

HARDWARE SUSTENTÁVEL: AUTONOMIA NA FONTE DE ENERGIA EM DISPOSITIVOS DE HARDWARE POR MEIO DE PLACAS DE ENERGIA SOLAR SUSTAINABLE HARDWARE: ENERGY RESOURCE AUTONOMY IN HARDWARE DEVICES THROUGH ENERGY SOLAR PANELS

**Frederico Eduardo dos Santos¹; Hebert Reis Junior ²; Matheus Henrique Chaves e Silva³;
Raphael Andrade Ribeiro⁴; Thaís Rodrigues da Silva⁵; Thiago de Freitas Telles⁶;
Moisés Henrique Ramos Pereira⁷. (Orientador)**

¹fredlu01@hotmail.com; ²hebert.junior@unibh.br; ³matheushcs2312@gmail.com;
⁴raphael.ribeirobh@gmail.com; ⁵thais.silvaro@gmail.com; ⁶freitashair@hotmail.com;
⁷moises.ramos@prof.unibh.br.

RESUMO: Este artigo apresenta análise e viabilidade de se implantar uma fonte de energia sustentável movida a energia solar para os dispositivos de hardware do UniBH para desenvolvimento de sistemas embarcados, tais como drones, kits Arduino e uma estação meteorológica. A importância deste estudo é demonstrar que a aplicação de placas solares em dispositivos de hardware pode-se obter uma maior produtividade em comparação a uma fonte tradicional e, sobretudo, analisar a viabilidade de sua implementação. Este trabalho relata sobre as ferramentas similares que atuam na área de interesse desta proposta, o referencial teórico que fundamenta e norteia toda a pesquisa, além de mostrar os resultados e as conclusões obtidas.

Palavras-chaves: Fonte de Energia Sustentável, Dispositivos de Hardware, Energia Solar.

ABSTRACT: This paper presents analysis and feasibility of implementing a sustainable energy resource powered by solar energy for UniBH hardware devices for developing embedded systems such as drones, Arduino kits and a weather station. The importance of this study is to demonstrate that the application of solar panels in hardware devices can to achieve greater productivity compared to a traditional resource and, above all, examine the feasibility of their implementation. This paper reports on similar tools working in the area of interest of this proposal, the theoretical framework that supports and guides all the research, in addition to showing the results and findings.

Keywords: Sustainable Energy Resource, Hardware Devices, Solar Energy.

1. INTRODUÇÃO

No que se refere ao termo Sustentabilidade, está cada vez mais presente no cotidiano da sociedade. Segundo a Comissão *Brundtland* (WCED, 1987), a definição de sustentabilidade está diretamente relacionada ao desenvolvimento econômico e

material, sem agredir o meio ambiente, usando os recursos naturais de forma inteligente para satisfazer às necessidades da geração presente sem comprometer as necessidades da geração futura.

Há alguns anos a tecnologia vem nos apresentando formas variadas de *hardwares*, um deles é *hardware* sustentável, que está sendo introduzido aos poucos no mercado. Segundo Ohara (2008), existe um número razoável de produtos e soluções sendo comercializados como sustentáveis, econômicos em termos de energia e mais eficiência.

Com estudos realizados sobre tal tecnologia e tendo em questão sua viabilidade, acredita-se que os *hardwares* sustentáveis podem ter autonomia modificada, proporcionando-lhes um maior tempo de vida útil, por meio da recuperação do *hardware* e seus componentes, e, para que isso aconteça, é necessário usar de outra tecnologia que, está em alta no mercado, que são os painéis solares.

1.1. PROBLEMA DE PESQUISA

Implementar placas solares em um dispositivo de *hardware* utilizando a sequência de *Fibonacci* e a captação no modo em folha, ou seja, placas solares que imitam a disposição de ramos de folhas de árvores. Diante disso, deseja-se obter maior produtividade e aumentar o tempo em que o *hardware* ficará funcionando e a viabilização de sua implementação.

1.2. CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

De acordo com Dias (2011), com o aumento da consciência ambiental em todo o mundo, estão consolidando-se novos tipos de consumidores, chamados de “verdes”, o que faz com que a preocupação com o meio ambiente não seja somente um importante novo fato social, mas seja considerado também como um fenômeno de *marketing* novo.

Pesquisas apontam que a maioria das companhias no País implementaram ou vão adotar projetos de

hardwares sustentáveis. As maiorias das médias empresas que fabricam produtos estão tomando iniciativas para reduzir o impacto ambiental do uso da tecnologia. Mais de 70% das companhias médias brasileira realizam ou planejam ter projetos de sustentabilidade ambiental.

O problema em questão envolve pesquisas referentes ao problema de autonomia do *hardware* por conta da bateria, que por sua vez não pode sustentar muitas placas solares, pois podem pesar demais o *hardware*. A partir de estudos realizados, descobriu-se que com a autonomia das placas solares, o *hardware* seria capaz de ficar totalmente em uso por muito mais tempo do que mais tempo na tomada. O problema em questão que se deseja resolver é fazer com que o *hardware* possa ter maior tempo de duração através da utilização de painéis solares para a captação de energia. As complexidades envolvidas no desenvolvimento estão na criação da autonomia das baterias e no aumento da captação de energia solar por meio do entortamento dos painéis solares.

Segundo Carvalho (2011) o custo é o principal fator para adoção de iniciativas do *hardware* sustentável. Em 65% das empresas, as metas estabelecidas para os projetos são alcançadas, principalmente em termos de economia de energia e redução dos gastos operacionais. Metade das empresas de acordo com pesquisas, já implementaram algum tipo de medição do gasto de energia em seus produtos. No Brasil, este índice é de 66%.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GERAL

Analisar o tempo de duração do *hardware* com relação às placas solares e a bateria comum.

Viabilizando o consumo de energia e aumentando o tempo de duração do hardware.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar oportunidades de melhora que oferece o uso de *hardware* com placas solares;
- Analisar a viabilidade de sua implementação;
- Implementar placas solares para a captação em folha;
- Implementar banco de dados para armazenar os dados coletados do tempo de duração do *hardware*.

2. TRABALHOS RELACIONADOS

2.1. PAINEL SOLAR TRANSPARENTE

Segundo Freire (2014) um novo tipo de painel solar, chamado de “concentrador solar luminescente translúcido”, está sendo desenvolvido por pesquisadores da Universidade Estadual de *Michigan*, nos Estados Unidos. Diferentemente dos modelos tradicionais, a novidade não bloqueia a visão, podendo ser aplicado em janelas, celulares ou em qualquer dispositivo que tenha superfície translúcida. Essa característica permite aumentar a área utilizada na geração de energia solar.

O sistema de coleta solar usa pequenas moléculas orgânicas para absorver comprimentos de onda não visíveis específicas da luz solar. “Como os materiais não absorvem ou emitem luz no espectro visível, eles parecem excepcionalmente transparente ao olho humano”, explicou Richard Lunt, professor assistente de engenharia química e ciência dos materiais da Universidade de *Michigan*.

2.2. ROBÔ-PEIXE

Segundo Maciel (2013) cientistas da Universidade de *Michigan* nos Estados Unidos desenvolveram um peixe robótico que analisa e detecta substâncias tóxicas em lagos e rios.

A importância dessa tecnologia é inquestionável, pois qualquer irregularidade nos lençóis freáticos pode resultar em situações desastrosas como, por exemplo, o descarte irregular de lixo eletrônico, que libera metais pesados que contaminem o solo e a água que bebemos, já que 80% dela provêm dos lençóis freáticos.

Pensando neste problema, o professor de engenharia elétrica da universidade e sua equipe instalaram sensores no aparelho. Dessa forma é possível coletar dados a respeito da temperatura e da qualidade da água. Para se locomover, o peixe robô nada e desliza na água sem que a bateria descarregue, as duas formas permitem que o robô faça viagens de longas distâncias.

2.3. DRONE SOLAR

Na conferência F8 em março de 2015 o *Facebook* revelou que quer desenvolver *drones* solares para levar a internet em toda parte, ainda revelou que foi feito um primeiro voo de teste de um veículo aéreo não tripulado. Segundo Reisinger (2015) um *drone* em um modelo de pequena escala usado para testar a aerodinâmica, e alimentado por energia solar, que a empresa pretende enviar *aloft*, uma vez que trabalha para trazer a Internet para milhões de pessoas em todo o mundo

O uso da energia solar poderia ajudar com as aspirações para manter a aeronave no ar por "meses de cada vez." O protótipo anterior aeronave *Solar Impulse* cobrado suas baterias enquanto voava durante o dia e, em seguida, baseou-se em que a energia para continuar a voar durante a noite. Mas aeronave com os pilotos a bordo pode rapidamente correr para as limitações da resistência humana.

2.4. CARRO SUSTENTÁVEL

Conhecida por seus carros esportivos e modelos luxuosos, a montadora alemã *BMW* está agora mergulhada em um novo objetivo: pensar o futuro da mobilidade sobre rodas. Segundo Barros (2011) o carro é uma estratégia que envolve o lançamento de uma nova família de carros elétricos e híbridos, movidos a bateria e mais sustentáveis, além de um novo sistema para mobilidade urbana, que pretende redefinir o papel dos automóveis nas cidades.

A companhia desenvolveu um aplicativo com mapas e informações sobre tráfego e entretenimento usado em metrópoles como Nova York, Los Angeles, Paris, Londres, Tóquio e outras 34 cidades no mundo. Ele fornece informações para as plataformas *Android* e *iOS*. É útil para encontrar a melhor alternativa para chegar a um destino usando os vários meios de transporte, enquanto o carro fica recarregando suas baterias em um estacionamento público.

Com o celular o motorista poderá checar o nível de carga da bateria e sua autonomia, além de deixar previamente regulado o sistema de ar condicionado do veículo. Assim, se estiver frio, ele preaquece o interior; em dias mais quentes, o esfria. Com o crescimento do mercado de elétricos, os automóveis se tornarão acumulados de energia sobre rodas e poderão vender essa eletricidade para as companhias distribuidoras, que colocarão à disposição em horários de alto consumo. Os motoristas poderão, então, comprar energia nos momentos do dia em que ela estiver mais barata e vendê-la à rede nos horários de pico com preços mais vantajosos.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 PLACAS SOLARES

Segundo Prozzebon (2013), os painéis solares são dispositivos desenvolvidos para a conversão da radiação solar em energia. O dispositivo também é conhecido como “Painel Solar Fotovoltaico”. Alguns painéis exibem propriedades que proporcionam um efeito conhecido como “efeito fotovoltaico” que faz absorver e liberar elétrons. Quando estes elétrons são capturados, uma corrente elétrica pode ser usada como eletricidade.

Para Moraes (2014), placar solar ou painel solar é um dispositivo criado para converter a radiação solar em energia, trata-se do método mais limpo conhecido de geração de energia. Painéis Solares podem ser divididos em painéis solares fotovoltaicos e painéis térmicos.

3.2. SEQUÊNCIA DE FIBONACCI E CAPTAÇÃO EM FOLHA

A sequência de *Fibonacci* foi criada em 1202 por Leonardo de Pisa sendo uma sequência infinita de números que se inicia com 0 e 1. Essa sequência vai desenvolvendo com a soma dos 2 números anteriores, assim a sequência montada é a seguinte: 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144 e assim sucessivamente. Esse padrão numérico está presente em muitos seres vivos, essa sequência é aplicável nas ramificações de uma árvore. Como é mostrado na figura a seguir, pode-se observar que cada ramificação se divide conforme segue a sequência de Fibonacci.

Um garoto de 13 anos chamado Aidan Dwyer fez um projeto com placas solares que imita a disposição dos ramos como também das folhas, mostrado na figura 1.



Figura 1 - Projeto do garoto Aidan Dwyer

Foram feitos testes de captação de energia solar no modelo baseado em galhos de árvore e também o modelo convencional plano de captação de energia solar. Ao final dos testes foi concluído que o modelo baseado na sequência de *Fibonacci* teve mais eficiência na captação da energia chegando a serem 50% mais eficiente em épocas frias como o inverno, as posições diferentes dos painéis solares faz com que mesmo que alguns deles estejam na sombra, sempre há algum no Sol.

3.3. BANCO DE DADOS

Na figura 2 e 3 temos o modelo lógico e relacional de banco de dados que exemplificam a coleta de dados gerados pelo teste. A entidade Teste é composta por dois atributos que são Descrição e Código, sendo código a chave de identificação da entidade teste. A entidade fraca Resultado, ou seja, a entidade Resultado depende da existência da entidade Teste, que contém os atributos código como chave identificadora, tempo de teste e quantidade de bateria.

Por meio de um Teste pode-se obter vários Resultados, mas um Resultado deve estar relacionado a um e somente um Teste.

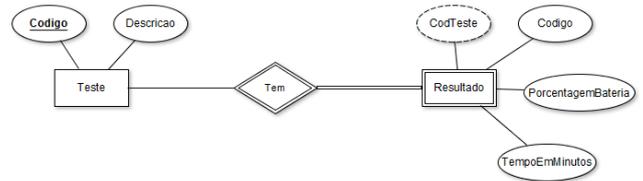


Figura 2 - Modelo Conceitual

Teste (Codigo, Descricao)
Resultado (Codigo, Cod Teste, Porcentagem Bateria Tempo em Minutos)

Figura 3 - Modelo Lógico

As tabelas 1 e 2 apresentadas mostram como estão organizados e guardados os dados dos testes feitos no Hardware. A tabela Teste mostra de qual maneira os testes foram realizados, e assim após a coleta de todos os dados, a tabela Resultado foi gerada. Cada tupla, conjunto de linhas de uma tabela do banco de dados, a tabela Resultado tem o seu próprio código e resultados individuais, que são: Tempo de Duração e a Porcentagem de Bateria restante. Tendo todos os resultados coletados e guardados, será feita a análise do ganho ou não de autonomia da bateria.

Teste	
Código	Descrição
1	Bateria
2	Bateria + Placa solar reta
3	Bateria + Placa solar torta

Tabela 1 - Tabela de Banco de Dados Teste

Tabela 2 - Tabela de Banco de Dados Resultados

Resultado			
CodResultado	CodTeste	Qtd de Bateria (%)	Tempo de Duração (M)
1	1	10	3.35
2	1	20	5.30
3	1	30	9.25
4	1	40	12.20
5	1	50	15.15
6	1	60	18.20
7	1	70	21.05
8	1	80	24.00
9	1	90	26.55
10	1	100	29.50
11	2	10	5.02
12	2	20	9.24
13	2	30	14.26
14	2	40	18.48
15	2	50	23.10
16	2	60	28.12
17	2	70	32.34
18	2	80	37.36
19	2	90	41.58
20	2	100	46.20
21	3	10	7.04
22	3	20	14.08
23	3	30	21.12
24	3	40	28.16
25	3	50	35.20
26	3	60	42.24
27	3	70	49.28
28	3	80	56.32
29	3	90	63.36
30	3	100	70.40

3.4 CÁLCULO NUMÉRICO

Na Disciplina de Cálculo Numérico foi utilizada técnica de Ajuste de Curvas usando a variância residual para saber o quão perto estamos dos dados reais. Para isso utilizamos os métodos de

Regressão, Eliminação de Gauss e Substituições Retroativas.

Os valores de X permanecem os mesmos para todos os testes, X refere-se à porcentagem da bateria, os valores de Y alternam de acordo com os testes, Y refere-se ao tempo em minutos que o equipamento funcionava em função da porcentagem.

A Tabela 3 mostra os valores medidos para todos os testes, queremos saber se o tempo alcançado pelos cálculos utilizando os métodos em 50% da bateria está próximo do valor obtido em 50% da tabela abaixo.

Tabela de testes com tempo de bateria			
% da Bateria	Tempo da Bateria	Tempo da Bateria + Placa Solar Reta	Tempo da Bateria + Placa Solar Torta
10%	3,35	5,02	7,04
20%	5,3	9,24	14,08
30%	9,25	14,26	21,12
40%	12,2	18,48	28,16
50%	15,15	23,1	35,2
60%	18,2	28,12	42,24
70%	21,05	32,34	49,28
80%	24	37,36	56,32
90%	26,55	41,58	63,36
100%	29,5	46,2	70,4

Tabela 3 - Tabela Testes com Tempo de Bateria

Com isso foi retirado de X o valor de 50% e seus resultados referentes a Y sobre cada tipo de teste.

X	10	20	30	40	60	70	80	90	100
---	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

Teste somente com a Bateria:

Y	3.3	5.	9.2	12.	18.	21.0	3	26.5	29.
	5	3	5	2	2	5	4	5	5

Com os cálculos obtivemos os seguintes valores:

$$B_0 = -0,259375 \text{ e } B_1 = 0,3187074$$

$Y = 0,15 + 0,28625 \cdot 50 \Rightarrow Y = 15,675995$
 (arredondando e transformando em minutos = 16,02)
 O valor da variância residual é $r^2 = 0,9988849$

Ao testarmos, o tempo atingido em 50% da bateria era 15,15 minutos, através do cálculo do ajuste de curvas, o valor descoberto foi 16,02 minutos, os valores estão próximos mas não idênticos, sabemos que estamos mais próximo do valor real pois o valor de $r^2 = 0,9988849$, como está mais próximo de 1, estamos próximos do valor real.

Teste com Bateria + Placas Solares Retas:

Y	5,	9,	14,	18,	28,	32,	37,	41,	46
	02	24	26	48	12	34	36	58	,2

Com os cálculos obtivemos os seguintes valores:

$$B0 = 5,5866146 \text{ e } B1 = 0,2260911$$

$$Y = 5,5866146 + 0,2260911 \cdot 50 \Rightarrow Y = 16,8911696$$

(arredondando e transformando em minutos = 17,29)

O valor da variância residual é $r^2 = 0,8776962$

Ao testarmos, o tempo atingido em 50% da bateria era 23,1 minutos, através do cálculo do ajuste de curvas, o valor descoberto foi 17,29 minutos, os valores estão mais distantes, como o valor de $r^2 = 0,8776962$, está mais distante de 1, por isso os valores não estão tão próximos.

Teste com Bateria + Placas Solares Tortas:

Y	7,	14,	21,	28,	42,	49,	56,	63,	70
	04	08	12	16	24	28	32	36	,4

Teste com Bateria + Placas Solares Tortas:

Com os cálculos obtivemos os seguintes valores:

$$B0 = 0 \text{ e } B1 = 0,704$$

$$Y = 0 + 0,704 \cdot 50 \Rightarrow Y = 35,2$$

O valor da variância residual é $r^2 = 1$

Ao testarmos, o tempo atingido em 50% da bateria era 35,2 minutos, através do cálculo do ajuste de curvas, o valor descoberto foi 35,2 minutos, como o valor de $r^2 = 1$ os valores são idênticos.

3.5 MATEMÁTICA DISCRETA E TEORIA DA COMPUTAÇÃO

Mediante aos dados coletados dos testes com os três casos utilizados no trabalho científico, sendo somente com bateria, bateria com placa solar reta e finalizando bateria com placa solar tortas, foram coletadas 30 amostras.

Com a combinação de dados obtidos nos testes formou-se conjuntos, assim finalizando e identificando uma função sobrejetora, por ter dados de tempo de bateria testados iguais a testes anteriores feitos.

No conjunto o número de teste seria o domínio e o tempo que foi medido é o contradomínio.

4. METODOLOGIA

Este trabalho baseia-se em referências teóricas com a finalidade de analisar o uso de placas solares em *Hardwares*. Para levantamento desse trabalho desenvolveu-se uma vasta pesquisa em sites, livros, revistas e diálogo entre amigos de turma.

O jovem Aidan Dwyer de *Northport* teve uma idéia simples e eficiente.

Aidam viajava a passeio durante o inverno nas montanhas de *Catskill*, em Nova York e notou a forma dos ramos da árvore formavam um padrão. Analisando as fotos que ele mesmo tirou, reconheceu o padrão espiral e concluiu que as árvores crescem assim para coletar melhor a luz solar, principalmente no rigoroso inverno do hemisfério norte.

Enfim ele identificou e copiou a sequência de *Fibonacci* na construção de coletores solares dando-lhes a forma de galhos de árvore e comprovou que este modelo aumenta em 20% a 50% a eficiência da coleta de energia solar.

"Segundo Aidan o projeto da árvore ocupa menos espaço do que o painel plano e trabalha em locais que não têm uma visão completa do sul. Que recolhe mais luz solar no inverno (isto para o hemisfério norte). Sombra e mau tempo como a neve não o prejudicam, porque os painéis não são planos. O ponto forte é ele se parece com uma árvore. Um projeto como este pode funcionar melhor em áreas urbanas onde o espaço e a luz solar direta são difíceis de encontrar. "

6. CONCLUSÃO

Com resultados obtidos no trabalho, pôde-se concluir que a autonomia de baterias em *hardwares* controlado por humanos ou automatizados tem sua importância para aplicações apresentadas. Além de ser utilizado no produto desenvolvido a aplicação se torna viável para outros dispositivos que utilizam bateria e tem seu uso interrompido para que possam efetuar cargas. No trabalho apresentado se obtém uma solução viável para esta demanda, tornando os *hardwares* sustentáveis e contribuindo para a economia de energia.

REFERÊNCIAS

10º CONGRESSO DE PESQUISA E EXTENSÃO, CONHECIMENTO E RIQUEZAS. Disponível em: http://eventos.ufg.br/SIEC/portalproec/sites/site7201/site/artigos/03_pibic-em/03_pibic-em.pdf. Acesso em 04 de Maio de 2015.

BARROS, Fernando Veleika. **Carro Sustentável.** 2011 Disponível em:

<http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/desenvolvimento/bmw-carros-eletricos-fibra-carbono-sustentavel-esperto-infoexame-631112.shtml>. Acesso em 08 de Junho de 2015.

CARVALHO, Felipe Borges de. **TI Verde – Práticas sustentáveis para sua empresa.** 2011. Disponível em: http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/1178. Acesso em 10 de Junho de 2015.

FORTE, Fernando; MARCONDES, Rodrigo. **Como funciona o sistema de energia solar com placas fotovoltaicas?.** 2011

FREIRE, Raquel. **Painel Solar Transparente.** 2014

IEEE. **A Control Approach for Thrust-Propelled Underactuated Vehicles and its Application to VTOL Drones.** 2009. Disponível em: http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?reload=true&tp=&arnumber=5173496&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fxppls%2Fabs_all.jsp%3Farnumber%3D5173496. Acesso em 04 de Maio de 2015.

LACERDA, Wharrysson. **TI Verde e Sustentabilidade.** 2009.

MACIEL, Marina. **Robô - Peixe - Análise da Qualidade da água com o uso de pouca energia.** 2013. Disponível em: <http://super.abril.com.br/blogs/planeta/tag/robo/>. Acesso em 08 de Junho de 2015.

MAURER, Eduarda Bruna. LANES, Letícia B. F. **Práticas sustentáveis em TI.** 2012.

MORAES, Everton. **Introdução a Sistemas Fotovoltaicos**. 2014.

OHARA, Dave. **Computação Sustentável - Filtrando o Greenwashing**. Disponível em: <https://technet.microsoft.com/pt-br/magazine/2008.08.sustainablecomputing.aspx>. Acesso 09 de Junho de 2015.

POZZEBON, Rafaela. **O que são drones? Onde eles costumam ser usados?**. 2014. Acesso em 04 de Maio de 2014.

REISINGER, Don. **Facebook wants solar drone to bring Internet far and wide**. 2015. Disponível em: <http://www.cnet.com/news/facebooks-solar-powered-drones-to-take-flight-this-summer/>. Acesso em 04 de Maio de 2015.

SCUSSEL, Alexandre. **Invasão dos Drones do mercado mundial**. 2014.

SILVA, M. L. C.; MELO, N. H. P. L.; SOUZA, E. T. **Manual para Elaboração e Normalização de Trabalhos Acadêmicos Conforme Normas da ABNT**. Belo Horizonte: UniBH, 2008. 105 p. Disponível em: <http://unibh.br/unibh-biblioteca>. Acesso em 03 de Março de 2015.

VARELLA, João. **Os drones invadem os negócios**. 2014. Disponível em: <http://www.istoedinheiro.com.br/noticias/mercado-digital/20140124/drones-invadem-negocios/146050.shtml>. Acesso em 04 de Maio de 2015.

WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENTAL AND DEVELOPMENT (WCED). **Our common future**. Oxford: Oxford University Press, 1987.

ANEXOS

ALGORITMOS

ELIMINAÇÃO DE GAUSS

```
function [b]=Gauss(n, A, b)
for i=1:n-1
    posMaior=i;
    maior=abs(A(i,i));
    for j=i+1:n
        if abs(A(j,i))>maior then
            maior=abs(A(j,i));
            posMaior=j;
        end
    end
    if posMaior~=i then
        for j=1:n
            temp=A(i,j);
            A(i,j)=A(posMaior,j);
            A(posMaior,j)=temp;
        end
        temp=b(i);
        b(i)=b(posMaior);
        b(posMaior)=temp;
    end
    if A(i,i)~=0 then
        for k=i+1:n
            mult=A(k,i)/A(i,i);
            for j=i:n
                A(k,j)= -1*mult*A(i,j)+A(k,j);
            end
            b(k)= -1*mult*b(i)+b(k);
        end
    end
end
[b]=Retro(n,A,b);
endfunction
```

REGRESSÃO

```
function [b, r2, sigma2]=Regressao(n, v, p, x, y)
if (v>1) & (v+1 ~= p) then
    error("Modelo Invalido");
end

for i=1:l:n
    for j=v+1:l:2
        x(i,j) = x(i,j-1);
    end
    x(i,1)=1
end

if (v==1) & (p>2) then
    for j=2:l:p-1
        for i=1:l:n
            x(i,j+1)=(x(i,2)^j);
        end
    end
end
```

```

for i=1:1:p
    for j=1:1:p
        soma = 0;
        for k = 1:1:n
            soma = soma + x(k,i)*x(k,j);
        end
        Sxx(i,j) = soma;
    end
    soma = 0;
    for k = 1:1:n
        soma = soma + x(k,i)*y(k);
    end
    Sxy(i) = soma;
end
[b]=Gauss(p,Sxx,Sxy)
desvio=0;
Sy2=0;
for i=1:1:n
    soma=0;
    for j=1:1:p
        soma=soma+b(j)*x(i,j);
    end
    u(i)=soma;
    d(i)=y(i)-u(i);
    desvio=desvio+(d(i)^2);
    Sy2=Sy2+(y(i)^2);
end
r2=1-desvio/(Sy2-(Sxy(1)^2)/n);
sigma2=desvio/(n-p);
endfunction

```

RETROATIVAS

```

function [x]=Retro(n, U, d)
for i=n:-1:1
    soma=0;
    for j=i+1:n
        soma=soma+U(i,j)*x(j);
    end
    x(i)=(d(i)-soma)/U(i,i);
end
endfunction

```