



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

INTERNET DAS COISAS (IOT) E BIG DATA, TECNOLOGIAS APLICADAS ÀS DIMENSÕES ECONÔMICA, SOCIAL E AMBIENTAL DA SUSTENTABILIDADE

Gabriel Matheus Lopes Zambuzi, PUC-Campinas, gabrielzambuzi7@gmail.com
Orandi Mina Falsarella, PUC-Campinas, orandi.falsarella@gmail.com

Resumo

Não se pode imaginar como as pessoas vivem, convivem e se relacionam sem o uso de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC). Essa dependência faz com que novos conceitos e novas aplicações surjam, modificando a forma como se está acostumado a viver. Dentre os novos conceitos e aplicações dois estão em evidência, como é o caso de BIG Data e Internet das Coisas, do inglês Internet of Things (IoT). Outro conceito que também está em evidência é a Sustentabilidade. Uma abordagem interessante no meio empresarial, com impactos no meio pessoal, é a que afirma que a sustentabilidade é composta por três dimensões: a econômica, a social e a ambiental. Desse modo, parece ser interessante estudar como as novas TIC podem contribuir com a sustentabilidade, relacionando seus conceitos e aplicações às suas dimensões. Assim, esse trabalho tem como objetivo estudar IoT e BIG Data buscando relacionar como essas TIC podem contribuir com a sustentabilidade econômica, social e ambiental. O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa exploratória, de caráter qualitativo com abordagem prescritiva. Como resultado são apresentadas áreas de aplicação de IoT e BIG Data e o impacto que a utilização destas TIC traz no contexto econômico, social e ambiental.

Palavras-chave: Internet das Coisas, BIG Data, Sustentabilidade Econômica, Sustentabilidade Social, Sustentabilidade Ambiental.

1. Introdução

Atualmente não se pode imaginar como pessoas físicas e jurídicas vivem, convivem e se relacionam sem o uso de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC). Essa dependência das TIC faz com que novos conceitos e novas aplicações surjam, modificando a forma como se está acostumado a viver. Dentre os novos conceitos, dois estão em evidência, como é o caso de BIG Data e Internet das Coisas, do inglês *Internet of Things* (IoT).

BIG Data surge decorrente da existência de grandes volumes de dados gerados atualmente. Segundo Begoli e Horey (2012), a disponibilização de grandes quantidades de dados é proveniente de fontes diversas como redes sociais; mídias sociais; chamadas de aparelhos móveis; atividades científicas; simulações; experimentos; sensores ambientais; entre outros, além, obviamente, de fontes tradicionais como dos Sistemas de Informação (SI) existentes no ambiente corporativo.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

Assim, BIG Data é um conceito que utiliza TIC atuais que permitem processar e analisar esse vasto universo de dados, extraíndo dele valor para o mundo empresarial (HAM et al, 2012).

Já IoT, segundo Pacheco et al (2016), é uma tecnologia que provê capacidade digital embutida em produtos e objetos, incluindo carros, televisões, geladeiras, livros, entre outros, de modo que ofereçam novas funções e aplicações que aprimorem seu uso. Atzori et al (2010) complementam quando dizem que IoT terá alto impacto em vários aspectos da vida cotidiana, modificando o comportamento de usuários, podendo ter aplicações no ambiente doméstico e de trabalho.

Outro conceito que está em evidência atualmente tanto no ambiente pessoal, como empresarial, é conhecido por Sustentabilidade. Conforme Boff (2012, p. 262), a definição clássica e a mais difundida é a da Comissão Brundtland, (WCED, 1987) quando afirma que “desenvolvimento sustentável é aquele que atende as necessidades das gerações atuais sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atenderem às suas necessidades e aspirações”.

Uma abordagem interessante no meio empresarial, com impactos também no meio pessoal, é a que afirma que a sustentabilidade deve ser composta de três dimensões: a econômica, a social e a ambiental, também conhecidas como *Triple Bottom Line* (TBL), conceito surgido do estudo realizado por Elkington (1994), conhecido também por 3P, significando, People (Pessoa), Planet (Planeta) e Profit (Lucro). Munck e Souza (2009) complementam a descrição das três dimensões quando dizem que a sustentabilidade:

- ✓ Econômica busca vantagem competitiva, melhoria de qualidade, diminuição de custo e possui foco no mercado;
- ✓ Ambiental se preocupa com o uso de tecnologias limpas, reciclagem, utilização sustentável de recursos naturais, atendimento à legislação e tratamento de efluentes e resíduos, buscando oferecer produtos ecologicamente corretos sem, ou com o mínimo, impacto ambiental;
- ✓ Social se preocupa com a responsabilidade social, o suporte ao crescimento da comunidade, o compromisso com o desenvolvimento dos recursos humanos e a promoção e a participação da empresa em projetos de cunho social.

Desse modo, parece ser interessante estudar como as novas TIC, no caso BIG Data e IoT, podem contribuir com a sustentabilidade, relacionando seus conceitos e aplicações às dimensões da sustentabilidade.

Assim, esse trabalho tem como objetivo estudar IoT e BIG Data e suas aplicações, buscando relacionar como essas TIC, por meio de suas aplicações, podem contribuir positiva ou negativamente com a sustentabilidade econômica, social e ambiental.

2. Fundamentação teórica

2.1 Sustentabilidade



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

Sustentabilidade vem do latim “*sustentare*” que significa suste, sustentar, suportar, conservar em bom estado, manter, resistir. Dessa forma, sustentável é tudo aquilo que é capaz de ser suportado, mantido (Siche et al, 2007).

Segundo Gomes e Tortato (2011), ainda não há um consenso sobre o que é sustentabilidade e para que ela serve, até mesmo no âmbito empresarial é um conceito que se encontra em construção e adaptação. Porém, sabe-se que para sustentabilidade são considerados os impactos econômicos, sociais e ambientais de uma empresa, tornando estes, pontos essenciais para atrair seu público-alvo.

Organização sustentável é aquela que procura, de forma eficiente, atender a essas três dimensões da sustentabilidade, tendo bons termos econômicos, respeitando a capacidade de suporte do meio ambiente e sendo instrumento de justiça social (BARBIERI et al, 2010).

A sustentabilidade deve ser vista, estudada e proposta como sendo uma busca permanente de novos pontos de equilíbrio entre diferentes dimensões que podem ser conflitivas entre si em realidades concretas (COSTABEBER e MOYANO, 2000). Segundo Evangelista (2010), uma gestão sustentável tem de ter visão a longo prazo, já que suas práticas requerem um bom tempo até que sua execução seja completa e os resultados possam ser identificados, sendo necessário ainda, ação conjunta entre Estado e iniciativa privada.

De forma mais específica, a sustentabilidade empresarial também pode ser encarada como uma função estratégica para as empresas, já que traz consigo alguns aspectos como busca de longevidade, sucesso de longo prazo e comprometimento com públicos estratégicos da empresa (GOMES e TORTATO, 2011). Dessa maneira, a sustentabilidade acaba se tornando requisito básico para a sobrevivência das empresas, se instalando como uma obrigação perante a sociedade (EVANGELISTA, 2010).

Portanto, a sustentabilidade vem se tornando algo cada vez mais urgente, deve-se entender que sua importância vai além de simplesmente de busca do lucro, pois é algo diretamente relacionado a melhorar as condições de vida da população e do planeta em geral.

A seguir serão apresentadas as três principais dimensões da sustentabilidade, a econômica, a social e a ambiental.

A sustentabilidade econômica está relacionada à capacidade de uma empresa sobreviver em um mercado competitivo tendo receita e lucratividade para isso. Segundo Montibeller-Filho (2007), o crescimento econômico geralmente provoca degradação, poluição e esgotamento do meio ambiente, ou seja, tende a prejudicar o meio ambiente, assim, a ausência de crescimento tem sido usado como desculpa para promover certo descuido com os recursos naturais.

Para Montibeller-Filho (2007), muitas vezes, algo que influencia, mesmo que inconscientemente, a dificuldade dessa relação é uma cultura capitalista enraizada nas empresas.

Com efeito, no campo econômico regido pela busca incessante do maior e imediato lucro, os capitais são induzidos a produzirem enormes quantidades de mercadorias em giro muito rápido do processo produtivo. Isto visa obter lucro em grande volume e a taxas que superem a taxa de juro, condição imperiosa para o investimento. E na medida em que a



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

taxa de juro aumenta, a produção e o giro do capital têm de dar-se de forma cada vez mais rápida. A pressão sobre a natureza acelera os seus processos naturais — para a produção de bens que são recursos para o sistema produtivo (MONTIBELLER-FILHO, 2007, p. 82).

Como pode ser observado na afirmação de Montibeller-Filho (2007), são características do sistema econômico capitalista que visa o lucro incessantemente, muitas vezes sem se importar com questões sustentáveis.

A dimensão social, possivelmente a mais complexa entre as três, está relacionada aos vários problemas presentes na sociedade e de acordo com Foladori (2002) ela serve questões associadas à melhoria da qualidade de vida, à democracia e aos direitos humanos.

Slaper (2013) indica as maneiras de medir a sustentabilidade social sendo taxa de desemprego, taxa de participação na força de trabalho feminina, renda familiar média, pobreza relativa, percentagem da população com um diploma, tempo médio de deslocamento, crimes violentos per capita, expectativa de vida ajustada à saúde, entre outros.

Para Lourenço e Carvalho (2013) a sustentabilidade social também pode ser relacionada à gestão de pessoas, às comunidades entorno da organização e outros pontos onde ela possa ter algum impacto.

Já a sustentabilidade ambiental é algo que está cada vez mais evidente em nosso dia a dia e isso é perceptível quando Lins e Silva (2009) afirmam que ela não é mais encarada como uma simples exigência legal, mas uma obrigação que se tornou um ponto de suma importância quando se fala de competitividade empresarial, fazendo parte até dos planejamentos estratégicos das empresas.

Souza e Ribeiro (2013) citam a afirmação da Comissão de Brundtland (CMMAD, 1988) que aponta a sustentabilidade ambiental um movimento que busca evitar os riscos sobre os elementos naturais que sustentam a integridade global do ecossistema, assim como a qualidade do ar, dos solos, das águas e dos seres vivos. Além de lembrar da importância de desenvolver novas tecnologias que possam substituir esses recursos, minimizando assim a pressão sobre o meio ambiente.

Pensando no contexto da sustentabilidade parece ser a palavra equilíbrio que une as três dimensões na busca pelo desenvolvimento sustentável, quando procura-se ter a sustentabilidade econômica promovendo a justiça social sem destruir o meio ambiente, de modo que a sobrevivência do ser humano na terra perdure por muito tempo.

2.2 Internet das Coisas e BIG Data

IoT tem o propósito de prover objetos do cotidiano com recursos de identificação, detecção, rede e processamento que lhes permitam se comunicar uns com os outros, além de outros dispositivos e serviços da internet para processar e compartilhar dados por conta própria, sem a necessidade de mediação humana (WHITMORE, AGARWAL e XU, 2014).

Uma definição interessante para IoT é a que diz que é “Uma rede aberta e abrangente de objetos inteligentes com capacidade de auto-organização, compartilhamento de informações,



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

dados e recursos, reagindo e agindo diante de situações e mudanças no ambiente” (MADAKAM, RAMASWAMY e TRIPATHI, 2015, p. 165)

O IoT também pode ser considerada uma rede global que permite a comunicação entre humanos e objetos e objetos com objetos a partir de uma identidade única para cada objeto provendo um ambiente inteligente para o surgimento de novas aplicações (MADAKAM, RAMASWAMY e TRIPATHI, 2015).

Assim, tem-se IoT como uma TIC que permite qualquer tipo de objeto ser capaz de gerar dados e a partir deles gerar por meio de aplicações um ambiente inteligente, podendo assim conectar, além das pessoas, os objetos entre si, eliminando muitas vezes a necessidade de mediação humana para a tomada de algumas decisões, desde que o processo de análise possa ser feito por outra TIC, como por exemplo BIG Data.

Segundo Boyd e Crawford (2012) BIG Data define-se como um fenômeno cultural, tecnológico e acadêmico que se baseia na interação de:

- ✓ Tecnologia: maximizando o poder computacional e a precisão algorítmica para reunir, analisar, vincular e comparar grandes conjuntos de dados.
- ✓ Análise: baseando-se em grandes conjuntos de dados para identificar padrões, a fim de fazer reivindicações econômicas, sociais, técnicas e legais.
- ✓ Mitologia: a crença generalizada de que grandes conjuntos de dados oferecem uma forma mais alta de inteligência e conhecimento que pode gerar insights anteriormente impossíveis, com a aura de verdade, objetividade e precisão.

Um grande impacto que a utilização do BIG Data ocasiona é a diminuição do uso da intuição na tomada de decisões por parte de pessoas com altos cargos nas empresas, já que ele evitará cenários onde se tem dados escassos sobre determinadas situações (MAUBOUSSIN apud MC AFEE e BRYNJOLFSSON, 2012). Um fator importante para isso é que o BIG Data consegue trazer informações que são exógenas às empresas, captadas por redes sociais, meios informatizados de colaboração em massa, além de sensores em diversos produtos ou registros de tráfego de internet, entre outros (DAVENPORT, BARTH e BEAN, 2012).

Assim, o BIG Data se mostra como uma tecnologia muito vantajosa para o mundo empresarial, conseguindo em um curto espaço de tempo reunir várias informações, de todos os tipos e de uma forma que facilite a utilização destes dados, possibilitando uma segurança maior na hora de tomar decisões sobre futuras ações da empresa, seja lançar um novo produto, melhorar algum já existente, ou mudar a estratégia de marketing, entre outras possibilidades.

2.3 Aplicações de IoT

A seguir são apresentadas várias aplicações de IoT organizadas por áreas de aplicação.

Educação



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

O controle e a conexão de dispositivos IoT será essencial para a automação de salas de aula, que poderão integrar ambientes virtuais, sistemas de tutores inteligentes, gerenciadores de projetos e controladores de ambientes, reduzir o esforço e tempo de atividades como a verificação da frequência do aluno, a localização de professores e o rastreamento de objetos (laptops, livros, etc), conectar vários objetos às salas de aula que podem ser controlados pelo professor e até tentar identificar picos coletivos de ansiedade, tédio, estresse ou desmotivação, tornando o ensino e o aprendizado mais adaptáveis às necessidades dos alunos e professores (SILVA et al, 2017).

Agronegócio

Santos et al (2019) traz uma aplicação na área do agronegócio relacionada à aquicultura, onde será possível monitorar as operações de campo tais como: alertas disparados para os sensores e atuadores e a situação dos mesmos. Por exemplo, no atuador que faz a alimentação dos peixes automática é possível verificar a quantidade disponível de ração e quando esta ração estiver acabando ou abaixo de uma quantidade pré-determinada, a aplicação notifica os operadores responsáveis pelo reabastecimento deste atuador.

Santos et al (2019) também diz que a aplicação é capaz de medir o nível, o pH, o oxigênio dissolvido, a temperatura e a turbidez da água, além de também poder ser utilizada para identificar a viabilidade de implantação de cultivo em áreas costeiras. Portanto, com IoT, é possível ter um controle muito maior sobre os processos da aquicultura e até de outros processos relacionados ao agronegócio.

Mobilidade Urbana

De acordo com Silvestrin e Jr (2017), existe uma diversidade imensa de aplicações, que podem variar entre sinaleiras, estradas, controladores de velocidade e sinalizações inteligentes, estações de ônibus/metrô/trem interativas, entre outros. Todas essas aplicações podem tornar o funcionamento de todo o sistema de mobilidade urbana mais eficiente.

As principais aplicações citadas por Silvestrin e Jr (2017) são:

- ✓ Estradas e sinaleiras que calculam o tempo todo variáveis como: o fluxo dos carros, tempo, condições da superfície, permitindo assim, alterar sinalizações, velocidade e outras características da via de forma dinâmica, ou enviar direto para os veículos avisos de condições e rotas alternativas;
- ✓ Estações inteligentes que passem para o usuário diversos tipos de informações em tempo real, como lotação de veículos que ele possa estar aguardando ou a melhor escolha para chegar a um determinado destino;
- ✓ Uma estrada que calcula em tempo real o fluxo de veículos e através de um algoritmo consegue determinar qual o melhor caminho para o motorista que irá passar por ela, evitando congestionamentos;



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

- ✓ Uma estrada que tenha os limites de velocidade variáveis de acordo com o fluxo de veículos e condições de tempo, tudo isso informado em tempo real para o motorista diretamente no painel de seu carro, GPS ou smartphone ligados à internet e/ou satélite;
- ✓ Semáforos inteligentes, que podem se sincronizar entre si mesmo à distância, e se adaptando conforme o fluxo de carros de um determinado momento ou lugar, analisando juntamente com outras informações como: o dia da semana, horário e época do ano.

Logística Humanitária

Segundo Silva, Freitas e Monteiro (2018), IoT pode ajudar muito em ações da logística humanitária, como a abertura de rotas alternativas para alcançar a área atingida, quer seja através do abastecimento e controle dos itens de alívio enviados, quer seja na busca e salvamento de pessoas desaparecidas, por causa de sistemas de gerenciamento baseados em IoT, que melhoram a capacidade de coleta de dados, auxilia no processamento e uso desses dados e fornece funções de coleta e processamento colaborativo.

Os autores ainda apontam diversas possibilidades de aplicações:

Sistemas de transportes inteligentes, que gerenciam frotas e controlam o tráfego; sistemas de monitoramento ambiental, implantados especificamente em áreas propensas a desastres; sistemas de gestão de infraestrutura, que podem ser usados para examinar a estabilidade das edificações e estruturas em cidades; entre outras (SILVA, FREITAS e MONTEIRO, 2018, p. 201).

Porém, para Silva, Freitas e Monteiro (2018), a mais relevante seria utilizar inteligência computacional para amplificar as capacidades sensoriais de cães, que são utilizados para resgate, tornando esse processo de busca muito mais efetivo para encontrar e salvar vidas humanas.

Monitoramento de Ambientes

Uma função que pode ser muito beneficiada por IoT é o de monitoramento de ambientes. Uma aplicação neste contexto é citada por Braga et al (2017), que traz a definição do status do ambiente, realizando a verificação de condições de grandezas ambientais (temperatura e umidade) e do gerador de energia elétrica.

Braga et al (2017) ainda explica que os sensores captam os dados da temperatura e umidade do ambiente, além do nível de tensão da rede elétrica. Com esses dados pretende atingir dois principais objetivos: diminuir o consumo energético e manter a confiabilidade das medições.

2.4 Aplicações BIG Data



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

A seguir são apresentadas várias aplicações de BIG Data também organizadas por áreas de aplicação.

Saúde

Referente à possíveis utilizações de BIG Data na área da saúde, tem-se:

- ✓ Monitoramento epidemiológico: combinando o BIG Data com um grande poder de processamento para complementar redes de vigilância epidemiológicas tradicionais, podendo por exemplo utilizar logs de busca para identificar áreas que estão sendo afetadas por alguma espécie de epidemia (GINSBERG et al, 2009);
- ✓ Farmacovigilância: utilizando o processamento de uma grande massa de dados para analisar e identificar relações entre drogas e efeitos adversos até então desconhecidos (SILVA, 2016);
- ✓ Mapeamento dinâmico de risco de doenças transmissíveis: usando do BIG Data para facilitar o mapeamento através da integração de dados heterogêneos podendo assim realizar este mapeamento das doenças em tempo real, integrando mapas estáticos de risco com relatórios de ocorrência atualizados continuamente (HAY et al, 2013 apud SILVA, 2016).

Marketing

Uma das áreas no qual é mais perceptível a influência do BIG Data é o marketing, que, segundo Oliveira (2018), depois do surgimento da internet e dos smartphones passou a ter um foco maior no marketing *one by one*, que visa aumentar a comunicação com os clientes potenciais, ou seja, que tendem a estar mais dispostos a consumir determinado produto ou serviço.

Oliveira (2018) ainda destaca a importância que a coleta de informações tem nesse processo de marketing e como, graças às novas tecnologias, o modo que se consegue essas informações mudou, assim como a quantidade de informação que é gerada. Com isso, Oliveira (2018) cita que o BIG Data pode ser aplicado à Gestão de Relacionamento com o Cliente onde a fidelização tem uma forte ligação com a lucratividade da empresa, pois o cliente fidelizado pode acabar não questionando os preços, contratando mais serviços, aumentar suas compras e até indicar novos clientes.

Engenharia Civil e cidades inteligentes

Uma área que pode ter vários auxílios do BIG Data é a engenharia civil já que existem muitas possibilidades de aplicações. Belluzzo e Igarashi (2016) afirmam que tecnologias BIG Data são responsáveis por fornecer suporte na minimização dos resíduos gerados pela indústria da construção civil. Esse suporte no gerenciamento dos resíduos diminui a quantidade produzida e melhora o reaproveitamento dos mesmos, causando consequentemente a diminuição nos custos da obra, no impacto e poluição do meio ambiente (BELLUZZO e IGARASHI, 2016).



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

Belluzzo e Igarashi (2016) também lembram que outra preocupação da engenharia civil, que também pode ter o suporte do BIG Data, é sobre a segurança das estruturas de uma construção civil, pois podem ser controladas com maior eficiência e durabilidade, além de permitirem monitoração dos desgastes e avarias sofridas ao longo do tempo.

Belluzzo e Igarashi (2016) também citam as possibilidades de aplicação de BIG Data nas no que se chama de Cidades Inteligentes, já que trariam vários benefícios interessantes:

- ✓ Casas inteligentes podem evitar incêndios, além de monitorar o consumo de água, eletricidade e gás, podendo torná-lo mais eficiente, assim reduzindo os impactos ao meio ambiente;
- ✓ As informações climáticas podem melhorar as previsões referentes à umidade do ar, chuva, níveis de rios, lagos e barragens, pressão atmosférica, velocidade do vento e temperaturas máximas e mínimas, fazendo assim que seja mais fácil evitar enchentes e gerenciar o consumo de água pelos cidadãos;
- ✓ A análise da poluição e presença de gases tóxicos no ar pode gerar um alerta para a população nas proximidades e para as indústrias produtoras de poluentes sobre o risco de danos à saúde.

Agropecuária

Rocha (2018) cita que o BIG Data traz uma queda nos custos, já que com o acúmulo de dados relevantes, é possível a tomada de decisões que podem, por exemplo, diminuir o tempo das tarefas, como cortar etapas do processo. Por exemplo, como por exemplo, identificar quais bezerras tem baixa conversão alimentar e devem ser retirados do rebanho, podendo assim, aperfeiçoar a genética do mesmo. Assim, BIG Data se mostra muito eficaz se bem utilizado na agropecuária, Rocha (2018) afirma que testes realizados por empreendedores revelam que é possível aumentar a lucratividade em até 6 vezes por animal.

Curadoria Digital

Segundo Kim (2014) apud Dutra e Macedo (2016), a curadoria digital se responsabiliza por uma vasta quantidade de dados científicos, biomédicos e até de pesquisa em engenharia, para aplica-los principalmente em educação e pesquisa científica.

Assim, tanto a curadoria digital, quanto o BIG Data trabalham principalmente com dados, e Dutra e Macedo (2016) afirmam que uma relação entre eles pode ser muito proveitosa, já que a utilização de técnicas e ferramentas BIG Data pode fornecer recursos informacionais para as curadorias digitais.

Dutra e Macedo (2016) apresentam um modelo baseado em BIG Data que tem a função de captar recursos informacionais em qualquer espécie de base de dados, para assim sugerir novos objetos digitais aos curadores, que decidirão se estes serão preservados, portanto, tendo como principal objetivo auxiliar na busca, seleção e oferta de novos objetos digitais.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

3. Metodologia

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa exploratória, de caráter qualitativo e quantitativo, com abordagem prescritiva, uma vez que busca observar maneiras diferentes de avaliar como os conceitos envolvidos se integram e se complementam e permite descobrir novos fatos e relações em qualquer área de conhecimento (LAKATOS; MARCONI, 2007).

Para isso, além de livros clássicos sobre o assunto, serão selecionadas as publicações recentes, ou seja, a partir de 2010. Na utilização do método, deverá ser estudado os conceitos relacionados à sustentabilidade, IoT e BIG Data e suas aplicações e verificar como essas aplicações se relacionam com as dimensões da sustentabilidade de modo a trazer benefícios ou não para cada uma das dimensões.

4. Resultados

4.1 Relação das Aplicações de IoT com as dimensões da Sustentabilidade

Com o propósito de atingir o objetivo deste trabalho a seguir cada aplicação de IoT será relacionada com a sustentabilidade econômica, social e ambiental, buscando analisar se essa relação é positiva ou negativa para cada uma das dimensões da sustentabilidade.

Educação

Conforme foi analisado previamente, foram apresentadas algumas possíveis aplicações de IoT, que podem melhorar a qualidade das aulas, por exemplo tornando-as mais personalizáveis e interativas ou facilitar alguns processos das escolas, exemplo ajudando a localizar dispositivos eletrônicos ou pessoas dentro da instituição.

No contexto econômico, para a implantação das aplicações muitas escolas precisariam passar por uma modernização de infraestrutura, o que tornaria o custo ainda mais elevado, o que seria um dos principais desafios para colocar essas aplicações em prática.

No entanto, foi identificada uma relação fortemente positiva com a sustentabilidade social já que pode proporcionar um aumento da qualidade do processo ensino aprendizagem, pode melhorar o capital humano e o desenvolvimento de capacidades, tudo isso sendo possível através do fortalecimento da base da educação. Não foi identificada nenhuma relação com a sustentabilidade ambiental.

Agronegócio

Conforme a análise realizada sobre uma aplicação de IoT na área do agronegócio, mais especificamente, na aquicultura, foi identificada uma relação positiva com a sustentabilidade ambiental, já que seria feita uma análise mais precisa da qualidade da água, facilitando assim a sua manutenção, podendo evitar um desperdício maior de produtos para seu tratamento e trazer uma condição melhor para o desenvolvimento dos peixes.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

Foi identificada uma relação positiva com a sustentabilidade econômica, já que essa aplicação evitaria desperdícios e traria uma economia com relação aos produtos de tratamento da água, além da melhora na qualidade dos peixes, que trará um aumento no ganho comercial.

Porém foi identificada uma relação negativa com a sustentabilidade social já que essa aplicação, que viria junto com a automatização do processo, pode diminuir o número de funcionários necessários para realizar o processo, acarretando perda de empregos.

Mobilidade Urbana

Conforme a análise realizada anteriormente sobre as aplicações de IoT que podem aprimorar questões de mobilidade urbana, identifica-se principalmente uma relação fortemente positiva com a sustentabilidade social, já que a melhora da mobilidade urbana traria consigo uma melhora na qualidade de vida das pessoas.

Com essas aplicações as pessoas podem passar menos tempo no trânsito, evitando situações como atrasos, seja em compromissos importantes empresarialmente, ou até pessoais dos indivíduos, assim evita inclusive situações comuns de estresse. Consequentemente, esse impacto social, acarreta numa relação positiva com a sustentabilidade econômica, já que teremos funcionários mais bem-humorados, que podem produzir mais.

Também se tem uma relação positiva com a sustentabilidade ambiental, já que contribui para que os diversos veículos das cidades, passem menos tempo parados nas estradas, diminuindo então, a emissão de gases poluentes, melhorando a qualidade do ar.

Logística Humanitária

Conforme a análise realizada sobre algumas aplicações IoT na logística humanitária, foi identificada uma forte relação positiva com sua dimensão social, já que nesse contexto, as aplicações são para ajudar a salvar vidas.

A identificação da melhor rota, seja para realizar resgates, seja para levar suprimentos, é determinante para que, de forma segura, se ajude as vítimas de qualquer tipo de desastre, tendo em vista que um pequeno descuido pode acabar aumentando o número de vítimas. Além disso tudo, sistemas que podem prever desastres são cada vez mais essenciais em um cenário que estes acidentes podem causar inúmeras mortes e vítimas em estado grave.

Monitoramento de Ambientes

Conforme a análise realizada em uma aplicação IoT no monitoramento de ambientes foi possível identificar uma relação positiva com a sustentabilidade ambiental, já que essa aplicação gera uma economia e maior controle sobre o consumo de energia do ambiente, que é um dos principais pontos quando se fala em sustentabilidade ambiental.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

Também foi identificada uma relação positiva com a sustentabilidade econômica, primeiramente relacionada com a economia de energia, que implicaria numa diminuição de uma despesa do ambiente. Além do ponto de vista energético, o ambiente monitorado pode ser regulado de uma maneira que beneficie o desempenho de máquinas que aumentaria os ganhos econômicos do ambiente em questão.

4.2 Relação das Aplicações de BIG Data com as dimensões da Sustentabilidade

Com o propósito de atingir o objetivo deste trabalho a seguir cada aplicação de BIG Data será relacionada com a sustentabilidade econômica, social e ambiental, buscando analisar se essa relação é positiva ou negativa para cada uma das dimensões da sustentabilidade

Área da Saúde

Conforme as aplicações de BIG Data analisadas na área da saúde, foi identificada principalmente uma relação positiva com a sustentabilidade social já que possibilitaria um controle maior sobre doenças, identificando áreas onde existem uma concentração maior de doentes e se tem um maior risco de transmissão.

Uma dessas aplicações tem uma relação positiva com a sustentabilidade econômica, trazendo consigo amplas possibilidades nas indústrias farmacêuticas, já que facilitaria na descoberta de novos remédios e medicamentos.

Área do Marketing

Ao analisar como o BIG Data poderia ser utilizado na área do marketing, primeiramente uma forte relação positiva com a sustentabilidade econômica, já que sua aplicação traz grandes benefícios à lucratividade da empresa, podendo traçar com precisão o perfil de seus consumidores, permitindo assim ações de marketing e até oferecimento de produtos mais adaptados ao cliente alvo.

Ao mesmo tempo que mantém essa relação tão positiva, há uma relação fortemente negativa com a sustentabilidade social, pois essa utilização dos dados pessoais, além de afetar sua privacidade, pode fazer que seja gerado um certo desconforto já que elas podem acabar se sentindo lesadas e até espionadas.

Engenharia Civil e cidades inteligentes

De acordo com as aplicações de BIG Data identificadas na engenharia civil, percebe-se principalmente uma relação positiva com a sustentabilidade ambiental, no gerenciamento de resíduos, temos além da diminuição do impacto ao meio ambiente, uma diminuição nos custos da obra, que é identificado como uma relação positiva também com a sustentabilidade econômica.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

No monitoramento da segurança das estruturas das construções civis existe um controle para diminuir problemas como desabamentos, o que além de ser benéfico para a sustentabilidade ambiental, já que os prejuízos de um desabamento para o ambiente são enormes, tem uma relação positiva com a sustentabilidade social, pois um desabamento de uma construção civil, seja um prédio ou uma ponte, pode acarretar em várias mortes.

Referente às cidades inteligentes, existe o monitoramento de vários elementos como água, eletricidade, gás, clima e ar, e com um controle de todos esses elementos, além da diminuição dos impactos ao meio ambiente, tem-se um gerenciamento melhor no consumo de água e o alerta sobre a poluição do ar que causa riscos à saúde, que são pontos positivos para a sustentabilidade social.

Agropecuária

Analisando as possibilidades de BIG Data na agropecuária percebe-se uma relação benéfica com a sustentabilidade econômica, já que, através de melhores tomadas de decisão e análises inteligentes do sistema, é possível aumentar a lucratividade do pecuarista e trazer muitas novas oportunidades de negócios.

Curadoria Digital

Ao analisar a aplicação de BIG Data na curadoria digital, é possível identificar que o BIG Data facilita muito o processo das curadorias digitais que preservam uma grande variedade de dados para aplicá-los principalmente em educação e em pesquisa científica.

Sendo essa a principal função das curadorias digitais, a aplicação BIG Data tem uma relação positiva com a sustentabilidade social, mantendo uma ótima base de dados que pode preservar conhecimentos valiosos que podem ser usados em pesquisas futuras, que podem gerar novas aplicações tecnológicas em qualquer área do conhecimento.

5. Conclusões

Este trabalho foi proposto com o objetivo de estudar as novas tecnologias da informação (TIC) conhecidas como *Internet of Things* (IoT) e BIG Data, e como elas podem influenciar na sustentabilidade, relacionando seus conceitos e aplicações com as dimensões da sustentabilidade, ou seja, ambiental, econômica e social.

Ao realizar este estudo foi possível perceber o quanto estas novas tecnologias podem mudar o modo que se está acostumado a viver. Podem também trazer principalmente vários benefícios sociais, ambientais e econômicos, mesmo que em alguns casos existam consequências negativas nestas áreas.

No entanto, a utilização dessas tecnologias se mostrou mais positivas do que negativas, sendo, portanto, interessantes de serem adotadas.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

Por fim, é possível notar que em geral, as tecnologias da informação podem ser utilizadas para aprimorar o modo que se vive, podendo sim, tornar o mundo mais sustentável e melhorar a qualidade de vida de toda sua população, desde que sejam empregadas com o propósito de se alcançar o desenvolvimento sustentável.

7. Referências bibliográficas

ATZORI, L.; IERA, A.; MORABITO, G., **The Internet of Things: A survey**, Computer Networks, Elsevier, 2010.

BARBIERI, José Carlos; VASCONCELOS, Isabella Freitas Gouveia de; ANDREASSI, Tales; VASCONCELOS, Flávio Carvalho de, **Inovação e Sustentabilidade: Novos Modelos e Proposições**. ERA, São Paulo, v. 50, n. 2, 146-154, abril/junho 2010.

BEGOLI, Edmon; HOREY, James, **Design Principles for Effective Knowledge Discovery from BIG Data**. Joint Working Conference on Software Architecture & 6th European Conference on Software Architecture, IEEE Computer Society, 2012, p. 215-218.

BELLUZZO, Bruno Gallo; IGARASHI, Massaki de Oliveira. **BIG Data, Mineração de Dados e Aplicações na Engenharia Civil**. COBENGE 2016, XLIV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, UFRN / ABENGE, setembro de 2016.

BOFF, Leonardo, **Sustentabilidade: tentativa de definição**, 2012. Disponível em <https://leonardoboff.wordpress.com/2012/01/15/sustentabilidade-tentativa-de-definicao/>, acessado em 02 de janeiro de 2019.

BOYD, Danah; CRAWFORD, Kate, **Critical Questions for BIG Data – Provocations for a cultural, technological, and scholarly phenomenon**. Information, Communication & Society, vol. 15, n. 5, p. 662-679, junho 2012.

BRAGA, Antonio Rafael; MACIEL, Felipe Anderson O.; ALMEIDA, Rodrigo L. A.; AGUILAR, Paulo A. C.; GOMES, Danielo G.; ANDRADE, Rossana M. C. **Gerenciamento Térmico e Elétrico de um Centro de Dados utilizando Sensoriamento IoT**. XXXVII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, Universidade Federal do Ceará, 2017.

COSTABEBER, J. A.; MOYANO, E., **Transição agroecológica e ação social coletiva**. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, Porto Alegre, v. 1, n. 4, p. 50-60, out/dez 2000.

DAVENPORT, Thomas H.; BARTH, Paul; BEAN, Randy, **How ‘BIG Data’ is Different**. MIT Sloan Management Review, vol. 54, n. 1, 2012.

DUTRA, Moisés Lima; MACEDO, Douglas Dyllon Jeronimo de. **Curadoria Digital: Proposta de um modelo para curadoria digital em ambientes BIG Data baseado numa abordagem semiautomática para a seleção de objetos digitais**. Inf. Inf., v. 21, n. 2, p. 143-169, Londrina, 2016.

ELKINGTON, J. Towards, **The sustainable corporation: Win-win-win business strategies for sustainable development**, California Management Review, v. 36, n. 2, p. 90-100, 1994.

EVANGELISTA, Raquel, **Sustentabilidade – Um possível caminho para o sucesso empresarial?** Revista Portuguesa e Brasileira de Gestão, Abril de 2010.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

FOLADORI, Guillermo, **Avanços e limites da sustentabilidade social**. R. paran. Desenv., Curitiba, n. 102, p. 103-113, jan/jun 2002.

GINSBERG, J; MOHEBBI, M. H.; PATEL, R. S.; BRAMMER, L.; SMOLINSKI, M. S.; BRILLIANT, L. **Detecting influenza epidemics using search engine query data**. Nature, 2009.

GOMES, Frederico Pessanha; TORTATO, Ubiratã, **Adoção de práticas de sustentabilidade como vantagem competitiva: evidências empíricas**. Revista Pensamento Contemporâneo em Administração, vol. 5, núm. 2, p. 33-49, maio-agosto 2011.

HAM, X.; TIAN, L.; YOON, M.; LEE, M. **A BIG Data Model supporting Information Recommendation in Social Network**, In: International Conference on Cloud and Green Computing, 2, 2012, Hunan, China. Anais eletrônico... Hunan: IEEE computersociety, 2012, p. 810-813.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A., **Metodologia do trabalho científico**. 7 ed. São Paulo: Atlas, 2007.

LINS, Luiz dos Santos; SILVA, Raimundo Nonato Sousa, **Responsabilidade Sócio-Ambiental ou Greenwash: Uma Avaliação com Base nos Relatórios de Sustentabilidade Ambiental**. Sociedade, Contabilidade e Gestão, Rio de Janeiro, v. 4, n. 1, jan/jun 2009.

LOURENÇO, Mariane Lemos; CARVALHO, Denise, **Sustentabilidade Social e Desenvolvimento Sustentável**. RACE, Unoesc, v. 12, n. 1, p. 9-38, jan/jun 2013

MADAKAM, Somayya; RAMASWAMY, R.; TRIPATHI, Siddharth, **Internet of Things (IoT): A Literature Review**. Journal of Computer and Communications, 3, 164-173, 2015.

MONTIBELLER-FILHO, Gilberto, **Crescimento Econômico e Sustentabilidade**. Sociedade e Natureza, vol. 19, num. 1, p. 81-89, Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, 2007.

MUNCK, Luciano; SOUZA, Rafael Borim de, **Responsabilidade social empresarial e sustentabilidade organizacional: a hierarquização de caminhos estratégicos para o desenvolvimento sustentável**, Revista Brasileira de Estratégia, Curitiba, v. 2, n. 2, p. 185-202, maio/ago. 2009.

OLIVEIRA; Aimeé Santos de. **Aplicação do BIG Data ao CRM: O futuro do marketing através do relacionamento com o cliente**. Faculdades Integradas Hélio Alonso, Curso de Graduação em Comunicação Social, Rio de Janeiro, 2018.

PACHECO, F. B.; KLEIN, A. Z.; RIGHI, R. R., **Modelos de negócio para produtos e serviços baseados em internet das coisas: uma revisão da literatura e oportunidades de pesquisas futuras**, REGE - Revista de Gestão, N. 23, 2016.

ROCHA, Julia Skaf dos Santos. **O impacto da utilização da tecnologia de BIG Data na agropecuária brasileira**. Insper Instituto de Ensino e Pesquisa, São Paulo, 2018.

SANTOS, Izaias Batista dos; SANDMANN, André; SOUZA, Bruno Estevão de; SCHMIDT, Carla Adriana Pizarro; FILHO, Pedro Luiz de Paula; MELGES, André Inácio; MARCOLIN,



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

Janaina Fernanda. **Internet das coisas (IoT) aplicada ao agronegócio: Projeto e implementação de um gateway de IoT sobre a plataforma Arduino para simplificar a automatização da aquicultura.** Brazilian Journal of Development, Curitiba, v. 5, n. 11, p. 26631-26653, novembro de 2019.

SICHE, Raúl; AGOSTINHO, Feni; ORTEGA, Enrique; ROMEIRO, Ademar, **Índices versus Indicadores: Precisão conceitual na discussão da sustentabilidade de países.** Ambiente e Sociedade, Campinas, v. X, n. 2, p. 137-148, jul-dez 2007.

SILVA, Fabricio Alves Barbosa da, **BIG Data e Nuvens Computacionais: Aplicações em Saúde Pública e Genômica.** Journal of Health Informatics, Abril-Junho, 8(2), 73-9, 2016.

SILVA, I. T. S.; FREITAS, T. S.; MONTEIRO, V. L. **Análise de Tecnologias da IoT para uso em Logística Humanitária e Busca e Salvamento de Pessoas: Uma Revisão da Literatura Recente.** Anais do V CIMATech, FATEC – SJC, São José dos Campos, 2018.

SILVA, Rafael de Amorim; NOVA, João Gabriel G. V.; VASCONCELOS, Rubem F. S.; CALADO, Ivo Calado A. A. R., BRANCO, Kalinka R. L. J. C., BRAGA, Rosana T. V., **Aplicando Internet das Coisas na Educação: Tecnologia, Cenários e Projeções.** VI Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE), 2017.

SILVESTRIN, Matheus Cougo; JR, Luiz Fernando Duarte. **Internet of Things – Cidades Inteligentes, Mobilidade Urbana e Transporte Coletivo.** Revista Eletrônica em Gestão e Tecnologia, 2017.

SLAPER, Timothy F.; HALL, Tanya J., **The Triple Bottom Line: What Is It and How Does It Work?** Disponível em: www.ibrc.indiana.edu/ibr/2011/spring/article2.html, 2013.

SOUZA, Maria Tereza Saraiva de; RIBEIRO, Henrique César Melo, **Sustentabilidade Ambiental: uma Meta-análise da Produção Brasileira em Periódicos de Administração.** RAC, Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, art. 6, pp. 368-396, Maio/Jun 2013.

WCED – United Nations – World Commission on Environment and Development. **Our common future.** Brundtlandreport, 1987. Disponível em: http://mom.gov.af/Content/files/Brundtland_Report.pdf. Acessado em 02 de janeiro de 2019.

WHITMORE, Andrew; AGARWAL, Anurag; XU, Li Da, **The Internet of Things – A survey of topics and trends.** Inf Syst Front, 17:261-274, 2014.