

Chapter

1

Ecosistemas Híbridos. Conectando organismos naturais e artificiais em rede.

Carlos Augusto Moreira da Nóbrega

Abstract

This short-course explores the relationship between plants and artificial systems based on an architecture where organic systems are coupled to information systems for poetic experimentations. This experiments results from research developed at NANO - Nucleus of Art and New Organisms, PPGAV/EBA/UFRJ, where the notions of hybridizations and biotelematics have been research subjects. This practical-theoretical short course is a three hours module divided in the following way: (1) Participants presentation, syllabus presentation, introduction to the use of plants in the art context based on historical precedents; (2) Instructions for making a arduino shield on a protoboard with functions for monitoring plant's electrical conductivity; (3) Testing connectivity via serial communication with OSC protocol.

Keywords: plants, network, arduino, OSC, telematics

Resumo

O presente mini curso explora a relação entre plantas e sistemas artificiais com base numa arquitetura onde um sistema orgânico é acoplado à sistemas de informação para experimentação poética. Tal experimento deriva das pesquisas desenvolvidas no NANO - Núcleo de Artes e Novos Organismos PPGAV / EBA/ UFRJ, no qual hibridação e biotelemática tem sido temas de pesquisa. Esse mini curso teórico-prático se desenvolverá da seguinte forma: (1) Apresentação dos integrantes, apresentação da proposta, introdução ao uso de plantas no contexto da arte com base em precedentes históricos; (2) Instruções para montagem em protoboard de um shield para o Arduino com funções para monitoramento de condutividade elétrica em plantas; (3) Testes de conectividade via comunicação serial através de protocolo OSC.

Palavras-chave: plantas, rede, arduino, OSC, hibridação, telemática

1.1. Introdução

Este mini curso tem por objetivo servir de introdução ao uso de sistemas híbridos e da telemática como expressão artística. Para esse propósito iremos investigar especificamente o uso de plantas no contexto da arte e sua aplicação como sensores orgânicos em experiências estéticas. Ao final do curso o participante obterá um conhecimento básico quanto aos precedentes históricos sobre eletrofisiologia vegetal, experimentações com plantas na arte e instruções para montagem de um *shield*¹ para Arduino² com capacidade de monitoramento de respostas galvânicas em plantas.

1.2. Por que plantas?

Plantas se encontram ao nosso redor desde o início da humanidade, na verdade, elas precedem nossa existência na face da Terra. Plantas são organismos vivos mas devido a sua aparente falta de mobilidade tais organismos são por muitas vezes ignorados. No entanto, por mais de um século é fato que as plantas encontram-se em pleno movimento e ação. *The Power of Movement in Plants*, publicado por Darwin (1880) é um livro no qual o autor descreve centenas de simples experimentos realizados com plantas de diversas espécies, que comprovam motilidade em cada uma delas. Em um desses experimentos o naturalista colocou uma marca de referência na folha de um pequeno arbusto, posicionado este entre um ponto de referência ao fundo e um vidro na frente. De tempo em tempo Darwin olhava através do vidro e marcava com um ponto a posição da folha no espaço, desenhando assim seu deslocamento (Figura 1)³.

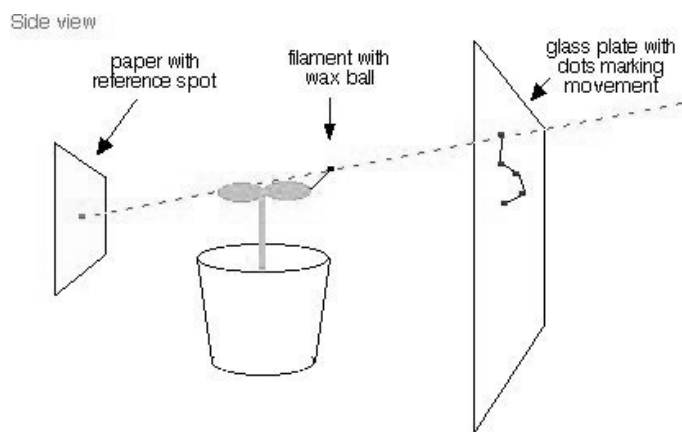


Figura 1. Esquema de um dos experimentos de Charles Darwin

¹ Shields são circuitos eletrônicos customizados para uso acoplado ao Arduino.

² Microcontrolador de baixo custo, criado dentro da filosofia *open hardware*, adotado por artistas globalmente devido a facilidade de uso por aqueles que não possuem profundo conhecimento em programação.

³ Fonte da imagem: <http://plantsinmotion.bio.indiana.edu/plantmotion/projects/projects.html>.

Hoje com o recurso de câmeras digitais capacitadas para gravação de imagens intervaladas tornou-se fácil a criação de imagens em *time-lapse*⁴ que permitem a visualização do movimento das plantas. Podemos pensar tal procedimento como colocar óculos adequados para ver a natureza de forma correta.

No entanto, o que dizer a respeito de senciência? Plantas podem sentir? Como elas respondem ao meio ambiente? A cultura popular brasileira mantém a crença de que plantas são instrumentos de proteção e cura. *Sansevieria cylindrical*, conhecida popularmente no Brasil como “Espada de São Jorge”, é comumente usada pelas pessoas para proteção da casa. “Quando colocadas lado a lado elas bloqueiam energia negativa”, diz o dito popular. *Ruta graveolens*, conhecida popularmente como arruda, é considerada eficiente contra mau-olhado. Ela é usada para purificação e defesa. Pessoas que gostam de jardinagem são ditas terem o “dedo verde”, acreditando-se que elas estejam em sintonia com as plantas. Mas o que nos diz a ciência? Plantas possuiriam sistemas nervosos? Como elas percebem o mundo ao seu redor? Buscando responder tais questões iremos considerar o trabalho do indiano Sir Jagadish Chandra Bose, pioneiro na pesquisa em eletrofisiologia vegetal.

1.3. O trabalho do Sir Jagadish Chandra Bose

O Sir Jagadish Chandra Bose (1858-1937) foi considerado o primeiro cientista indiano a ser reconhecido internacionalmente, tendo alcançado resultados raramente obtidos em física, fisiologia vegetal e animal, e mesmo psicologia (GEDDES, SIR PATRICK, 1920). J. C. Bose foi provavelmente um dos primeiros biofísicistas “mesmo antes do termo biofísica existir” (BISCHOF, MARCO 2003). Intersectando distintos campos do saber ele antecipou em centenas de anos os contemporâneos modos interdisciplinares de investigação.

J. C. Bose nasceu em Bengala, Índia (atual Bangladesh). Ele atendeu ao colégio Jesuíta St. Xavier em Calcutá, onde recebeu seu diploma de bacharelado, que lhe abriu as portas para Londres, onde ele foi estudar medicina. Por razões de saúde Bose foi obrigado a parar seus estudos e resolveu deixar Londres para se dedicar à ciência em Cambridge com uma bolsa através da qual ele obteve seu diploma em ciências naturais em 1884. Munido com um bom currículo, Bose retornou à Calcutá e foi nomeado professor de física no Presidency College (GEDDES, SIR PATRICK, 1920: 28; PARRY, MELANIE, 1997).

Bose desenvolveu consistente pesquisa no campo da transmissão sem fio (base para o telégrafo sem fio) mesmo antes de Marconi e seu trabalho em rádio transmissão. Trabalhando para o aperfeiçoamento de seus receptores, Bose acabou de deparando com o fenômeno batizado por ele como “electric touch” (GEDDES, SIR PATRICK, 1920: 72 - 82) ou “contact-sensitiveness”, através do qual ele pode afirmar que as estruturas moleculares de quaisquer metais sofreriam mudança sob efeito de radiação elétrica, apresentando o que ele chamou de “fatica”. Hoje em dia tal fenômeno é conhecido como fadiga de metais. Levando adiante sucessivos experimentos conduzidos de 1900 à 1902, Bose mostrou que metais, musculatura animal e mesmo plantas apresentam similar curva de resposta sob o efeito de fadiga, estímulo ou depressão causada por ondas elétricas ou mesmo veneno. Tais resultados abriram um novo campo de

⁴ Sequência de imagens feitas com intervalos pré-definidos para criação de vídeos acelerados no tempo.

investigação que levou J. C. Bose a pesquisa as similaridades entre o comportamento de matéria orgânica e inorgânica. Num artigo submetido ao International Congress of Physics em Paris, pela primeira vez na ciência, J. C. Bose “compara e paraleliza respostas de excitação de tecido vivo com aquelas de matéria inorgânica” (GEDDES, SIR PATRICK, 1920: 88). Bose acreditava na continuidade entre o vivo e o não vivo. Em seu artigo ele concluiu que:

“É difícil estabelecer uma linha divisória e dizer ‘aqui o fenômeno físico termina e o fisiológico começa’, ou, ‘este é um fenômeno relativo à matéria morta e este é um fenômeno vital, peculiar ao vivo’. Essas linhas de demarcação seriam bem arbitrárias.” (GEDDES, SIR PATRICK, 1920: 80)

Gradualmente J. C. Bose foi migrando do campo da física para a biologia. De 1903 em diante sua pesquisa tornou-se completamente devotada ao campo da fisiologia vegetal. Sua principal investigação focava na questão se plantas ordinárias e seus diferentes órgãos seriam sensíveis ou não a estímulos mecânicos, ou de outra ordem. Naquele tempo era bastante familiar entre fisiologistas que a *Mimosa Pudica* (dormideira) respondia com o movimento repentino de suas folhas devido a contração do pulvino quando estimuladas. J. C. Bose notou que a contração, apesar de pequena, era amplificada pelo pecíolo (haste que segura a folha). Em função disso Bose questionou se aquele tipo de contração não estaria presente, porém não visível, em plantas ordinárias. Para testar sua hipótese, o cientista desenvolveu uma série de aparelhos que quando conectados às plantas seriam capazes de identificar e amplificar pequenos movimentos, caso eles existissem. Como resultado, Bose foi recompensado ao descobrindo que plantas ordinárias também respondiam a estímulos através de contrações distintas. Esse foi o início das investigações e Bose no campo da fisiologia vegetal através dos métodos de medição e registro. Desse período em diante o cientista criou uma série de engenhosos aparelhos (Figuras 2, 3 e 4) capazes de medir respostas elétricas e mecânicas das plantas quando excitadas. “The Optical-Pulse Recorder”, “The high Magnification Crescograph” ou “Resonant Recorder”, associados à avaliações galvanométricas o permitiram registrar dados precisos em intervalos de tempo muito curtos, levando sua pesquisa a ver muito além das teorias em fisiologia vegetal que prevaleciam em sua época. Bose concluiu que algum tipo de mecanismo nervoso, com base em variações protoplasmáticas, similar ao que ocorre em animais deveria estar presente nas plantas. Tal pensamento se opunha a visão consensual de que a transmissão de excitação nas plantas era consequência de mero deslocamento de água.

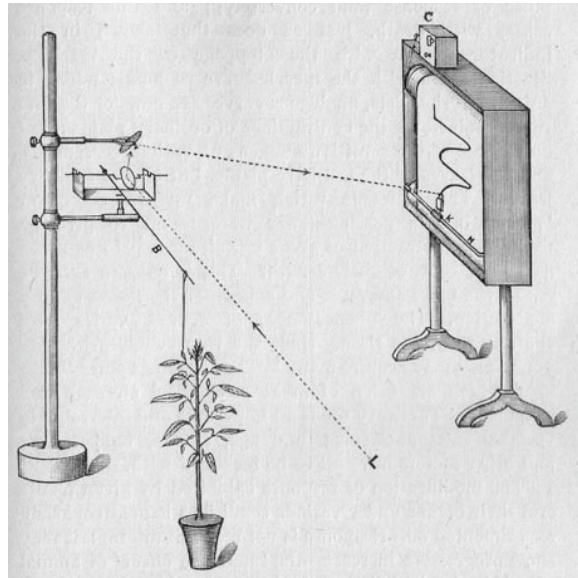


Figura 2. The Optical-Pulse Recorder

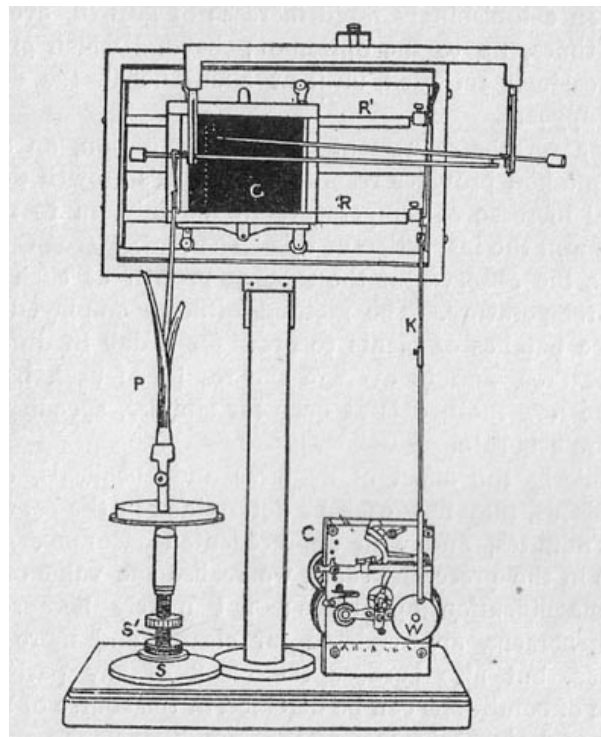


Figura 3. The high Magnification Crescograph

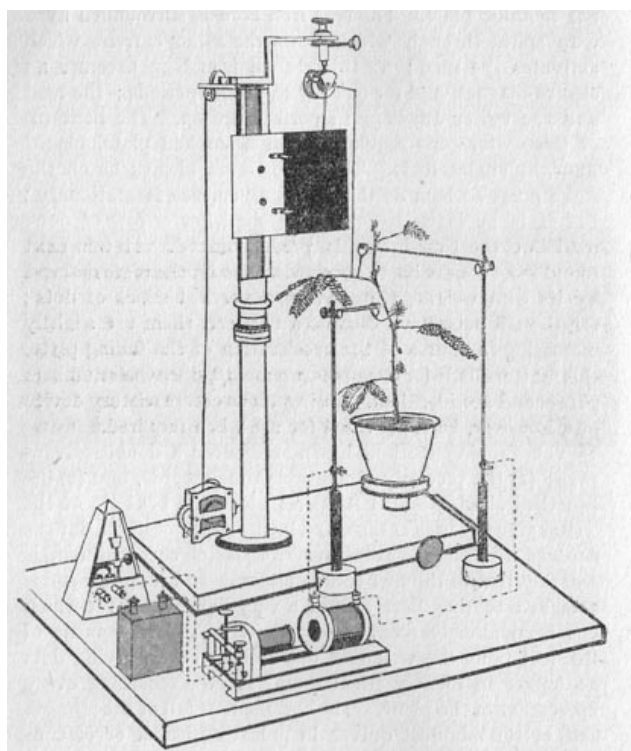


Figura 4. The Resonant Recorder

1.4. Abordagens pseudocientíficas

Mesmo que possuam algum tipo de sistema nervoso, como propôs Bose, plantas parecem não apresentar a maioria dos métodos fisiológicos de percepção – assim chamados cinco sentidos – como encontrado nos seres humanos. Por essa razão, para designar o fenômeno pelo qual plantas parecem estar sintonizadas ao meio ambiente e aos demais seres vivos, Cleve Backster cunhou o termo “*Primary perception*” (percepção primária). O caso Backster é conhecido entre os cientistas, apesar de ser ignorado por eles e, na maioria das vezes, postulado como pseudo como pseudociência. Na década de 60 Cleve Backster, um reconhecido examinador de polígrafos (detector de mentira) dos Estados Unidos da América, tornou-se famoso ao performar acidentalmente um experimento em biocomunicação vegetal. Em resumo, Backster tentava identificar quanto tempo levaria para a água se deslocar das raízes de uma planta até suas folhas. A planta em questão era uma *Dracaena Cane*, situada em seu escritório. Ele imaginava que o resultado plotado na cartela do aparelho seria uma linha ascendente linear, relacionada ao tempo do deslocamento gradual da água das raízes às folhas. No entanto, ele se surpreendeu ao constatar que a cartela do instrumento apresentou um gráfico semelhante ao registro de respostas humanas a estímulos emocionais. Tal resultado o levou a imaginar formas de excitar a planta mais drasticamente, induzindo o *expert* em polígrafos ao pensamento de colocar fogo em uma das folhas da planta.

“(...) a imagem da planta sendo queimada entrou em minha mente. Eu não verbalizei, eu não toquei na planta, eu não toquei no equipamento. A única coisa que poderia ter servido de estímulo para a planta foi a imagem mental. Contudo, a planta reagiu imediatamente [get wild]. A caneta pulou bem para fora do topo da cartela (...) Desde esse micro segundo minha consciência não tem sido a mesma. Todo meu processo

mental, todo meu sistema de prioridades tem sido devotado a olhar dentro desse fenômeno.”(JENSEN, DERRICK, 1997)

De 2 fevereiro de 1966 em diante Backster ajustou sua rotina como diretor de sua escola de polígrafos para incorporar pesquisa no que ele veio a chamar de “*Primary Perception*”. Backster transformou seu escritório num moderno laboratório científico onde ele pode conduzir uma série de experimentos sistemáticos em percepção vegetal, estendendo ainda sua pesquisa ao campo da biocomunicação celular. Uma completa documentação sobre sua pesquisa pode ser encontrada em seu livro *Primary Perception* (BACKSTER, CLEVE, 2003).

A seguir veremos como esse conhecimento no campo da eletrofisiologia vegetal veio a inspirar artistas na invenção de sistemas híbridos com plantas como experiência estética.

1.5. Eletrônica e plantas

Na década de 70 alguns circuitos eletrônicos populares destinados à experimentação com plantas começaram a surgir. Dentre eles encontra-se o sistema analógico publicado na revista *Popular Electronics* de junho de 1971. Esse circuito foi criado pelo engenheiro eletrônico Lucas George Lawrence, que trabalhava para uma instituição de ciência espacial em Los Angeles. Lawrence estava envolvido num projeto de proteção de componentes de mísseis no qual ele teve a idéia de incorporar tecidos vegetais como transdutores de sinais. Ele considerava o fato de que “tecido de plantas vivas, ou folhas, eram capazes de simultaneamente sentir mudanças de temperatura, variações gravitacionais, campos eletromagnéticos e tantos outros efeitos ambientais – uma habilidade que nenhum sensor mecânico possuía” (THEROUX, MICHAEL, 1997). A figura 5 apresenta o circuito desenhado por Lawrence, publicado na *Popular Electronics*.

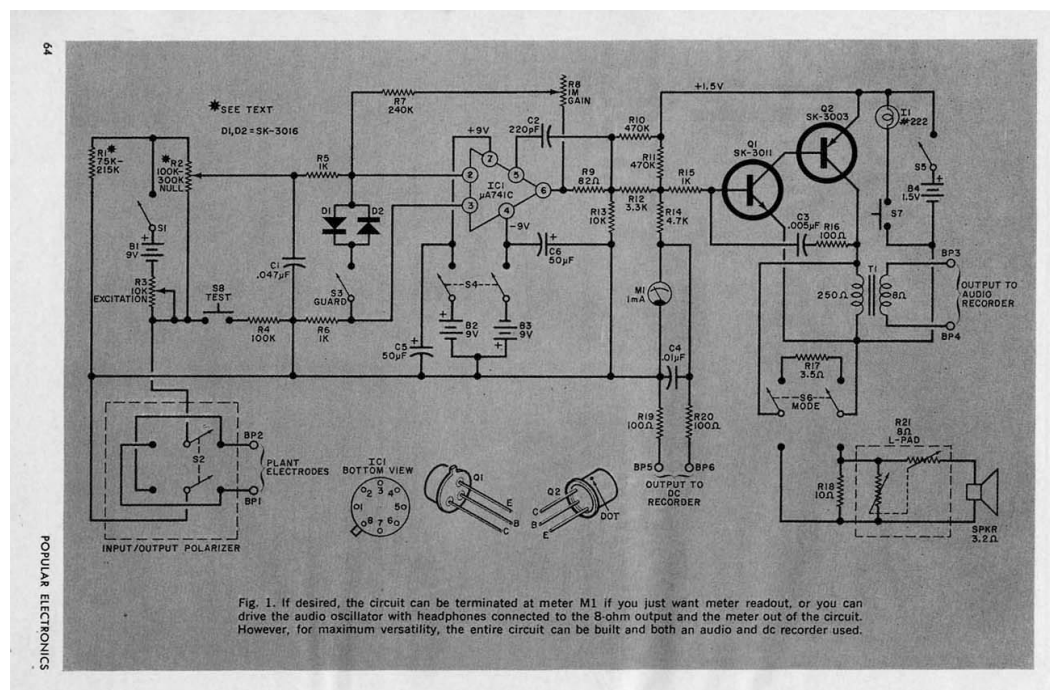
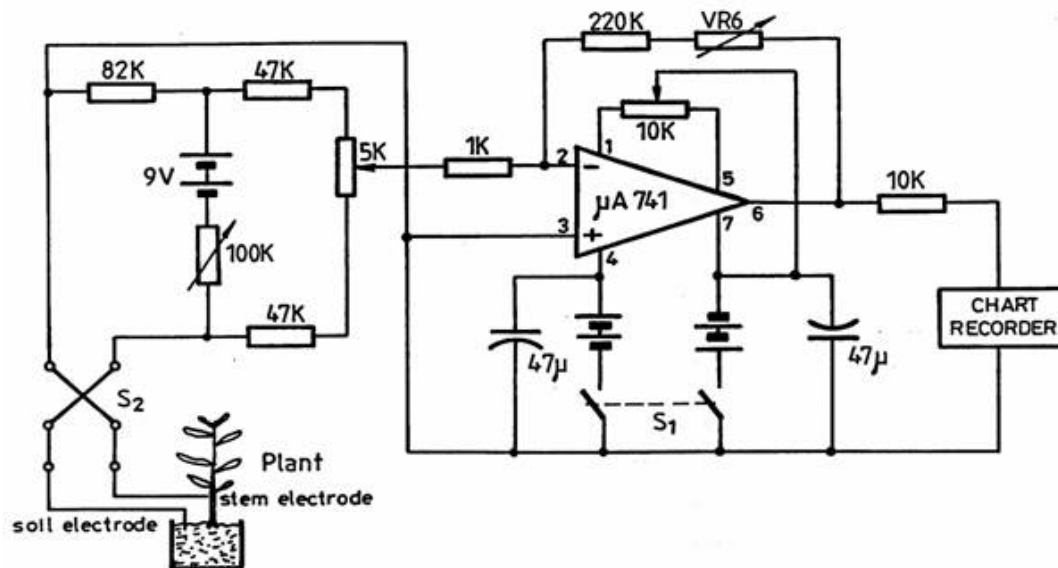


Figura 5. Circuito criado por Lawrence, publicado na *Popular Electronics* de junho de 1971

A base desse circuito, como iremos ver em detalhes mais adiante, é uma ponte de resistores, conhecida como *Wheatstone Bridge*, na qual um dos resistores é substituído por uma resistência orgânica, nesse caso, uma folha vegetal. O circuito de Lawrence apresenta também uma etapa osciladora que permite uma resposta sonora. Circuitos como esse inspiraram e têm servido de base para processos onde se deseja interconectar plantas à sistemas de informação para a medição de variáveis analógicas de natureza orgânica. Um outro sistema similar mais simplificado (sem a etapa osciladora) pode ser visto na figura 6.



1. Circuit diagram for amplifier showing connections to plant.

Figura 6. Circuito sugerido por Cyril W. Smith (2009).

Um outro circuito (figura 6) foi publicado no livro “*The Action Plant*” (SIMONS, PAUL, 1992), seção “*How to Record Electrical Activity from Plants*”.

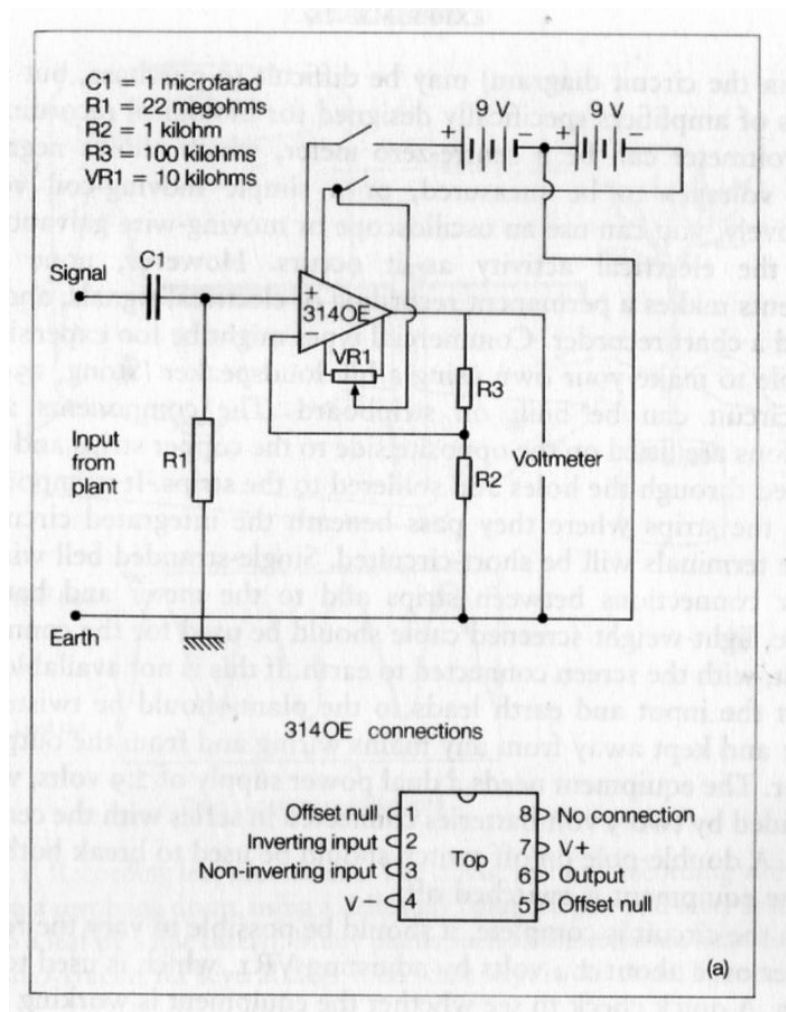


Figura 7. Circuito sugerido por Paul Simons.

De forma geral podemos dizer que os dois primeiros circuitos medem a passagem de corrente na superfície da folha, que varia de acordo com a resistência da mesma à baixa voltagem aplicada pelos eletrodos. Nesse caso a folha funciona como um resistor orgânico. Já o último circuito (Figura 7), este mede variações de milivoltagem na superfície do vegetal. Com base nesse princípio, os dados colhidos na saída desses circuitos servem de variáveis ativar sistemas de informação para automação de processos, em nosso caso, experimentos artísticos. A seguir apresentaremos dois trabalhos que utilizam circuitos análogos para criação de sistemas híbridos (orgânicos naturais e artificiais) na arte.

1.6. Breathing

Quando plantas e máquinas são acopladas de forma híbrida para constituição de uma obra artística devemos pensar tal complexo como um sistema, e como tal, considerar a interação de suas diversas camadas significantes. Em “Breathing”, trabalho desenvolvido pelo autor em 2008 (Figura 8) plantas são incorporadas ao sistema levando-se em conta sua dimensão do ponto de vista popular, científico e pseudocientífico. “Breathing” é uma obra de arte com base em uma criatura híbrida feita

de um organismo vivo (uma planta) e um sistema artificial. Esse conjunto, pensado sob o conceito de hiperorganismo (NÓBREGA, CARLOS, 2010), responde ao seu ambiente através de luz própria, movimentos estruturais e do ruído de partes mecânicas. O ato de respirar é a melhor maneira de interagir com essa criatura. Esse trabalho é o resultado de uma investigação em plantas como agentes sensíveis para a criação de arte.



Figura 8. Breathing, 2008. Guto Nóbrega

Breathing foi construído com base no Arduino, plataforma open-source de computação física, interligado a um circuito eletrônico para medição de condutância em folhas vegetais⁵. Uma programação do sistema define o comportamento global da criatura que se manifesta segundo reações eletrofisiológicas da planta à mudanças ambientais. O núcleo desse sistema híbrido é um circuito eletrônico conhecido como “Wheatstone

⁵ Circuito adaptado pelo autor com base nos esquemas apresentados

bridge” (ponte de resistores) no qual um dos componentes ativos (um dos resistores) é substituído por um componente orgânico – no caso uma folha vegetal. Essa folha, ligada ao circuito através de eletrodos customizados, funciona como uma resistência viva. Qualquer variação do nível de condutância elétrica na folha monitorada, que responde sensivelmente a alterações no seu ambiente (luz, temperatura, umidade, etc.), desequilibra a ponte que, por sua vez, produz uma diferença de potencial elétrico em sua saída. Este sinal é amplificado, analisado pelo microcontrolador Arduino e transduzido em movimento, luzes e cores. Um servomecanismo ativa pernas mecânicas que se contraem e se expandem radialmente. Diodos emissores de luz (LEDs) colocados sobre uma cúpula transparente piscam em sequência, de maneira lenta ou rápida, de acordo com as alterações eletrofisiológicas da planta. Um diodo emissor de luz RGB (LED RGB) muda de cor de acordo com as reações da planta e sua luz é transmitida através de fibras óticas para a extremidade inferior da criatura (Figura 9). Padrões coloridos em movimento são projetadas no chão quando as pernas mecânicas estão em movimento.



Figura 9. Sistema de fibra ótica para as pernas

Uma das interações possíveis com a criatura ocorre através do ato de respirar. Quando o observador de "Breathing" exala seu ar interno nas proximidades das folhas do híbrido as variações elétricas na superfície das folhas são alteradas e amplificadas pelo sistema resultando no comportamento da criatura.

1.7. Bot_anic

“Bot_anic” resulta da invenção de um híbrido, planta/máquina, que dá continuidade às investigações de processos com base no entrecruzamento de organismos naturais e artificiais na arte. A motivação para o uso de plantas na criação de processos artísticos, em especial, na produção de trabalhos que operam na zona de interseção entre a ciência e a tecnologia, vem da necessidade de problematizar os processos de interação entre autor, obra, observador.

Bot_anic (Figura 10) deriva e é inspirado no trabalho Breathing (2008), que deu origem aos métodos e procedimentos que vêm sendo aplicados em nossas mais recentes criações. Bot_anic estabelece sua poética a partir de uma relação afectiva entre o observador, a máquina e o organismo vegetal inter-relacionados de forma sistêmica.



Figura 10. Bot_anic (2013). Guto Nóbrega

Neste híbrido, uma pequena “jiboia” (*Epipremnum Pinnatum*) é monitorada quanto à condutividade (resposta galvânica) em duas de suas folhas, que funcionam como sensores orgânicos para a orientação direcional de um robô. As variações eletrofisiológicas ocorridas nas folhas dessa planta são amplificadas e enviadas a um microcontrolador, que analisa os dados e ativa estados diferenciados da máquina. São basicamente dois estados principais: repouso e interação planta-observador. Quando o sistema encontra-se em repouso, um sensor analisa a quantidade de luz ambiente e envia

os dados para o microcontrolador, de maneira que o robô possa conduzir a planta até a fonte luminosa de maior intensidade. Ao se aproximar da luz o sistema entra em repouso. O segundo estado de máquina, que responde às interações com o observador, permite que o robô saia da sua situação de repouso e mova-se em direção ao estímulo. Isso ocorre quando o observador expira próximo a uma das folhas. O ato de expirar faz com que ocorram variações de condutividade na folha e uma diferença de potencial elétrico apareça na saída do sistema. A partir desses dados o microcontrolador analisa os valores e aciona os motores do robô para levar a pequena planta em direção ao interator. Caso a interação cesse, o sistema volta a seu estado de repouso, buscando a luz e retornando o robô a seu local de origem.

1.7. Telemática

A partir dos trabalhos e pesquisa desenvolvida com híbridos, em 2011 iniciamos uma série de processos de base telemática com foco na telepresença, visualização e sonificação remota de dados. Para o propósito desse mini-curso iremos comentar a seguir o evento “Ecotelemedia” e o sistema utilizado.

1.7.1. Ecotelemedia

O projeto internacional “Ecotelemedia” resultou do convite feito ao NANO para integrar uma rede de pesquisa colaborativa concebida sob o título “*The aesthetics of global connectivity: exploring design strategies and networked technologies of distributed sites through artistic processes*”. Essa pesquisa, que se estendeu ao longo de 2011, reuniu a Universidade Federal do Rio de Janeiro, a IT University of Copenhagen e Central Conservatory of Music, Beijing – China num processo colaborativo coordenado respectivamente pelos pesquisadores Dr. Carlos Nóbrega (Brasil), Dr. Kjell Yngve Petersen (Dinamarca) e Dr. Kenneth Fields (China). Em abril de 2011 os artistas pesquisadores dos três grupos envolvidos no projeto, assim como os demais colaboradores dessa rede, se reuniram no âmbito do laboratório NANO e dependências da Escola de Belas Artes- UFRJ, para discussões metodológicas, oficinas e participação no simpósio “Telemediações. Explorando paradigmas estéticos em ecologias híbridas”. O objetivo maior desse trabalho exploratório foi estabelecer metodologias de pesquisa e criação artística, substanciadas por trocas locais e telemáticas entre artistas e pesquisadores dos países envolvidos no processo. Para tanto foram realizados encontros, seminários e oficinas. A pesquisa teve como foco os paradigmas estéticos emergentes em ambientes telematicamente mediados. Ênfase foi dada ao experimentalismo com sistemas naturais e artificiais, a experiência participatória e interativa através da performance, imagem e interfaces acústicas, e a investigação de uma possível ecologia híbrida em curso.

1.7.2. Interface híbrida

A proposta do NANO para o projeto “Ecotelemedia” foi a sonificação de um híbrido composto de planta e sistema artificial programado para transformar variações de condutividade elétrica nas folhas vegetais em dados numéricos. O coração desse sistema é baseado em um medidor de respostas galvânicas (GSR – Galvanic Skin Response) tal qual empregado na obra “Breathing”, em que um dos modos de interação com o sistema se dava através do ato de respirar nas proximidades da planta. Para o projeto “Ecotelemedia” foi desenvolvida uma interface na qual três plantas funcionaram como

⁷ Tele-instrumento de sopro digital desenvolvido pelo músico, pesquisador e colaborador do projeto, Bruce Gremon.

Vemos nessa imagem o sistema estruturado para operar telematicamente com conexões entre cinco pontos remotos: Brasil (Nano – UFRJ e UFBA), Whashington – USA, IT University of Copenhagen e Conservatory of Music, Beijing – China. Podemos afirmar que um dos fatores de coesão central ao projeto foi o feedback sonoro gerado no sistema. A ambientação sonora de “Ecotelemedia” se fez pelo arranjo digital de múltiplas fontes de dados variáveis para o controle de máquinas sonoras programadas em Pure Data. Os fluxos de dados entre os demais sistemas circularam em rede com base em protocolo OSC⁸ e a interconectividade de áudio entre Brasil, Dinamarca e China se deu via Jack Trip⁹. As fontes de dados utilizadas foram: acelerômetros de iPad e iPod manipulados gestualmente pelas duas performances (Ivani e Annika); dois sistemas híbridos (Planta e GSR, cada sistema monitorando três plantas agrupadas), um no Brasil e outro na Dinamarca; um controlador digital Cilia.

1.7.1. Servidor OSC e configurações

A estrutura de rede usada em nossa pesquisa em telemática tem por base um servidor de dados hospedado no NANO - Núcleo de Arte e Novos Organismos, que se destina à interconectar processos de pesquisa, assim como dar suporte ao “Laboratório Aberto Hiperorgânicos”, evento de extensão onde artistas e pesquisadores são convidados a criar coletivamente com base no compartilhamento de dados online. Para a transmissão e recepção de dados em tempo real temos usado o OscGroups¹⁰. Esse sistema para roteamento de mensagens OSC (*open sound control*) foi escolhido por facilitar o multicast de dados entre os usuários. Quando oOscGroupClient (cliente) está conectado a um OscGroupServer (no caso, o servidor do NANO), todas as mensagens que enviamos para nosso endereço local (localhost ou 127.0.0.1) na porta 22243, é enviada para o servidor e todos os outros clientes conectados; assim como todas mensagens enviadas pelos outros pontos chegam a nós na porta 22244.

1.7.1. Modo de configuração (Mac e Windows)

Para simplificar o processo de conexão, foram criados os *scripts* de conexão: o arquivo *apple script* hiper4.app para plataforma OS X e o arquivo hiper4.bat para plataforma Windows. O download do repositório pode ser feito através do link <https://github.com/hiperorganicos/openlab-osc/archive/master.zip> para acesso aos diretórios OscGroups/mac ou OscGroups/windows e aos *scripts*. Ambos *scripts* necessitam de login de usuário para conexão à rede. Este deve ser escolhido livremente. Após esse

⁸ Open Sound Control trata-se de um protocolo para comunicação entre computadores e outras fontes de dados numéricos através do uso otimizado de estruturas de redes (Cf. <http://opensoundcontrol.org/introduction-osc>).

⁹ Sistema de alta qualidade para streaming de audio bidirecionalmente, sem compressão, via internet (Cf. <http://code.google.com/p/jacktrip/>).

¹⁰ “OSCgroups is a system for routing OSC messages between a group of collaborating users. It is designed to make joining and leaving a group simple, and to overcome the problem of connecting multiple users behind different NAT routers using a NAT traversal server with the usual “NAT hole punching” scheme (you can put that into google for more info). OSCgroups also implements basic group functionality similar to the concept of channels in internet relay chat. You can read the README file for more info”. (BENCINA, ROSS, 2010)

procedimento a conexão é estabelecida e o acesso à rede OSC pode ser operado através dos programas e softwares utilizados pelo usuário em seus respectivos processos (PureData, Processing, Max-MSP, etc).

1.7.3. Conectividade via terminal

Os arquivos necessários para essa finalidade encontram-se no diretório OscGroups no repositório GitHub¹¹ como indicado anteriormente, porém podem também ser baixados através dos links:

Windows e Mac: <http://code.google.com/p/oscggroups/downloads/list>

Ubuntu: <http://devolts.org/oscggroupslinux.tar.gz> (compilados pelo glerm)¹²

Para instalar no Windows basta descompactar arquivos. Já no Mac e Ubuntu, devemos descompactar e copiar os binários para pasta /usr/Bin.

1.7.3. Entrando na rede

Antes de abrir os softwares Puredata, Processing, etc, é preciso abrir o cliente do OscGroups e logar na rede:

```
OscGroupClient <serveraddress> <serverport> <localtoreMOTEport>  
<localtxport> <localrxpor
```

As portas usadas são as portas padrão do OSCGroups: 22241 – 22244. No Windows, pelo prompt de comando, devemos acessar o diretório onde os binários foram extraídos e abra o cliente com exatamente os parâmetros abaixo (exceto username e password, que devem ser escolhidos livremente).

```
> cd Downloads  
> cd oscgroups  
> OscGroupClient 146.164.80.56 22242 22241 22243 22244 <username>  
<password> hiper4 nano
```

No Mac e Ubuntu, pelo terminal, abra o cliente com exatamente os parâmetros indicados abaixo (exceto username e password, que vocês vão escolher).

```
$ OscGroupClient 146.164.80.56 22242 22241 22243 22244 <username>  
<password> hiper4 nano
```

1.7.3. Teste de conectividade

A vantagem do OscGroups é o broadcast de dados. Podemos enviar mensagens para o nosso próprio IP 127.0.0.1 na porta 22243, e o servidor envia para todos os pontos conectados, assim como todas mensagens enviadas pelos outros pontos chegam até nós na porta 22244.

¹¹ C.f. <https://github.com/hiperorganicos/openlab-osc/archive/master.zip>

¹² Agradecimentos ao Glerm Soares pela compilação dos arquivos.

Na pasta PD do nosso repositório tem um patch de PD-extended para teste de conectividade. Para facilitar o fluxo de dados, sugerimos o modelo /user/interface para as mensagens OSC, enviando valores de 0.0 a 1.0. Ver o exemplo abaixo:

```
/guto/breathing      0.51
/guto/ha             0.55
/barbara/kinect_x    0.67
/barbara/kinect_y    1.00
/barbara/kinect_z    0.90
...
/user/process        1.00
```

1.8. O circuito eletrônico de medição de resposta galvânica e seu funcionamento

O circuito que utilizamos para criação de Breathing e Bot_anic, que será montado na parte prática desse minicurso, trata-se de uma variação dos demais circuitos aqui apresentados com o objetivo de servir como *shield* para a plataforma do microcontrolador Aduino (Figura 12). Ou seja, sua saída de sinal pode ser aplicada diretamente na entrada analógica do Arduino para automação de sistemas sonoros, visuais e/ou mecatrônicos.

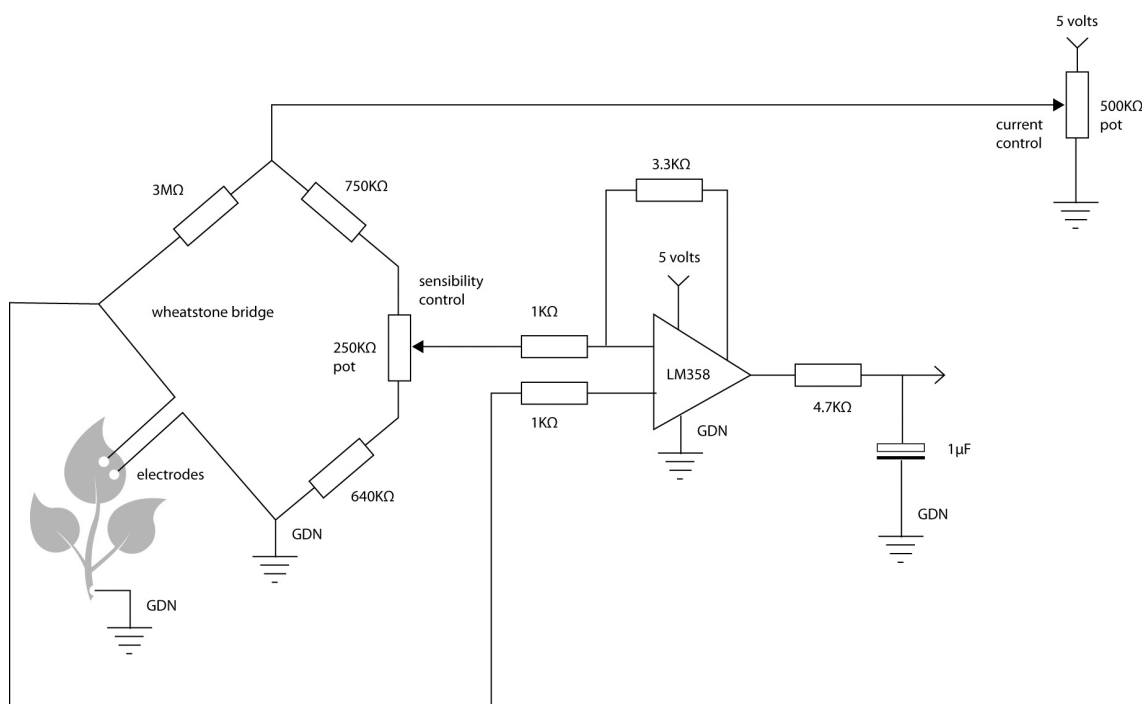


Figura 12. Circuito usado pelo autor

Como já informado anteriormente, o coração desse circuito eletrônico é uma ponte de resistores conhecida pelo nome de *Wheatstone Bridge* (Figura 13)

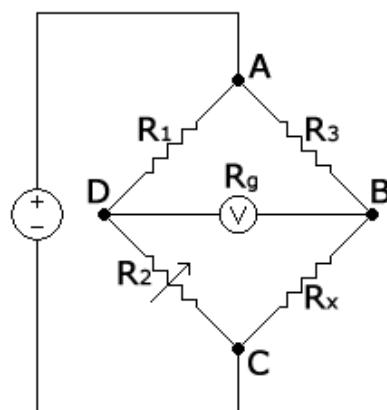


Figura 13. Ponte Wheatstone Bridge

Nessa configuração, se mantivermos o balanço entre as duas pernas da ponte, significando que a relação entre os dois resistores da perna (R_2/R_1) seja igual a relação entre os dois resistores da perna (R_x/R_3), então, a voltagem entre os dois pontos D e B será zero¹³. No entanto, se consideramos R_x como uma resistência variável, isso ocasionará que variações nos valores de R_x irão produzir variações de voltagem entre os pontos D e B (BRIDGE, WHEATSTONE, 2006). É exatamente isso que nos interessa nessa instrumentação

Colocando no lugar de R_x uma folha vegetal (Figura 14), esse circuito passará a responder a variações de resistência na folha, que irá conduzir mais ou menos corrente de acordo com seu estado fisiológico. A planta nesse sistema irá atuar como um resistor variável vivo. Pequenas variações de condutividade em seu organismo irá desequilibrar a ponte e será imediatamente detectada na saída do circuito na forma de uma voltagem equivalente nos pontos D e B.

¹³ Fonte: http://en.wikipedia.org/wiki/Wheatstone_Bridge

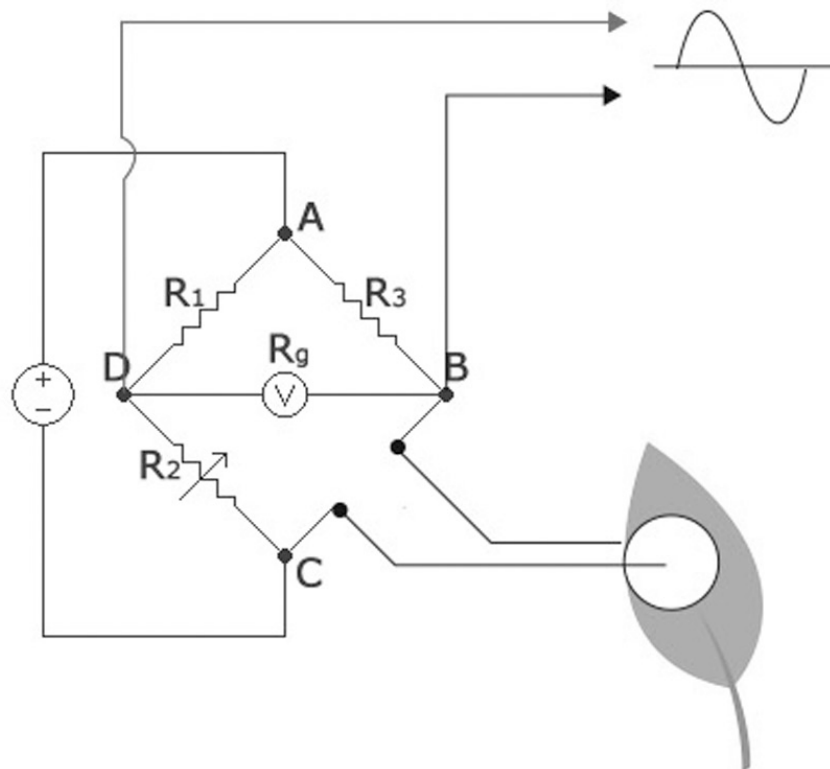


Figura 14. Planta como resistor orgânico

Devido ao fato da voltagem entre os pontos D e B ser da ordem de milivolts, o segundo estágio de nosso circuito utiliza um amplificador operacional LM358 para amplificar a milivoltagem que aparece na saída da ponte, tornando-a adequada para excitar a entrada analógica do microcontrolador Arduino. Todo circuito é ajustado para que na saída do circuito eletrônico haja uma variação de voltagem entre 0 e 3,5 volts, suficiente para excitar o Arduino e ser utilizado em seu processo de automação.

Referências

Backster, Cleve. Primary Perception: Biocommunication with Plants, Living Foods, and Human Cells. California: White Rose Millennium Press. 2003

Bencina, Ross. OSCgroups. Disponível em: <http://www.rossbencina.com/code/oscgroups>. Acesso em: 05/08/2014.

Bischof, Marco Introduction to Integrative Biophysics. In: F.-A. Popp e L. Beloussov (Ed.). Integrative biophysics : biophotonics. Dordrecht ; London : Kluwer Academic, 2003.

Bridge, Wheatstone. Wheatstone bridge. Disponível em: http://en.wikipedia.org/wiki/Wheatstone_Bridge. Acesso em: 09/10/2006.

Darwin, C. R. The power of movement in plants. London: John Murray.

Geddes, Sir Patrick. The life and work of Sir Jagadis C. Bose. London: Longmans. 1920

Jensen, Derrick. The Plants Respond: An Interview with Cleve Backster. Disponível em: <http://www.derrickjensen.org/backster.html>. Acesso em: 03/10/2006

Nóbrega, Carlos. Thinking Hyperorganisms. Art, technology, coherence, connectedness, and the integrative field. Saarbrücken, Germany: LAP Lambert Academic Publishing. 2010

Parry, Melanie, Ed. Chambers biographical dictionary Edinburgh: Chambers, 6th ed. 1997.

Simons, Paul. The Action Plant: Movement and Nervous Behaviour in Plants. Cambridge Center: Blackwell. 1992

Smith, Cyril W. Plants may be slow but, they are not stupid! – 2. Disponível em: <http://hpathy.com/scientific-research/plants-may-be-slow-but-they-are-not-stupid-2-2/>. Acesso em: 16/08/2010.

Theroux, Michael. Detecting Biodynamic Signals. Disponível em: <http://explorationscience.org/Articles/detectin.htm>. Acesso em: 22/08/2007.