

8 Bibliografia

- [1] Iagnemma, K., Dubowsky, S. “Mobile Robots in Rough Terrain: Estimation, Motion Planning, and Control with Application to Planetary Rovers”. New York: Springer, 2004.
- [2] Papadopoulos, Evangelos, Rey, Daniel A. “The Force-Angle Measure of Tipover Stability Margin for Mobile Manipulator”. *Vehicle System Dynamics*, 33 2000 , pp. 29–48.
- [3] Silva, A. “Modelagem de Sistemas Robóticos Móveis para Controle de Tração em Terrenos Acidentados”. Dissertação de Mestrado, PUC-Rio, 2007.
- [4] <http://mars.jpl.nasa.gov/MPF/mpf/rover.html>.
- [5] <http://www.generation5.org/content/2005/sim2005.asp>.
- [6] <http://www.frc.ri.cmu.edu/projects/pioneer/>.
- [7] Takaninish, Atsuo, Tochizawa, Mamoru, Karaki, Hideyuki, Kato, Ichiro. “Dynamic Biped Walking Stabilized With Optimal Trunk and Waist Motion”. *IEEE/RSJ International Workshop on Intelligent Robots and Systems*, ‘89, Sep. 4-6, 1989, Tsukuba Japan.

9 Apêndice A

9.1. Amazônia

O Brasil detém de 12% a 15% de água doce do planeta e cerca de 80% dessa reserva está concentradas na Amazônia. A Floresta Amazônica é a maior floresta tropical remanescente do mundo, representando cerca de 40% das florestas tropicais do planeta.



Figura 58 – Floresta Amazônica.

Conhecida como abrigo da maior biodiversidade do mundo, a floresta é formada basicamente por matas de terra firme, matas de várzea, alagadas pelos rios de água barrenta na estação das cheias, e matas de igapós, inundadas quase permanentemente por rios de água preta. A região possui vegetação nativa, com alta densidade vegetal. Boa parte da região passa metade do ano alagada. Altas temperatura e umidade constituem o clima encontrado durante todo o ano.

9.1.1. Indústria do Petróleo e Gás no Amazonas

Cerca de uma dezena de bacias sedimentares estão situadas na Amazônia Legal Brasileira, perfazendo quase 2/3 dessa área territorial. Três delas - bacias do Solimões, Amazonas e Paranaíba - são as mais importantes, não só pelo tamanho

(juntas ocupam aproximadamente 1,5 milhão de km²), mas principalmente pelo seu potencial. A bacia do Solimões é a terceira bacia sedimentar em produção de óleo no Brasil, com uma reserva de 132 milhões de barris de petróleo. No entanto, a principal “vocação” da Amazônia é o gás natural. O estado do Amazonas tem a segunda maior reserva brasileira de gás natural do país, com um total de 44,5 bilhões de metros cúbicos. Nas outras duas bacias também têm sido encontradas acumula es de gás.



Figura 59 – Primeiros trabalhadores da Petrobras na Amazônia.

As primeiras descobertas de petróleo na Amazônia ocorreram em 1954, quando a Petrobras encontrou quantidades não comerciais nas cidades de Nova Olinda, Aut s Mirim e Maués, no estado do Amazonas. Nos primórdios da Petrobras, as pesquisas foram direcionadas para a bacia do Amazonas, em detrimento da bacia do Solimões. São em 1976 foi feito o primeiro levantamento de sísmica de reflexão na bacia do Solimões.

A partir de 1978, ano da descoberta da província gase fera do Juruá, a pesquisa de petróleo na bacia do Solimões foi intensificada.

Em outubro de 1986, o sonho de prospec o petrolífera na Amazônia tornou-se realidade com a descoberta da província do Urucu, a 600 km de Manaus, vide Fig.3. Dois anos depois, o óleo já estava sendo escoado por balsas, através do rio Solimões, até a Refinaria Isaac Sabbá (UN-Reman, Fig.4), na capital do estado. Em 1998 teve início a opera o do poliduto, com 285 Km de extensão, entre Urucu e Coari, cidade mais próxima da base petrolífera.



Figura 60 – Base de Urucu.



Figura 61 – Vista aérea da Refinaria Isaac Sabbá – UM-Reman.

A produção de petróleo no Amazonas, em outubro de 2002, de acordo com a Unidade de Negócios da Bacia do Solimões (UN-BSOL), foi de 58.074 barris de óleo por dia, o que representa 3,8% da produção do país (1.524.953 barris/dia) no mesmo período.

O petróleo de Urucu é considerado o de melhor qualidade no país e dele são produzidos, principalmente, derivados mais nobres (de alto valor agregado) como diesel e nafta. A região Amazônica já é auto-suficiente em petróleo e parte de sua produção é exportada para outras refinarias da Petrobras, localizadas em diferentes regiões do país.

Esse petróleo tem características especiais, pois é extremamente leve e por isso não produz asfalto, sendo necessário, portanto, importar petróleo mais pesado da Venezuela. Os 8% restantes da capacidade da refinaria são ocupados pelo

petróleo importado, de nome Leona, com o único objetivo de produzir o asfalto necessário para o abastecimento do mercado regional.



Figura 62 - Unidade de Processamento de Gás Natural – UPGN.

Atualmente estão sendo realizados estudos para a substituição desse petróleo importado por um produto similar produzido na bacia de Campos, no Rio de Janeiro. Caso os estudos apontem para a viabilidade da substituição, a UN-Reman passará a refinar unicamente petróleo de origem nacional. Sua capacidade de refino é de 49 mil barris de petróleo por dia, o equivalente a cerca de 2,5% da capacidade de refino instalada no Brasil.

A Petrobras, por meio da UN-BSOL, foi a primeira empresa de petróleo do mundo a ser certificada simultaneamente nas gestões ambiental, com a ISO 14001, e de saúde e segurança no trabalho, com a BS 8800. Atualmente, a UN-BSOL é certificada pelas normas ISO 9002 (que trata da qualidade de produtos e serviços), ISO 14001 e OHSAS 18001, em substituição à BS 8800. A UN-Reman foi a primeira refinaria da Petrobras a obter as certificações nessas três normas que formam um único sistema de gestão.

A preocupação da UN-BSOL com o meio ambiente também pode ser constatada em outras ações da companhia no trabalho de recuperação da vegetação nas áreas de exploração de petróleo em Urucu, realização de campanhas internas e junto às comunidades para a conscientização da questão ambiental e a reciclagem de resíduos orgânicos, sucata e papel. O dinheiro arrecadado com a venda dos materiais reciclados é revertido para atividades filantrópicas da empresa.

As ações ambientais da Petrobras na Amazônia são acompanhadas, por meio de convênios, por entidades de pesquisa e preservação do meio ambiente e órgãos governamentais da região, tais como Instituto de Proteção Ambiental da Amazônia (IPAAM), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Universidade Tecnológica do Amazonas (UTAM) e prefeituras municipais.

9.1.2. Gasoduto Coari – Manaus

A construção do gasoduto Coari-Manaus é um tema antigo que remonta a 1986, quando a Petrobrás anunciou a descoberta das jazidas de gás natural em Urucu. Uma série de fatores impediu o avanço do debate e a definição sobre a viabilidade sócio-ambiental e econômica da obra.

A Petrobrás atua na exploração de petróleo e gás na Amazônia desde 1988 na província de Urucu (AM), na bacia do Rio Solimões, a 650 km da cidade de Manaus. Essa é a maior Unidade de Processamento de Gás Natural do Brasil (UPGN3), com uma produção de mais de seis milhões de m³ de gás natural por dia. O escoamento do petróleo e do gás é feito através de 285 km (140 km submersos) de dutos até a cidade amazonense de Coari. De lá viajam 10 dias de balsa até a cidade de Manaus.



Figura 63 - Transporte de GLP – Gás Liquefeito de Petróleo.

Buscando maior eficiência no escoamento do gás natural e ciente do risco que essas embarcações levam à região, a Petrobrás planejou a construção de dois gasodutos: Coari-Manaus (com 420 km de extensão) e o Urucu-Porto Velho (com

550 km). O gasoduto Coari-Manaus tem sido descrito como marco de uma nova etapa na história do Amazonas. A partir do licenciamento ambiental, outorgado em 26 de Abril de 2004, a Petrobras iniciou os preparativos técnicos e administrativos para começar a construção deste gasoduto.



Figura 64 - Gasoduto Coari – Manaus.

Em meio a esse processo de licenciamento, o governo Estadual recomendou à Petrobrás que contratasse uma instituição com notória competência e elevada credibilidade perante todos os segmentos da sociedade envolvidos direta ou indiretamente com o gasoduto. Surgiu dessa forma um contrato de prestação de serviços entre a Universidade Federal do Amazonas, através do CCA (Centro de Ciências do Ambiente), e a Petrobras. Foi montada uma equipe com 57 pesquisadores, sendo 21 doutores e 12 mestres. A maior e melhor qualificada equipe já montada no Amazonas para um estudo dessa natureza. Esse contrato criou a oportunidade para uma contribuição exemplar da UFAM à sociedade amazonense e, ao mesmo tempo, um apoio financeiro expressivo para o fortalecimento dos principais programas de pesquisas do CCA.

A sociedade amazonense registrou forte demanda para que o gás chegasse até as sedes dos municípios por onde passará o gasoduto, ainda que com certo receio dos impactos sócio-ambientais que acarretaria. Assim sendo, a Petrobras avaliou como viável essa idéia, a qual foi incluída como uma exigência para a licença ambiental.

A Petrobras assumiu esse desafio como parte de sua política de responsabilidade social e investirá mais de R\$ 70 milhões para que o gás chegue também até os municípios de Coari, Codajás, Anori, Anamá, Caapiranga, Manacapuru, Iranduba. Isso permitirá a esses municípios não apenas uma energia

mais barata, confiável e ecologicamente mais limpa. Permitirá, também, a atração de novas indústrias para esses municípios, especialmente aquelas que podem se beneficiar da co-geração de energia, como é o caso de secadores de madeira, frigoríficos de peixe e olarias.

O licenciamento ambiental para construção do gasoduto Coari-Manaus contém alguns condicionantes fundamentais a serem cumpridos pela Petrobras: evitar a erosão e o entupimento de igarapés; recuperar as áreas degradadas; não permitir, ao longo do duto, a construção de estradas perenes que permitam a invasão de terras e o desmatamento; adotar medidas restritivas à prostituição, com programas educativos e punitivos para trabalhadores da obra, priorizar a contratação de mão-de-obra local; além de programas de geração de renda para famílias de baixa renda; adotar procedimentos eficientes para evitar o aumento de doenças como a malária, entre diversos outros. Esses temas foram identificados pelas equipes técnicas envolvidas no licenciamento ambiental e pelas dezenas de instituições e cerca de três mil cidadãos presentes nas oito audiências públicas realizadas em todos os municípios da área de influência da obra, inclusive Manaus. Essas ações realizadas abrangem e ampliam as prioridades identificadas pelo Estudo de Impactos Ambientais e pelo Relatório de Impactos do Meio Ambiente, elaborados pela Universidade Federal do Amazonas.

Além das medidas de prevenção de impactos ambientais, foi estruturado um Programa de Desenvolvimento Sustentável para as comunidades que estão na área de influência do gasoduto Coari-Manaus, que conta com a participação de mais de 50 instituições, entre órgãos dos governos Municipal Estadual e Federal e instituições de pesquisa e ensino do Amazonas, além de ONGs. Este Programa tem como missão socializar os benefícios do empreendimento, com três objetivos fundamentais: apoiar a construção da cidadania, promover o aumento da renda e fomentar a conservação ambiental.

Essas ações abrangem e ampliam as prioridades identificadas pelos estudos do projeto PIATAM, que será detalhado no item 1.2.1.

9.1.3. Riscos Ambientais da Indústria do Petróleo e Gás

Desde 1986, quando a Petrobras descobriu no rio Urucu, afluente do Solimões no coração da região amazônica, a segunda maior reserva de gás e a terceira maior de petróleo do país, tornou-se imperioso o mapeamento de informações desse ecossistema de vital importância para o planeta.

Transportar uma mercadoria tão poluente quanto óleo em meio à sensível vegetação inundada pode ser fatal se faltarem os mecanismos gerenciais necessários em caso de acidente. Quando a atividade petrolífera no meio da selva teve início, eram ainda precários os conhecimentos sobre as particularidades da região. Numa iniciativa pioneira, academia e indústria deram-se as mãos, num projeto batizado de PIATAM, para preencher essa lacuna e interligar os estudos de impacto ambiental com decisões de gerenciamento de riscos operacionais. Alguns dos melhores centros de pesquisa do país emprestam hoje seus avançados métodos de coleta de dados e instrumentos de gerência para ampliar os conhecimentos do meio ambiente e construir uma base de dados que sirva de apoio para a Petrobras produzir energia sem sujar a natureza.

A produção de Urucu gira em torno de cinquenta e oito mil barris diários de petróleo e seis milhões de metros cúbicos de gás (dos quais a Petrobras processa uma décima parte, reinjetando o restante no solo). Os dois mil homens que trabalham na província petrolífera e os equipamentos são transportados de avião e helicóptero. Um poliduto (gás e petróleo) de 285 quilômetros de extensão ligando Urucu a Coari foi construído na selva com corte mínimo de vegetação. De Coari a Manaus, o óleo é transportado em navios, e nesse trecho os riscos são ainda maiores, pois em ambiente aquáticos a dispersão do óleo não encontra restrição como em ambientes terrestres fazendo com que as proporções do derramamento se tornem enormes.



Figura 65 - Derramamento de óleo em ambientes aquáticos.

9.1.4. Projeto PIATAM

PIATAM é a denominação abreviada do projeto “Monitoramento das Áreas de Atuação da Petrobras: Potenciais Impactos e Riscos Ambientais da Indústria do Petróleo e Gás no Amazonas”.

As áreas de abrangência do PIATAM são as rotas fluviais de transporte de Petróleo, gás e derivados da Petrobras e suas contratadas no Estado do Amazonas, nos trechos Manaus Terminal do Solimões – Coari lago – Coari – Urucu. A metodologia proposta no projeto prevê a construção de Sistemas de Informações Ambientais Georreferenciados, associados aos levantamentos de campo e aplicados ao planejamento, à prevenção e ao controle das atividades da indústria do petróleo, incluindo a modelagem das variações sazonais do nível das águas das bacias hidrográficas envolvidas.

O Projeto iniciou-se no mês de janeiro de 2001, com o projeto PIATAM I – Potenciais Impactos Ambientais do Transporte Fluvial de Gás Natural e Petróleo na Amazônia: Análises de Riscos, Planos de Contingência e Estratégias de Recuperação de Áreas Impactadas, tendo como executora a Universidade Federal do Amazonas – UFAM, por meio do Centro de Ciências do Ambiente – CCA e como financiadora a Financiadora de Estudos e Projetos do Ministério da Ciência e Tecnologia – FINEP, com recursos do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FNDCT – Ctpetro.

O Projeto apresentou como objetivo identificar os principais pontos de risco de transporte fluvial de gás natural e petróleo, bem como identificar e avaliar os principais impactos nas áreas potencialmente afetadas, como forma de

subsidiar a elaboração de planos de contingência e de recuperação de áreas impactadas.

O PIATAM II, financiado pela Petrobras e pela FINEP, iniciou suas atividades em janeiro de 2002, e se constituiu no segundo ciclo do PIATAM. Esse Projeto apresentou como objetivo principal estruturar e disponibilizar informações sobre a produção, transporte e refino de gás e petróleo no Estado do Amazonas, através do monitoramento e da avaliação de riscos ambientais dessas atividades, visando à redução de danos ao meio ambiente e às populações humanas provocados por eventuais vazamentos.

Concluído em junho 2004, o PIATAM II foi resultado do esforço interdisciplinar e interinstitucional de pesquisadores, técnicos e bolsistas da Universidade Federal do Amazonas – UFAM, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro COPPE-UFRJ e do Instituto de Tecnologia da Amazônia – UTAM, instituições interessadas na aplicação de modernas técnicas de monitoramento das atividades da Petrobras na Amazônia, com base nos princípios de gestão, integrando conceitos de meio ambiente, de qualidade, de saúde e de segurança operacional em projetos de pesquisa. O Projeto PIATAM II contou, também, com a colaboração da Fundação Centro de Análise, Pesquisa e Inovação Tecnológica – FUCAPI, do Centro Integrado de Ensino Superior do Amazonas – CIESA, do Centro Regional de Vigilância de Manaus – CRV e do Sistema de Proteção da Amazônia – SIPAM.

O PIATAM é hoje uma grande iniciativa de pesquisa sócio-ambiental que, além de contar com o apoio da Petrobras e da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), agrega importantes instituições de pesquisa do País e ainda alguns subprojetos. Tudo isso fez com que a Finep o reconhecesse não mais como um projeto, mas sim como um programa sistemático e de longo prazo.



Figura 66 - Excursão do Projeto PIATAM em Setembro de 2005.

O projeto PIATAM realiza quatro excursões por ano, percorrendo cerca de 420 km do Rio Solimões, entre Manaus e Coari, coletando dados ambientais e socioeconômicos da região onde a Petrobras realiza uma série de operações. Quando o rio Solimões transborda, alaga uma área de 140 quilômetros de extensão ao longo de suas margens. Num espaço de três a quatro meses, as águas do Solimões nas proximidades de Coari, 360 quilômetros a oeste de Manaus, podem atingir a espantosa diferença de até 15 metros entre a cheia e a seca. As excursões são trimestrais para poder estudar os períodos de seca, enchente, cheia e vazante que o rio apresenta ao longo de um ano.



Figura 67 - Pesquisadores do INPA e da UFAM coletando amostras na Excursão do PIATAM.

9.1.5. Proposta do Laboratório de Robótica do CENPES

Sabendo das dificuldades que os pesquisadores encontram em se deslocar nas mais variadas configurações: água, terra e macrófitas aquática, e monitorar cenários adversos, o Laboratório de Robótica do Centro de Pesquisa da Petrobras -

CENPES propôs a criação de sistemas móveis (tais como: veículos tripulados, semi-autônomos ou tele-operados), que possam dar condições para que o homem consiga realizar atividades em locais de difícil acesso e conseqüentemente pouco conhecidos e estudados. Locais onde o homem não pode permanecer ou mesmo penetrar deverão ser monitorados e, em casos extremos, serem atendidos com recursos de contingência.



Figura 68 - Dificuldades e perigo encontrado pelos pesquisadores em se locomover.

Em Setembro de 2005, foi apresentado e testado, em condições reais, o primeiro protótipo desse sistema, para avaliação dos conceitos propostos. Esse sistema irá se chamar Robô Ambiental Híbrido – Chico Mendes e irá realizar medições, coletar dados e amostras e executar tarefas nestes ambientes inóspitos, sendo capaz de superar obstáculos, podendo se locomover sobre água, terra, terrenos alagados, pântanos e brejos. No capítulo seis será detalhado todo o projeto desse robô e seus primeiros testes estão descritos no Apêndice A.

10 Apêndice B

Testes na Amazônia com o Primeiro Protótipo:

Primeiro Teste (03 de Setembro de 2005)

Comunidade: Santa Luzia do Baixo

Localidade: Ilha do Baixo

Município: Iranduba

Para poder comandar o robô utilizando apenas uma câmera de vídeo como referência dos seus movimentos, foi necessário montar a cada operação uma pequena base que servia de oficina e permitia controlar o robô com segurança. Como primeira experiência, o local escolhido foi dentro do próprio barco da excursão do PIATAM.

O protótipo foi montado e testado dentro do barco e em seguida levado, com auxílio de uma voadeira (barco motorizado comum na região), para uma margem relativamente próxima (aproximadamente 50m). Com muita cautela dava-se início a primeira operação do robô. O veículo subiu lentamente pela encosta da margem, chegando ao topo e depois retornou para o barco pela água onde possibilitou testar as suspensões.

Este primeiro protótipo já possibilitava uma regulagem na cambagem das rodas, aumentando a distância do fundo do veículo em relação à superfície em questão e modificando o ângulo de ataque das rodas com o solo. Neste caso, como aumentava a área de contato da roda com o terreno, o atrito observado era superior aos que foram testados anteriormente pelo robô. O terreno se assemelhava a uma lama bem fina exigindo o máximo de potência dos motores das rodas.



Figura 69 - Primeiro teste na Amazônia do Robô Ambiental Híbrido.

Segundo Teste (05 de Setembro de 2005)

Comunidade: Nossa Senhora das Graças

Localidade: Costa do Pesqueiro II

Município: Manacapuru

O teste foi realizado no Lago Preto, local monitorado frequentemente pelos pesquisadores da UFAM e do INPA. Foi um teste mais rápido, aproximadamente 45 min, mais serviu para conhecer outro tipo de terreno. Diferente do anterior, este terreno era mais seco e os motores das rodas trabalharam com uma certa folga. Porém, houve dificuldade de vencer a vegetação local que era composta de plantas flutuantes e canaranas.



Figura 70 - Teste no Lago Preto – Manacapuru.

-Terceiro Teste (06 de Setembro de 2005)

Comunidade: Nossa Senhora de Nazaré

Localidade: Costa do Paratari

Município: Manacapuru

Este teste foi surpreendente, pois mostrou um novo desafio a ser superado. Um terreno que se origina pela seca do rio formando uma lama muito fina que parecia areia movediça, impedindo qualquer movimento do robô. Como o veículo ficou preso, foi necessário estudar maneiras de resgatá-lo e aproveitar para coletar amostras desse solo para melhor conhecê-lo. Essa amostra se encontra no CENPES onde pesquisadores estudam qual material pode ter melhor aderência para adaptarmos as rodas.



Figura 71 - Teste na Costa do Paratari – Manacapuru.

Após resgatar o robô e constatar que estava em perfeito estado, optou-se em continuar o teste em um lago que permitia avaliar outros conceitos, como velocidade e fluabilidade variando a cambagem das rodas. Esse lago apresentava em sua margem uma vegetação formada por canaranas, que ao atravessá-la encontrava terra firme. Esta nova superfície era composta de uma areia fina, de quilômetros de extensão, que não dificultava a locomoção do veículo, possibilitando inclusive alterar a cambagem em terra sem forçar o motor que comandava as suspensões.



Figura 72 - Teste no Lago Preto – Manacapuru.

Quarto Teste (07 de Setembro de 2005)

Comunidade: Bom Jesus

Localidade: Paraná do Iauara

Município: Manacapuru

Neste local havia água calma, um terreno pantanoso e também uma vegetação flutuante (macrófitas) que era um novo desafio que se interessava estudar. Como essa é a condição mais comum que o robô irá enfrentar na região de monitoramento, era necessário saber o comportamento do veículo sobre essa vegetação e como superar os obstáculos utilizando a cambagem das rodas variando a superfície de contato, interferindo diretamente no atrito e alterando a força nas rodas devido à mudança do raio de ação.

Este teste serviu como um valioso instrumento de estudos de conceitos a serem aplicados nos próximos robôs, e apontou para a direção que deveriam ser conduzidos os novos estudos.



Figura 73 - Teste no Paraná do Iauara – Manacapuru.

Quinto Teste (09 de Setembro de 2005)

Comunidade: Matrinxã

Localidade: Costa do Matrinxã

Município: Codojás

Nesse local havia um tronco atravessado no rio. Optou-se em colocar o robô para tentar atravessar mais esse desafio. Como os testes anteriores exigiram muito esforço das engrenagens dos motores das rodas, esta não suportou e fraturou, mas logo foi trocada, deixando-o novamente operacional.



Figura 74 - Teste na costa do Matrinxã – Codojás.

Sexto Teste (12 de Setembro de 2005)

Comunidade: Santa Luzia do Buiuçuzinho

Localidade: Costa do Buiuçuzinho

Município: Coari

Este último teste só foi realizado pela importância do local, Lago Coari, pois nessa região têm acontecido casos preocupantes de malária e a coleta de amostras desse lago tem sido acompanhada com muita atenção pelos pesquisadores da Amazônia.



Figura 75 - Teste no Lago Coari – Coari.

Os resultados obtidos na primeira viagem à Amazônia trouxeram grande inspiração para a construção de um outro robô mais robusto e dotado de inteligência embarcada, sensores e um manipulador com três graus de liberdade.

Teste na Amazônia com o Segundo Protótipo:

Em Maio de 2006, na Amazônia, o robô foi testado, agora no período em que o Rio Solimões encontrava-se cheio. Para viabilizar o teste, foi necessário mobilizar uma balsa da Petrobras que servia como oficina para montar e desmontar o robô e preparar cada operação. Para auxiliar na manipulação do robô, que pesa aproximadamente 115 kg, foi mobilizado um caminhão munk.



Figura 76 - Robô sendo colocado na água pelo caminhão munk.

Primeiro Teste (21 de Maio de 2006)

Comunidade: Santa Luzia do Baixio

Localidade: Ilha do Baixio

Município: Iranduba

Nessa viagem a chuva atrapalhou muito e, como o robô ainda não estava totalmente vedado, ele só pode ser testado quando o tempo estava melhor. Este teste foi feito em duas etapas, a primeira de manhã e a outra à tarde.

Na primeira etapa do teste, o robô foi colocado na água e cuidadosamente testado em todas as suas funcionalidades. Esse veículo era operado ora com a sonda de multi-parâmetros, ora com o coletor de amostras, ambos fixados no manipulador de três graus de liberdade, que facilitava a coleta.

O coletor de amostras é um recipiente de acrílico preso a uma câmera submarina que permite uma análise visual simples da porção de água coletada. A sonda permite fazer a leitura de alguns parâmetros químicos da água, como por exemplo: PH, oxigênio dissolvido, salinidade, temperatura e condutividade.



Figura 77 - Teste na Ilha do Baixio – Iranduba

Na segunda etapa do teste, o robô foi tele-operado até chegar a um lago, que estava a uma distância de 600 metros da base, cruzando locais onde havia moradia, causando certo espanto nos moradores. Neste trecho, todo o movimento foi acompanhado de perto por um pequeno barco de apoio que servia também para auxiliar na condução do robô e escolher a trajetória.

Segundo Teste (22 de Maio de 2006)

Comunidade: Santa Luzia do Baixio

Localidade: Ilha do Baixio

Município: Iranduba



Figura 78 - Teste na Ilha do Baixio – Iranduba.

Como estava no período da cheia do Rio Solimões, quase toda região estava alagada e o robô só enfrentava dificuldades para desviar de árvores e superar a grande quantidade de troncos que apareciam no trajeto.



Figura 79 - Teste na Ilha do Baixio – Iranduba.

Terceiro Teste (22 de Maio de 2006)

Comunidade: Nossa Senhora das Graças

Localidade: Costa do Pesqueiro II

Município: Manacapuru

A comunidade Nossa Senhora das Graças pertencente ao município de Manacapuru foi o local escolhido para realização do terceiro teste com o robô ambiental híbrido. Nesta comunidade, o engenheiro Ney Robinson realizou uma palestra na Escola Municipal Getúlio Vargas, com o objetivo de apresentar à comunidade, aos professores e aos alunos o robô que logo fará parte do convívio deles.



Figura 80 - Palestra na Escola Municipal Getúlio Vargas – Manacapuru.

Depois da apresentação feita na escola, foi feito um convite para acompanhar parte do teste. Como havia ansiedade em relação à reação da comunidade, surpreendeu o fato de ver quão interessados estavam os ribeirinhos ainda que com um pouco de receio do desconhecido robô. Para este teste, o operador ficou no barco onde foi instalado a base de controle e o comando era enviado ao robô mediante as ordens emitidas através de um rádio de mão pela equipe que se encontrava próximo ao veículo. Como havia uma grande quantidade de crianças acompanhando este teste, todo e qualquer movimento era primeiramente estudado para garantir a segurança das mesmas.



Figura 81 - Teste acompanhado pela comunidade.

A próxima etapa de teste consistia em conduzir o robô mata adentro para avaliar o comportamento da comunicação, monitorando assim a potência do sinal recebido e comparando com valores de especificação.



Figura 82 - Teste no Lago do Tamanduá – Manacapuru.

Como nesta etapa o operador não tinha nenhuma visibilidade do robô, a operação foi dividida em duas partes: primeiro o operador obedecia à equipe que acompanhava os testes o mais perto possível; e depois, utilizando a câmera de vídeo do robô, o conduziu de volta a base. Sem o auxílio da equipe que estava dando suporte na trajetória o robô na volta, a operação demorou o dobro do tempo que na ida.



Figura 83 - Imagens captadas pelo Robô Ambiental Híbrido.