



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE



PRODEMA

JOEL AMAQUE DA SILVA INDI



**PRÁTICAS DE TIC VERDE COMO SUPORTE PARA O DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL**

FORTALEZA

2016

JOEL AMAQUE DA SILVA INDI

PRÁTICAS DE TIC VERDE COMO SUPORTE PARA O DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL

Dissertação apresentada ao Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de concentração: Ciências ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Reynaldo Amorim Marinho

FORTALEZA

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- I34p Indi, Joel Amaque da Silva.
Práticas de TIC verde como suporte para o desenvolvimento sustentável / Joel Amaque da Silva Indi. –
2016.
86 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação,
Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Fortaleza, 2016.
Orientação: Prof. Dr. Reynaldo Amorim Marinho.
1. TI Verde. 2. E-lixo. 3. Tecnologia da Informação Sustentável. 4. Saúde Ambiental. I. Título.
CDD 333.7
-

JOEL AMAQUE DA SILVA INDI

PRÁTICAS DE TIC VERDE COMO SUPORTE PARA O DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL

Dissertação apresentada ao Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de concentração: Ciências ambientais.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Reynaldo Amorim Marinho (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. George Satander Sá Freire
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Carlos Fernando de Andrade Soares Junior
Universidade Federal do Ceará (UFPE)

AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo que tem feito em minha vida. Isso inclui todas as coisas boas e as desafiadoras que me aconteceram. Cada uma delas me fizeram chegar onde cheguei, e me fizeram ser quem sou. Os obstáculos serviram como instrumento de amadurecimento e me impulsionaram a adquirir sabedoria de ultrapassá-los afim de enxergar o verdadeiro significado da vida.

À CAPES, pelo apoio financeiro com a manutenção da bolsa de auxílio.

Ao Prof. Dr. Reynaldo Amorim Marinho, pela paciência, compressão e excelente orientação. Aos professores participantes da banca examinadora Carlos Fernando de Andrade Soares Junior e George Satander Sá Freire pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões. Assim como a todos os meus professores, pelos ensinamentos valiosos durante o curso.

Aos meus pais, por proporcionarem condições de realização dessa formação pós-graduada, como também aos meus irmãos, pela amizade e apoio. Aos entrevistados, pelo tempo concedido nas entrevistas.

A todos os meus amigos, em especial a Valeria Custódio pelo apoio na análise dos resultados, Ernando Poliparco que apoiou o processo de coleta de dados e Geny Gil Sá pela contribuição científica.

A todos que, direta ou indiretamente, me auxiliaram durante o curso e contribuíram para que este trabalho viesse a se concretizar.

“E tomou o Senhor Deus o homem,
e o pôs no jardim do Éden para o
lavar e o **guardar**”.

Gênesis 2:15

RESUMO

A Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) vem obtendo cada vez mais espaço, seja na indústria, no comércio ou mesmo para uso pessoal, oferecendo subsídios às demais áreas na aquisição do conhecimento, proporcionando maior agilidade nas execuções dos processos inovadoras. Mas, a utilização incorreta ou descontrolada dos seus recursos e equipamentos, pode gerar várias consequências negativas, sendo uma delas o lixo eletrônico, o qual por meio dos seus compostos químicos, causa poluição ao meio ambiente, provocando danos à saúde humana. Por essa razão, surgiu a TIC Verde, que são práticas de gestão sustentável com a finalidade de diminuir quantidades de matérias-primas não renováveis na produção de equipamentos de TIC, bem como desperdícios desnecessários dos insumos, economizar energia elétrica e minimizar a utilização de substâncias tóxicas na fabricação de tais equipamentos. A TIC Verde propõe métodos para uso e fabricação dos equipamentos de TIC conforme os princípios ecológicos. Ou seja, aliar os recursos disponíveis de TIC a políticas de sustentabilidade e economia, dentro das organizações, gerando benefícios para o meio ambiente e para as empresas. Portanto, este estudo demonstrou, com base na literatura, a redução de emissão de CO₂ (dióxido de carbono) que a indústria de tecnologia de informação e comunicação poderá proporcionar até 2020 se os seus recursos e produtos forem empregados corretamente, como também, o estudo avaliou a adesão de práticas sustentáveis no estado do Ceará, Brasil, por parte das empresas especializadas em TIC e as não especializadas, mas que têm setor de TIC incorporado, e assim, identificou componentes que influenciam a sustentabilidade ambiental nessa área. Para esse feito, foi realizado um estudo de caso envolvendo 55 empresas de múltiplos segmentos, selecionadas aleatoriamente e que se encontram localizadas em diferentes regiões do estado do Ceará. A pesquisa foi predominantemente qualitativa, sendo a principal fonte de coleta de dados o questionário, com posterior análise das implicações. Como resultado, confirmou-se que das empresas cearense especializadas em TIC, 30% das investigadas não conhecem TIC Verde e sua aplicabilidade. Esse desconhecimento é ainda maior por parte das não especializadas em TIC, totalizou 64% das inquiridas. Todavia, tão-somente 18% destas exercitam práticas sustentáveis de TIC, já que para 29% delas não é prioridade da empresa se preocupar com práticas sustentáveis de TIC. Enquanto que 50% das empresas especializadas em TIC que não exercitam práticas sustentáveis. Não as fazem porque necessitam de assessoria no assunto. Logo, movido por estes resultados, foi produzido um guia básico de implementação de TIC verde, para orientar empresas que fazem uso dos recursos e produtos de tecnologia de informação e comunicação a aderirem práticas sustentáveis.

Palavras-chave: TI Verde, E-lixo, Tecnologia da Informação Sustentável, Saúde Ambiental.

ABSTRACT

The Information and Communication Technology (ICT) is getting more and more space, whether in industry, commerce or even for personal use, offering support to other areas in the acquisition of knowledge, providing greater agility in the execution of innovative processes. However, the incorrect or uncontrolled use of ICT resources and equipment, can lead to several negative consequences, for example e-waste, which through its chemical compounds cause pollution to the environment, causing harm to human health. For this reason, it came to Green ICT, which are sustainable management practices in order to reduce quantities of non-renewable raw materials in the production of ICT equipment, as well as unnecessary waste of raw materials, save energy and minimize the use of substances toxic in the manufacture of such equipment. Green ICT is proposing methods for use and manufacture of ICT equipment in accordance with ecological principles. I.e., combining the ICT resources available to sustainability policies and economy within organizations, generating benefits for the environment and for business. Therefore, this study demonstrated based on the literature the reduction of CO₂ (carbon dioxide) that the ICT industry can provide up to 2020. As well, assessed the adoption of Green ICT in the state of Ceará, Brazil, parts of companies specialized in ICT and non-specialized, but have embedded ICT sector, and thus identify components that influence environmental sustainability in the ICT area. To this end, we conducted a case study involving 55 multiple segment companies, randomly selected and are located in different regions of the state of Ceará. The research was mainly qualitative, the main source of data collection the questionnaire, with subsequent analysis of the implications. As a result, it was confirmed that the total of the specialized cearense companies in ICT, 30% did not know Green ICT and its use, and this ignorance is even greater for companies not specialized in ICT, totaled 64%. Only 18% of these, exercise sustainable practices of ICT, because for 29% of them is not a priority of the company concerned with sustainable practices of ICT. On the other hand, 50% of companies specializing in ICT who do not exercise sustainable practices, not to do so because they need advice on the subject. So moved by these results, a green ICT implementation guide has been produced to guide companies that make use of information and communication technology to adhere to sustainable practices.

Keywords: Green IT, E-waste, Sustainable Technology Information, Environmental Health.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Ciclo de vida de equipamentos eletrônicos.....	28
Figura 2- Ranking das empresas eletrônicas mais verdes.....	31
Figura 3- Selo verde desenvolvido pelo Centro de Computação Eletrônica da USP	32
Figura 4- Selos da Lei do Sem Chumbo	33
Figura 5- Selo da normatização ISO 14001	34
Figura 6- Selo PROCEL	34
Figura 7- Pegada Global e potencial de redução de emissões de TIC (GtCO ₂).	39
Figura 8- As versões disponíveis do buscador da Google	72

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Impactos de TIC nas micro e pequenas empresas	20
Gráfico 2- Representação gráfica da redução percentual de GEE, através de TIC	39
Gráfico 3- Possíveis reduções alcançáveis até 2020, com redes elétricas inteligentes.....	41
Gráfico 4- Edifícios inteligentes: projeção do impacto mundial em 2020	42
Gráfico 5- Logística inteligente: estimativa do impacto mundial em 2020.....	43
Gráfico 6- Percentagens de opções de desmaterialização	45
Gráfico 7- Estados onde foram elaborados os questionários.....	50
Gráfico 8- Cidades pertencentes ao estado de Ceará em que o estudo foi realizado.....	51
Gráfico 9- Área de atuação das empresas inquiridas	51
Gráfico 10- Função dos inquiridos desempenhada na empresa.....	52
Gráfico 11- Conhecimento dos inquiridos quanto ao TIC Verde e a sua aplicabilidade	55
Gráfico 12- Exercício de boas práticas de TIC Verde pelas empresas.....	56
Gráfico 13- Desafios às boas práticas de TIC Verde	57
Gráfico 14- Pretensão de investir em TIC Verde	58
Gráfico 15- Motivação para a implementação de TIC Verde	59
Gráfico 16- Percentagem de resposta sobre a redução de custos	60
Gráfico 17- Principais benefícios da implementação de TIC Verde.....	60
Gráfico 18- Práticas TIC Verde utilizadas nas empresas em estudo.....	61
Gráfico 19- Tipos de monitores usados nas empresas pesquisadas	63
Gráfico 20- Equipamentos TIC partilhadas nas empresas inquiridas.....	64
Gráfico 21- Formas de descartes do lixo eletrônico nas empresas pesquisadas	65
Gráfico 22- Critério utilizado para aquisição de um novo equipamento de TIC.....	66

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACPI	Advanced Configuration and Power Interface
AMOLED	Active-Matrix Organic Light-Emitting Diode
ASP	Application Service Provider
B2B	Business to Business
BAU	Business as Usual
BPM	Business Process Management
CCE	Centro de Computação Eletrônica
CPDs	Centro de Processamento de Dados
CPU	Unidade Central de Processamento
CRT	Tubo de Raios Caóticos
DaaS	Database as a Service
DPM	Distributed Power Management
DSM	Demand Side Management
FSC	Forset Stewardship Council
GEE	Gases do Efeito Estufa
GEN	Global Ecolabelling Network
GeSI	Global e-Sustainability Initiative
HP	Hewlett-Packard Company
HVAC	Heating, Ventilating and Air Conditioning
IaaS	Infrastructure as a Service
IBM	International Business Machines Corporation
IMC	Controlador de Motor Inteligente
ISO	International Organization for Standardization
ITS	Intelligent Transport System
LAN	Local Area Network
LCD	Displays de Cristal Líquido
OLED	Organic Light-Emitting Diode
OMOLED	Active-Matrix Organic Light-Emitting Diode
PaaS	Platform as a Service
PCs	Personal Computers
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
REEE	Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos
RoHS	Restriction of Certain Hazardous Substances
SaaS	Software as a Service
SI	Sistema de Informação
SIT	Sistemas Inteligentes de Transporte
SOA	Service-Oriented Architecture
TaaS	Testing as a Service
TFT	Thin Film Transistor
TI	Tecnologia de Informação
TIC	Tecnologia de Informação e Comunicação
TV	Televisão
UPS	Uninterruptible Power Supplies
USP	Universidade de São Paulo
VSD	Variable Speed Drive
WEEE	Waste Electrical and Electronic Equipment Directive

LISTA DE SÍMBOLOS

\$	Dólar
%	Porcento
£	Libra
¥	Iene
€	Euro
§	Seção
©	Copyright
®	Marca Registrada
Ba	Báριο
g	Gramma
≤	Menor igual
W	Watts
CO ₂	Dióxido de Carbono
kWh	Quilowatt-hora
GtCO ₂	Giga Tonelada de CO ₂

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	14
1.2 JUSTIFICATIVA	15
1.3 OBJETIVOS	17
1.3.1 <i>Objetivo geral</i>	17
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	17
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1 TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TIC)	18
2.1.1 <i>Tecnologia de Informação e competitividade na economia brasileira</i>	18
2.1.2 <i>Alterações climáticas e TIC</i>	20
2.2 TIC VERDE (GREEN ICT)	22
2.2.1 <i>Lixo Eletrônico (e-waste)</i>	25
2.2.2 <i>Impacto ambiental decorrente da disposição inadequada de lixo eletrônico no solo</i>	26
2.2.3 <i>Ciclo de vida dos equipamentos eletrônicos</i>	27
2.2.4 <i>As práticas de TIC Verde</i>	29
2.2.5 <i>Importância das práticas da TIC Verde para o desenvolvimento sustentável</i>	30
2.2.6 <i>Ranking das empresas eletrônicas mais verdes</i>	30
2.3 CERTIFICAÇÕES PARA TIC VERDE	32
2.3.1 <i>Selo Verde</i>	32
2.3.2 <i>RoHS - Restriction of Certain Hazardous Substances</i>	33
2.3.3 <i>ISO 14001</i>	33
2.3.4 <i>PROCEL</i>	34
2.4 OUTROS <i>ECOLABELS</i> DE TIC	35
3 TIC COMO AGENTE ATENUADOR DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS	37
3.1 TIC VERDE COMO PARTE DA SOLUÇÃO PARA O MODELO DE ENERGIA	38
3.2 GESTÃO DA ENERGIA ELÉTRICA OU <i>SMART GRID</i>	40
3.3 EDIFÍCIOS INTELIGENTES	41
3.4 SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE (SIT)	42
3.5 EFICIÊNCIA NOS PROCESSOS INDUSTRIAIS	43
3.6 DESMATERIALIZAÇÃO: SOLUÇÕES PARA REDUZIR PRESENÇA FÍSICA	44
3.7 CONSIDERAÇÕES	46
4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	48
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO DO ESTUDO DE CASO	50
5.1 ÁREA DE ATUAÇÃO DAS EMPRESAS INQUIRIDAS	50

5.2	FUNÇÃO DESEMPENHADA PELOS INQUIRIDOS NA EMPRESA	52
5.3	PERCEPÇÃO DO CONCEITO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DOS INQUERIDOS	53
5.4	CONHECIMENTO DOS INQUIRIDOS RELATIVOS AO TIC VERDE E A SUA PRÁTICA NAS EMPRESAS	54
5.5	IMPLEMENTAÇÃO DAS PRÁTICAS DE TIC VERDE NAS EMPRESAS	56
5.6	INVESTIMENTO NAS PRÁTICAS DE TIC VERDE	57
5.7	MOTIVAÇÃO A ADERÊNCIAS DAS PRÁTICAS DE TIC VERDE	58
5.8	BENEFÍCIOS DA IMPLEMENTAÇÃO DE TIC VERDE	59
5.9	PRÁTICAS DE TIC VERDE IMPLEMENTADAS	61
5.10	MONITORES UTILIZADOS NAS EMPRESAS INQUIRIDAS E EQUIPAMENTOS PARTILHADOS	62
5.11	EQUIPAMENTOS DE TIC PARTILHADOS NAS EMPRESAS	63
5.12	DESCARTE DOS E-LIXOS E CRITÉRIO DE SELEÇÃO DE EQUIPAMENTOS	64
6	GUIA BÁSICO DE IMPLEMENTAÇÃO DE TIC VERDE	67
6.1	EMPRESAS NÃO ESPECIALIZADAS EM TIC, MAS QUE CONTÊM DEPARTAMENTO DE TIC	67
6.1.1	<i>Adquira hardwares com consumo eficiente de energia elétrica</i>	67
6.1.2	<i>Usa tecnologia de gerenciamento de energia e melhores práticas</i>	68
6.1.3	<i>Usa tecnologias de virtualização</i>	68
6.1.4	<i>Utilize monitores eficientes em consumo de energia elétrica</i>	69
6.1.5	<i>Recicla e-lixos</i>	69
6.1.6	<i>Reduza o consumo de papel</i>	70
6.1.7	<i>Desmaterializa produtos e processos</i>	70
6.1.8	<i>Incentiva os funcionários</i>	70
6.2	EMPRESAS ESPECIALIZADAS EM TIC	70
6.2.1	<i>Otimiza design dos data centers</i>	71
6.2.2	<i>Preocupa com o meio ambiente durante o desenvolvimento de software</i>	71
6.2.3	<i>Usa thin clients para reduzir uso de energia por Graphics Processing Unit (GPU)</i>	72
6.2.4	<i>Usa Cloud Computing</i>	73
7	CONCLUSÃO	74
	REFERÊNCIAS	77