

# O impacto dos serviços de TIC na sustentabilidade ambiental

## The impact of ICT services on environmental sustainability

Félix Singo, Autor<sup>1</sup>

fsingo@mail.com, Universidade Licungo (UL), Sofala, Moçambique

Brígida D'Oliveira, Autor<sup>2</sup>

bisingo@mail.com, Universidade Licungo (UL), Sofala, Moçambique

### Abstract

We are currently experiencing some of the biggest changes the world has ever seen. The digital revolution is transforming the way we interact, how we live, work and spend leisure time. Digital services have become an increasingly ubiquitous part of the lives of many people around the world. There is no doubt that this brings many benefits, but we must also bear in mind that there is an associated environmental cost, from the manufacture of the necessary infrastructure, the energy used to operate the services and the disposal of obsolete equipment. With more and more activities online, concern about the environmental impact of digital services draws attention to the intensity with which the energy network is placed under pressure. This issue of intensive use of the energy grid has been the subject of investigation for some time, but results have varied from study to study, thus weakening the robustness of any conclusions drawn from the respective assessments. The objective of this study is to identify some nuances of the influence of ICTs on environmental indicators. The methodology adopted was bibliographic and documentary research with an exploratory nature, as there are still not many quantitative studies of this kind in our country. Preliminary results show that in our case and in other similar cases, the environmental damage caused by the lack of strategy in the disposal of electronic equipment is even more worrying. It follows that the policy of the ICT industry and the patterns of its use are highly important, as it does not matter how small or large the order of effects is. It is suggested that environmental awareness is the key to opening the doors to sustainable practices and leading to the well-being of Humanity without harming the environment.

**Keywords:** Digital Services, Sustainable technology, Environmental sustainability, e Waste.

### Resumo

Vive-se actualmente algumas das maiores mudanças que o mundo já presenciou. A revolução digital está transformando o modo como interagimos, como vivemos, trabalhamos e passamos momentos de lazer. Os serviços digitais tornaram-se uma parte cada vez mais omnipresente da vida de muitas pessoas em todo o mundo. Sem dúvidas que isso traz muitos benefícios, mas também devemos ter em mente que há um custo ambiental associado, desde o fabrico da infraestrutura necessária, da energia utilizada para operacionalizar os serviços e no descarte dos equipamentos obsoletos. Com mais e mais actividades online, a preocupação com o impacto ambiental dos serviços digitais chama a atenção para a intensidade com que a rede energética é solicitada. Esta questão da utilização intensiva da rede energética tem sido objecto de investigação há algum tempo, mas os resultados têm variado de estudo em estudo, enfraquecendo assim a robustez de quaisquer conclusões extraídas das respectivas avaliações. O objectivo deste estudo é identificar o efeito da influência das TICs sobre os indicadores ambientais. A metodologia adoptada foi a pesquisa bibliográfica e documental com carácter exploratório, já que ainda não existem muitos estudos quantitativos do género no país. Resultados preliminares mostram que no caso deste estudo e em outros semelhantes é ainda mais preocupante o dano ambiental causado pela falta de estratégia no descarte dos equipamentos electrónicos. Independentemente da perspectiva da ordem dos efeitos, todos podem produzir impactos secundários positivos ou negativos, dependendo da aplicação das TIC (conhecimento insuficiente sobre teletrabalho ou sistemas de navegação

automóvel). Conclui-se que a política da indústria das TIC e os padrões de utilização das TIC são altamente importantes, e não importa o quão pequeno ou grande é a ordem dos efeitos. Sugere-se a conscientização ambiental como a chave para abrir as portas das práticas sustentáveis e para conduzir ao bem-estar da Humanidade sem agredir ao meio ambiente.

**Palabras clave:** Ensayo, suelo, granulometría, hidrocarburos, sustancias

## 1. Introdução

Com cada vez mais actividades decorrendo online, a preocupação com o impacto ambiental dos serviços digitais chama a responsabilidade de todos para o monitoramento da intensidade com que alguns dos recursos naturais e/ou seus derivados são solicitados. Estimativas sobre a intensidade do uso da rede energética por exemplo, com o fim de aferir o seu impacto sobre o meio ambiente, tem sido objecto de investigação em diferentes partes do mundo há algum tempo, mas os resultados têm variado de caso de estudo para outro, enfraquecendo dessa forma a consistência de quaisquer conclusões que possam ser tiradas a partir das suas avaliações (ROCHA, 2007a). Uma das razões para isso é que o sector de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) não é uma indústria como a siderúrgica ou o sector de transportes, mas uma indústria que mudou radicalmente a forma como as pessoas e as máquinas se comunicam, os negócios são realizados e alterou as relações de espaço e tempo (ROCHA, 2007a).

As TICs permeiam todos os outros sectores de actividades. Elas têm o carácter de uma tecnologia integrada e integradora, por via disso, torna-se difícil refletir e estimar o impacto específico das TIC tanto para fenómenos macroeconómicos assim como para indicadores ambientais. (Digital Europe, 2003). Em princípio, existem duas abordagens para avaliar os efeitos ambientais das TIC. Segundo Romm et al. 1999, ABARE 2001, Digital Europe 2003), a abordagem sobre efeitos macroeconómicos distingue entre um efeito de crescimento, um efeito estrutural e um efeito de tecnologia. Por outro lado, existe o conceito de efeitos de primeira, segunda e terceira ordem das TIC sobre o meio ambiente. (FFF 2000, EMPA, IZT 2003), alertam que a segunda abordagem é a mais adotada pela ciência. De acordo com o projecto Digital Europe (2003), os efeitos ambientais das TIC podem ser decompostos em:

- a. efeito de crescimento: expresso como PIB
- b. efeito de mudança estrutural: expresso como VAB Sector / PIB
- c. efeito da tecnologia: expresso como efeito ambiental / Sector GVA

Esses efeitos podem ser definidos segundo (FFF 2002) como:

- a. Efeitos de primeira ordem: Os impactos e oportunidades criados pela existência física das TIC e dos processos envolvidos.
- b. Efeitos de segunda ordem: Os impactos e oportunidades criados pelo uso e aplicação contínuos das TIC.
- c. Efeitos de terceira ordem: Os impactos e oportunidades criados pelos efeitos agregados de um grande número de pessoas que usam as TIC a médio e longo prazo.

Os efeitos de primeira ordem das TIC vêm sendo analisados há algum tempo e são abordados a nível político e pela indústria. Os principais campos analisados são o consumo de energia na produção e uso de TIC e sobretudo na reciclagem e no descarte dos resíduos resultantes da obsolescência dos equipamentos após seu ciclo de vida. Nossa pesquisa centra-se também nos efeitos desta primeira ordem buscando refletir e alertar sobre novos riscos, advindos da rápida evolução tecnológica e do subsequente curto ciclo de vida de equipamentos electrónicos que espreitam e ameaçam a sustentabilidade ambiental (FFF 2002). Neste contexto, a reciclagem pode ser definida como uma separação metódica e sistemática de resíduos como papéis, metais, plásticos, vidros, entre outros, para a sua posterior transformação e reutilização na fabricação de outros produtos. Portanto a reciclagem trata o lixo como matéria-prima a ser aproveitada para fazer novos produtos (FFF 2002).

### Sustentabilidade Ambiental

O termo sustentabilidade tornou-se rapidamente numa das palavras-chave dos últimos anos. Apesar do seu significado se ter estendido para os mais variados temas e grupos de interesse, o cerne do conceito continua a ser a preservação da sociedade e de tudo o que a rodeia, de forma a podermos deixar para as gerações vindouras um mundo senão melhor, pelo menos igual ao

---

<sup>1</sup> Doutorado (2007) em Informatica Educacional pela Universidade Técnica de Dresden (TUD); Docente-Pesquisador na Universidade Licungo (UL), Moçambique. E-mail: fsingo@mail.com Moçambique.

<sup>2</sup> Doutorada (2007) em Educação e Ciências pela Universidade Técnica de Dresden (TUD); Vice-Reitora Académica na Universidade Licungo (UL), Moçambique. E-mail: bisingo@mail.com Moçambique.

que herdamos. A sustentabilidade ambiental também tem esse significado, porém de maneira mais complexa, por estar ligada ao meio ambiente e a todas as coisas que o englobam. (Erdmann, Lorenz & Behrendt, Siegfried 2003). Os mesmos autores afirmam que um dos maiores desafios para aplicar as medidas de sustentabilidade ambiental é encontrar um equilíbrio entre o desenvolvimento económico e social de um país e a preservação do meio ambiente. O tripé da sustentabilidade é baseado na união dos três focos mais afectados: ambiente, sociedade e economia (ibdem).(Figura 1).

**Figura 1.** Os três pilares da sustentabilidade.



Fonte: adaptado da ENDS

Durante muito tempo se acreditou, erroneamente, que a sustentabilidade estaria apenas relacionada ao meio ambiente, seguindo esse princípio, vários projectos de preservação da flora e da fauna, de reflorestamento, de proteção a espécies ameaçadas à extinção, dentre outras acções pontuais foram levadas a cabo, o que a mãe natureza agradece.

Porém, hoje o entendimento da sustentabilidade é dividido em três principais pilares: social, económico e ambiental.

- Social: Trata-se de todo capital humano que está, directa ou indirectamente, relacionado às actividades desenvolvidas na sociedade.
- Económico: O desenvolvimento económico não deve existir às custas de um desequilíbrio nos ecossistemas a seu redor.
- Ambiental: o desenvolvimento ambientalmente correcto se refere a todas as condutas que possuam, incluindo o homem e que directa ou indirectamente, produza algum impacto no meio ambiente, seja a curto, médio ou longo prazos.

Segundo o Projeto Digital Europe (2003), para que a sustentabilidade se torne uma realidade, é preciso que as três áreas sejam consideradas em conjunto e as medidas criadas devem abranger todos esses interesses. Do exposto, podemos entender tecnologia sustentável como sendo a junção e a aplicação de todas as ciências de que o ser humano dispõe, para, que de modo prioritário, possa dar continuidade, não só de sua, como também das gerações futuras. Cada vez mais são necessárias soluções e saídas inteligentes para problemas como desastres naturais, lixo, descarte de materiais, falta d'água, poluição, geração de energia etc.

A tecnologia sustentável é uma das várias formas de utilizar tecnologias sem poluir o meio ambiente. Seja qual for o vínculo que a definição tomar, permanece sempre a questão, o que ameaça a sustentabilidade do meio ambiente?

### **Desastres Naturais, o que são desastres naturais?**

Desastres naturais como resultado do impacto de um fenómeno natural extremo ou intenso sobre um sistema social, e que causa sérios danos e prejuízos que excedam a capacidade dos afectados em conviver com o impacto (Globo, 2023).

A figura 2 abaixo mostra os diferentes fenómenos naturais extremos ou intenso, que ocorrerem na natureza, os chamados tipos de desastres naturais

**Figura 2.** Alguns tipos de desastres naturais.



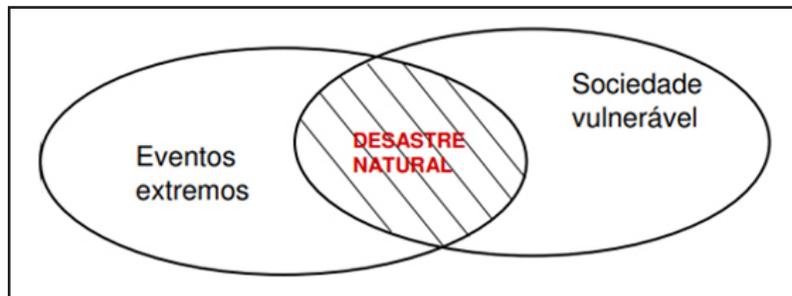
Fonte Adaptado do Dreamstime.com

A questão que se pode aqui colocar em seguida é porquê os desastres naturais ocorrem?

Três visões sobre a ocorrência de desastres (EMPA, IZT et al. 2003).(Figura 3).

- (a) Desastres ocorrem por vontade divina.
- (b) Desastres ocorrem por falta de infraestruturas.
- (c) Desastres ocorrem essencialmente pela vulnerabilidade.

**Figura 3.** Origem dos desastres naturais.



Fonte: autor

Ainda na mesma senda a outra questão em seguida é o que é a Vulnerabilidade? A etimologia de vulnerável vem do latim vulnerabilis que significa “que causa lesão” e remete ao antepositivo vulner, o qual indica “ferida” e é semanticamente conexo com o grego traûma, atos. Logo, constata-se que o sentido de vulnerabilidade tem uma conotação negativa e está relacionado sempre com perdas.

Factores que potencializam a vulnerabilidade:

- Aspectos sócio-económicos
- Densidade Populacional
- Distribuição de renda
- Educação
- Aspectos estruturais
- Redes de infraestrutura
- Tipologia das edificações
- Falta de planeamento
- Uso e ocupação do solo
- Percepção do risco

Será vulnerabilidade é sinónimo de pobreza? A vulnerabilidade não é uma tautologia da pobreza. A pobreza e a vulnerabilidade são condições sociais que se reforçam mutuamente. Parcela significativa da população é vulnerável, apesar de não ser considerada pobre de acordo com os critérios estabelecidos pela linha da pobreza. Depois desta discussão a questão que se segue é como reduzir a vulnerabilidade?

- Aumentar a resiliência das populações
- Identificar áreas de risco e proibir a ocupação
- Edificações e infraestrutura preparadas para os perigos
- Preparar a população: cultura de prevenção de riscos
- Desenvolver sistemas de alerta
- Atenção aos novos riscos

### **Atenção aos novos riscos – Serviços Digitais**

Os serviços digitais tornaram-se uma parte cada vez mais omnipresente da vida de muitas pessoas em todo o mundo. Sem dúvidas que isso traz muitos benefícios para todos nós, mas também devemos ter em mente que há um custo ambiental associado a todo esse desenvolvimento. Desde o fabrico da infraestrutura necessária, da energia utilizada para operacionalizar os serviços e no descarte dos equipamentos obsoletos. Estamos a chamar de serviços digitais:

- Todos aqueles serviços oferecidos por meios electrónicos, em que todas as informações são transmitidas e acedidas por meio de uma rede de dados, como a internet. São funções que, antes, só eram possíveis por meios analógicos, como a criação e envio de documentos ou o contacto entre marca e cliente, por exemplo. O futuro é digital.
- Com mais e mais actividades online, a preocupação com o impacto ambiental dos serviços digitais chama a nossa atenção. A área de informática não era vista tradicionalmente como uma indústria poluidora. Porém, o avanço tecnológico acelerado encurtou o ciclo de vida dos equipamentos de informática, gerando assim um lixo tecnológico que na maioria das vezes não está tendo um destino adequado.

### **Problemas ambientais causados pela tecnologia**

Os problemas gerados para o meio ambiente, especialmente no que se refere ao lixo electrónico ou Resíduos de Equipamentos Eléctricos e Electrónicos, já começam desde sua produção, com o silício, continuam durante o uso e terminam no descarte inapropriado do equipamento, que, muitas vezes, acontece quando o equipamento ainda possui condições de uso. O silício é a segunda substância mais comum na terra, perdendo apenas para o oxigênio, e é um semiconductor natural bastante utilizado na indústria eletrônica, tanto na construção de placas e circuitos como “chips”. Alguns autores consideram que a sua industrialização é muito poluente, pois diferentes estudos feitos, mostraram que em um quilo desse material são podem ser produzidos cinco quilos de e-lixo (ROCHA, 2007a). Às vezes ficamos tão perdidos na emoção de desenvolvimento e utilização de novas tecnologias, que não paramos se quer para examinar cuidadosamente seu efeito sobre o mundo que nos rodeia. Se todos tivéssemos a consciência que a produção de todos esses aparelhos maravilhosos, que vemos sendo lançados diariamente no mercado comercial e soubéssemos o quão trazem efeitos muito indesejável, a poluição da Terra. Ao construir os dispositivos hoje, que tipicamente têm uma vida de cerca de 2 a 3 anos, reflectiríamos não só na construção, mas também na grande quantidade de consumo de recursos. Pois saberíamos que para construir um computador normal, são necessários:

- 3 vezes o seu peso em combustíveis fósseis
- Por cada grama de uma “fatia de silicone”, são usados 630 gramas de combustível fóssil
- Por 2 gramas de microchips, são necessários 1,5 kg de combustíveis e outros químicos.
- Já para não falar nos 30kg de água potável
- Um computador, precisa de cerca de 1,5 toneladas de água para ser fabricado
- 22 kg de químicos, extremamente perigosos e prejudiciais, como chumbo e o mercúrio.

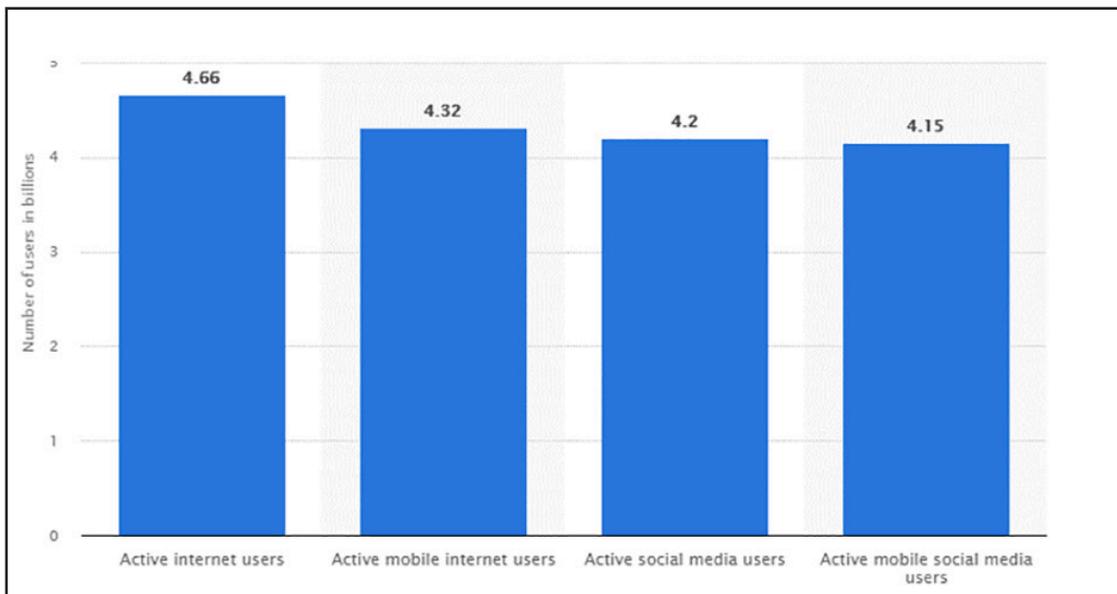
Logicamente, como é sabido, o silício é um excelente poluente com enorme risco para a saúde dos funcionarios e das comunidades circunvizinhas. Este cenário não só é maléfico válido na fabricação da tecnologia, mas também na sua utilização. Estudos avançados já nos ilucidam por exemplo, que falar ao celular durante seis minutos, pode provocar dor-de-cabeça e consequentemente a utilização de celular pela criança não é recomendada, pois pode causar má formação encefálico e grande probabilidade de provocar fadiga e desenvolver o câncer cerebral (ROCHA, 2007a). Portanto, neste contexto, o maior problema do lixo tecnologico surge por um lado, com a destinação inadequado do produto final descartado, e por outro, a não existência da legislação específica, que orienta o descarte adequado do lixo tecnológico.

Neste preciso momento, principalmente nos países em via de desenvolvimento, o lixo tecnológico dos equipamentos informáticos ou aparelhos são descartados juntamente com o lixo comum, constituindo verdadeiros riscos á saúde dos funcionários e da sociedade em geral. Reconhecendo os postulatos do ROCHA (2007a), entre outros, que se forem encaminhados aos aterros sanitários podem contaminar o solo e a água com metais pesados, se forem incinerados contaminam a atmosfera, que reflexões fazemos no que tange a essa questão pertinente? (ROCHA, 2007a).

### Dispositivos electrónicos e o seu impacto

Como se pode ver, dispositivos electrónicos são construídos através da utilização de alguns dos recursos mais comuns no nosso planeta, como por exemplo areia e alguns dos mais raros, como ouro. Estes materiais precisam de ser extraídos do solo do nosso planeta, nem sempre seguindo as práticas mais ecológicas ou respeitosas do ambiente, especialmente nos países mais pobres como o nosso. Nestes sítios, químicos extremamente perigosos são usados, como o mercúrio, de maneira a extrair os materiais. Estes acabam por ser deitados no solo sem qualquer tratamento ou preocupação para com o ambiente ou pelas zonas onde as pessoas vivem. É verdade que não existem informações fiáveis acerca do número de computadores ou outros dispositivos electrónicos no mundo, de hoje ou do passado, mas existe informação acerca do número de dispositivos ligados à internet ao longo do tempo (Figura 4).

**Figura 4.** Volume de dispositivos conectados à Internet.



Fonte: Statista 2021

Estes números permitem criar uma referência para o crescimento dos dispositivos electrónicos usados nos últimos anos, que permite ter uma ideia de quantos recursos, em particular, energia é necessária para manter todos estes dispositivos a funcionar.

### e-Lixo

Entende-se como lixo tecnológico os equipamentos de informática obsoletos, danificados e outros que contenham resíduos ou sobras de dispositivos eletroeletrônicos que são descartadas, fora de uso ou obsoletos, que possam ser reaproveitados ou ainda que contenha integrada em sua estrutura, elementos químicos nocivos ao meio ambiente e ao ser humano, mas passíveis de serem reciclados (Macedo, 2009). Portanto, o lixo tecnológico é também conhecido como lixo eletrônico ou e-lixo e como dito anteriormente, eles são resíduos sólidos que não têm mais utilidade directa, pois são considerados indesejáveis por seus geradores, o que não significa que devem ser descartados de qualquer forma ou que não serve mais para uso. Uma vez que, a incorreta destinação dada a este tipo de lixo pode causar sérios problemas ambientais à natureza ou diretamente á saúde dos seres humanos. O lixo electrónico é um dos grandes desafios da sociedade actual: graças à obsolescência programada e nossa natureza consumista, há muitos dispositivos electrónicos no lixo causando grandes danos ao meio ambiente. O lixo electrónico ou Resíduos de Equipamentos Eléctricos e Electrónicos (REEE) são todos os dispositivos electroelectrónicos, e enquadram-se nessa definição os computadores e equipamentos de informática como pilhas, baterias de celulares, de filmadoras industriais,

televisores e monitores, microondas, máquinas fotográficas, lâmpadas fluorescentes e eletroeletrônicos como rádios, aparelhos de som e DVD, celulares, mp3 players, tablets a TVs, máquinas lavar louça e roupa, geleiras e etc., que foram descartados por seus donos. A preocupação ambiental em relação a este novo tipo de lixo, vem crescendo muito nos últimos anos.

A questão da ideia que as pessoas têm sobre o lixo eletrônico, pensando em uma sociedade de consumo, como é Moçambique, remeteu-nos a seguintes constatação. Numa sociedade de consumo habituada a “comprar, descartar e comprar novamente”, como é Moçambique, para além da geração de grande quantidade de lixo eletrônico, infelizmente também acontece o descarte inadequado destes materiais, o que leva ao acúmulo aumento da poluição ambiental e desperdício de materiais que poderiam ser reutilizados. Esse cenário mostra-nos, que a sociedade moçambicana ainda está longe do entendimento porque o lixo eletrônico é um problema para a sua sociedade. Em nossa opinião, a falta de empresas industriais vocacionadas a produção de equipamentos tecnológicos e electrónicos, contribui grandemente para o não conhecimento sobre os metais pesados, que na sua maioria estão presentes no lixo eletrônico e que representam um risco significativo para a saúde humana. A exposição a essas substâncias essenciais, mas tóxicas pode causar danos neurológicos, problemas respiratórios, distúrbios hormonais e até doenças cancerígenas.

Ao serem jogados no lixo comum, as substâncias químicas presentes nos componentes electrónicos, como mercúrio, cádmio, arsênio, cobre, chumbo e alumínio, penetram no solo e nos lençóis freáticos contaminando plantas e animais por meio da água, podendo provocar a contaminação da população através da ingestão desses produtos. Es as categorias do e-Lixo:

- (a) Grandes equipamentos: geleiras, freezers, máquinas de lavar, fogões, ar condicionados, microondas, grandes TVs, etc.
- (b) Pequenos equipamentos e electroportáteis: torradeiras, batedeiras, aspiradores de pó, ventiladores, mixers, secadores de cabelo, ferramentas eléctricas, calculadoras, câmeras digitais, rádios, etc.
- (c) Equipamentos de informática e telefonia: computadores, tablets, notebooks, celulares, impressoras, monitores e outros.
- (d) Pilhas e bateria portáteis: pilhas modelos AA, AAA, recarregáveis, baterias portáteis de 9 V, etc.

### **Buscando soluções**

- O que pode ser feito para minimizar o impacto no meio ambiente?

Vivemos numa sociedade onde regra geral, a consciência ambiental ainda é fraca. Há três opções recomendadas, embora nem todas sejam aplicáveis!

- (a) Reparar os dispositivos
  - Usar os nossos dispositivos aos seus limites
- (b) Reciclagem
  - Reciclar é uma solução melhor e mais ecológica de tirar metais de produtos existentes.
- (c) Devolver ao fabricante
  - Diversos fabricantes, como Dell, Apple e HP, oferecem programas de devolução de produtos.

## **2. Enquadramento metodológico**

As TIC têm um carácter de uma tecnologia integrada e integradora, por via disso, torna-se difícil refletir e estimar o impacto específico das TIC tanto para fenómenos macroeconómicos assim como para indicadores ambientais. Em princípio, existem duas abordagens para avaliar os efeitos ambientais das TIC: Efeitos macroeconómicos que distinguem entre um efeito de crescimento, um efeito estrutural e um efeito de tecnologia e a segunda que distingue entre efeitos de primeira, segunda e terceira ordem das TIC sobre o meio ambiente. Porém, vale frisar que a segunda abordagem é a mais adotada pela ciência.

Nosso estudo, baseando-se na pesquisa bibliográfica e documental com carácter exploratório focou-se nos efeitos de 1ª ordem das TIC. Os principais campos analisados são o consumo de energia na produção, o uso de TIC, a reciclagem e o descarte dos resíduos resultantes da obsolescência dos equipamentos após seu ciclo de vida (ROCHA, 2007a/b).

Impacto das TICs na economia global: a tecnologia permite que as empresas alcancem um público global, aumentando suas receitas e criando novos mercados. Além disso, as TICs têm um papel fundamental no desenvolvimento de novos sectores económicos, como a economia digital. Aqui vale referenciar os estudos feitos e as experiências inéditas dos autores Galor e Tsiddon (1997), que por meio de um modelo, conseguiram demonstraram como o avanço tecnológico resulta em crescimento do PIB, quando se relaciona o progresso tecnológico, á desigualdade salarial, ao capital humano e ao crescimento económico. Supõe-se que a economia é perfeitamente competitiva, com surgimento de novos indivíduos a cada período, sendo que os mesmos vivem por dois períodos somente. No primeiro período, o agente poderia poupar e a vantagem de poupar seria a de melhorar o seu nível de capital humano e receber uma maior remuneração no futuro. Já no segundo período, o indivíduo se

aposta. Os agentes são maximizadores da utilidade e procuram por melhores rendimentos salariais. Assim, quando surge o progresso tecnológico, os indivíduos mais capacitados (maior nível de capital humano) se deslocam para os sectores mais avançados tecnologicamente, recebendo em contrapartida maiores salários e dinamizando o incremento da renda da economia e consequentemente aumentando a produtividade. Esse último trabalho demonstrou o processo microeconómico por trás dos resultados macroeconómicos exibidos por Borensztein, Gregorio e Lee (1998). Novamente, o capital humano funciona como alavancador do produto, entretanto, Galor e Tsiddon (1997) mostraram como é esse deslocamento e porque o mesmo ocorre.

A análise da literatura mostra por um lado, que a utilização do método Pooled para mensurar o impacto do progresso tecnológico sobre o crescimento económico de um dado país, não só permite analisar o canal que viabilizava esse processo, mas também, concluir que as inovações tecnológicas advindas do exterior tem um efeito mais forte no PIB desse país, quanto maior for o nível de absorção de tecnologia. Por outro, a análise dos efeitos de multinacionais sobre a transmissão de tecnologia e produtividade demonstrou como resultado, segundo Xu (2000), que a actividade das multinacionais acarretava significativamente ganhos maiores para os países desenvolvidos, em detrimento aos subdesenvolvidos.

### **3. Resultados**

Os resultados da nossa análise mostram o quão a intensidade de transferência tecnológica e o nível de capital humano foi critério crucial para explicar estas diferenças, uma vez que se reconhecia que a redução de capital humano a longo prazo, causaria um crescimento ainda menor, pois o aproveitamento da tecnologia mais avançada comparativamente ao pobre seria menor, comprometendo, assim, o crescimento macroeconómico. Neste contexto, a limitação do capital humano estaria sujeito a um círculo vicioso de crescimento económico e contudo, percebe-se que, a correlação entre tecnologia e crescimento do capital humano constitui um importante canal de transmissão quando existir fundamentalmente, a incorporação e difusão dos progressos. Esta incorporação e difusão dos progressos explicita imeditamente a questão da importância do progresso tecnológico e inovação. Mas afinal de contas, o que é que isso tem a ver com a sustentabilidade ambiental? Sem necessariamente querer dar uma resposta concreta e concisa, é preciso perceber e ter a consciência de que ao aumentar a produtividade dos meios de produção, reduzir o tempo para se produzir e diversificar bens produzidos, o progresso tecnológico se torna um propulsor do recrudescimento do produto.

Análise dos resultados fez perceber que há um reconhecimento geral, de que as Tecnologias da Informação e Comunicação contribuem fortemente para a Educação Ambiental como ferramenta capaz de levar informação a todos os públicos. Além disso, é necessário que os professores percebam que essas tecnologias são suas aliadas no processo de ensino e aprendizagem. Porém independentemente de os efeitos serem da primeira, segunda e terceira ordem, os impactos e as oportunidades criados pela existência física das TIC e os processos de descarte inadequados envolvidos podem produzir a longo prazo efeitos nefastos ao meio ambiente. Portanto, os impactos e as oportunidades criados pela aplicação e uso contínuo das TIC e agregados de um grande número de pessoas que as utilizam pode a médio e longo prazo provocar problemas de preservação do ambiente e da saúde das comunidades.

### **4. Considerações Finais**

Sustentabilidade e preservação ambiental são temas cada vez mais discutidos no dia a dia. Ultimamente, mais e mais pessoas estão percebendo que, ainda que individualmente, mudar hábitos e ações com o intuito de reduzir o impacto ambiental e preservar recursos naturais é uma reação necessária. O incentivo a projectos que envolvem comunidades desfavorecidas e carentes que reaproveitam equipamentos electrónicos como computadores é uma das mais eficientes formas de combater o lixo tecnológico, pois vários benefícios daí advêm de uma só vez. Os computadores podem ser doados por quem não precisa mais, servindo de suporte para aprendizagem para jovens desfavorecidos, que passam a ter uma ocupação, podendo ser inseridos no mercado de trabalho. Após a manutenção dos computadores podem ser utilizados pela própria comunidade no acesso à informação e partilha do conhecimento, promovendo dessa forma a inclusão digital discutida mundialmente. Uma solução mais perene exigiria uma conjugação de factores, que necessitam de ações de diversas esferas sociais, governamentais, educacionais, dos agentes usuários, de fabricação, comercialização, de empresas de reciclagem, entre outros. Somente com a conjugação dos esforços dessas esferas, é possível uma mudança de atitude de todos esses actores no alcance de soluções que minimizem o impacto ambiental causado pelo lixo tecnológico.

Concluimos com este trabalho, que com a certeza de que não falta boa vontade para tornar o planeta ecologicamente sustentável e que tecnologias de baixo impacto podem ser o caminho certo para que alcancemos este resultado, pois como dizia o REIS, (2006), os aparelhos obsoletos, quando mal geridos se tornam um presente envenenado. Nessa conclusão reflexiva, leva-nos de facto a concordar com o autor REIS, que se refer a um presente envenenado, pois o lixo electrónico além de contaminar o meio ambiente e prejudicar a saúde humana, o lixo electrónico também se configura como problema para países pobres. Estes países pobres recebem o lixo electrónico como se fossem produtos de segunda mão, daí a expressão do Reis -presente envenenado-. Embora todos estejamos cientes da existência de uma lei internacional que proíbe que lixo electrónico seja levado de um país para outro, mas alguns países não a respeitam e quem sofre são os países pobres como Moçambique.

A conscientização ambiental é a chave para abrir as portas das práticas sustentáveis para conduzir ao bem-estar da Humanidade sem agredir ao meio ambiente. Deste modo, é fundamental que se tem a importância de cada vez mais conscientizar a sociedade sobre os riscos que uma prática equivocada pode causar a si mesma e ao meio ambiente, que por vez são até irreversível. Portanto, quanto mais seres humanos conscientes sobre o E-lixo existirem, mais crítica será a Humanidade das suas próprias atitudes, tanto em termos de consumo, quanto ao respectivo descarte adequado. Nesse sentido, esse tipo de resíduo exigirá não só da humanidade o desenvolvimento de atitudes ambientalmente assertivas e saudáveis, mas também dos comerciantes vendedores até aos contentores de descartes para a efetivação da logística e de fiscalização apropriada. Além disso é necessária uma política itinerante clara para que a sociedade seja sempre envolvida no processo de logística adequada.

Em jeito sugestivo, é óbvio que com a realização desse trabalho pudemos perceber que as Tecnologias da Informação e Comunicação contribuem fortemente para que os alunos conheçam e se engajem mais nos problemas da Educação Ambiental, uma vez que as TICs são ferramentas auxiliares nos processos educacionais capazes de levar informação a todos os públicos. Para além disso, é necessário que os professores possam enxergar as TICs como suas aliadas nos processos de ensino e aprendizagem, pois agindo dessa forma, é mais provável que essas tecnologias possam contribuir em aulas mais dinâmicas e atrativas para seus alunos, e por conta disso seja possível que esses por já possuírem certa afinidade com as TICs utilizem-nas nos contextos escolares. Porém é também papel do professor elucidar ao aluno como a tecnologia pode ser utilizada para mitigar os impactos ambientais, desenvolvendo neles atitudes ambientalmente acertivas para o descarte dos equipamentos tecnológicos. Os sensores, satélites e outras tecnologias de monitoramento permitem que os cientistas acompanhem as mudanças ambientais em tempo real, facilitando a detecção de eventos como desmatamento, poluição do ar, do solo, e o monitoramento de ecossistemas frágeis. Esses eventos podem ser influenciadas pelo descarte inapropriado dos resíduos tecnológicos.

Para trabalhos futuros, indicamos que analisem como as Tecnologias da Informação e Comunicação enquanto recursos tecnológicos podem contribuir para a abordagem de conteúdos da Educação Ambiental na prática, pois buscam identificar Aplicativos que possam apresentar problemas e soluções para a Educação Ambiental.

## 5. Referências

- ABARE Current 06/2001: The 'new economy' and the energy sector. Canberra, Australia, 2001.
- E. Borensztein, J. De Gregorio, J.W. Lee (1998). How does foreign direct investment affect economic growth? *Journal of international Economics* 45 (1), 115-135.
- Erdmann, Lorenz & Behrendt, Siegfried 2003. The future impact of ICT on environmental Sustainability.
- Digital Europe 2003: Virtual dematerialisation: ebusiness and factor X. Project funded by the European Community and "The Information Society Technology" Programme (1998-2002), published 2003
- EMPA, IZT et al. 2003: Das Vorsorgeprinzip in der Informationsgesellschaft: Auswirkungen des 'Pervasive Computing' auf die Gesundheit und die Umwelt. Für das Zentrum für Technikfolgen-Abschätzung beim Schweizerischen Wissenschaftsrat. EMPA, IZT, FH Solothurn, IWE-HSG, Communication and Science. Bern, published 2003
- FFF 2002: The impact of ICT on sustainable development. Forum for the Future. in European Information technology Observatory EITO 2002
- Galor, Oded & Tsiddon, Daniel, (1997). "The Distribution of Human Capital and Economic Growth," *Journal of Economic Growth*, Springer, vol. 2(1), pages 93-124, March.
- <https://oglobo.globo.com/mundo/epoca/noticia/2023/12/30/enchentes-incendios-e-terremotos-relembre-alguns-dos-maiores-desastres-naturais-de-2023.ghtml>
- M.I.F. (2009) - Resíduos sólidos: conscientização e coleta de pilhas e baterias na região de Ituiutaba-Mg. 2009.
- Projeto Digital Europe (2003). Promote the use of digital technologies as enabler for sustainable development.
- <https://cdn.digitaleurope.org/uploads/2019/02/DIGITALEUROPE-%E2%80%93-Our-Call-to-Action-for-A-STRONGER-DIGITAL-EUROPE.pdf>
- REIS, Carlos. (2006) Aparelhos usados: um presente envenenado. *Revista Além-Mar*. Lisboa: mar. de 2006. Disponível em: . Acessado em: 06 jul. 2023.
- ROCHA, Hélio (2007). Entre o Luxo e o Lixo Digital. *Tribuna da Bahia*, Salvador, 08 mai. 2007a. Caderno 1, p. 7.
- ROCHA, Hélio (2007). Entre o Luxo e o Lixo Digital II. *Tribuna da Bahia*, Salvador, 09 mai. 2007b Caderno 1, p. 9.

- Romm, J., A. Rosenfeld, and S. Herrmann. 1999. The Internet economy and global warming. [https://www.researchgate.net/publication/247918083\\_The\\_Internet\\_economy\\_and\\_global\\_warming](https://www.researchgate.net/publication/247918083_The_Internet_economy_and_global_warming)
- Romm, J., A. Rosenfeld, and S. Herrmann. 1999. A scenario of the impact of e-commerce on energy and the environment. Arlington, VA: Center for Energy and Climate Solutions.
- [https://www.researchgate.net/publication/237749471\\_The\\_Internet\\_Economy\\_and\\_Global\\_Warming\\_A\\_Scenario\\_of\\_the\\_Impact\\_of\\_E-commerce\\_on\\_Energy\\_and\\_the\\_Environment](https://www.researchgate.net/publication/237749471_The_Internet_Economy_and_Global_Warming_A_Scenario_of_the_Impact_of_E-commerce_on_Energy_and_the_Environment).
- XU, B. (2000). Multinational enterprises, technology diffusion, and host country productivity growth. *Journal of Development Economics*, 62 (2), p. 477-493, 2000.