

Trabalho de Formatura

Curso de Graduação em Engenharia Ambiental

**UMA ABORDAGEM TEÓRICA DO IMPACTO DO CONSUMO
ENERGÉTICO DA PROPAGANDA VIRTUAL**

Vinícius de Souza Santos

Orientador: Prof. Vânia Silvia Rosolen

Rio Claro – SP

2022

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Campus de Rio claro

Vinícius de Souza Santos

UMA ABORDAGEM TEÓRICA DO IMPACTO DO CONSUMO
ENERGÉTICO DA PROPAGANDA VIRTUAL

Trabalho de Formatura apresentado
ao Instituto de Geociências e
Ciências Exatas - Campus de Rio
Claro, da Universidade Estadual
Paulista Júlio de Mesquita Filho,
para obtenção do grau de
Engenheiro Ambiental.

Rio Claro – SP

2022

S237a	Santos, Vinícius de Souza Uma abordagem teórica do impacto do consumo energético da propaganda virtual / Vinícius de Souza Santos. -- Rio Claro, 2022 23 p. : tabs. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Ambiental) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro Orientadora: Vânia Silvia Rosolen 1. Propaganda virtual. 2. Consumo de energia. 3. Impacto ambiental. I. Título.
-------	--

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

VINÍCIUS DE SOUZA SANTOS

UMA ABORDAGEM TEÓRICA DO IMPACTO DO CONSUMO ENERGÉTICO DA PROPAGANDA VIRTUAL

Trabalho de Formatura apresentado ao
Instituto de Geociências e Ciências
Exatas - Câmpus de Rio Claro, da
Universidade Estadual Paulista Júlio de
Mesquita Filho, para obtenção do grau de
Engenheiro Ambiental.

Comissão Examinadora

Profa. Dra. Vania Silvia Rosolen (orientadora)

Prof. Dr. Pedro Augusto Grava da Silva

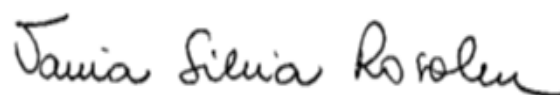
Prof. Dr. Marcus Cesar Avezum Alves de Castro

Rio Claro, 23 de novembro de 2022.

Vinícius de Souza Santos



Profa. Dra. Vania Silvia Rosolen



RESUMO

A tecnologia mundial está em constante desenvolvimento, o mundo se torna cada vez mais próximo em termos de barreiras culturais e acesso a informação. Esse avanço traz diversas vantagens ambientais e sociais, como a diminuição de resíduos com a dominância atual de documentos virtuais, principalmente utilizados por empresas. Entretanto, nem todas as mudanças são totalmente positivas, nesse caso o consumo de energia torna-se o contraponto da era moderna. O presente estudo visou uma abordagem teórica dos impactos ambientais causados pelo excesso de propagandas virtuais, visto que o *e-commerce* e *posts* em mídias digitais estão cada vez mais fortes no mercado. Dessa forma, os websites ficam mais pesados e exigem maior processamento, causando assim um consumo maior de energia e emissão de gases de efeito estufa. O trabalho se baseou em dois estudos de caso que quantificam o custo energético de alguns websites franceses e brasileiros. A partir da análise dos casos, conclui-se que o uso de *AdBlocks* podem diminuir em média 37% do consumo de energia de um site, já que esse é o consumo originado apenas pelas propagandas virtuais. No que se diz respeito a quantificar impactos ambientais pelas atividades virtuais, ainda é difícil pela enorme complexidade da internet, o que se torna preocupante, visto que a tendência do consumo de energia por estas atividades é continuar aumentando. Logo, torna-se imprescindível a criação de parâmetros ambientais para controle deste ambiente.

Palavras-chave: propaganda virtual, tecnologias da informação e comunicação, impacto ambiental, consumo de energia

ABSTRACT

World technology is constantly developing, the world is becoming closer and closer in terms of cultural barriers and access to information. This advance brings several environmental and social advantages, such as the reduction of waste with the current dominance of virtual documents, mainly used by companies. However, not all changes are entirely positive, in which case energy consumption becomes the counterpoint of the modern era. The present study aimed at a theoretical approach of the environmental impacts caused by the excess of virtual advertisements, since e-commerce and posts in digital media are increasingly strong in the market. In this way, websites become heavier and require more processing, thus causing greater energy consumption and greenhouse gas emissions. The work was based on two case studies that quantify the energy cost of some French and Brazilian websites. From the analysis of the cases, it is concluded that the use of Adblocks can reduce an average of 37% of the energy consumption of a website, since this is the consumption originated only by virtual advertisements. With regard to quantifying the environmental impacts of virtual activities, it is still difficult due to the enormous complexity of the internet, which becomes worrying, since the trend of energy consumption by these activities is to continue to increase. Therefore, it is essential to create environmental parameters to control this environment.

Keywords: virtual advertising, information and communication technologies, environmental impact, energy consumption

Sumário

1. Introdução	8
2. Metodologia	16
3. Estudos de caso	16
3.1 Metodologia GreenFrame	16
3.1.1 Análise do primeiro cenário	17
3.1.2 Análise do segundo cenário	18
3.1.3 Análise do terceiro cenário	18
3.2 Metodologia Website Carbon Calculator	19
4. Discussões	21
5. Conclusão	21
Referências Bibliográficas	22

1. Introdução

O movimento de globalização, que torna o planeta quase uma aldeia, tem sido viabilizado pelas tecnologias de comunicação e de computação. Quebradas as barreiras culturais que fechavam o livre comércio entre os países, a Internet está viabilizando o intercâmbio entre países como se todos estivessem fisicamente próximos. Essa sensação de proximidade é viabilizada pelos sistemas de comunicação por áudio (telefonía), vídeo (TV) e dados (Internet), Lima (2009).

Além da quebra de barreiras culturais de incentivo comercial, o avanço tecnológico e a globalização passaram a facilitar outros aspectos no cotidiano da população mundial.

Um dos exemplos mais práticos é a substituição de livros e cadernos por documentos virtuais. Hoje é possível encaminhar documentos de forma instantânea para outros países, além de possibilitar a assinatura do mesmo, também instantaneamente e inúmeras vezes. A substituição de objetos físicos por virtuais causa o processo de desmaterialização.

A desmaterialização pode ser definida como o processo de passar os documentos para o formato digital, sendo um mecanismo importante, por exemplo, para empresas que desejam aplicar o conceito de *paperless*, o qual a ideia é não precisar de materiais físicos para suas rotinas internas, realizando todos os processos no digital. Ou seja, a digitalização dos documentos físicos, influenciando diretamente na redução de resíduos gerados no mundo todo.

Apesar desse fato extremamente positivo para o meio ambiente, a digitalização de documentos não é totalmente vantajosa, já que é necessário consumir energia para os equipamentos que tornam isso possível, como computadores e celulares, manterem-se ativos.

O crescente consumo de energia é um problema global. A indústria de tecnologias da informação e comunicação (TIC) permite economias substanciais de energia em muitas indústrias por meio da automação, por exemplo. No entanto, a indústria de TIC também deve reduzir seu consumo de energia e emissões de CO₂.

A publicidade virtual é um dos principais impulsionadores sociais e econômicos da informação na sociedade contemporânea. Em primeiro lugar, até o momento, a publicidade online está associada a financiamento de serviços de busca online, serviços de mapas e mídias sociais para bilhões de usuários. Em segundo lugar, o volume de mercado de publicidade online atingiu US\$ 72,5 bilhões somente nos EUA em 2016, com uma taxa de crescimento anual de 22% (PwC, 2017).

O aumento contínuo de serviços digitais como streaming de vídeo, navegação na web ou troca de dados ao longo do tempo atraiu alguma atenção para o impacto ambiental da Internet. Impacto ambiental direto dos serviços digitais resulta do consumo de energia dos dispositivos envolvidos na entrega do serviço e dos recursos consumidos à fabricação e descarte dos dispositivos (Schien and Preist, 2014).

Além dos serviços citados anteriormente, existe um dominando o mercado atual, o chamado *e-commerce*. Segundo a Amazon, um dos maiores nomes nessa atuação de mercado, o *ecommerce* é uma loja online de uma empresa, seja ela revendedora ou fabricante. Nesse ambiente digital, que pode ser um site, aplicativo ou plataforma, o empreendedor controla o próprio estoque e vende apenas produtos que fazem parte do catálogo da empresa.

O *e-commerce* deixou de ser uma tendência e se tornou uma realidade na sociedade brasileira, bem internalizada, tornando-se gradualmente habitual para grande parcela da população na segunda metade da década de 2010. Podemos identificar três eventos que foram fundamentais para a solidificação e a expansão do *e-commerce* no país: a popularização do uso da internet, a difusão do uso de smartphones e a pandemia da Covid-19 (CRUZ, 2021).

O investimento em publicidade digital alcançou R\$ 30,2 bilhões no Brasil em 2021, crescimento de 27% em relação a 2020. O estudo também apresenta dados referente ao investimento publicitário em plataformas de mídias sociais, totalizando mais da metade do faturamento, 56%, sendo que 76% de toda a compra através de publicidades, foram realizadas por smartphones (DIGITAL ADSPEND, 2021).

A arquitetura da Internet está evoluindo e mudando: tablets e smartphones criam novas formas de acesso à Internet superando os demais

como os desktops e laptops, além de nuvens e data centers mudando a forma tradicional de avaliar o impacto ambiental da Internet (Bull and Kozak, 2014). O impacto da digitalização na economia global é um desafio que ainda precisa ser melhor definido. Apesar dos impactos positivos da desmaterialização e desmobilização, há uma preocupação crescente com a complexidade e incerteza na avaliação de impacto ambiental da área de tecnologia de informação e comunicação (Salahuddin et al., 2016).

As indústrias de tecnologia de informação e comunicação (TIC) é uma fonte consumidora de energia constante, é preciso desfazer essa complexidade de avaliação e exercer uma rotulagem eficiente de acordo com seus impactos ambientais, tais como a emissão excessiva de CO₂.

O presente trabalho tem como objetivo analisar o consumo de energia pelo setor de propaganda virtual através de estudos de caso.

Existem três avaliações principais em relação ao meio ambiente: 1) Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), 2) Avaliação de Impacto (AI) e 3) Avaliação de Impacto Ambiental (AIA).

A ACV é um método sistemático e transparente para avaliar os impactos ambientais associados à criação, uso e descarte de produtos e sistemas, do “berço ao túmulo” (Bull e Kozak, 2014; Ji e Hong, 2016, Whitehead et al., 2015, Padrão ETSI, 2015). A ACV está em um alto nível de abstração (Ji e Hong, 2016). Este método foi desenvolvido nas últimas décadas recebendo normas e diretrizes internacionais, além de estar relacionado a uma unidade funcional. No entanto, diferentes escolhas metodológicas podem ser feitas com base no objetivo e no escopo da avaliação (Arushanyan et al., 2014). Na prática, todas as ACVs incluem simplificações. Os impactos das simplificações no output nem sempre são bem conhecidos e explicitamente abordados nos estudos (Moberg et al., 2014). Os seis principais desafios da ACV são: definição da unidade funcional, seleção de limites, alocação, variação espacial, ambientes locais e disponibilidade de dados (Bull e Kozak, 2014).

A AI é definida como uma ferramenta técnica para analisar as consequências de uma ação planejada (Leung et al., 2015; Bond et al., 2018; Bidstrup et al., 2016). A AI reflete a teoria positivista, ou racionalismo, implicando que melhores dados levam a melhores decisões (Bond et al., 2018).

As características de uma AI sólida incluem: 1) buscar o melhor resultado possível com determinados recursos e restrições, 2) fornecer determinados resultados e restrições com os menores recursos, 3) adotar os melhores procedimentos, 4) garantir conformidade legal, 5) incluir julgamentos justos, e 6) ser traduzido em prática.

A AIA é um catalisador para a mudança (Jones e Morrison-Saunders, 2017) e uma ferramenta multidisciplinar globalmente estabelecida para promover a sustentabilidade (Pope et al., 2013; Loomis e Dziedzic, 2018). A AIA prevê vários impactos de um projeto em seu entorno. Os impactos incluem ambientes biofísicos, sociais e de saúde. Uma análise eficaz segue as seguintes diretrizes: estar em conformidade com as melhores práticas, os documentos foram bem preparados, os métodos adequados para a avaliação de impacto foram escolhidos, influencia a tomada de decisões e equilibra os aspectos econômicos e ecológicos (Loomis e Dziedzic, 2018). A AIA tem vários pontos fortes: é amplamente reconhecida, existe orientação processual abrangente, possui um corpo internacional de profissionais, oferece diferentes perspectivas e bases teóricas e afeta a tomada de decisões (Pope et al., 2013). Os pontos fracos incluem questões de capacidade de muitos países, práticas fracas na consideração de alternativas, uma gama crescente de práticas, baixa qualidade de dados de base, suposições, grau de incerteza e baixa participação pública. Infelizmente, a AIA não é integrado ao processo de concepção de um projeto de forma proativa; pelo contrário, é de natureza preventiva (Pope et al., 2013).

Existem pelo menos dois padrões amplamente reconhecidos para conduzir uma ACV no domínio das TIC: a orientação do setor de TIC baseada no padrão de relatório e contabilidade do ciclo de vida do produto do protocolo de gases de efeito estufa (GEE) (ICT Sector Guidance, 2017) e o Instituto Europeu de Normas de Telecomunicações (ETSI) norma ES 203 199 para engenharia ambiental; metodologia para ACV ambiental (Padrão ETSI, 2015).

O Protocolo de gases de efeito estufa fornece métodos para calcular as emissões de gases para produtos do setor de TIC. Os domínios primários incluídos são serviços de rede de telecomunicações, serviços gerenciados por

desktop, serviços de nuvem e data center, substituição de hardware, software e transporte (ICT Sector Guidance, 2017).

De acordo com o protocolo, o método ACV é o mais recomendado para esse setor, além disso, o protocolo sugere combinar o esforço de coleta de dados para qualquer processo ou item específico com a significância esperada das emissões relacionadas (ICT Sector Guidance, 2017).

O padrão ETSI 203 199 para engenharia ambiental fornece requisitos e metodologias para o Ciclo de Vida dos aparelhos de Tecnologia de Informação e Comunicação, porém na altura em que o presente documento foi publicado em 2015, o ETSI reconheceu que cumprir todos os requisitos é um desafio e pode não ser possível. Logo, para o padrão ETSI, o impacto de cada dispositivo de TIC usado deve ser alocado ao serviço com base em estimativas, tempo de uso medido ou quantidade de tráfego de dados (ICT Sector Guidance, 2017).

O conjunto de protocolos IP é uma pilha de protocolos em camadas onde todos os protocolos de nível superior podem se comunicar com os de nível inferior por meio de uma interface padrão. Existem duas versões do protocolo de Internet (IP), a versão 4 e a versão 6. No topo do protocolo IP estão os dois principais protocolos de transporte, nomeadamente o protocolo de controle de transmissão (TCP) e o protocolo de datagrama de utilizador (UDP). Além disso, estão os protocolos de aplicativos da Internet, como o protocolo de transferência de hipertexto (HTTP), o protocolo de transferência de arquivos (FTP), o protocolo SSL (Secure Socket Layer) e muitos outros. Os protocolos simplificados do conjunto IP são apresentados na Fig. 1 (a). Os protocolos relevantes para o estudo foram destacados em cinza.

A Fig. 1 (b) apresenta a ideia de classes de tráfego. O conjunto de protocolos IP oferece serviços reais. Esses serviços podem ser separados em diferentes classes de tráfego representando algumas características comuns de serviços individuais. A Cisco Systems define quatro classes de tráfego principais: 1) vídeo, 2) compartilhamento de arquivos, 3) web, e-mail e dados e 4) jogos online (Cisco Systems, 2017a).

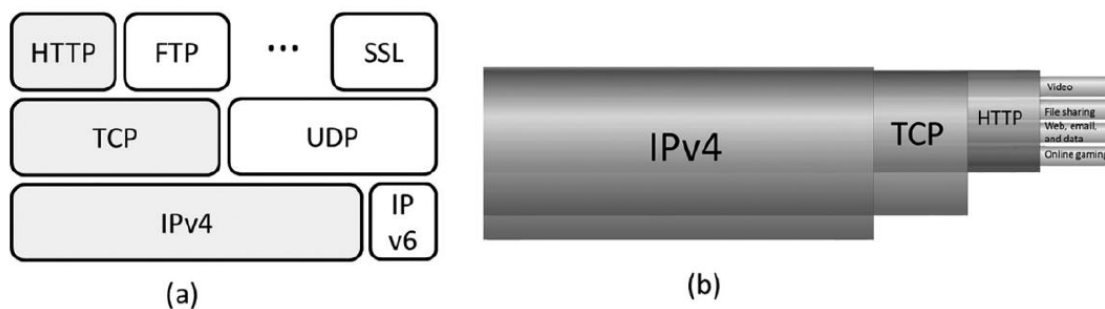


Figura 1. O conjunto de protocolos de IP simplificado e as classes de tráfego

Nos EUA, a receita de publicidade online aumentou de US\$ 26 bilhões em 2010 para US\$ 42,8 bilhões em 2013, chegando a US\$ 73 bilhões em 2016 (Meeker, 2017; De Haan et al., 2016). De acordo com o Gartner, a receita global de publicidade móvel cresceu 92% de US\$ 10 bilhões em 2012 para US\$ 19,3 bilhões em 2013 e aumentou 100% ao ano até 2016 (Chen et al., 2016). As operadoras continuam a atualizar sua infraestrutura para acompanhar esse ritmo e suportar sobrecarga extra (Chen et al., 2016).

Muitos sites contam com a publicidade online como fonte de receita, e uma página da Web típica tem vários anúncios. Os anúncios on-line usam gráficos, animações e vídeos avançados, que consomem mais processamento e energia do que o restante do conteúdo.

A publicidade online promete medições em tempo real, segmentação e otimização em escala. Cada intenção de cada usuário é coletada (Dalessandro et al., 2015). Milhões de anúncios são entregues para capitalizar poucas compras. Um estudo, feito em 2015, de 58 campanhas mostra que mais de 50% das campanhas veem menos de uma compra por milhão de impressões de anúncios, e isso é considerado um excelente resultado no setor de publicidade.

Um modelo de 50 casos positivos teria que ter 50 milhões de impressões de anúncios como prova (Dalessandro et al., 2015). Um anunciante, querendo realizar uma comparação entre empresas de segmentação, exige dezenas de milhões de impressões de anúncios para comprovar o desempenho de cada empresa (Chen et al., 2016). Tudo é em grande escala.

De acordo com um estudo de 2012, 10 a 25% das fraudes de cliques eram indetectáveis (Chen et al., 2016). Existem três maneiras diferentes de

ocorrer uma fraude de clique: 1) uso de bots de clique, 2) enganar os usuários para que cliquem em anúncios e 3) pagar por cliques humanos. Mais de 40% dos cliques em anúncios móveis são acidentais ou fraudulentos (Chen et al., 2016). De acordo com um estudo de 2017 (Botlab, 2017), com base em um conjunto de dados substancial, a porcentagem de impressões fraudulentas de anúncios on line com alta credibilidade é de 23% do tráfego total de publicidade on-line.

Quando um usuário abre uma página da Web em seu smartphone, bloqueia o celular e se preocupa com outras tarefas alguns data centers mantêm a conexão aberta com o usuário durante toda a visita na página, ou seja, mesmo com o usuário ocioso, esta conexão continua ativa. Enquanto a página não for fechada, o rádio móvel permanece em estado de alta potência.

Além dos anúncios online (*Ads*), a indústria publicitária utiliza rastreadores, que são pequenos pedaços de código que residem em sites (Solarwinds, 2018). Eles são usados para rastrear o comportamento de navegação de um usuário e exibir anúncios online com base nesses dados de comportamento rastreados (Englehardt e Narayanan, 2016; Solarwinds, 2018)]. De acordo com um estudo de 2018 da empresa Solarwinds, o tempo médio de carregamento dos 50 principais sites foi de 9,46s com rastreadores e 2,69s sem. Este tempo de carregamento adicional consome energia. O mesmo estudo encontrou 298 rastreadores individuais, dos quais 225 (75%) estavam associados a anúncios online no site. Em média, os sites de notícias têm 41 rastreadores diferentes e 42% dos sites carregados com 30 a 49 rastreadores, sendo o maior com 85 (Solarwinds, 2018). A categoria de sites Notícias tem o maior número de rastreadores (Englehardt e Narayanan, 2016).

Mesmo os rastreadores aumentando o tempo de download dos sites, são muito utilizados, já que assim, terceiros podem obter informações a respeito dos usuários.

Concluindo, a publicidade aumenta o consumo de energia de quatro formas diferentes:

- 1) Aumentando a quantidade de dados baixados
- 2) Variando o intervalo na transferência de dados
- 3) Aumentando o tempo necessário de acesso ao conteúdo

4) Aumentando a quantidade de conexões

O New York Times mediu em 2015 a combinação de anúncios online e conteúdo editorial nos 50 principais sites de notícias e descobriu que mais da metade de todos os dados baixados se originam de anúncios online. Por exemplo, carregar Boston.com com anúncios e rastreadores teve um tempo de download de 30,8 s comparado aos 8,1 s do conteúdo editorial apenas sem anúncios e rastreadores. Nesse caso, os anúncios e rastreadores online criaram 15,4 MB de dados em comparação com os 4 MB do conteúdo editorial. Mais da metade de todos os dados vêm de anúncios e rastreadores (Aisch et al., 2015).

O impacto ambiental não está diretamente ligado ao consumo da energia em si, e sim na geração da mesma. Existem diversas formas de gerar energia elétrica. Podemos utilizar as usinas hidrelétricas, eólicas, fotovoltaicas, nucleares ou termoeletricas.

No mundo, as usinas termoeletricas são as mais utilizadas. Seu funcionamento é em torno da queima de um combustível para ferver a água, gerando vapor, que por sua vez gira uma turbina e assim gera energia. “São imprescindíveis”, acredita José Manuel Diaz Francisco, coordenador de comunicação e segurança da Eletronuclear, subsidiária da Eletrobrás. “São usinas mais baratas, com tecnologia consolidada e possuem a vantagem de garantir um suprimento de energia que não depende das condições”, completa.

Ricardo Baitelo, membro do Greenpeace, diz sobre as usinas mais comuns do mundo “Tem os piores impactos ambientais em termos de emissão de gases de efeito estufa e poluição do ar”. Isso causado pelo processo de queima do combustível. As termoeletricas a carvão respondem por mais de 40% da produção mundial de energia; as movidas a gás ocupam o segundo lugar na lista, com cerca de 21%. Entre os dois, o carvão é mais barato, porém polui mais. Além de emitir mais gás carbônico, causa poluição local, emitindo substâncias como enxofre e óxido nitroso, que afetam a respiração.

2. Metodologia

Neste presente trabalho de conclusão de curso, foram estudados e analisados dois casos relacionados ao consumo de energia pela propaganda virtual em websites.

O primeiro estudo de caso teve o foco em quantificar o consumo energético de rastreadores e propagandas no ambiente virtual, enquanto que o segundo apresenta o conceito *The Green Web Foundation*.

Além do mais, o projeto de pesquisa é uma revisão bibliográfica realizada a partir de assunto ainda pouco abordados.

3. Estudos de caso

3.1 Metodologia GreenFrame

O estudo “Media Websites: 70% of the Carbon Footprint Caused by Ads and Stats”, realizou uma comparação do gasto de energia dos oito sites mais populares da França. Para isso, desenvolveram um software (GreenFrame) capaz de mensurar a “pegada de carbono” a partir de uma visita ao site, ou seja, a quantidade de gases de efeito estufa gerado por carregamento da página.

De acordo com os autores do estudo, o software foi usado em três cenários:

- 1) *Ads* e rastreadores ativos
- 2) Somente rastreadores ativos
- 3) *Ads* e rastreadores desativados

Porém como eles não tinham acesso ao servidor dos serviços, o software levou em consideração apenas a energia gasta pelo navegador e internet.

3.1.1 Análise do primeiro cenário

Após rodar o programa em todos os sites, obtiveram os seguintes resultados:

Impacto por visita - Cenário 1 (Ads + rastreadores)				
Site	Normal (mWh)	Ads e rastreadores desativados (mWh)	Custo total dos Ads e rastreadores (mWh)	Custo total dos Ads e rastreadores (%)
tele-loisirs.fr	265	79	186	70%
bfmtv.com	260	156	104	40%
lemonde.fr	253	126	127	50%
lequipe.fr	252	100	152	60%
20minutes.fr	250	155	95	38%
leparisien.fr	177	121	56	32%
actu.fr	293	100	193	66%
voici.fr	286	123	163	57%

Tabela 1: Impacto por visita – Cenário 1.

O impacto foi medido referente ao gasto de energia (mWh), sendo a coluna “Normal” mensurando o gasto energético do site em sua estrutura padrão, “Ads e rastreadores desativados” mensurando sem a utilização de Ads e rastreadores e as duas últimas colunas calcula a diferença entre elas, afim de obter o custo energético total com a utilização dos Ads e rastreadores, tanto em mWh quanto em porcentagem.

Logo, conclui-se que 32% a 70% do gasto de energia por visita destes sites, é voltado a monetização.

3.1.2 Análise do segundo cenário

Impacto por visita - Cenário 2 (rastreadores ativos)				
Site	Normal (mWh)	Somente rastreadores ativos (mWh)	Custo total dos Ads (mWh)	Custo total dos Ads (%)
tele-loisirs.fr	265	146	119	45%
bfmtv.com	260	165	95	37%
lemonde.fr	253	173	80	32%
lequipe.fr	252	136	116	46%
20minutes.fr	250	193	57	23%
leparisien.fr	177	139	38	21%
actu.fr	293	132	161	55%
voici.fr	286	182	104	36%

Tabela 2: Impacto por visita – Cenário 2

Neste cenário, foi possível mensurar o custo total dos Ads, calculando a diferença do gasto energético entre o site padrão e o mesmo site somente com os rastreadores ativos.

Segundo os dados medidos pelo estudo, conclui-se que 21% a 55% do custo de energia destes sites por visita, é voltado ao uso de anúncios virtuais.

3.1.3 Análise do terceiro cenário

Impacto por visita - Cenário 3 (Ads e rastreadores desativados)					
Site	Normal (mWh)	Somente rastreadores ativos (mWh)	Ads e rastreadores desativados (mWh)	Custo total dos rastreadores (mWh)	Custo total dos rastreadores (%)
tele-loisirs.fr	265	146	79	67	25%
bfmtv.com	260	165	156	9	3%
lemonde.fr	253	173	126	47	19%
lequipe.fr	252	136	100	36	14%
20minutes.fr	250	193	155	38	15%
leparisien.fr	177	139	121	18	10%
actu.fr	293	132	100	32	11%
voici.fr	286	182	123	59	21%

Tabela 3: Impacto por visita – Cenário 3

Cenário voltado para mensurar o custo total dos rastreadores, foi calculado a diferença entre a coluna “Somente rastreadores ativos” e “Ads e rastreadores desativado”, assim, a energia gasta pelas informações “úteis” não foi desconsiderada, podendo também ser mensurada.

Conclui-se que o custo total dos rastreados em websites por visita é de 3% a 25%.

3.2 Metodologia Website Carbon Calculator

Trabalhos prévios têm calculado o custo energético (mWh) dos sites com maior número de tráfego brasileiro.

O “Semrush Blog”, disponibiliza a Ferramenta Análise de Tráfego da Semrush de forma paga. Para esse estudo utilizamos os dados disponíveis em seu blog dos sites mais acessados do Brasil em Julho de 2022, porém, consideramos apenas os cinco primeiros sites com domínio brasileiro (.com.br). Desta forma temos o seguinte censo:

Sites brasileiros mais acessados em julho de 2022			
Site	Tráfego Mensal (Milhões)	Páginas por visita	Tempo no site (min)
uol.com.br	330,1	3,2	19:01
google.com.br	106,4	3,3	16:38
mercadolivre.com.br	95,4	4,1	13:16
amazon.com.br	67,8	3,4	09:51
magazineluiza.com.br	47,1	2	09:22

Tabela 4: Sites brasileiros mais acessados em julho de 2022

Após a coleta destes dados, foi obtido o custo energético mensal de cada um deles pela ferramenta gratuita Website Carbon Calculator, sendo esse, uma calculadora de emissão de carbono por websites.

Esta ferramenta utiliza cinco passos para efetuar os cálculos:

- 1) Medindo os dados transferidos pelo fio quando uma página Web é carregada e multiplicando pelos dados de energia tidos por eles
- 2) Estipulam uma média da energia usada pelo data center, redes de telecomunicação e dispositivo móvel ou computador.

- 3) Medindo a fonte de energia, assumindo que todos os sites usam eletricidade de rede padrão para a rede de telecomunicações e o usuário final, porém é feita a verificação no The Green Web Foundation (TGWF), ou seja, um banco de dados de “energia verde”. Os sites cadastrados no TGWF compram eletricidade padrão da rede, porém compensam suas emissões de alguma forma. Assim, quando o site em análise está cadastrado no TGWF, seu gasto de fonte de energia é diminuído proporcionalmente.
- 4) Calculam a intensidade de carbono da eletricidade da rede baseada na média internacional.
- 5) Juntando todas essas informações, é possível quantificar as emissões associadas a um usuário médio que visita um determinado site.

Dividindo o valor de custo de energia mensal do site obtido pelo Website Carbon Calculator pelo número de acessos segundo o Semrush, obtemos uma média de quanto cada milhão de visita custa em mWh.

Impacto por milhão de visitas - Brasil				
Site	Registrado na TGWF	Tráfego Mensal (Milhões)	Custo Mensal (mWh)	Custo por milhão de visita (mWh)
uol.com.br	SIM	330,1	157	0,48
google.com.br	SIM	106,4	24	0,23
mercadolivre.com.br	NÃO	95,4	347	3,64
amazon.com.br	NÃO	67,8	592	8,73
magazineluiza.com.br	NÃO	47,1	422	8,96

Tabela 5: Impacto por milhão de visitas - Brasil

Analisando os dados, percebemos que os sites registrados no The Green Web Foundation, são consideravelmente menos impactantes que os demais. O site com maior número de visitas mensais brasileiro, tem menor impacto do que o site com um sétimo de sua capacidade.

4. Discussões

Os autores do estudo de caso de metodologia GreenFrame, analisado neste trabalho, apresenta algumas soluções afim de diminuir o custo de energia elétrica por visitas nos sites, conseqüentemente minimizando a emissão dos gases de efeito estufa.

Estas soluções se dividiram em duas partes, uma de cunho mais técnico, que por sua vez apenas pessoas com conhecimento aprofundado em códigos web consigam compreender, e outros mais simples e direto, como evitar utilizar propagandas em formatos de vídeo, bloqueando anúncios da página para usuários inscritos de forma gratuita, impor um limite para os anunciantes que independem de variáveis financeiras.

Para ter o controle total deste meio novo que está se estabelecendo, é possível considerar a criação de parâmetros ambientais, a fim de monitorar o funcionamento do meio virtual. Por exemplo, um limite máximo de energia que um site pode consumir a cada visita.

A criação destes parâmetros é de suma importância, tanto para conscientizar a população desse novo problema que está sendo relatado, quanto para os desenvolvedores por trás daquele site/domínio possam monitorar e operar de acordo com a necessidade ambiental, sem precisarem investir muito tempo nesse conhecimento específico.

Um dos pontos mais interessantes e surpreendentes deste estudo é a afirmação de que o uso de bloqueadores de anúncios, os chamados “*AdBlockers*” podem ser considerados tecnologias verdes, pois como analisado no estudo, podem diminuir em média 37% das emissões de gases de efeito estufa.

5. Conclusão

A Internet consome grandes quantidades de energia e cria emissões de CO₂ de importância global. Os números exatos são difíceis de calcular devido à enorme complexidade da Internet.

A redução do tráfego de publicidade online melhorará a eficiência energética da Internet. O impacto não se manifestará imediatamente, mas de forma gradual. A tendência atual das emissões de CO₂ pelo consumo energético gerado pela propaganda virtual é continuar a crescer ao longo do tempo. É essencial que as indústrias aproveitando as tecnologias da Internet para tomar as medidas necessárias afim de interromper essa tendência e, em última análise, diminuir as emissões de CO₂. A conscientização do problema é o primeiro passo para ações mais concretas.

O tema abordado possui poucas pesquisas ou estudos, de forma geral a bibliografia utilizada para síntese do trabalho é recente. Não existe um órgão especialista na área para controle e divulgação dos dados analisados, mesmo estes sendo de suma importância dada a rapidez que a tecnologia evolui e o mercado toma forma.

Por todos esses aspectos, é imprescindível a criação de normas afim de diminuir os impactos gerados pelas excessivas propagandas virtuais, além de órgãos competentes.

Referências Bibliográficas

PÄRSSINEN, M.; KOTILA, M.; CUEVAS, R.; PHANSALKAR, A.; MANNER, J. Environmental impact assessment of online advertising. **Environmental Impact Assessment Review**, [S. l.], p. 177-200, 16 ago. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2018.08.004>. Acesso em: 16 abr. 2022.

SCHNEIDER, Caroline. Media Websites: 70% of the Carbon Footprint Caused by Ads and Stats. In: BIEZ, Clément Le. Media Websites: 70% of the Carbon Footprint Caused by Ads and Stats. [S. l.]: Marmelab, 17 jan. 2022. Disponível em: <https://marmelab.com/blog/2022/01/17/media-websites-carbon-emissions.html>. Acesso em: 4 abr. 2022.

CASAGRANDE, ERICH. Top 100 sites mais acessados no Brasil [Edição 2022]. In: Top 100 sites mais acessados no Brasil [Edição 2022]. [S. l.]: Semrush Blog, 24 out. 2022. Disponível em: <https://pt.semrush.com/blog/top-100-sites-mais->

visitados/?kw=&cmp=BR_POR_SRCH_DSA_Blog_Core_BU_PT&label=dsa_pagefeed&Network=g&Device=c&utm_content=485541499897&kwid=dsa-897840244969&cmpid=9874598594&agpid=102029997244&BU=Core&extid=&adpos=&gclid=Cj0KCQjw1bqZBhDXARIsANTjCPIXt3aWE_QWMXB3Qe1Ur-N_XfN6y-7x3BMzYamQWE2FXz9yncauLicaAjJOEALw_wcB. Acesso em: 30 out. 2022.

PEZZOTTI, Renato. Publicidade digital no país cresce 27% em 2021 e vai a R\$ 30 bi, diz estudo. *In: Publicidade digital no país cresce 27% em 2021 e vai a R\$ 30 bi, diz estudo.* [S. l.]: Semrush Blog, 15 jul. 2022. Disponível em: <https://economia.uol.com.br/noticias/redacao/2022/07/15/publicidade-digital-no-brasil-ultrapassa-r-30-bilhoes-em-2021-diz-estudo.htm>. Acesso em: 30 out. 2022.

FRASÃO, Lucas. Entenda como a geração de energia elétrica afeta o meio ambiente. *In: BARRA, Mario; MENICONI, Tadeu. Entenda como a geração de energia elétrica afeta o meio ambiente.* [S. l.]: Semrush Blog, 26 mar. 2011. Disponível em: <http://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2011/03/entenda-como-geracao-de-energia-eletrica-afeta-o-meio-ambiente.html>. Acesso em: 11 nov. 2022.

CRUZ, M.Wander Luis de Melo. Crescimento do e-commerce no Brasil: desenvolvimento, serviços logísticos e o impulso da pandemia de Covid-19. *GeoTextos*, [S. l.], v. 17, n. 1, p. 67-88, 1 jul. 2017.

ELISA, Ana. Tecnologia verde: o que é, tipos, vantagens e exemplos. *In: Tecnologia verde: o que é, tipos, vantagens e exemplos.* [S. l.]: FIA Business School, 22 jan. 2021. Disponível em: <https://fia.com.br/blog/tecnologia-verde/>. Acesso em: 13 nov. 2022.

LIMA, Aguinaldo José de. A IMPORTÂNCIA DE INTERNET PARA GLOBALIZAÇÃO. CRIMES PRATICADOS COM A AJUDA DA INTERNET, [S. l.], p. 1-20, 1 jan. 2009.

VERAS, Christopher. Afinal, o que é a desmaterialização de documentos?. *In: Afinal, o que é a desmaterialização de documentos?*. [S. l.]: SolutiResponde, 4 fev. 2021. Disponível em: <https://solutiresponde.com.br/desmaterializacao-de-documentos/>. Acesso em: 18 nov. 2022.