

**DESIGN DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO PARA CO-CRIAÇÃO DE VALOR  
NO SETOR DE SANEAMENTO**

**Altamar Alencar Cardoso**

Universidade Federal da Paraíba

**Pedro Jácome de Moura Jr. ; <https://orcid.org/0000-0001-6548-4614>**

Universidade Federal da Paraíba

## PROJETO DE : DOC

# DESIGN OF INFORMATION SYSTEMS FOR VALUE CO-CREATION IN THE WASH SECTOR

### ABSTRACT

Promoting access to safe drinking water and adequate sanitation is still a challenge to be achieved in Brazil, and in the world. Approaches based on the phenomenon of co-creation, supported by advances in information and communication technologies, are increasing the efficiency of various sectors of the economy. The objective of this work is to investigate how to use information technologies to enable co-creation processes in the WASH sector. The theoretical lens to guide the development of this work is anchored in two approaches, Sociotechnical and Service-dominant logic, due to the assumption that they can complement each other in directing the construction of artifacts for co-creation. This is an abductive research, based on the Data Science paradigm, supported by the Design Science Research (DSR) method. As an expected result, there is the proposal of an artifact validated in a real environment for co-creation in water supply services. As a theoretical contribution, it is expected to collaborate with the understanding of the articulation between the sociotechnical approaches and the dominant logic of services.

Keywords: WASH sector, co-creation, Service-dominant logic, Design Science Research

# DESIGN DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO PARA CO-CRIAÇÃO DE VALOR NO SETOR DE SANEAMENTO

### RESUMO

Promover o acesso à água potável e saneamento adequado ainda é um desafio a ser alcançado no Brasil, e no mundo. Abordagens baseadas no fenômeno da co-criação, suportadas pelos avanços nas tecnologias de informação e comunicação, estão aumentando a eficiência de diversos setores da economia. O objetivo deste trabalho é investigar como utilizar tecnologias de informação para habilitar processos de co-criação no setor de saneamento. A lente teórica para guiar o desenvolvimento deste trabalho está ancorada em duas abordagens, a Sociotécnica e Lógica Dominante de Serviços, devido ao pressuposto de que elas podem se complementar no direcionamento da construção de artefatos para co-criação. Trata-se de uma pesquisa de natureza abdutiva, a partir do paradigma de Data Science, suportada pelo método de Design Science Research (DSR). Como resultado esperado, tem-se a proposição de um artefato validado em ambiente real para co-criação nos serviços de abastecimento de água. Como contribuição teórica, espera-se colaborar com a compreensão da articulação entre as abordagens sociotécnica e da lógica dominante de serviços.

Palavras-chave: Setor de saneamento, co-criação, lógica dominante de serviço, *Design Science Research*

## INTRODUÇÃO

O 6º Objetivo do Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Organizações das Nações Unidas (ONU), aponta como uma das metas para melhorar a gestão do saneamento: apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais. De acordo com Cordoba, Satiel, Haleem e Penalosa (2021), criar um abastecimento resiliente de água, fazer a gestão eficaz do esgoto e construir uma concessionária responsável são temáticas relevantes para guiar a adoção de tecnologias e abordagens inovadoras na cadeia de valor das concessionárias.

A Lei n 11.445 (2007), estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, uma delas é a necessidade dos titulares dos serviços formularem políticas públicas de saneamento básico definindo os mecanismos e procedimentos de controle social que garantem, entre outras funções, acesso à informação e a avaliação dos serviços prestados. Um dos princípios fundamentais dos serviços públicos de saneamento, de acordo com a Lei n 11.445 (2007), é a universalização do acesso e efetiva prestação de serviços, sendo este a proposta de valor e condição de existência das concessionárias que prestam esses serviços públicos.

A criação de valor é a condição de existência de qualquer negócio. Desenvolver atividades para criar mais valor deve ser o cerne de qualquer tipo de estratégia empresarial, seja para aumentar a vantagem competitiva (Porter, 1996), ou seja para criar um mercado totalmente novo, como a estratégia do oceano azul (Kim & Mauborgne, 2005). De acordo com Kartajaya, Setiawan e Kotler (2021), o avanço tecnológico permite a criação de valor de maneira totalmente nova, a partir da adoção de tecnologias como Inteligência Artificial (IA), Processamento de Linguagem Natural (PLN) e sensoriamento para captar necessidades dos clientes.

De acordo com Aranha (2022) os investimentos estimados como necessários para universalizar o saneamento no Brasil até 2033, seriam de 77 bilhões de reais por ano. Investimentos em infraestrutura urbana são menos viáveis na medida em que os usuários estão em localidades menos adensadas. Portanto, os investimentos necessários para a expansão do saneamento serão cada vez mais elevados. Uma forma de conseguir alcançar esses objetivos, sem impactar a tarifa dos serviços ou os impostos, é atenuar ou reverter a tendência de elevação dos custos dos investimentos em saneamento, isso pode ser possível através da promoção da co-criação com o cliente.

De acordo com o framework de concessionárias do futuro (Cordoba *et al.*, 2021), como forma de inovar e aumentar a resiliência, com foco no mercado e no cliente, as concessionárias devem fazer uso intensivo de redes sociais, como a coleta sistemática de postagens, para identificar interrupções dos serviços, subsidiar decisões de negócios, avaliar o desempenho das unidades, avaliar a satisfação dos usuários, propor mudança de comportamento de consumo. Assim como também, devem fazer uso de estabelecimentos de parcerias com os usuários para receber informações de vazamentos e/ou quedas de pressão na rede de distribuição. Estes são exemplos de como poderiam ser desenvolvidos sistemas de informação que permitam a colaboração do cliente para reduzir custos e aumentar a eficiência do sistema.

O processo atual de desenvolvimento das forças produtivas está levando a economia para a quarta revolução industrial (Schwab, 2015). O mundo ainda está se beneficiando da terceira revolução industrial caracterizada pela incorporação de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) no processo produtivo, tendo como um dos marcos, a adoção do primeiro Controlador Lógico Programável (CLP) em 1969 (Kagermann, Helbig, Hellinger & Wahlster, 2013). Esta tecnologia permite a flexibilização da produção, e com isso a possibilidade de produção mais diversificada. A maioria dos processos produtivos atuais são suportados por

TIC, bem como, de acordo com Chacón, Salazar, Cardilo e Astudillo (2021), é comum que cidades com mais de 100 mil habitantes possuem sistemas de abastecimento automatizados através de sistemas Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA). Entretanto, a grande maioria dos municípios brasileiros possuem menos de 50 mil habitantes.

Para Schwab (2015), esta quarta revolução industrial é caracterizada pelo entrelaçamento das esferas física, digital e biológica; e, tem o potencial de aumentar o nível de renda e melhorar a qualidade de vida das pessoas do mundo inteiro. Embora não se esteja vivendo a plenitude da quarta revolução industrial, algumas tecnologias já são identificadas como sendo componentes de uma Indústria 4.0, como as tecnologias de Internet das Coisas (Internet of Things – IoT) e Sistemas Físicos Cibernéticos (Cyber Physical System – CPS).

Para Kagermann *et al.* (2013), a internet das coisas e a internet dos serviços iniciaram esta quarta revolução industrial. A consolidação deste processo acontecerá quando vários modelos de negócio se tornarem CPS, interagindo em rede, com foco em criar valor para o cliente. Neste modelo de negócio baseado em um CPS, informações de várias fontes de dados permitem a constituição de uma cópia virtual do ambiente real, o gêmeo digital, capaz de decidir ações no mundo real a partir de simulações.

Diante da necessidade de fortalecer a participação dos usuários na governança da prestação de serviços públicos de saneamento para promover o acesso universal e regular, através de processos de co-criação habilitados por TIC, surge o seguinte problema de pesquisa: como os usuários, concessionárias, poder concedente e agentes de regulação dos serviços públicos de saneamento podem co-construir valor a partir da adoção de tecnologias habilitadoras da indústria 4.0, como IA e IoT? Questões subjacentes a esta problemática são: os usuários estão dispostos a participarem da co-criação de valor em saneamento? Como modelar sistemas para co-criar valor em saneamento?

A partir dessa problemática, define-se o objetivo geral deste trabalho como sendo: investigar como utilizar tecnologias de informação para habilitar processos de co-criação no setor de saneamento. Para atingir o objetivo geral é necessário: (i) desenvolver modelo de análise de sentimentos em redes sociais capaz de agregar dados de postagens na rede social do twitter em informações úteis para a tomada de decisão; (ii) utilizar dados abertos do Sistema Nacional de Informações do Saneamento SNIS para aumentar agregar mais informações ao artefato; (iii) desenvolver proposta de IoT com hardware e softwares abertos para co-criação em monitoramento da qualidade do abastecimento de água e avaliar o comportamento do consumidor quanto a adoção da tecnologia.

## JUSTIFICATIVA

Em consonância com as transformações no mundo produtivo, a ciência também está se transformando a partir dos avanços em TICs e da crescente produção de dados, trata-se do quarto paradigma em ciência, o da ciência intensiva em dados (Bell, Hey & Szalay, 2009). Vários campos da ciência estão fazendo descobertas científicas, tendo como ponto de partida a análise de dados disponíveis. A disponibilidade de dados derivada do crescente uso de recursos computacionais e disponibilidade de redes, implicam o aumento da possibilidade de colaboração multidisciplinar e em novas tecnologias e processos de gerenciamento de dados; possibilitando um novo modelo de negócio baseado em serviços de pesquisa científica (Hey, Gannon & Pinkelman, 2012). Para González-Bailón (2013), os cientistas sociais devem explorar essas tecnologias, mesmo que isso extrapole os limites disciplinares tradicionais.

Além da emergência deste novo paradigma da ciência que está abrangendo todos os campos científicos, o campo da Ciência de Dados se estabeleceu como a área de trabalho mais

atraente do século XXI (Davenport & Patil, 2012), devido ao potencial de integrar conhecimentos de estatística, matemática e computação e aplicá-los para solução de problemas de interesse da sociedade. Entretanto, ainda há dúvidas se a Ciência de Dados é um ramo da ciência ou um conjunto de técnicas com inspiração científica (de Moura Jr., 2021). De acordo com Provost e Fawcett (2013), para que a Ciência de Dados se estabeleça como campo de pesquisa, é preciso definir princípios fundamentais e conceitos para orientar a adoção de técnicas e ferramentas.

O Big Data, como uma das principais tecnologias para explorar dados na internet, tende a ser uma importante fonte de dados para pesquisa em ciências sociais (González-Bailón, 2013). Big Data, principalmente dados de redes sociais, estão sendo pesquisadas como uma fonte de informação, sobretudo, para análise de sentimento; e, sistemas de controle inteligentes estão sendo modelados de acordo com o conceito de IoT e CPS, para otimização da operação em tempo real, dos sistemas de distribuição de água. Contudo, até onde se sabe, não existe nenhum estudo que avalie a possibilidade de se utilizar dados de rede social como informação sistematizada para apoio à tomada de decisão em tempo hábil para controle social em serviços de saneamento.

Este setor é caracterizado por um serviço necessário, cuja confiabilidade é um fator crítico, a possibilidade de utilização da capacidade total é limitada, se beneficiam de ganhos de escala, recebem direito de concessão para prestar serviços em determinada área (Rappa, 2004). Para garantir o fornecimento do serviço a preços compatíveis com um de mercado de concorrência perfeita, além da regulação das quantidades produzidas e dos preços cobrados, os reguladores podem utilizar critérios de qualidade dos serviços prestados.

O impacto social esperado consiste na possibilidade do artefato desempenhar seu propósito de intermediar a co-criação de valor, através da sistematização da informação acerca da devida prestação do serviço, servindo de instrumento de controle social das comunidades locais sobre as decisões sobre a prestação dos serviços de abastecimento de água e coleta de esgotos. Além de ampliar a abrangência de participação popular e otimizar os investimentos de monitoramento da rede de distribuição.

O setor de saneamento, por se tratar de um monopólio natural, necessita de regulação para compensar a ausência de um mercado competitivo, direcionado pelo sistema de preços (Pinto Jr. & Fiani, 2002). Os reguladores e titulares terão acesso a uma fonte de informação independente da concessionária, resultando em maior transparência sobre a devida realidade da prestação de serviços, bem como embasar decisões de alocação de investimentos. Por fim, as concessionárias podem se beneficiar com a utilização das informações para tomada de decisões de negócios e operacionais, como a otimização das pressões das redes de distribuição através das informações enviadas por dispositivos de IoT em funcionamento na casa dos usuários.

## REVISÃO DA LITERATURA

### Big Data

O conceito de Big Data não remete apenas a um grande volume de dados, mas, pelo menos, aos “três Vs”: Volume, Variedade e Velocidade (Marquesone, 2016). Os registros de dados digitais são praticamente onipresentes na vida cotidiana de empresas e pessoas, fruto do maior uso de dispositivos móveis, IoT e da capacidade de armazenamento e processamento desses dados (Marquesone, 2016). De acordo com Davenport, Barth e Bean (2012), as

empresas que mais tiram vantagem do Big Data são aquelas que fazem uso de sensores em tempo real (identificação por radiofrequência, por exemplo) para entender seu ambiente de negócios em nível mais granular.

As fontes de dados do Big Data podem ser geradas por humanos e máquinas. Os dados gerados por humanos são aqueles oriundos do pensamento humano, em grande parcela são gerados em redes sociais. Por sua vez, os dados gerados por máquinas estão em crescimento, os dados de IoT por exemplo, embora carreguem informações valiosas, existe um desafio para o processamento desses dados e sua contextualização (Marquesone, 2016; Piccialli, Dessim & Jung, 2020).

De acordo com Davenport et al (2012), as organizações que extraem mais valor do Big Data, são aquelas que utilizam informações geradas com finalidade de “streaming”, em detrimento da análise de estoques em “data warehouse”. Para os autores, muitos aplicativos utilizam dados não proprietários, diretamente da nuvem, por exemplo, o consumo de dados de redes sociais utilizados em análise de sentimento.

Extrair informações para tomada de decisão a partir de dados gerados em curto espaço de tempo é o diferencial introduzido pelo Big Data. Esta mudança em como se analisam dados para tomada de decisão, acarretou em novos desafios tecnológicos para a coleta, análise, integração e interpretação de dados (Davenport et al, 2012; Marquesone, 2016).

Esta nova forma de analisar dados também se relaciona com a forma tradicional de análise de dados, mas de maneira diferente. Jennex (2017), ao realizar uma revisão da pirâmide do conhecimento, incorporando os conceitos de Big Data e IoT, apresenta essa relação entre dados e Big Data, além de trazer uma série de reflexões pertinentes sobre o conceito da própria pirâmide do conhecimento. De acordo com o mesmo autor, os dados não são os blocos de construção da informação, como também não existem mais dados do que informação. De acordo com Jennex (2017), humanos estão sempre reunindo dados, informação e conhecimento. A partir de uma visão de mundo, se estabelece relações de dados e até os criam.

Embora o advento do IoT e do Big Data alargaram as possibilidades de captação de informação, os dados que são coletados e processados não são todos os dados disponíveis na realidade, devido às limitações dos sensores e demais formas de captar e processar diversas fontes de dados e informação. Os dados captados da realidade por dispositivos de IoT e outras tecnologias, são disponibilizados em sistemas de armazenados apropriados para Big Data (Marquesone, 2016). Para serem acessados e compreensíveis por humanos, na forma de dados, é necessário utilizar ferramentas e técnicas também apropriadas para a natureza dos dados de um Big Data, como aprendizado de máquina (Jennex, 2017).

A partir de Provost e Fawcett (2013), percebe-se que as empresas estão se apropriando de benefícios diretos da capacidade de processamento de grandes quantidades de dados, para, por exemplo, aumentar a eficiência operacional. Mas à medida que se tornam mais capacitadas nesta tecnologia, começam a buscar oportunidades mais distantes, como incorporação de componentes de redes sociais, e a se perguntarem o que se pode fazer com esses dados.

O Big Data além de impactar os negócios, também está contribuindo para uma revolução nas ciências, inclusive no campo das ciências sociais. González-Bailón (2013), por exemplo, apresenta como o Big Data pode viabilizar testes para teorias sociais através do acesso a uma grande quantidade de dados. A maior vantagem não está no tamanho, mas na capacidade de aplicação de filtros para identificar fluxos de informação relevantes (González-Bailón, 2013). A teoria social pode ajudar a fornecer o contexto certo para interpretação.

De acordo com Cao (2016) a era da Ciência de Dados é caracterizada pela: mudança do paradigma de pesquisa, com foco em dados; as transformações tecnológicas; e, as novas formas de produção de dados. Davenport e Patil (2012) descreve os cientistas de dados como pessoas que conseguem extrair respostas para importantes questões de negócios desde uma grande quantidade de informações não estruturadas.

Contudo, não é apenas da capacidade de processamento de grande quantidade de dados que surgem as respostas destes problemas de negócio. A partir de Muller *et al.* (2019) e Cao (2016), a ideia de um processo automático de resolução de problemas com pesquisa intensiva em dados parece ser remota.

De acordo com Muller *et al.* (2019), existe uma visão de que é bem possível extrair conhecimento de dados brutos de forma automatizada, como se um computador pudesse por ele mesmo, gerar e responder perguntas. Para os mesmos autores, a ciência é mais do que o reconhecimento de padrões, não se pode explicar um fenômeno apenas com análise de dados. O que existe são intervenções humanas em várias etapas do processo: descoberta, captura, curadoria, design e até a criação de dados Muller *et al.* (2019); e, na sua interpretação González-Bailón (2013).

De acordo com Turkey (1962), a análise de dados é uma ciência empírica, não podendo ser realizada por um método lógico-dedutivo. A pesquisa intensiva em dados, embora embarcada em tecnologia, é marcada pela necessidade de descobrir como as coisas realmente são, através do confronto entre insight e a experiência.

Quando Davenport e Patil (2012) afirmam que os melhores cientistas de dados são PhDs em campos exóticos como ecologia e sistemas de biologia, o leitor pode entender que mesmo sendo profissionais não ligados academicamente a áreas de negócios, suas habilidades técnicas em estatística e computação são as características mais importantes para os mesmos se destacarem entre os profissionais de Ciências de Dados.

Entretanto, a biologia e a ecologia têm muita relação com o mundo dos negócios, de acordo com Brue e Grant (2012): Charles Darwin se inspirou no trabalho do economista Malthus no desenvolvimento de sua teoria da evolução; Quesnay, quando criou a análise do fluxo bens na economia, se inspirou no fluxo sanguíneo do corpo humano; e, uma linha inteira de economistas institucionalistas estuda as organizações como entidades que possuem inteligência e são capazes de processar informação e aprender. Esta relação entre ecologia, biologia e economia não parece ser mera coincidência, afinal, essas ciências estudam sistemas, que de alguma maneira, combinam e transmitem informação.

Considerando a Teoria Geral dos Sistemas, desenvolvida pelo biólogo Ludwig von Bertalanffy, e incorporada pelo campo de administração como a Abordagem Sistêmica, sistemas são compostos por outros sistemas. Embora o conhecimento do campo biológico possa explicar comportamento sociais, estes estudos não podem avançar no entendimento completo de um sistema social, as ciências sociais possuem seu próprio kernel de teorias que permitem explicações mais completas e generalizáveis do comportamento sociedade. De acordo com de Moura Jr. (2021) a ciência de dados carece de teorias para ser considerada ciência.

Embora inovações em negócios e novas descobertas estejam surgindo com frequência através da pesquisa intensiva em dados, as oportunidades ainda são subutilizadas. De acordo com Griffin (2020) as organizações utilizam cerca de  $\frac{1}{3}$  da capacidade de uso da ciência de dados, devido a uso se limitar a questões do tipo o que está acontecendo. Ou seja, apenas na

identificação de padrões. Decisões do tipo o que está causando, e/ou o que se pode fazer, ainda são comumente decididas por crenças dos tomadores de decisão, muitas vezes sem suporte científico (Griffin, 2020).

De acordo com Pearl e Mackenzie (2018), com o avanço recente das técnicas de aprendizado de máquina, o crescimento de aplicações em redes neurais, são surpreendentes: o reconhecimento de linguagem natural, aplicativos de navegação, assistentes virtuais, entre outros, são artefatos tecnológicos que estão melhorando a vida cotidiana de milhares de pessoas. Entretanto, os autores mostram que o nível de inteligência artificial utilizado ainda é muito incipiente em relação à inteligência humana, baseado em associação de informações. A capacidade de imaginar algo que não existe, e comparar com a realidade, é uma nova visão da ciência, que busca reproduzir a capacidade de inferir causalidade a partir dos dados.

Para Cowles e Schroeder (2015), cientistas da computação e ciências naturais, embora estejam produzindo resultados robustos, parecem não responder às questões mais interessantes das ciências sociais. Para realizar uma pesquisa de Ciências de Dados, um dos desafios é obter dados de qualidade, respeitando os limites sociais e garantindo a transparência das manipulações necessárias nos dados (Cao, 2016; Muller *et al.*, 2019). Contudo, o maior desafio parece ser a ausência de uma teoria que guie a investigação, tendo em vista a crescente oportunidade de acesso e geração de dados.

### Lógica Dominante de Serviço

Deste o trabalho seminal de Vargo e Lusch (2004), a abordagem da Lógica Dominante de Serviço LDS tem se estabelecido como um novo paradigma para marketing capaz de unificar a disciplina em torno de alguns conceitos, sobretudo com relação a compreensão do que é valor e como se cria valor. De acordo com essa lógica, o valor é fenomenológico, ou seja, o valor é um fenômeno que depende da subjetividade da experiência do consumidor com o bem ou serviço para ser determinado. Uma vez que o valor não é algo objetivo, inerente ao bem fabricado em algum processo produtivo, a sua criação depende da participação de pelo menos um ator externo à organização: o cliente. Desta forma, o valor só pode ser co-criado, de acordo com a premissa fundamental nº 6 de Vargo e Lusch (2004).

O valor é criado através da disponibilização de recursos por parte dos atores, entretanto, Vargo e Lusch (2004) conceituam uma diferenciação dos recursos entre operantes e operados. Os recursos operantes são conhecimento e habilidades, a aplicação de uma tecnologia é um recurso operante. Já os recursos operados são todos aqueles que são manipulados para produção de algum efeito. Como os recursos operantes não são distribuídos de forma homogênea, a base da troca é a especialização de conhecimento e habilidade. Sendo o conhecimento a fundamental fonte de vantagem competitiva.

Algumas evidências têm apontado que a abordagem da LDS aumenta a capacidade de inovar no modelo de negócio e na capacidade de co-criar. De acordo com Chen, Schütz, Kazman e Matthes (2016), é comum projetos de Big Data falharem na tentativa de encontrar valor, os autores apresentam um caso de sucesso de uma empresa do setor de transporte aéreo quando buscaram valor através do Big Data orientados pela LDS. Neste caso, o Big Data foi explorado para encontrar serviços inovadores, como antecipar as preferências do cliente (ser proativo), saber interagir nos canais de comunicação de preferência do cliente. O sucesso da adoção do Big Data foi impulsionada pelo desafio do negócio e não pela tecnologia.

A modelagem de negócios baseados em LDS é direcionada para o cliente, entretanto, os clientes não são os únicos atores com recursos operantes. De acordo com Xie, Wang, García

(2021), as pesquisas em LDS privilegiam a busca de compreensão sobre os resultados das inovações para os clientes externos, negligenciando o impacto interno nas organizações. Para os mesmos, para aumentar a eficiência da inovação no envolvimento do cliente para co-criação, é fundamental investir na capacidade de aprendizado da organização. Os autores encontraram evidências de que a capacidade de aprendizado organizacional é um importante mediador entre o envolvimento do cliente e a geração de serviços inovadores.

Viswanathan, Malthouse, Maslowska, Hoornaert e Poel (2018) analisaram o sentimento de rede social do twitter para acompanhar o comportamento dos telespectadores de programas de televisão para avaliarem a co-criação de programação ao vivo. Eles identificaram que os telespectadores são mais propensos a se engajar quando a programação apresenta conteúdo relacionado ao sentimento negativo que ao positivo. Esse fenômeno pode ser conceituado como co-destruição, que de acordo com Schulz, Zimmermann, Böhm, Gewald e Krcmar (2021), é um conceito pouco estudado. Assim como ocorre a co-criação, também existem situações em que uma falha na entrega de um bem ou serviço gera um efeito ação negativa por parte do consumidor, denegrindo a imagem da empresa, por exemplo.

De acordo com Rappa (2004) os usuários de utilidades públicas prestam atenção ao serviço de utilidade apenas quando o serviço deixa de atender, o que explica que a percepção do público não costuma ser sempre positiva. Desta forma, a plataforma de co-criação poderá ser até mais útil para evitar a co-destruição, já que os usuários poderão ser mais propensos a engajar na plataforma de co-criação quando houver falhas na prestação dos serviços.

### Teoria Sociotécnica

Assim como o início do século XX foi marcado por uma onda de entusiasmo de que os avanços tecnológicos se converteriam em maior desempenho econômico e bem-estar social, o início do século XXI apresenta a convergência de tecnologias como Inteligência Artificial, Internet das Coisas e seus usos de forma produtiva, como sinal de um futuro próspero. Entretanto, aplicar a melhor tecnologia disponível não é garantia de melhor desempenho, já explicava a teoria sociotécnica na década de 50 do século passado.

De acordo com Kagermann *et al.* (2013), existe um desafio para a consolidação da Indústria 4.0, que é a reunião de diferentes formas de ver, como engenharia de automação e tecnologia da informação. Para Yue, Niu, Fang e Han (2019), embora necessário, ainda não existe nenhuma prática consolidada de integração de sucesso, todas as indústrias, de vários países, estão buscando formas eficientes de integração.

Os aspectos sociais afetam diretamente a maturidade de uma fábrica inteligente, já os aspectos técnicos afetam indiretamente no mesmo sentido (Yue *et al.*, 2019). De acordo com a teoria sociotécnica a organização precisa criar uma sinergia entre os subsistemas técnico e social para maximizar o seu desempenho, sua sobrevivência depende de estar em equilíbrio com o ambiente externo (equilíbrio dinâmico, pois o ambiente muda constantemente). Esse estado é conhecido como homeostase.

A descentralização da decisão é, portanto, necessária para a autonomia do grupo e realização da adaptação em tempo hábil da produção em uma fábrica inteligente. O foco no cliente é o guia para as equipes autodirigidas. Bons empregos, inovação tecnológica e autonomia do trabalho não são mutuamente exclusivos em contexto de indústria 4.0 (Kagermann *et al.*, 2013).

A partir de uma revisão de como a disciplina de Sistema de Informação (SI) aborda a teoria sociotécnica, Sarker, Chatterjee e Xiao (2013) apresenta a existência de uma multiplicidade de abordagens, com foco em um dos subsistemas, como uma abordagem do tipo causa-efeito. Entretanto, os autores argumentam que é desejável uma abordagem iterativa, sinérgica, cujo resultado se dá através dos dois subsistemas, tal qual a concepção original da teoria sociotécnica, mas flexível para atender as necessidades do campo.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

### Design Science Research (DSR)

A escolha por uma DSR é devida a natureza desta pesquisa. A própria quarta revolução industrial é um fenômeno em construção, que ainda carece de princípios de design e, mais ainda, de artefatos validados, permitindo o surgimento de teorias adequadas para a aplicação efetiva das tecnologias da Indústria 4.0. Portanto, esse trabalho ao almejar desenvolver um artefato do tipo instância, de conceitos emergentes da Indústria 4.0, com o objetivo criar conhecimento de como melhorar o desempenho organizacional, contribuindo para as bases de conhecimentos naturais e artificiais, está aderente aos objetivos de uma DSR.

A partir de Gregor e Hevner (2013), observa-se que a DSR não atingiu seu impacto potencial no desenvolvimento e uso de SI devido a compreensão clara das contribuições para o conhecimento. A contribuição da DSR se dá através de conhecimentos abstratos, que podem ser operacionalizados em outros contextos não estudados, mas são erroneamente confundidos com os próprios artefatos: produtos ou conceitos que podem ser diretamente materializados em produtos.

Desta forma, o artefato a ser desenvolvido no âmbito deste trabalho, embora resolva um problema prático da organização ao qual ele está inserido, por si só, não se trata de uma DSR. Contudo, as contribuições a conceitos abstratos e generalizáveis a outros contextos, serão os verdadeiros objetivos do artefato: gerar conhecimentos a respeito de como se construir uma solução de extração de conhecimento de Big Data, levando em considerações teorias sociotécnica e de comportamento do consumidor, por exemplo.

A separação entre artefato e sua contribuição é perceptível e aderente à visão ontológica dos três mundos de Popper: mundo 1, o mundo das coisas materiais; mundo 2, o mundo da subjetividade; mundo 3, o da existência objetiva, mas abstrata. Sendo as instâncias de artefatos as coisas do mundo 1; e, os conhecimentos circunscritos ao mundo 3 (Gregor & Hevner, 2013).

De acordo com March e Smith (1995), um artefato, embora artificial, está contido em um ambiente regido por leis e teorias naturais. Logo, a partir de um artefato, é possível contribuir para a base de conhecimento natural e artificial. De acordo com os autores, existem quatro tipos de artefatos, a saber: construto, modelo, métodos e instâncias. E as atividades científicas que eles suportam são as de criar e validar (prescritivo), e descobrir e justificar (descritivo) (March & Smith, 1995). Desta forma, observa-se a capacidade de contribuição para base de conhecimento de ciências artificiais e/ou naturais.

Uma nova contribuição pode ser uma extensão importante de um artefato existente em um novo domínio de aplicação. O nível de contribuição está relacionado com a maturidade do problema e/ou da solução. Desenvolver melhores soluções para problemas conhecidos é um tipo legítimo de contribuição de uma DSR. Contudo, o desafio deste tipo de contribuição é

demonstrar claramente o avanço da solução ao já existente. O principal diferenciador de uma DSR para um trabalho profissional de Design é o foco na contribuição para a base de conhecimentos naturais e/ou artificiais, bem como sua comunicação às partes interessadas (Gregor & Hevner, 2013).

Pode-se resumir como justificativa para adoção de uma DSR, a partir de Peffers et. al (2007, p. 49) como sendo a busca por desenvolver um artefato para resolver um problema relevante (importante e até então não resolvido) com utilidade rigorosamente validade. Melhorar o desempenho de sistemas de abastecimento é um problema importante, e não resolvido, haja vista o déficit de atendimento mundial de acesso à água potável de forma contínua (24x7), bem como a avaliação rigorosa de sua utilidade através de um experimento de campo, preenchem os requisitos práticos para dar prosseguimento com uma DSR.

### Protocolo de DSR

Para operacionalização da DSR com o processo de desenvolvimento de ciências de dados, de acordo com o framework CRISP-DM, é proposto uma combinação dos dois modelos, conforme apresentado no Quadro 2, baseado na proposta de Dresch, Lacerda e Antunes Jr. (2015) de condução de uma DSR.

A primeira fase é caracterizada pela atividade de identificação do problema de negócio, uma atividade própria do CRISP-DM. Dentro desta atividade, foram alocadas três atividades do modelo de condução da DSR: identificação do problema, revisão da literatura e conscientização. O objetivo desta primeira fase é identificar o problema e seus principais construtos. Os resultados desta fase são apresentados no decorrer dos capítulos 1 e 2 deste trabalho.

A segunda fase, também própria do CRISP-DM, é o entendimento dos dados disponíveis. Para esta pesquisa, os dados disponíveis identificados são dados da rede social do Twitter a respeito de 14 concessionárias de distribuição de água brasileiras. Acumulados desde maio de 2020, representando um volume de mais de 1 milhão de postagens; e, os dados de pressão da rede de abastecimento, que refletem o comportamento de consumo conjunto dos usuários através da oscilação da pressão, bem como o desabastecimento, na condição em que a pressão cai abaixo do valor mínimo necessário para abastecimento, para as duas principais cidades abastecidas pela concessionária em objeto deste estudo.

Na fase seguinte, tem-se a proposição de artefatos, identifica-se os artefatos que podem responder ao problema de negócios com os dados disponíveis. Esta fase é caracterizada pelo processo abdutivo de busca de solução. Neste momento, este pesquisador faz uso de seus conhecimentos anteriores para identificar possibilidades de resolver o problema com dados disponíveis. Da lista de possíveis artefatos, seleciona o de maior crença de possibilidade de sucesso para a fase de desenvolvimento.

A fase de desenvolvimento é caracterizada pela construção do ambiente interno do artefato, seguindo um processo dedutivo de pesquisa. Desta fase, resultam duas saídas: o artefato em si, e a heurística de construção (Dresch et al., 2015). Dentro desta fase, estão descritas duas atividades inerentes ao CRISP-DM, de forma interativa: preparação dos dados e modelagem.

A avaliação do artefato será verificada pelo nível de interação entre os usuários, concessionária, regulador e poder concedente na plataforma de co-criação. Através de entrevista semiestruturada com representantes de cada segmento.

## REFERÊNCIAS

- Aranha, C. (2022). *Saneamento básico: com inflação, custo para universalização é de quase R\$ 900 bi*. Recuperado em 24 outubro, 2022, de <https://exame.com/brasil/saneamento-basico-universalizacao-vai-exigir-investimentos-de-r-77-bi-por-ano/>
- Bell, G., Hey, T., & Szalay, A. (2009). Beyond the data deluge. *Science*, 323(5919), 1297-1298.
- Brue, S., & Grant, R. G. (2012). *The evolution of economic thought*. Cengage learning.
- Cao, L. (2016). Data science: nature and pitfalls. *IEEE Intelligent Systems*, 31(5), 66-75.
- Chacón, E., Salazar, L. A. C., Cardillo, J., & Astudillo, Y. A. P. (2021). A control architecture for continuous production processes based on industry 4.0: water supply systems application. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 1-21.
- Chen, H. M., Schütz, R., Kazman, R., & Matthes, F. (2016). Amazon in the air: Innovating with big data at Lufthansa. In *2016 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)* (pp. 5096-5105). IEEE.
- Cordoba, C. L., Saltiel, G., Haleem, N. M. S. A. E., Penalosa. (2021). *Utility of the Future : Taking Water and Sanitation Utilities Beyond the Next Level (Portuguese)*. Washington. 2021. Recuperado em 24 outubro, 2022, de <http://documents.worldbank.org/curated/en/365011623909907576/Utility-of-the-Future-Taking-Water-and-Sanitation-Utilities-Beyond-the-Next-Level>
- Cowls, J., & Schroeder, R. (2015). Causation, correlation, and big data in social science research. *Policy & Internet*, 7(4), 447-472.
- Davenport, T. H., Barth, P., & Bean, R. (2012). How 'big data' is different. *MIT Sloan Management Review*, 54(1)
- Davenport, T. H., & Patil, D. J. (2012). Data scientist. *Harvard business review*, 90(5), 70-76.
- de Moura Jr., P. J. (2021). Is data science a science? The essence of phenomenon and the role of theory in the emerging field. *Kybernetes*.
- Dresch, A., Lacerda, D. P., & Antunes Jr., J. A. V. (2015). *Design science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia*. Bookman Editora.
- González-Bailón, S. (2013). Social science in the era of big data. *Policy & internet*, 5(2), 147-160.
- Gregor, S., & Hevner, A. R. (2013). Positioning and presenting design science research for maximum impact. *MIS quarterly*, 337-355.

Griffin, D. K. (2020). *The Big Three: A Methodology to Increase Data Science ROI by Answering the Questions Companies Care About*. arXiv preprint arXiv:2002.07069.

Hey, T., Gannon, D., & Pinkelman, J. (2012). The future of data-intensive science. *Computer*, 45(05), 81-82.

Jennex, M. E. (2017). Big data, the internet of things, and the revised knowledge pyramid. *ACM SIGMIS Database: the DATABASE for Advances in Information Systems*, 48(4), 69-79.

Kagermann, H., Helbig, J., Hellinger, A., & Wahlster, W. (2013). Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0: Securing the future of German manufacturing industry; final report of the Industrie 4.0 Working Group. Forschungsunion.

Kartajaya, H., Setiawan, I., & Kotler, P. (2021). *Marketing 5.0: Technology for humanity*. John Wiley & Sons.

Kim, W. C., & Mauborgne, R. (2005). Value innovation: a leap into the blue ocean. *Journal of business strategy*.

*Lei n. 11.445, de 5 de janeiro de 2007* (2007). Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. Brasília. 2007. Recuperado em 23 outubro, 2022, de [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm)

March, S. T., & Smith, G. F. (1995). Design and natural science research on information technology. *Decision support systems*, 15(4), 251-266.

Marquesone, R. (2016). *Big Data: Técnicas e tecnologias para extração de valor dos dados*. Editora Casa do Código.

Muller, M., Lange, I., Wang, D., Piorkowski, D., Tsay, J., Liao, Q. V., ... & Erickson, T. (2019, May). How data science workers work with data: Discovery, capture, curation, design, creation. In *Proceedings of the 2019 CHI conference on human factors in computing systems* (pp. 1-15).

Pearl, J., & Mackenzie, D. (2018). *The book of why: the new science of cause and effect*. Basic books.

Porter, M. E. (1996). O que é estratégia. *Harvard Business Review*, 74(6), 61-78.

Piccialli, F., Bessis, N., & Jung, J. J. (2020). Data science challenges in industry 4.0. *IEEE Trans Ind Inform.*

Pinto Jr., H. Q., Fiani, R. (2002). Regulação econômica. *Economia Industrial: Fundamentos*

Provost, F., & Fawcett, T. (2013). *Data Science for Business: What you need to know about data mining and data-analytic thinking*. O'Reilly Media, Inc..

Rappa, M. A. (2004). The utility business model and the future of computing services. *IBM systems journal*, 43(1), 32-42.

Sarker, S., Chatterjee, S., & Xiao, X. (2013). How “sociotechnical” is our IS research. In An assessment and possible ways forward,” *Thirty Fourth International Conference on Information Systems*, Milan.

Schulz, T., Zimmermann, S., Böhm, M., Gewald, H., & Krcmar, H. (2021). Value co-creation and co-destruction in service ecosystems: The case of the Reach Now app. *Technological Forecasting and Social Change*, 170, 120926.

Schwab, K. (2015). *The Fourth Industrial Revolution (Foreign Affairs)*.

Vargo, S. L., & Lusch, R. F. (2004). The four service marketing myths: remnants of a goods-based, manufacturing model. *Journal of service research*, 6(4), 324-335.

Viswanathan, V., Malthouse, E. C., Maslowska, E., Hoornaert, S., & Poel, D. V. d. (2018). Dynamics between social media engagement, firm-generated content, and live and time-shifted TV viewing. *Journal of Service Management*.

Xie, X., Wang, H., & García, J. S. (2021). How does customer involvement in service innovation motivate service innovation performance? The roles of relationship learning and knowledge absorptive capacity. *Journal of Business Research*, 136, 630-643.

Yue, L., Niu, P., Fang, Y., & Han, Z. (2019). Towards a smart manufacturing maturity assessment framework: a socio-technical perspective. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1345, No. 4, p. 042063). IOP Publishing.