diagrama esquemático da concepção proposta, em vista frontal e lateral.  
 FONTE: Desenhos do autor a partir de trabalho de campo, 2005. Arquivo de Imagens do Laboratório de Robótica de Centro de Pesquisas da Petrobras

Como observado nos insetos, a busca foi por dar independência às suspensões (pernas), que, por sua vez, teriam nas extremidades o contato variável (patas) com a superfície do substrato sobre o qual estão se movimentando (Figuras 43 e 44).

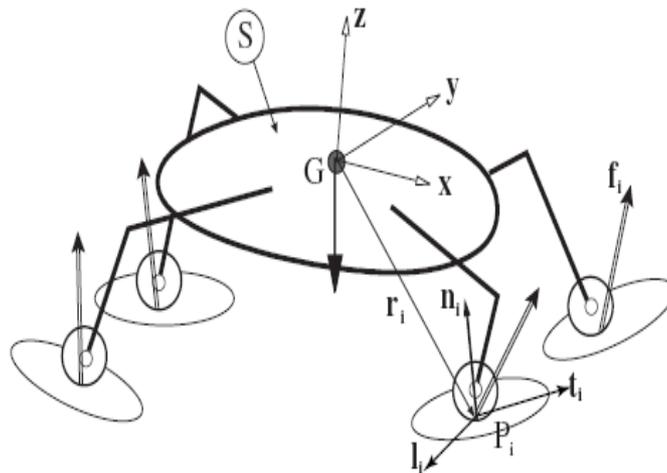


Figura 43 - Estudos preliminares de suspensões (pernas+patas), explicitando graus de liberdade e forças atuantes nos componentes.

FONTE: Freitas, G. M.. Tese de Mestrado: *Reconfiguração cinemática quaseestática de robôs móveis em terrenos inclinados*. UFRJ, Rio de Janeiro (2008)

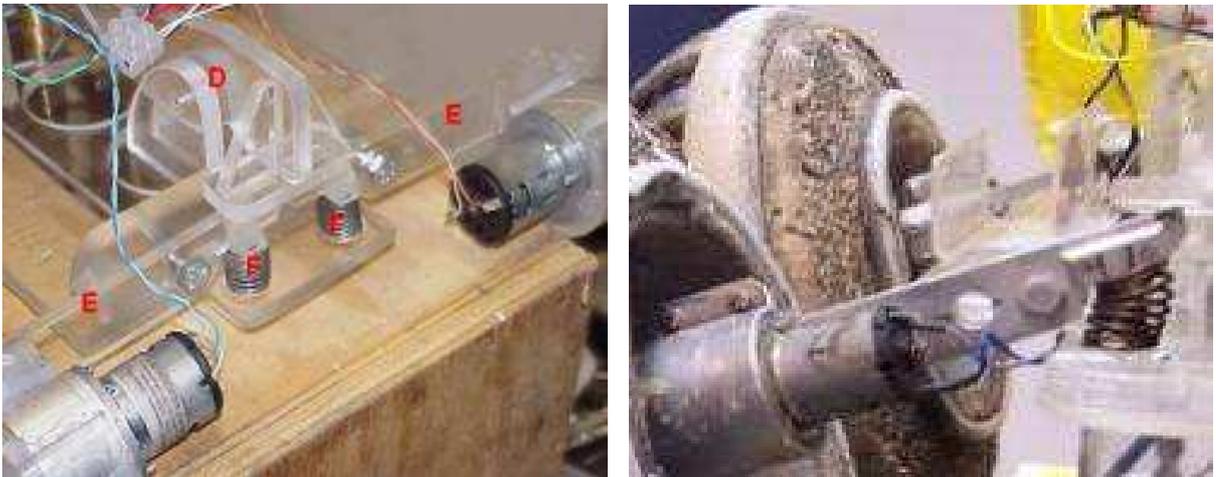


Figura 44 - Materialização e detalhes construtivos das suspensões.

FONTE: Arquivo de Imagens do Laboratório de Robótica de Centro de Pesquisas da Petrobras

Por questões econômicas, foi utilizado apenas um motor central responsável pelo acionamento de todos os componentes fabricados em acrílico vistos na (Figura 44). Esse motor desloca a peça D verticalmente que, por sua vez, atua nas duas

balanças simétricas E (braços esquerdo e direito), que estão solidárias aos conjuntos de rodas/propulsores/flutuadores. Devido ao pequeno tamanho do protótipo e a exigüidade de espaço para componentes, conseguiu-se algum grau de liberdade para absorção de carga com a introdução de duas molas F, que também auxiliam o retorno das balanças (esquerda e direita) separadamente à posição inicial. Desta forma, sintética e com um único comando de suspensão para todas as rodas/propulsores/flutuadores conseguiu-se simular em escala o pretendido para um modelo de maiores dimensões e carga. Esta combinação faz com que a área de contato com o substrato também seja variável, dependendo da necessidade e das condições de fluutuabilidade presentes. Quando em presença de água, mais fluutuabilidade; quando sobre terreno consolidado e mais sólido, menos atrito, para poupar energia.

## **5.2 Experimentos conceituais em laboratório**

Foi construído um protótipo em escala reduzida de 1:4 (Figuras 45 e 46). Sua implementação num curto espaço de tempo (apenas 6 meses) teve como principal objetivo comprovar a adequação da arquitetura proposta, bem como o funcionamento e a viabilidade do sistema. Esse modelo, apenas com as funções básicas de locomoção do robô, foi construído com materiais baratos (peças de acrílico e propulsores de isopor), de fácil obtenção e manipulação (Petrobras, 2008).

As relações descritas anteriormente foram inicialmente obtidas com interferência externa, onde um operador provoca tele-operadamente tais mudanças. No entanto, com a continuidade dos trabalhos e desenvolvimentos (não cobertos por esta dissertação). Como estratégia adotou-se o desenvolvimento de um sistema autônomo de ajuste, baseado em informações lidas de uma central inercial e do GPS alimentadores do sistema de inteligência embarcada, que será responsável por tais mudanças de atitude e correspondentes interações com o ambiente.



Figura 45 - Protótipo (Modelo Reduzido) no tanque de testes do Cenpes.  
FONTE: Arquivo de Imagens do Laboratório de Robótica de Centro de Pesquisas da Petrobras.



Figura 46 - Protótipo (Modelo Reduzido) em teste no lago frontal do Cenpes.  
FONTE: Arquivo de Imagens do Laboratório de Robótica de Centro de Pesquisas da Petrobras.

Características principais deste modelo reduzido (Figuras 45 e 46):

- a estrutura do robô foi feita em acrílico;
- rodas/propulsores confeccionadas em isopor com diâmetro de 270 mm;
- peso total de 5,5 kg;
- conjunto de motores com redução de 24 V, com 17 RPM e torque final de 0,3 Nm por roda;
- conjunto de 20 baterias de Nimh recarregáveis de 1,2 V e 2600mAh;
- único comando de suspensão para as 4 rodas/propulsores;
- tele-operado e com câmera de TV embarcada.

Após sua implementação e testes preliminares realizados em ambientes controlados (laboratório, tanque de testes e lago do Cenpes), o protótipo do robô foi levado até a Amazônia, onde passou por rigorosos testes. Todo esse processo se encontra registrado e nesta dissertação compõe o Anexo I (PETROBRAS, 2008)

### **5.3 Experimentos e testes de campo**

Seguindo a estratégia de levar aos habitantes o que estava sendo pensado e executado, foram realizadas reuniões com as lideranças locais. No cronograma estabelecido de comum acordo, os testes de campo foram sempre acompanhados das crianças (Figura 47), que mereceram atenção especial. Na verdade, elas se constituíram em contatos fundamentais, quando muito se aprendeu com os questionamentos e intervenções dos alunos da Escola Municipal Getulio Vargas, em Manacapuru.



Figura 47 - Alunos da Escola Municipal Getúlio Vargas, em Manacapuru.  
FONTE: Arquivo de Imagens do Laboratório de Robótica de Centro de Pesquisas da Petrobras

Destaque especial é aqui dado ao desenvolvimento de material e técnicas pedagógicas voltadas à introdução de tais tecnologias nas áreas em questão. No anexo 2 pode ser visto o esquema/diagrama do Jogo Amazônia Brasileira (Figura 48). No anexo 3, a apresentação do robô contador de histórias, pois que este projeto tem antes de tudo um compromisso com as pessoas que lá estão há tanto tempo e que, em última análise, avaliar e fazer escolhas sobre o que lá continuará. Como o robô está sendo introduzido de fora para dentro a partir de um empreendimento estratégico, é considerado também estratégico que as crianças de hoje, candidatas naturais a operar tais instalações a partir da próxima década sejam informadas e façam suas escolhas.

Assim, foram criados e desenvolvidos os itens de divulgação do Robô Ambiental Híbrido, especificamente o Jogo Amazônia Brasileira, com 25 mil exemplares distribuídos, e ainda outros itens como o robô contador de histórias, com o objetivo de divulgar, mas também informar sobre ciência e tecnologia, de forma lúdica e direta, estimular a reflexão e o questionamento, a responsabilidade com a vida, com os outros e com a natureza e proporcionar uma cultura científica inclusiva que buscasse suscitar a curiosidade sem “soterrar” o usuário apenas com dados e fatos curiosos isolados e sem significados. Contribuir ainda que informalmente, com a educação formal, mas de maneira complementar, livre e





Figura 49 – Banda desenhada tendo o robô como personagem. Ilustração de Clara Gomes.  
 FONTE: Manual do pesquisador mirim, do estúdio PV design, em produção.

### 5.3.1 Testes in-situ

Foi possível observar que o robô é capaz de percorrer locais aonde a altura da vegetação supera em muito suas dimensões, sobre macrófitas em aclive de solo lamacento, vegetação rasteira e sobre tronco de árvore caído (Figura 48). Em CARRIL (2007), são relatadas dificuldades de navegação diante da aproximação e impossibilidade de movimento em interfaces com existência de uma extensa e espessa camada de plantas flutuantes e por onde não se pode passar, nem de barco a motor, nem a remo. No entanto, nos testes de campo feitos verificou-se que estas e muitas outras situações e experimentadas seriam mais bem sucedidas ainda se conduzidas com modelos do robô em maior escala, pois terão ainda menos dificuldade em atravessar e manobrar em tais regiões de interesse (E.GUIZZO, 2008).



Figura 50 - Locomoção do protótipo em situações variadas.

FONTE: Arquivo de Imagens do Laboratório de Robótica de Centro de Pesquisas da Petrobras

### 5.3.2 Teste de desempenho e robustez

Tais testes visavam aferir o desempenho geral do conceito em ambiente real de operação na Calha do Solimões conforme descrito anteriormente. Foram também abordados questões a respeito das situações limite que poderiam causar instabilidade e o descolamento das rodas do robô do substrato sobre o qual estava se movimentando, bem como as suas conseqüências desse fato. A seqüência de imagens apresentadas na Figura 49 ilustra o problema, que pode ocorrer em deslocamentos ascendentes ou descendentes. Nessas circunstâncias, o robô pode

vir a perder tração em contato com o solo/substrato e não é capaz de retomar a situação de equilíbrio, seja por interferência externa ou automaticamente.

Após uma bateria de testes bastante rigorosos, porém sob condições que sabidamente ainda não eram as mais extremas, submetemos o protótipo a uma seqüência operações como parte do que chamamos na indústria de testes destrutivos. Numa voçoroca típica das margens de “terras caídas”, com excesso de inclinação e rugosidade profunda, foi induzida uma capotagem no protótipo.

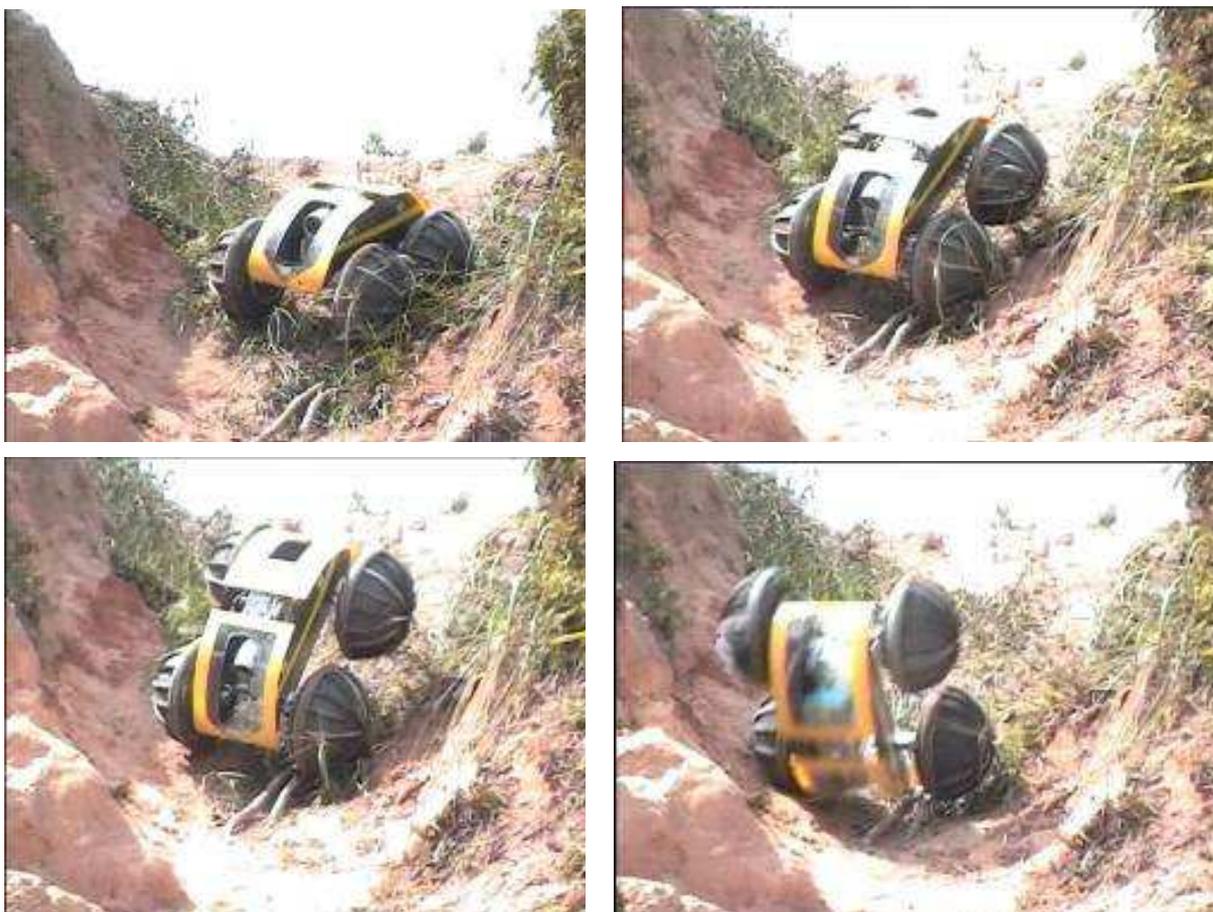


Figura 51 - Seqüência de capotagem em voçoroca típica.  
FONTE: Arquivo de Imagens do Laboratório de Robótica de Centro de Pesquisas da Petrobras

No caso descrito, o robô está descendo uma ladeira com inclinação bastante acentuada. Além disso, este protótipo tinha a distância  $h$ , do seu centro de gravidade até o eixo das rodas, relativamente alta para os parâmetros geométricos e físicos do mesmo. Sendo assim, ao tentar descer, nota-se que as rodas traseiras começam a se descolar do terreno, no momento em que a projeção do centro de gravidade dinâmica foge da área projetada formada pelos pontos de contato das rodas.

Para corrigir este problema específico, ficou claro que o robô deveria acelerar as duas rodas dianteiras, fazendo com que as traseiras “voltassem” ao terreno. Porém, não havendo controle capaz de atuar no sistema, não foi possível evitar a capotagem, uma vez que este protótipo não possuía ação independente entre as rodas dianteiras e traseiras.

### 5.3.3 Estudos acadêmicos dedicados ao tema

Com a ajuda dos citados experimentos, ficou clara a necessidade de incluir novos suportes teóricos e buscar a participação de outros especialistas, a fim de fazer frente às situações inovadoras a serem enfrentadas pelo veículo ora em conceituação. Parte dos estudos foi então direcionada para tais problemas.

Como esta dissertação não se refere a estudos mecânicos propriamente ditos e sim ao conceito funcional mecânico, colocamos a seguir uma contribuição vinda de um dos estudos dedicados a enfrentar as situações de desequilíbrio, ou seja, a dissertação de mestrado de Alexandre Barral, da qual destacamos um trecho, que passamos a reproduzimos a seguir:

“Dentre os vários tipos de mecanismos de movimentação/locomoção utilizados em robótica móvel, há de se destacar os que se utilizam de rodas/propulsores. Este tem, como principais vantagens, um menor consumo de potência, além de maior velocidade e disponibilidade para suportar altos carregamentos. No caso em estudo, o movimento de robôs móveis em terrenos acidentados e não estruturados envolve interações complexas entre suas rodas/propulsores e o contato com o solo. Tais interações estão relacionadas às propriedades físicas e geométricas da ambos (solo/substrato e propulsor). Desta feita, é fator preponderante ao movimento do robô a garantia de adequada relação entre ambos, pois um excessivo deslizamento das rodas pode fazer o robô perder estabilidade e vir a capotar, ou desviar da rota desejada...

Além disso, devido às limitações quanto à capacidade de armazenamento de energia no robô, é necessário que se consiga o movimento desejado com um mínimo consumo de potência. Desta forma, é fundamental para robôs móveis, desenhados para em terrenos acidentados e/ou não estruturados, a utilização de um controle de tração que consiga um elevado desempenho do seu sistema de locomoção com um mínimo consumo de energia. Para isso, o mesmo deve buscar otimizar a tração em cada roda, de modo a obter um movimento satisfatório em terrenos muito acidentados e minimizar o consumo de potência em terrenos suaves.

O desenvolvimento de controle de tração para terrenos acidentados tem sido motivado nos últimos anos, principalmente, para aplicações espaciais. Missões espaciais recentes têm utilizado robôs móveis (*rovers*) para coletar amostras de solos e minerais em outros planetas (Balaram). Nestes ambientes, eles encontram os mais variados tipos de terrenos (arenoso, pedregoso, etc.), tendo, assim, que utilizar um controle de tração que considere tais irregularidades.

O estudo voltado ao controle de tração apresenta um grande número de trabalhos de pesquisa aplicados a veículos de passageiros, porém trafegando em estradas planas. Uma técnica muito utilizada pela indústria automobilística é o ABS, sigla para *antilock braking system*, que consiste em usar a informação do deslizamento de cada roda para corrigir a velocidade da mesma, limitando assim os deslizamentos. Métodos baseados no sistema ABS podem ser derivados para serem usados no controle de tração de robôs móveis em terrenos acidentados.

Contudo, tais métodos não levam em conta a cinemática envolvida e o modelo físico do robô. Desta forma, eles são limitados quando utilizados em terrenos muito acidentados e com diferentes substratos como os da Região Amazônica, além do que as velocidades só são alteradas quando o deslizamento já ocorreu e o sistema reage com certo atraso, gerando assim erros na localização do robô" (BARRAL, 2006).

Várias contribuições foram dadas a partir de outras teses, dissertações e projetos de fim de curso já citadas em 4.4. Seus resultados e proposições foram (e estão sendo) implementadas no desenvolvimento do conceito proposto nesta dissertação. Além disso, é intenção que façam parte na íntegra da Tese de Doutorado já proposta pelo autor desta dissertação, que pretende dar continuidade ao desenvolvimento deste projeto.

#### **5.4 Conclusões dos testes de campo**

O Protótipo Inicial - Modelo Reduzido, mesmo numa escala que o coloca em desvantagem diante do gigantismo da várzea amazônica, atendeu as expectativas. Apesar de seu tamanho e da limitação de recursos, o veículo conseguiu mostrar um bom desempenho e a assertividade dos conceitos propostos. Conseguiu se locomover em todos os terrenos previamente levantados e, mesmo nos testes de desempenho e robustez, quando veio a capotar ao descer uma voçoroca, forneceu subsídios para desenvolvimento de novas arquiteturas de controle, bem como

confirmou a decisão acertada de unir esforços com a academia para estudos mais aprofundados.

### **5.5 Desdobramentos para continuidade: o que já foi feito e insumos gerados**

Como este é um projeto que já vem sendo desenvolvido há algum tempo, e pretende-se que continue, é prevista a adoção de alguns de seus resultados para uma análise sistemática do modelo conceitual na geração de outros protótipos de diversos tamanhos e funcionalidades. O acompanhamento e a prospecção tecnológica sobre o tema também continuam visando possíveis interações e trocas com outras instituições desenvolvedoras não apenas de veículos, mas, também outras tecnologias voltadas a situações não convencionais. Como exemplo desta possibilidade, foi examinado em REIS, (2005) uma proposta de inovação para auxiliar uma das principais atividades dos pesquisadores que atualmente trabalham na área de várzea dedicados a coleta de larvas de mosquito a fim de obter informações sobre a presença e concentração de cada espécie em determinadas regiões. As larvas podem ser de mosquitos transmissores de malária, dengue, febre amarela, leishmaniose, entre outros.

Neste trabalho foi estudado e desenvolvido um Dispositivo Tele-operado para Coleta de Amostra e para Análise de Larvas em Ambiente Hostil (REIS, 2005) – ainda em fase de protótipo- que busca evitar o contato direto do homem com esses perigos em potencial. Acoplado ao manipulador do robô e com auxílio e acompanhamento de um sistema de visualização (câmera de TV mono ou estéreo) tal coletor de larvas poderá ser um item de tele-presença avançado do pesquisador levando imagens em tempo real dos volumes de controle da água da região de interesse a um biólogo, que realizará as análises e primeiras avaliações em local seguro. Como o robô é também georreferenciado, esta amostra recebe seu conjunto de coordenadas o que facilitará um retorno àquela marca, se necessário.

## 5.6 Geração de inovações

Além de trabalhos acadêmicos, a indústria do petróleo no Brasil e no mundo gera inúmeros trabalhos que podem trazer enormes benefícios à sociedade, bastando para isso, em alguns casos de uso, que a tecnologia seja disponibilizada pela detentora de tal inovação. No caso da Petrobras e deste trabalho especificamente, já existem manifestações de intenção de utilização de tais tecnologias nas áreas sócias, acadêmicas e militares. Daí a necessidade, mesmo não se tratando de um projeto de doutorado, de proteção da idéia para futuras materializações. O que foi feito nos órgãos competentes, tendo recebido os seguintes números relativos às patentes depositadas (REIS, 2005a) e (REIS, 2005b).

- PI 6505132-7 - Configuração aplicada em veículo.
- PI 0504231-3 - Sistema de suspensão com cambagem
- PI 0504259-3 - Roda para veículo usado em diferentes tipos de terreno

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Oportuno lembrar a esta altura da célebre frase: “A Terra é azul”, dita por Yuri Gagarin, de nacionalidade russa, o primeiro astronauta a ser enviado ao espaço. De lá onde se encontrava também é possível observar e registrar com grande precisão os contornos e nuances dos rios e litorais e outros fenômenos terrestres. As informações disponibilizadas após a adoção de tecnologias mais atuais como a dos satélites e equipamentos de georreferenciamento foram fundamentais ao maior conhecimento das regiões em observação, mas ainda nos é quase impossível ver as pessoas que ali vivem... é preciso ir além!

De acordo com alguns estudos, entre eles os coordenados pela Professora Therezinha P. S. Fraxe, é sabido que, entre as populações tradicionais ou grupos sociais da Amazônia (termo ainda em discussão na Academia), 90% da população da região vive em várzeas e apenas 10% em terra firme. Então, uma nova tecnologia de locomoção que busque uma mais efetiva malha de transporte e movimentação na região estará obviamente se colocando à disposição de parcela expressiva da população que lá habita, fortalecendo a idéia de que existem possibilidades reais do desenvolvimento de uma civilização das águas ou pelo menos baseado nela.

Mesmo não tendo sido uma proposta colocada inicialmente com o fito de atender às populações ribeirinhas, uma vez pensada, desenvolvida e materializada, esta inovação tecnológica estará potencialmente disponível para atender aos crescentes desafios da região amazônica. Com as devidas adaptações, em versões não tão sofisticadas e mais acessíveis ao cidadão, vislumbra-se agora a possibilidade de que venha a contribuir para a melhoria da mobilidade e da acessibilidade da região.

Por se tratar esta proposta de um desenvolvimento que resvala na ficção científica, a mesma que indicou e continua indicando grande parte dos rumos de nossa sociedade, cabe lembrar as já citadas três leis da robótica, elaboradas/propostas pelo escritor Isaac Asimov em seu livro de ficção - "Eu, Robô", de 1950, que dirigem o comportamento dos robôs. Na primeira metade do século passado, quando tal obra foi concebida e escrita por ele, poucas preocupações e ações humanas consideravam a manutenção do ambiente, e o planeta era encarado

como uma fonte de recursos infinitos. Diante das importantes mudanças causadas a partir da industrialização e do recente movimento surgido na sociedade para reverter as conseqüências nefastas de tal comportamento, estamos num outro momento.

Dai, como licença poética, dentro deste trabalho/desenvolvimento será colocado como linha de conduta algo que pretende estender e atualizar um pouco mais o preconizado pela primeira lei citada anteriormente- até então vigente- e propor que seja atualizada e passe a ser assim formulada:

**1ª lei: Um robô não pode fazer mal a um ser humano, tampouco ao ambiente em que irá atuar, e nem, por inacção, permitir que algum mal lhes aconteça.**

Como resultado da presente dissertação, são ainda sugeridos trabalhos futuros com a indústria e empreendedores brasileiros. Como toda esta massa crítica e conhecimentos associados precisam e devem permanecer no país, é preciso defender que o braço operacional que, em última análise, irá materializar e operar a tecnologia desenvolvida, seja também canalizada para os empreendedores locais, privilegiando empresas e grupos produtivos da Região Norte. Novamente, o inusitado da presente proposta, que não encontra a atividade industrial correspondente já operacional, fez com que fosse prospectado o apoio de entidades de fomento e viabilização de empresas juniores ou empresas encubadas. Tais iniciativas estão sendo incentivadas a se formar e deverão ser instaladas em área propícia a tal atividade. É esperado que a partir de uma endogenização da atividade, ela passará a outro patamar e, sinergicamente, evoluir a partir de negócios com o robô aplicado a tecnologias sociais. As seguintes instituições se mostraram interessadas em fazer parte deste esforço.

- SUFRAMA - Superintendência da Zona Franca de Manaus: Busca de competências e empresas interessadas no desenvolvimento de componentes para o robô no Pólo Industrial de Manaus;
- CIDE (Centro de Incubação e Desenvolvimento Empresarial): fomento de incubadoras em Manaus para desenvolvimento do Robô Ambiental Híbrido e formação de massa crítica;
- Instituto Genius de Manaus: contatos através da SUFRAMA para prospecção de tecnologias que possam ser associadas ao robô;

- ATIVA - Tecnologia e Desenvolvimento: empresa incubada na PUC-Rio, que foi formada a partir dos desafios propostos pelo Laboratório de Robótica do Cenpes, para dar desenvolver projetos inovadores na área de robótica e potencialmente trabalhar na transferência de tecnologia e treinamento;
- ALIS Tecnologia e Desenvolvimento: empresa em processo de incubação na PUC-Rio, que foi formada, através de demanda criada pelo Laboratório de Robótica do Cenpes, para atender desafios de eletrônica e programação na área de robótica, e, potencialmente, trabalhar na transferência de tecnologia e treinamento.

É conhecido que a materialização das idéias através da prática é fundamental para a consagração da pesquisa, deixando os frutos à disposição da sociedade. Por isso, e seguindo a estratégia dos testes anteriores, todos os responsáveis pelos estudos ora em curso no projeto ou os que tenham propostas a colocar terão potencial para participar dos experimentos e testes de campo que se pretende continuar e aprofundar, na medida em que o projeto tome corpo e receba novas contribuições e novas aplicações não industriais já colocadas.

Universidades, Escolas Técnicas e Centros de Excelência vêm de algum modo, somar neste desenvolvimento. Isto pode ser notado através do número crescente de pesquisadores, professores e alunos de instituições tais como PUC-RJ, UFSC, Fiocruz, Coppe-Ufrj, UFS, Ufes, Unicamp, USP, entre outros, que nos procuram demonstrando interesse neste desenvolvimento e buscando temas para teses doutorado, dissertações de mestrado e projetos de fim de curso.

Pretende-se que, logo após a aprovação dos conceitos em mais testes de campo, possa ser possível iniciar a relação com as instituições da região amazônica, onde Ufam e UEA, escolas técnicas e outros centros de excelência possam somar na estratégia de produzir tal tecnologia com massa crítica local e utilizando a infraestrutura industrial do Pólo Industrial de Manaus.

As áreas de desenvolvimento incentivadas pelo projeto são as seguintes:

- Geração de energia
- Veículos Autônomos
- Sistemas de Controle
- Visão Computacional

- Navegação Embarcada
- Ergonomia
- Computação Gráfica
- Prototipagem de Modelos
- Design de Produto
- Design Gráfico
- Sensores Físico-Químicos
- Robótica Móvel
- Monitoramento Ambiental
- Inteligência Artificial
- Transmissão de Dados e Sinais
- Educação Ambiental

Pela característica transdisciplinar desta proposta, com certeza outras áreas de estudo se verão inseridas no projeto e a isso serão incentivadas.

No que diz respeito ao potencial para novas patentes, por se tratar de uma nova plataforma de desenvolvimento, o robô se mostra um aliado fundamental na criação de novos acessórios, bem como pode abrigar e auxiliar na adaptação de dispositivos de coleta e monitoramento, já existentes, todos podendo ser cobertos por novas e interessantes inovações.

Finalmente, como tema para tese de doutorado, devido aos bons e promissores resultados alcançados até o momento, já foi pleiteada e autorizada junto ao Setor de Recursos Humanos da Petrobras para que, caso esta dissertação seja aceita, um doutorado seja feito dando seqüência ao trabalho.

## Referencias Bibliográficas

- ASIMOV, Isaac. *Eu, Robô*. Tradução de Luiz Horacio da Matta. 9ª Ed. Rio de Janeiro: Expressão Cultural, 1972.
- BACON, Francis (1561-1626). *Aforismos sobre a interpretação da natureza e o reino do homem*. Tradução de Jose Aluysio Reis de Andrade. 2ª Ed. Abril Cultural, 1979.
- BALARAM, J. “Kinematic state estimation for a Mars Rover”. *Robótica*, Vol.18, pp. 251-262, 2000
- BECKER, Berta K. *Amazônia: Geopolítica na Virada do III Milênio*. Rio de Janeiro: Garamond, 2004.
- CARRIL, Carmem. *Cultura Tecnológica Sustentável: Estudo de Caso do Projeto Cognitus*. São Paulo: Morumbi, Editora Anhembi, 2007.
- CAVALCANTI, Clovis. *Desenvolvimento e Natureza: Estudos para uma Sociedade Sustentável*. São Paulo: Cortez, 1995.
- IANNI, Octavio. *Dialética da Globalização. Teorias da Globalização*. Rio de Janeiro: Editora Civilização Brasileira S/A. 1999.
- LEFF, Enrique. *Saber Ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder*. Tradução de Lúcia Mathilde Endlich Orth – Petrópolis, RJ: Vozes, 2001.
- LEFF, Enrique, *Epistemologia Ambiental*, 2001.
- LOBATO, Monteiro. *Obras Completas. Geologia para crianças*. São Paulo: Editora Brasiliense Ltda. 1947.
- MENZEL, Peter. *Robô sapiens: evolution of a new species*. MIT Press, Cambridge, USA, 2000.
- MORIN, Edgar. *Ciência com Consciência*. 7. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.
- MORIN, Edgar. *Introdução ao pensamento complexo*. 3. ed. Lisboa: Instituto Piaget, 2001.
- OLIVEIRA, Luciene Strada. *Cartilha de Navegação: Fluvial*, Catau, Rio de Janeiro, Brasil, 2005
- STAHEL, A. W. *Capitalismo e entropia: os aspectos ideológicos de uma contradição e a busca de alternativas sustentáveis*. In: Cavalcanti, C (org) desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável. São Paulo: Cortez, 1995

### **Teses e Dissertações:**

CHAVES, Maria do Perpétuo Socorro Rodrigues. *Uma experiência de pesquisa-ação para a gestão de tecnologias apropriadas na Amazônia: o estudo de caso do assentamento de Reforma Agrária Ipora*. 2001. Tese de doutorado - UNICAMP, Campinas, São Paulo.

FREITAS, G. M. *Reconfiguração cinemática quase estática de robôs móveis em terrenos inclinados*. 2008. Tese de Mestrado - UFRJ, Rio de Janeiro.

HAAG, César de Oliveira. *Subjetivações e Ação Comunicativa no Processo de Avaliação de Impacto Ambiental do Gasoduto Coari-Manaus*, 2006. Dissertação de Mestrado - UFAM, Manaus.

PATA, Ana Sofia Oliveira Et all, *TFC em Sistemas Tecnológicos: Robô Ambiental híbrido*, Dezembro 2006. Universidade Católica Portuguesa, Porto.

SILVA, Patrícia Mamede. *Visualização Científica de um Fenômeno Hidrológico na Amazônia com Variação Sazonal*. 2006. Dissertação de Mestrado - COPPE/UFRJ.

### **Publicações Periódicas:**

IEEE Spectrum magazine. E. Guizzo, “*Dream jobs 2008 - Ney Robinson Salvi dos Reis: Into the wild*,” pp. 33–34, February 2008.

Manaus Notícias da História, GARCIA, E., Complemento Especial do Jornal EM TEMPO. Manaus, 2008.

MOFFETT, Matt. Beyond “*PETROSAURUS*” How a Sleepy Oil Giant Became a World Player: ***Petrobras Taps Well of Brazilian Talent; Inspired by Tadpoles*** Wall Street Journal. August 30, 2007; Page A1

### **Congressos, Conferências, Simpósios, Workshops, Jornadas e outros Eventos Científicos**

MENDONÇA, A. D., et al. *Robô Ambiental Híbrido*. Anais da Rio Oil & Gás 2006 Expo and Conference, IBP1444\_06, set., Rio de Janeiro, Brasil, 2006.

REIS, Ney Robinson S.; Carvalho R. & Santos, A. *Dispositivo Teleoperado para Coleta de Amostra e para Análise de Larvas em Ambiente Hostil*. Anais do I Congresso Internacional Piatam: Ambiente, Homem, Gás e Petróleo, pp. 207, Manaus - Brasil, 2005.

PETCON, 2002. *Estudo de transporte e Fluxo de Carga da hidrovia do Rio Solimões (Manaus-Tefe)*. In: AHIMOC – Administração das Hidrovias da Amazônia Ocidental. Docas do Maranhão Brasília - DF

PEREIRA, Henrique dos Santos, 2007. *A Dinâmica da Paisagem Socioambiental das várzeas do Rio Solimões-Amazonas*. PIATAM – EDUA.

Restle, Annick. *O Petróleo, Petrobras*, CENPES – Centro de Pesquisas da PETROBRAS, 1994.

Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável no Amazonas Relatório da Gestão 2003/2006.

Documento de Lei relativo à Política Estadual sobre mudanças climáticas, Conservação Ambiental e desenvolvimento Sustentável do Amazonas, de 04 de junho de 2007.

### **Patentes**

REIS, N. R. S., PETROBRAS - Petróleo Brasileiro S.A. *Sistema de suspensão com cambagem*. BR PI 0504231-3 A. Out. 03, 2005a.

REIS, N. R. S., PETROBRAS - Petróleo Brasileiro S.A. *Roda para veículo usado em diferentes tipos de terreno*. BR PI 0504259-3 A. Out. 03, 2005b.

### **Homepage**

GONÇALVES, Alcindo. O conceito de governança. Disponível em:  
<<http://www.conpedi.org/manaus/arquivos/Anais/Alcindo%20Goncalves.pdf>>  
Acesso em setembro de 2009.

BASE DE DADOS TROPICAL. Disponível em  
<<http://www.bdt.fat.org.br/sci?sci.biom.amaz>>. Acesso em setembro de 2005.

ITAMARATI, Ecossistemas Brasileiros Disponível em  
<<http://www.mre.gov.br/cdbrasil/itamaraty/web/port/meioamb/ecossist/apresent/apresent.htm>>. Acesso em setembro de 2005,