

## III Seminário Regional Sobre Gestão de Recursos Hídricos água, vida e tecnologias



## IV Fórum do Observatório Ambiental

Alberto Ribeiro Lamego

POLÍTICAS PÚBLICAS E GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

22 a 25 de outubro de 2012

Armação dos Búzios, RJ

### RESUMOS

## UM MODELO PARA VEÍCULOS ROBÓTICOS ORIENTADOS À COLETA AUTOMÁTICA DE AMOSTRAS DE DADOS AMBIENTAIS

Luiz Alberto Oliveira Lima Roque\*

### INTRODUÇÃO

Há poucas décadas, acreditava-se que a natureza era dotada de um infinito poder de regeneração, podendo se recuperar de qualquer transformação antropogênica. Com o colossal crescimento tecnológico e econômico mundial, o homem passou a ter a capacidade de impingir grandes mudanças ao ecossistema global. Por outro lado, o conhecimento recém-adquirido permitiu o desenvolvimento do sensoriamento remoto ou no local, conferindo um caráter científico ao monitoramento ambiental, cuja importância é crescente nos mais destacados aspectos do cotidiano, como a utilização da água e do ar, além da preservação dos solos e da manutenção da cobertura vegetal. Segundo Roque (2006, p.10), "as transformações ambientais decorrentes da crescente industrialização atingem os solos, o ar e as águas". Logo, as ações genéricas de monitoramento ambiental têm seu foco direcionado a esses três tópicos.

Para avaliar a susceptibilidade de uma dada região a desabamentos, por exemplo, é necessário aferir diversas variáveis ambientais. Adotando o mesmo raciocínio, o estudo da tendência de incêndios ocorrerem em coberturas vegetais (florestas) só pode ser conclusivo ao final do exame de vários parâmetros. Analogamente, para determinar se a água oriunda de um corpo aquático é potável, deve-se medir a concentração de dezenas de parâmetros ambientais, que são especificados por Santos (2003). Da mesma forma, conforme Fedra (2004, p.195), "a avaliação da pureza do ar respirado é processada somente após a análise do teor de

\* Mestre em Engenharia de Computação. Doutorando em Engenharia de reservatórios e modelagem computacional. Professor do IFF campus Macaé.  
E-mail para correspondência: luizlimaroque@gmail.com



### III Seminário Regional Sobre Gestão de Recursos Hídricos água, vida e tecnologias



### IV Fórum do Observatório Ambiental

Alberto Ribeiro Lamego

POLÍTICAS PÚBLICAS E GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

22 a 25 de outubro de 2012

Armação dos Búzios, RJ

**RESUMOS**

muitas variáveis". Portanto, para efeitos de simplicidade, conforme Ongley (2006, p.46), "a partir do monitoramento de um conjunto de variáveis ambientais são calculados diversos índices, com o objetivo de melhor avaliar a qualidade de recursos naturais (ar, água e solos)".

Devido às próprias características dinâmicas, as variáveis ambientais requerem sobre si um processo de monitoramento contínuo, seja por meio de sensores no local ou via satélite. Através da grande diversidade de sensores existentes, a observação de parâmetros ambientais fornece subsídios ao desenvolvimento sustentado, garantindo a integridade dos recursos naturais ao avaliar constantemente os impactos que as atividades econômicas produzem no ecossistema terrestre.

A situação real dos recursos ambientais é determinada pela seleção dos parâmetros adequados ao monitoramento, medindo suas características ou atributos, e isto é realizado coletando amostras de água, solo e ar, visando posterior análise laboratorial. Entretanto, há locais inóspitos, onde a topografia acidentada ou dificuldade de acesso torna inviável a implantação de sensores ou a presença humana para proceder à coleta de amostras de água, solo ou ar.

Em tais sítios, uma alternativa viável para coleta de amostras se materializa em autômatos capazes de proceder automaticamente à aquisição de dados. A base de tais protótipos consiste em veículos dotados de sensores, que adquirirão informações sobre o local em que se encontram, de forma que os robôs tenham a capacidade de se desviar de obstáculos e adaptar seus movimentos, visando o deslocamento em terrenos caracterizados por formatos diversos, com topografias acidentadas, irregulares ou apresentando vários níveis de dificuldade de acesso, até atingir o local onde se realizará a coleta de amostras que permitirão, em análises laboratoriais posteriores, a obtenção de informações sobre a qualidade da água, o ar e dos solos, proporcionando subsídios para ações futuras de controle ambiental.

O modelo do protótipo apresentado neste projeto é baseado no conjunto educacional robótico da linha LEGO MINDSTORMS, caracterizado por simplicidade e



### III Seminário Regional Sobre Gestão de Recursos Hídricos água, vida e tecnologias



### IV Fórum do Observatório Ambiental

Alberto Ribeiro Lamego

POLÍTICAS PÚBLICAS E GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

22 a 25 de outubro de 2012

Armação dos Búzios, RJ

#### RESUMOS

baixo custo. Trata-se de peças plásticas encaixáveis interligadas a diversos sensores (que podem ser de luminosidade, temperatura, cores, ultrassom, etc.) e a um processador, que pode ser programado em Java, C e numa linguagem de blocos característica, conhecida por NXT-G, permitindo a montagem e controle de inúmeros tipos de robôs que atuam nas mais diversas situações possíveis.

A disposição de peças e sensores dos diversos veículos automáticos de aquisição de dados propostos neste modelo pretende ser de tal forma que facilite a coleta de amostras e o deslocamento dos protótipos nas situações mais adversas possíveis, bem como a implantação dos programas de controle das estruturas robóticas.

O modelo robótico proposto neste projeto será ferramenta importante para auxiliar no monitoramento ambiental, pois as amostras coletadas servirão para análise laboratorial posterior, que podem calcular modelos de índice de qualidade da água e do ar, para o controle de poluição aquática ou aérea, além de avaliar também os índices de risco de incêndio e de estabilidade de encostas, a fim de prevenir queimadas e desabamentos.

#### METODOLOGIA

Os veículos automáticos para coleta de dados ambientais serão desenvolvidos na plataforma LEGO NXT 2, da National Instruments, que possibilita a montagem dos protótipos propostos neste modelo, juntamente com a elaboração de programas em linguagem de blocos que possibilitam a automação dos robôs construídos.

A evolução tecnológica ampliou significativamente a área de atuação de inúmeros empreendimentos. De acordo com Aguirre (2007, Vol.3, p.389), "grande parte dos processos poderia, ao menos parcialmente, receber os benefícios oriundos de automação e robótica".

A automação genérica de processos requer, numa de suas etapas, que seus produtos finais sejam coletados. Isso poderia ser alcançado, em monitoramento



### III Seminário Regional Sobre Gestão de Recursos Hídricos água, vida e tecnologias



### IV Fórum do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamago

POLÍTICAS PÚBLICAS E GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

22 a 25 de outubro de 2012

Armação dos Búzios, RJ

**RESUMOS**

ambiental, através de um robô programado para seguir automaticamente determinado trajeto, caracterizado por percurso acidentado, de difícil acesso, até chegar ao local desejado e adquirir as amostras necessárias de água, solo ou ar, para posterior análise laboratorial, com vistas à gestão sustentada do meio ambiente. Mais, as topografias podem apresentar grande variedade de terrenos difíceis de transpor.

Assim, supõe-se que veículo robótico caracterizado por somente um formato não seria capaz de se adaptar às muitas dificuldades que ele precisaria sobrepular, até alcançar o destino desejado para coletar amostras ambientais. Deduz-se então ser necessário propor a construção de veículos robóticos com diversas geometrias, desde as mais simples até as complexas, capazes de se adequar a diferentes tipos de terrenos acidentados.

Um dos objetivos da pesquisa é viabilizar sua aplicação em empreendimentos privados. Dessa forma, projetos de cunho científico devem considerar os custos apresentados para resolução de problemas. Uma incursão num sítio de topografia acidentada pode ter custos elevados. Portanto, não seria razoável idealizar veículo capaz de coletar apenas uma amostra do mesmo terreno por vez. Visando somente uma excursão para a mesma coordenada geográfica, com fins de redução de custos, idealizam-se veículos automatizados capazes de organizar várias amostras de dados ambientais colhidos.

Seria preciso também controlar protótipos para transportarem amostras pelo terreno sem colidirem com obstáculos. Segundo Rosário (2009, p.230), "isto pode ser conseguido através do uso de sensores ultrassônicos".

O método proposto para construção de veículos automáticos de coleta de dados ambientais consiste em montar cinco protótipos (um dos quais será detalhado nos resultados deste trabalho) com geometrias distintas, cujo objetivo é a adaptação às diversas topografias que um terreno apresentar, para facilitar o deslocamento dos robôs até o local de aquisição das amostras de ar, água ou solo. Após a construção de cada um dos protótipos deste modelo, que serão enumerados a seguir, procede-se à



### III Seminário Regional Sobre Gestão de Recursos Hídricos água, vida e tecnologias



### IV Fórum do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego

POLÍTICAS PÚBLICAS E GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

22 a 25 de outubro de 2012

Armação dos Búzios, RJ

#### RESUMOS

elaboração do código de programação dos robôs na linguagem NXT-G, etapa que possibilitará a movimentação automática dos veículos construídos até as coordenadas desejadas, onde se deseja adquirir as amostras, com imediatas aplicações ambientais:

- 1) Veículo Coletor, cujo processo é responsável por transportar amostras sem risco de choques com objetos, além de ter a capacidade de adaptar sua suspensão a topografias adversas;
- 2) Veículo Aranha, cuja função é proporcionar o deslocamento em terrenos bem acidentados;
- 3) Controle Remoto, capaz de enviar comandos aos veículos de coleta de dados através de padrões Blue Tooth, que prescindem de meios físicos para o envio de dados;
- 4) Veículo Agarrador, que transpõe barreiras em locais de difícil acesso através de esteiras e organiza as amostras ambientais por meio de garra;
- 5) Desbastador, veículo responsável por recolher amostras de rochas em locais caracterizados por topografias com dificuldade média de deslocamento, nas quais protótipos com suspensões adaptáveis consigam se deslocar;
- 6) Anfíbio, protótipo de robô projetado para se deslocar próximo a superfícies rasas aquáticas, com o intuito de adquirir amostras de água a fim de determinar, posteriormente informações sobre a qualidade das mesmas.

#### RESULTADOS Coletor



# III Seminário Regional Sobre Gestão de Recursos Hídricos água, vida e tecnologias



## IV Fórum do Observatório Ambiental

Alberto Ribeiro Lamego

POLÍTICAS PÚBLICAS E GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

22 a 25 de outubro de 2012

Armação dos Búzios, RJ

**RESUMOS**

Figura 1: coletor



### III Seminário Regional Sobre Gestão de Recursos Hídricos água, vida e tecnologias



### IV Fórum do Observatório Ambiental

Alberto Ribeiro Lamego

POLÍTICAS PÚBLICAS E GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

22 a 25 de outubro de 2012

Armação dos Búzios, RJ

**RESUMOS**

O veículo coletor foi elaborado com o objetivo de alcançar o local em que se deseja proceder à coleta de dados, sem risco de choque com objetos e com a possibilidade de adaptação a qualquer irregularidade do terreno. Para tal fim, o protótipo tem um sensor ultrassônico girante, na parte frontal do robô, e de um sensor de toque, nos para-choques frontais. Há também um sensor de luminosidade na base do veículo, com o intuito de analisar a topografia do terreno e fazer as correções adequadas na suspensão do protótipo, segundo um controlador proporcional, integral e derivativo (PID).

A versão final deste protótipo foi obtida anexando o veículo direito à frente do esquerdo (figura 1), para que o robô resultante da junção de ambos possua as funcionalidades de detecção de obstáculos inferiores e superiores, além do ajuste automático da suspensão, conforme a topografia do terreno.

Ao iniciar a movimentação, o protótipo se dirige, em linha reta, até seu destino final. A detecção de objetos inseridos no caminho do robô é realizada através dos sensores ultrassônicos e de toque. O sensor de toque detectará se algum obstáculo colidir no para-choque frontal. Por outro lado, o sensor ultrassônico determinará a iminência de colisão com algum objeto mais elevado.

Quando ocorrer o choque inferior, o robô recua por alguns instantes. Assim que o sensor ultrassônico detectar proximidade de obstáculos, o protótipo para de se movimentar. Ambos os casos de detecção de colisões, inferior e superior, procederão da mesma forma a partir deste ponto, que consiste em movimentar a cabeça para o lado esquerdo, girando-a noventa graus, para medir a distância entre o robô e um possível obstáculo. O próximo passo é girar a cabeça cento e oitenta graus, para verificar a distância entre o protótipo e uma possível barreira do lado direito. Em seguida, haverá uma comparação entre essas duas distâncias medidas, para que o programa guarde a maior delas e, em seguida, faça com que a cabeça gire mais noventa graus, com o objetivo de determinar a distância entre o protótipo e um obstáculo traseiro.



### III Seminário Regional Sobre Gestão de Recursos Hídricos água, vida e tecnologias



### IV Fórum do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego

POLÍTICAS PÚBLICAS E GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

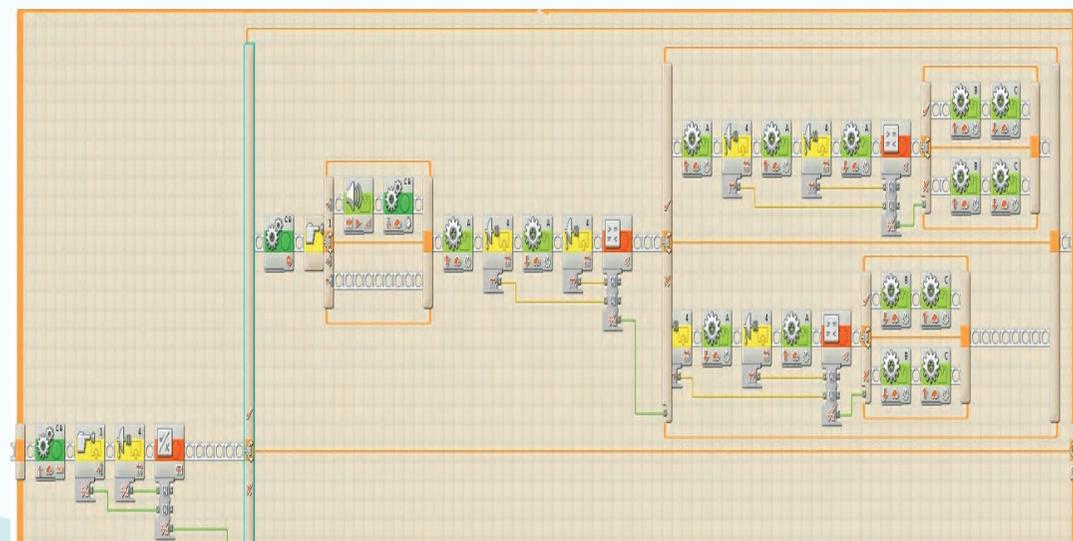
22 a 25 de outubro de 2012  
Armação dos Búzios, RJ

RESUMOS

Enfim, a cabeça do sensor ultrassônico gira mais cento e oitenta graus, para retornar à posição frontal e realizar a última comparação, entre a maior das distâncias laterais e a traseira, para que o robô prossiga a movimentação na direção que apresentar a maior distância, conforme ilustrado no trecho de programa do veículo coletor (figura 2).

Dentro do laço externo infinito se encontra o primeiro bloco Move BC, que proporciona movimentação retilínea ilimitada. Em seguida dois blocos associados aos sensores ultrassônicos e de toque alimentam o bloco lógico OU, cuja saída é direcionada à primeira instrução switch, configurada para executar os blocos em seu interior, caso a saída do bloco OU seja verdadeira. Isto significa que se a distância entre o robô e um obstáculo for menor que trinta centímetros ou se houver colisão no pára-choque, o segundo bloco Move BC parará o protótipo.

Figura 2: Trecho de Programa do Veículo Coletor



### III Seminário Regional Sobre Gestão de Recursos Hídricos água, vida e tecnologias



### IV Fórum do Observatório Ambiental

Alberto Ribeiro Lamego

POLÍTICAS PÚBLICAS E GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

22 a 25 de outubro de 2012

Armação dos Búzios, RJ

**RESUMOS**

O segundo switch interior verificará se houve colisão com o para-choque, através do sensor de toque. Caso a hipótese seja verdadeira, o terceiro bloco Move BC recuará o robô por 1 segundo. O próximo bloco a ser executado é o Motor A, configurado para girar noventa graus a cabeça para o lado esquerdo. Um bloco ultrassônico verificará a distância entre o robô e um possível obstáculo, enviando o valor medido à segunda entrada do bloco menor ou igual. Outro bloco Motor A será executado, girando cento e oitenta graus a cabeça para o lado direito. Outro bloco ultrassônico verificará a distância entre o robô e um possível obstáculo, enviando o valor medido à primeira entrada do bloco menor ou igual. Se a primeira entrada for menor que a segunda, significa que a distância esquerda é maior que a direita.

Esse resultado lógico verdadeiro é enviado à entrada da última instrução switch, que executará sua linha superior, girando o protótipo para o lado esquerdo, através de dois blocos motores B e C, movimentando-se por rotações em sentidos opostos.

Se a primeira entrada for maior que a segunda, significa que a distância direita é maior que a esquerda. Este resultado lógico falso é enviado à entrada da última instrução switch, que executará sua linha inferior, girando o protótipo para o lado direito, através de dois blocos motores B e C, movimentando-se por rotações em sentidos opostos. A última instrução do código é o bloco move BC, que possibilita ao robô prosseguir sua movimentação retilínea, até que seja detectado novo obstáculo na nova direção escolhida.



### III Seminário Regional Sobre Gestão de Recursos Hídricos água, vida e tecnologias



### IV Fórum do Observatório Ambiental

Alberto Ribeiro Lamago

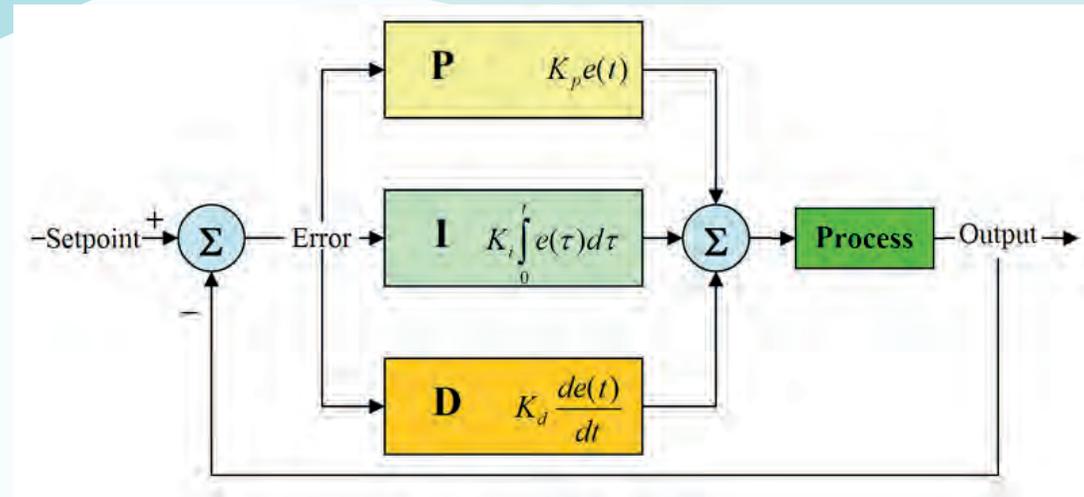
POLÍTICAS PÚBLICAS E GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

22 a 25 de outubro de 2012

Armação dos Búzios, RJ

#### RESUMOS

Figura 3: Controlador Proporcional Integral Derivativo (PID)



Resta determinar os procedimentos necessários ao ajuste da suspensão veicular do protótipo coletor, que é assegurado por trecho de código baseado nos princípios do controlador Proporcional, Integral e Derivativo (PID - cuja modelagem matemática é apresentada na figura 3). O controlador PID efetua uma medida inicial do valor a ser corrigido, para ajustar automaticamente os desvios da saída em relação ao valor inicialmente lido. Para ajustar automaticamente a suspensão veicular, o programa lê o valor da luminosidade do sensor de cores situado na parte inferior do robô, próximo ao solo.

O protótipo usa o sensor de cor, configurado no modo de luminosidade, para detectar o ângulo de inclinação do robô através da medição da luz refletida no solo. O programa de controle da suspensão do veículo (figura 4) deve fazer uma leitura inicial do sensor de cor, no modo de sensor de luz, para determinar a quantidade de luz



### III Seminário Regional Sobre Gestão de Recursos Hídricos água, vida e tecnologias



### IV Fórum do Observatório Ambiental

Alberto Ribeiro Lamego

POLÍTICAS PÚBLICAS E GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

22 a 25 de outubro de 2012

Armação dos Búzios, RJ

**RESUMOS**

refletida da superfície, quando o veículo estiver reto em relação ao chão. Portanto, o protótipo deve iniciar se movimentando num local razoavelmente plano.

Essa leitura inicial do sensor será armazenada numa variável específica, denominada mid, como se fosse um set point. O principal laço do programa de ajuste da suspensão implantará o controlador PID, cuja fórmula é:  $Power = K_i * Integral + K_d * Derivada + K_p * Error$ , onde Integral e Derivada são variáveis e  $K_i$ ,  $K_p$  e  $K_d$  são as constantes integral, proporcional e derivativa, respectivamente. Esta fórmula determinará a potência necessária para girar os motores das suspensões (B e C), bem como a direção adequada de rotação.

Determinou-se empiricamente que a faixa de valores situados entre -1000 e +1000 é a mais adequada à resposta em potência calculada pelo PID e que as constantes  $K_i$ ,  $K_p$  e  $K_d$  devem ser inicializadas com os valores 25, 1 e 10, respectivamente.

O erro do controlador será obtido subtraindo-se a luz refletida da variável mid. A variável integral será incrementada do erro a cada loop realizado. A variável derivada será o erro subtraído dela mesma, em cada laço efetuado. Criar dois blocos de multiplicar, para que eles realizem o produto entre a integral e  $K_i$  e entre a derivada e  $K_d$ . Essas duas multiplicações serão posteriormente somadas. Resta multiplicar  $K_p$  pelo erro e somar esta parcela a  $K_i * integral + K_d * derivada$ , obtendo o valor da saída Power, que é ligada à entrada power dos blocos motores. Ao final do laço a derivada recebe o valor do erro calculado.



### III Seminário Regional Sobre Gestão de Recursos Hídricos água, vida e tecnologias



### IV Fórum do Observatório Ambiental

Alberto Ribeiro Lamego

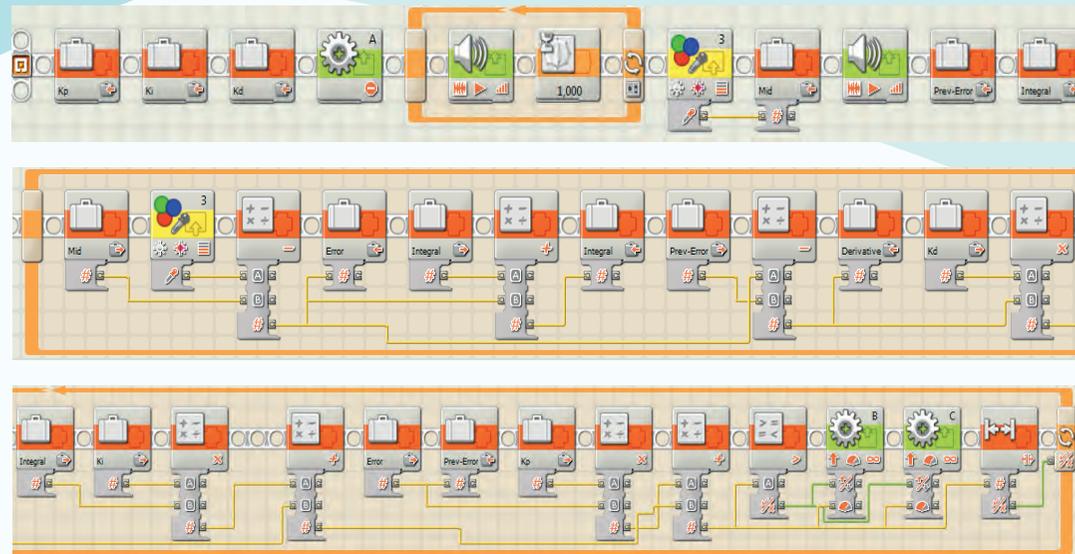
POLÍTICAS PÚBLICAS E GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

22 a 25 de outubro de 2012

Armação dos Búzios, RJ

RESUMOS

Figura 4: Programa de controle da suspensão veicular



A saída Power é comparada com o valor zero através do bloco greater than ( $>0$ ), para calcular a direção de giro. O resultado desta comparação está conectado à entrada direction, pertinente aos blocos motores. Um valor negativo resultará na variável lógica false, que fará os motores girarem para trás, abaixando a suspensão. Um valor positivo retornará o valor true, proporcionando rotação horária aos motores B e C, o que elevará a suspensão. A duração dos blocos motores será configurada como ilimitada. O bloco range verificará se o valor calculado de power está fora dos limites definidos pelos valores situados entre  $-1000$  e  $1000$ . Caso isto seja verdadeiro, houve perda de controle do ajuste da suspensão e o programa será encerrado devido à queda do protótipo. Senão, o laço principal da figura 3 retorna ao início, refazendo os cálculos para balancear a suspensão do robô.



### III Seminário Regional Sobre Gestão de Recursos Hídricos água, vida e tecnologias



### IV Fórum do Observatório Ambiental

Alberto Ribeiro Lamego

POLÍTICAS PÚBLICAS E GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

22 a 25 de outubro de 2012

Armação dos Búzios, RJ

#### RESUMOS

#### CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

O crescimento demográfico brasileiro não veio acompanhado de investimentos necessários em infraestrutura. A rede de esgotos é precária e essa falta de condições sanitárias resulta em lançamento de dejetos in natura em rios, lagoas e praias, deteriorando a qualidade das águas e aumentando o risco de disseminação de doenças, seja pela ingestão do líquido ou através da prática esportiva.

O incremento na quantidade de pessoas resulta em redução da cobertura vegetal, e a escassez de área verde amplia a vulnerabilidade a enchentes, além de reduzir a qualidade do ar. Mais, população elevada requer aterros sanitários, para tratamento adequado do lixo produzido, a fim de evitar contaminação de lençóis freáticos.

A elaboração de modelos robóticos voltados à coleta de amostras de água, ar e solos em locais inóspitos, visando o monitoramento ambiental, é uma importante ferramenta na conservação dos recursos naturais, auxiliando na manutenção de águas potáveis, ar puro e solos limpos. As amostras coletadas servirão para análise laboratorial posterior, que podem calcular modelos de índice de qualidade da água e do ar, além de avaliar também os índices de risco de incêndio e de desabamento de encostas.

Depreende-se, portanto, que projetos orientados à gestão ambiental, como o trabalho aqui apresentado, proporcionam boa qualidade de vida a toda uma região, fundamentando suas relações socioeconômicas no paradigma de desenvolvimento sustentável, cujo objetivo é garantir um meio ambiente saudável.

Em locais inóspitos, cujo acesso humano seja penoso ou impraticável, torna-se indispensável a implantação de sistemas autônomos de coleta de dados, como os veículos robóticos propostos neste projeto, para que os protótipos consigam chegar em locais de difícil acesso, desvencilhando-se de obstáculos e procedendo à aquisição de amostras de água, solo e ar.

Observando as necessidades comuns dos veículos dotados de deslocamento



## III Seminário Regional Sobre Gestão de Recursos Hídricos água, vida e tecnologias



## IV Fórum do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego

POLÍTICAS PÚBLICAS E GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

22 a 25 de outubro de 2012

Armação dos Búzios, RJ

### RESUMOS

e posicionamento automático, verifica-se que a utilização do modelo robótico apresentado neste trabalho pode beneficiar pesquisas, evitando repetição do desenvolvimento de configurações físicas e programas, ao utilizar o padrão aqui sugerido, além de dar espaço à criação de um trabalho cooperativo.

A possibilidade de contribuir para uma qualidade de vida melhor, apresentando idéias para que a sociedade adote o paradigma do desenvolvimento econômico sustentado, integrado à preservação dos recursos naturais, foi o principal motivo para a escolha deste projeto.

Pretende-se, como sugestão de trabalhos futuros, desenvolver veículos orientados por micro controladores, para comparar resultados obtidos na coleta automática de amostras de dados ambientais com protótipos desenvolvidos na plataforma Lego.

### REFERÊNCIAS

[1] ONGLEY, E.D. Matching water quality programs to management needs in developing countries: the challenge of program modernization. *Science Direct – European Water Pollution Control*, vol. 7, issue 4, pages 43-48, Set. 2006.

[2] FEDRA, K.; Model-based Decision Support for Integrated Urban Air Quality Management. *Advances in Environmental Science. Science Reviews*. Northwood, UK. pp. 189-220, 2004. Disponível em: <<http://www.ess.co.at/docs/papers/fedra99.html>> Acesso em: 09 jan. 2006.

[3] SANTOS, I. dos; BRAGA, Sérgio M.; FERNANDES, C. V. S. Monitoramento Automático de Qualidade da Água – Uma visão crítica para a Bacia do Rio Barigui. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 15, 2003, Curitiba. Disponível em: <[http://www.lactec.org.br/publicacoes/2003/063\\_2003.pdf](http://www.lactec.org.br/publicacoes/2003/063_2003.pdf)> Acesso em: 15 set. 2009.

[4] ROQUE, L. A. O. L. *Uma Arquitetura de Monitoramento Ambiental*. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Computação. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Dezembro de 2006.

[5] Craig, J. J.; *Introduction to Robotics*. Third Edition. Ed. Pearson, 2010. New Jersey – EUA.

[6] Hempel, R.; Ferrari, G.; Carlson, D.; Clague, K.; *LEGO Mindstorms Masterpieces: Building Advanced Robots*. Ed. Syngress, 2009.



## III Seminário Regional Sobre Gestão de Recursos Hídricos água, vida e tecnologias



### IV Fórum do Observatório Ambiental

Alberto Ribeiro Lamego

POLÍTICAS PÚBLICAS E GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

22 a 25 de outubro de 2012

Armação dos Búzios, RJ

**RESUMOS**

[7] Kelly, J. F.; *LEGO MINDSTORMS NXT 2.0: The King's Treasure*. Ed. Technology in Action, 2009.

[8] Aguirre, L. A.; *Enciclopédia de Automática*. 1ª edição. 2007. Vols. 1, 2 e 3. Ed. Blucher. São Paulo – S. P.

[9] Rosário, J. M.; *Princípios de Mecatrônica*. 1ª Edição. Ed. Person, 2009. São Paulo – S. P.

