

Qualidade 4.0

Alguns novos desafios baseados em dados

Pedro Saraiva

NOVA IMS, Universidade de Coimbra e CIEPQPF
pas@eq.uc.pt; pas@novaims.unl.pt

Frederico Cruz-Jesus

NOVA IMS e MagIC
fjesus@novaims.unl.pt

Pedro Coelho

NOVA IMS e MagIC
psc@novaims.unl.pt

Resumo: O ano de 2019 é simbolicamente marcante para a Qualidade em Portugal, enquanto momento de celebração de uma década de atividades da revista TMQ e da rede RIQUAL, e de cinco décadas de existência da APQ, pelo que, importa aproveitar estes justos momentos de celebração para apontar e construir caminhos de futuro. Desse ponto de vista, é particularmente gratificante poder participar neste número especial, sendo com imenso orgulho que nos associamos ao mesmo. A passagem em revista de algumas das nossas múltiplas reflexões, feitas ao longo de 25 anos, sobre a qualidade, combinada com o acompanhamento que dela fazemos no presente, a múltiplos níveis, ajudou-nos a clarificar padrões e perspetivar uma evolução, ou mesmo revolução da qualidade assente em dados. Como sempre foi o caso, mas agora no contexto da imensa diversidade e variedade de dados, em que vivemos e iremos viver, dando assim origem ao que se tem vindo a apelar como sendo a Qualidade 4.0 (Zairi, 2018). Este é incontornavelmente um dos temas mais determinantes do presente e futuro da qualidade e dos profissionais da qualidade.

Não esgotando, nem de longe nem de perto, o assunto, iremos caracterizar os contextos a partir dos quais emerge a Qualidade 4.0, acompanhando as análises das correspondentes implicações em termos de: abordagens à definição e medição da satisfação dos clientes ou outras partes interessadas das organizações; metodologias de análise e melhoria dos processos; modelos de adesão às novas tecnologias e paradigmas, garantindo que as novas oportunidades são inclusivas e capazes de abarcar o maior número possível de pessoas, entidades e territórios.

Palavras-chave: Qualidade 4.0; Qualidade baseada em dados; Novos paradigmas da qualidade.

Abstract: The year 2019 is symbolic for Quality in Portugal, as a moment of celebration of a decade of activities of TMQ magazine and the RIQUAL network, and five decades of APQ's existence, reason why it is important to take advantage of these just moments of celebration to point out and construct paths for the future. From this point of view, it is particularly gratifying to be able to participate in this special issue, and with great pride we associate. The review of some of our many reflections over 25 years on quality, combined with the current monitoring of it at multiple levels, has helped us to clarify standards and prospect an evolution, or even revolution of data-based quality. As always has been the case, but now in the context of the immense diversity and variety of data in which we live and we will live, thus giving origin to what has been dubbed as Quality 4.0 (Zairi, 2018). This is undoubtedly one of the most determining issues in the present and future of quality and quality professionals.

Without exhausting the subject at all, we will characterize the contexts from which Quality 4.0 emerges, following the analyses of the corresponding implications in terms of: approaches to the definition and measurement of satisfaction of customers or other stakeholders of organizations; methodologies for analysis and improvement of processes; models of adherence to new technologies and paradigms, ensuring that new opportunities are inclusive and capable of reaching as many people, entities and territories as possible.

Keywords: Quality 4.0; Data-based quality; New paradigms of quality.

1. Novas abordagens à definição e medição da satisfação

A qualidade sempre foi e continuará a ser centrada em boa medida na satisfação dos clientes ou utentes, num contexto de qualidade total, e igualmente na satisfação de uma panóplia mais alargada de partes interessadas, onde se incluem colaboradores, acionistas, fornecedores, parceiros, ou mesmo a comunidade local e a sociedade em geral, mormente no que se refere à sustentabilidade e impactes ambientais. Reconhecendo-se que assim é, frequentemente imperam, porém, mecanismos incipientes, senão mesmo contraproducentes, de aparente medição da satisfação, sem qualquer tipo de rigor metodológico, o que limita à cabeça a qualidade de qualquer decisão, que possa ser tomada com base em tal tipo de análise. Existem, porém, boas práticas disponíveis e claras tendências de evolução na medição da satisfação, que importa ter em consideração nos novos contextos da Qualidade 4.0, como veremos de seguida, com foco na aferição da satisfação dos clientes, ainda que constatações afins se possam fazer igualmente em relação a outras tipologias de partes interessadas.

Muito foi realmente dito e escrito nos últimos anos acerca da importância da satisfação do cliente e da qualidade percebida, enquanto componentes fundamentais da qualidade. Aliás, a história da medição da satisfação do cliente aparece estreitamente associada à própria evolução dos conceitos da qualidade dos produtos e serviços.

Há muito que se sabe também que a qualidade «técnica» (em sentido estrito) poderá ter um contributo muito limitado para ao sucesso das organizações, se não for adequadamente percebida pelos clientes, isto é, se não for acompanhada por níveis adequados da qualidade percebida, ou qualidade perspectivada em sentido mais amplo, que não apenas de conformidade, ou controlo da qualidade (Vilares e Coelho, 2011).

A insuficiência do foco na qualidade «técnica» tornou-se particularmente notória quando, ainda no século passado (em particular nos anos 90), se observou que empresas fornecedoras de produtos e serviços conformes entraram em sérias dificuldades, chegando mesmo a abrir falência (Vavra, 1997).

É devido a estas constatações que se assistiu, desde então, ao desenvolvimento de investigação, procurando não apenas medir a qualidade percebida e a satisfação do cliente, mas também, numa segunda fase, procurando mensurar os impactos da melhoria da qualidade de serviço nos resultados económico-financeiros das empresas. Os estudos de satisfação do cliente adquiriram assim um papel de

destaque nas organizações competitivas, desde os anos 80, e, em particular, desde os anos 90, mormente através dos trabalhos pioneiros associados ao modelo SERVQUAL (Parasuraman *et al.*, 1988, 1991), nas suas várias versões, e mais tarde de diversos estudos centrados na lealdade, experiência e jornada do cliente.

É, no entanto, de sublinhar que, com roupagens novas, todas estas abordagens têm como pano de fundo a ideia de que as organizações existem para servir e satisfazer os seus clientes e que essas são condições indispensáveis para a sobrevivência no longo prazo.

Muitas foram efetivamente as organizações que, nas últimas décadas, adotaram práticas de medição regular da satisfação dos clientes, mas, em muitos casos, com elevado insucesso, devido sobretudo às limitações metodológicas das abordagens seguidas. De facto, muitas organizações limitaram-se a aplicar questionários aos seus clientes e a realizar análise estatística descritiva e univariada dos resultados, percebendo-se, nalguns casos tardiamente, que estes em pouco ou nada contribuíam para o fornecimento de *insights* operacionais, ou orientações estratégicas adequadas sobre os rumos a seguir. É sobretudo já na última década e meia, que com o advento, nomeadamente dos Índices Europeu e Americano de Satisfação do Cliente (ECSI e ACSI), aparecem desenvolvimentos metodológicos inovadores, baseados em equações estruturais, permitindo passar a incorporar o diagnóstico dos níveis de satisfação e lealdade dos clientes e a identificar áreas prioritárias de atuação para as organizações numa base racional, cientificamente sólida e robusta (Vilares e Coelho, 2001, 2011).

Já no início do presente século XXI, observou-se ainda complementarmente a emergência de um novo paradigma e a resposta a um desafio central para as organizações: a identificação e quantificação das relações entre a qualidade, satisfação dos clientes e os resultados das organizações (Allen e Wilburn, 2002), as quais podem aliás ser encaradas como um dos maiores desafios, que se colocaram aos estudos de satisfação do cliente também nos últimos anos.

Foi em larga medida o trabalho desenvolvido nos índices nacionais de satisfação do cliente, que na Europa encontram o seu maior expoente em Portugal, através do Índice Nacional de Satisfação do Cliente (ECSI-Portugal), que atualmente estuda anualmente 16 setores de atividade e mais de 60 empresas, que permitiu abrir caminho para o estabelecimento de uma relação inequívoca e quantificável entre os resultados destes estudos e o desempenho económico-financeiro das organizações. Tais abordagens possibilitam medir e caracterizar o *Return on Quality* (ROQ) e o *Return on Marketing* (ROM), entre outros indicadores de impacto e retorno dos investimentos. O trabalho desenvolvido a este nível conduziu a um conjunto de avanços metodológicos, incluindo: *i*) a possibilidade de comparar índices de diferentes entidades, segmentos e variáveis, possibilitando o benchmarking entre eles;

ii) a capacidade de previsão de resultados, ou seja, dos índices servirem como indicadores avançados em relação ao desempenho da organização; *iii)* o potencial de diagnóstico, na medida em que os modelos estatísticos permitem explicar as causas dos valores obtidos nos diferentes índices e, em particular, nos índices de satisfação e de lealdade; *iv)* a faculdade de agregação, ao ser possível desenvolver de modo integrado índices para a organização, ou para segmentos específicos; *v)* a combinação dos indicadores que formam cada dimensão de análise (variável latente) de uma forma objetiva, que tem em conta, não apenas as correlações intra-dimensão, mas também a coerência global dos modelos desenhados e validados.

Mas, se é verdade que assistimos no início do século XXI a uma disrupção na forma de avaliar e gerir a satisfação do cliente, não é menos verdade que estamos atualmente à beira de uma nova e ainda mais significativa disrupção. Hoje, vivemos numa economia e numa sociedade digital, onde um número significativo de organizações atravessa uma intensa transformação. Organizações e clientes vivem submersos em gigantescas quantidades de dados, que assumem agora diferentes naturezas, desde formas estruturadas a formas totalmente desestruturadas, abarcando, por exemplo, imagens ou sons. Somos confrontados diariamente com fluxos de informação muitas vezes registados em diversas línguas, e que incluem suportes tão diferentes como bases de dados, sistemas de informação, o contexto web (e em particular as redes sociais, que mudaram radicalmente a forma como os indivíduos ou grupos comunicam e se relacionam entre si), dados de satélite, informação constante na comunicação social, e até contactos humanos. De facto, produzir informação com significado e indutora de conhecimento a partir de todas estas fontes tem sido uma tarefa extremamente complexa e desafiante. É reconhecido universalmente, que a sofisticação técnica, existente atualmente, na captura e armazenamento de dados, não tem encontrado ainda paralelo na capacidade, das organizações e sociedades, para transformar esses dados em informação utilizável e na geração plena de valor. O desafio consiste agora em transformar o oceano de dados em informação e conhecimento de suporte às tomadas de decisão. A orientação digital das organizações passou a ser fator determinante para a satisfação dos seus clientes, mas também o que se faz e diz no universo digital (media digital, redes sociais, etc.) é determinante na imagem que os clientes formam das entidades, que os servem e de outras que operam no mercado.

Neste contexto, um novo desafio da qualidade, situado no cerne da Qualidade 4.0, consiste em incorporar explicitamente o desempenho digital das organizações e a imagem digital das mesmas, como parte integrante da medição da satisfação e lealdade do cliente. Importa assim não apenas medir estes desempenhos, mas também perceber em que medida tais dimensões impactam nas atitudes e comportamentos dos clientes, e, em última instância, nos resultados das organizações. Este é

aliás o desafio que o ECSI-Portugal assumiu recentemente, através do qual se espera que venha também a assumir um papel pioneiro mundial no universo dos índices nacionais de satisfação do cliente ao, pela primeira vez, em 2019 (ano do seu 20º aniversário), passar a incorporar estas dimensões no processo de medição da satisfação do cliente, propondo igualmente metodologias para medir o seu impacto no *bottom-line* das organizações.

O futuro é inescrutável, mas os seus desafios não serão seguramente estranhos à nova complexidade que resulta da progressiva digitalização de toda a atividade humana e da progressiva «sensorização» do planeta. Cresce significativamente o número e natureza de equipamentos inteligentes e de sensores, que estão interligados e são capazes de aceder ou produzir dados em tempo real. Esta nova complexidade não apenas multiplica o número e formato das fontes de informação, mas sobretudo permite, ou mesmo obriga, a uma análise em tempo real, por contraponto às análises em diferido a que estávamos habituados. O desafio que aqui se coloca é cada vez mais o de obter e analisar dados virtualmente, a partir de qualquer lugar e em qualquer momento, o que se vai traduzir num dramático impacto ao nível da velocidade dos processos de tomada de decisão, criando a necessidade de adoptar, portanto, também novas formas de medição da satisfação do cliente, aquilo que poderemos chamar sendo *Real Time Customer Satisfaction Management*. Quantificar e sobretudo modelar a satisfação do cliente em tempo real, a partir de múltiplas fontes de dados, afigura-se como um novo desafio sem precedentes no contexto da Qualidade 4.0.

Em síntese, podemos então dizer que não estando em causa a manutenção da centralidade da satisfação dos clientes, enquanto um dos pilares essenciais da qualidade, na Qualidade 4.0 existe todo um novo conjunto de desafios quanto ao modo de caracterizar e monitorizar essa mesma satisfação. Indo muito para além de um adequado tratamento de dados recolhidos, a partir de questionários, podemos agora observar e aferir essa mesma satisfação, através de uma recolha em tempo real de números, palavras, imagens, filmes, vozes, redes sociais, ou qualquer combinação destas diferentes tipologias de dados, por forma a monitorizar essa mesma satisfação e sua evolução longitudinal em tempo real, dentro dos ambientes de «*big data*» em que cada vez mais se insere a gestão da Qualidade 4.0.

2. Metodologias de análise e melhoria dos processos

Uma boa parte da concretização no terreno da qualidade assenta, como os diversos referenciais da qualidade tão bem enunciam, na existência de uma adequada gestão baseada em processos. Um simples mas poderoso exemplo capaz de ilustrar o imenso potencial associado a metodologias de recolha e tratamento de dados processuais, com vista à melhoria da qualidade, prende-se com o tremendo sucesso secular alcançado através da adopção e implementação das «simples» cartas de controlo univariadas. Elas representam uma forma poderosa de escutar e analisar a «voz» do processo e agir em conformidade, de acordo com determinados pressupostos estatísticos, capazes de nos conduzirem também a um adequado entendimento dos diferentes tipos de variabilidade presentes. Segundo reza a história, Walter Shewhart terá aplicado pela primeira vez esta forma tão simples e simultaneamente tão poderosa de transmissão visual da evolução de uma determinada variável de processo ou produto, em 1924. Algo, que pela sua aparente simplicidade, não pode deixar de nos impressionar, e que talvez por isso mesmo tenha tido um impacto tão notável e duradouro em termos de compreensão e gestão da qualidade.

Com o crescimento do número de parâmetros monitorizados, e pegando ainda no exemplo concreto do Controlo Estatístico do Processo, a sua versão original deu origem a múltiplos desenvolvimentos de natureza multivariada (Saraiva e Reis, 2009).

Sem perder de vista a centralidade dos princípios e fundamentos da qualidade assente nos processos, que na sua essência permanecem inalterados, importa porém compreender que actualmente a diversidade, natureza, complexidade e sobretudo a quantidade de dados disponíveis, para gerar conhecimento, tomar decisões e gerir processos, aumentaram exponencialmente. É justamente este o contexto, em que a Qualidade 4.0 se posiciona e do qual emerge, assente em novas abordagens, capazes de explorar uma enorme diversidade de dados processuais, que porventura mesmo a estatística multivariada tem dificuldades em estudar da forma mais eficaz, sendo por isso complementada com a adopção de algoritmos de inteligência artificial e «*machine learning*».

Esta transformação não questiona a centralidade de uma gestão baseada em processos, mas antes tenta explorar os novos ambientes, ou realidades envolventes, para a fazer do modo mais eficiente, ao explorar convenientemente a imensidão de dados geradas, pelos diferentes tipos de processos centrais, no funcionamento do mais variado tipo de organizações, sejam elas industriais, prestadoras de serviços, privadas, ou da administração pública, sem ignorar também as de natureza política,

nas quais muitas vezes se jogam questões de milhares de milhões de euros (Saraiva 2018a,b). Se podem ter subsistido algumas dúvidas no passado, hoje todos reconhecemos que vivemos e iremos viver cada vez mais num mundo VICA (pautado por Volatilidade, Incerteza, Complexidade e Ambiguidade), igualmente pautado por gigantescas cadências de geração de dados da natureza mais diversa. Mais do que meros chavões, «*big data*», «*IoT (Internet of Things)*», ou indústria 4.0 são alguns dos ingredientes que é preciso levar muito a sério, de modo a gerir processos, algo a que a Qualidade 4.0 procura dar resposta.

Em particular, existe um conjunto de tópicos que aqui escolhemos para evidenciar os novos tipos de dados que os processos hoje em dia geram, com os correspondentes desafios e potencial de melhoria, que isso pode acarretar num contexto de Qualidade 4.0, seguidamente enunciados de forma necessariamente sintética e sequencial.

2.1. Diversidade da natureza dos dados disponíveis

Tradicionalmente, a gestão dos processos baseou-se sobretudo na utilização de indicadores de natureza numérica, fossem eles contínuos (por exemplo, no que se refere a medições de caudal, temperatura ou pressão) ou discretos (por exemplo, naquilo que corresponde a respostas dadas a questionários). Sucede, porém, que hoje em dia é possível complementar este tipo de dados com valores recolhidos por sensores inferenciais ou através de inúmeros dispositivos, frequentemente interligados entre si, abarcando igualmente dados qualitativos, comentários escritos, perfis temporais ou espaciais, voz, som e imagem, apenas para mencionar alguns exemplos.

Um grande desafio que aqui se coloca, no contexto da Qualidade 4.0, prende-se, portanto, justamente com a identificação, desenvolvimento e implementação prática das melhores técnicas disponíveis, para tratar esta panóplia de dados recolhidos nos processos, bem assim como para combinar, integrar e fundir valores provenientes desta enorme variedade de fontes de informação. Entre outras questões que aqui se colocam à Qualidade 4.0, podemos considerar a combinação de variáveis com resoluções e frequências de amostragem diferenciadas, dados quantitativos e qualitativos, dados estruturados e não estruturados.

2.2. Dados e tomadas de decisão multiescala

A natureza das decisões, que devem ser tomadas para otimizar as operações das organizações e interpretar a própria qualidade num contexto de Qualidade 4.0, é intrinsecamente multiescala (Saraiva, 2015), e o mesmo acontece com os conjuntos correspondentes de dados disponíveis. Do ponto de vista de gestão dos processos e sistemas, são tipicamente considerados seis níveis de controlo e otimização, a que correspondem escalas de tempo diferenciadas: *i*) medição e atuação (segundos); *ii*) gestão de alarmes e segurança (segundos); *iii*) controlo regulatório (minutos); *iv*) controlo preditivo baseado em modelos (horas); *v*) controlo de supervisão e otimização (dias); *vi*) planeamento e gestão da produção (meses). No entanto, num contexto de Qualidade 4.0, as camadas de decisão e fenómenos, que devem ser considerados tornam ainda maiores e mais diversificadas as diferentes escalas, a contemplar do ponto de vista de gestão da qualidade. Num extremo, temos que lidar com escalas muito locais de tempo e espaço, onde é necessário levar linha de conta a recolha e análise em tempo real dos dados correspondentes a fenómenos físicos e químicos bastante rápidos, que ocorrem em microescalas, a que corresponde a microqualidade (Saraiva, 2015). Com a crescente adopção de nanotecnologias e a aplicação industrial de reações químicas extremamente rápidas, estamos mesmo a caminhar para a recolha de dados e tomadas de decisões com base no que acontece na escala nano e dos picossegundos. No entanto, ao mesmo tempo e na mesma organização, também temos que tomar decisões de otimização, planeamento e gestão da produção, que normalmente se situam em escalas de tempo da ordem dos dias ou meses, e de espaço na ordem de metros ou centenas de metros. Mas, decisões mais estratégicas também devem ser tomadas (por exemplo, quanto aos produtos a ser fabricados em diferentes localizações fabris ou unidades de empresas multinacionais), abarcando também a gestão da qualidade fora do perímetro restrito das organizações, nomeadamente naquilo que se prende com as sucessivas cadeias de aprovisionamento, decisões de investimento ou impactos ambientais, o que obriga a olhar para a qualidade em escalas temporais de anos e escalas espaciais de milhares de km (perímetro da Terra).

Algumas das principais questões, que precisam de ser abordadas sob este paradigma multiescala dos dados e da qualidade, em ambientes de «*big data*», prendem-se com a criação de estruturas consistentes, para viajar de maneira coerente e fácil entre tais escalas e espaços de representação dos dados, tomada de decisões e gestão da qualidade. A isto acresce ainda a necessidade de escolher criteriosamente as melhores ferramentas possíveis para a análise de dados e gestão da qualidade nas várias camadas de resolução, que precisam de ser consideradas (Reis e Saraiva, 2008). Não sendo esse o caso, as decisões tomadas numa determinada

escala não garantirão qualquer tipo de otimização global, ou podem até ser contraditórias face a outras decisões, sugeridas em diferentes localizações no domínio do tempo/espço, conforme acima ilustrado. Para obter uma integração adequada de dados e qualidade, dentro destas configurações multiescala, é particularmente importante desenvolver caixas de ferramentas inteligentes de recolha, fusão e integração de dados, capazes de combinar de modo consistente fontes de dados e metodologias de análise dos mesmos, concebidas para uma determinada escala única de análise da qualidade.

2.3. Âmbitos alargados de dados e sistemas

Gerir a Qualidade 4.0 obriga a ter uma noção alargada dos perímetros e âmbitos de recolha e análise de dados a considerar. Na linha do que acima se referiu, tal significa olhar e gerir qualidade também fora dos muros organizacionais, podendo contemplar cadeias de valor globais, a gestão da cadeia de aprovisionamentos, estudo dos impactos ambientais ou sociais, locais e globais, segurança e aspectos regulatórios, redes de parcerias a serem consideradas, incluindo os principais intervenientes em I&D e possivelmente também canais abertos de inovação, além da gestão de riscos, da continuidade e sustentabilidade do negócio. Para o fazer eficazmente, importa criar ferramentas apropriadas para integrar dados e olhar de forma sistémica para uma paisagem da qualidade muito mais rica, variada e ampla.

2.4. Integração de diferentes tipos de dados e adopção das melhores tecnologias disponíveis

A análise integrada das diferentes perspectivas da qualidade relevantes, e dos correspondentes dados, pode obrigar a conjugar metodologias da qualidade com técnicas estatísticas adequadas, mas igualmente e cada vez mais também de inteligência artificial, «*deep learning*», «*text mining*», análise de sons e imagens ou perfis, com combinação de dados quantitativos e qualitativos. Acreditamos existir aqui um campo interessante de afirmação para uma nova geração de profissionais da qualidade, capazes de lidar com uma grande variedade de fontes de informação, ao serem competentes num conjunto alargado de ferramentas de análise de dados e «*data analytics*».

2.5. Utilização dos modelos adequados a cada contexto de gestão da qualidade

Nunca se deve subestimar a importância de desenvolver e aplicar bons modelos, enquanto forma de apoiar uma adequada tomada de decisões, nomeadamente em termos de gestão da qualidade, pois só «modelos perfeitos» poderão apoiar decisões «ótimas».

No contexto da Qualidade 4.0, além de se lidar com âmbitos de análise muito mais amplos, conforme já foi mencionado, também precisamos de tentar garantir que as melhores abordagens de modelação para a qualidade são empregues. Porém, é importante nunca esquecer, igualmente, que os esforços de modelação também devem ser levados em conta e podem ser bastante significativos. Por conseguinte, não faz muito sentido tentar chegar a modelos de «100 k€» para resolver problemas com um potencial de ganhos económicos da ordem de «10 k€». Quando mais dados ficam disponíveis, e quase sem custos significativos associados, é especialmente importante entender que, dependendo das «concentrações de dados» disponíveis no espaço de decisão, podemos ter que mudar os tipos predominantes de modelos, que são mais adequados para apoiar boas decisões em gestão da qualidade. Com as concentrações de dados a crescer exponencialmente, chegamos a situações em que um raciocínio meramente baseado em analogias (do tipo «vizinho mais próximo») leva-nos mesmo a fazer modelos «livres de modelos», no sentido de que não dependem de pressupostos fortes, equações, parâmetros ou relações funcionais explícitas, mas, tão somente, de inferências de comportamento por via do confronto com ocorrências idênticas, apoiadas em algoritmos de inteligência artificial. Para que isso aconteça, também aqui precisamos de profissionais da qualidade capacitados para criar e aplicar diferentes tipos de modelos de comportamento dos processos e apoio à decisão, em cada contexto concreto, sem forçar a adopção de uma determinada abordagem, por ser aquela que proventura melhor conhecem (como por exemplo a utilização de cartas univariadas de controlo estatístico do processo em situações claramente multivariadas).

2.6. Qualidade adaptativa e agilidade organizacional

No ambiente da Qualidade 4.0, as formas de definir ou gerir a qualidade em produtos, processos, ou mesmo nas organizações, obrigam a adoptar perspetivas dinâmicas de evolução e interpretação da qualidade em tempo real, com constante adaptação daquilo que significa e como pode ser optimizada, dentro de uma permanente evolução, que é possibilitada e deve ser alavancada nos correspondentes ambientes de «*big data*», nos quais a qualidade não pode, nem deve ser interpre-

tada de modo estático. Assim sendo, a agilidade organizacional passa a ser uma componente central da qualidade organizacional, o que pode obrigar também a encontrar novas métricas relacionadas com a aferição da qualidade dos produtos (a título de exemplo, veja-se como o conceito de «*Minimum Viable Product*» é contraditório face a visões centradas em ppm ou zero defeitos no lançamento de certos novos produtos ou serviços no mercado).

Curiosamente, este tipo de agilidade e experimentação organizacional, assente numa aprendizagem constante e adaptativa do modo ideal de condução dos processos, que tira partido dos dados gerados pelos mesmos, pode encontrar inspiração na abordagem EVOP («*Evolutionary Operation*»), sugerida por George Box, na década de 1960, ainda que não tenha contado então com a adesão ou atenção que porventura mereceria. Atualmente, com as enormes quantidades de dados recolhidos dos processos e as novas ferramentas computacionais de análise disponíveis, este tipo de agilidade operacional adaptativa vai tornar-se uma prática cada vez mais comum e central na afirmação da Qualidade 4.0, que obriga igualmente a ter ciclos de desenvolvimento de novas soluções cada vez mais curtos. Novas metodologias de teste da qualidade e de triagem, entre alternativas, são essenciais em Qualidade 4.0, incluindo validações precoces junto de clientes, ferramentas avançadas de simulação, recursos de prototipagem rápida, juntamente com impressão 3D e fabrico aditivo, tudo isto abrindo novos desafios à agilidade, que é também imperativa nas atividades de conceção e desenvolvimento de novos produtos ou serviços.

2.7. Qualidade personalizada

Personalização e customização massificada são uma outra tendência vital, que nos faz evoluir de uma «mesma qualidade» destinada a todos para uma «qualidade personalizada», feita à medida das necessidades específicas de cada cliente ou utente em concreto. Tal torna-se possível e premente num contexto de Qualidade 4.0, através do qual é possível recolher e analisar dados, que nos permitem identificar e caracterizar as preferências individuais de cada um de nós, a partir de dados históricos do mais variado tipo, conduzindo assim a uma segmentação da qualidade, que no limite pode levar a soluções praticamente individualizadas (o que se encontra já implementado num leque crescente de setores de atividade, enquanto noutros estamos a dar passos largos na mesma direção, como sucede com a medicina personalizada). Tudo isto acarreta um conjunto fascinante de novos desafios para os profissionais da Qualidade 4.0, com novos paradigmas assentes numa qualidade que varia de cliente para cliente, obrigando também, por isso mesmo, a uma extrema e renovada agilidade na condução dos processos produtivos, capazes também eles de oferecer soluções customizadas, em constante adaptação e virtual-

mente capacitados para fabricar um número infundável de soluções, bem assim como, para não estar quase nunca a produzir para o mesmo tipo de especificações, mormente através da gestão da qualidade em processos produtivos igualmente miniaturizados, intensificados e capazes de se adaptar às necessidades de fabrico competitivo de inúmeras alternativas de produtos ou serviços, sem perdas de tempo significativas na transição entre referências.

Como se procurou ilustrar, através dos tópicos acima referidos, novas realidades centradas na disponibilidade de dados e novas formas de os processar, obrigam a que na Qualidade 4.0 se tenha em consideração diferentes tipos de novas abordagens, para fazer da gestão da qualidade, assente em processos do mais variado tipo, um pilar fundamental da sustentabilidade e da competitividade pela qualidade no século XXI. À medida que crescentes fluxos de dados se tornam disponíveis, é fundamental entender também, que o acrónimo GIGO («*Garbage In Garbage Out*») é agora mais importante do que nunca, no sentido de que dados de baixa qualidade nunca nos permitirão criar boa gestão da qualidade. Assim sendo, uma parte importante da Qualidade 4.0 assenta na garantia da qualidade dos dados empregues para gerir processos, com altos níveis de relação «sinal-ruído» (Reis *et al.*, 2009) e capacidade de identificar e processar os dados que verdadeiramente são relevantes. Talvez importe neste tipo de enquadramento visitar o princípio de Pareto: em vez da clássica regra 80/20, que indicia que ao concentrar-nos nos 20% fatores críticos alcançamos 80% dos ganhos potenciais, podemos agora ter que lidar com algum tipo de regra «99/1», no sentido em que ao focarmos a nossa atenção em torno de 1% dos dados disponíveis (aqueles que verdadeiramente podem traduzir-se em informação), seremos porventura capazes de obter 99% do conhecimento relevante que pode ser extraído dos mesmos. Três questões críticas a este respeito, para efeitos de Qualidade 4.0, têm a ver com necessidades relacionadas com: *i*) desenvolvimento e adoção de filtros de dados adequados, para que possamos focar-nos no lado certo dos 1 % de dados disponíveis que realmente importam; *ii*) aplicação de técnicas de compressão de dados, de modo a não perder informação potencialmente valiosa, mas sem ocupar espaços mentais, ou informáticos com ruído, ou detalhes inúteis; *iii*) uso dos melhores espaços de representação do conhecimento para formular problemas e encontrar soluções, dependendo dos tipos de objetivos e decisões, que se deseja tomar no âmbito de qualquer atividade específica de gestão da qualidade baseada em dados e processos.

Na justa medida em que temos agora processos assentes em «*big data*», torna-se cada vez mais premente do ponto de vista de gestão da qualidade olhar, não tanto para a quantidade de dados disponível, mas sobretudo também para a qualidade desses mesmos dados. Esta tem de ser aferida, levando em consideração os objetivos e contextos específicos da análise a efectuar e das decisões que se pretendem tomar. Dito de outra forma, além da quantidade, temos de olhar para a qua-

lidade da informação (Kenett e Shmueli, 2017), sendo esta uma óptima oportunidade também de afirmação e especialização dos profissionais da Qualidade 4.0, dando lugar a novos tipo de «metrologias», onde se incluem a metrologia de perceções (Saraiva, 2001), de imagens, perfis ou «*big data*», sem esquecer nunca que a qualidade dos dados não pode ser dissociada dos contextos específicos de apoio à decisão em que se enquadram, e correspondentes objetivos, bem como da evidente necessidade em ambientes com «*big data*» de separar o trigo do jóio, o ruído dos verdadeiros sinais, ou mesmo a verdade da mentira, como eventos recentes, um pouco por todo o mundo, nos ajudam facilmente a perceber. É bem sabido que em qualquer projeto de «*Data Science*» uma fração muito substancial do tempo dispendido e recursos necessários se prende justamente com a recolha, compilação, organização, filtragem e pré-processamento dos dados, criando uma matéria-prima de qualidade, que depois permite proceder e potenciar o correspondente tratamento, análise, extração de padrões, conhecimento e conclusões. Precisamos desesperadamente de garantir e gerir a qualidade dos dados, ramo de especialização que pode ser altamente interessante para os profissionais da qualidade, que nesta nova e ampla área da «metrologia dos dados» se quiserem especializar.

Gerir a Qualidade 4.0 significa, portanto, encontrar os dados certos (grandes ou pequenos) gerados pelos processos, tratá-los da melhor maneira possível (muitas vezes tal pode obrigar a usar uma combinação de diferentes abordagens), e com isso apoiar as decisões mais acertadas (com aprendizagem adaptativa e contínua realizada nos espaços de decisão). Pessoas e organizações dispostas a ter esta abertura, flexibilidade e agilidade serão capazes de gerar cada vez mais e melhor valor baseado em dados, posicionando-se para estar entre os vencedores dos desafios da Qualidade 4.0, centrados numa boa definição e gestão de processos nos ambientes de transformação digital, que pautam o século XXI.

3. Adesão às novas tecnologias e paradigmas

A transformação digital acarreta um enorme conjunto de oportunidades, mas comporta igualmente diversos tipos de riscos, também no espaço da qualidade. Tendo a Qualidade 4.0 fortes componentes de comunicação eletrónica, uma das suas vertentes pode ser identificada como «*e-quality*», termo que simbolicamente traduz também a possibilidade em Qualidade 4.0 ser possível aceder e intervir em pé de igualdade com todos os profissionais da qualidade repartidos pelo mundo

(Saraiva, 2001b), tirando partido das mesmas oportunidades e desafios. Porém, se existe este lado potencialmente inclusivo, no sentido de se democratizar a qualidade junto de todos e com todos, por via das plataformas eletrónicas de comunicação, há igualmente um reverso da medalha a ter igualmente em consideração. De facto, em contraponto a este potencial de inclusão, importa reconhecer que os padrões da qualidade continuam a ser repartidos de forma bastante heterogénea entre diferentes tipos de territórios (Sampaio *et al.*, 2018) ou organizações.

Como sempre foi apanágeo da qualidade, além dos valores médios, terá de haver um esforço individual e coletivo para esbater crescentes valores de dispersão ou desvio padrão associados à distribuição da qualidade. Só deste modo podemos tentar assegurar que a Qualidade 4.0 chega ao maior número possível de pessoas, organizações e territórios, assim se combatendo assimetrias e heterogeneidades.

Por forma a que assim seja realmente, especial atenção deve ser prestada a algumas caudas das distribuições de probabilidade, ao garantir, por exemplo, que os desafios da transformação digital e da Qualidade 4.0 não se ficam pelas grandes empresas, antes abarcando igualmente o enorme manancial de micro, pequenas ou médias empresas (MPME), em que assenta uma boa parte do tecido económico e social (Saraiva e Viegas, 2019).

Para o efeito, devemos ser capazes de entender e aplicar convenientemente os modelos mais adequados explicativos da adoção e difusão das tecnologias, por forma a tentar evitar que a Qualidade 4.0 se possa afirmar a múltiplas velocidades. Só assim conseguiremos promover uma migração ambiciosa, rápida e eficaz do maior número de organizações para este novo paradigma de gestão da qualidade, explorando convenientemente as abordagens da Qualidade 4.0, imperativas para um sucesso sustentável e sustentado pela qualidade dentro dos ambientes em que vivemos de Indústria 4.0 (Castelo-Branco *et al.*, 2019). O termo «Indústria 4.0» surgiu em 2011, caracterizando os processos produtivos altamente digitalizados, através dos quais os dados fluem entre máquinas, minimizando a intervenção humana (Qin *et al.*, 2016). Este conceito, fortemente apoiado no seu desenvolvimento por entidades alemãs, aponta para uma eventual quarta revolução industrial, por analogia com outros períodos da história, em que a introdução de alterações estruturais nos processos produtivos gerou inovações disruptivas e mudanças de paradigma, com fortes impactos na produtividade, além de ter permitido a criação de novos modelos de negócio.

Assim sendo, um dos pressupostos para a implementação da Qualidade 4.0 num mundo de Indústria 4.0, com os correspondentes benefícios para as organizações, pessoas e a sociedade em geral, assenta na disponibilidade e adequado uso de tecnologias de informação e comunicação (TIC), também no contexto específico de uma conveniente gestão da qualidade. Assim sendo, a adoção e uso das tecnologias

deve registrar-se de forma tão homogênea quanto possível em todos os níveis relevantes, que vão desde os indivíduos até às sociedades, passando pelas organizações.

Infelizmente, tal não se tem verificado de forma minimamente homogênea, mesmo nas zonas do globo que são mais (digitalmente) desenvolvidas, como a União Europeia, onde assimetrias significativas na adoção e uso das TIC ao nível de indivíduos, empresas e Estados-Membros se encontram bem identificadas (Cruz-Jesus *et al.*, 2012), com posições de destaque e liderança igualmente reconhecidas a nível internacional, como é o caso singular da «e-Estónia».

O estudo de assimetrias, ou divisões digitais tem vindo a ganhar uma atenção crescente na literatura em sistemas de informação (Scheerder *et al.*, 2017), dada a relevância das TIC no universo da transformação digital, e por conseguinte também de afirmação da Qualidade 4.0. As TIC encontram-se cada vez mais disseminadas por virtualmente todos os setores da nossa sociedade (European Commission, 2015). Estudos recentes têm demonstrado que o investimento nas TIC tem como resultado melhorias económicas, tais como o aumento da produtividade, redução dos custos operacionais, criação de novas oportunidades de negócio e emprego, maior inovação, e aumento do comércio (Irani, 2002; Weerakkody *et al.*, 2015), além de serem vitais para uma rápida evolução da qualidade para o paradigma da Qualidade 4.0.

De acordo com a International Telecommunications Union (ITU, 2014), as TIC vão continuar a desempenhar um papel cada vez maior na facilitação do acesso à informação e conhecimento. À medida que mais pessoas se juntam à sociedade da informação, compreender a difusão das TIC na construção da Qualidade 4.0 torna-se especialmente relevante, já que tal vai determinar progressos ou divisões no acesso ao mundo digital, à tecnologia e à repartição mundial da Qualidade 4.0, movimento que encontra neste momento dinâmicas muito fortes de evolução por exemplo na China, Índia e Médio Oriente (Saraiva, 2019b).

Inicialmente, a divisão digital era definida como correspondendo à assimetria existente entre aqueles que têm acesso a TIC e aqueles que o não têm (US Department of Commerce, 1999). Com a crescente complexidade das TIC, esta definição foi, no entanto, rapidamente evoluindo, dando lugar a novas terminologias. Apesar de antiga, uma das definições mais relevantes no contexto do estudo da divisão digital é a dada pela OECD (2001): «o termo divisão digital refere-se à assimetria entre indivíduos, agregados familiares, empresas e áreas geográficas, em diferentes níveis socioeconómicos relativamente à oportunidade dos mesmos em aceder a TIC e usar a Internet para um variado leque de atividades». Regra geral, consideram-se dois tipos principais de divisões digitais: domésticas ou intranacionais (onde se

incluem indivíduos e organizações) e internacionais (entre países ou grandes regiões do globo).

Em relação ao primeiro tipo de divisão digital (intranacional), a literatura indica que existe um (muito) maior risco de exclusão dos indivíduos mais idosos, mulheres, daqueles com menores rendimentos ou níveis de escolaridade, com deficiências, que vivam em zonas rurais, ou associados a determinadas minorias étnicas (Crenshaw e Robison, 2006; US Department of Commerce, 2000; Vicente e Lopez, 2008, 2010a, 2010b).

No contexto organizacional, especialmente relevante em termos da Qualidade 4.0, estudos desenvolvidos nesta área indicam que organizações de maior dimensão são mais propensas a adotar TIC inovadoras do que organizações de menor dimensão (Dewan e Riggins, 2005). No entanto, existem também estudos contraditórios sobre este mesmo ponto, dado que, grandes empresas tipicamente possuem maiores níveis de inércia associados (Zhu *et al.*, 2006). Na verdade, para além da dimensão, outros fatores tornam as organizações mais ou menos propensas a adotar TIC e, por isso mesmo, a adotar uma abordagem da qualidade assente na Qualidade 4.0. São exemplo disso mesmo o contexto tecnológico e ambiental (Tornatzky e Fleischer, 1990), o apoio da gestão de topo (Rogers, 2005), ou as pressões competitivas e de parceiros de negócio (Iacovou *et al.*, 1995; Powell e DiMaggio, 1991), tendo já sido as assimetrias na adoção de inovações tecnológicas a nível organizacional analisadas por diferentes autores (Oliveira e Martins, 2011).

Num contexto ainda mais amplo, dentro daquilo que podemos chamar como «macroqualidade» (Saraiva, 2015; Saraiva *et al.*, 2018), uma análise comparativa evidencia que os países onde uma determinada organização se situa condicionam as suas opções em termos da qualidade e Qualidade 4.0, havendo diferentes tipos de abordagens que dependem fortemente de contextos culturais e sociais (Sampaio *et al.*, 2018). Tal acontece, não apenas em termos de adesão ou interpretação da qualidade, mas igualmente no que se prende com a adoção por exemplo do *e-Business* (Oliveira e Martins, 2010), «*business analytics*» (Côrte-Real *et al.*, 2017), ou da Indústria 4.0 (Castelo-Branco *et al.*, 2019). Um dos primeiros estudos a analisar a assimetria de adesão às TIC por diferentes países foi o trabalho desenvolvido por Hargittai (1999), que concluiu que aspetos relacionados com o rendimento, educação, língua materna, ambiente legal e infraestrutura tecnológica eram os principais antecedentes da divisão digital identificada entre territórios. Três anos depois, Corrocher e Ordanini (2002) concluíram que seis fatores (mercado, difusão, infraestrutura, recursos humanos, competitividade e competidores) eram os principais motores da adoção de TIC a nível das nações. Em qualquer caso, parece ser possível evidenciar que o principal «*driver*» das assimetrias digitais é o desenvolvimento económico (Cruz-Jesus *et al.*, 2017). Um estudo recente (Cruz-Jesus *et al.*, 2018), desenvolve e

testa um modelo teórico para compreender a divisão digital, concluindo que o baixo PIB per capita, a reduzida educação, a percentagem de pessoas a viver em zonas rurais, e o tamanho (área) dos países são os principais inibidores do desenvolvimento digital.

Em suma, existe hoje evidência de que para além dos fatores intrínsecos às organizações, também as características dos indivíduos com os quais estas lidam, quer sejam colaboradores, clientes, ou parceiros, assim como o próprio ambiente (nacional) onde estas operam, acabam por desempenhar um papel crítico no sucesso da Qualidade 4.0 enquanto estratégia. A sua afirmação depende igualmente das capacidades, a múltiplos níveis, de adesão e aproveitamento das novas tecnologias e em particular das TIC e correspondentes oportunidades de transformação digital.

Por isso mesmo, olhar para a Qualidade 4.0 e fazer *benchmarking* no seu contexto obriga-nos a olhar, não apenas para onde estamos, mas igualmente para a velocidade a que nos movimentamos e com que tipo de aceleração. Tão ou mais importante do que os KPI enquanto tais (localização), tornam-se as suas primeiras (velocidade) e segundas derivadas (aceleração). Uma organização, ou um território com Qualidade 4.0 precisam necessariamente, portanto de possuir associados, fortes dinamismos e componentes de agilidade (Carvalho *et al.*, 2017), com constante vigilância ao que se passa dentro e fora dos seus perímetros em termos de valores, primeiras e segunda derivadas desses mesmos valores.

A emergência da Qualidade 4.0 abre um leque enorme de potencialidades, mas igualmente de riscos, nomeadamente de criação de realidades de vivência da qualidade a vários patamares, com potencial exclusão de pessoas, organizações ou territórios, demasiado inertes face aos ritmos vertiginosos de transformação digital que todos atravessamos. Importa por isso entender adequadamente os mecanismos de adoção das tecnologias e fenómenos explicativos das assimetrias, por forma a assegurar uma transição tão suave e homogénea quanto possível para este novo universo da digitalização e correspondente migração para a Qualidade 4.0, realidades a que Portugal não pode nem deve escapar. Só desse modo será possível garantir uma rápida evolução do nosso País para a Qualidade 4.0, assente em paralelo num ambiciosa cadência de transformação digital, por forma a garantir que continuamos a ocupar um lugar entre as primeiras 25 nações em termos de qualidade (Cubo *et al.*, 2019), bastante mais generoso do que aquele que tipicamente se nos encontra associados noutros tipos de *rankings* internacionais, como aqueles que dizem respeito à competitividade, onde temos sempre ficado abaixo das primeiras 30 ou 40 posições.

Só com o esforço racionalmente orientado de todos nós, e em particular dos profissionais da qualidade, seremos portanto capazes de garantir que a Qualidade 4.0,

ou «*e-quality*», trará ganhos de progresso nos níveis médios da qualidade, mas igualmente de esbatimento das assimetrias, variabilidade entre pessoas, organizações ou territórios, assegurando portanto que «*e-quality*» será também sinónimo neste caso de «*equality*», ou seja de uma Qualidade 4.0 inclusiva e dotada de coesão económica, social e territorial.

4. Conclusões

Como alertava e bem o nosso grande Camões, no século XVI, «Mudam-se os tempos, mudam-se as vontades» e «Todo o mundo é composto de mudança, tomando sempre novas qualidades». O século XXI está a ser um mundo de profunda mudança, sendo parte dela fortemente assente na transformação digital e na emergência dos dados, enquanto a principal matéria-prima que pode e deve ser devidamente aproveitada pelas pessoas, organizações e sociedades, sendo convenientemente convertida em valor. Assim sendo, trata-se de um novo mundo com imensas novas qualidades, quando devidamente trabalhadas pela própria gestão da qualidade e seus protagonistas, sobretudo por e para todos aqueles que compreendam a profunda mudança, que representa a mudança para o novo paradigma da Qualidade 4.0, que aqui se procurou descrever a partir de três perspetivas que se nos afiguram ser particularmente inspiradoras e relevantes.

Na essência, os princípios essenciais da qualidade permanecem inalterados. Continua a ser essencial perceber que ela resulta em boa medida de uma adequada recolha, tratamento e decisão inspirada na conjugação entre vozes dos clientes ou outras partes interessadas, e os sistemas e correspondentes processos, sem esquecer nunca que, além da evolução dos valores médios, podemos e devemos sempre de forma solidária combater eventuais assimetrias, dispersões ou exclusões dos movimentos e dinâmicas da qualidade.

O que muda, e de forma radical, são as quantidades ou variedades de dados disponíveis, e portanto igualmente as metodologias mais adequadas para os recolher, analisar e converter em valor. Por sua vez, tal pode igualmente requerer leituras mais vastas e adequadas daquilo que a qualidade representa, enquanto algo que se relaciona com o grau de satisfação gerado por qualquer tipo de interação (Antilla e Jussila, 2017), sendo que num contexto de Qualidade 4.0 e de «Internet das Coisas» podemos eventualmente até começar a considerar neste tipo de enquadramento, não apenas interações entre pessoas, mas entre «coisas» e pessoas, ou mesmo entre «coisas» e outras «coisas».

Compete aos profissionais da qualidade, e a todos nós portanto, compreender este imperativo de evolução, por via de renovados leques de competências e conhecimentos, que incontornavelmente são necessários para que sejam elementos transformadores determinantes na construção da Qualidade 4.0 em Portugal e no mundo (Saraiva, 2017), adaptando-se, ou nalguns casos mesmo reinventando-se, sob pena de assim não sendo ficarem condenados a um papel relativamente marginal de geração de valor (Zairi, 2017).

■ Referências bibliográficas

- Allen, D.; Wilburn, M. (2002), *Linking Customer and Employee Satisfaction to the Bottom Line*, ASQ Press.
- Antilla, J. e K. Jussila, (2017) «Understanding quality – conceptualization of the fundamental concepts of quality», *International Journal of Quality and Service Sciences*, Vol. 9 Issue: 3/4, pp. 251-268.
- Carvalho, A., P. Sampaio, E. Rebentisch, J. Carvalho e P. Saraiva (2017), «Operational Excellence, Organisational Culture and Agility: the missing link?», artigo aceite para publicação na *Total Quality Management & Business Excellence*, e já publicado *online*, p. 1-20.
- Castelo-Branco, I., Cruz-Jesus, F., & Oliveira, T. (2019), «Assessing Industry 4.0 readiness in manufacturing: Evidence for the European Union», *Computers in Industry*, 107, 22-32.
- Corrocher, N., & Ordanini, A. (2002), «Measuring the digital divide: a framework for the analysis of cross-country differences», *Journal of Information Technology*, 17.
- Côrte-Real, N., Oliveira, T., & Ruivo, P. (2017), «Assessing business value of Big Data Analytics in European firms», *Journal of Business Research*, 70(Supplement C), 379-390.
- Crenshaw, E. M., & Robison, K. K. (2006), «Globalization and the Digital Divide: The Roles of Structural Conduciveness and Global Connection in Internet Diffusion», *Social Science Quarterly*, 87(1), 190-207.
- Cruz-Jesus, F., Oliveira, T., & Bacao, F. (2012), «Digital divide across the European Union», *Information & Management*, 49(6), 278-291.
- Cruz-Jesus, F., Oliveira, T., & Bacao, F. (2018), «The Global Digital Divide: Evidence and Drivers», *Journal of Global Information Management*, 26(2), 1-26.
- Cruz-Jesus, F., Oliveira, T., Bacao, F., & Irani, Z. (2017), «Assessing the pattern between economic and digital development of countries», *Information Systems Frontiers*, 19(4), 835-854.
- Cubo, C., P. Saraiva, P. Sampaio e M. Reis (2019), «2017 World State of Quality: first worldwide results», artigo aceite para publicação na revista *Total Quality Management & Business Excellence* e já disponibilizado *online*, p. 1-10.
- Dewan, S., & Riggins, F. J. (2005), «The Digital Divide: Current and Future Research Directions», *Journal of the Association for Information Systems*, 6(12), 298-337.
- European Commission (2015), *A Digital Single Market Strategy for Europe*.

- Hargittai, E. (1999), «Weaving the Western Web: explaining differences in Internet connectivity among OECD countries», *Telecommunications Policy*, 23(10-11), 701-718.
- Iacovou, C. L., Benbasat, I., & Dexter, A. S. (1995), «Electronic data interchange and small organizations: Adoption and impact of technology», *MIS Quarterly*, 19(4), 465-485.
- Irani, Z. (2002), «Information systems evaluation: navigating through the problem domain», *Information & Management*, 40(1), 11-24.
- ITU (2014), *Measuring the Information Society Report 2014*.
- Kenett, R. e G. Shmueli (2017), *Information Quality – the potential of data and analytics to generate knowledge*, Wiley.
- OECD (2001), *Understanding the Digital Divide* (pp. 32), Paris: OECD Publications.
- Oliveira, T., & Martins, M. F. (2010), «Understanding e-business adoption across industries in European countries», *Industrial Management & Data Systems*, 110(9), 1337-1354.
- Oliveira, T., & Martins, M. F. (2011), «Information Technology Adoption Models at Firm Level: Review of Literature», *The Electronic Journal Information Systems Evaluation*, 14(3), 123-134.
- Parasuraman, A.; Zeithaml, V.; Berry L. (1988), «SERVQUAL: A Multiple-Item Scale for Measuring Customer Perceptions of Service Quality», *Journal of Retailing*, vol. 64, pp. 12-40.
- Parasuraman, A.; Zeithaml, V.; Berry L. (1991), «Refinement and reassessment of the SERVQUAL scale», *Journal of Retailing*, vol. 67, pp. 420-450.
- Powell, W. W., & DiMaggio, P. (1991), *The New Institutionalism in Organizational Analysis*, University of Chicago Press.
- Qin, J., Liu, Y., & Grosvenor, R. (2016), «A Categorical Framework of Manufacturing for Industry 4.0 and Beyond», *Procedia CIRP*, 52, 173-178.
- Reis, M. e P. Saraiva (2008), *Multivariate and Multiscale Data Analysis*, chapter 13 in Coleman, S., T. Greenfield, D. Stewardson and D. Montgomery (Editors), *Statistical Practice in Business and Industry*, p. 337-370, John Wiley & Sons.
- Rogers, E. M. (2005), *Diffusion of Innovations* (5 ed.), New York: Free Press.
- Sampaio, P., P. Saraiva, C. Cubo e M. Reis (2018), «From Another Quality Dimension: a new study compares and ranks countries by their quality», *Quality Progress*, 51(12), p. 50-57.
- Saraiva, P. e L. Viegas (2019), «Digital Business Diagnostic Tools for SMEs», capítulo inserido em relatório da OCDE *Leveraging Business Development Services for SME Productivity Growth – International Experience and Implications for UK Policy*, p. 83-103, OCDE.
- Saraiva, P. e M. Reis (2009), «Ouvir e Interpretar Dados no Século XXI», *Qualidade*, XXXVIII (3), p. 28-38.
- Saraiva, P. (2017), «A Qualidade do Futuro dos Profissionais da Qualidade», *Qualidade*, (2), p. 14-20.
- Saraiva, P. (2001a), «Algumas Perspectivas de Evolução da Qualidade», *Fundação*, 221, p. 23-27.
- Saraiva, P. (2018b), «Analytics in Government and Politics: billion dollar questions and answers!», coluna de opinião publicada por convite na *JMPForeword – The statistical discovery magazine*, SAS, Março 2018, p. 7-8.
- Saraiva, P. (2019), «Excellence 4.0 in the Public Sector: some lessons from the UAE experience», artigo aceite para publicação no *International Journal of Excellence in Government*.
- Saraiva, P. (2001b), «Profissionais da Qualidade: um perfil em mudança», comunicação convidada apresentada no *26º Colóquio da Qualidade*, promovido pela APQ, e publicada no respectivo livro de actas, p. 181-200, Lisboa.

- Saraiva, P. (2015), «Qualidade Glocal», *Qualidade*, XLIV (4), p. 6-10.
- Saraiva, P. (2018a), «Quality and Statistical Thinking in a Parliament and Beyond», *Quality Engineering*, 30(1), p. 2-22.
- Saraiva, P., P. Sampaio, C. Cubo e M. Reis (2018), «Macroquality Measurement: World State of Quality and European Quality Scoreboard Approaches and Results», artigo aceite para publicação na revista *Total Quality Management & Business Excellence*, e publicado online, 17 páginas.
- Scheerder, A., van Deursen, A., & van Dijk, J. (2017), «Determinants of Internet skills, uses and outcomes. A systematic review of the second- and third-level digital divide», *Telematics and Informatics*, 34(8), 1607-1624.
- Tornatzky, L. G., & Fleischer, M. (1990), *The Processes of Technological Innovation*. Lexington, MA: Lexington Books.
- US Department of Commerce (1999), *Falling through the Net III: Defining the Digital Divide*.
- US Department of Commerce (2000), *Falling through the Net IV: Toward Digital Inclusion*.
- Vavra, Terry G. (1997), *Improving your Measurement of Customer Satisfaction: A Guide to Creating, Conducting, Analysing and Reporting Customer Satisfaction Measurement Programs*, ASQ Quality Press, Milwaukee.
- Vicente, M. R., & Lopez, A. J. (2008), «Some empirical evidence on Internet diffusion in the New Member States and Candidate Countries of the European Union», *Applied Economics Letters*, 15(13), 1015-1018.
- Vicente, M. R., & Lopez, A. J. (2010a), «A Multidimensional Analysis of the Disability Digital Divide: Some Evidence for Internet Use», *The Information Society*, 26(1), 48-64.
- Vicente, M. R., & Lopez, A. J. (2010b), «What drives broadband diffusion? Evidence from Eastern Europe», *Applied Economics Letters*, 17(1), 51-54.
- Vilares, M. J.; Coelho, P. S. (2001), *Índice Nacional de Satisfação de Cliente – Relatório Metodológico*, IPQ.
- Vilares, M. J.; Coelho, P. S. (2011), *Satisfação e Lealdade do Cliente – Metodologias de avaliação, gestão e análise*, 2ª edição, Escolar editora.
- Weerakkody, V., Irani, Z., Lee, H., Osman, I., & Hindi, N. (2015), «E-government implementation: A bird's eye view of issues relating to costs, opportunities, benefits and risks», *Information Systems Frontiers*, 17(4), 889-915.
- Zairi, M. (2017), *Deep in Crisis – the Uncertain Future of the Quality Profession*, ECBM Publishing.
- Zairi, M. (2018), *Disruptive Quality for the Digital Era – Quality 4.0*, Excellence Tetralogy.
- Zhu, K., Kraemer, K. L., & Xu, S. (2006), «The Process of Innovation Assimilation by Firms in Different Countries: A Technology Diffusion Perspective on E-Business», *Management Science*, 58(10), 1557-1576.