



## Robótica e Biomimética: tecnologia e sustentabilidade

### *Robotic and biomimetic: technology and sustainability*

**Ney Robinson Salvi dos Reis, Doutor em Engenharia Civil, Mestre em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia, Universidade Federal Fluminense (UFF)**  
[salvireis@gmail.com](mailto:salvireis@gmail.com)

**Lucia Helena Ramos de Souza, Mestre em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)**  
[lucia@estudiopv.com](mailto:lucia@estudiopv.com)

#### SESSÃO TEMÁTICA ESPECIAL – FÓRUM BIÔNICA & BIOMIMÉTICA

##### Resumo

A robótica e a biomimética, campos da ciência e das técnicas, se interdisciplinam na possibilidade de um desenvolvimento tecnológico para a sustentabilidade. E inspirados na natureza, por imitação ou sugestão, estudando seus princípios, observando seus modelos e processos, problemas são solucionados, invenções são desenvolvidas, e um novo olhar é lançado sobre o estabelecido. E para pedir emprestado da natureza sua solução, há os mecanismos, as programações - para gerar materialidade sobre o já observado. Dois robôs e um dispositivo robótico para calçamento de dutos submarinos foram desenvolvidos a partir de observações da natureza e do desenvolvimento mecânico de suas soluções. Os robôs GIRINO e Chico Mendes e o calço tipo came – foram criados e desenvolvidos para atender demandas ambientais. A natureza emprestando e recebendo de volta, pela ciência e pela técnica, o devido cuidado.

**Palavras-chave:** Robótica ambiental; Robôs bioinspirados; Inovação e conhecimento da natureza; Tecnologia e sustentabilidade

##### Abstract

*Robotic and biomimetic: science and technical fields are increasingly interdisciplinarity. Inspired by nature, such as imitation or suggestion, many inventions are conceived, developed and materialized. There is a lot of knowledge through observation, studies on principles, models and process from nature approach. Followed by the proper connections to the research subject, or problems to face, seems to be adequate to borrow from nature some of those tips -already developed and tested-, as a kind of short cut to help us materialize solutions and solve problems. In this paper, design and mechanical development of three robots developed from nature observations are described. The robots G.I.R.I.N.O. and Chico Mendes and Pipe support device – designed and developed to meet*

*environmental demands – are examples that science and technology can share -receive and give - good practices to environment when we have a proper care dialog with nature.*

**Keywords:** Environmental Robots; Bioinspired Robots; Innovation and Nature knowledge; Technology and Sustainability

### 1. Robótica

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 (microprocessadores), tornando 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 a conceitos como: índices de produtividade e redução de custos. Por outro lado, a implantação de linhas de produção automatizadas tendo os robôs industriais como peças-chave por muitas fábricas/indústrias traz também questões relevantes sobre desumanização da produção com a consequente redução de vagas no mercado de trabalho devido à substituição de mão-de-obra humana por máquinas.

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 para os robôs fica por conta da realização de tarefas em locais inóspitos ou impróprios a presença do ser humano. Locais mal iluminados, ruidosos, alagados, poluídos ou contaminados quimicamente, ambientes radioativos, hiper ou hipobáricos; todos são candidatos a um planejamento especial contando com tais sistemas. Como os robôs especialistas que podem atuar desde uma missão em Marte ou para inspeção e desobstrução de galerias de esgoto. E ainda, o tratamento de lixo tóxico, exploração subaquática 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 e idosas.

O termo robô foi utilizado possivelmente pela primeira vez em 1921 na peça de nome: *RUR – “Rossum's Universal Robots”* do dramaturgo Karel Čapek (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 humanoíde obediente com o intuito de realizar todo o trabalho físico para o homem. Ironicamente, em cena os autômatos eram representados por seres humanos. (PATA, 2006).

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

O conceito de robô não é moderno e está presente há muito tempo na história, quando os mitos faziam referência a mecanismos que ganhavam vida. Na civilização grega, 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 sistemas básicos de bombas pneumáticas e hidráulicas.

Cientistas árabes acrescentaram um novo conceito à ideia tradicional de robôs e concentraram suas pesquisas no objetivo de atribuir funções a esses que fossem ao encontro das necessidades humanas. A fusão da ideia de robôs e a sua possível utilização prática pela sociedade marcaram o início de uma nova era.

Leonardo Da Vinci propôs e desenvolveu uma extensiva investigação no domínio da anatomia humana que permitiu o alargamento de conhecimentos para a criação de articulações mecânicas. Influenciado pela obra do arquiteto e engenheiro romano Marcos Vitruvius Polião (século I a.C.), Leonardo debruçou-se sobre o que foi chamado o Homem Vitruviano - um dos seus trabalhos mais famosos, tomado como símbolo do espírito renascentista. 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. 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. E ainda em sua homenagem encontramos atualmente o Robô Da Vinci destinado a diagnosticar e até operar - controlado por um médico ou um grupo de especialistas à distância do local onde se encontra o paciente. (MENZEL, 2000).

O desenvolvimento inicial dos robôs baseou-se no esforço de automatizar as operações industriais. Principalmente 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 consequente desenvolvimento das linguagens de programação e dos sucessivos aperfeiçoamentos das partes/periféricos. O primeiro robô industrial foi o Unimates, 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. (PATA, 2006).

Tanto interesse pela nova tecnologia incluiu a literatura, que se adiantou no debate homem - máquina. No livro de ficção científica *Eu, Robô*, de Isaac Asimov (1972), são apresentadas 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 a 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.

Na primeira metade do século passado, quando a obra foi escrita por Asimov, 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 consequências nefastas de tal comportamento, estamos num outro momento. Por isso, uma licença poética: a proposta de atualização da primeira lei, para que passe a ser assim formulada:

1ª lei: Um robô não pode fazer mal a um ser humano, tão pouco ao ambiente em que irá atuar, e nem, por inação, permitir que algum mal lhes aconteça. (REIS, 2010).

A Robótica tem um grande potencial como ferramenta multi e transdisciplinar, religando as fronteiras anteriormente estabelecidas entre várias disciplinas. Porém, alguns associam robôs a brinquedos imitando seres humanos, com nariz e olhos piscando e emitindo voz estranha. Outros, talvez por causa dos filmes recheados de efeitos especiais os consideram como algo futurista e alienígena, sem sentimentos e ligados à destruição. Na maioria das vezes, a indústria também contribuiu 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.

Mesmo com os avanços científicos e tecnológicos ainda cabe a questão: O que vem a ser a robótica, e como utilizar seu domínio de conhecimento? Existem inúmeras filosofias de trabalho que 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.

Na busca do atendimento aos princípios norteadores qual seja a junção da robótica com a biomimética para propor algo que lide com tais cenários de modo mais eficiente e sustentável verifica-se uma convergência com a Associação de Automação e Robótica Australiana (ARAA) que diz não existir definição padrão para robô. Mas sugere 3 (três) características essenciais para um robô: 1. Possuir alguma forma de mobilidade; 2. Ser programável para realizar tarefas diversas; 3. Operar automaticamente após ser programado. No entanto, por questões de segurança e confiabilidade, será acrescentada aqui outra característica fundamental: 4. Ser tele-operado.

## 2. Biomimética: a natureza como inspiração

"Estudar, utilizar, imitar e adaptar aspectos da natureza tem sido um processo que sempre há guiado a humanidade na busca de informações e conhecimentos." (ARRUDA, 2019).

De acordo com o verbete da Wikipedia, Biomimética é 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 é uma combinação das palavras gregas *bíos*, que significa vida e *mímesis* que significa imitação. Desse modo, a biomimética é a imitação da vida.

A natureza como modelo, como medida, como mentora. A biomimética estuda os modelos da natureza e imita-os ou inspira-se neles ou em seus processos. A biomimética usa um padrão ecológico para ajuizar a correção das nossas inovações. Afinal, com 3,8 bilhões de anos de evolução, a natureza aprendeu: o que funciona, o que é apropriado e o que dura. A biomimética é uma nova forma de ver e valorizar a natureza, porque inaugura uma forma de estar no mundo, baseada não no que podemos extrair da natureza, mas no que podemos aprender com ela. Uma revolução biomimética (BENYUS, 1997).

“Quando nos aprofundamos assim nas estruturas da natureza, ofegamos, assombrados, e, positivamente, nossas ilusões se desfazem. Percebemos que todas as nossas invenções já existem na natureza sob uma forma mais elegante e a um preço bem menor para o planeta.” (BENYUS, 1997)

Em seu livro Biomimética, Benyus (1997) resume e chama de genialidade *in vivo*: a natureza é movida a energia solar, usa apenas a energia que precisa, adapta a forma à função, recicla tudo, recompensa a cooperação, confia na diversidade, e exige especialização geograficamente localizada, inibe excessos, explora o poder dos próprios limites.

E enquanto os humanos olham para os limites como desafio universal a ser superado para contínua expansão, outros habitantes do planeta levam seus limites mais a sério - como variações térmicas, produção x capacidade produtiva da terra, equilíbrio energético - e sem abusos inseguros.

“A vida exibe suas cores e pujança, usando os próprios limites como fonte de poder, um mecanismo de centralização de forças. Como a natureza exibe seu encanto em um espaço tão pequeno, suas criações são como poemas que transmitem apenas aquilo que tensionam dizer.” (BEYNUS, 1997)

E sendo poemas, talvez sejam mensagens cujo conteúdo inspire mais para uma mudança de sentimentos, uma humildade atenta às lições da natureza, do que para uma transformação tecnológica, num futuro de criações biomiméticas. (BEYNUS, 1997). A Revolução Biomimética não precisa e não deve ser como a Revolução Industrial.

“Crescimento exponencial da poluição do ar nas grandes cidades, da água potável e do meio ambiente em geral; aquecimento do planeta, começo da fusão das geleiras polares, multiplicação das catástrofes ‘naturais’; início da destruição da camada de ozônio; destruição, numa velocidade cada vez maior, das florestas tropicais e rápida redução da biodiversidade pela extinção de milhares de espécies; esgotamento dos solos, desertificação; acumulação de resíduos, notadamente nucleares, impossíveis de controlar; multiplicação dos acidentes nucleares e ameaça de um novo Chernobyl; poluição alimentar, manipulações genéticas, ‘vaca louca’, gado com hormônios. Todos os faróis estão no vermelho: é evidente que a corrida louca atrás do lucro, a lógica produtivista e mercantil da civilização capitalista/industrial nos leva a um desastre ecológico de proporções incalculáveis.” (LÖWY, 2013)

### 3. Sustentabilidade: ser e estar no mundo

“A percepção urgente de que a Terra é uma só e a natureza, o meio-ambiente e todos os ecossistemas que a constituem não seguem a mesma lógica fragmentada das questões humanas de política, fronteiras geográficas entre países, disputas por recursos e riquezas, etc. As ações predatórias e nocivas que acontecem em um ponto do globo terrestre afetam toda a Humanidade, da mesma forma que as ações benéficas.” (ARRUDA, 2018)

Frente a crise climática, mesmo que incrivelmente ainda negada por alguns, há décadas fala-se em Sustentabilidade. Não serão apresentadas no artigo presente todas as definições em debate, mas apenas uma que se mostrou suficiente como contribuição a um debate mais amplo. Apresentada no livro Sustentabilidade o que é e o que não é, do filósofo e professor Leonardo Boff (2012):

Sustentabilidade é o conjunto dos processos e ações que se destinam a manter a vitalidade e a integridade da Mãe Terra, a preservação de seus ecossistemas com todos os elementos físicos, químicos e ecológicos que possibilitam a existência e a reprodução da vida, o atendimento das necessidades da presente e das futuras gerações e a continuidade, a expansão e a realização das potencialidades da civilização humana em suas várias expressões (BOFF, 2012).

O autor complementa informando que a Sustentabilidade representa, portanto, “os procedimentos que tomamos para permitir que a Terra e seus biomas se mantenham vivos, protegidos, alimentados de nutrientes a ponto de estarem sempre bem conservados e à altura dos riscos que possam advir.” (BOFF, 2012).

Importante também pontuar que a ciência da sustentabilidade é, para tanto, multidisciplinar, interdisciplinar, transdisciplinar e complexa - como um tapete tecido a partir de vários fios de diferentes cores, materiais e espessuras, onde a soma dos conhecimentos sobre cada fio não será suficiente para conhecer o tecido - como ilustra o filósofo Edgar Morin (2011).

Com mais de 400 anos de História, o conceito de Sustentabilidade nasceu e se elaborou a partir da silvicultura - o manejo das florestas. Em todo mundo antigo até a idade moderna a madeira era a matéria prima para construção de casas, móveis, navios, fundição, combustível e aquecimento. As florestas foram desaparecendo, cada vez mais escassas. Em 1560, na Saxônia, pela 1ª vez, a preocupação com o uso racional das florestas, sua regeneração e manutenção. Surgiu a palavra *Nachhaltigkeit*, Sustentabilidade. Em 1713, o conceito estratégico aparece, em livro escrito em latim pelo Capitão Hans Carl Von Carlowitz, *Silvicultura oeconomica*. “Devemos tratar a madeira com cuidado” era o lema. Desde então a preocupação não cessou, nem o avanço dos mercados. (BOFF, 2012)

Em 1970, no Clube de Roma, apresentou seu relatório “Os limites do crescimento” com o alerta. Mas o alarme veio em 1972, em Estocolmo, na 1ª Conferência Mundial sobre o Homem e o Meio Ambiente, com a criação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). Em 1984, outra conferência deu origem à Comissão Mundial sobre



Meio Ambiente e Desenvolvimento. "Nosso futuro comum" foi o título do relatório, e nele aparece a expressão "desenvolvimento sustentável", que será definido como "aquele que atende às necessidades das gerações atuais sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atenderem às suas necessidades e aspirações". (BOFF, 2012)

Em 1992, aconteceu a Cúpula da Terra, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, no Rio de Janeiro. Produzindo documentos importantes como a Agenda 21 e a Carta do Rio de Janeiro. Desenvolvimento Sustentável foi o eixo de todas as discussões e permeia todos os documentos. Em 1997, aconteceu o encontro Rio+5, também no Rio de Janeiro. Constatou-se que pouco havia sido feito dos compromissos assinados nos documentos anteriores. A contradição existente entre a lógica do desenvolvimento capitalista e a dinâmica do meio ambiente era óbvia. Lucro às custas da natureza, grandes desigualdades sociais e injustiças X equilíbrio, interdependência e reciclagem (sem lixo). Ou seja, a proposta industrialista/capitalista/consumista é antropocêntrica e contraditória. Enquanto a sustentabilidade, vinda da biologia e da ecologia, é circular e incluyente. (BOFF, 2012)

Em 2002, aconteceu nova Cúpula da Terra sobre sustentabilidade e desenvolvimento, em Joanesburgo, onde a disputa dos interesses econômicos corporativos foi feroz, principalmente pelas grandes potências, que boicotaram a discussão sobre energias alternativas. A sustentabilidade deixou de ser a preocupação central. "Hoje o conceito (de sustentabilidade) é tão usado e abusado que se transformou num modismo, sem que seu conteúdo seja esclarecido ou criticamente definido" (BOFF, 2012).

Em 2012, outra Cúpula da Terra, promovida pela ONU, a Rio+20, sob o binômio "desenvolvimento e sustentabilidade". Num cenário de mudanças climáticas pelo aquecimento global, pela diminuição dos bens e serviços, agravada pela crise econômico-financeira iniciada em 2007 nos países capitalistas centrais e que se aprofundou ainda mais em 2011. Os temas: "sustentabilidade", "economia verde" e "governança global do ambiente". (BOFF, 2012). Esse encontro, porém, não gerou nenhum documento final, por [incrível] falta de consenso entre os 193 representantes. Nenhuma meta concreta foi proposta. Exceto pelas COPs - Conferência das partes sobre mudança climática, com encontros mais frequentes e que resultaram no protocolo de Kyoto e Encontro de Paris sobre emissão de gases e redução da temperatura -, nenhum outro grande encontro mundial aconteceu desde então.

#### 4. Biomimética e Robótica Ambiental

Um dos exemplos práticos do encontro da Biomimética com a Robótica, foi o caminho trilhado na invenção do robô ambiental híbrido Chico Mendes. Alguns insetos conseguem caminhar sobre a superfície da água, que se comporta como uma película tensa e elástica, apenas deformada nos pontos onde se apoiam as patas do inseto (Figura 1). Essa propriedade dos líquidos, chamada Tensão Superficial, é devida às forças de atração que as moléculas internas do líquido 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.

No início da pesquisa, pela falta de referências, trabalhou-se com um grau bastante alto de empirismo, porém com a certeza de que seria possível estabelecer cooperação entre assuntos relativos à robótica e a biologia como complementares a fim de conseguir os resultados esperados. Destacadas algumas das espécies, a busca seria por 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 mecânica.

Mesmo encontrada uma boa arquitetura sua replicação para um dispositivo mecânico de locomoção não seria 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. 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 vivo para desenvolver um sucedâneo análogo mecânico.

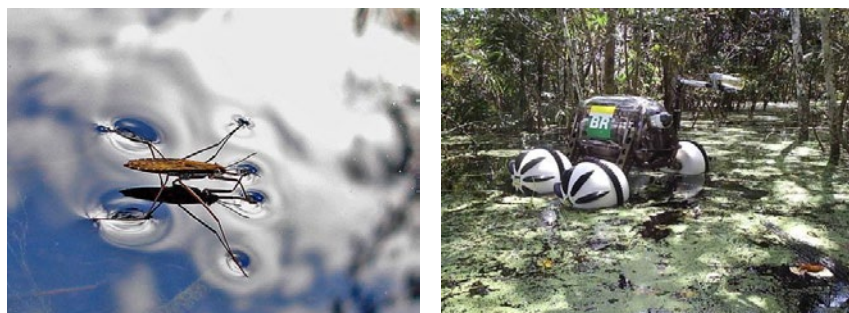
Para absorver e materializar mecânica e funcionalmente tal conceito é necessário que se lance mão de outros conhecimentos e soluções que a robótica ou mecatrônica podem ajudar, além de soluções e mecanismos clássicos de comprovada eficiência. Muitas vezes, por conta de características construtivas e funcionais (tamanhos, forças, ângulos e deslocamentos envolvidos) e das tecnologias e equipamentos disponíveis, esta replicação se faz impossível.

##### 4.1 O robô ambiental híbrido Chico Mendes

O robô Chico Mendes é um novo conceito de veículo híbrido, tele-operado, desenvolvido prioritariamente para atender as demandas de pesquisa e monitoramento socioambientais na Amazônia, também pode ser considerado como uma alternativa de locomoção para a região amazônica ou mesmo outras áreas alagadas e alagáveis (REIS, 2006). Versátil, pouco invasivo, reconhece e se adapta aos diferentes tipos de cenários e obstáculos ao longo de seus trajetos e missões – características fundamentais para mobilidade e acessibilidade na região. Seus propulsores foram inspirados em alguns insetos "patinadores" (Figura 1), que em conjunto com os braços de sua suspensão adaptam geometria e arquitetura para vencer os mais diferentes tipos de solo (REIS, 2018). O robô (Figura 2) interage e se locomove sobre diferentes composições de substratos - água, gramínea flutuante, macrófitas, galhos e troncos de árvores, lixo sobrenadante, areia, lama, pedras e regiões de solo compactado (REIS, 2006 A). E independente das condições de sazonalidades, isto é, variações marcantes no nível das águas provocadas pelos períodos de cheia, vazante, seca e enchente.

Sua criação e desenvolvimento foram provocados pela dificuldade de acesso às margens dos rios e igarapés na região amazônica, nas áreas de várzeas alagadas, nas épocas sazonais da região, enfrentadas pelas equipes de pesquisadores socioambientais do projeto Cognitus/Piatam/Petrobras. (REIS, 2010).

[O robô ambiental híbrido] é a robótica evolucionária que está em curso [...], constituindo-se numa nova cultura baseada nas tecnologias da interface homem-máquina que irão monitorar em tempo real os ecossistemas complexos [como o sistema amazônico]. (CARRIL, 2007).



Figuras 1 e 2: inspiração e invenção: inseto pousado sobre a água e o robô ambiental híbrido Chico Mendes. Fonte: <https://www.iguiecologia.com/animais-que-andam-sobre-as-aguas> e próprios autores.

#### 4.2. O robô G.I.R.I.N.O.

O robô G.I.R.I.N.O. (Gabarito Interno Robotizado de Incidência Normal ao Oleoduto) é um robô desenvolvido pelo Laboratório de Robótica da área de Tecnologia Submarina do Centro de Pesquisa da Petrobrás, que visa procurar vias menos arriscadas e de maior eficácia no processo de inspeção interna de dutos, cujos movimentos de deslocamento são gerados por energia hidráulica. (PANTA, 2005).

Capaz de caminhar pelo interior de dutos sem auxílio de diferencial de pressão (fluxo interno de fluidos), usando meios de propulsão próprios, o robô GIRINO atua de modo tele-operado. Criado e desenvolvido para atuar em intervenções para reparo e tratamento de malha de dutos, prioritariamente para aplicação na indústria de petróleo e gás, pode ser utilizado em outras aplicações de mesma natureza em dutos de outras malhas e sistemas de distribuição. A motivação partiu de um caso crítico de entupimento em um oleoduto ocorrido na bacia de Campos, em 1997. A inspiração para superar os limites operacionais existentes veio da natureza, a partir da observação de girinos (Figuras 3 e 4) – ou melhor, na facilidade com que se deslocavam nas poças de água. (REIS, 2009). Para entender melhor os movimentos dos anuros:

“À medida que vão crescendo, os anuros adotam diferentes meios de locomoção. Antes de desenvolver os quatro membros definitivos da etapa adulta, a larva vive em áreas com água parada, como lagos e charcos, ou em água corrente, como riachos. Nestes meios os girinos usam uma cauda para tomar impulso dentro da água. Na passagem da vida aquática à vida terrestre, o crescimento das extremidades dá um movimento peculiar a estes animais. Primeiro, seu corpo alongado se estende na direção de translação, se apoiando nas patas traseiras. Nesta posição os membros anteriores se fixam na superfície, enquanto os posteriores ficam livres. A seguir o organismo se retrai assumindo o aspecto inicial, porém em uma posição diferente. Esta simples sucessão de movimentos apontou o nascimento de uma tecnologia em pleno desenvolvimento: o Gabarito Interno Robótico de Incidência Normal ao Oleoduto - GIRINO. (PANTA, 2005).



Figuras 3 e 4: inspiração e invenção: um girino em estágio de desenvolvimento com patas e o robô G.I.R.I.N.O. Fonte: <https://br.depositphotos.com> e próprios autores.

#### 4.3 Dispositivo para calçamento de dutos submarinos

O dispositivo para calçamento de dutos submarinos, que também pode ser chamado de excêntrico ou calço tipo came, tem como objetivo auxiliar as atividades relacionadas à integridade estrutural de equipamentos em geral, e em particular, dutos e tubulações de grande porte em condições instáveis. Há um crescimento da malha de dutos no país, e os dutos como modal de transporte não raro apresentam problemas com apoio inadequado em solos variáveis por diversos motivos, o que causa, além de falhas na operação, sérios danos ambientais. Pode ser utilizado tanto em situação submarina quanto terrestre. O sistema é um conjunto de excêntricos que são portados e acoplados no duto em ponto de interesse por meio de ação humana ou de modo tele operado. Fixados ao duto, giram em torno da superfície cilíndrica externa do duto até que atinja contato com o solo. Esse inovador de calçamento se diferencia dos existentes/tradicionais -que partem do solo para cima- pois, tomando o duto como referencial principal (e não secundário), usa os vários raios da superfície envoltória do excêntrico, em busca do apoio e sustentação necessários no solo. (REIS, 2013).

A inspiração para a criação e o desenvolvimento do Calço tipo came veio do caracol. E da observação à adaptação ao crescimento desses náutilos em suas conchas. Ao perceber que precisa de mais espaço, aumenta progressiva e continuamente a sua casa segundo a arquitetura e método construtivo natural. (ARRUDA, 2019). O perfil espiralado do Calço tipo came também possibilita rearranjo físico dos comes para atender ao vão entre o solo e o duto. O projeto, portanto, é bioinspirado, tanto pela estética das espirais que existem na natureza, mas também pela eficiência na adaptação dessa forma em diferentes condições de solos (Figura 5).



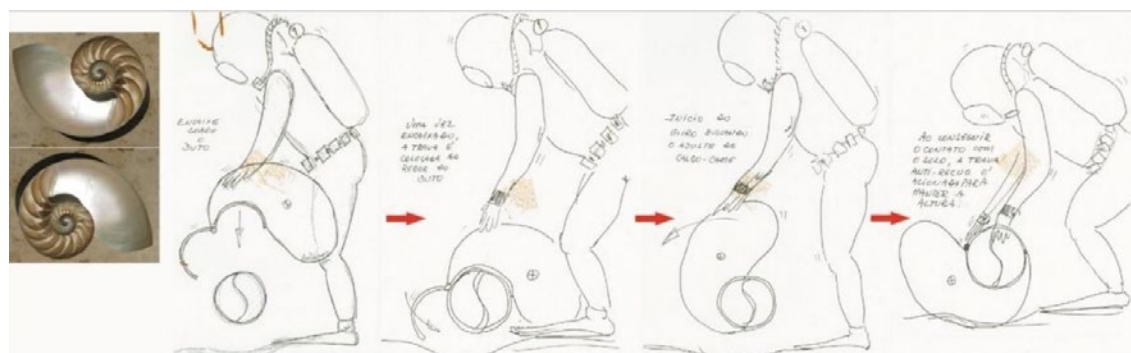


Figura 5: inspiração e invenção: à esquerda da imagem, o caracol - referência natural. A seguir, representação do esquema sequencial da acoplagem do artefato por mergulhador. Fonte: ARRUDA (2019) e elaborado pelo autor REIS, NRS.

## 5. Conclusão ou Considerações Finais

No mundo moderno, sempre que a sociedade se defronta com situações em que 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 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 tem sido desenvolvidas para situações em ambientes estruturados cujas características principais são: presença de poucos ou quase nenhum desníveis ou acidentes topográficos, disponibilidade de sensores (ou rede deles) estrategicamente instalados, guias/marcações preestabelecidas, referências firmes e limites facilmente identificados, etc.

Tais 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 que já deram certo é um enorme passo. O desafio fica por conta da transposição de tais dotes para um artefato industrial como no desenvolvimento de um robô.

Com a massiva miniaturização dos componentes mecânicos, elétricos, eletrônicos, de controle e supervisão, sistemas de visão e transmissão de dados, pode-se acreditar que a utilização da robótica como parte de solução pode ampliar significativamente a busca de soluções a serem desenvolvidas. Pode ainda promover a integração entre diferentes áreas do conhecimento na busca de soluções para problemáticas e onde profissionais de outras disciplinas possam interagir de modo complementar, para benefício de todos.

## Referências

ARRUDA, Amilton; LAILA, Theska; ROBERTO, Antonio; LIBRELOTTO, Lisiane; FERROLI, Paulo. Organizadores. **Tópicos em design: Biomimética, sustentabilidade e novos materiais**. Curitiba, PR : Insight, 2019.

ARRUDA, Amilton J. V.; FERROLI, Paulo C. M.; LIBRELOTTO, Lisiane I. Organizadores. **Design, artefatos e sistema sustentável**. Série [designCONTEXTO] - ensaios sobre design, cultura e tecnologia. São Paulo : Blucher, 2018.

ASIMOV, Isaac. **Eu, Robô**. Trad. de Luiz Horacio da Matta. 9ª Edição. : Rio de Janeiro : Expressão Cultural, 1972.

BENYUS, Janine M. **Biomimética: inovação inspirada pela natureza**. São Paulo : Pensamento Cultrix, 1997.

BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade: o que é e o que não é**. Petrópolis, RJ : Vozes, 2012.

CARRIL, Carmem. **Cultura tecnológica sustentável: estudo de caso do Projeto Cognitus**. São Paulo : Editora Anhembi Morumbi, 2007.

LÖWY, Michael. **CRISE ECOLÓGICA, CRISE CAPITALISTA, CRISE DE CIVILIZAÇÃO: a alternativa ecossocialista**. Dossiê, CADERNO CRH 26, UFBA, Salvador, v. 26, 67, p. 79-86, Jan./Abr. 2013.

MENZEL, Peter; D’ALUISIO, Faith. **Robô Sapiens: evolution of the new species**. Cambridge : Massachusetts Institute of Technology - MIT Press, 2000.

MORIN, Edgar. **Introdução ao pensamento complexo**. 4a. edição. Porto Alegre : Sulina, 2011.

PANTA, Pedro Eduardo Gonzáles. **Monitoração de Robô de Inspeção Interna de Oleodutos – GIRINO**. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal do Rio de Janeiro - COPPE/UFRJ, 2005.

PATA, Ana Sofia Oliveira, Et all. **Sistemas Tecnológicos: Robô Ambiental Híbrido**. Tese de final de curso - Universidade Católica Portuguesa, Porto, Dez 2006.

REIS, Ney Robinson Salvi dos. **Desenvolvimento de Tecnologias como ferramental e suporte às atividades e pesquisas socioambientais na Amazônia brasileira - ênfase: Mobilidade e Acessibilidade em Regiões de Várzea**. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) – Universidade Federal da Amazônia – UFAM, 2010.

REIS, Ney Robinson Salvi; PETROBRAS – Petróleo Brasileiro S. A.. PI 0002915-7 - **G.I.R.I.N.O. - Gabarito Interno Robotizado com Incidência Normal ao Oleoduto**. Patente, INPI : 2009.

REIS, Ney Robinson Salvi; PETROBRAS – Petróleo Brasileiro S. A. **Configuração aplicada em veículo**. Pat. DI 6505132-7. INPI, 2005 e 2006.

REIS, Ney Robinson Salvi; PETROBRAS – Petróleo Brasileiro S. A. **Sistema de suspensão com cambagem**. Pat. PI 0504231-3. INPI, 2005, 2007 e 2018.

REIS, Ney Robinson Salvi; PETROBRAS – Petróleo Brasileiro S. A. **Roda para veículo usada em diferentes tipos de terrenos**, Pat. PI 0504259-3. INPI, 2005 e 2006 A.

REIS, Ney Robinson Salvi; PETROBRAS – Petróleo Brasileiro S. A. **Dispositivo para calçamento de dutos submarinos**. Pat. PI-9501923-5. INPI, 1995, 1997 e 2004. Pat. BR 10 2016 022468-3. dep. 2013.



## Cidadania alimentar: play, imaginação e metáforas.

### *Food citizenship: play, imagination, and metaphors.*

**Alessandra Gerson Saltiel Schmidt, Doutoranda, MRes, MSc, BA.**

alessandra.gersonsaltiel@esade.edu

#### Resumo

Este artigo foi elaborado a partir de dados coletados em Barcelona e em Bali. A abordagem de etnografia foi utilizada para compreender a vida quotidiana de "cidadãos imaginativos empreendedores" (Hjorth, 2013) como uma forma de empreendedorismo social, e de organizações criativas independentes empenhadas na construção de um futuro, especialmente, a ideia de "cidadania alimentar". Nesse estudo, são analisados espaços colaborativos que realizam contribuições práticas na concepção de narrativas criativas, conjuntamente à cultura de dados abertos. São demonstrados mecanismos de imaginação e linguagem figurativa para inspirar tanto as mudanças no comportamento humano, como espaços para a ação cívica. E, por fim, contribuições teóricas às dinâmicas em "espaços de possibilidade" (Foucault, 1991).

**Palavras-chave:** Ferramentas de convivência, Cidadania alimentar; Empreendedorismo; Tecnologias abertas; Metáforas.

#### Abstract

*This article was crafted from data collected in Barcelona and Bali. The study uses an ethnographic approach to understand the everyday life of work teams of independent creative organisations and 'enterprising imaginative citizens' (Hjorth, 2013) engaged in relationally responsive future-making and, specifically, the idea of "food citizenship". The look is at spaces for work collaboration to foresee practical contributions in how creative narratives are conceived within open-source communities. Coupled relations steered by imagination and figurative language are demonstrated to inspire both changes in human behaviour, as well as playgrounds for civic action. Theoretical contributions on the dynamics of organisations put forth in Foucault's (1991) "spaces of possibility" are made.*

**Keywords:** Convivial tools, Food citizenship; Entrepreneurship; Open-source; Metaphors.

**Acknowledgments to:** Domingo Club for inspiring and Fab Lab Barcelona for hosting. This research has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Programme under Pop-Machina (GA821479), FoodSHIFT (GA862716), and FOSTER (GA101059954).

#### 1. Introdução

Criatividade tem sido reconhecida mais como um processo colaborativo e social do que um processo individual (e.g. Koch, Wenzel, Senf & Maibier, 2018; Thompson, 2018). Espaços de coworking, espaços maker e fab labs são especialmente montados para facilitar trabalhos interdisciplinares e intercâmbios entre profissionais, conectando indivíduos dispersos em setores criativos ou de conhecimentos (Montanari & Scalopan, 2021). Os "hubs" criativos são lugares que abrigam diversas especialidades, conhecimentos e curiosidades. Eles são uma forma de organizar o trabalho reunindo talentos, disciplinas e habilidades diferentes para intensificar a inovação. Esses hubs criativos são interfaces ou portões para a construção de comunidades e para o desenvolvimento de novas ações urbanas inovadoras. Eles são catalisadores para o progresso e o crescimento da criatividade, criando um ambiente colaborativo e multidisciplinar que permite que ideias e projetos inovadores surjam. (Ferro et. al., 2022, Dovey et. al, 2016). A socialização de processos criativos nesses espaços prototípicos é uma oportunidade de compartilhar conhecimento e pontos de vista. Em ditos "espaços de possibilidade" (Foucault 1991), o poder assume uma forma mais produtiva e positiva, onde os atores cívicos são capacitados a transgredir posições como meros receptores passivos e defender seus direitos, como os direitos de cidadania, "mostrando como a liberdade é exercida em formações de poder-conhecimento, e indo além do empreendedorismo tradicional" (Hjorth, 2005). Eventualmente, uma cidadã empreendedora que começa a conectar-se e pertencer constitui uma "intensificação da criatividade como social", colocando o empreendedorismo como parte da sociedade e do bem público, e não simplesmente da economia (Steyaert & Hjorth, 2003, em Hjorth, 2013).

Este estudo etnográfico foi realizado em espaços criativos onde foram observadas duas unidades de estudo: um fab lab ("hub" criativo ou laboratório de fabricação digital); e um "clube" (grupo social) que se dedica à fermentação do tempe(h), um alimento à base de plantas e rico em proteínas, tradicional da Indonésia e outros países asiáticos, geralmente preparado com soja fermentada.

O artigo contribui com a literatura sobre socialização da criatividade por meio de objetos, estes como "ferramentas de convívio", bem como imaginação e narrativas, investigando duas questões de pesquisa: (1) *Como estas imaginações são realizadas através de meios sociais, materiais, e vários meios de comunicação - como a utilização de objetos?* (2) *Como é que a linguagem figurativa - como as metáforas, molda os processos de articulação de valor dos objetos incorporando uma narrativa e as mudanças no comportamento humano?* Para abordar as questões em pauta, a próxima sessão do artigo fornece uma revisão bibliográfica que ancora o estudo.