

Tendências, Expectativas e Possibilidades no Cenário Contemporâneo em Educação Profissional e Sistemas Produtivos.

Identificando competências para a práticas *Green IT* nas organizações – revisão da literatura

Samuel de Barros Moraes¹, Celi Langhi²

Resumo – Considerando a relevância da sustentabilidade na área de tecnologia para os negócios. Este artigo revisa a literatura sobre o tema para conhecer as práticas em *Green IT* recomendadas para o desenvolvimento de competências nas organizações. Identificando as sob a ótica do conceito de ciclo de vida, o que permite a recomendar para as organizações a aplicabilidade das práticas no processo. Concluindo se com base nesta revisão a importância do desenvolvimento de competências específicas para cada grupo de práticas recomendadas pela literatura.

Palavras-chave: *Green IT*, Sustentabilidade, Gestão de competências, Educação Corporativa, Sistemas Produtivos.

Abstract - Considering the importance of sustainability in technology for business. This article reviews the literature to understand the recommended practices in Green IT to develop competencies in the organizations. Identifying in the perspective of the concept of life cycle, this allows to recommend to organizations the applicability of that practices on business process. Concluding based on this review the importance of developing specific competencies, for each best practices group found in the literature.

Keywords: Green IT, Sustainability, Competence management, Corporate Education, Production Systems.

¹ CEETEPS - Unidade de Pós Graduação, Extensão e Pesquisa – samuel.moraes@ngdc.com.br

² CEETEPS - Unidade de Pós Graduação, Extensão e Pesquisa – celi@infolearning.com.br

Tendências, Expectativas e Possibilidades no Cenário Contemporâneo em Educação Profissional e Sistemas Produtivos.

1. Introdução

TI sustentável, ou *Green IT*, refere-se à prática de utilização de recursos computacionais de maneira mais eficiente, mantendo-se ou melhorando o desempenho destes recursos. *Green IT* tem diferentes significados para diferentes pessoas, ou seja, tem sido usado para relacionar a tecnologia da informação com o meio ambiente de uma maneira genérica, descrevendo as atividades relacionadas aos projetos de equipamentos e desenvolvimento de produtos, ao uso consciente e ao correto descarte destes com um mínimo impacto no meio ambiente (PING, 2011). Na literatura, o termo está principalmente associado a iniciativas que levem a redução do consumo de energia elétrica, podendo ser por ações operacionais ou por aquisição de novas tecnologias (LUNARDI, ALVES e SALLES, 2012). Levantando a questão da necessidade de identificar quais práticas *Green IT* podem ser aplicadas pelas empresas.

Normalmente "*Green IT*" aborda o impacto direto do consumo de energia e resíduos associados com o uso de hardware e software (MULADI e SURENDRO, 2014), enquanto que o termo "*Green IS*" refere-se aos sistemas de informação (sistemas de integração e cooperação entre um conjunto de pessoas, processos, software, tecnologias de informação para apoio individual, organizacional ou social (WATSON, BOUDREAU e CHEN, 2010)) que podem ser desenvolvidas com ou sem *Green IT* para apoiar iniciativas de sustentabilidade ambiental (SARKIS, KOO e WATSON, 2013). Alguns autores têm tentado separar *Green IT* de *Green IS* (BROOKS, WANG e SARKER, 2010), outros ainda propõem que *Green IT* seja parte de *Green IS* (WATSON, BOUDREAU e CHEN, 2010), enquanto outros acham que esses termos devem ser intercambiáveis (MITHAS, KHUNITIA e ROY, 2010).

Neste artigo, considerou-se *Green IT* e *Green IS* como termos guarda-chuva, e intercambiáveis, que cobrem uma vasta gama de práticas e políticas; em uma conceituação mais recente, este artigo trata *Green IT* e *Green IS* como sinônimos (MALHOTRA, MELVILLE e WATSON, 2013), abrangendo ambos os conceitos, a fim de evitar a possibilidade de confusão entre as diferentes definições e também para manter a congruência com a utilização do termo pelo mundo empresarial. Optou-se pelo uso deste termo em inglês, pois é nesta língua que se encontram as principais referências e estudos sobre o tema, e ainda entende-se que traduzido para o português como "TI Verde" não consegue incorporar a abrangência da forma inglesa.

Como objetivo, este artigo busca identificar as práticas *Green IT* que as empresas podem aplicar em seus negócios como mecanismos de adoção de sustentabilidade na área da tecnologia, esta identificação toma por base a revisão da literatura sobre o tema, como uma pesquisa descritiva e exploratória.

Tendências, Expectativas e Possibilidades no Cenário Contemporâneo em Educação Profissional e Sistemas Produtivos.**2. Referencial Teórico**

O conceito de *Green IT* está associado ao uso da tecnologia no dia a dia das pessoas e dos negócios, buscando minimizar o impacto ambiental; e considera o ciclo de vida da mesma, englobando o processo de desenvolvimento, produção, venda e compra, uso e descarte ou doação dos equipamentos (GUINÉE, HEIJUNGS, et al., 2011). Sob esta ótica, torna consistente a proposição de *Green IT* que indica ações para cada etapa da vida útil dos equipamentos, na mesma direção de Murugesan (2008), que define ações específicas que afetam a maneira que se desenvolvem equipamentos, como são definidas as estratégias de compra, o modo de uso da tecnologia e ainda os processos de descarte, reuso e reciclagem (WATI e KOO, 2011).

Ainda em 2007, o instituto de pesquisa empresarial Gartner, constatando que a tecnologia da informação é presente como ferramenta de produtividade em todos os campos da sociedade, propôs o conceito para o uso sustentável da mesma, no estudo chamado *Green IT: a new industry shock wave*, em que se introduz o termo *Green IT* e o define como sendo "o uso ótimo da Tecnologia da Informação para o gerenciamento da sustentabilidade ambiental na organização e na cadeia de suprimentos, assim como dos produtos, serviços e recursos, durante todo o ciclo de vida" (MINGAY, 2007, p. 1).

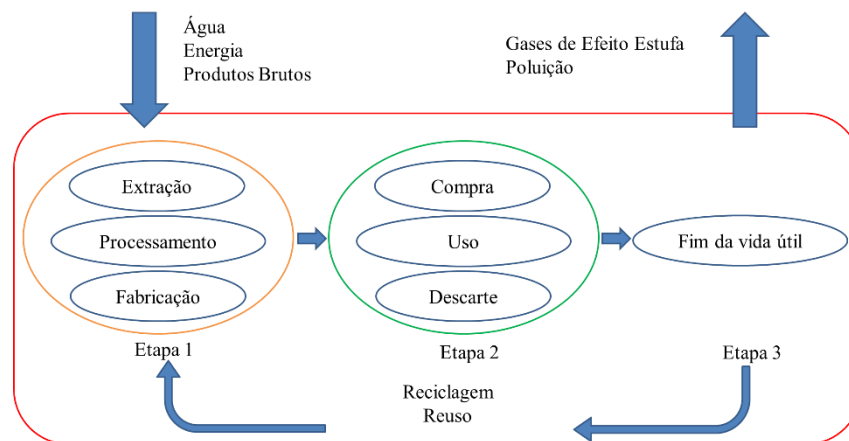
Num dos primeiros estudos acadêmicos a tratar do tema, Murugesan (2008) apresenta *Green IT* como o estudo e a prática da concepção, fabricação, uso e descarte de computadores, servidores e subsistemas associados, tais como monitores, impressoras, dispositivos de armazenamento e de rede e sistemas de comunicação de forma eficiente e eficaz com o mínimo ou nenhum impacto sobre o meio ambiente. Sendo *Green IT* é um esforço para alcançar a viabilidade econômica e melhoria do desempenho dos sistemas, respeitando as responsabilidades sociais e éticas de cada um; incluindo as dimensões da sustentabilidade ambiental, a economia por eficiência energética e o custo total de propriedade, contendo o descarte e a reciclagem (MURUGESAN, 2008).

O conceito de ciclo de vida de um produto, Figura 1, mostra que a partir da extração dos insumos naturais para a produção dos equipamentos, passando pelas etapas de comercialização, uso e descarte, gera um efeito poluidor no meio ambiente. O entendimento da existência de um produto com

Tendências, Expectativas e Possibilidades no Cenário Contemporâneo em Educação Profissional e Sistemas Produtivos.

base no ciclo de vida permite entender que a preocupação com o meio ambiente deve estar contida em cada uma das etapas (GUINÉE, HEIJUNGS, et al., 2011), permitindo identificação de ações práticas para cada um destes períodos de vida dos produtos.

Figura 1 Ciclo de Vida da Tecnologia



Fonte: Baseado em Wati e Koo (2011) e Guinée et al. (2011)

Na Figura 1, é observado que a primeira etapa do ciclo de vida está relacionada à produção, o que para a área de TI implica na compra de equipamentos produzidos de acordo com as normas ambientais vigentes. Esta é a chamada compra consciente, a opção estratégica pela compra de produtos ótimos para o meio ambiente, os que são produzidos com menor impacto ambiental, que usam produtos reciclados, que consomem pouca energia e tem programas de retorno para os fabricantes (HIRD, 2008).

Ainda na Figura 1, a segunda etapa do ciclo de vida, relacionada ao uso dos equipamentos, é a mais abrangente, pois engloba diversos ambientes de utilização com características distintas. A literatura define duas grandes frentes de ação, os escritórios e os *Data Centers*, cada um com as próprias especificidades. A primeira um ambiente voltado para a presença de pessoas, com ar condicionado de conforto e com a utilização de desktops, laptops e dispositivos móveis em maior escala. A segunda, um ambiente dedicado à instalação de equipamentos tecnológicos de alta densidade de processamento, que demandam sistemas dedicados de refrigeração e de energia, com um alto consumo. As práticas de *Green IT* nestes dois ambientes são distintas e com diferentes dificuldades de implantação (WEBBER e WALLACE, 2009).

A terceira e última etapa do ciclo de vida, também apresentada na Figura 1, corresponde ao fim da vida útil dos equipamentos e trata da eliminação dos mesmos, quando não possuem mais serventia para a organização. O processo de compra adequado é a garantia de que os equipamentos podem ser descartados corretamente, a aquisição tem que garantir a adequação ambiental

Tendências, Expectativas e Possibilidades no Cenário Contemporâneo em Educação Profissional e Sistemas Produtivos.

dos produtos e o baixo índice de componentes perigosos como preconizam as normas internacionais e as leis de diversos países (EUROPEU, 2003).

3. Método

No esforço de se identificar as práticas *Green IT*, encontrou se um desafio relacionado à seleção de referências sobre o tema que possuíssem um valor científico indiscutível; para superar esta constatação, a seleção foi baseada em artigos que apresentam revisões da pesquisa acadêmica sobre o tema. A saber, Lei e Ngai (2013), que inicialmente concentraram a pesquisa nos dez principais management IS journals, identificaram a não ocorrência expressiva de artigos em periódicos sobre o tema e sabendo que as novas ideias são sempre apresentadas pela primeira vez em conferências acadêmicas, incluíram na pesquisa bibliográfica, artigos publicados em anais de congressos; Tushi, Sedera e Recker (2014), se propuseram a fazer uma revisão sobre o estágio atual da tecnologia da informação sustentável, revisando 98 trabalhos, produzidos entre os anos de 2007 a 2013; e ainda Sartori, Ensslin, et al. (2014) mapearam 441 publicações sobre o tema avaliação da sustentabilidade ambiental direcionada para a tecnologia de informação.

Estudando a aplicação de *Green IT*, baseada no conceito de ciclo de vida, encontrou se um melhor entendimento dos processos envolvidos e dos potenciais ganhos com a adoção desta (GUINÉE, HEIJUNGS, et al., 2011), sendo possível por meio deste princípio, por meio de uma pesquisa descritiva e exploratória, correlacionar as principais práticas identificadas pela literatura especializada. Assim, com base em Lei e Ngai (2013 e 2014), Tushi, Sedera e Recker (2014) e Sartori, Ensslin, et al. (2014), foram escolhidos artigos e publicações com relevância científica, para a identificação das diversas práticas, compostas por ações, políticas, procedimentos que compõem o *Green IT*.

4. Resultados e Discussão

A identificação das práticas de *Green IT* toma, portanto, por base teórica os dez artigos citados em comum pelos autores e estão relacionados a seguir e destes são extraídas as práticas apresentadas na discussão neste artigo.

1. *Green IT: The New Industry Shock Wave*. Propor ações para redução do impacto ambiental da infraestrutura de TI (MINGAY, 2007).
2. *Harnessing Green IT: Principles and Practices*. Sugerir uma abordagem holística para adoção da sustentabilidade na área de tecnologia,

Tendências, Expectativas e Possibilidades no Cenário Contemporâneo em Educação Profissional e Sistemas Produtivos.

considerando que é de responsabilidade compartilhada a criação de um ambiente mais sustentável (MURUGESAN, 2008).

3. *Sustainable IT Services: Assessing the Impact of Green Computing Practices*. Apresentar uma revisão da literatura sobre TI sustentável e identifica um conjunto de princípios para orientar os projetos de serviços de uma TI sustentável naturais (HARMON e AUSEKLIS, 2009).
4. *A capability maturity framework for sustainable information and communication technology*. Apresentar uma estrutura para avaliação sistemática e melhoria contínua da sustentabilidade em TI (DONNELLAN, SHERIDAN e CURRY, 2011).
5. *The Green IT Readiness (G-Readiness) of Organizations: An Exploratory Analysis of a Construct and Instrument*. Propor uma abordagem abrangente definindo uma análise completa da empresa, incluindo aspectos estratégicos, considerando o grau de envolvimento com sustentabilidade ambiental da organização (MOLLA, COOPER e PITTAYACHAWAN, 2011).
6. *An Introduction to the Green IT Balanced Scorecard as a Strategic IT Management System*. Propor a aplicação do *Balanced Scorecard* para *Green IT*, incorporando aspectos ambientais no método de medição para a área de tecnologia (WATI e KOO, 2011).
7. *Construção e Validação de um Modelo para Avaliar o Valor da TI Verde*. Desenvolver e validar um instrumento para avaliar o valor da *Green IT*, identificando diferentes componentes que influenciam a forma como as organizações abordam a sustentabilidade ambiental na área de TI (LUNARDI, ALVES e SALLES, 2012).
8. *TI Verde: Sustentabilidade na área da tecnologia da informação*. Analisar o conhecimento das pessoas sobre as práticas de *Green IT* (BRAYNER, RAMOS e BRAYNER, 2013).
9. *The readiness self-assessment model for Green IT implementation in organizations*. Propor a identificação de como as organizações devem adotar *Green IT*, baseado no COBIT. E também, propor um modelo de avaliação do grau de adoção pelas empresas (MULADI e SURENDRO, 2014).
10. *An analytical framework and promotion for Green IT strategy* Avaliar a implicação da adoção de *Green IT* em indústrias específicas (PAEK, 2014).

Os autores utilizados propuseram critérios para a avaliação de aderência das empresas a modelos sustentáveis no uso da tecnologia da informação ou para indicar caminhos estratégicos para a redução do impacto ambiental da tecnologia da informação. Assim, pela revisão dos artigos se identifica as principais práticas de sustentabilidade na área de tecnologia da informação.

Tendências, Expectativas e Possibilidades no Cenário Contemporâneo em Educação Profissional e Sistemas Produtivos.

No Quadro 1, as práticas identificadas na literatura estão apresentadas em ordem alfabética, neste pode se verificar a incidência de cada uma nos diversos autores, estas existem para que “os conhecimentos das práticas levem a formas de articulá-las efetivamente a uma política estratégica de implantação de uma cultura de sustentabilidade nas empresas” (BRAYNER, RAMOS e BRAYNER, 2013, p. 2).

Quadro 1 Identificação de práticas em *Green IT*

Prática <i>Green IT</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Adoção da virtualização de desktops								X	X	X
Adoção da virtualização de servidores		X	X		X			X	X	X
Adoção de políticas de sustentabilidade organizacional	X		X	X	X	X	X		X	X
Adoção de práticas de negócios sustentáveis	X		X	X	X	X	X		X	X
Adoção de práticas sustentáveis de computação			X	X	X	X	X		X	X
Adoção do trabalho remoto				X	X				X	X
Aplicação de conceitos de desmaterialização				X	X				X	X
Armazenamento sustentável de dados corporativos					X				X	X
Avaliação de compromisso ambiental dos fornecedores	X	X	X		X	X	X		X	X
Avaliação de compromisso ambiental dos fabricantes	X	X	X		X	X	X		X	X
Gerenciamento do consumo de energia dos ativos de TI	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Gestão de fim de vida útil dos equipamentos eletrônicos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Melhoria da eficiência de sistemas de refrigeração dos <i>Data centers</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Otimização dos sistemas de fornecimento de energia dos <i>Data centers</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Redução do consumo de energia dos ativos de TI.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Redução do descarte de ativos de TI	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Redução do impacto ambiental dos ativos de TI	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Redução do uso de consumíveis tecnológicos no local de trabalho	X	X		X	X	X	X	X	X	X
Seleção de fornecedores em função dos compromissos com sustentabilidade ambiental	X	X	X	X	X	X	X		X	X
Uso de <i>Cloud computing</i>					X				X	X

Tendências, Expectativas e Possibilidades no Cenário Contemporâneo em Educação Profissional e Sistemas Produtivos.

Uso de tecnologias de colaboração	X			X	X				X	X
-----------------------------------	---	--	--	---	---	--	--	--	---	---

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos artigos selecionados

Constata-se que existe uma perspectiva temporal sobre informações e conceitos, associadas ao desenvolvimento tecnológico do período em que cada artigo foi publicado; cada autor tem uma visão própria sobre as práticas *Green IT*, sendo possível observar uma evolução muito acentuada do ponto de vista tecnológico, desde os primeiros artigos sobre o tema, como (MINGAY, 2007) que propunha ações mais relacionadas aos aspectos físicos até artigos recentes de 2014, como (MULADI e SURENDRO, 2014 e PAEK, 2014), que propõem uma visão mais estratégica, com a adoção de tecnologias mais atuais.

As opções pelo reaproveitamento ou extensão da vida útil estão presentes, quando considerando que ainda estão em bom estado de uso, normalmente, são repassados, ou doados para a aplicação em projetos de cunho social e usados para inclusão digital, destino válido para todos os dispositivos eletrônicos. A reciclagem, ou seja, quando se envia os equipamentos para empresas especializadas em desmontagem e reaproveitamento de componentes, sejam em grandes partes ou dos componentes químicos que fazem parte da composição dos equipamentos. Retornando ao princípio do ciclo de vida quando os componentes são usados para a fabricação de novos dispositivos eletrônicos.

As ações propostas pelas práticas de *Green IT* podem ser processos de virtualização, que incluem servidores, desktops ou equipamentos de armazenamento de dados, e consiste na utilização de equipamentos maiores para processamento ou tratamento de dados de diversos programas, ou sistemas, criando processos de otimização de recursos e reduzindo a existência de capacidade ociosa nos equipamentos.

O uso de computação em nuvem (*Cloud computing*) pode ser aplicado de forma similar a virtualização, com a transferência de sistemas de processamento de dados para ambientes compartilhados, neste caso um ambiente externo a empresa, trazendo benefícios econômicos similares.

5. Considerações finais

Foram identificadas 21 práticas sustentáveis para a área de tecnologia da informação, mostrando que diversos autores concordam com a importância das mesmas. Pode-se observar que os autores mais recentes têm uma lista maior de práticas apresentadas nos trabalhos. Nota-se ainda uma distinção sobre qual o potencial de obtenção de resultados para os negócios com o gerenciamento ou com a redução do consumo de energia dos ativos de TI.

Tendências, Expectativas e Possibilidades no Cenário Contemporâneo em Educação Profissional e Sistemas Produtivos.

Consegue se pela revisão da teoria recente sobre *Green IT* identificar práticas aplicáveis às empresas sejam as que levam a redução de custos ou as que levem a redução da poluição ambiental ou mesmo da utilização de recursos naturais. O que aponta para a importância do desenvolvimento de competências específicas para a aplicação destas práticas.

Percebe se que deve existir nas empresas um planejamento que, ao longo do tempo, leve à substituição de todos os equipamentos com alto consumo de energia e alto volume de componentes danosos ao meio ambiente na composição, por outros compatíveis com práticas de sustentabilidade ambiental.

Este levantamento das práticas *Green IT* recomendadas pela literatura para aplicação nas empresas serve de base para o desenvolvimento de um projeto de aplicação das mesmas com o objetivo de coletar dados reais sobre os potenciais benefícios de adoção de sustentabilidade na área de tecnologia da Informação.

Referências

BRAYNER, F. L. D. A.; RAMOS, P. G. ; BRAYNER, P. V. D. A. **TI Verde: Sustentabilidade na área da tecnologia da informação**. Simpósio Nacional de Saúde e Meio Ambiente. João Pessoa: SINAMASA. 2013.

BROOKS, S.; WANG, X.; SARKER, S. **Unpacking Green IT: A Review of the Existing Literature**. Sixteenth Americas Conference on Information Systems. Lima - Peru: [s.n.]. 2010. p. 1 - 10.

DONNELLAN, B.; SHERIDAN, C.; CURRY, E. A capability maturity framework for sustainable information and communication technology. **IT Pro**, p. 33 - 40, Jan/Fev 2011.

EUROPEU, P. Restrição do Uso de Determinadas Substâncias Perigosas em Equipamentos Eléctricos e Eletrônicos, Genebra, v. 37, n. 19, 2003.

FREITAS, A. S. A. D. A Política Nacional de Resíduos Sólidos e a responsabilidade ambiental, nov. 2010. Disponível em: <<http://www.ambito-juridico.com.br/>>. Acesso em: 30 abr. 2014.

GUINÉE, J. et al. Life Cycle Assessment: Past, Present, and Future. **Environmental Science & Technology**, 45, 2011.

HARMON, R. R.; AUSEKLIS, N. Sustainable IT services: Assessing the impact of green computing practices. **Management of Engineering & Technology**, Portland, 2009. 1707 - 1717.

HIRD, G. **Green IT in Practice**. Cambridgeshire: ITGP, 2008.

LUNARDI, G. L.; ALVES, A. P. ; SALLES, A. C. **Construção e Validação de um Modelo para Avaliar o Valor da TI Verde**. Bento Gonçalves. 2012.

Tendências, Expectativas e Possibilidades no Cenário Contemporâneo em Educação Profissional e Sistemas Produtivos.

MALHOTRA, A.; MELVILLE, N. P.; WATSON, R. T. Spurring impactful research on information systems for environmental sustainability, v. 37, n. 4, p. 1265-1274, 2013.

MINGAY, S. **Green IT: The New Industry Shock Wave**. Gartner Group. [S.l.], p. 7. 2007.

MITHAS, S.; KHUNITIA, J.; ROY, P. K. **Green Information Technology, Energy Efficiency, and Profits: Evidence from an Emerging Economy**. International Conference on Information Systems (ICIS). St Louis: [s.n.]. 2010. p. 1 - 19. http://aisel.aisnet.org/icis2010_submissions/11.

MOLLA, A.; COOPER, V.; PITTAYACHAWAN, S. The *Green IT* Readiness (G-Readiness) of Organizations: An Exploratory Analysis of a Construct and Instrument. **Communications of the Association for Information Systems**, 29, 2011.

MULADI, N.; SURENDRO, K. **The readiness self-assessment model for Green IT implementation in organizations**. 2014 International Conference of Advanced Informatics: Concept, Theory and Application (ICAICTA). [S.l.]: IEEE. 2014. p. 146 - 151.

MURUGESAN, S. Harnessing *Green IT*: Principles and Practices. **IT Professional**, v. 10, n. 1, p. 24 - 33, 2008.

PAEK, M. H. **An analytical framework and promotion for Green IT strategy**. International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC). [S.l.]: IEEE. 2014. p. 585-592.

PING, L. W. **A Study on Factors Influencing Green Information Technology Adoption Among Manufacturing Firms in Penang, Malaysia**. Penang: Dissertação de Mestrado, 2011.

SARKIS, J.; KOO, C.; WATSON, R. T. Green information systems & technologies—this generation and beyond: Introduction to the special issue. **Information Systems Frontiers**, v. 15, n. 5, p. 695-704, 2013.

WATI, Y.; KOO, C. **An Introduction to the Green IT Balanced Scorecard as a Strategic IT Management System**. 44th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS). [S.l.]: IEEE. 2011. p. 126 - 152.

WATSON, R. T.; BOUDREAU, M.-C.; CHEN, A. J. Information System and Environmentally Sustainable Development: Energy Informatics and New Directions for the IS Community. **MIS Quarterly**, 2010. 23 - 38.

WEBBER, L.; WALLACE, M. **Green Tech**. Nova Iorque: AMACOM, 2009.