FACULDADES INTEGRADAS DE TAQUARA CURSO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA DE CONSCIENTIZAÇÃO DE TI VERDE NAS ORGANIZAÇÕES

ISRAEL SPANNENBERGER

Taquara

ISRAEL SPANNENBERBGER

DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA DE CONSCIENTIZAÇÃO DE TI VERDE NAS ORGANIZAÇÕES

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de Sistemas de Informação das Faculdades Integradas de Taquara, como requisito parcial para obtenção de grau de Bacharel em Sistemas de Informação, sob orientação do Professor Émerson Barbiero Hernandez, Mestre em Ciência da Computação.

Taquara

2009

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos, que de alguma forma, contribuíram para a realização desse trabalho:

Minha família que são as pessoas que eu mais amo, pelo estimulo, ajuda e amor que sempre tiveram por mim.

Ao meu orientador (Me. Émerson Hernandez) que sempre me ajudou em todos os momentos.

Aos meus amigos que sempre me incentivaram e me apoiaram com idéias e palavras que sempre me animaram a chegar ao final desta etapa.

RESUMO

Amenizar o impacto ambiental que a TI causa é uma preocupação que aumenta cada dia. Diminuir os custos com contas de energia é uma grande motivação atualmente. É nesse sentido que a TI Verde se transforma em uma importantíssima estratégia nas empresas modernas.

Neste trabalho apresenta-se o processo de desenvolvimento de um *software*, que busca conscientizar aos usuários com informações estatísticas, a diminuir os danos que o consumo desnecessário de energia em seus computadores causa ao meio ambiente, bem como uma possível economia em suas contas de energia.

Palavras chave: Consumo de Energia, Emissão de Dióxido de Carbono, Impacto Ambiental, Redução de Custos, TI Verde.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Logo da Energy Star	13
Figura 2: Selo eficiência energética PROCEL	12
Figura 3: Tela de configuração do LocalCooling	16
Figura 4: Tela de demonstração de consumo	16
Figura 5: Tela do Google Energy Saver	17
Figura 6: Calculadora de energia do Energy Star	17
Figura 7: Cálculo de Emissão de CO2	22
Figura 8: Arquitetura do sistema	23
Figura 9: Caso de Uso Sistema GreenEnergy	25
Figura 10: Diagrama de entidade e relacionamento	26
Figura 11: Arquitetura do LINQ	27
Figura 12: Caso de Uso da Aplicação Web	28
Figura 13: Tela inicial onde o usuário realiza a entrada no sistema	29
Figura 14: Tela inicial do menu do usuário	29
Figura 15: Tela do Relatório de Consumo de Energia por Computador	30
Figura 16: Tela de cadastro de Monitores	32
Figura 17: Tela de cadastro de Processadores	33
Figura 18: Tela de cadastro de Computadores	34
Figura 19: Caso de Uso do Agente	35
Figura 20: Arquitetura WMI	37
Figura 21: Caso de Uso do Visualizador de Informações	38

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Lista de Monitores	20
Quadro 2: Lista de Processadores	21
Quadro 3: Lista de tarifas de Companhias de Energia	22
Quadro 4: Lista de computadores testados	38
Quadro 5: Classificações e Processadores dos computadores testados	39
Quadro 6: Monitores dos computadores testados	39
Ouadro 7: Resultado dos testes	39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL – Agencia Nacional de Energia Elétrica

CEEE – Companhia Estadual de Energia Elétrica

CO2 – Dióxido de Carbono

CO2 – Gás Carbônico

COELBA - Companhia de Energia do Estado Brasileiro da Bahia

CPEE – Companhia Paulista de Energia Elétrica

CRT – Cathode-Ray Tube

EDM – Entity Data Model

EMG - Energisa Minas Gerais

ER – Entidade Relacionamento

GB – Gigabyte

HD - Hard Disk

KWh – KiloWatts por hora

LCD - Liquid Crystal Display

LINQ - Language Integrated Query

MB - Megabyte

PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica

RAM - Random Access Memory

RGE – Rio Grande Energia

TI – Tecnologia da Informação

WEB – World-Wide-Web

XML – Extensible Markup Language

SUMÁRIO

1	INTRODUÇAO	10
2	TI VERDE	12
2.1	Conceitos	12
2.2	Regulamentações existentes	13
2.2.1	Energy Star	13
2.2.2	PROCEL	14
2.2.3	ISO14000	14
2.2.4	RoHS – Restrição de Certas Substâncias Perigosas	15
2.2.5	WEEE – Resíduos de Equipamentos Elétricos Eletrônicos	15
2.3	Tecnologias	15
2.3.1	Localcooling	15
2.3.2	Google Energy Saver	17
2.3.3	Calculadora do Energy Star	17
2.4	Iniciativas de grandes organizações	18
3	METODOLOGIAS DOS CALCULOS	19
3.1	Classificação do Computador	19
3.2	Monitor	20
3.3	Processador	21
3.4	Emissão de Gás Carbônico	22
3.5	Custo em Reais	22
4	GREEN ENERGY	23
4.1	Análise e modelagem do sistema	24
4.1.1	Diagrama de Casos de uso do Sistema	24
4.1.2	Diagrama de entidade e relacionamento	25
4.2	Servidor	26
4.2.1	LINQ to Entities	27
4.3	Aplicação Web	28
4.3.1	Visão do Usuário	29
4.3.2	Visão do Administrador	31

4.4	Web Service	34
4.5	Agente	35
4.5.1	Windows Service	36
4.5.2	WMI	36
4.6	Visualizador de informações coletadas pelo Agente	37
4.7	Experimentos	38
5	CONCLUSÃO	41

1 INTRODUÇÃO

Entre os gases responsáveis pelo aquecimento global, o dióxido de carbono é o que tem um valor mais significativo. O relatório do IPCC (*Intergovernmental Panel On Climate*) ainda menciona um aumento muito relevante da concentração atmosférica global deste gás em 2005, passando de um valor pré-industrial de cerca de 280 ppm¹ para 379 ppm.

Segundo Kelly (2007) *apud* INFO (2008) os milhares de equipamentos utilizados em todo mundo que envolve a tecnologia da informação tem um consumo de energia cerca de 863 bilhões de quilowatts-hora por ano. Esta quantidade de energia é um valor maior que o dobro que foi consumido no Brasil em 2007, ao qual chegou em 371 bilhões de quilowatts-hora, que é 5% do mundial anualmente. Por gerar emissão de dióxido de carbono com este consumo de energia, constatou-se que os equipamentos de informática são responsáveis por 2% do gás carbônico que é emitido em todo o mundo, mesmo valor que as companhias aéreas representam.

O custo com o consumo de energia dos equipamentos de tecnologias da informação é muito significativo nas organizações. Algumas empresas foram submetidas a estudos onde se pretendia medir a quantidade de energia que realmente é utilizada e quanto do consumo é desperdiçado. O objetivo desta pesquisa foi para saber o consumo de energia dos servidores, dispositivos de rede e outros dispositivos no centro de dados. Os resultados foram surpreendentes, as empresas chegaram à conclusão de que apenas 40% da energia consumida foram efetivamente utilizadas para os dispositivos. O restante da energia é utilizado para sistemas de refrigeração e fontes de alimentação que não poderiam ser interrompidos (HARRIS, 2008).

Atualmente, o desperdício de 30 bilhões de quilowatts-hora de energia a cada ano, é responsável por lançar na atmosfera, cerca de 45 bilhões de libras ou 30 bilhões de kg de CO2 por ano. O desperdício é constatado pelo fato de não se desligar os computadores enquanto não utilizados. Este número pode duplicar em cinco anos, senão melhorarmos a eficiência da maneira que utilizamos os computadores (UNIBLE, 2009).

¹ ppm - (partes por milhão) ou ppb (partes por bilhão, 1 bilhão = 1.000 milhões) é a razão do número de moléculas de gases de efeito estufa em relação ao número total de moléculas de ar seco. Por exemplo, 300 ppm significam 300 moléculas de um gás de efeito estufa por milhão de moléculas de ar seco.

Os dados mencionados demonstram que iniciativas de TI Verde não são boas apenas ao planeta, mas também ao setor financeiro das empresas e até mesmo um diferencial no mercado. Um estudo realizado pelo *Info-Tech Research Group* que pretende avaliar o grau de preocupação das empresas com o meio ambiente, indica que os benefícios de redução de custos juntamente com as intenções de negócios estarão presentes cada vez mais no mercado (INFO-TECH RESEARCH GROUP, 2009).

Apesar das vantagens que tais iniciativas trazem às organizações, ainda é muito reduzido o nível de adoção destas. O estudo do *Info-Tech Research Group* ainda demonstra que 25% das empresas entrevistadas afirmaram estar extremamente ou muito preocupadas, porém apenas 9% executaram ações que conduzem a tornar mais eficientes as suas empresas em relação ao meio ambiente. Com isso têm-se grandes oportunidades de crescimento para o mercado verde (INFO-TECH RESEARCH GROUP, 2009).

As informações citadas demonstram a importância de estudos e projetos relacionados a este tema, aumentando assim a importância e motivação para realização deste trabalho, ao qual resultou no desenvolvimento de um software nomeado Green Energy que tem como objetivo mostrar ao usuário informações através de dados estatísticos, como por exemplo, quanto está se consumindo de energia elétrica em sua rede de computadores. O sistema possui um agente responsável por coletar informações das estações as quais estarão sendo monitoradas, informações tais como tempo que o computador está ligado, *status* do monitor e as configurações que o compõe. Os dados coletados serão passados ao servidor que armazenará em um banco de dados que serão as fontes de informações dos relatórios consultados pelo usuário. Tais relatórios possui informações de dados estatísticos buscando desta forma aumentar a conscientização dos usuários em relação a sua influencia ao aquecimento global, com isso espera-se que aumente as ações dentro das organizações para amenizar o desperdício de energia, conseqüentemente amenizar o impacto ambiental causado pelo uso dessas tecnologias, além de uma possível economia financeira nas organizações.

2 TI VERDE

Por se tratar de um termo novo, TI Verde possui diversos conceitos, e pela sua expansão, engloba muitos elementos da Tecnologia da Informação. A seguir seguem alguns conceitos, tecnologias, regulamentações e iniciativas que envolvem este assunto.

2.1 Conceitos

De acordo com Hird (2008) TI Verde é utilizar os serviços de TI para ajudar a reduzir o impacto ambiental, incentivar comportamentos ecológicos pelas organizações de trabalhadores, clientes e fornecedores, garantir a sustentabilidade dos recursos utilizados pela TI, além de ser uma coleção de elementos estratégicos e iniciativas táticas para reduzir o impacto ambiental da operação das organizações de informática.

Segundo Harris (2008) a idéia da TI Verde é estudar e praticar maneiras eficientes de utilizar os recursos. A TI Verde é capaz de aumentar a eficiência energética, promover reciclagem e até mesmo diminuir a utilização de materiais perigosos ao meio ambiente.

Desde que a TI Verde se tornou norma em alguns países, muitas empresas estão buscando se adequar a esta realidade. Algumas empresas ao buscar modos de economizar energia utilizam novos hardwares e serviços, mas não possuem um plano organizacional antes de submeterem a um processo de TI Verde (HARRIS, 2008).

Para se começar um plano organizacional de TI Verde, em primeiro lugar, os custos energéticos devem ser tratados como uma das melhores práticas. Isto significa que esse item deve estar incluso em um plano tal como outros objetivos como otimização de desempenho e redução de custos (HARRIS, 2008).

Em segundo lugar, a empresa precisa conhecer o seu atual consumo de energia. A organização deve conhecer o quanto os seus equipamentos tecnológicos estão consumindo de energia e como está sendo utilizada, além de conhecer o desperdício que pode estar ocorrendo neste consumo. Após a organização deve identificar pessoas dentro da própria organização que possa ajudar a promover uma otimização do consumo de energia e também incentivá-las a participarem deste plano (HARRIS, 2008).

As seções a seguir trazem informações sobre regulamentações e selos que buscam amenizar o impacto ambiental causado pelos equipamentos de informática. Além de algumas tecnologias existentes no mercado que possuem objetivos relacionados a TI Verde.

2.2 Regulamentações existentes

Os serviços de armazenamento de dados possuem uma importante participação no consumo de energia, e a cada dia aumenta a necessidade de armazenar e processar dados. Isto demonstra que a postura de TI Verde não tem implicações apenas nas empresas que fabricam produtos, ao contrário do que algumas pessoas imaginam (Milagre, 2008).

Ainda de acordo com Milagre (2008) a TI Verde anuncia a chegada de rígidas normas, além de apenas uma obrigação moral. Prestadores de serviço de TI devem se adequar a iniciativas verdes por questões financeiras, obrigações fiscais e até mesmo legislativas, e não só para agradar consumidores responsáveis.

Surgiram diversas normas, leis e rotulagens com objetivos, que são muito importantes para aumentar a responsabilidade ambiental nas organizações. Como por exemplo, o Energy Star que foi de extrema importância para o desenvolvimento deste trabalho, por possuir uma grande base de dados com estatísticas de consumo de energia de equipamentos de tecnologia e ser uma das mais importantes rotulagens internacionais, foi utilizado sua base de dados para efetuar os cálculos de estimativas de consumo de energia, que o sistema desenvolvido efetua.

2.2.1 Energy Star

O programa Energy Star (2009) começou em 1992 pela agencia EPA (*Environmental Protection Agency*) com o objetivo de qualificar computadores e monitores de acordo com a conservação de energia dos mesmos. A empresa que adota este selo acaba criando uma rivalidade entre outras onde as que têm o selo são aquelas que em seu seguimento oferecem produtos com maior eficiência energética que as outras. Além de computadores, em 1996, novos produtos foram adicionados as normas deste programa, hoje é possível encontrar o selo da Energy Star em eletrodomésticos, aparelhos de ar condicionado, televisores, lâmpadas elétricas e até mesmo itens domésticos.



Figura 1: Logo da Energy Star

2.2.2 PROCEL

No Brasil, a PROCEL possui uma idéia parecida com a do Energy Star. Instituído por Decreto Presidencial em 8 de dezembro de 1993 Brasil (2009), o selo Procel visa orientar o consumidor no ato da compra indicando o nível de eficiência energética do produto em sua categoria, concedendo uma nota de A ate G onde um produto A é mais eficiente e um G é menos eficiente.



Figura 2: Selo eficiência energética PROCEL

2.2.3 ISO14000

É uma série de normas que especificam os elementos de um sistema de gestão ambiental, além disso, oferece ajuda prática para sua implantação ou aprimoramento. Este conjunto e normas foram desenvolvidos pela *Internacional Standardization for Organization* (ISO), órgão não-governamental que tem como objetivo ser o fórum mundial de normalização. Os principais pré-requisitos são: cumprimento da legislação ambiental, diagnóstico atualizado dos aspectos e impactos ambientais de suas atividades, procedimentos padrão e planos de ação para eliminar ou diminuir impactos ambientais, além de pessoal devidamente treinado e qualificado e campanhas internas constantes.

2.2.4 RoHS – Restrição de Certas Substâncias Perigosas

RoHS é uma legislação européia que proíbe que certas substâncias perigosas sejam usadas em processos de fabricação equipamentos eletrônicos, substâncias tais como: cádmio (Cd), mercúrio (Hg), cromo hexavalente (Cr(VI)), bifenilos polibromados (PBBs), éteres difenil-polibromados (PBDEs) e chumbo (Pb).

2.2.5 WEEE – Resíduos de Equipamentos Elétricos Eletrônicos

Está diretiva tem como objetivo reduzir os resíduos gerados por equipamentos elétricos e eletrônicos e melhorar o desempenho ambiental de tudo que esteja envolvido no ciclo de vida desses tipos de equipamentos.

2.3 Tecnologias

A cada dia surgem diversas tecnologias que buscam reduzir gastos nas organizações e aumentar o nível de conscientização dos usuários sobre a influência da TI em relação ao aquecimento global, entre elas uma ferramenta bastante interessante é o Localcooling.

Estima-se que haja um total de 660 milhões de computadores no mundo, e muitos desses computadores ficam ligados por horas, dias e até semanas sem necessidade. Uma grande motivação de utilização desta ferramenta é diminuir essa utilização desnecessária de energia (UNIBLE, 2009).

Além desta, o Google Energy Saver é outro exemplo de *software* que possui como objetivo aumentar a conscientização dos usuários sobre a influência da utilização dos computadores a emissão de gás carbônico.

2.3.1 Local cooling

O grande objetivo do *software* localcooling desenvolvido pela Uniblue é aumentar o nível de conscientização sobre como os PCs podem contribuir para as alterações climáticas.

Com o localcooling é possível configurá-lo para fazer o desligamento do monitor, hibernação do disco rígido e até mesmo efetuar o desligamento do computador, conforme as necessidades de utilização de cada usuário.



Figura 3: Tela de configuração do LocalCooling



Figura 4: Tela de demonstração de consumo de energia do Localcooling

Esta aplicação demonstra a quantidade de energia que o computador está consumindo, baseado em uma grande base de dados de *hardwares* e informações de pesquisas feitas sobre o consumo de energia dos computadores.

Ao ajustar as configurações conforme as necessidades de cada máquina, o *software* informará ao usuário o quanto de energia que está se economizando, quantas árvores foram salvas, quantos galões de petróleo foram poupados, tudo isso baseado no uso e dados estatísticos.

No site do *software* há um ranking dos maiores poupadores e o apanhado geral da energia que foi economizada. Com quase 250 mil usuários, foram estimados uma economia do equivalente a um bilhão de barris de petróleo. A meta da empresa é de atingir 100 milhões de usuários em todo o mundo (UNIBLE, 2009).

2.3.2 Google Energy Saver

Este é um *widget* da Google, consiste em uma calculadora que ajuda a conscientizar o usuário da quantidade de CO2 que seus equipamentos emitem e dá dicas de como diminuir esta quantidade. Além disso, com este software é possível ajustar o tempo para desligamento automático dos HD's e monitor quando inativos, e ao estar online soma a quantidade total economizada pelos usuários (Google, 2009).



Figura 5: Tela do Google Energy Saver

2.3.3 Calculadora do Energy Star

O Energy Star (2009), cuja base de dados foi usada como referência das informações que foram utilizadas no sistema desenvolvido, em seu site possui uma Calculadora de energia para sistemas PC, onde é possível selecionar as configurações mais próximas as do computador a ser consultado, e com alguns parâmetros como status e horas ligado, é efetuado o calculo da estimativa de consumo de energia do computador conforme a base de dados que este possui.



Figura 6: Calculadora de energia do Energy Star

2.4 Iniciativas de grandes organizações

As organizações estão a cada dia evoluindo em relação à necessidade de diminuir o impacto ambiental causado por elas. O progresso que já foi simbolizado por derrubar árvores e abrir estradas, hoje em dia e cada vez mais depende de um consumo consciente e da renovação, buscando assim evoluir de uma forma consciente e ao mesmo tempo com grande eficiência (CAETANO, 2009).

Muitas das grandes organizações estão se preocupando com o meio ambiente, fazendo grandes investimentos em pesquisas, umas destas é a IBM (2009) que em 2007 lançou o projeto *Big Green*, anunciou um investimento anual de 1 bilhão de dólares, com o objetivo de reduzir as próprias contas de energia, e também as de seus clientes, também prometeu dobrar a capacidade de processamento de seus *data centers* sem aumentar o consumo elétrico, até 2010. Uma informação muito relevante para a importância da mudança de comportamento é que em 2006 a IBM conseguiu reciclar 85% de seus resíduos, economizarem 5,72% de energia elétrica e 14% de recursos hídricos com atitudes como apagar as luzes ou fechar as torneiras.

Desde agosto de 2006 o Greenpeace divulga um ranking verde dos produtos eletrônicos, os índices são avaliados com base nas políticas de reciclagem, na responsabilidade com o descarte de produtos pelos usuários e na prática de eliminar materiais tóxicos dos produtos. No ranking divulgado em novembro de 2008, a Nokia aparece com pontuação próxima de 7 é a empresa mais "verde" da lista. Com notas entre 5 e 6 estão as empresas Samsung, Sony Ericsson, Toshiba, LG, Motorola, Sony e Panasonic. Com média abaixo de 5 estão grandes fabricantes de Computadores. Estão na lista HP, Dell, Acer, Apple, Philips e Sharp. A Lenovo ficou abaixo da nota quatro. Atrás dela está a Microsoft, com nota próxima a 3 e a Nintendo com 1 (GREENPEACE, 2008).

3 METODOLOGIAS DOS CALCULOS

Utilizou-se a base de dados do Energy Star (2009) e as informações que os fabricantes de processadores disponibilizam para desenvolver os cálculos das estimativas de consumo de energia que o GreenEnergy realiza. O calculo de estimativa de consumo de energia foi divido em 3 partes: Classificação do Computador, Monitor e Processador. Além deste, o GreenEnergy realiza o calculo da possível emissão de CO2 e o custo para as organizações conforme o consumo de energia estimado.

3.1 Classificação do Computador

O Energy Star (2009) possui em seu site classificações² que determinam conforme as configurações do computador a estimativa de consumo de energia em W/h quando ligado. As configurações relevantes para determinar a classificação são: Memória RAM, HD, Processador e Placa de vídeo. As classificações são as seguintes:

- a) Pequeno Servidor: Consumo estimado em 84 W/h, com configurações tais como Processador Celeron ou P4/ 2.8 GHz, Memória RAM de 256 MB e HD até 200 GB.
- b) Computador Econômico: Consumo estimado em 127 W/h, com configurações tais como Processador Celeron (2 GHz), Sempron (3000+) ou equivalentes, Memória RAM de 512 MB e 250 GB de HD.
- c) Computador Multimídia: Consumo estimado em 166 W/h, com configurações tais como Processador Athlon X2, Core 2 Duo ou equivalente / 2.4 GHz, 1GB de Memória RAM, HD de 320 GB e maior capacidade gráfica.
- d) Estação de Trabalho: Consumo estimado em 210 W/h, com configurações tais como Processador Opteron, Xeon, Core 2 Quad ou equivalentes/ 3GHz, Memória RAM de 8 GB e HD de 500 GB.

Com os resultados obtidos pelas pesquisas realizadas na base de dados do Energy Star (2009) e também com as informações dos fabricantes de processadores, observou-se que o processador possui um consumo maior que os outros itens que determinam as classificações determinadas pelo Energy Star (2009). Optou-se então por separar o processador da classificação e especificar apenas o seu consumo conforme informações dos fabricantes.

² As classificações citadas foram consultadas em 15 de junho de 2009.

Separou-se o processador das classificações obtidas no site do Energy Star (2009), adaptou-se tais classificações ao GreenEnergy, diminuindo o valor de consumo de energia do processador conforme valores disponibilizados pelos fabricantes. Obtiveram-se as seguintes classificações:

- a) Nível 1: Consumo estimado em 16 W/h, com configurações tais como Memória RAM de 256 MB, HD até 200 GB.
- b) Nível 2: Consumo estimado em 65 W/h, com configurações tais como Memória RAM de 512 MB e 250 GB de HD.
- c) Nível 3: Consumo estimado em 101 W/h, com configurações tais como Memória RAM de 1 GB, HD de 320 GB e maior capacidade gráfica.
- d) Nível 4: Consumo estimado em 105 W/h, com configurações tais como Memória RAM de 8 GB e HD de 500 GB.

Após determinar as classificações, chegou-se a seguinte equação de estimativa de consumo geral por computador:

Consumo da Classificação + Consumo do Processador + Consumo do Monitor (conforme o valor de seu *status*) * Horas Ligado.

Para chegar ao valor total de consumo da rede dos computadores cadastrados são somados os valores de consumo energético de todos os computadores.

3.2 Monitor

Conforme a base de dados disponibilizada pelo Energy Star (2009) cada monitor possui sua estimativa de consumo de acordo com seu modelo (CRT ou LCD), tamanho e *status*.

Modelo	Tamanho	Ligado	Em Espera	Desligado
LCD	17	16,1 W	0,5 W	0,4 W
LCD	19	17,1 W	0,5 W	0,4 W
LCD	20	18,2 W	0,7 W	0,5 W
LCD	22	29,9 W	0,7 W	0,4 W
CRT	15	58 W	2 W	1 W
CRT	17	61 W	2 W	1 W
CRT	19	85 W	14 W	2 W
CRT	21	96 W	7 W	1 W

Quadro 1: Lista de Monitores

A Quadro 1 demonstra uma lista com alguns modelos de monitores com seus respectivos valores de estimativas de consumo.

O sistema possui uma lista de monitores pré-cadastrados com seus valores de consumo conforme Quadro 1, desta forma o usuário pode consultar a lista de monitores cadastrados, se não encontrar o monitor poderá efetuar o cadastro.

3.3 Processador

Cada processador possui uma estimativa de consumo conforme especificada por seu fabricante. O Quadro 2 demonstra alguns modelos de processadores, sua velocidade de processamento e a estimativa de consumo de energia, dos fabricantes Intel (2009) e AMD (2009).

Modelo	Velocidade	Consumo Energia
Pentium 4-C	2.4 GHz	67.6 W
Pentium 4 HT	3.06 GHz	81.8 W
Sempron 3000	800 MHz	62 W
Celeron 420	1.6 GHz	35 W
Core 2 Duo	2.4 GHz	65 W
Athlon Thunderbird	800 MHz	45.5 W

Quadro 2: Lista de Processadores

Pelas informações dos fabricantes, observou-se que a estimativa de consumo de energia de cada processador pode variar pela velocidade de processamento. Os valores de consumo listados no Quadro 2 são as médias de consumo enquanto o computador estiver ligado. Pela grande variação de velocidade dos processadores enquanto utilizados e pela dificuldade de se obter esta informação, foi atribuído os valores das médias de consumo para cada modelo de processador enquanto o computador estiver ligado.

Assim como os monitores, o GreenEnergy já possui alguns processadores précadastrados, conforme o Quadro 2 demonstra alguns destes, possibilitando ao usuário verificar se o processador a ser cadastrado já está incluso na lista, se não estiver, então poderá efetuar o cadastro.

3.4 Emissão de Gás Carbônico

Para efetuar o calculo da quantidade de CO2 emitido por kW foi utilizada como referência a revista *The Architecture* da Microsoft que em sua 18º edição tem como tema *Green Computing*. A revista indica que o consumo de cada kWh equivale a emissão de 2.3 libras de CO2, convertendo esta medida para Kg chegamos ao valor de 1.04 Kg emitido a cada kWh consumido (*TheArchitecture*, 2008). Para chegar ao valor estimado de CO2 emitido que é exibido pelos relatórios, foi feito o calculo demonstrado na Figura 6, baseado na revista *The Architecture*:

Emissão de CO2 =	Consumo (kWh) x Horas Ligado (Computador + Monitor) x 1.04 Kg
------------------	---

Figura 7: Cálculo de Emissão de CO2

3.5 Custo em Reais

Para efetuar o calculo de custo da estimativa de consumo energético para as organizações, utilizou-se como referencia os custos de algumas companhias de energia elétrica no Brasil. Com os resultados obtidos na pesquisa tem-se os seguintes resultados demonstrado no Quadro 3 ANEEL (2009).

Companhia	R\$/kWh
CEEE	R\$ 0,31
RGE	R\$ 0,37
СРЕЕ	R\$ 0,38
EMG	R\$ 0,40
COELBA	R\$ 0,33

Quadro 3: Lista de tarifas de Companhias de Energia

Optou-se por utilizar a tarifa da CEEE pela localização dos possíveis futuros testes a serem efetuados nas organizações, buscando desta forma trazer valores mais próximos aos custos das empresas.

4 GREEN ENERGY

Este é um sistema que gera informações sobre estimativas do consumo de energia de uma rede de computadores, bem como informações sobre a possível quantidade de CO2 que está sendo emitido por este consumo, além do custo que este gera para as organizações. Disponibiliza-se uma série de relatórios sobre informações coletadas, além de um serviço de envio de notificações aos usuários das estações de trabalho cadastradas no sistema, com o objetivo de diminuir o consumo de energia desnecessário quando ocorrem.

O desenvolvimento do Green Energy foi baseado no modelo de processo Incremental, que segundo Pressman (2006) é um modelo interativo que tem como objetivo apresentar um produto operacional a cada incremento realizado.

Para o desenvolvimento deste, foi utilizada a ferramenta Visual Studio 2008, a linguagem orientada a objetos C#, banco de dados SQL Server 2005, na parte web do sistema foi utilizado a tecnologia ASPNET e para coletar as informações que foram necessárias para calcular as estimativas de consumo de energia de cada computador, foi utilizado o .NET Framework da plataforma Windows.

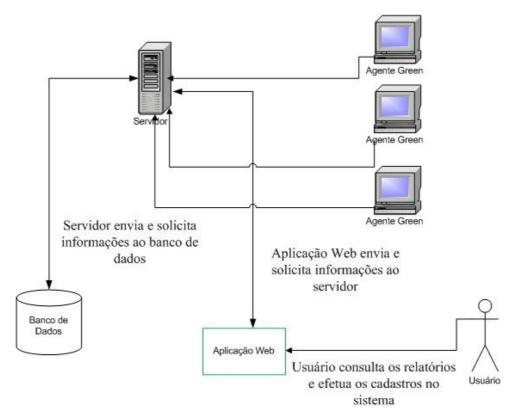


Figura 8: Arquitetura do sistema

A opção de utilizar o Framework .NET possibilitou obter as informações necessárias através da biblioteca de classes WMI, com esta é possível capturar diversas informações do computador. Utilizou-se também a tecnologia *windows service* que possibilitou a utilização do agente como um serviço em segundo plano do sistema operacional, capturando as informações em determinados períodos de tempo e as enviando para o servidor através do *web service*.

A arquitetura do sistema, como vista na figura 8, está dividida em cinco partes, sendo elas: Servidor, Aplicação Web, Web Service, Agente e Visualizador de informações. As seções que seguem além da análise do sistema, trazem um detalhamento destas camadas, bem como as tecnologias que foram utilizadas em suas construções e suas funcionalidades.

4.1 Análise e modelagem do sistema

Após pesquisas realizadas e testes feitos com sistemas existentes, foi realizada a analise e modelagem da ferramenta, para auxiliar na mesma, a construção de alguns diagramas foi necessária, como o diagrama de caso de uso geral do sistema e o diagrama entidade e relacionamento – DER.

4.1.1 Diagrama de Casos de uso do Sistema

O diagrama casos de uso foi criado a partir das informações coletadas através da WMI pode ser observado na Figura 9. Podemos perceber em um primeiro momento que os atores dividem em duas partes o sistema.

O usuário está ligado aos casos de usos que representam a autenticação, e conforme seu perfil terá permissões diferentes, os cadastros necessários para o funcionamento do sistema, bem como, as consultas que serão realizadas aos relatórios disponíveis pela ferramenta.

O agente tem sua ligação com a coleta de informações que faz nas estações onde está instalado e o envio das mesmas para a base de dados do sistema.

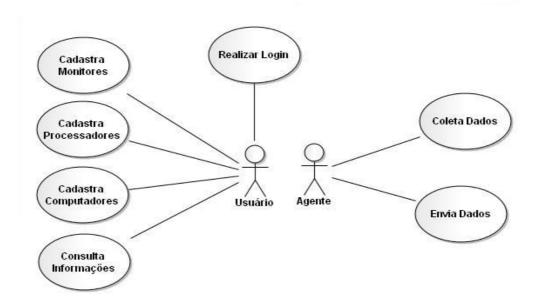


Figura 9: Caso de Uso Sistema GreenEnergy

4.1.2 Diagrama de entidade e relacionamento

O diagrama ER mostrado na Figura 10 foi criado após a modelagem do caso de uso, com o objetivo de facilitar o entendimento e estrutura do banco de dados e relacionamentos das tabelas.

Este ER nos permite observar uma característica do sistema que é centralizar as informações no computador. Este está ligado a duas tabelas do banco de dados que recebem informações do agente, Consumo, que armazena status do monitor e tempo em que o computador está ligado, Configuração Atual, onde são gravadas as configurações atuais do computador ao qual o agente está instalado. Além dessas, possui um relacionamento com as tabelas Monitor, Processador e Classificação.

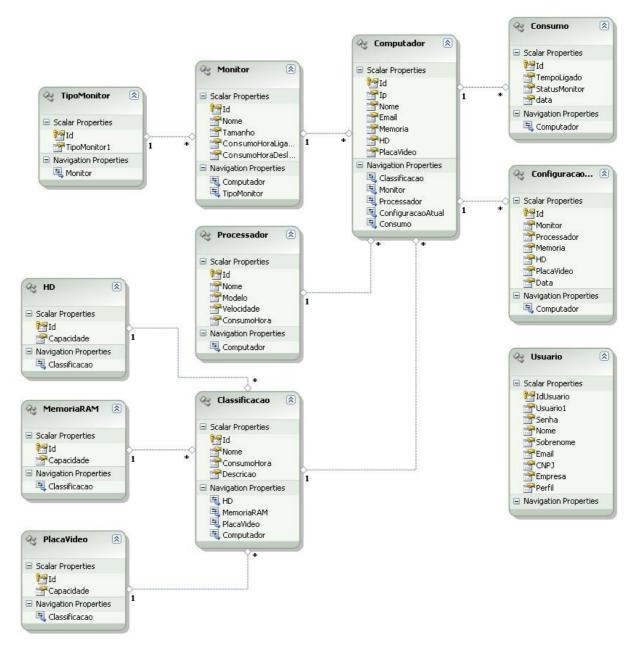


Figura 10: Diagrama de entidade e relacionamento

4.2 Servidor

Objetiva-se separar a parte da persistência dos objetos no banco de dados com o restante do sistema, com isso tem-se assim uma melhor organização nas camadas do sistema e diminui o impacto gerado nas alterações em determinada camada em relação às outras.

No desenvolvimento desta, utilizou-se a tecnologia LINQ to Entities, responsável pela comunicação do sistema com o banco de dados.

4.2.1 LINQ to Entities

LINQ é um conjunto de recursos introduzido na versão do .NET *Framework* 3.5 que permite a realização de consultas diretamente em base de dados, documentos XML, coleção de objetos, estrutura de dados, etc. utilizando uma sintaxe semelhante com a linguagem SQL. Esta tecnologia tem como objetivo obter uma maior legibilidade no código final e maior transparência sobre os detalhes de implementação de cada fonte de dados (Microsoft, 2009).

Sendo que esta se diferencia de acordo com o tipo de dado aonde irá realizar a pesquisa, como demonstra a arquitetura do LINQ na Figura 11. LINQ to Entities, que utiliza o ADO.NET Entity *Framework* disponível no .NET *Framework* 3.5 com *SP* 1, e tem como uma de suas funcionalidades gerar um modelo de dados da entidade conhecido como EDM, que defini-se como um modelo conceitual de dados que pode ser usado para modelar os dados de um domínio particular de forma que as aplicações podem interagir com os dados como se fossem entidades ou objetos. Através do EDM a ADO.NET expõe as entidades como objetos no ambiente .NET o que torna a camada de objetos um destino ideal para o suporte a LINQ (Microsoft, 2009).

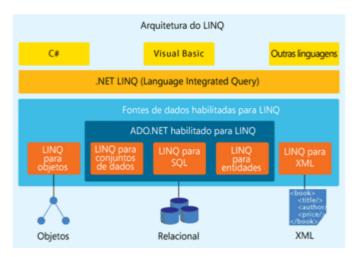


Figura 11: Arquitetura do LINQ

Esta tornou o acesso ao banco de dados mais simples e fácil de manter. Assim obteve-se uma maior agilidade para fazer as alterações e atualizações tanto na base de dados como no ambiente de desenvolvimento.

4.3 Aplicação Web

Parte onde o usuário autentica no sistema, objetiva disponibilizar via internet cadastros e relatórios referentes ao consumo de energia dos computadores determinados no sistema, para desta forma facilitar o acesso a tais informações.

O caso de uso específico desta parte do sistema é ilustrado na figura 12.

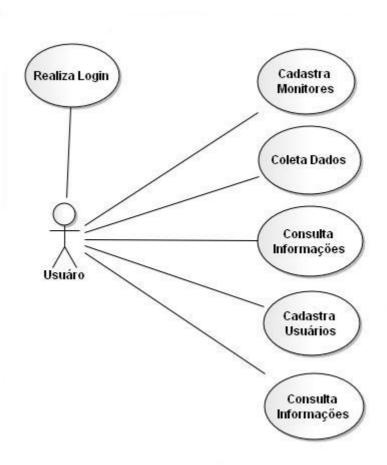


Figura 12: Caso de Uso da Aplicação Web

Este é dividido em duas visões no lado do servidor: uma visão para o administrador e uma visão para o usuário. Essas visões são representadas por acessibilidades de itens do menu para cada perfil. A visão é definida pelo tipo de perfil. O sistema tem como apresentação inicial a tela de autenticação de usuário, que pode ser visualizada na Figura 13, onde os usuários, sejam administradores ou usuários, realizam a autenticação e têm acesso ao sistema através do menu referente a seu perfil.

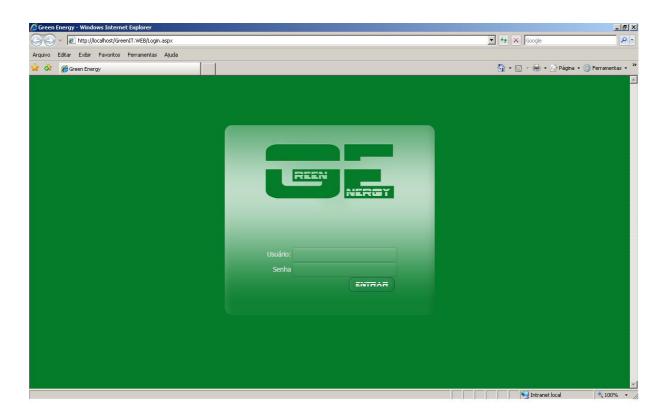


Figura 13: Tela inicial onde o usuário realiza a entrada no sistema

4.3.1 Visão do Usuário

O menu do usuário está disponível apenas aos relatórios e envio de notificações. A Figura 14 mostra as opções deste. Os relatórios são: Relatório de consumo de energia por computador e Relatório de consumo de energia da rede.



Figura 14: Tela inicial do menu do usuário

4.3.1.1 Relatórios de Consumo de Energia por Computador

Este possui as seguintes informações: Data, Computador, Consumo em kW/h, CO2 Emitido e Custo.

- a) Data: Corresponde ao período da consulta e seu respectivo consumo.
- b) Computador: Nome do computado ao qual está sendo feita a consulta.
- c) Consumo em kW/h: Estimativa de consumo em kilowatt hora no período consultado.
- d) CO2 Emitido: Estimativa de CO2 emitido pelo consumo de energia.
- e) Custo: Estimativa de custo em Reais pelo consumo de energia.

Na Figura 15 podemos visualizar a tela deste relatório.

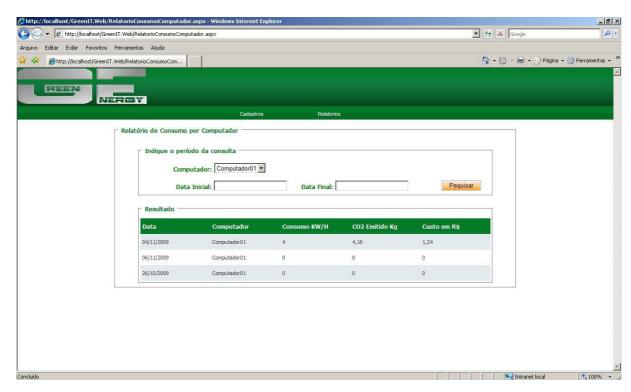


Figura 15: Tela do Relatório de Consumo de Energia por Computador

4.3.1.2 Envio de notificações

Ao consultar o relatório de consumo por computador, o usuário tem a opção de enviar uma notificação ao usuário do computador selecionado. Esta é enviada via *e-mail* com informações sobre o consumo estimado e dicas para ajudar a diminuir possíveis desperdícios de energia do computador, dicas tais como, desligarem o monitor ao termino de seu expediente.

4.3.1.3 Relatórios de Consumo de Energia da Rede

Este possui as mesmas informações do relatório de consumo por computador, porém com os valores totais dos computadores cadastrados: Data, Computador, Consumo em kW/h, CO2 Emitido e Custo.

4.3.2 Visão do Administrador

Ao menu do administrador está disponível os cadastros de usuários, monitores, processadores e computadores, bem como as mesmas opções de consultas aos relatórios e envio de notificações do perfil de usuário.

4.3.2.1 Cadastro de Monitores

Este disponibiliza a inclusão, exclusão e alteração aos monitores cadastrados. Possui uma opção para selecionar o tipo de monitor, com os itens CRT e LCD, ainda inclui ao cadastro o nome, tamanho e consumo conforme status. A Figura 16 ilustra-o.

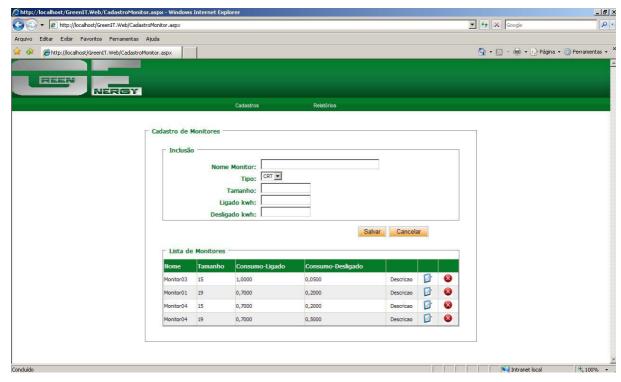


Figura 16: Tela de cadastro de Monitores

O objetivo deste é disponibilizar ao administrador atualizar monitores com seus respectivos valores de consumo energético, permitindo assim incluir todos os monitores utilizados na empresa e que os valores dos relatórios se aproximem dos valores reais de consumo de energia.

4.3.2.2 Cadastro de Processadores

Neste é possível incluir, excluir e alterar os processadores cadastrados. Possui as opções de nome do processador, modelo, velocidade e consumo de energia estimada. A Figura 17 mostra este.

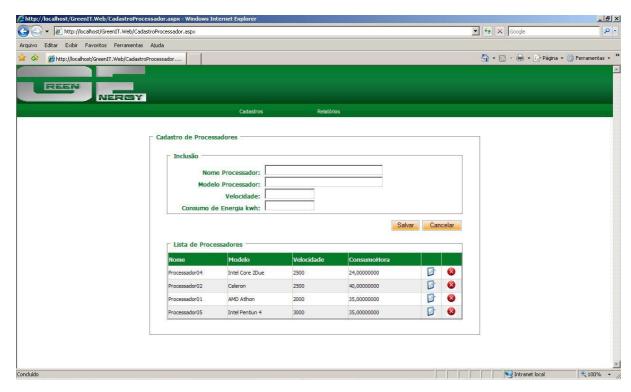


Figura 17: Tela de cadastro de Processadores

Objetiva-se permitir com este aumentar as opções de processadores ao cadastro de computadores, buscando assim incluir todos os processadores utilizados na organização.

4.3.2.3 Cadastro de Computadores

Este disponibiliza ao administrador a inclusão, exclusão e atualização da lista de computadores. Inclui-se neste: nome do computador, IP, monitor, processador, memória RAM, HD, placa de vídeo e *e-mail* do usuário ao qual o agente está instalado.

Ao fazer o cadastro é necessário selecionar as opções de memória RAM, HD, placa de vídeo, é através delas que será determinada qual classificação terá o computador cadastrado. Abaixo das opções do cadastro são listados os computadores cadastrados com suas respectivas classificações. Na Figura 18 é possível visualizar esta tela.

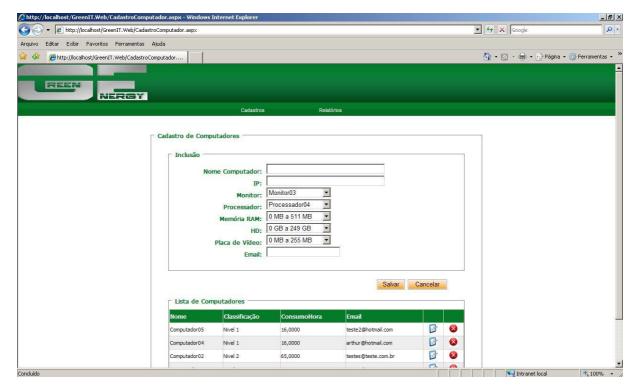


Figura 18: Tela de cadastro de Computadores

Objetiva-se com este reunir as informações de cada computador, buscando assim facilitar o acesso a estas.

4.4 Web Service

De acordo com Cerami (2002) é qualquer serviço que está disponível através da internet, utiliza um sistema padronizado de mensagens XML, assim permite a comunicação de sistemas desenvolvidos em diferentes linguagens.

Serve como centralizador dos métodos utilizados pelo agente para enviar informações ao servidor, assim como para aplicação web consultar e enviar dados ao banco de dados.

Decidiu-se utilizá-lo para facilitar a comunicação entre o agente e o servidor. Este tem um papel vital em uma possível integração com outros sistemas no futuro.

4.5 Agente

De acordo com Luck e d'Inverno (2004) um agente é uma instância de um objeto ao qual possui um propósito ou conjunto de propósitos a ele associado. Assim entende-se que um objeto é um agente se ele serve a um propósito para outro agente ou a ele próprio. Os mesmos autores mencionam que a inteligência não é pré-requisito para um objeto ser considerado um agente.

O agente desenvolvido possui as características de um monitor, ao qual segundo RajJain (2006) é um aplicativo com o propósito de observar as ações em um sistema. Em geral tais monitores têm por objetivo monitorar o desempenho de sistemas, capturar informações para mostrar estatísticas de desempenho, exibir áreas, analisar os dados e sugerir informações.

Parte do sistema responsável por coletar informações dos computadores e enviá-las ao servidor via serviço web. O caso de uso específico deste é retratado na Figura 19. Utilizaram-se duas tecnologias em seu desenvolvimento: Windows Service e WMI.

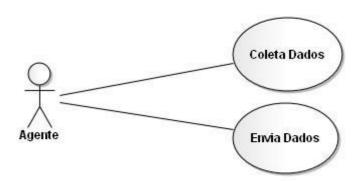


Figura 19: Caso de Uso do Agente

A parte do agente responsável por coletar as informações necessárias para o sistema executa uma função a cada 2 minutos que captura o *status* do monitor e o tempo que o computador está ligado. Outra função deste é coletar informações de hardwares que estão instalados, tais como modelo do processador e placa de vídeo, esta é executada uma única vez ao dia, tem por objetivo verificar se os componentes cadastrados no servidor para o computador a ser monitorado estão de acordo com as instaladas nele, ao verificar se algum

componente não está de acordo com o cadastrado, o sistema envia um aviso ao usuário, buscando desta forma evitar informações erradas nos relatórios do sistema.

4.5.1 Windows Service

O agente é um projeto do tipo Windows Service. Este é inicializado quando o Windows é carregado e roda em segundo plano enquanto o sistema operacional estiver em execução, como um processo deste (Microsoft, 2009).

Com o objeto *Timer*, disponível na plataforma .NET, é possível executar funcionalidades em um determinado espaço de tempo, com isso foi possível determinar tarefas diferentes em tempos diferentes ao agente. Outro motivo importante para a escolha deste tipo de aplicação é a facilidade de adição de funcionalidades ao agente, como por exemplo, regras de energia.

4.5.2 WMI

O Windows Management Instrumentation (WMI) é um componente do sistema operacional disponível na versão do Windows 2000 e superiores. Tem como objetivo estabelecer padrões para acessar e compartilhar informações de gerenciamento em uma rede corporativa, podendo controlar e monitorar os componentes do sistema seja software ou hardware (Microsoft, 2009).

A arquitetura do WMI consiste de quatro segmentos que são (Microsoft, 2009):

- a) aplicações de gerenciamento que podem acessar, exibir e processar dados obtidos de objetos gerenciados;
 - b) infra-estrutura do WMI, que é o elo entre aplicações de gerenciamento e provedores;
- c) provedores, que tem como objetivo fornecer dados e definições de classes, atuando como intermediários entre componentes do sistema operacional e aplicativos;
- d) objetos gerenciados referentes a todos dispositivos de rede que possam ser gerenciados;

A Figura 20 ilustra a arquitetura WMI.

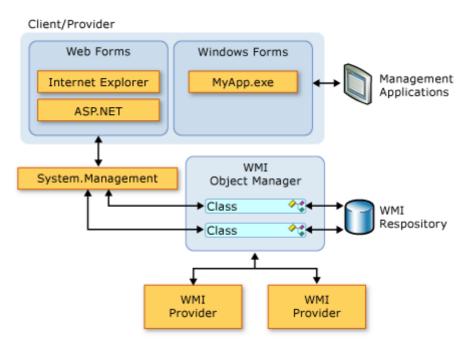


Figura 20: Arquitetura WMI

WMI facilitou o acesso às informações necessárias para o desenvolvimento deste trabalho, informações tais como: *status* do monitor, tempo que o computador está ligado e configurações de *hardware* que estão instaladas.

4.6 Visualizador de informações coletadas pelo Agente

As informações coletadas pelo agente podem ser consultadas em um visualizador. Este foi desenvolvido utilizando a tecnologia Windows Form, que é o componente *smart-client* do .NET *Framework*, um conjunto de bibliotecas gerenciadas que habilita tarefas comuns de aplicativo como à leitura e a gravação no sistema de arquivos (Microsoft, 2009).

Esta disponibiliza ao usuário, ao qual está instalado o agente, consultar estimativas de seu atual consumo de energia, emissão de CO2 e custo em R\$ conforme o consumo estimado. Também é possível consultar essas informações de períodos anteriores. Na Figura 21 podemos visualizar o caso de uso deste.



Figura 21: Caso de Uso do Visualizador de Informações

4.7 Experimentos

Após o desenvolvimento do sistema foi efetuado um experimento em uma rede de computadores, o teste envolveu três máquinas com configurações distintas, bem como monitores diferentes, as quais foram instalados o agente e o visualizador de informações. O objetivo de monitorar computadores com diferentes configurações foi de observar as diferenças do consumo de energia de acordo com as características de cada um.

Os computadores monitorados e suas respectivas configurações foram:

Comercial 1:	Comercial 2:	Comercial 3:
Monitor: CRT 17";	Monitor: LCD e 17";	Monitor: LCD e 19";
Processador: Pentium 4;	Processador: Intel Core 2 Duo	Processador: Sempron 3000;
Memória RAM: 512 MB;	Memória RAM: 3 GB;	Memória RAM: 1 GB;
HD: 80 GB;	HD: 160 GB;	HD: 120 GB;
Placa de vídeo: 256 MB.	Placa de vídeo: 512 MB	Placa de vídeo: 256 MB.

Quadro 4: Lista de computadores testados

•

As classificações e o consumo destas atribuídas pelo GreenEnergy conforme as configurações dos computadores e seus respectivos processadores e consumo podem ser visualizados no Quadro 4:

Computador	Classificação	Consumo W/h	Processador	Consumo W/h
Comercial 01	Nível 2	65	Pentium 4	67,6
Comercial 02	Nível 3	101	Intel Core 2 Duo	65
Comercial 03	Nível 4	105	Sempron 3000	62

Quadro 5: Classificações e Processadores dos computadores testados

Conforme os monitores definidos para cada computador possuem os seguintes valores de consumo:

Computador	Monitor	Tamanho	Consumo Ligado W/h	Consumo Espera W/h	Consumo Desligado W/h
Comercial 01	CRT	17	61	2	1
Comercial 02	LCD	17	16,1	0,5	0,4
Comercial 03	LCD	19	17,5	0,5	0,4

Quadro 6: Monitores dos computadores testados

Os testes foram efetuados no período de 3 dias, os resultados seguem no quadro abaixo:

		Monitor	Monitor	Monitor	Total
	CPU	Ligado	Espera	Desligado	Consumo
Comercial 1					
Tempo h	27	25,5	1,5	0	
Consumo kW/h	3,5802	1,55	0,003	0,001	5,1342
CO2 Emitido Kg	3,7234	1,612	0,00312	0,00104	5,3395
Custo R\$	1,1098	0,48	0,0093	0,0031	1,59
Comercial 2					
Tempo h	24	24	0	3	
Consumo kW/h	3,984	0,3864	0	0,0015	4,3719
CO2 Emitido Kg	4,1434	0,4019	0	0,0016	4,5468
Custo R\$	1,2350	0,1198	0	0,0005	1,3553
Comercial 3					
Tempo h	27	27	0	0	
Consumo kW/h	4,509	0,4725	0	0	4,9815
CO2 Emitido Kg	4,6894	0,4914	0	0	5,1808
Custo R\$	1,3978	0,1465	0	0	1,5443

Quadro 7: Resultado dos testes

O período em que os testes foi feito tiveram um total de 27 horas de expediente, contando com 1h do intervalo do almoço. Os resultados demonstrados no Quadro 7 indicam que o computador comercial 1 passou todo o período de expediente ligado e que o seu computador possui uma regra para o monitor entrar em modo de espera após um determinado tempo que estiver ocioso. Já o usuário da máquina comercial 2 desligou o seu computador e monitor no horário de almoço, ao contrário do comercial 3 que passou todo o período ligado.

Os resultados demonstram valores de consumo não muito relevantes para uma organização, porem se aplicados em uma escala maior de computadores pode trazer um retorno significativo de redução de custo ao utilizar regras tais como desligar o monitor no horário de almoço.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou o desenvolvimento de um sistema web que gera informações sobre estimativas do consumo de energia de uma rede de computadores, possível emissão de CO2 e custo para as organizações com o consumo estimado. Foram realizadas observações nos sistemas existentes no mercado, com o intuito de encontrar as funcionalidades que não eram contempladas por nenhum deles. Com essas observações foi proposto um sistema com objetivo de gerenciar o consumo energético de uma rede de computadores. Alguns dos sistemas existentes no mercado oferecem um controle aos usuários de consumo estimado apenas em seu computador. Entretanto nenhum destes que foram pesquisados, possui um gerenciamento de toda rede. Observou-se que a centralização destas informações, pode ajudar a diminuir o possível consumo excessivo de energia nas organizações, e como conseqüência, uma possível economia financeira a estas.

No desenvolvimento foram utilizadas tecnologias tais como, o .NET framework, Visual Studio 2008, ASPNET, Windows Service, SQL Server 2005, Linq to Entities, Web Service, WMI. Este foi dividido em duas visões no lado do servidor e um visualizador de informações nas estações controladas. O controle das visões é realizado através do cadastro de perfil do usuário.

Foi utilizado como base de dados para efetuar os cálculos de estimativa de consumo de energia as informações obtidas no site do Energy Star (2009), onde se encontra classificações conforme as configurações do computador, cada classificação possui um consumo de energia estimado. Dentro destas configurações está incluso o processador, porém, com as pesquisas realizadas no Energy Star (2009) e nos sites dos fabricantes de processadores, observou-se que este é um dos principais consumidores de energia do computador. Optou-se então por separar o processador da classificação e especificar o seu consumo, conforme as informações de seu fabricante. Com isso procura-se obter valores mais aproximados dos reais.

O sistema foi modelado pensando em centralizar as informações de consumo de energia de uma rede de computadores, buscando assim facilitar o gerenciamento destas, bem como demonstrar aos usuários de cada computador essas informações, desta forma, objetiva-se aumentar a conscientização de como cada usuário pode contribuir para diminuir o impacto ambiental que os equipamentos de TI causam.

Durante o desenvolvimento e os testes foram observadas melhorias que podem ser implementadas no sistema, bem como sugestões para trabalhos futuros. Entre elas pode-se citar a criação de funcionalidades no agente, como desligar o monitor automático quando o

computador onde está instalado estiver um determinado tempo ocioso, a inclusão de classificações para os notebooks, já que este, com os testes realizados com a biblioteca WMI, não foi possível obter as informações de status do monitor que é necessária para definir a estimativa de consumo. Bem como, implementar um controle de impressões em relação ao impacto ambiental.

REFERÊNCIAS

AMD, Disponível em: http://www.amd.com/>. Acesso em: jun. 2009.

ANEEL, Disponível em: http://www.aneel.gov.br/ >. Acesso em: ago.2009.

BALIEIRO. Disponível em: http://info.abril.com.br/corporate/blog/conexao-cio/20080815_listar.shtml. Acesso em: ago.2008.

BRASIL. **Decreto Presidencial**. Disponível em: Acesso em: jul.2009">http://www6.senado.gov.br/>Acesso em: jul.2009.

CAETANO. Disponível em: http://computerworld.uol.com.br/gestao/2009/10/20/ti-verdesetor-financeiro-impulsiona-politicas-sustentaveis/. Acesso em: out.2009.

CEREMI, E. Web Service Essentials. Estados Unidos da América: O'Reilly, 2002.

CHEROBINO. Disponível em: http://computerworld.uol.com.br/gestao/2007/03/29/idgnoticia. 2007-03-29.9273502303/paginador/pagina_3>. Acesso em: ago.2008.

DATE, C. J. Introdução a sistemas de banco de dados. Rio de Janeiro: Campus, 2000.

ENERGY STAR. Disponível em:http://www.eu-energystar.org/pt/index.html. Acesso em: jul. 2009.

GANDOLPHO. Disponível em: < http://info.abril.com.br/corporate/ti-verde/muito-alem-da-ti-verde.shtml> Acesso em: set.2008.

GREENPEACE. Disponível em: http://www.greenpeace.org/international/campaigns/toxics/electronics/how-the-companies-line-up. Acesso em: ago. 2009.

HARRIS, J. Green Computing and Green IT Best Practices. Reino Unido: Bertrams, 2008.

HIRD, G. Green IT in practice. IT Governance Pub, 2008.

IBM. Big Green Inovations. Disponível em: http://www-03.ibm.com/technology/greeninnovations/ Acesso em: set.2009.

INFO-TECH RESEARCH GROUP. **Why Mid-size Companies Are.** Disponível em: http://www-03.ibm.com/press/attachments/GreenIT-final-Mar.4.pdf Acesso em: ago.2009.

Intel. Disponível em: http://www.intel.com>. Acesso em: jun.2009.

KELY, TI Verde. **Info**, p. 87, ago/2008.

LUCK, D'INVERNO. Understanding Agent Systems. Alemanha: Springer, 2004.

MILAGRE. Disponível em: http://webinsider.uol.com.br/index.php/2008/02/28/o-panorama-juridico-e-normativo-da-politica-de-ti-verde/ Acesso em: nov.2008.

Microsoft. Disponível em: http://msdn.microsoft.com/pt-br/library/bb308959.aspx Acesso em: jun.2009.

Microsoft, **The Architecture**, p. 24, nov/2008.

PRESMAN, R. Engenharia de Software. São Paulo: Mcgraw Hill Brasil, 2006.

Relatório IPCC. Disponível em: http://www.ipcc.ch/pdf/reports-nonUN-translations/portuguese/ar4-wg1-spm.pdf . Acesso em: 25 set. 2008.

UNIBLE. Disponível em: http://www.localcooling.com>. Acesso em: 20 fev. 2009.