REDE
ISSN:1982-5528
Revista Eletrônica do PRODEMA
Journal Homepage: www.revistarede.ufc.br
DOI: 10.22411/rede2019.1302.06

USO DA TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO COMO UMA FERRAMENTA AMENIZADORA DOS GASES DO EFEITO ESTUFA

Use of information and communication technology as an instrument to reduce the emission of greenhouse gases

Uso de tecnología de información y comunicación como instrumento para reducir la emisión de gases de efecto invernadero

Joel Amaque da Silva Indi[1]
Gudo Bai Armando Maidjelele[2]
André da Silva Indu[3]
Reynaldo Amorim Marinho[4]

RESUMO:

As questões relacionadas a redução dos Gases do Efeito Estufa (GEE) têm se mostrado cada vez mais importantes e a Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC) não tem sido bem utilizada para os benefícios que podem prestar, sendo, no entanto, responsável por parte dos problemas ambientais que a sociedade se depara. Neste estudo, a TIC é apresentada como um dos recursos viáveis para confrontar as emissões de gases do efeito estufa e, por conseguinte as alterações climáticas, atuando principalmente na redução de consumo energético. O uso da TIC é sinônimo de consumo energético e consequentemente emissão de gases nocivos, no entanto, através de uma pesquisa qualitativa, baseado em levantamentos bibliográficos e documentais, seguida por rigorosas análises dos mesmos, foi possível constatar que a TIC é um setor chave para redução das emissões de gases do efeito estufa, quando atua principalmente nos setores de maior incidência, como: transporte, edifício, indústria e setor energético propriamente dito, podendo reduzir até 15.3% de GEE global até 2020.

Palavras-chave: Eficiência energética. Desenvolvimento sustentável. TI Verde.

ABSTRACT:

Issues related to the reduction of Greenhouse Gases (GHG) have been shown to be increasingly important and Information and Communication Technology (ICT) has not been well used for the benefits they can provide, being, however, responsible for part of the environmental problems that society faces. In this study, ICT is presented as one of the viable resources to confront greenhouse gas emissions and, consequently, climate change, acting mainly in reducing energy consumption. The use of ICT is synonymous with energy consumption and consequently the emission of harmful gases, however, through a qualitative research, based on bibliographic and documentary surveys, followed by rigorous analyzes of them, it was possible to verify that ICT is a key sector for reduction of greenhouse gas emissions, when it operates mainly in the sectors with the highest incidence, such as: transportation, building, industry and the energy sector itself, which may reduce up to 15.3% of global GHG by 2020.

Keywords: Energy efficiency. Sustainable development. Green IT.

RESUMEN:

Se ha demostrado que las cuestiones relacionadas con la reducción de los gases de efecto invernadero (GEI) son cada vez más importantes y la tecnología de la información y la comunicación (TIC) no se ha utilizado bien por los beneficios que pueden proporcionar, sin embargo, son responsables de parte de los problemas ambientales

[1]Universidade Federal do Ceará (UFC) - joel.indi@medicina.ulisboa.pt
[2]Universidade de Brasília (UnB) - gudoarmando@gmail.com
[3]Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB) - andreindu@outlook.com
[4]Universidade Federal do Ceará (UFC) - marinho.rey@gmail.com

ISSN: 1982 - 5528
D.O.I:10.22411/rede2019.1302.06

que enfrenta la sociedad. En este estudio, las TIC se presentan como uno de los recursos viables para enfrentar las emisiones de gases de efecto invernadero y, por lo tanto, el cambio climático, actuando principalmente en la reducción del consumo de energía. El uso de las TIC es sinónimo de consumo de energía y, en consecuencia, la emisión de gases nocivos, sin embargo, a través de una investigación cualitativa, basada en encuestas bibliográficas y documentales, seguido de análisis rigurosos de ellos, fue posible verificar que las TIC son un sector clave para reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, cuando opera principalmente en los sectores con mayor incidencia, tales como: transporte, construcción, industria y el propio sector energético, lo que puede reducir hasta el 15.3% del GEI global para 2020.

Palabras-clave: Eficiencia energética. Desarrollo sostenible. TI verde.

1 INTRODUÇÃO

Após a revolução industrial, que ocorreu na Inglaterra na metade do séc. XVII com a substituição da mão de obra artesanal pelas máquinas inventadas pelo homem, surgiu a Tecnologia da Informação (TI). O termo TI teve origem em um artigo literário que se tornou clássico, "Administrando os anos 80" (LIAVITT; WHISLER, 1958). Diferente do que muitos pensam, a TI não se caracteriza apenas por equipamentos e aplicativos, mas engloba conjuntos de informações, redes de comunicação, banco de dados, sistemas e, o mais importante, os usuários, considerando que é necessária uma adequada cultura quanto ao uso da tecnologia para que seja possível desfrutar de todo potencial inerente à própria tecnologia.

Nos últimos anos, vem ocorrendo cada vez mais a conscientização dos problemas causados pelas emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE), coincidindo com a evolução da indústria da Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC)[5] em termos do desenvolvimento e predominância de produtos e serviços inovadores, dentre os quais, pode-se citar o alargamento da internet e comunicações móveis. Tudo isso proporciona atualmente uma maior percepção dos impactos industriais na economia. Entretanto, esses impactos e visibilidades aumentaram a responsabilidade da indústria da TIC em participar no combate às mudanças climáticas (APDC, 2010). Razão pela qual, neste trabalho, a TIC será apresentada como uma das soluções para enfrentar às alterações climáticas. Pois, mesmo que o seu uso inadequado cause danos nocivos ao meio ambiente, ainda assim, a TIC é apontada por Orsi (2010); Laitner e Ehrhardt-Martinez (2008); Romm (1999); Pamlin e Szomolanyi (2006); Mallon (2007); Fuhr e Pociask (2008) e ITU (2008), como setor de grande potencial em termos de contribuição na redução dos impactos de outros setores industriais.

O uso da TIC consome energia e é de esperar-se que, devido a sua expansão e uso generalizado, ocorram nos próximos anos aumentos consideráveis de consumo energético no setor. Com isso, as próprias emissões globais da indústria da TIC irão aumentar à medida que a demanda por produtos e serviços acrescem. Todavia, estes são estimados em cinco vezes menores do que as emissões que podem ser reduzidas por TIC a nível mundial (GESI, 2008). Em casos isolados como, por exemplo, da indústria da TIC portuguesa, estimam-se que as soluções possibilitadas por este setor tenham potencial

[5]A TIC (Tecnologia de Informação e Comunicação) pode ser compreendida como todos os recursos tecnológicos (hardware e/ou software) integrados entre si, com a finalidade de tratar os dados, gerar informações e auxiliar na comunicação.

ISSN: 1982 - 5528
D.O.I:10.22411/rede2019.1302.06

de reduzir até 15% das emissões totais de GEE esperadas para o país em 2020, cerca de dez vezes a sua própria pegada ecológica (APCD, 2010).

Tenciona-se, com este trabalho, apresentar a TIC como proposta alternativa para enfrentar as alterações climáticas causadas em grande parte pelas emissões de GEE, podendo servir para orientar políticas públicas que promovam tecnologias de informação e comunicação no Brasil.

2 METODOLOGIA

Gil (2008) define a pesquisa como processo formal e sistemático de desenvolvimento do método científico, acrescentando que o objetivo fundamental da pesquisa é descobrir respostas para problemas mediante o emprego de procedimentos científicos. Assim, a caracterização da tipologia da pesquisa deste trabalho é descrita quanto à abordagem, como qualitativa, uma vez que permita examinar e extrair relevantes informações num conjunto de dados pré-processados ou não, buscando solucionar ou trazer a luz um determinado problema (hipótese) (BOCCATO, 2006; GODOY, 1995; NEVES, 1996).

Quanto ao objetivo, corresponde a pesquisa exploratória-descritiva, que segundo Gil (2002) objetiva explicitar e descrever, proporcionando maior entendimento de um determinado problema. No que tange aos procedimentos, caracteriza-se como bibliográfica, por buscar familiarização com a literatura existente a respeito da temática abordada (MATOS; VIEIRA, 2001).

O trabalho foi desenvolvido com base nos materiais já publicados, compostos principalmente de livros, artigos de periódicos e relatórios de grupos de estudos sobre mudanças climáticas (SMART 2020 e SMART Portugal 2020). A fim de atingir o objetivo proposto foram selecionadas pesquisas relacionadas com os temas de eficiência energética e sustentabilidade, boas práticas da TIC Verde e a redução de emissões e o aumento da eficiência energética através das TIC. A avaliação dos resultados foi feita com base no apanhado dos pontos comuns entre as diversas fontes pesquisadas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 TIC Verde como parte da solução para o modelo de energia

Salles et al (2013) define a TIC Verde como um movimento sócio-técnico que visa estabelecer políticas, pesquisas, produtos e práticas capazes de minimizar os efeitos maléficos ao meio ambiente, acarretado pelo excessivo uso da tecnologia da informação e comunicação.

Dada a grande importância exercida pelo setor da TIC na redução de impactos ambientais de outros setores industriais, a Comissão Europeia para o Desenvolvimento e Utilização das TICs agregou o setor como parte do modelo europeu da energia. Com base nisso, a Comissão Europeia, em concordância com o Parlamento, o Conselho e a Comissão Econômica e Social, sugere a criação de um modelo estratégico de desenvolvimento baseado na TIC, através da promoção da investigação e inovação neste setor, maximizando o seu impacto positivo sobre a economia. Para a UE (2009) e OSRI (2010), o uso adequado da TIC conduziria à significativa economia de energia em vários setores indus-

REDE Revista Eletrônica do PRODEMA
Journal Homepage: www.revistarede.ufc.br
ISSN: 1982 - 5528
D.O.I:10.22411/rede2019.1302.06

triais, principalmente nos maiores consumidores, como por exemplo, edifícios (residenciais/serviços) e transporte.

O relatório apresentado pelo Global e Sustainability Initiative (2008) mostra que a pegada ecológica global do setor da TIC representará, até 2020, 2.8% das emissões globais de gases nocivos, entretanto o seu efeito benéfico é estimado, não apenas em economia de energia e reduções de emissões, mas também de forma a aumentar o crescimento econômico e a produtividade. Assim, o potencial da TIC em redução da emissão de GEE em outras áreas da economia é calculado de forma quantitativa em um decréscimo de 15.3%, isto é, 7.8 Giga toneladas de Gás Carbônico (GtCO2) até 2020, com base no cenário "Business as Usual" (BAU). Esta diminuição é mais de cinco vezes superior à dimensão da pegada ecológica da própria indústria, que seria resultado de iniciativas potenciais possibilitadas pelas TIC em áreas chave, como redes elétricas, edifícios, logística, transporte, entre outras (Figura 1).

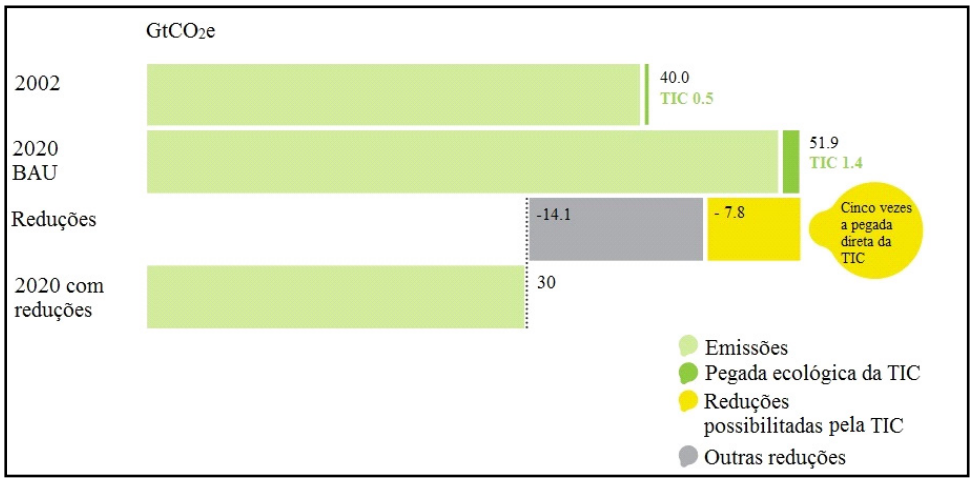

Figura 1. Pegada Global e potencial de redução de emissões da TIC. **Fonte:** Adaptado (GeSI, 2008).

Como pode ser observado nos dados representados na figura 1, em 2002, 40 $GtCO_2$ de GEE foram produzidos pelas indústrias em geral e 0.5 $GtCO_2$ foi a pegada ecológica da indústria da TIC. Estima-se que este número poderá chegar em 2020 a 51,9 $GtCO_2$ e 1.4 $GtCO_2$ para o setor da TIC caso não forem adotadas medidas mais sustentáveis. No entanto, se elas forem tomadas, a emissão dos GEE será reduzida para 30 $GtCO_2$, das quais a indústria da TIC será responsável por reduzir 7,8 $GtCO_2$, uma quantidade 5 vezes superior à sua própria pegada ecológica.

A Figura 2 representa, de forma quantitativa, os impactos da redução de gases poluentes estimada para o ano 2020, com base no relatório SMART 2020, em diferentes setores da economia através das soluções da TIC Verde. Esta redução é expressa em Giga toneladas equivalentes de CO_2 ($GtCO_2e$), indicando de modo geral o percentual de cada setor em relação a redução total estimada.

ISSN: 1982 - 5528
D.O.I:10.22411/rede2019.1302.06

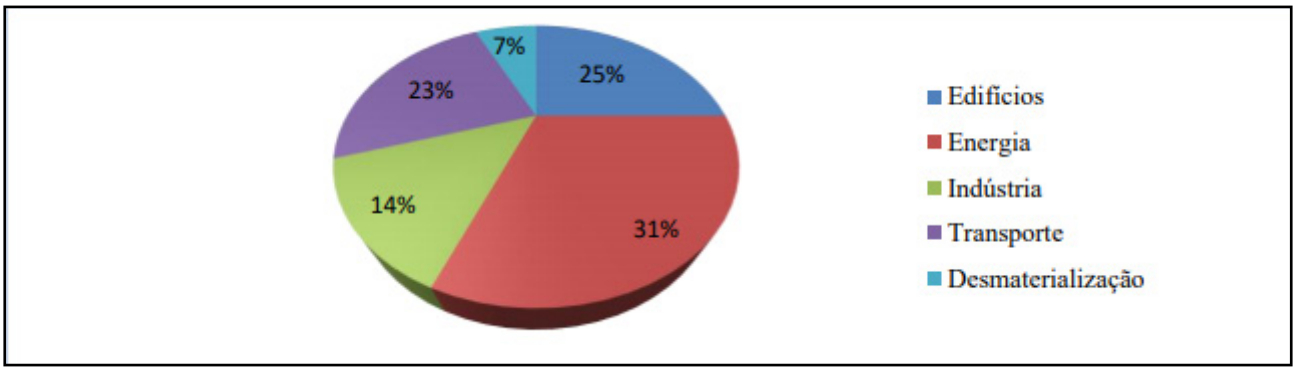

Figura 2. Representação gráfica da redução percentual de GEE, através da TIC. **Fonte:** ORSI, 2010.

De forma clara pode ser constatada a relevância da contribuição da TIC Verde para a redução dos impactos ambientais de outros setores, no que diz respeito a diminuição do GEE, colaborando assim com enfrentamento às mudanças climáticas. Em sequência apresenta-se a análise mais detalhada das soluções que a TIC Verde pode implementar nas áreas representada na figura 2.

3.2 Gestão energética ou *Smart Grid* energéticos

As redes tradicionais da energia elétrica enviam a todo instante grande quantidade de energia aos consumidores finais, estejam estes necessitando ou não. Este procedimento proporciona uma perda de até 20% da energia distribuída, consequentemente, o seu impacto constitui grande desvantagem para preservação do meio ambiente. Por estas razões, cada vez mais especialistas propõem-se a iniciativas ao redor do mundo em prol do desenvolvimento de redes inteligentes de energia ou Smart Grids, as quais se destinam a substituir as atuais redes. Estas infraestruturas do futuro serão mais eficientes e ecológicas. Ou seja, lidar de forma eficaz com a geração intermitente associada a fontes renováveis e com a microgeração[6] só é possível através de uma abordagem *smart grid* abrangente à gestão de todo o sistema, baseada na utilização das TIC (ORSI, 2010; APCD, 2010).

A TIC pode e deve ser utilizada como ferramenta de gestão energética, a fim de medir, transmitir e processar informações de fluxo de energia, melhorando o monitoramento e o controle da rede elétrica, possibilitando melhor planejamento de trânsito de energia, consequentemente melhorando a capacidade de lidar com grandes volumes de geração intermitente com origem em energias renováveis ou em microgeração distribuída (APCD, 2010).

Para obter boa gestão de consumo energético é preciso reunir um conjunto de características geralmente denominadas *Demand Side Management* (DSM) – em português: Gerenciamento pelo Lado da Demanda (GLD) – que age permitindo maior visibilidade do que é consumido pelo usuário e a transmite em sinais de preço diferenciados, possibilitando atuação direta ou mesmo a interrupção seletiva de circuitos ou dispositivos pelo fornecedor de eletricidade. Ora, se é possível o consumidor visualizar em tempo real o seu próprio consumo e o preço que desembolsará por ele, tendencialmente essa medida resultará num maior controle do gasto de eletricidade. Entretanto, os benefícios da DSM

[6]A microgeração consiste na geração de calor ou potência (energia) de baixo teor em carbono por indivíduos, pequenas empresas ou comunidades. Entre as tecnologias de microgeração encontram-se turbinas eólicas ou de água pequenas, bombas de calor, painéis solares e fotovoltaicos e MicroCHP.

ISSN: 1982 - 5528
D.O.I:10.22411/rede2019.1302.06

não se limitam apenas nisso, visto que é possível utilizá-lo na gestão da procura e a redução. Em outras palavras, alisamento de pontas de consumo, também designado por *peak shaving*, consiste em redução de perdas e diminuição da necessidade de utilização das fontes mais poluentes, já que as perdas de rede são proporcionais ao quadrado da potência transmitida. Assim, por cada redução de consumo de ponta atingida representará redução mais do que proporcional nas perdas.

Estima-se que, com o uso das redes elétricas inteligentes (*Smart Grids*), as emissões de gases nocivos esperado no setor, para o ano 2020 tendam a sofrer uma redução de até 15% (2.03 $GtCO_2e$) (Figura 3).

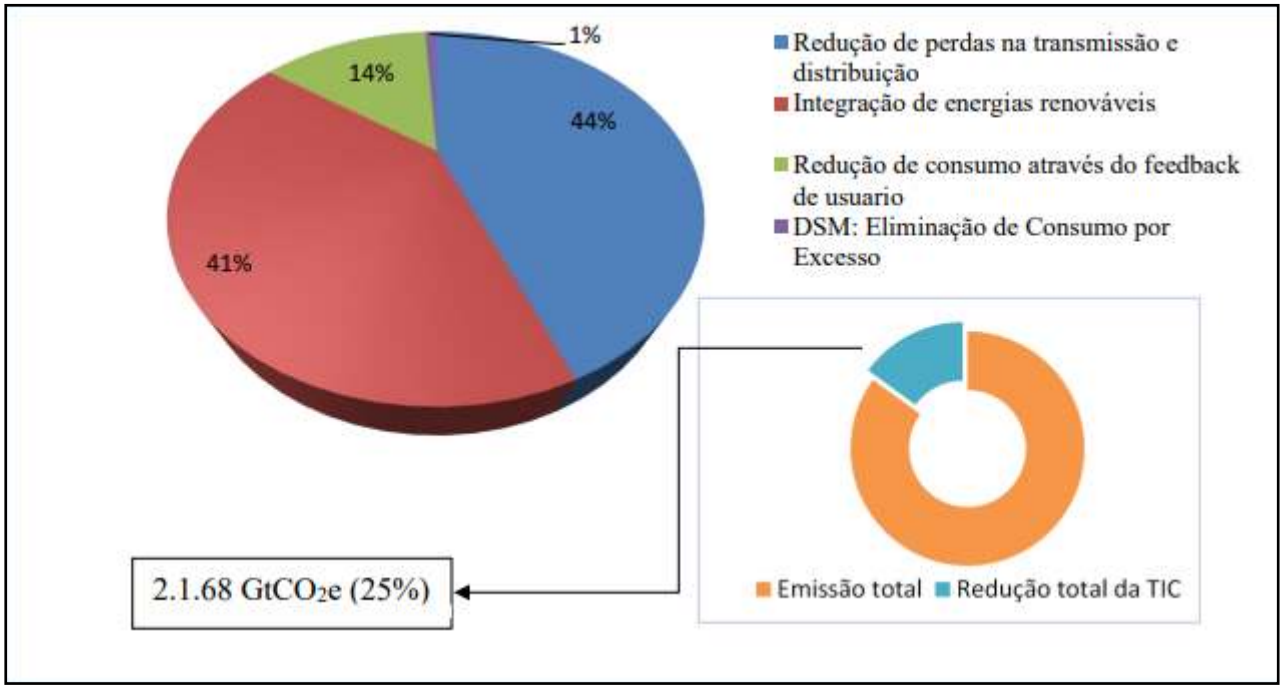

Figura 3. Possíveis reduções alcançáveis até 2020, com redes elétricas inteligentes.
Fonte: GeSI, 2008; ORSI, 2010.

Esta capacidade de gestão de rede só é possível mediante forte envolvimento da TIC em desenvolver componentes, desde dispositivos físicos de medição para o monitoramento de trânsitos de energia a softwares avançados necessários para a análise de informação em tempo real. Comprova-se então a necessidade da TIC como uma solução integrada em garantir eficiência energetica.

3.3 Edifícios inteligentes

Os edifícios inteligentes não são apenas caracterizados por sistemas independentes que proporcionam conforto, luz e segurança, mas devem conectar todos os elementos que os compõe de forma integrada, dinâmica e funcional.

Calcula-se que soluções da TIC possibilitem redução de 410 milhões de euros, aumentando eficiência energética e reduzindo emissões em edifícios. Este valor é obtido avaliando apenas as poupanças potenciais resultantes do incremento de sistemas de TIC capazes de monitorar e controlar o

ISSN: 1982 - 5528
D.O.I:10.22411/rede2019.1302.06

consumo de energia dentro do edifício, independentemente da adoção de tecnologias na rede elétrica (APDC, 2010).

As soluções básicas possibilitadas pela TIC nos edifícios incidem na regulação de iluminação e ar condicionado com base na ocupação, todavia a TIC ainda possibilita iniciativas mais sofisticadas as quais envolvem o repensar de todos os processos da construção e gestão de edifícios. No entanto, esses processos são implementados desde a fase de concepção, evolvendo engenharia otimizada e ferramentas de softwares de arquitetura, utilizadas para permitir melhor planejamento de energia, até a gestão de energia ativa prevista. Ainda existem outros meios de atuação da TIC nos edifícios de forma a diminuir consumo energético de diferentes aparelhos domésticos como, por exemplo, gestão energética ativa, stand-by de baixo consumo – incluindo sistemas HVAC (*Heating, Ventilating and Air Conditioning*), de cozinha e outros equipamentos elétricos.

Assim, como representado na Figura 4, as utilizações de soluções da TIC nos edifícios e otimização dos seus designs representarão uma redução de 1.68 $GtCO_2$ e das emissões até final de 2020, aproximadamente 25% do total.

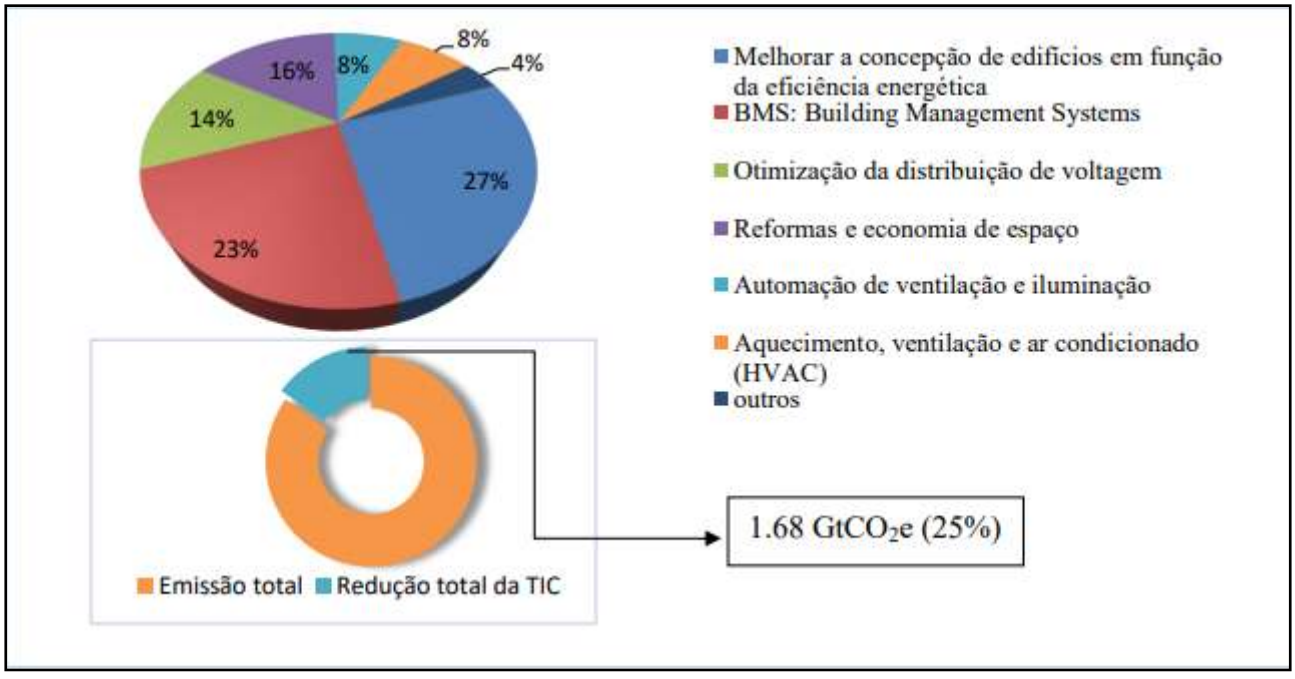

Figura 4: Edifícios inteligentes: projeção do impacto mundial em 2020. **Fonte:** ORSI (2010).

3.4 Sistemas Inteligentes de Transporte (SIT)

Sistemas Inteligentes de Transporte (SIT) podem ser compreendidos como conjunto de soluções tecnológicas de telecomunicações e informática (conhecidas como telemáticas) projetadas para melhorar principalmente a operação e a segurança do transporte terrestre, porém pode-se estender para as demais vias de transporte.

O setor de transporte e logística é uma das áreas com maior impacto ambiental, responsável por 23% do total das emissões de CO_2 a nível mundial e suas maiores emissões procedem por meio do transporte e armazenamento de mercadorias (ORSI, 2010). No entanto, a otimização do setor através

REDE Revista Eletrônica do PRODEMA
Journal Homepage: www.revistarede.ufc.br
ISSN: 1982 - 5528
D.O.I:10.22411/rede2019.1302.06

da implementação de soluções de TIC pode reduzir 1.3 $GtCO_2$ de emissões dos GEE associadas ao transporte e, ao mesmo tempo, diminuir 0.22 $GtCO_2$ relacionados ao armazenamento de mercadorias, como ilustra a Figura 5.

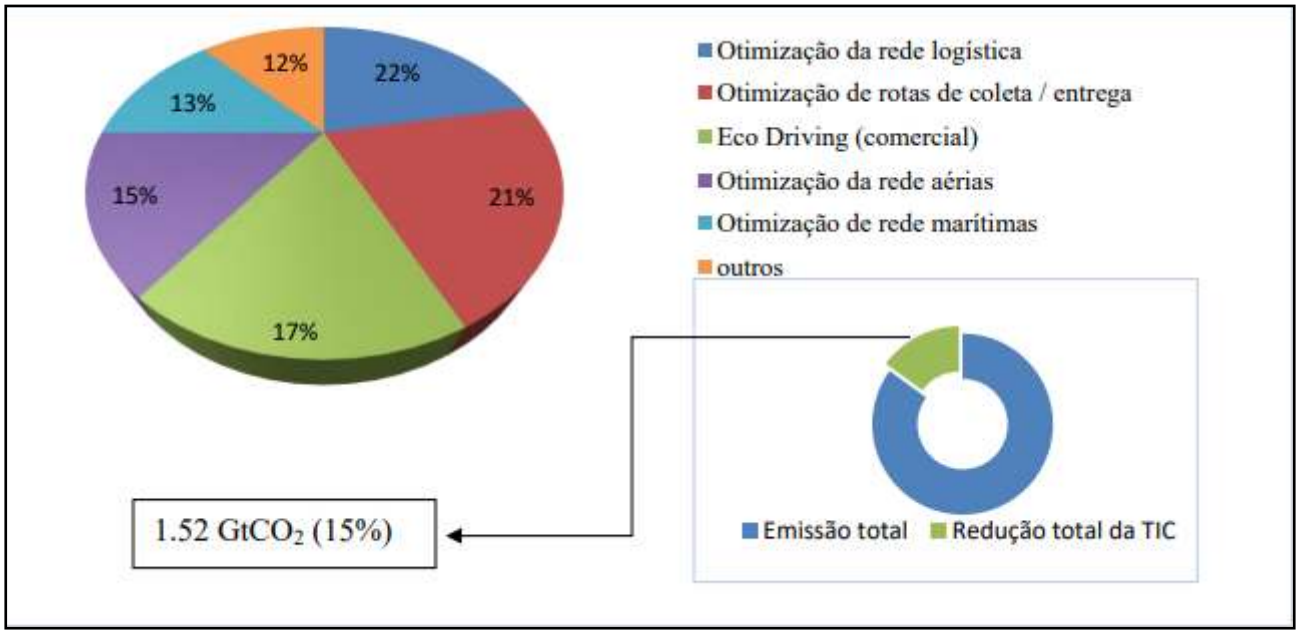

Figura 5. Logística inteligente: estimativa do impacto mundial em 2020.
Fonte: GeSI (2008); ORSI (2010).

A redução dos custos de logística favorece não apenas as empresas associadas ao transporte, mas toda rede comercial, permitindo maior margem de lucro nos produtos, devido à diminuição dos custos associados ao transporte das mercadorias. Ora, entende-se que o ITS (*Intelligent Transport System*) está altamente vinculado à otimização da logística por meio da TIC, atuando, principalmente, no gerenciamento de questões relativas a veículos, cargas e suas rotas, no intuito de melhorar a segurança e reduzir usos desnecessários, otimizando o tempo e consumo de combustível e, favorecendo a sustentabilidade (GESI, 2008; ORSI, 2010).

Como se percebe, grandes são os benefícios proporcionados pela TIC nesse âmbito. Mas é importante ressaltar a importância da criação de ITS que coletem, armazenem, processem e repassem informações relativas à circulação de pessoas ou de mercadorias, permitindo uso de tais dados para melhorar a logística, ou até criar subsistemas de gestão do tráfego, gestão de transportes públicos, informações aos usuários, rotas de emergência, segurança e controle avançado de veículos, pagamento eletrônico, cruzamentos ferroviários inteligentes, operações de veículos comerciais e outros.

3.5 Eficiência nos processos industriais

São grandes os impactos ambientais causados pelas atividades industriais. O setor é responsável por 22% do total das emissões de CO_2 a nível mundial. Neste contexto, o conceito de eficiência energética, que consiste da relação entre a quantidade de energia empregada em uma atividade e aquela disponibilizada para sua realização, adquiriu uma grande importância para o setor industrial, buscando por objetivo aperfeiçoar recursos energéticos em suas instalações, contribuindo assim, para

ISSN: 1982 - 5528
D.O.I:10.22411/rede2019.1302.06

o aumento da eficiência dos processos e reduzindo custos, com isso favorecendo a sustentabilidade ambiental (ORSI, 2010).

A incorporação das soluções da TIC nos processos industriais pode contribuir para melhorar a produtividade e a eficiência energética e reduzir os custos atrelados à energia, que podem ser contabilizados entre 25% a 50% dos custos totais de produção. Em casos práticos, pode-se citar, sistema de motor inteligente, que fornece informações do consumo energético do motor e as possíveis economias sobre o mesmo. Tendo em conta que os motores tradicionais podem ser muito ineficientes quando trabalhando em capacidade máxima, independentemente da carga, ao contrário dos motores inteligentes, suportados pela TIC, que possuem a capacidade de adaptarem-se em função da necessidade de cada momento. Isso é possível utilizando sistema de transmissão variável de velocidade (VSD ou *Variable Speed Drive*) e um controlador de motor inteligente (IMC) para controlar VSD (ORSI, 2010).

Portanto, como foi explanado anteriormente, a inclusão das soluções da TIC nos processos industriais e suas cadeias de abastecimento pode desempenhar um papel muito significativo na melhoria da competitividade de uma indústria através da redução dos custos associados a estes processos, contribuindo simultaneamente para a redução global das emissões de carbono (até 0.97 $GtCO_2e$ em 2020).

3.6 Desmaterialização: soluções para reduzir presença

Entende-se por desmaterialização, a substituição de produtos, processos físicos e viagens por alternativas virtuais, como videoconferência ou comércio on-line. Em outras palavras, é a oportunidade de minimizar objetos materiais que é necessário produzir, substituindo-os por soluções equivalentes virtuais, permitindo que as pessoas possam trabalhar em seus lugares, evitando deslocamento e desperdício de recursos.

Através das soluções como tele-trabalho (*e-work*), videoconferência e processos eletrônicos poderiam reduzir significativamente as emissões globais (até 0.5 $GtCO_2e$ em 2020). Na Figura 6, constam as percentagens das reduções possíveis até 2020 por meio das principais técnicas utilizadas no campo da desmaterialização (valores relativos à redução total do setor).

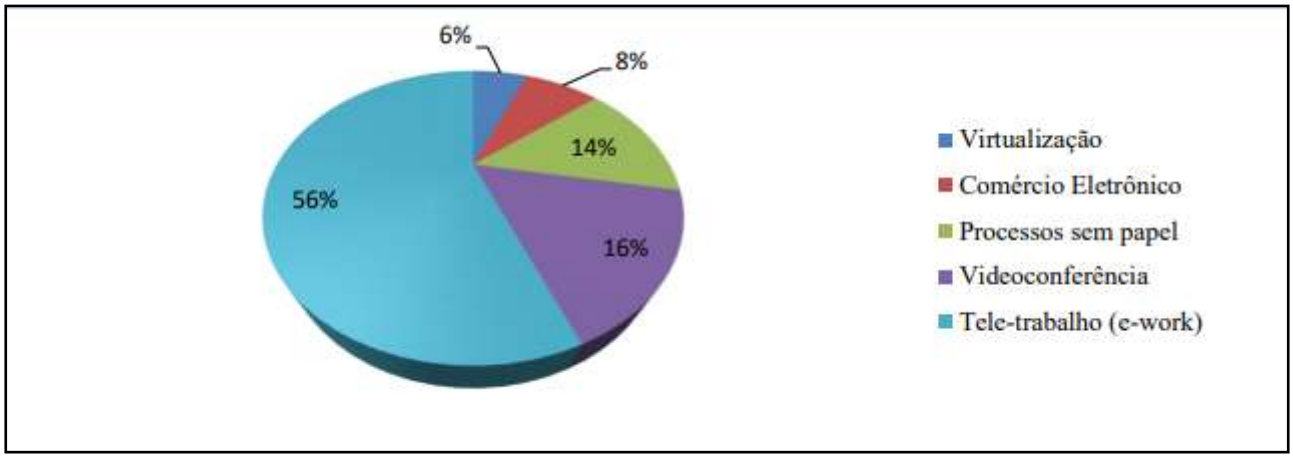

Figura 6. Percentagens de opções de desmaterialização. **Fonte:** GeSI (2008); ORSI (2010).

ISSN: 1982 - 5528
D.O.I:10.22411/rede2019.1302.06

Devido à estiagem que comprometeu o abastecimento dos reservatórios das hidrelétricas do Brasil entre 2014 e 2019 e a falta de um de um plano adequado de investimentos, depara-se frequentemente com indagações como: o Brasil vive ou não uma crise energética? Haverá ou não racionamento? Existem divergências a respeito. Em entrevista, Pires (2015), já afirmava que o Brasil passava pela pior crise energética da história. No entanto, este estudo, desperta atenção sobre a importância e possibilidades que a TIC Verde tem a oferecer em relação à eficiência energética e enfrentamento às alterações climáticas. Visto que, na atualidade, maior parte das redes elétricas de transporte e distribuição são passivas, isto é, transportam energias produzidas baseando-se em estimativas de consumo, mas estas estimativas são ineficientes dada a carência das informações em tempo real sobre o consumo energético demandado ou a carga da rede necessária e mecanismos de comunicar e ou agir em tempo real sobre o consumo do usuário final. Esta deficiência acarreta perda de até 20% da energia distribuída. Entretanto, a TIC permite melhoria substancial na eficiência global do sistema, fornecendo dispositivos e softwares capazes de monitorar, emitir informações de alerta e preços, bem como agir em tempo real sobre os diferentes elementos da rede e pontos de consumo, de modo que, os consumidores tenham possibilidades de avaliar e repensar o seu comportamento, propiciando-os a utilizarem equipamentos mais eficientes, limitando o consumo ao quanto e quando será realmente necessário.

Durante o estudo, constatou-se que a TIC contém boa solução para redução das emissões GEE, principalmente quando atua nos setores de maior incidência, como: transporte, edifício, indústria e setor de energia. Podendo reduzir 51.9 $GtCO_2$ até 2020, ou seja, 15.3% da emissão a nível mundial, distribuídos em percentual nos setores citados (4.4%), (4.62%), (2.12%) e (4.24%) respectivamente.

Perante análise dos dados por setores, foi possível averiguar que atuação da TIC no setor de energia, possibilitará reduções de 30% do total de GEE esperado por este setor no final de 2020, exatamente 2.03 $GtCO_2e$ das emissões globais, estimado num decréscimo de 79.000 milhões de euros. Enquanto que, a inclusão da automação nos edifícios tornando-os inteligentes, melhorando seus designs, representará uma redução de 1.68 $GtCO_2$ e das emissões, esse valor corresponde a 25% do total de GEE esperado no receptivo setor, eliminado um custo de 216.000 milhões de euros até 2020.

Com relação ao setor de transporte, o uso correto das soluções da TIC permitirá aperfeiçoar a logística, reduzindo 32% (1.52 $GtCO_2e$) do total da emissão esperado em 2020, suprimindo um custo de 280.000 milhões de euros. Já a redução prevista no setor industrial através de uso da TIC em automatização industrial e usos de motores inteligentes, é avaliada em 0.97 $GtCO_2e$, ou seja 15% do total, economizando 68.000 milhões de euros (GESI, 2008; APDC, 2010; ORSI, 2010; FENERCON, 2011).

É importante salientar que, apesar dos impactos ambientais da TIC, estimados para 2020, sejam cinco vezes inferiores em relação aos seus benefícios, ainda assim, não devem ser ignorados. Neste sentido, são necessárias políticas públicas consistentes para lidar com grandes volumes de "lixo" eletrônico (*e-waste*) que a TIC pode acarretar, uma vez que, descartes inadequados destes resíduos após sua vida útil constituem perigo aos seres humanos e ao meio ambiente. Segundo Gomes

ISSN: 1982 - 5528
D.O.I:10.22411/rede2019.1302.06

et al. (2012) estes resíduos trazem em suas composições várias substâncias nocivas como: o alumínio que constitui (14%) de e-lixos, chumbo (6%), cobre (7%), ferro (21%), silício ou sílica (25%) e outros (27%). É conveniente que, os tomadores de decisões incluam este assunto nos planos diretores dos municípios. Que seja debatido e que principalmente sejam tomadas atitudes cabíveis em direção a uso sustentável da TIC, favorecendo crescimento econômico e produtividade, melhorando eficiência energética e reduzindo emissões de GEE.

CONCLUSÕES

Em virtude dos fatos mencionados, deve-se destacar a crescente importância da TIC verde e a necessidade de adotar e desenvolver soluções que permitam o uso eficiente da energia, aumentando a competitividade da indústria brasileira, oferecendo novas oportunidades de negócios e assim, contribuindo para a criação de empregos, consequentemente o crescimento econômico. A ascensão da TIC Verde e a redução de 15.3% de GEE a nível global, serão possíveis mediante iniciativas inovadoras e políticas públicas voltadas para uso sustentável da TIC, tanto no âmbito nacional como na esfera internacional. Pois, torna-se claro, que pequenas mudanças incrementais não serão suficientes para enfrentar às alterações climáticas com o grau e a velocidade necessária para manter o carbono em níveis “seguros” na atmosfera, isto é, nada menos do que mudanças significativas e uma economia global com baixo carbono. Em muitos casos a TIC parece oferecer melhores soluções para isso, todavia, muito mais precisa ser feito para que este setor possa desempenhar o papel com eficácia.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA PARA O DESENVOLVIMENTO DAS COMUNICAÇÕES. APDC. **SMART Portugal** 2020: Reducing Emissions and Increasing Energy Efficiency through ICT, elaboração. Lisboa, 2010.

BOCCATO, Vera Regina Casari. Metodologia da pesquisa bibliográfica na área odontológica e o artigo científico como forma de comunicação. **Rev. Odontol.** Univ. Cidade São Paulo, São Paulo, 2006, vol. 18, no 3, p. 265-274.

EUROPEAN UNION (UE). EUR-Lex. **A Strategy for ICT R&D and Innovation in Europe**: Raising the Game. Service providing legal texts of the European Union. Brussels, 13.3.2009.

FUHR, Joseph P.; POCIASK, Stephen B. **Broadband Services**: Economic and Environmental Benefits, The American Consumer Institute, February 20, 2008.

FUNDACIÓN DE LA ENERGÍA DE LA COMUNIDAD DE MADRID. FENERCON. **Guía sobre el potencial de las Tecnologías de Información y Comunicación para el ahorro y la eficiencia energética.** Madrid, 2011.

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

_____. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GLOBAL E SUSTAINABILITY INITIATIVE. GeSI. SMART 2020: Enabling the low carbon economy in the information age. Brussels, 2008.

GODOY, Arilda Schmidt. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de empresas**, São Paulo, v. 35, n.3, p, 20-29,1995.

GOMES, Rodrigo Cajazeira; LIMA, ngela Maria Ferreira; TANIMOTO, Armando Hirohumi. **Inventário dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE) no Instituto Federal da Bahia, Campus Salvador**: O caso dos computadores, 2012.

INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION. ITU. **ICTs for e-Environment**: Guidelines for Developing Countries, with a Focus on Climate Change. Geneva. 2008.

LAITNER, John A. Skip; EHRHARDT-MARTINEZ Karen, **Information and Communication Technologies:** The Power of Productivity, American Council for an Energy Efficient Economy (ACEEE), 2008.

LEAVITT, Harold; WHISLER, Thomas. **Management in the 1980´s**. The University of Chicago Press, Chicago, 1958.

MALLON, Karl. **Towards a High-Bandwidth, Low-Carbon Future:** Telecommunications-based Opportunities to Reduce Greenhouse Gas Emissions, Climate Risk and Telstra, 2007.

ISSN: 1982 - 5528
D.O.I:10.22411/rede2019.1302.06

MATOS, Kelma Socorro Lopes de; VIEIRA, Sofia Lerche. **Pesquisa Educacional:** o prazer de conhecer. 01. ed. Fortaleza: Demócrito Rocha, 2001. v. 1000. 143p;

NEVES, José Luis. Pesquisa qualitativa: características, usos e possibilidades. **Caderno de pesquisas em administração**, São Paulo, 1996, vol. 1, no 3, p. 1-5.

OBSERVATORIO REGIONAL DE LA SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN DE CASTILLA Y LEÓN. ORSI, **Green Tic:** Eficiencia Energética y Sostenibilidad en el Entorno Empresarial. Castilla y León, 2010.

PAMLIN, Dennis; SZOMOLANYI Katalin. Saving the Climate @ the Speed of Light, First roadmap for reduced CO2 emissions in the EU and beyond. 2006

PIRES, Adriano. **Brasil enfrenta a pior crise energética da história:** depoimento [21 de janeiro, 2015]. Rio de janeiro: O Globo. Entrevista concedida a Gabriel Garcia.

ROMM, Joseph. **The Internet Economy and Global Warming.** The Global Environment and Technology Foundation (GETF), 1999.

SALLES, Ana Carolina, et al. **Adoção de práticas de TI verde nas organizações**: Um estudo baseado em mini casos. 2013.