



Universidade Federal de Campina Grande

Centro de Engenharia Elétrica e Informática

Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

BRUNA MARIA JUSTINO CRUZ

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

Campina Grande, Paraíba
Agosto de 2012

BRUNA MARIA JUSTINO CRUZ

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

*Relatório de Estágio Supervisionado
submetido à Unidade Acadêmica de
Engenharia Elétrica da Universidade
Federal de Campina Grande como parte
dos requisitos necessários para a obtenção
do grau de Bacharel em Ciências no
Domínio da Engenharia Elétrica.*

Área de Concentração: Processamento de Energia

Orientador:

Professor Jaidilson Jó da Silva, D. Sc.

Campina Grande, Paraíba
Agosto de 2012

BRUNA MARIA JUSTINO CRUZ

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

Relatório de Estágio Supervisionado submetido à Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande em cumprimento parcial às exigências para obtenção do grau de Engenheiro Eletricista.

Área de Concentração: Processamento de Energia

Aprovado em / /

ALUNA: _____
Bruna Maria Justino Cruz

ORIENTADOR: _____
Jaidilson Jó da Silva, D. Sc.

Campina Grande, Paraíba,
Agosto de 2012

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre estar presente, iluminando meu caminho e me abençoando em todos os momentos da vida.

Aos meus pais e irmãos pela confiança em mim depositada, pela admiração, e acima de tudo pelo amor.

Ao professor Jaidilson Jó da Silva pela oportunidade de estágio, por toda a paciência, dedicação e estímulo.

A Pablo por todo o incentivo, paciência e amor.

Ao professor Saulo Oliveira Dornellas Luiz pelas valiosas orientações e contribuições ao longo de minha formação acadêmica.

A todos os amigos do EMBEDDED.

*“As pessoas parecem concentrar-se melhor
Quando o que lhes é exigido é um pouco mais que o habitual
E elas podem dar mais que o habitual.
Se as exigências são poucas demais, elas se entediam.”*

Daniel Goleman.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Imagem do Netbook Mobo Black 3G 3030.....	5
Figura 2: Gráficos obtidos com os testes com <i>Wi-Fi</i> e <i>Ethernet</i> desligadas.	12
Figura 3: Gráficos obtidos com testes com <i>Ethernet</i> desligada e <i>Wi-Fi</i> ligada.....	13
Figura 4: Gráficos obtidos com testes com <i>Ethernet</i> desligada e <i>Wi-Fi</i> ligada.....	13
Figura 5: Gráficos obtidos com o Teste 1, Esquema Equilibrado do Windows 7.....	16
Figura 6: Gráficos obtidos com o Teste 2, Esquema Equilibrado do Windows 7.....	17
Figura 7: Gráficos obtidos com o Teste 3, Esquema Equilibrado do Windows 7.....	17
Figura 8: Gráficos obtidos com o Teste 1, GDE.....	17
Figura 9: Gráficos obtidos com o Teste 2, GDE.....	18
Figura 10: Gráficos obtidos com o Teste 3, GDE.....	18
Figura 11: Gráficos obtidos com o Esquema Equilibrado do Windows 7 - vídeo 10 minutos. ..	19
Figura 12: Gráficos obtidos com o Esquema Equilibrado do Windows 7 - acesso a arquivo do HD de 3 em 3 minutos.	20
Figura 13: Gráficos obtidos com o Esquema Equilibrado do Windows 7 - acesso a arquivo do HD de 4 em 4 minutos.	20
Figura 14: Gráficos obtidos com o Esquema Equilibrado do Windows 7 - acesso a arquivo do HD de 5 em 5 minutos.	21
Figura 15: Gráficos obtidos com o GDE - vídeo 10 minutos.....	21
Figura 16: Gráficos obtidos com o GDE - acesso a arquivo do HD de 3 em 3 minutos.....	21
Figura 17: Gráficos obtidos com o GDE - acesso a arquivo do HD de 4 em 4 minutos.....	22
Figura 18: Gráficos obtidos com o GDE - acesso a arquivo do HD de 5 em 5 minutos.....	22
Figura 19: Gráficos obtidos com o Teste 1 com GDE.	23
Figura 20: Gráficos obtidos com o Teste 1 com perfil Equilibrado do Windows 7.....	24
Figura 21: Gráficos obtidos com o Teste 2 com GDE.	24
Figura 22: Gráficos obtidos com o Teste 2 com perfil Equilibrado do Windows 7.....	24
Figura 23: Gráficos obtidos com o teste com USB para o Perfil GDE.	26
Figura 24: Gráficos obtidos com o teste com USB para o Perfil Equilibrado.	26
Figura 25: Gráficos obtidos com o Esquema Equilibrado do Windows 7 - com vídeo.	28
Figura 26: Gráficos obtidos com o Perfil Padrão do GDE - com vídeo.....	28
Figura 27: Gráficos obtidos com o Esquema Equilibrado do Windows 7 - com Word.....	28
Figura 28: Gráficos obtidos com o Perfil Padrão do GDE - com Word.....	29
Figura 29: Gráficos obtidos com o Esquema Equilibrado do Windows 7 - com vídeo + tempo inativo.....	29
Figura 30: Gráficos obtidos com o Perfil Padrão do GDE - com vídeo + tempo inativo.....	29
Figura 31: Gráficos obtidos com o Teste 1.	31
Figura 32: Gráficos obtidos com o Teste 2.	32
Figura 33: Gráficos obtidos com o Teste 5.	32
Figura 34: Gráficos obtidos com o Teste 6.	32
Figura 35: Gráficos obtidos com o Perfil Avião do GDE - script Word_música_5.....	34
Figura 36: Gráficos obtidos com o Esquema Equilibrado do Windows 7 - script Word_música_5.	34
Figura 37: Gráficos obtidos com o Perfil Avião do GDE - script Video_5.	35
Figura 38: Gráficos obtidos com o Esquema Equilibrado do Windows 7 - script Video_5.	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Potência do netbook sob carga de trabalho variando-se a frequência do processador ..	9
Tabela 2: Potência do Netbook sem carga de trabalho variando-se a frequência do processador	10
Tabela 3: Potência do Netbook sob carga de trabalho variando-se o período de acesso ao HD.	10
Tabela 4: Potência do Netbook com e sem carga de trabalho variando-se o estado de energia da USB	10
Tabela 5: Potência do Netbook com carga de trabalho (acesso a uma página da Internet) variando-se o período de acesso a uma página da Internet e o estado de energia do Wi-Fi	11
Tabela 6: Potência do LCD do Netbook	11
Tabela 7: Potência do Netbook devido à Webcam.....	12
Tabela 8: Potência do Netbook variando-se os estados de Ethernet e Wi-Fi no gerenciador de dispositivos do Windows 7	13
Tabela 9: Potência do Netbook em relação ao processador	18
Tabela 10: Potência do Netbook sob carga de trabalho variando-se o período de acesso ao HD	22
Tabela 11: Potência do LCD do Netbook	23
Tabela 12: Potência do Netbook para o Teste 1	25
Tabela 13: Potência do Netbook para o Teste 2	25
Tabela 14: Potência do Netbook considerando o uso de uma porta USB por 5 minutos	26
Tabela 15: Configurações dos dispositivos para o Perfil Padrão	27
Tabela 16: Comparação entre o Perfil Padrão e o Esquema Equilibrado.....	30
Tabela 17: Configurações dos dispositivos para os Perfis Música e Vídeo	30
Tabela 18: Comparação entre os Perfis Música, Vídeo e Equilibrado do Windows 7.....	33
Tabela 19: Configurações dos dispositivos para o Perfil Avião	33
Tabela 20: Comparação entre o Perfil Avião e o esquema Equilibrado.....	35

APRESENTAÇÃO

O estágio supervisionado foi realizado no Laboratório de Sistemas Embarcados e Computação Pervasiva (EMBEDDED), da Universidade Federal de Campina Grande, durante o período de 09 de janeiro de 2012 a 29 de junho de 2012.

As atividades desenvolvidas durante o estágio foram: estudo, desenvolvimento e aplicação de técnicas de Gerenciamento de Energia direcionadas ao *Netbook* Positivo Mobo Black 3G 3030, estudo e uso do programa *Jitbit Macro Recorder*, realização de testes usando a Plataforma de Aquisição de Dados (DAQ) afim de, obter medições de potência que irão auxiliar na construção de um Gerenciador de Energia para o *Netbook*. Por fim, para validação do modelo, foram realizadas as comparações entre o perfil equilibrado do Windows 7 e o Gerenciador Dinâmico de Energia (GDE).

SUMÁRIO

1	Introdução.....	1
1.1	Objetivos.....	1
2	Gerenciamento Dinâmico de Energia.....	3
3	Plataforma Alvo	4
3.1	Windows 7	4
3.2	<i>Netbook</i> Mobo Black 3G 3030.....	4
3.3	Placa de Aquisição de Dados	5
3.4	LabVIEW.....	6
3.5	<i>Jitbit Macro Recorder</i>	6
3.6	MATLAB.....	6
3.7	Descrição dos <i>Scripts</i>	6
4	Atividades Realizadas	7
4.1	Atividade 1: Medição do Consumo de Energia do <i>Netbook</i>	7
4.2	Atividade 2: Medição de Consumo do <i>Netbook</i> Executando a versão 1.0 do GDE	8
4.3	Atividade 3: Definição e Otimização de Perfis.....	8
5	Resultados	9
5.1	Resultados da atividade 1: Medição do Consumo de Energia do <i>Netbook</i>	9
5.2	Resultado da Atividade 2: Medição de Consumo do <i>Netbook</i> Executando a versão 1.0 do GDE	15
5.3	Resultado da Atividade 3: Definição e Otimização de Perfis	27
6	Conclusão	36
	Bibliografia.....	37

1 INTRODUÇÃO

O Laboratório de Sistemas Embarcados e Computação Pervasiva (Embedded) faz parte do Centro de Engenharia Elétrica e Informática (CEEI) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), em Campina Grande, Paraíba. Fundado em dezembro de 2005, o laboratório ocupa um prédio de 600 metros quadrados no campus da UFCG.

O laboratório possui histórico de parcerias com grandes empresas, em projetos relacionados à sua área de atuação. Além do altíssimo nível técnico respaldado pela competência de docentes dos cursos de Engenharia Elétrica e Ciência da Computação da UFCG, oferece um processo organizacional e de acompanhamento de projetos que trazem a certeza do sucesso ao investimento dos parceiros.

Através da UFCG, o Laboratório Embedded é credenciado no Comitê da Área de Tecnologia de Informação (CATI) para receber recursos da Lei de Informática, tendo o Parque Tecnológico da Paraíba como interveniente financeiro também credenciado no CATI.

A missão do Embedded é avançar no estado da arte nas áreas de sistemas embarcados e computação pervasiva, promovendo ações que permitam que tais avanços tragam benefícios para a sociedade através de parcerias com grandes empresas. Para isso, tem-se uma equipe formada por pesquisadores doutores, alunos de doutorado, mestrado e graduação focados na produção de conhecimento e na aplicação deste conhecimento na resolução de problemas reais da indústria, equilibrando perspectivas acadêmicas com as necessidades de mercado [11].

1.1 OBJETIVOS

O objetivo principal do estágio foi fornecer o suporte para a implementação de um Gerenciador Dinâmico de Energia (GDE) para o *Netbook* Positivo Mobo Black 3G 3030. Os objetivos específicos que deram respaldo ao objetivo principal foram o estudo e utilização do programa *Jibit Macro Recorder* e da Plataforma de Aquisição de Dados (DAQ), LabVIEW, MATLAB, além do estudo das características do Windows 7.

Este relatório está organizado em 6 capítulos. No Capítulo 2 são apresentadas algumas informações sobre o Gerenciamento de Energia. No Capítulo 3, são apresentadas as características da plataforma alvo, o *Netbook*, o programa *Jitbit Macro Recorder* e a Plataforma de Aquisição de Dados (DAQ). No Capítulo 4, são apresentadas as atividades desenvolvidas. No capítulo 5, são apresentados os resultados obtidos. E no Capítulo 6 são feitas as considerações finais.

2 GERENCIAMENTO DINÂMICO DE ENERGIA

Reduzir o consumo de energia de sistemas computacionais, além de uma necessidade, representa uma área de pesquisa desafiante. Por exemplo, num processador de um sistema computacional, é preciso conciliar velocidade de processamento e resfriamento de *hardware*. Quanto maior for a velocidade de processamento, maior será a dissipação de calor e maiores serão os gastos com resfriamento [1].

Para dispositivos móveis, alimentados por baterias como, *notebooks*, *netbooks*, telefones celulares, *tablets*, etc, existe uma demanda crescente de desempenho [4]. Processadores mais poderosos, maior quantidade de memória, interfaces de rede, etc, contribuem para tornar a carga do sistema cada vez maior. Assim, é preciso fornecer maior autonomia ao sistema. Contudo, a densidade de energia armazenada nas baterias não tem aumentado na mesma taxa que o desempenho requerido pelos sistemas computacionais. Assim, é necessário o desenvolvimento de técnicas de gerenciamento de energia, para reduzir o consumo de energia de sistemas computacionais, e assim permitir uma maior autonomia com o mesmo ou menor tamanho das baterias.

Nesse contexto insere-se o Gerenciamento Dinâmico de Energia (GDE), que é uma das técnicas mais utilizadas na indústria e que explora características de *hardware*, possibilitando assim mudanças no modo de operação de alguns componentes do sistema, sem prejudicar o desempenho, de forma a economizar energia e aumentar a autonomia do sistema [5].

Para atender à demanda crescente por energia, os fabricantes de semicondutores têm desenvolvido várias técnicas que visam a redução do consumo de potência, tais como estados de baixo consumo e escalonamento dinâmico de tensão e frequência (DVFS) [2]. Entretanto, usar bem esses recursos para obter redução no consumo e conseqüentemente otimização da bateria requer o desenvolvimento de uma política de gerenciamento de energia que estime com precisão a carga de trabalho do sistema e a potência consumida pelo sistema.

Modelos de potência são importantes para a otimização e o gerenciamento de energia em sistemas alimentados por baterias. Existem modelos de potência que são construídos em laboratórios, com auxílio de um segundo computador dedicado à

aquisição de dados, e requerem grande quantidade de experimentos. No entanto, esses modelos não se adaptam à grande variedade de *hardware* utilizado em sistemas móveis, porque são estimados para uma plataforma alvo específica. Outros modelos estimam o consumo de energia para intervalos de tempo maiores que um segundo, o que não permite uma precisão mais fina da carga. Um terceiro modelo é aquele em que o sistema móvel gera automaticamente seu modelo de potência sem qualquer ajuda externa [3].

3 PLATAFORMA ALVO

A seguir são apresentadas as características da plataforma alvo, e dos *softwares* utilizados na realização do estágio.

3.1 WINDOWS 7

No Sistema Operacional Windows 7, a energia é gerenciada utilizando-se os conceitos de esquemas de energia. São disponibilizados três esquemas de energia nesse sistema computacional [6]:

- Economia de Energia (*Power saver*);
- Alto Desempenho (*High performance*);
- Equilibrado (*Balanced*).

O esquema Equilibrado é definido como padrão. Cada esquema de energia é constituído por diversas configurações de energia, que podem ser modificadas nas opções avançadas de um esquema de energia no painel de controle.

A partir de uma API de Gerenciamento de Energia padrão, contudo, não é possível ter acesso direto a certas configurações, tais como a frequência do processador, uso de disco, brilho de tela, entre outros. É possível criar um esquema de energia e, posteriormente, escolher o esquema que se deseja utilizar.

3.2 NETBOOK MOBO BLACK 3G 3030

As características do *Netbook Mobo Black 3G 3030*, são as seguintes [7]:

- Número de série: 1A107TB9Y;

- Processador Intel® Atom™ N270 de baixo consumo de energia;
- Autêntico Windows® XP Home;
- Tela LCD (*Liquid Crystal Display*) de 10,1" *widescreen*;
- Modem 3G embutido;
- Memória RAM 1 GB DDR2;
- HD 160 GB;
- *Webcam* de 1,3 megapixel e microfone integrados;
- Internet sem fio;
- Rede 10/100 Mbps, *Fast Ethernet*;
- Teclado Português Brasil, 83 teclas;
- Mouse tipo *Touchpad, Scroll*, 2 botões;
- Portas de conexão USB;
- Bateria Li-ion, 2200mAh com autonomia de até 2 horas e 30 minutos;
- Peso com bateria 1,1 kg ou 1,3 kg com bateria extra;

Na Figura 1 é possível visualizar uma imagem do *netbook*.



Figura 1: Imagem do Netbook Mobo Black 3G 3030.

3.3 PLACA DE AQUISIÇÃO DE DADOS

Para efetuar a medição de tensão e corrente fornecidas pela rede ao Netbook, utilizou-se o sistema de aquisição de dados da *National Instruments*, o NI-USB-6210 que se conecta a um computador via USB (*Universal Serial Bus*). No computador pessoal foi utilizado o programa LabVIEW no sistema operacional Windows para aquisição dos dados fornecidos pelo NI USB-6210 [8].

3.4 LABVIEW

LabVIEW é uma linguagem de programação gráfica que utiliza ícones, em vez de linhas de texto, para criar aplicações. No LabVIEW, pode-se construir uma interface de usuário, utilizando um conjunto de ferramentas e objetos.

O LabVIEW está totalmente integrado para comunicação com diversos *hardwares* e dispositivos DAQ plug-in. Dentre outras aplicações é possível utilizar o LabVIEW para aquisição de dados, e armazená-los em um arquivo de texto [8].

3.5 JITBIT MACRO RECORDER

O *Jitbit Macro Recorder* é um programa desenvolvido para o Windows, que dentre outras funções, é capaz de gravar os movimentos do mouse e do teclado.

É ideal para realizar atividades repetitivas, pois, pode-se realizar uma sequência de comandos de forma a gerar o *script* desejado, e então repetir o *script* quantas vezes for necessário, evitando assim possíveis erros [9].

3.6 MATLAB

Matlab é um ambiente de programação para desenvolvimento de algoritmos, análise de dados, visualização e cálculo numérico [10].

O Matlab foi utilizado para tratar os dados obtidos com a aquisição de dados e dessa forma obter-se os valores de tensão, corrente e potência média, que foi o parâmetro utilizado na comparação do desempenho do Gerenciador Dinâmico de Energia e o esquema Equilibrado do Windows 7.

3.7 DESCRIÇÃO DOS SCRIPTS

Para validação e otimização do Gerenciador Dinâmico de Energia ao longo do processo de aprimoramento, foram feitas comparações entre o esquema de energia ‘Equilibrado’ do Windows 7 e o Gerenciador dinâmico de Energia desenvolvido.

Para reproduzir a carga mais idêntica possível nos dois esquemas de energia de interesse, optou-se pela geração de *scripts* através do *software Jitbit Macro Recorder*.

Os *scripts* foram gerados de acordo com o interesse no tipo de carga desejada. Alguns *scripts* utilizados nos experimentos foram:

- *Script* Música: abrir a música ‘just a dream’ pelo Windows Media Player. Após 5 minutos encerrar o *script*.
- *Script* Vídeo: abrir o vídeo ‘wildlife’ pelo Windows Media Player. Após 5 minutos encerrar o *script*.
- *Script* Internet: rodar um vídeo no youtube. Após 5 minutos encerrar *script*.
- *Word_música*: Abrir a música ‘just a dream’ no volume máximo e em seguida abrir o Word. Usar a função =rand(200,99) para gerar texto, descer uma pagina a cada 30 segundos. Após 5 minutos fechar os aplicativos e encerrar o *script*.

Os *scripts* foram gerados para comparar a versão do Gerenciador Dinâmico de Energia com o esquema Equilibrado do Windows 7.

4 ATIVIDADES REALIZADAS

Foram testados todos os componentes de hardware do *Netbook* para os quais há controles dinâmicos, e também foi implementado um sistema de aquisição de dados para medição da potência consumida pelo *Netbook* ao longo do tempo. Para alcançar o objetivo da implementação de um gerenciador de energia para o Windows 7 com minimização do consumo de energia do *Netbook*, as atividades realizadas são apresentadas nas Seções 4.1, 4.2 e 4.3.

4.1 ATIVIDADE 1: MEDIÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA DO *NETBOOK*

Por meio do módulo de aquisição de dados NI USB-6210, foi possível medir o consumo de energia do *Netbook* devido aos seguintes componentes:

- a. Processador;
- b. HD;
- c. USB;

- d. *Wi-Fi*;
- e. *Ethernet*;
- f. LCD;
- g. *Webcam*.

A partir dos dados experimentais obtidos, do conhecimento das interdependências entre os componentes de *hardware*, e do estudo de técnicas de gerenciamento de energia propostas na literatura, foram propostas técnicas de gerenciamento de energia para os mesmos componentes do *Netbook*.

4.2 ATIVIDADE 2: MEDIÇÃO DE CONSUMO DO *NETBOOK* EXECUTANDO A VERSÃO 1.0 DO GDE

Por meio do módulo de aquisição de dados NI USB-6210, foi possível medir o consumo de energia do *Netbook* executando o gerenciador de energia, considerando os seguintes componentes:

- a. Processador;
- b. HD;
- c. USB;
- d. *Wi-Fi*;
- e. *Ethernet*;
- f. LCD.

4.3 ATIVIDADE 3: DEFINIÇÃO E OTIMIZAÇÃO DE PERFIS

O objetivo dessa atividade foi definir perfis que mais se aproximem da necessidade atual do usuário, promovendo dessa forma a maior autonomia possível da bateria.

Foram definidas as configurações para a criação de quatro perfis:

- a. Padrão;
- b. Avião;
- c. Música;
- d. Vídeo.

Em seguida o consumo dos mesmos perfis foi comparado com o esquema de energia Equilibrado do Windows 7.

5 RESULTADOS

Os resultados obtidos em cada uma das atividades que foram propostas são apresentados nas Seções 5.1, 5.2 e 5.3.

5.1 RESULTADOS DA ATIVIDADE 1: MEDIÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA DO *NETBOOK*

Nesta atividade, foi realizada a medição do consumo de energia do *Netbook* variando-se os estados de energia e a carga de trabalho de Processador, HD, USB, *Wi-Fi*, LCD e *Webcam*.

É apresentada na Tabela 1 a potência consumida pelo *Netbook* sob carga de trabalho (vídeo), para a frequência mínima e máxima do processador. Verifica-se que reduzindo-se a frequência, é reduzida a potência consumida. Para a carga de trabalho utilizada, um vídeo, não foi observada perda de desempenho, ou seja, a utilização do processador (percentual de tempo em que este executa instruções) foi menor que 100%.

Tabela 1: Potência do netbook sob carga de trabalho variando-se a frequência do processador

Esquema de energia	Potência (W)
	Carga (Vídeo - 5min)
Equilibrado (processador 0,8GHz)	14,4848
Equilibrado (processador 1,6GHz)	14,9600

É apresentada na Tabela 2 a potência consumida pelo *Netbook* sem carga de trabalho, variando-se a frequência do processador (em percentuais da frequência máxima). Verifica-se que reduzindo-se a frequência, é reduzida a potência consumida.

Verifica-se também que a potência consumida pelo *Netbook* na presença de carga é maior que quando sem carga.

Tabela 2: Potência do Netbook sem carga de trabalho variando-se a frequência do processador

Esquema de energia	Potência (W)
	Carga (Ocioso – 1 minuto)
Equilibrado (processador 50%)	12,7604
Equilibrado (processador 100%)	13,1229

É apresentada na Tabela 3 a potência consumida pelo *Netbook* sob carga de trabalho (acesso a um arquivo no HD), variando-se o *timeout* para desligamento do HD (em minutos), e variando-se o período de acesso a um arquivo no HD. Verifica-se que houve redução de potência em relação ao esquema Equilibrado (padrão, sem *timeout*) quando o *timeout* é menor que o período de acesso ao HD, exceto no caso do *timeout* de 1 minuto e período de acesso ao HD de 2 em 2 minutos.

Tabela 3: Potência do Netbook sob carga de trabalho variando-se o período de acesso ao HD

Política de Energia	Período de Acesso		
	2 em 2 minutos	3 em 3 minutos	4 em 4 minutos
Equilibrado (padrão, sem timeout)	12,8288W	12,8516W	12,8663W
Equilibrado (HD, timeout de 1 min)	12,8997W	12,5130W	12,4805W
Equilibrado (HD, timeout de 2 min)	12,9095W	12,7356W	12,6088W
Equilibrado (HD, timeout de 3 min)	12,9097W	12,8929W	12,7750W

É apresentada na Tabela 4 a potência consumida pelo *Netbook* com carga de trabalho (Vídeo 10 minutos e *Pendrive* aos 4 e aos 8 minutos), e sem carga de trabalho, variando-se o estado de energia da USB. Verifica-se que há redução de potência com a suspensão seletiva de USB.

Tabela 4: Potência do Netbook com e sem carga de trabalho variando-se o estado de energia da USB

	Potencia média consumida (W) (com carga)	Potencia média consumida (W) (sem carga)
Com suspensão seletiva	15,1702	12,3185
Sem suspensão seletiva	15,4739	12,5194

É apresentada na Tabela 5 a potência consumida pelo *Netbook* sob carga de trabalho (acesso à uma página da *Internet*), variando-se o período de acesso a uma página da *Internet* e o estado de energia do *Wi-Fi*. Verifica-se que: para cada estado de energia, quanto maior o intervalo entre os acessos à página da *Internet*, menor a potência; a potência é decrescente na ordem *LowPowerSaving*, *MedPowerSaving* e *MaxPowerSaving*. Sendo esses três últimos modos citados, configurações de energia para os dispositivos de rede fornecidos no Gerenciador de Energia do Windows 7.

Tabela 5: Potência do Netbook com carga de trabalho (acesso a uma página da Internet) variando-se o período de acesso a uma página da Internet e o estado de energia do Wi-Fi

Período de acesso	MaxPowerSaving	MedPowerSaving	LowPowerSaving
A cada um minuto	13,9454W	14,4139W	14,7645W
A cada dois minutos	13,6504W	14,3767W	14,6579W
A cada três minutos	13,5239W	14,2545W	14,6303W

É apresentada na Tabela 6 a potência consumida pelo *Netbook* variando-se o estado de energia do LCD. Verifica-se que há redução da potência consumida com a diminuição do brilho no LCD.

Tabela 6: Potência do LCD do Netbook

Estado do LCD	Potência (ocioso por um minuto)
Brilho mínimo + 0%	11,7256W
Brilho mínimo +10%	11,7990W
Brilho mínimo +20%	11,8732W
Brilho mínimo +30%	11,9617W
Brilho mínimo +40%	12,0785W
Brilho mínimo +50%	12,3892W
Brilho mínimo +60%	12,4338W
Brilho mínimo +70%	12,5706W
Brilho mínimo +80%	12,8916W
Brilho mínimo +90%	13,1448W
Brilho mínimo +100%	13,5728W

É apresentada na Tabela 7 a potência consumida pelo *Netbook* com a *Webcam* inativa ou com a *Webcam* ativa (foi executado o programa *ManyCam* e em seguida este foi minimizado para a barra de tarefas). Verifica-se que há redução de 3,3W de potência com a *Webcam* inativa.

Tabela 7: Potência do *Netbook* devido à *Webcam*

	Potencia média consumida (W)
Webcam inativa	10,2193
Webcam ativa	13,5215

Na Figura 2, é apresentado o resultado da medição de potência consumida pelo *Netbook*, realizado pelo DAQ utilizando o LabVIEW, quando *Wi-Fi* e *Ethernet* estão desligadas. Nas Figuras 3 e 4 são apresentados os resultados das medições de potência pro *Netbook* para *Ethernet* desligada e *Wi-Fi* ligada, e *Ethernet* ligada e *Wi-Fi* desligada, respectivamente.

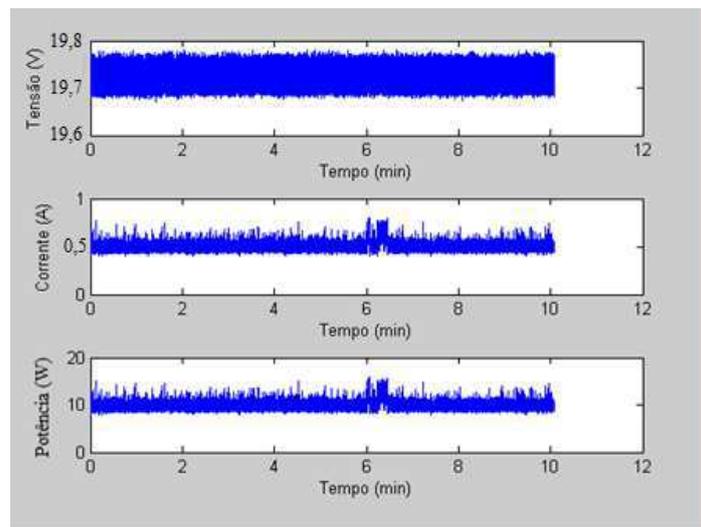


Figura 2: Gráficos obtidos com os testes com *Wi-Fi* e *Ethernet* desligadas.

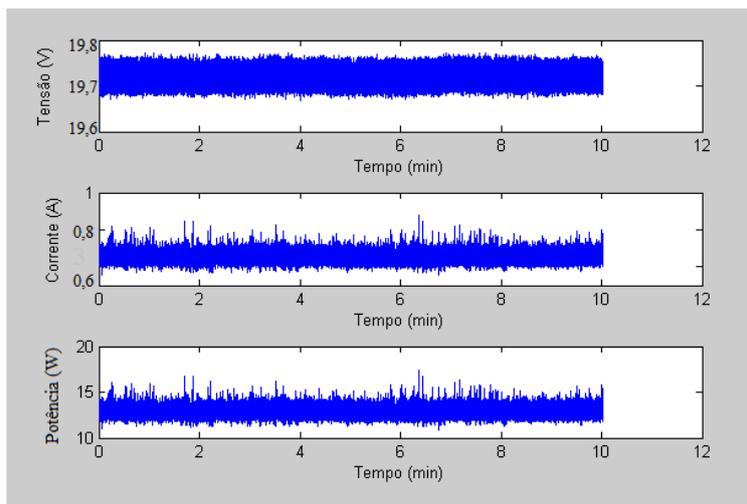


Figura 3: Gráficos obtidos com testes com *Ethernet* desligada e *Wi-Fi* ligada.

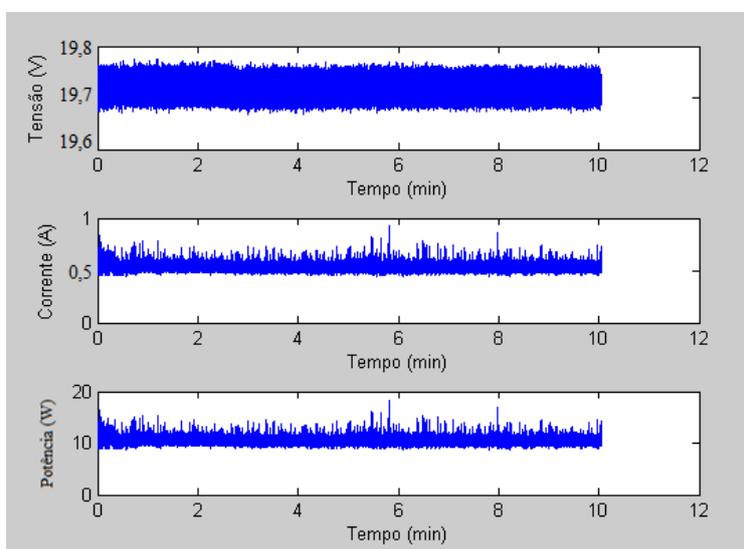


Figura 4: Gráficos obtidos com testes com *Ethernet* desligada e *Wi-Fi* ligada.

É apresentada na Tabela 8 a potência consumida pelo *Netbook* variando-se os estados de energia da *Ethernet* e da *Wi-Fi* no Gerenciador de Dispositivos do Windows 7. Verifica-se que há redução de potência com a *Ethernet* e *Wi-Fi* inativas.

Tabela 8: Potência do *Netbook* variando-se os estados de *Ethernet* e *Wi-Fi* no gerenciador de dispositivos do Windows 7

	Potencia média consumida (W)
<i>Ethernet</i> desligada e <i>Wi-Fi</i> desligada	9,6312
<i>Ethernet</i> ligada, <i>Wi-Fi</i> desligada e o cabo de rede conectado	10,3296
<i>Ethernet</i> desligada e <i>Wi-Fi</i> ligada	12,7667

Com base nos resultados de medições apresentados, foi realizada a escolha de estados de energia para os componentes do *Netbook*.

As propostas para os dispositivos são divididas em dois grupos:

- Parâmetros fixos: a partir dos resultados de medições apresentados, para um dado dispositivo, é escolhido um estado de energia constante ou parâmetro constante, por exemplo, *timeout* do HD.

- Sugestões ao usuário: para alguns dispositivos, é vantajosa a escolha de estados de baixo consumo, mas estes podem reduzir o desempenho ou até tornar o usuário insatisfeito, por exemplo, o brilho de tela muito baixo. Assim, é necessário que algumas configurações sejam sugeridas ao usuário para que este escolha a relação potência/desempenho desejada.

São apresentados nas sub Seções a seguir os casos particulares para cada dispositivo do *Netbook*.

5.1.1 PROCESSADOR

Verifica-se a partir das Tabelas 1 e 2 que, reduzindo-se a frequência, é reduzida a potência consumida. Contudo a redução da frequência implica em redução de desempenho. A partir de uma API do Windows, é possível escolher a tensão de operação. E a variação de frequências pelo Gerenciador padrão do Windows é assim limitada à frequência máxima permitida para a tensão escolhida.

Neste caso é proposta uma técnica de gerenciamento de energia que atue sobre o gerenciador padrão do Windows, limitando a frequência máxima de operação por meio da escolha de uma tensão com base na carga de trabalho do processador (medição da utilização do processador).

5.1.2 HD

Verifica-se a partir da Tabela 3 que os menores valores médios de potência consumida foram para o *timeout* de 1 minuto. Por isso, este valor foi escolhido como parâmetro fixo para a configuração de estados de energia do HD.

5.1.3 USB

Verifica-se a partir da Tabela 4 que os menores valores médios de potência consumida foram com suspensão seletiva de USB. Dessa forma, esta opção foi escolhida como um parâmetro fixo para a configuração de estados de energia da USB.

5.1.4 Wi-Fi

Verifica-se a partir da Tabela 5 que os menores valores médios de potência consumida foram com o estado *MaxPowerSaving*. Assim, esta opção é usada como um parâmetro fixo para a configuração de estados de energia do componente *Wi-Fi*.

Verifica-se a partir da Tabela 8 que há redução de potência se a *Wi-Fi* for desligada. Assim esta opção é oferecida como sugestão para que o usuário, nos momentos em que não utilizar *Wi-Fi*, possa realizar a opção de desligar diretamente na interface gráfica do GDE, em vez de utilizar o Painel de Controle.

5.1.5 LCD

Verifica-se a partir da Tabela 6 que há redução de potência reduzindo-se o brilho do LCD. Contudo esta escolha é pessoal de cada usuário. Assim a opção do brilho do LCD é oferecida como sugestão para o usuário na interface gráfica do GDE.

5.1.6 WEBCAM ATIVA/INATIVA

Verifica-se a partir da Tabela 7 que há redução de potência se a *webcam* não for utilizada. Dessa forma, esta opção é oferecida como sugestão para que o usuário, nos momentos em que não utilizar a webcam, possa desligá-la.

Com base nessas configurações a versão 1.0 do GDE foi implementada.

5.2 RESULTADO DA ATIVIDADE 2: MEDIÇÃO DE CONSUMO DO NETBOOK EXECUTANDO A VERSÃO 1.0 DO GDE

Para essa atividade foram realizadas medições com o objetivo de comparar o esquema Equilibrado do Windows 7 e a versão 1.0 do GDE.

Para avaliar o consumo de energia do *Netbook* quanto ao Processador, foram realizados os três testes apresentados a seguir, cujos resultados encontram-se na Tabela 9, os quais tiveram duração de 10 minutos cada. Em todos os testes o brilho de tela foi de 100%. Nos testes em que a *Internet* não foi utilizada, apenas a *Wi-Fi* foi desabilitada por meio do gerenciador de dispositivos. As opções (Esmaccer vídeo, Desligar vídeo, Suspender atividade do computador) na tela “Alterar configurações do plano” foram selecionadas para “Nunca”.

- Teste 1: Tela do painel de controle aberta e gerenciador de tarefas sendo executado.
- Teste 2: Tela do painel de controle aberta, gerenciador de tarefas sendo executado e Vídeo (*The Four Horseman*) no Reprodutor VLC.
- Teste 3: Tela do painel de controle aberta com gerenciador de tarefas sendo executado, Vídeo (*The Four Horseman*) no Reprodutor VLC e página da *Internet* (www.youtube.com) no Internet Explorer aberta.

Nas Figuras 5 a 10 são apresentados os resultados obtidos para os testes 1,2 e 3 descritos anteriormente, cujos resultados encontram-se sintetizados na Tabela 9.

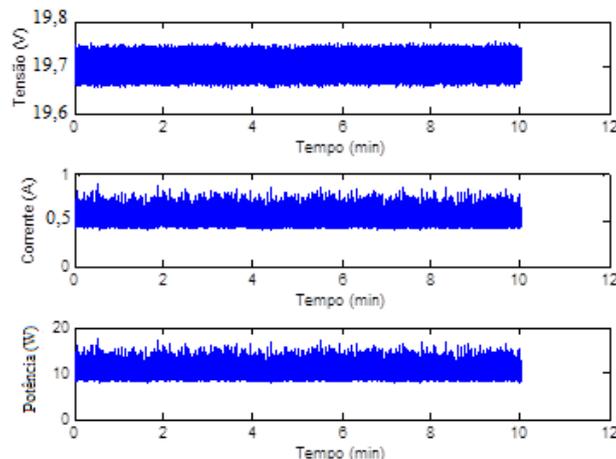


Figura 5: Gráficos obtidos com o Teste 1, Esquema Equilibrado do Windows 7.

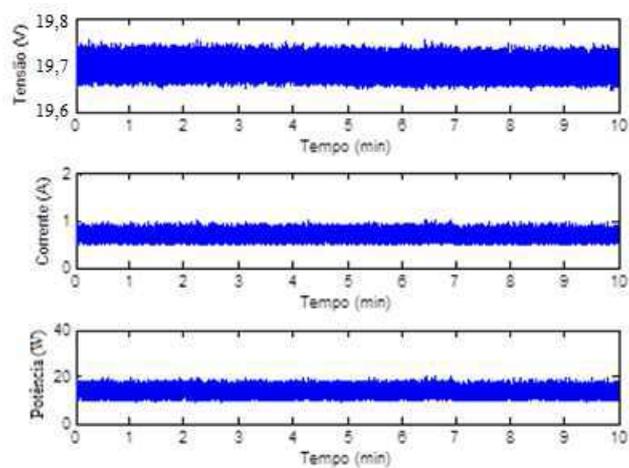


Figura 6: Gráficos obtidos com o Teste 2, Esquema Equilibrado do Windows 7.

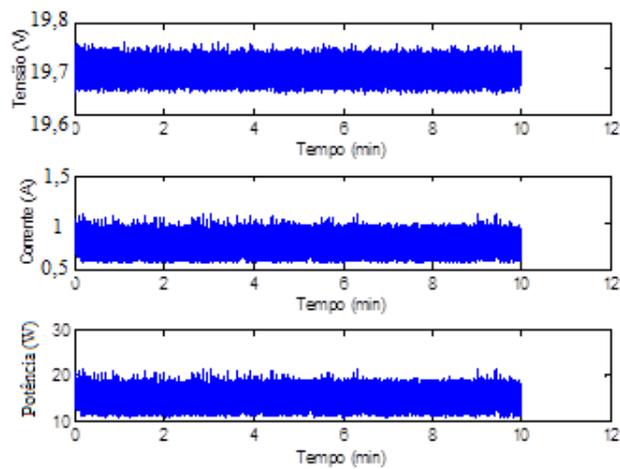


Figura 7: Gráficos obtidos com o Teste 3, Esquema Equilibrado do Windows 7.

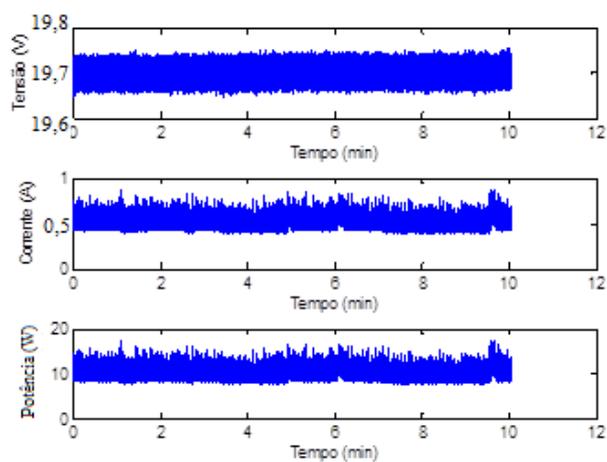


Figura 8: Gráficos obtidos com o Teste 1, GDE.

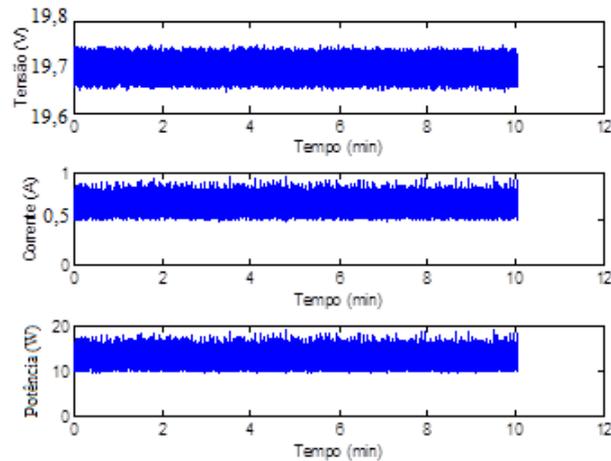


Figura 9: Gráficos obtidos com o Teste 2, GDE.

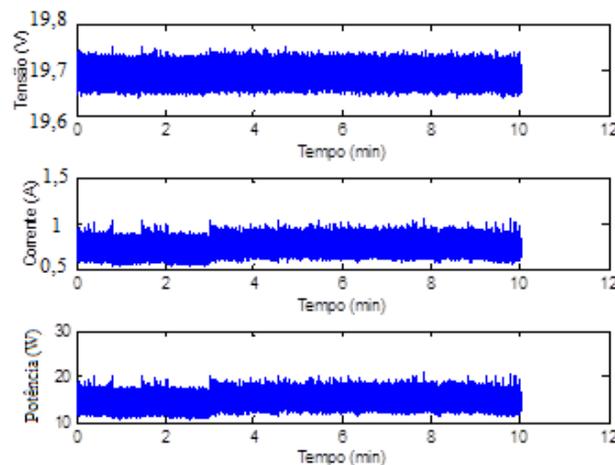


Figura 10: Gráficos obtidos com o Teste 3, GDE.

A partir dos resultados apresentados na Tabela 9, verifica-se que a potência média do *Netbook* com o GDE é menor que com o esquema Equilibrado do Windows 7 para todos os testes, pois o GDE escolhe um nível de tensão do processador mais baixo que o esquema Equilibrado, aproveitando a situação de inatividade do processador para economizar energia.

Tabela 9: Potência do *Netbook* em relação ao processador

Teste	GDE	Equilibrado
Teste 1	9,4722W	9,6496W
Teste 2	12,8931W	13,5496W
Teste 3	15,0426W	15,1705W

Para avaliar o consumo de energia do *Netbook* quanto ao HD, foram realizados os seguintes testes:

1. Reprodução de um vídeo durante 10 minutos.
2. Acesso a um arquivo do HD de 3 em 3 minutos durante 10 minutos de teste.
3. Acesso a um arquivo do HD de 4 em 4 minutos durante 10 minutos de teste.
4. Acesso a um arquivo do HD de 5 em 5 minutos durante 10 minutos de teste.

Os gráficos obtidos com o DAQ, utilizando o LabVIEW, para os testes 1, 2, 3 e 4, são apresentados nas Figuras 11 a 18.

Todos os testes foram realizados com *Wi-Fi* e *Ethernet* desabilitados no gerenciador de dispositivos e brilho de tela em 100%.

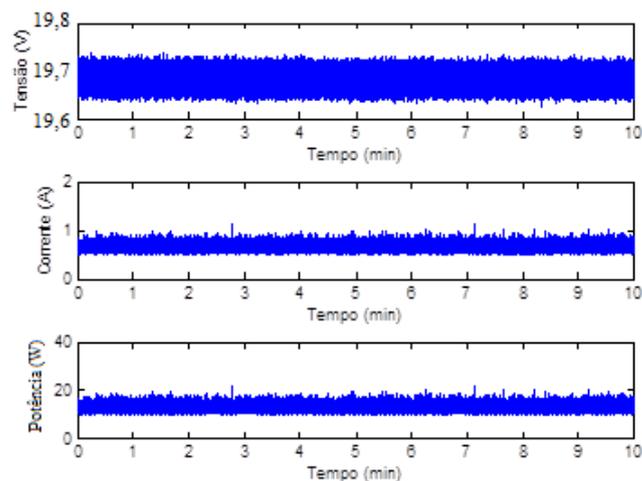


Figura 11: Gráficos obtidos com o Esquema Equilibrado do Windows 7 - vídeo 10 minutos.

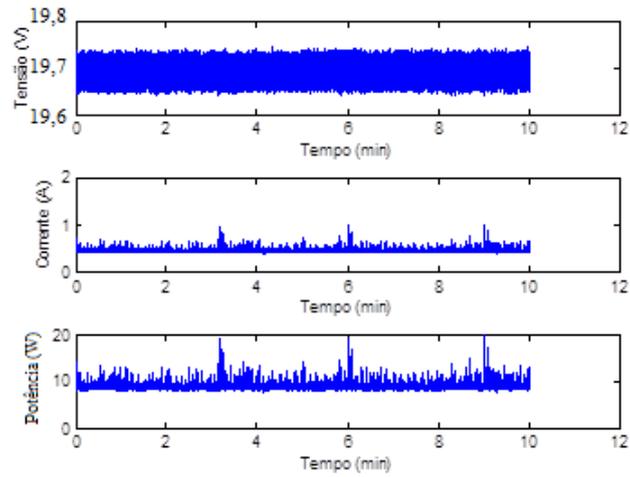


Figura 12: Gráficos obtidos com o Esquema Equilibrado do Windows 7 - acesso a arquivo do HD de 3 em 3 minutos.

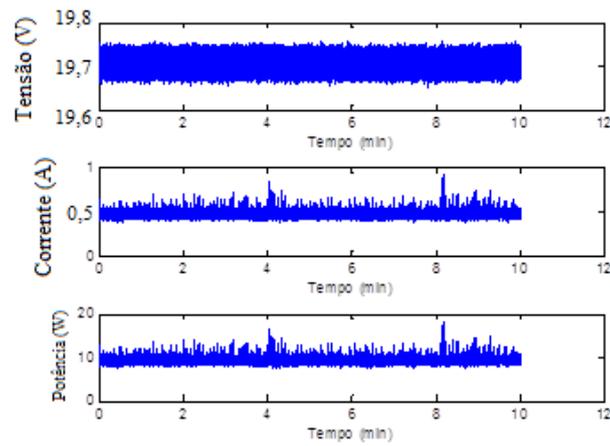


Figura 13: Gráficos obtidos com o Esquema Equilibrado do Windows 7 - acesso a arquivo do HD de 4 em 4 minutos.

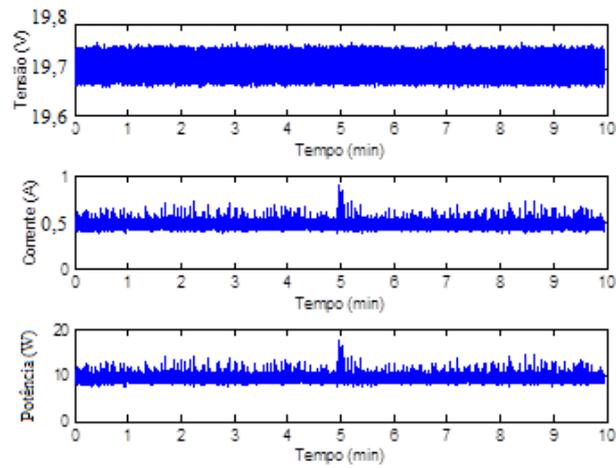


Figura 14: Gráficos obtidos com o Esquema Equilibrado do Windows 7 - acesso a arquivo do HD de 5 em 5 minutos.

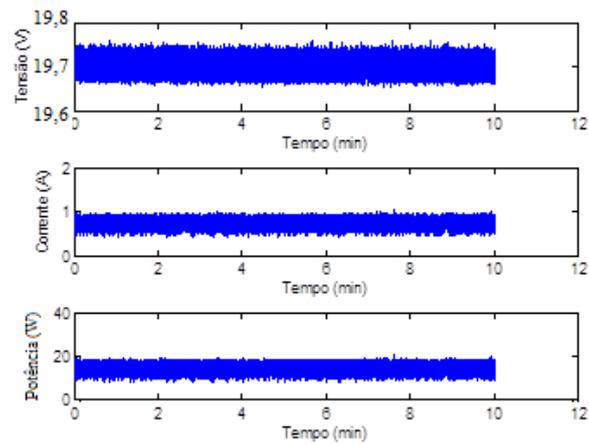


Figura 15: Gráficos obtidos com o GDE - vídeo 10 minutos.

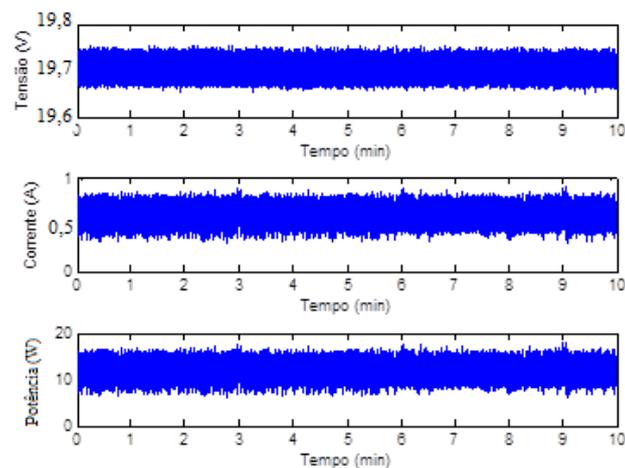


Figura 16: Gráficos obtidos com o GDE - acesso a arquivo do HD de 3 em 3 minutos.

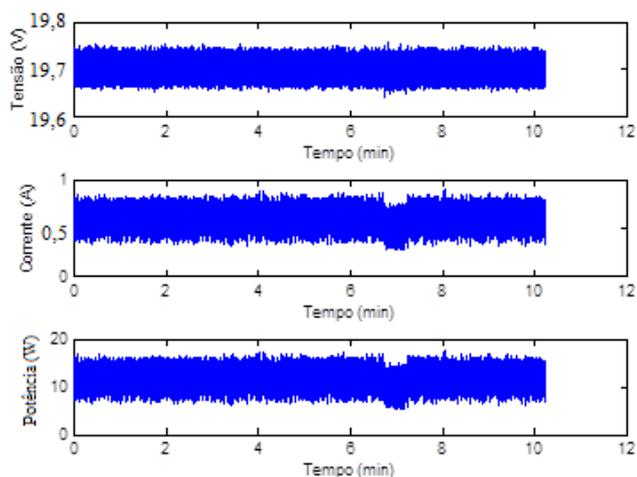


Figura 17: Gráficos obtidos com o GDE - acesso a arquivo do HD de 4 em 4 minutos.

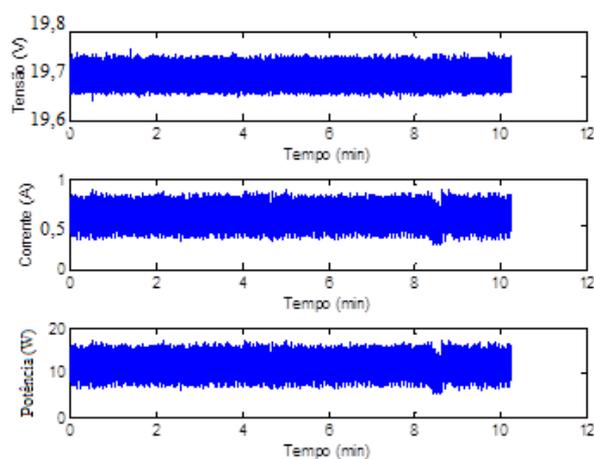


Figura 18: Gráficos obtidos com o GDE - acesso a arquivo do HD de 5 em 5 minutos.

A potência média do *Netbook* durante os testes é apresentada na Tabela 10 para o GDE e o esquema Equilibrado. Verifica-se que, a potência média do *Netbook* com o GDE é menor que com o esquema Equilibrado para o caso da reprodução de um vídeo (acesso constante ao HD), e acessos periódicos a um arquivo do HD.

Tabela 10: Potência do *Netbook* sob carga de trabalho variando-se o período de acesso ao HD

Carga de Trabalho				
Esquema de Energia	Vídeo durante 10 minutos	Abrir arquivo do HD de 3 em 3 minutos	Abrir arquivo do HD de 4 em 4 minutos	Abrir arquivo do HD de 5 em 5 minutos
GDE	12,5011W	8,8237W	9,0362W	9,1116W
Equilibrado	14,1692W	11,6628W	11,5999W	11.6233W

Na Tabela 11 são apresentados os resultados das medições variando-se o brilho do LCD e os esquemas de energia.

Tabela 11: Potência do LCD do Netbook

Brilho do LCD	Equilibrado	GDE
80%	10,7W	10,4W
70%	10,5W	10,0W
60%	10,2W	10,0W
50%	9,9W	9,7W

Nas Tabelas 12 e 13 são apresentados os resultados obtidos para variações dos estados da *Wi-Fi* e *Ethernet*, e dos esquemas de energia. Para essas medições foram realizados dois testes:

1. *Ethernet* e *Wi-Fi* desligados, brilho da tela em 50%, uma página da *Internet* aberta (*Youtube* sem vídeo), durante 2 minutos;
2. *Ethernet* e *Wi-Fi* ligados, brilho da tela em 50%, uma página da *Internet* aberta (*Youtube* com vídeo), durante 2 minutos.

Nas Figuras 19 e 20 são apresentados os resultados para o teste 1. E nas Figuras 21 e 22 são apresentados os resultados para o teste 2.

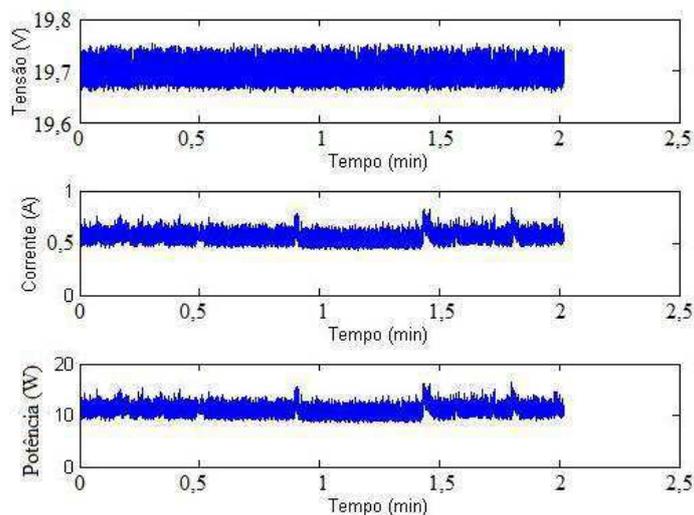


Figura 19: Gráficos obtidos com o Teste 1 com GDE.

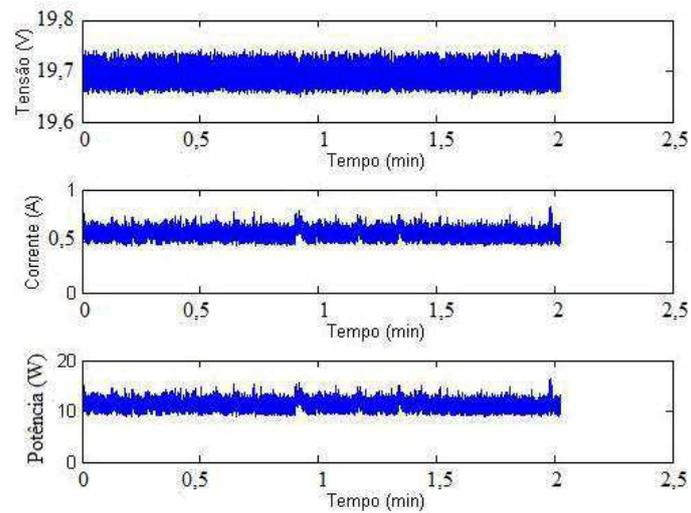


Figura 20: Gráficos obtidos com o Teste 1 com perfil Equilibrado do Windows 7.

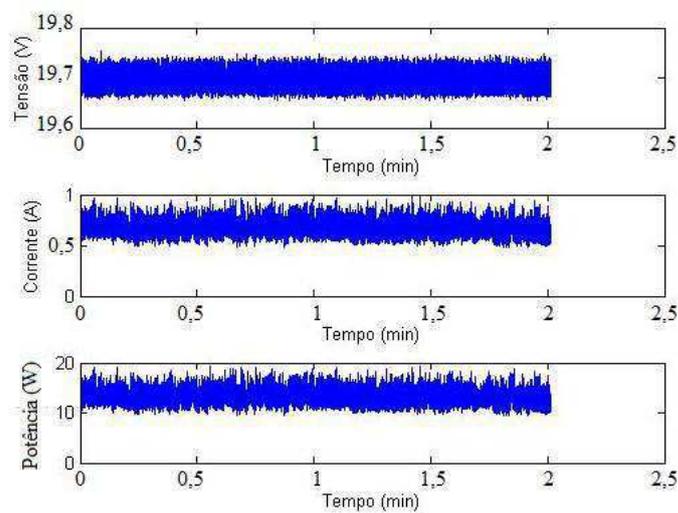


Figura 21: Gráficos obtidos com o Teste 2 com GDE.

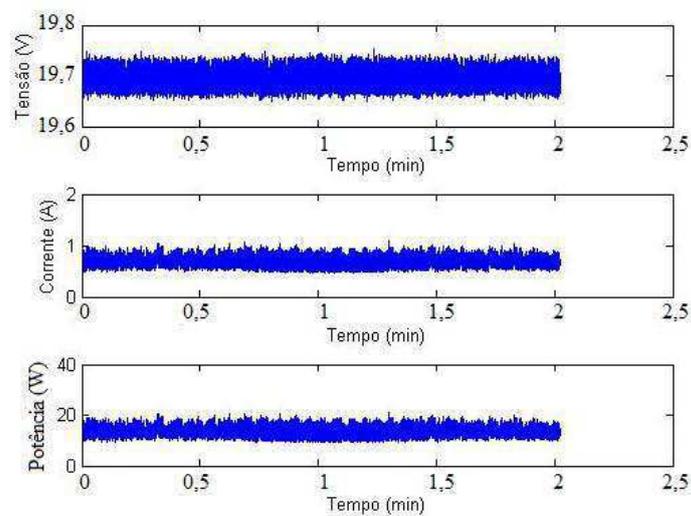


Figura 22: Gráficos obtidos com o Teste 2 com perfil Equilibrado do Windows 7.

Os resultados dos testes 1 e 2 são apresentados nas Tabelas 12 e 13, respectivamente. Verifica-se que a potência média do *Netbook* com o GDE é menor que com o esquema Equilibrado do Windows 7 para ambos os testes.

Tabela 12: Potência do Netbook para o Teste 1

Esquema de Energia	Potência média consumida
GDE	11,1289W
Equilibrado	11,2712W

Tabela 13: Potência do Netbook para o Teste 2

Esquema de Energia	Potência média consumida
GDE	13,3655W
Equilibrado	13,4488W

Para avaliar o consumo de energia do *Netbook* quanto ao USB, foi realizado um teste com brilho de tela em 50%, *Wi-Fi*, e *Ethernet* desligados (para remover a influência de acessos à rede em *background* como, por exemplo, atualizações de antivírus). O teste foi realizado durante 5 minutos com a seguinte sequência de passos: conectar um *pendrive* aos 2 minutos, retirá-lo aos 3 minutos, conectar novamente aos 4 minutos, esperar reconhecê-lo, e então desconectá-lo. O objetivo deste teste foi contemplar a energia de transição para ativar uma porta USB que estava dormindo, a energia necessária para alimentar o dispositivo USB, e a energia para o desligamento da porta USB.

A potência média do *Netbook* durante o teste relativo à USB é apresentada na Tabela 14 para o GDE e o esquema Equilibrado. Os gráficos obtidos para esses testes encontram-se nas Figuras 23 e 24. Para ambas as políticas, é selecionado como padrão o desligamento seletivo de USB. Assim, espera-se que a parcela de consumo de energia devido às portas USB seja a mesma para ambas as políticas.

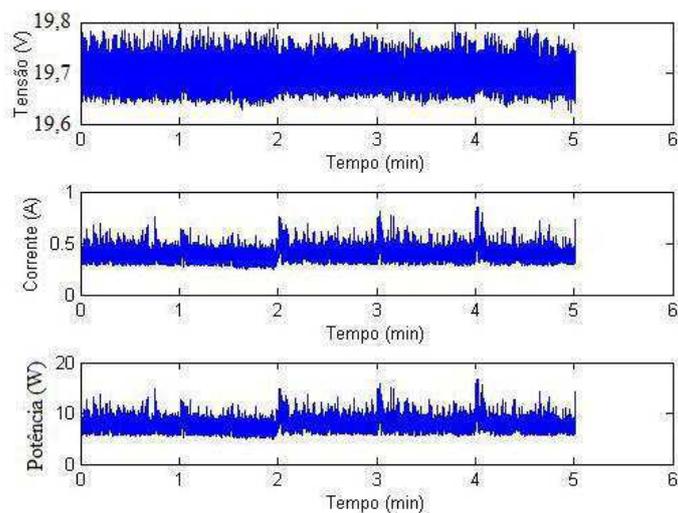


Figura 23: Gráficos obtidos com o teste com USB para o Perfil GDE.

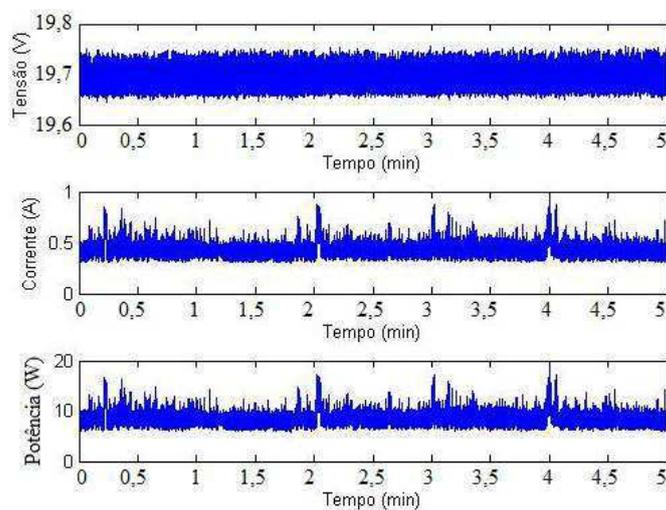


Figura 24: Gráficos obtidos com o teste com USB para o Perfil Equilibrado.

No entanto verifica-se a partir da Tabela 14 que a potência média com o GDE é menor que com o esquema Equilibrado, devido à otimizações no GDE quanto a outros dispositivos além da USB.

Tabela 14: Potência do Netbook considerando o uso de uma porta USB por 5 minutos

Esquema de energia	Potência média consumida
GDE	7,7693W
Equilibrado	8,4631W

5.3 RESULTADO DA ATIVIDADE 3: DEFINIÇÃO E OTIMIZAÇÃO DE PERFIS

Nessa atividade foram definidas as configurações para a criação dos perfis: Padrão, Avião, Música e Vídeo.

As sugestões de configurações para os dispositivos no perfil Padrão encontram-se na Tabela 15.

Tabela 15: Configurações dos dispositivos para o Perfil Padrão

Configurações	Perfil Padrão
<i>Wi-Fi e Ethernet</i>	Ativado
<i>Webcam</i>	Ativado
LCD	50% (Padrão do Equilibrado)
<i>Timeout esmaecer</i>	2 min (Padrão do Equilibrado)
<i>Timeout desligar</i>	3 min
Hibernar	15 min (Padrão do Equilibrado)

Foram realizados três testes, variando-se a carga de trabalho, para avaliar o consumo de energia e o desempenho do Perfil Padrão em relação ao esquema Equilibrado do Windows 7.

Os testes foram: reproduzir um vídeo durante 10 minutos, utilizar o Word durante 10 minutos, e o terceiro teste foi uma combinação da reprodução de um vídeo e um período inativo.

Os resultados obtidos são apresentados nas Figuras 25 a 30.

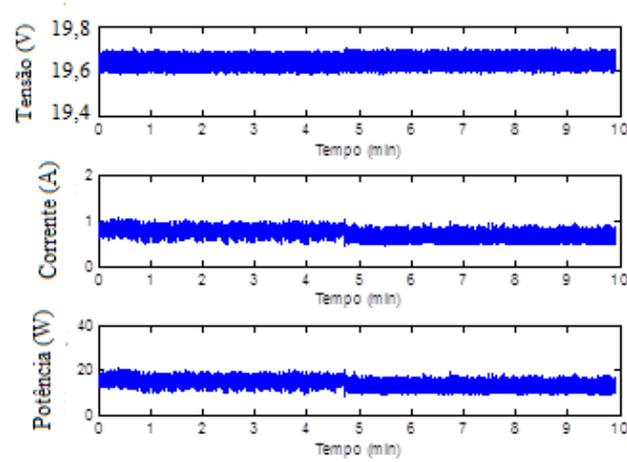


Figura 25: Gráficos obtidos com o Esquema Equilibrado do Windows 7 - com vídeo.

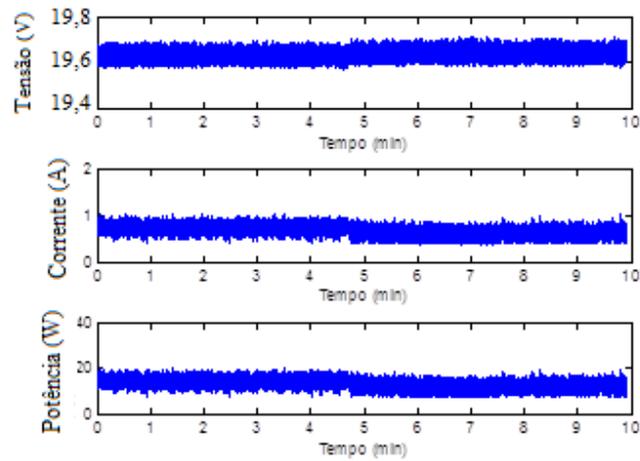


Figura 26: Gráficos obtidos com o Perfil Padrão do GDE - com vídeo.

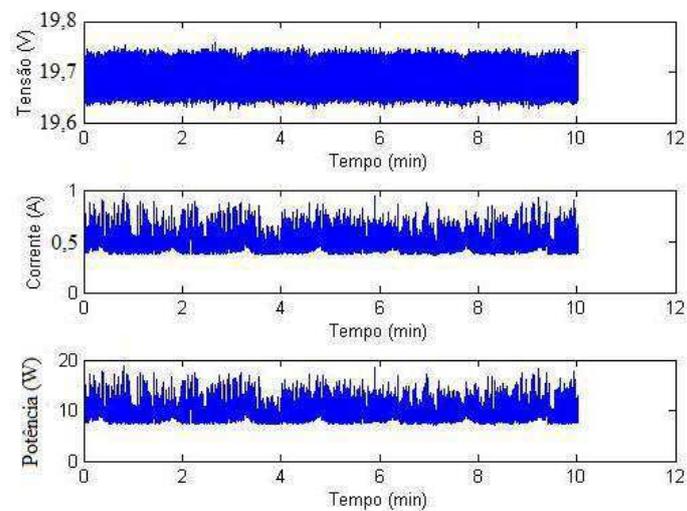


Figura 27: Gráficos obtidos com o Esquema Equilibrado do Windows 7 - com Word.

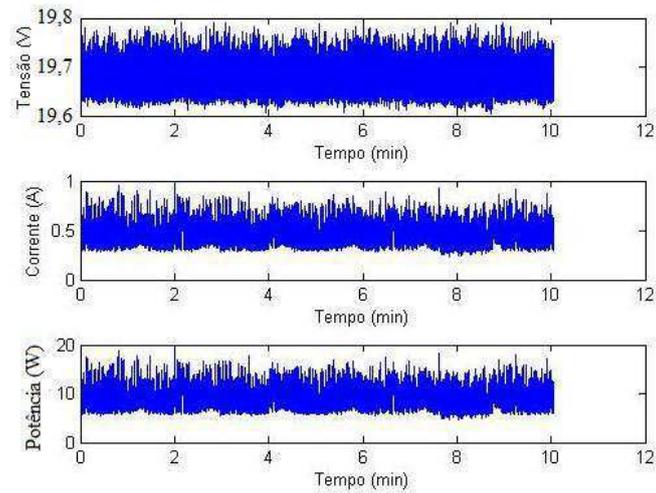


Figura 28: Gráficos obtidos com o Perfil Padrão do GDE - com Word.

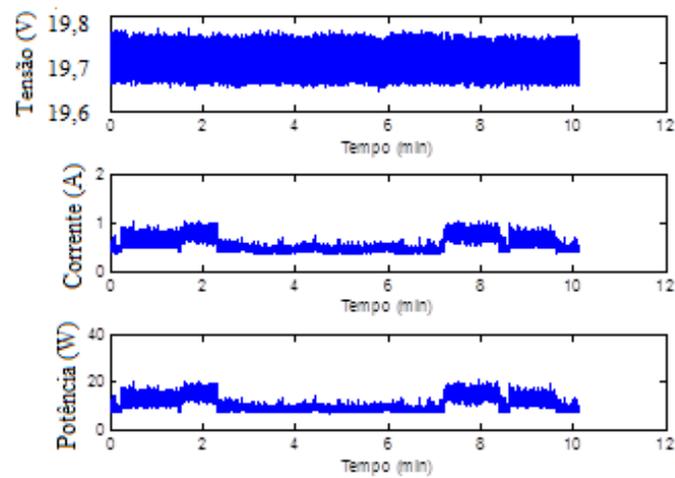


Figura 29: Gráficos obtidos com o Esquema Equilibrado do Windows 7 - com vídeo + tempo inativo.

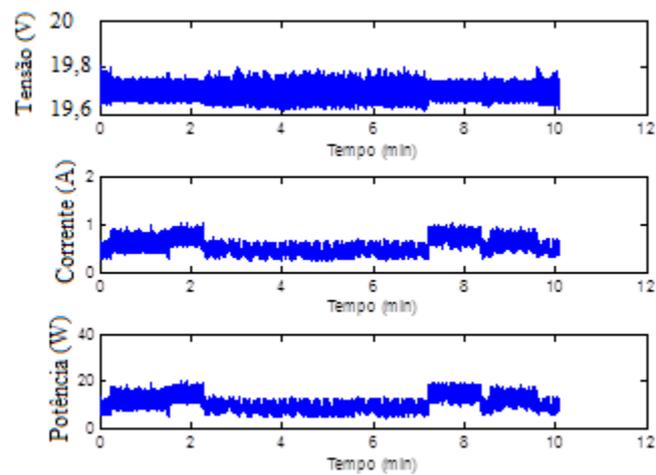


Figura 30: Gráficos obtidos com o Perfil Padrão do GDE - com vídeo + tempo inativo.

A potência média do *Netbook* durante cada teste é apresentada na Tabela 16, para o perfil Padrão do GDE e o esquema Equilibrado. Verifica-se que, para todos os testes, a potência média do *Netbook* com o perfil Padrão é menor que com o esquema Equilibrado.

Tabela 16: Comparação entre o Perfil Padrão e o Esquema Equilibrado

Teste (10 minutos)	Perfil Padrão	Equilibrado
Vídeo	12,8639W	13,4940W
Word	9,0732W	9,4175W
Vídeo + tempo inativo	10,1243W	10,5515W

As configurações dos dispositivos para os perfis Música e Vídeo, encontram-se na Tabela 17.

Tabela 17: Configurações dos dispositivos para os Perfis Música e Vídeo

Configurações	Perfil Música	Perfil Vídeo
<i>Wi-Fi e Ethernet</i>	Desativado	Desativado
<i>Webcam</i>	Desativado	Desativado
LCD	0%	50% (Padrão do Equilibrado)
<i>Timeout esmaecer</i>	1 min	2 min (Padrão do Equilibrado)
<i>Timeout desligar</i>	2 min	5 min (Padrão do Equilibrado)
Hibernar	15 min (Padrão do Equilibrado)	15 min (Padrão do Equilibrado)

No perfis Música e Vídeo, as interfaces de rede e *webcam* estão inicialmente desativadas, considerando o caso de o usuário estar interessado em reproduzir uma mídia de música ou vídeo que possa ser acessada localmente (disco rígido, *pendrive*, etc).

Foram realizados os seguintes testes:

Reproduzir um vídeo por meio do programa *Media Player*:

- Teste 1: Com perfil Vídeo do GDE
- Teste 2: Com esquema Equilibrado do Windows 7

Verifica-se pela Tabela 18, que a potência consumida pelo *Netbook* durante a reprodução de um vídeo do disco rígido e com o Perfil Vídeo (Teste 1) é menor que com o modo Equilibrado (Teste 2).

Reproduzir um vídeo por meio do *Google Chrome*:

- Teste 3A: Com perfil Vídeo do GDE, *Wi-Fi* ligada e *Ethernet* desligada
- Teste 3B: Com perfil Vídeo do GDE, *Wi-Fi* desligada e *Ethernet* ligada
- Teste 4: Com esquema Equilibrado do Windows 7

Verifica-se que a potência do *Netbook* durante a reprodução de um vídeo proveniente da Internet e com o Perfil Vídeo (Teste 3A e 3B) é menor que com o esquema Equilibrado (Teste 4).

Reproduzir uma música pelo Media Player

- Teste 5: Com o perfil Música do GDE
- Teste 6: Com o esquema Equilibrado do Windows 7

Verifica-se que e a potência do *Netbook* durante a reprodução de uma música do disco rígido e com o Perfil Música (Teste 5) é menor que com o esquema Equilibrado (Teste 6).

Reprodução de uma música através do *Google Chrome*:

- Teste 7A: com perfil Música do GDE, *Wi-Fi* ligada e *Ethernet* desligada
- Teste 7B: com perfil Música do GDE, *Wi-Fi* desligada e *Ethernet* ligada
- Teste 8: com esquema Equilibrado do Windows 7

Verifica-se que a potência consumida pelo *Netbook* durante a reprodução de uma música proveniente da Internet e com o Perfil Música (Teste 7A e 7B) é menor que com o esquema Equilibrado (Teste 8).

Os resultados obtidos para alguns desses testes, são apresentados nas Figuras 31 a 34.

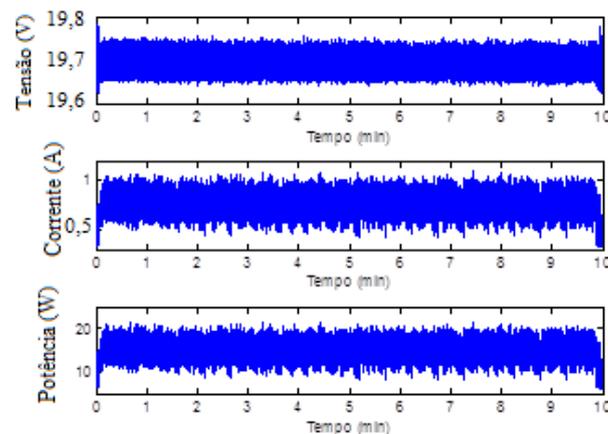


Figura 31: Gráficos obtidos com o Teste 1.

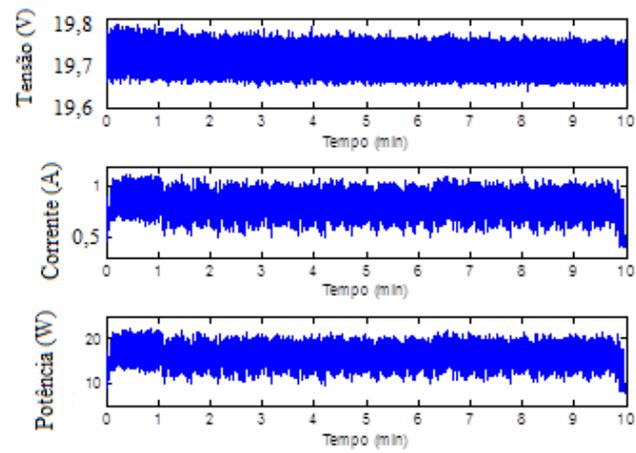


Figura 32: Gráficos obtidos com o Teste 2.

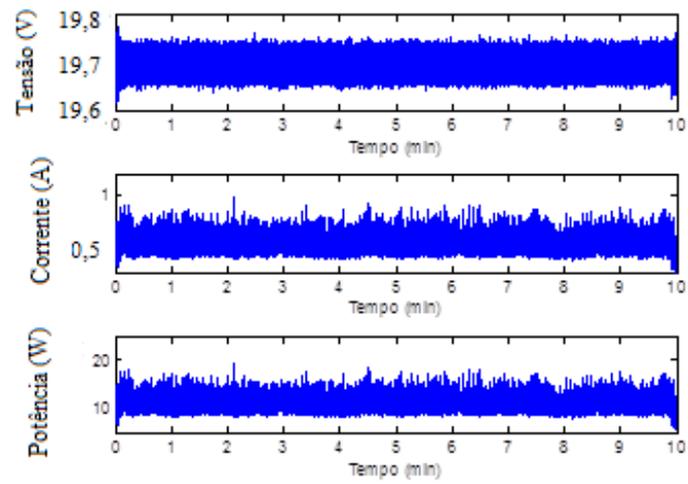


Figura 33: Gráficos obtidos com o Teste 5.

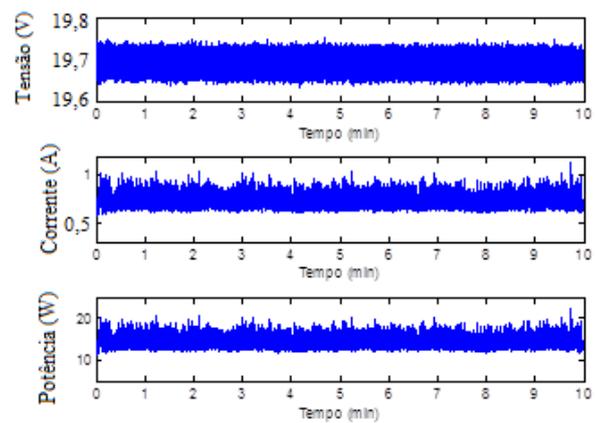


Figura 34: Gráficos obtidos com o Teste 6.

Na Tabela 18 encontram-se os resultados das comparações entre o perfis Música e Vídeo do GDE com o esquema Equilibrado do Windows 7.

Tabela 18: Comparação entre os Perfis Música, Vídeo e Equilibrado do Windows 7

	Wi-Fi	Ethernet	Potência
Teste 1	Desligada	Desligada	14,6375W
Teste 2	Padrão	Padrão	16,0744W
Teste 3A	Ligada	Desligada	14,7064W
Teste 3B	Desligada	Ligada	13,9963W
Teste 4	Padrão	Padrão	15,2675W
Teste 5	Desligada	Desligada	12,5873W
Teste 6	Padrão	Padrão	13,8999W
Teste 7A	Ligada	Desligada	11,7924W
Teste 7B	Desligada	Ligada	10,6074W
Teste 8	Padrão	Padrão	12,1548W

No perfil Avião, as interfaces de rede e webcam estão inicialmente desativadas, considerando o caso de o usuário estar em um avião onde não é permitido uso de interfaces de rede. O brilho do LCD é configurado para 70%, ou seja, um valor médio, considerando o possível interesse do usuário em assistir a vídeos ou editar documentos em um ambiente com luminosidade alta. Essas configurações podem ser vistas na Tabela 19.

Tabela 19: Configurações dos dispositivos para o Perfil Avião

Configurações	Perfil Avião
Wi-Fi e Ethernet	Desativado
Webcam	Desativado
LCD	70%
Timeout esmaecer	1 minuto
Timeout desligar	2 minutos
Hibernar	10 minutos

Um conjunto de testes de 5 minutos foi realizado com a execução de dois tipos de scripts. Para esses testes, é possível observar que:

- A potência do *Netbook* durante a reprodução de uma música e edição de um documento (*Script Word_música*) no perfil *Avião* é menor que com o esquema *Equilibrado*;
- A potência do *Netbook* durante a reprodução de um vídeo (*Script Vídeo*) no perfil *Avião* é menor que com o esquema *Equilibrado*.

Nas Figuras 35 a 38 são apresentados os resultados obtidos para os testes que comparam o perfil *Avião* do GDE e o esquema *Equilibrado* do Windows 7.

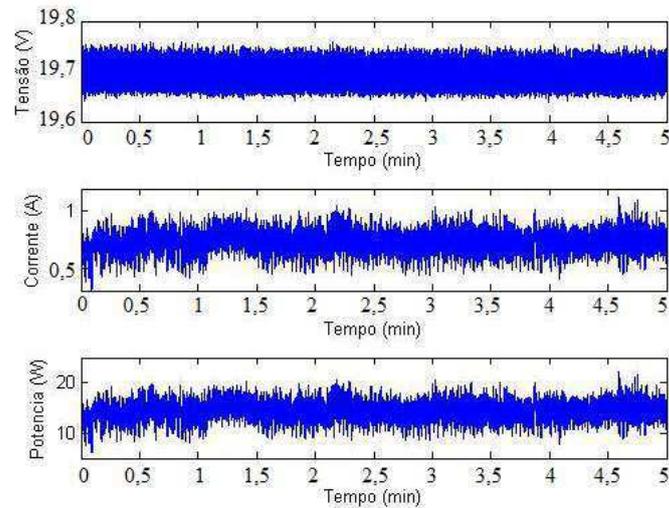


Figura 35: Gráficos obtidos com o Perfil *Avião* do GDE - script *Word_música_5*.

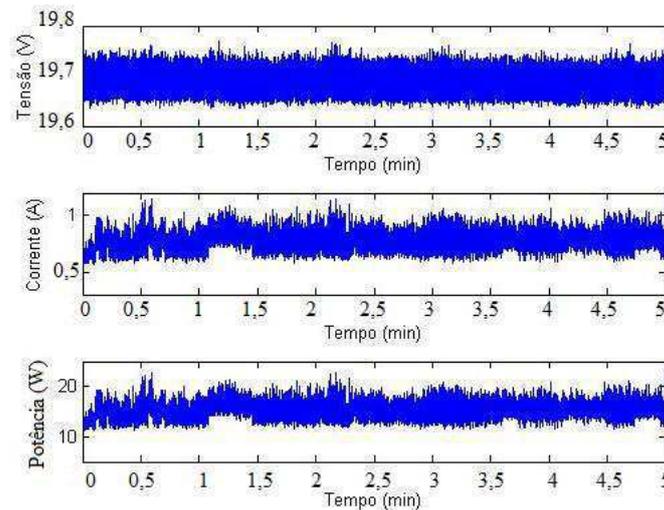


Figura 36: Gráficos obtidos com o Esquema *Equilibrado* do Windows 7 - script *Word_música_5*.

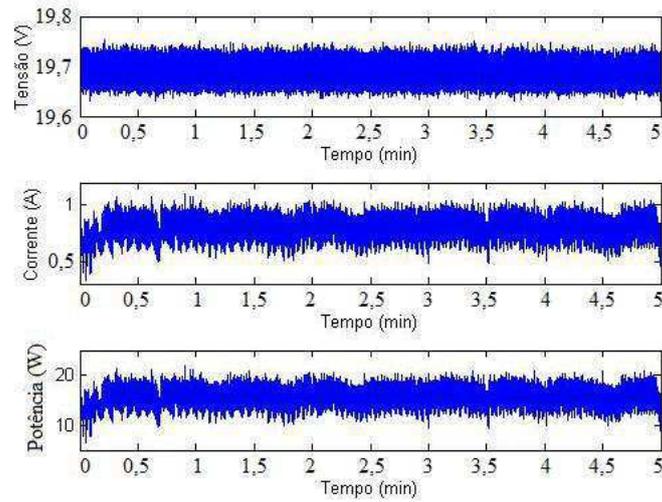


Figura 37: Gráficos obtidos com o Perfil Avião do GDE - script Video_5.

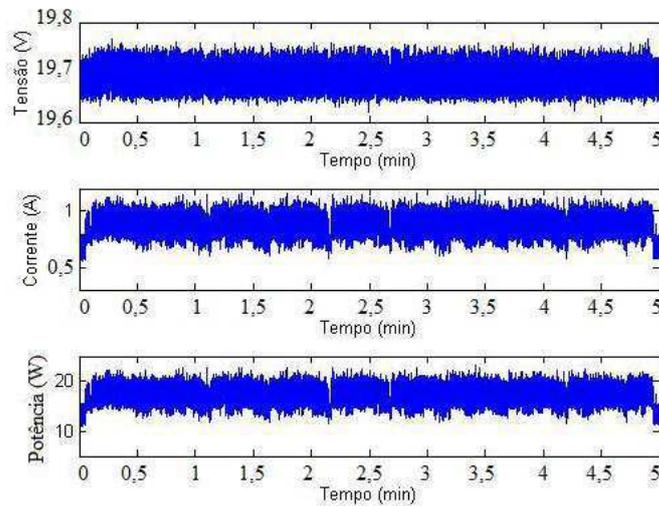


Figura 38: Gráficos obtidos com o Esquema Equilibrado do Windows 7 - script Video_5.

Os resultados das comparações são apresentados na Tabela 20.

Tabela 20: Comparação entre o Perfil Avião e o esquema Equilibrado

Perfil	Script Word_Música	Script Vídeo
Avião	14,0993W	15,2399W
Equilibrado	15,1103W	17,0418W

6 CONCLUSÃO

A realização do estágio supervisionado no EMBEDDED foi de grande importância para minha formação acadêmica. Além de ter agregado novos conhecimentos, possibilitou a aplicação de conhecimentos adquiridos ao longo do curso nas atividades desenvolvidas durante o estágio.

A investigação dos dispositivos da plataforma alvo juntamente às medições de potência mostraram que o esquema de energia Equilibrado, padrão do Windows 7, não é o mais eficiente possível. A partir das modificações dos estados de energia e configurações dos dispositivos, juntamente a constante verificação por meio de medições de potência, foi possível definir as implementações que levaram à implementação de um Gerenciador Dinâmico de Energia (GDE) mais eficiente que o esquema padrão do Windows 7.

BIBLIOGRAFIA

- [1] WANG, Y.; MA, K.; WANG, X. Temperature-constrained power control for chip multiprocessors with online model estimation. *SIGARCH Comput. Archit. News*, ACM, New York, NY, USA, v. 37, n. 3, p. 314--324, 2009. ISSN 0163-5964.
- [2] LUIZ, S. O. D. ; PERKUSICH, Angelo ; LIMA, Antonio Marcus Nogueira ; SILVA, J. J. ; ALMEIDA, H. . System Identification and Energy-aware Processor Utilization Control. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, v. 58, p. 32-37, 2012.
- [3] MIAN, D.; ZHONG, L. Self-Constructive High-Rate System Energy Modeling for Battery-Powered Mobile Systems. *Proc. MobiSys*, 2011. 335-348.
- [4] SHEARER, F. *Power Management in Mobile Devices*. 1. ed. Burlington, USA: Newnes, 2008. ISBN 978-0-7506-7958-9.
- [5] TIAN, Y. C. et al. Control-theoretic dynamic voltage scaling for embedded controllers. *IET Computers & Digital Techniques*, v. 2, p. 377–385, 2008. ISSN 5.
- [6] Windows 7 - Microsoft Windows. Disponível em: <<http://windows.microsoft.com/pt-br/windows7/products/home>>. Acesso em: 10 Julho 2012.
- [7] Positivo Informática. Disponível em: <<http://www.positivoinformatica.com.br/www/pessoal/netbooks/>>. Acesso em: 5 Fevereiro 2012.
- [8] National Instruments. Disponível em: <<http://www.ni.com/>>. Acesso em: 20 de Janeiro de 2012.
- [9] Jitbit. Disponível em: < <http://www.jitbit.com/macro-recorder/>>. Acesso em: 7 de Março de 2012.
- [10] MathWorks. Disponível em: <<http://www.mathworks.com/products/matlab/>>. Acesso em: 8 Março 2012.
- [11] Embedded. Disponível em: <http://www.embeddedlab.org/>. Acesso em: 5 de Maio de 2012.