

Título:

Impactos ambientais da gestão de arquivos na nuvem: operações sustentáveis de *Data Center*.

Resumo:

O termo computação nas nuvens vem gerando grande confusão no imaginário popular, navegar na internet tem um custo ambiental não percebido. O recente Marco Civil da Internet pode obrigar grandes empresas como Facebook e Google à construção e operação de Data Centers em território brasileiro, grandes instalações que necessitam resfriamento de seus milhares de computadores. Este estudo exploratório visa uma abordagem inicial para identificar o custo ambiental das operações destas instalações.

O termo computação nas nuvens vem gerando grande confusão no imaginário popular, navegar na internet, pagar contas pelo aplicativo do banco, ver fotos e vídeos num ritmo frenético tem um custo ambiental que muitas vezes não é percebido. Grandes instalações denominadas *Data Center*, popularmente conhecidos como nuvem, tem um impacto ambiental advindo do resfriamento de seus milhares de computadores. Este estudo exploratório visa uma abordagem inicial para identificar o custo ambiental destas operações.

Problema de Pesquisa e Objetivo:

Delimitar uma abordagem teórico conceitual para identificar possíveis impactos ambientais da gestão de arquivos nas nuvens, de maneira mais específica, operações de *Data Centers*, e indiretamente identificar o impacto ambiental do principal componente da Indústria de Tecnologia da Informação (TI) e seus processos produtivos.

Metodologia :

Neste estudo exploratório utilizou-se a metodologia de análise documental e da observação, consultando dados secundários. Para auxiliar a construção deste estudo, foram avaliados vídeos, fotos, diagramas e informações em portais de empresas com grandes prédios dedicados para *Data Centers*, como empresas globais de rede social, modo de vida, produtos corporativos e de busca, além de duas empresas brasileiras de hospedagem de sites e um grande banco brasileiro.

Revisão Bibliográfica :

De acordo com (Porter, 2011), o impacto de uma tecnologia pode ser avaliado mesmo antes deste ocorrer, o impacto ambiental é um dos recortes. Foi se usado o conceito de “envelope” proposto por (Uusitalo & Mikkola, 2010) para caracterizar o estágio da tecnologia de processadores (Ahuja, 2012). Para (Kleindorfer, Singhal, & Wassenhove, 2005) existe uma pressão para tornar os processos produtivos sustentáveis. Para (Ahuja, 2012) o aquecimento dos computadores é o principal problema, para (Buyya, Beloglazov, & Abawajy, 2009) a operação de grandes *Data Centers* pode ser mais eficiente e para (Murugesan, 2008) a indústria de TI pode ser mais verde como um todo.

Análise dos Resultados :

A construção de grandes prédios com a finalidade de servir unicamente a função de Data Center é uma tendência que vem crescendo rapidamente, na velocidade em que aumentamos o consumo de dados no nosso dia-a-dia cada vez mais conectados. Os impactos ambientais destas instalações advêm do aquecimento dos componentes dos computadores, principalmente o processador, que precisa de resfriamento constante. Algumas empresas vem adotando estratégias criativas, como utilizar água de degelo, ou construção de prédios verdes, porém o impacto ambiental das operações de *Data Centers* ainda é incerto, a proposta deste estudo é a delimitação inicial de uma abordagem para um primeiro contato com a temática proposta.

Conclusão :

A delimitação do impacto ambiental da operação destas instalações podem identificar oportunidades para a eliminação de alguma prática prejudicial desnecessária ou a regulação antecipada de um novo mercado antes da disseminação massiva de um modo operacional não sustentável. A análise da tendência do consumo de dados mostra que estamos num momento importante, próximos ao aumento exponencial da construção e operação deste tipo de Data Centers. Com seus principais impactos ambientais delimitados, é possível evitar um custo ambiental desnecessário e auxiliar a formulação de políticas públicas.

Bibliografia :

Agradecimentos :

INTRODUÇÃO

O termo nuvem se popularizou rapidamente, computação nas nuvens, tradução de *cloud computing*, gerou no imaginário popular uma grande confusão, aonde algumas pessoas de fato acreditam que os processos computacionais estão ocorrendo nas nuvens que pairam no céu. O termo nuvem é mais adequado para transmitir a ideia de dispersão, podendo ser usado também para representar toda a rede denominada internet, mas para ser mais preciso, de acordo com (Buyya, Beloglazov, & Abawajy, 2009) o termo nuvem é adequado para definir serviços computacionais que crescem de acordo com a necessidade do cliente, escalando-se automaticamente. As nuvens computacionais não são feitas de água, são de concreto, ferro, plástico, silício, e muitos metais, são de fato grandes prédios ou galpões com milhares de computadores empilhados, consumindo muita energia elétrica. (Ahuja, 2012) (Buyya, Beloglazov, & Abawajy, 2009).

Muito se fala na economia da digitalização de documentos, colocando na balança apenas o impacto ambiental advindo da utilização do papel, uma conta onde só entra a derrubada de árvores para a fabricação do mesmo, como se o impacto ambiental da gestão virtual de arquivos fosse zero. Antes mesmo de qualquer análise comparativa entre o impacto ambiental da gestão de dados no papel e nos computadores, digital, nota-se que o papel não precisa de energia elétrica para consultar seus dados, já os arquivos digitais ficam armazenados, estocados, em computadores, que conectados, formam uma superestrutura, envolvendo prédio e máquina, denominada *Data Center*, ou central de dados, que podem operar com impacto ambiental, deixando uma pegada ambiental e aumentando a emissão de gases causadores do efeito estufa (Murugesan, 2008).



Imagem 1: Data Center de uma rede social, localizado em Altoona, Iowa, EUA, inaugurado em novembro de 2014. Observa-se na foto um gigantescos galpão, onde ficam empilhados os computadores, nota-se também que existe uma grande lagoa, com a água que circula para resfriamento da estrutura, com uma canaleta para o nivelamento. Ao fundo existe um espaço preparado para a construção de um segundo prédio, idêntico, além da planta ter espaço para um terceiro. Tem-se noção do tamanho ao observar um caminhão próximo ao edifício. Foto por Hodnett Photographics LLC

Sua construção, assim como de qualquer outro edifício, tem seu impacto ambiental por si só, porém é o gasto de energia elétrica que é considerável, já que estes computadores ficam ligados sem pausa, esperando conexões de outras máquinas, como outros computadores, celulares, televisores inteligentes, ou qualquer dispositivo com acesso a internet. Quando nossos celulares ou computadores entram em contato com o *Data Center*, via internet, fazem um pedido, por exemplo, assistir determinado vídeo, o mesmo é processado em milésimos de segundos, podendo não ser autorizado. Essa comunicação pode ser tão rápida quanto o clique do mouse ou o dedo pressionando uma tela touch para trocar de vídeo, as vezes nem nos damos conta que o arquivo de vídeo que estamos vendo está muitas vezes armazenado em computadores em outros países, principalmente Estados Unidos, ou até mesmo em outros continentes, acessados em centésimos de segundos.

Assim que um pedido é autorizado o computador central do *Data Center* precisa localizar o arquivo dentro da sua rede interna, pois são muitos computadores conectados, começa então o consumo intenso de energia elétrica. Apesar dos arquivos estarem armazenados magneticamente em discos rígidos, estáveis, é necessário energia elétrica para consultar estes arquivos. Estes são então convertidos, passam da forma magnética, no disco rígido, para a forma elétrica, sendo temporariamente armazenados na memória do servidor, para em pacotes, ser entregue para o cliente. Novamente volto ao exemplo do vídeo, recebemos pequenos pacotes com os pedaços do arquivo, por isso, algumas vezes ocorre travamento, não recebemos o arquivo inteiro, quando ocorre travamento é provável problema de conexão com o *Data Center*.

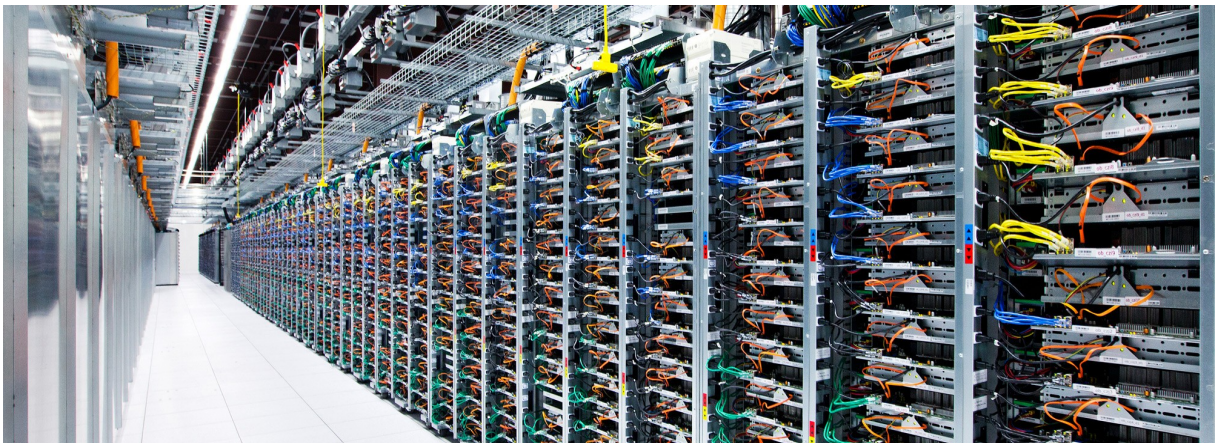


Imagem 2: prateleiras de computadores em Data Center localizado em Mayes County, Oklahoma, EUA. Fonte: reprodução, empresa de busca.

O impacto ambiental de uma requisição de arquivo versus a impressão de uma folha de papel é a primeira vista muito inferior, mas a contabilização poderia ser mais ampla, em termos de metodologia foi procurado abranger o impacto ambiental de uma estrutura da gestão de arquivos, não somente o impacto de uma impressão de uma folha versus o disparo de um e-mail. Tentou-se a partir de uma visão que tenta ser mais holística, estimar o real impacto ambiental de cada componente necessário na cadeia e na gestão de todo o processo de consulta e armazenamento de dados digitais, dentro do atual paradigma tecnológico. Apesar de parecer muito sistemática, a proposta é uma abordagem simples.

O recente Marco Civil da Internet, lei 12.965/14, tem grande relevância para a questão, de acordo com sua redação, "o Poder Executivo, por meio de Decreto, poderá obrigar os provedores de conexão e de aplicações de Internet (...) a instalarem ou utilizarem estruturas para armazenamento, gerenciamento e disseminação de dados em território nacional". Com isso, as empresas podem ser obrigadas a manter os dados localizados em território nacional, dentro da jurisdição brasileira e com respaldo legal para o acesso, diferente do que ocorre hoje em dia, onde temos, por exemplo, empresas americanas com clientes brasileiros mas sem aparato físico em nosso território.

Esta lei pode obrigar grandes empresas a manterem os dados de seus clientes brasileiros em território nacional, e indiretamente as obrigando à construção e operação de *Data Center* em território nacional, o que pode trazer impactos ambientais para o Brasil, mesmo que incertos. De acordo com um dirigente de uma grande empresa de busca, existem diferenças significativas nos custos para a construção e operação de *Data Centers*, sendo que o Brasil é considerado o país mais dispendioso para operadores em termos de gasto de capital e taxas operacionais. Na média, o custo estimado para construção de um *Data Center* no Brasil é 60.9 milhões de dólares, comparado com 51.2 milhões no Chile e 43 milhões nos Estados Unidos. Além disso, o custo total das operações, incluído energia elétrica, varia também, dependendo da localização, para um grande *Data Center* no Brasil, o gasto mensal médio estimado seria de 950 mil dólares, no Chile 710 mil dólares e nos EUA 510 mil dólares, de acordo com executivo de uma grande empresa de busca, publicado por Chao, 2013

METODOLOGIA

Utilizou-se a metodologia de análise documental e da observação, consultando dados secundários. Grandes empresas, gestoras dos maiores *Data Centers* do planeta, divulgam informações e vídeos com detalhes sobre a fabricação, manutenção, gestão e impactos ambientais de seus projetos de *Data Center*, já que esta acaba se tornando, invariavelmente, tarefa central deste tipo de empresa.

Foram observados os prédios dos *Data Centers* de uma grande rede social inaugurado em 2010 em *Forest City*, Carolina do Norte, EUA, divulgado como um detentor de um dos melhores índices de eficiência energética para instalações do mesmo porte, e outro da mesma empresa, em *Altoona*, IOWA, EUA, onde no mesmo espaço existe um grande *Data Center*, que entrou em operação em 2014, com outro igual em fase final de construção, com a expectativa de iniciar suas operações neste ano de 2015, e um terceiro com expectativa para iniciar a construção 2016.

Outro prédio estudado é mantido pela grande rede de busca, sendo considerado como um dos *Data Centers* mais ecológicos da companhia, localizado na Finlândia. Dentro deste estudo também foi coletadas e analisadas informações sobre e o maior *Data Center* construído pela empresa de produtos corporativos, em 2011, nos EUA, sendo que a mesma também mantém um *Data Center* no Brasil, localizado na cidade de São Paulo, considerado o maior da América Latina. A última empresa global deste estudo é a empresa de modo de vida, que mantém um grande *Data Center* em *Maiden*, Carolina do Norte, EUA.

Além destas empresas, que são referências mundiais, para se aproximar da realidade brasileira, dentro do escopo possível de um estudo exploratório, foi-se analisado informações fornecidas por grandes empresas brasileiras de serviços de internet, como um portal tradicional, uma empresa de hospedagem e um grande banco. A empresa de hospedagem, possui dois *Data Centers* na cidade de São Paulo, que, de acordo com a própria companhia, um destes é considerado o maior *Data Center* verde da América Latina. O banco construiu recentemente um grande *Data Center* com edificação própria, em Brasília, Distrito Federal, Brasil.

Todas as informações sobre o impacto ambiental individual de cada projeto de *Data Center* foi divulgado por sua empresa gestora, porém, ainda dentro da intenção exploratório, foi se agrupado e clusterizado alguns destes dados de maneira subjetiva pelo autor de modo a acelerar o processo de análise dos dados, pois não é o objetivo final de um estudo exploratório a conclusão ou mesmo um resultado conclusivo, tendo por objetivo uma análise do autor por meio de uma matéria, objeto ou disciplina com a finalidade de ter um primeiro contato estruturado com o tema.

REVISÃO DA LITERATURA

Para (Porter, 2011) uma tecnologia pode ter diversos impactos, sendo que seu impacto ambiental é uma de suas possíveis consequências, seu impacto pode ser avaliado mesmo antes deste ocorrer. O principal impacto ambiental da gestão de arquivos na nuvem, ou seja, da operação de *Data Center* e computadores no geral é o aquecimento de seus processadores devido ao uso intenso. Para Ahuja, arquiteto sênior da Intel, em pesquisa publicada em 2012, para um *Data Center* convencional, 40% do total da energia consumida é utilizada para resfriamento dos processadores.

Quase todo o trabalho, e por consequência, o gasto energético é concentrado no processador, onde ocorre o maior custo ambiental, já que seu uso aquece sua estrutura metálica, exigindo seu resfriamento, aparece então o impacto ambiental negativo deste processo eletrônico. O processador é o elemento central de todo o debate quando o assunto é tecnologia da informação (Ahuja, 2007), até mesmo quando o escopo da proposta é estimar o impacto ambiental (Porter, 2011) de toda uma estrutura predial e de máquinas, todos os outros elementos se tornam menos importantes diante do peso que tem o aquecimento do processador (Buyya, Beloglazov, & Abawajy, 2009).

De acordo com (Uusitalo & Mikkola, 2010) a tecnologia de processadores encontra-se num “envelope” de eficiência energética, as principais empresas de tecnologia deste estudo,

empresas mantenedoras de gigantescos *Data Centers*, são basicamente clientes de duas grandes empresas fabricantes de processadores de arquitetura x86, utilizado em computadores e servidores, cujos produtos já atingiram a maturidade. Apesar do progresso de seu desempenho computacional ser similar ao proposto por Moore em 1970, cuja a premissa é válida até hoje, prevendo que o tamanho dos elementos da eletrônica iriam reduzir-se, previu que com isso a capacidade operacional dobra-se-ia a cada 18 meses.

Essa premissa acabou popularizando-se como lei de Moore, porém, apenas recentemente os fabricantes de processadores se depararam com uma limitação não prevista, depois de sempre atingir uma nova capacidade máxima, o aquecimento do material que é o feito o processador começou restringir esse crescimento, já que a temperatura do material ficaria acima do limite de tolerância, tanto para a estabilidade física dos componentes, quanto para o gasto energético para seu resfriamento (Ahuja, 2012). Descobriu-se então um limite físico, mas curiosamente a lei de Moore não foi interrompida, a capacidade continuou crescendo de acordo com o previsto, já que a indústria inovou e passou a distribuir computadores com mais de um processador no núcleo, formando uma rede de processadores que podem operar independentemente, permanecendo o crescimento exponencial.

Se todos os servidores do mundo estão basicamente estruturados em cima da tecnologia fornecida por duas empresas, cujo os produtos já atingiram o limite da eficiência tecnológica, não havendo diferença significativa no consumo destes, pode-se então utilizar o conceito de envelope proposto para caracterizar este estágio (Uusitalo e Mikkola, 1998). Assim encontramos-nos dentro de um paradigma tecnológico, onde é necessário uma ruptura tecnológica para um novo patamar de desempenho operacional para os processadores.

Além disto a análise do novo Marco Civil, lei 12.965/14, indica que grandes empresas de tecnologia podem ser obrigadas à construção e operação destes *Data Centers* em território nacional.

ANÁLISE DOS DADOS

O foco deste estudo são a estrutura denominada *Data Center*, prédios e máquinas, em alguns casos projetos, mas principalmente instalações que ocupem um imóvel inteiro dedicado ao armazenamento de dados, um grande galpão na maioria dos casos, aonde se conectam e empilham milhares de computadores. O crescimento destes projetos é intenso, segue o aumento no consumo dos dados e popularização de aplicativo, um dos *Data Centers* de uma grande empresa de rede social recebe diariamente entregas de computadores empilhados em caminhões, para suportar o ritmo de crescimento na coleta e armazenamento de dados de seus clientes.

Porém, para escapar deste problema, algumas soluções criativas vem sendo implementadas, uma grande empresa de busca mantém um Data Center na Finlândia, com o objetivo de reaproveitar a água do degelo para resfriar seus processadores, alegando assim um impacto ambiental zero, para esta edificação e estrutura.

Outro solução da mesma empresa para enfrentar este “envelope” tecnológico foi melhorar a tecnologia das edificações, ou seja, construir prédios mais eficientes na tarefa de dissipar o

calor, assim a estrutura como um todo se torna mais eficiente, prédio e máquinas. Esta solução é bastante promissora e sua disseminação é esperada, apesar de não divulgar números precisos, a empresa de busca afirma que, além de uma tecnologia levemente superior ao seus concorrentes, detém prédios até 80% mais eficientes.

As soluções tecnológicas também existem, assim como algumas destas empresas que afirmam ter uma tecnologia melhor, pode ser em termos de capacidade, mas de maneira mais ampla, é porque utiliza técnicas de gestão eficiente de informações e processos informacionais. Mesmo todos os computadores do mundo estando debruçado sobre a tecnologia de duas empresas fabricantes de processadores, ainda assim é possível utilizar esta tecnologia de maneira mais eficiente, evitando por exemplo “gastar” tempo do processador com requisições desnecessária, mesmo utilizando o mesmo produto, no saldo final pode-se obter uma tecnologia mais eficiente.

Para melhorar a eficiência a maioria das empresas estudadas alega adotar práticas simples como não conectar nos computadores do Data Center nada mais do que o necessário, um mouse ou teclado conectados a mais em um servidor seria suficiente para atrapalhar. Além disso, todas alegam, até por esta ser uma finalidade em si de um super computador, utilizar a prática de virtualização de servidores, ou seja, um grande computador que estaria sendo dividido e utilizado como se fosse muitos computadores. Uma maneira inteligente de não precisar fabricar outro computador.

A gestão da água parece ter um impacto ambiental, já que este é o material utilizado para o resfriamento dos processadores, para evitar ou diminuir isto, muitas empresas alegam a reutilização da água, evitando o consumo de água desnecessariamente.

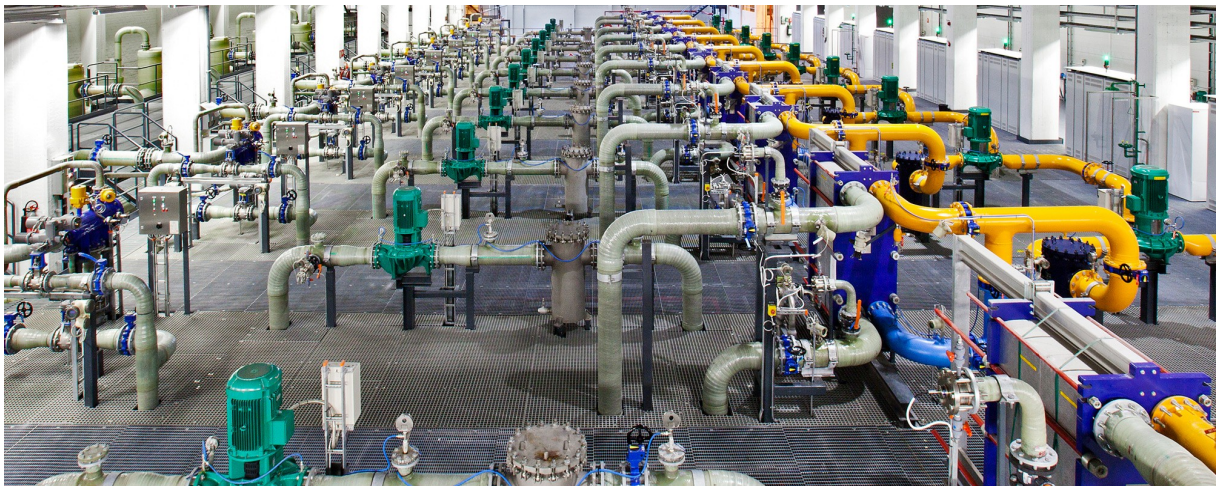


Imagem 3: sistema de controle de águas, em variadas temperaturas, em Data Center de empresa de busca. Fonte: divulgada pela própria empresa.

LIMITAÇÕES

Além de todas as limitações de um estudo exploratório com análise de fontes secundárias, não foi coberto no escopo deste trabalho o descarte do material eletrônico, que muitas vezes

contém metais pesados, mercúrio, arsênico, entre outros. A taxa de substituições dos equipamentos é muito rápida e o descarte inadequado é gerador de uma grande impacto ambiental, porém, apesar de achar este impacto relevante, foi preferido fazer um recorte de um sistema de *Data Center* em operação e focar nos impactos desta operação como um sistema fechado.

RESULTADOS E CONCLUSÃO

Acredita-se que o impacto da gestão virtual dos arquivos nas nuvens é sem dúvida mais eficiente em termos de economia de tempo do que a utilização do papel, mas quanto ao seu impacto ambiental, sabe-se apenas que é existente, porém incerto. De acordo com a interpretação dos dados pela literatura, a tecnologia de processadores está em um “envelope” tecnológico (Uusitalo & Mikkola, 2010), onde já atingiu o limite da eficiência energética, acredita-se na possibilidade de uma disruptura tecnológica, um salto no processo produtivo de processadores que poderá transformar a tecnologia e diminuir seu impacto ambiental significativamente.

O aumento do consumo de dados é exponencial e como resultado disto é necessário também aumentar a infraestrutura para suportar estes serviços ininterruptos de informação. O impacto ambiental deste tipo de instalação pode ser evitado com medidas simples, ainda no projeto da planta, como a modelagem de sistema térmicos mais eficientes para dissipar o calor (Ahuja, 2012) (Buyya, Beloglazov, & Abawajy, 2009). Espera-se que no Brasil, dentro dos próximos dez anos, a construção deste tipo de empreendimento tenha crescimento, sendo o Brasil um dos principais consumidores de internet, é natural que as grandes empresas inaugurem instalações aqui nos próximos anos. Além disto o recém-inaugurado marco civil da internet, lei 12.965/14, pode impactar positivamente a tendência da construção de prédios de *Data Center* no Brasil.

As grandes empresas globais de tecnologia da informação estão esperando que o governo brasileiro não as obrigue a adequar-se a nova lei, já que, de acordo com (Chao & Trevisani, 2013) o custo para se adequar a essas novas obrigações legais são muito altos. Além do fato destas empresas já operarem seus *Data Center* em outros países, com muitas vantagens econômicas, o custo para a construção deste empreendimento é maior no Brasil por uma série de características, principalmente impostos. De acordo com (Babazadeh, 2014), o recente caso de espionagem do governo dos Estados Unidos aos cidadãos e autoridades brasileiras, até mesmo a Presidência da República, foi identificado como um importante motivo que levou o governo a exigir a empresas o manutenção de dados de seus clientes em território nacional, consequentemente à construção e operação de *Data Centers* no Brasil, mostrando como a internet pode ter influência em questões de segurança nacional e a soberania do país.

Acredito que o impacto ambiental destas novas estruturas de comunicação podem ser evitadas ou diminuídas com a adoção de práticas simples, principalmente no projeto de prédio, onde o controle de temperatura de seus corredores aparece como parte vital para escapar ao “envelope” o qual a atual tecnologia de processadores se encontra. Apesar de, aparentemente não ter consequências ambientais, navegar na internet, compartilhar fotos e vídeos e até mesmo o pagar contas, pode gerar impactos ambientais negativos não percebidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ahuja, N. (2012). Datacenter power savings through high ambient datacenter operation: CFD modeling study (p. 104–107). IEEE. <http://doi.org/10.1109/STHERM.2012.6188833>

Babazadeh, N. (2014). *Brazil's internet development plans post-2013 global surveillance disclosures*. NYU Global Liberal.

Brasil. Marco Civil da Internet, Lei nº 12.965, de 23 de abril de 2014, Estabelece princípios, garantias, direitos e deveres para o uso da Internet no Brasil. Publicada no Diário Oficial em 24/04/2014.

Buyya, R., Beloglazov, A., & Abawajy, J. (2009). *Energy-Efficient Management of Data Center Resources for Cloud Computing: A Vision, Architectural Elements, and Open Challenges*.

Chao, L., & Trevisani, P. (2013). Brazil Legislators Bear Down on Internet Bill. *The Wall Street Journal*.

Kleindorfer, P. R., Singhal, K., & Wassenhove, L. N. (2005). Sustainable operations management. *Production and operations management*, 14(4), 482–492.

Martins, G. de A., & Theóphilo, C. R. (2009). *Metodologia da investigação científica para ciências sociais aplicadas*. São Paulo: Atlas.

Murugesan, S. (2008). Harnessing Green IT: Principles and Practices. *IT Professional*, 10(1), 24–33. <http://doi.org/10.1109/MITP.2008.10>

Porter, A. (2011). Cap 9 - Impact Assessment. In *Forecasting and management of technology* (2. ed). Hoboken, NJ: Wiley.

Uusitalo, O., & Mikkola, T. (2010). Revisiting the case of float glass: Understanding the industrial revolution through the design envelope. *European Journal of Innovation Management*, 13(1), 24–45.

Yevgeniy, S. (2015, junho). Third Facebook Data Center Coming to Iowa. Recuperado de <http://www.datacenterknowledge.com/archives/2015/06/04/third-facebook-data-center-coming-to-iowa/>