



Framework para aumento da confiança nas medidas e da segurança de produtos nas cidades inteligentes

Framework for increasing confidence in measurements and product safety in smart cities.

A L M de Oliveira¹, E Margotti¹, M B Demay¹, A Soratto² e E A S de Oliveira³

¹ Centro de Metrologia e Instrumentação, CERTI, Florianópolis, 88040-970, Brasil

² Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia, Inmetro, Duque de Caxias, 25250-020, Brasil

³ Departamento de Ciências Exatas e Educação CEE, UFSC, Blumenau, 89036-002, Brasil

aeo@certi.org.br; mbd@certi.org.br; elm@certi.org.br; presidente@imetro.sc.gov.br; edna.araujo@ufsc.br

Resumo: O crescimento urbano e do consumo observado nas últimas décadas têm se tornado um dos principais desafios dos gestores públicos incluindo, dentro do contexto, o aumento da disponibilidade de produtos sujeitos à avaliação da conformidade – foco da metrologia legal. Em paralelo observa-se que a ampla disseminação das tecnologias da informação traz novas possibilidades de percepção dos problemas urbanos, apropriando-se da inteligência coletiva em modelos de colaboração e, em paralelo, de capacitação direcionada. Neste contexto, visualizou-se oportunidades na conexão entre crowdsourcing, crowdsensing e a metrologia legal, integrando a inteligência coletiva, a responsabilidade social e a possibilidade de educação pela metrologia e a avaliação da conformidade, suprimindo a carência de estratégias motivacionais para engajamento cívico dos cidadãos em questões públicas a este respeito. Um framework é aqui proposto, com vistas ao aumento da confiabilidade e do alcance da avaliação da conformidade de produtos e serviços nas cidades inteligentes.

Abstract: The urban growth and consumption witnessed in recent decades have become one of the main challenges for public administrators, including the increased availability of products subject to conformity assessment - the focus of legal metrology. Simultaneously, the widespread adoption of information technologies brings new possibilities for understanding urban issues, leveraging collective intelligence through collaborative models and targeted capacity-building. In this context, opportunities arise in the connection between crowdsourcing, crowdsensing and legal metrology, integrating collective intelligence, social responsibility, and the potential for education through metrology and conformity assessment, addressing the lack of motivational strategies for people civic engagement in public matters related to this field. A framework is proposed here, aiming to enhance the reliability and scope of product and service conformity assessment in smart cities.



1. Cidades inteligentes e a responsabilidade pelo bem-estar

O rápido crescimento da população urbana, em todo o mundo, desafia gestores e pesquisadores a definir uma forma mais inteligente de gerenciar o número crescente de problemas advindos como consequência da urbanização. O novo rótulo para essas cidades é “smart cities” [1].

Tal conceito tem atraído considerável atenção das mais diversas economias. O Brasil, por exemplo, iniciou em 2019 um estudo por uma iniciativa conjunta entre MDR e MCTI, que visou organizar e explicitar uma agenda pública brasileira sobre o tema da transformação digital nas cidades do país como forma de apoiar o desenvolvimento urbano sustentável. Como resultado desta, em 2020 é publicada a “Carta Brasileira de Cidades Inteligentes” que aponta que cidades inteligentes são aquelas

“comprometidas com o desenvolvimento urbano e a transformação digital sustentáveis, em seus aspectos econômico, ambiental e sociocultural, que atuam de forma planejada, inovadora, inclusiva e em rede, promovem o letramento digital, a governança e a gestão colaborativas e utilizam tecnologias para solucionar problemas concretos, criar oportunidades, oferecer serviços com eficiência, reduzir desigualdades, aumentar a resiliência e melhorar a qualidade de vida de todas as pessoas, garantindo o uso seguro e responsável de dados e das tecnologias da informação e comunicação” [2].

Essas cidades inteligentes devem ser: diversas e justas; vivas e para as pessoas; conectadas e inovadoras; inclusivas e acolhedoras; seguras, resilientes e autorregenerativas; economicamente férteis; ambientalmente responsáveis; articuladoras de diferentes noções de tempo e de espaço; conscientes e capazes de atuar com reflexão e; atentas e responsáveis com seus princípios [1] [2].

Em tal ponto, cabe a reflexão de que os aspectos de segurança relacionados às pessoas e ao meio ambiente nas transações comerciais estão claramente alinhados aos aspectos das cidades inteligentes e em clara relação com os conceitos de avaliação da conformidade e metrologia legal.

2. Conceitos relacionados

Em conceito simplificado, é possível colocar que a metrologia legal é a área da metrologia relacionada às exigências legais, técnicas e administrativas referentes às unidades de medida, aos métodos e instrumentos de medição, que são desenvolvidas por órgãos competentes. Por sua vez, a Avaliação da Conformidade é a “demonstração de que requisitos especificados são atendidos” [3].

Outro conceito importante neste contexto é a crescente possibilidade de aproveitamentos de mecanismos de crowdsourcing dentro das cidades inteligentes. O crowdsourcing, que pode ser traduzido diretamente do inglês como uma “terceirização coletiva” ou também uma contribuição colaborativa, traz a capacidade de aproveitamento do poder da inteligência coletiva para atingir um objetivo comum [4] ou seja, permite sistemas de governança com ativa participação dos cidadãos interessados, com novos modelos e conscientização [5]. Utilizando também de meios a partir do crowdsensing, ou sensoriamento coletivo, que traz o conceito de coleta de dados do ambiente físico ou virtual por meio de sensores em dispositivos móveis ou objetos conectados por internet das coisas - IoT [6], a exploração do poder da inteligência coletiva pode ganhar em confiabilidade, com a transformação de dados qualitativos em quantitativos com vistas ao incremento da inteligência das cidades e à auto-organização da colaboração de grandes grupos de pessoas [7].

3. Disseminação em massa do uso de sensores

A metrologia legal e a avaliação da conformidade têm grande potencial para se beneficiarem do crowdsourcing e do crowdsensing, pois atuam sobre um universo de mais de cinco milhões de estabelecimentos comerciais e industriais em todo o país, que são submetidos a algum tipo de controle periódico, o que demanda atualmente enorme investimento de recursos humanos e financeiros por parte dos fiscalizadores.

O investimento em processos para uso dos sistemas disponíveis nas imediações, ao invés de novas instalações, e a divisão da responsabilidade de coleta das informações com a população podem trazer grandes benefícios no CAPEX e no OPEX (respectivamente, investimentos em infraestrutura e investimentos em manutenção da operação) e, conseqüente, garantida economicidade dos investimentos públicos de fiscalização.

Tratando-se de medições e rastreabilidade, um dos grandes possíveis aliados é o smartphone, disponível à grande parcela da população das cidades atuais. Um smartphone moderno pode ter dezenas de sensores, alguns com alta flexibilidade de atuação, com o aproveitamento de conjuntos ópticos e lógicos de câmeras, algumas vezes duplas ou triplas, microfones, acelerômetros, termômetros, higrômetros, dentre outros [8] ilustrados na figura 1, e até alguns sensores com medições indiretas, como geralmente é apresentado o pedômetro, por exemplo, ou medições dimensionais.

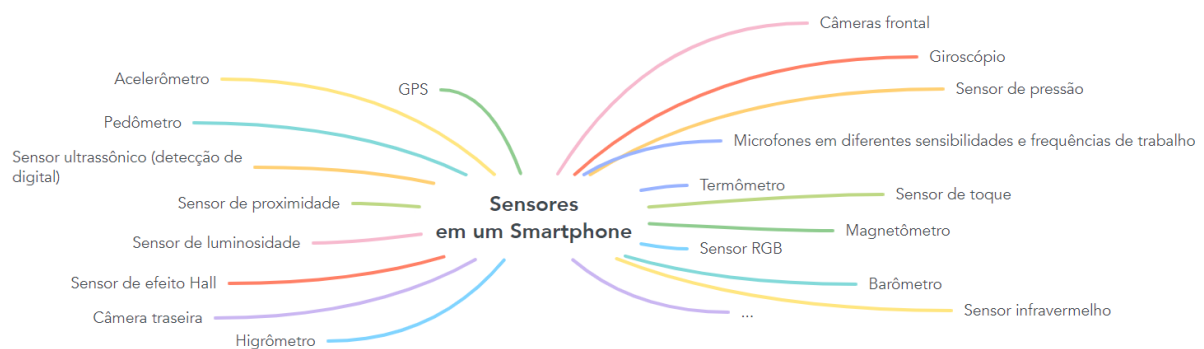


Figura 1. Alguns sensores presentes em smartphones modernos [Elaboração própria].

É certo que a diversidade de modelos, marcas e capacidades dos sensores disponíveis nas tantas opções de smartphones atuais deve ser considerada, sob o risco de criar motivos de disputas sem considerações de incertezas, não somente de equipamento, mas também do método de medição, e evitando questionar o sistema atual da metrologia legal.

Por outro lado, a confiabilidade pode sim, ser suficiente para algumas aplicações, principalmente no que concerne ao apoio à fiscalização, e não à fiscalização em si – mantendo as responsabilidades dos órgãos da Rede Brasileira de Metrologia Legal e Qualidade, coordenada pelo Instituto de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – Inmetro (RBMLQ-I), por exemplo.

As possibilidades com o uso dos smartphones tornam-se inúmeras então. É possível trabalhar em processos de rastreabilidade, validação antifraude, autenticidade de etiquetas (balanças, bombas medidoras de combustíveis, materiais elétricos, termômetros, alimentos, cosméticos, brinquedos, etc.), verificação da realização de inspeções periódicas, validade de extintores de incêndio, medições comparativas de taxímetros, dentre outras.

Considerando aspectos dimensionais, por exemplo, pode-se trabalhar, desde a medição do espaçamento entre as barras da grade de um berço infantil, até o comprimento de um bloco cerâmico (tijolo) ou a altura e largura dos mais diversos produtos pré-embalados, como guardanapos, cadernos, largura de papel higiênico, dentre outros.

Na composição de metais, pode-se trabalhar, por exemplo, a possibilidade da verificação da presença de material ferroso em materiais elétricos e, talvez, metais pesados em bijuterias.

A figura 2 traz um teste de composição de liga metálica realizado com o aplicativo MetalDetector® [9], característica importante em muitos produtos, enquanto a figura 3 traz uma análise preliminar de espessura de isolamento de fio condutor com o aplicativo PrimeRuler® [10], dimensão esta que é regulamentada e sujeita à avaliação da conformidade.

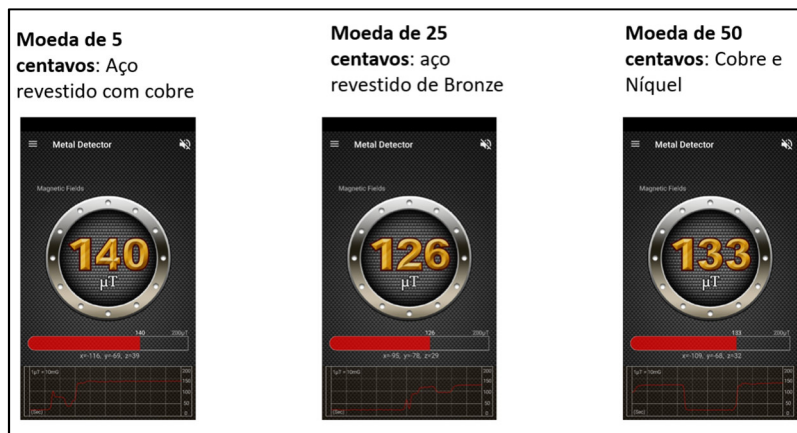


Figura 2. Teste dos autores para a composição de ligas metálicas utilizando aplicativo de smartphone.

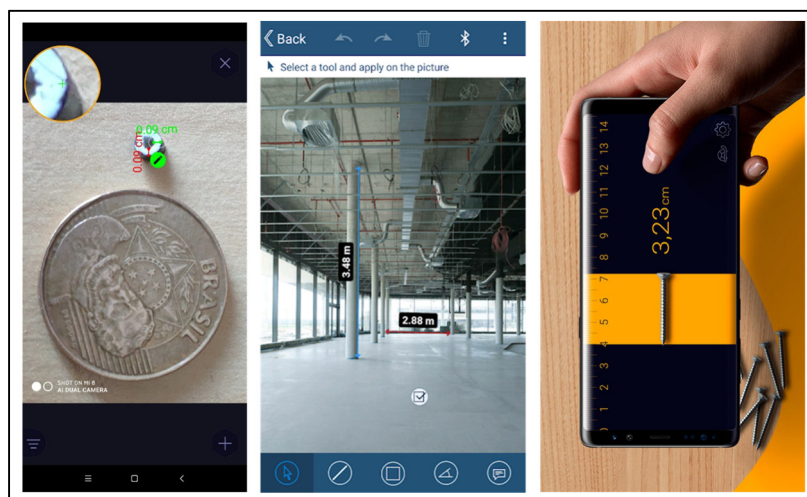


Figura 3. Teste dos autores para medição de espessura de revestimento de fios, por comparação com padrão (aqui uma moeda) utilizando aplicativo para smartphone [10], e outros exemplos de métodos de medições dimensionais divulgadas por aplicativos de smartphone.

É clara a percepção dos erros presentes nas medições, desde a própria capacidade (e aspectos metrológicos) dos sensores até o método de medição - este talvez o mais importante a ser considerado. Por exemplo, para o magnetômetro, ainda devem ser feitos maiores estudos devido à localização do sensor, ao tamanho da amostra necessária e à execução da medição. Os erros são muito grandes. Para o caso da medição da espessura, medir com câmeras implica na necessária criação de um padrão de comparação e, neste caso, anotações de bordas, a própria incerteza do padrão e a inclinação da câmera (e do mensurando) no momento do registro, além da distância focal diferenciada entre o mensurando e o padrão irão influenciar, isso ainda somado à preparação do mensurando e o tamanho da amostra, aspectos que podem trazer erros críticos quando considerado, por exemplo, o carretel completo do fio. Outro ponto que merece ser destacado é o algoritmo de medição presente nos aplicativos, muitas vezes trabalhado como padrão e sem considerar as diferenças entre os sensores e entre as arquiteturas de



hardware dos smartphones. Nesse escopo, ainda se fazem válidas questões associadas ao (crescente) uso de inteligência artificial, muitas vezes sem os devidos cuidados acerca da qualidade dos dados e representatividade de modelos nas condições de aplicação.

4. Educação para a Avaliação da Conformidade e a Metrologia Legal

Uma forma de mitigar problemas e continuar aproveitando a capacidade do crowdsensing é a criação de programas de educação pela metrologia e avaliação da conformidade, suprimindo a carência de estratégias motivacionais para engajamento cívico dos cidadãos em questões públicas a este respeito.

Desta forma há a necessidade de incentivar a participação do consumidor por meio de mecanismos que despertem a atenção para a importância de manter uma relação saudável no consumo de produtos e serviços, conforme proposto por Siqueira et. al [11]. Cita-se como possível mecanismo as técnicas de gamificação, que é a transformação do processo em jogos com desafios, trabalhando – por exemplo – com sistema de pontuação para contribuições realizadas.

Um exemplo de fácil exemplificação seria para fiscalização de brinquedos. Em acordo com dados publicados pelo Inmetro, na campanha do dia das crianças de 2022 no Brasil, 1,6% do total de brinquedos fiscalizados foram apreendidos e 3,5% foram interditados [12].

A facilidade de comprar ou imprimir uma etiqueta falsa, próxima ou idêntica visualmente à real, só poderá ser detectada a partir da união da visão computacional com a inteligência artificial, apoiada por imagens em bases de dados de fiscalização. Neste caso, fiscal ou consumidor poderiam ter informações automatizadas como, por exemplo, se:

- A etiqueta está dentro dos padrões normativos do Inmetro?
- É esse mesmo o produto fotografado?
- É da empresa / marca o registro?
- Está válido o registro?

Neste contexto ainda surgem as estratégias de mobile learning (educação / treinamento adequado para operar a partir do uso de smartphones como meio), utilizando-se de pequenos e estruturados conteúdos, também chamados pílulas de conhecimento ou microlearning, para difusão da metrologia legal e da avaliação da conformidade de forma orgânica entre os cidadãos, capacitando-os para criar agentes vigilantes conscientes na sociedade. Mapas conceituais devem ser desenvolvidos para cada temática foco do microlearning, criando uma taxonomia coerente e de fácil manejo a posteriori.

5. Framework proposto

O aumento da confiabilidade na metrologia legal e na avaliação da conformidade passa então pelo crowdsourcing e pelo crowdsensing que, mesmo trazendo - por vezes - alta incerteza nas medições, tende a melhorar a abrangência a partir da geração de enormes quantidades de dados, o que permitirá novas correlações, aplicação possível de modernas técnicas de inteligência artificial, direcionamento de esforços e dos recursos públicos e, é certo, motivações para evolução das políticas públicas, ações de educação ou mesmo revisões de regulamentos. Afinal, são centenas de milhares de estabelecimentos que fabricam ou importam, distribuem ou comercializam produtos regulamentados pelo Inmetro em todo o país, além das limitações orçamentárias e no contingente de equipes fiscais nos órgãos que integram a Rede Brasileira de Metrologia Legal e Qualidade - Inmetro (RBMLQ-I).

A figura 4 traz a proposta do framework utilizando-se de todos os conceitos aqui apresentados, criando uma massa crítica de mútuo benefício a partir do apoio à fiscalização de produtos da metrologia legal e sujeitos à avaliação da conformidade, a educação continuada a partir de microlearning, a conexão com bases de dados legadas dos agentes fiscalizadores e o armazenamento de ações a partir de crowdsourcing e crowdsensing, e a conexão direta com os agentes fiscalizadores. Entende-se, ainda, a possibilidade de centralizar iniciativas nacionais (já existentes em diversas camadas) de transformação digital da metrologia legal e da avaliação da conformidade por meio da plataforma, com investimentos

em segurança e conectividade compartilhados, e facilitando o engajamento do cidadão a partir da multiplicidade de funções.

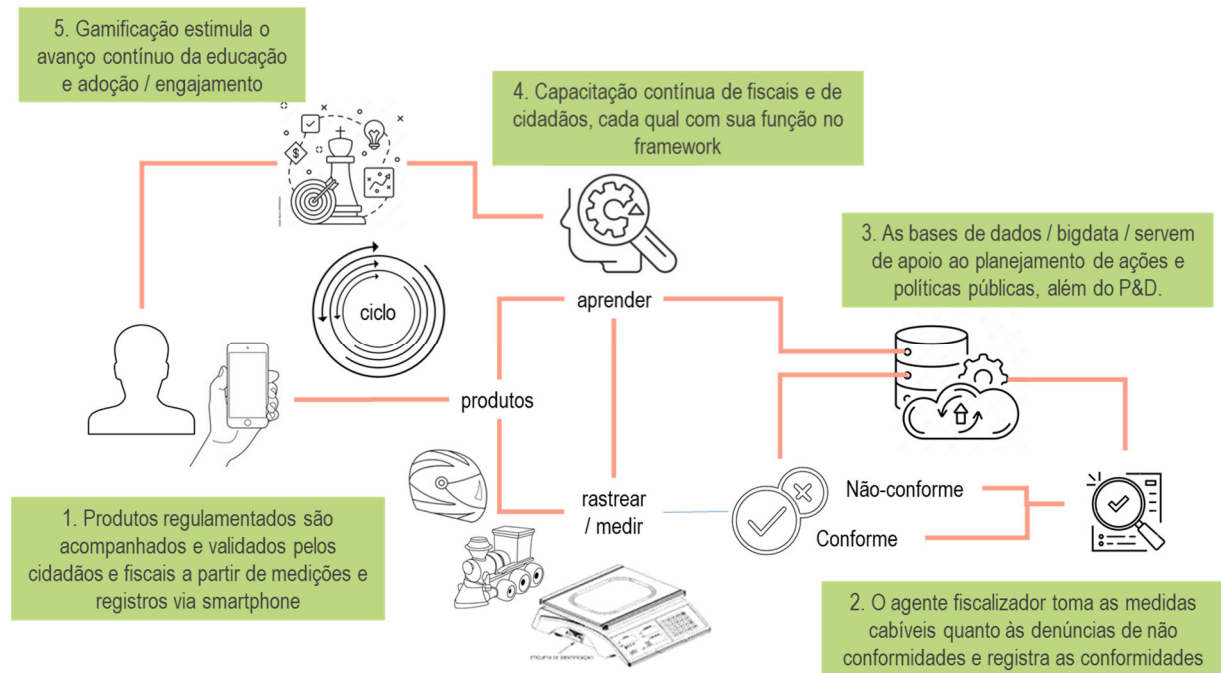


Figura 4. Proposta de framework [Elaboração Própria].

A partir de técnicas de engajamento - que devem seguir desde os fiscais - e da disponibilização de ferramentas integradas, em formato de jogos para os usuários (gamificadas) e de fácil utilização, cidadãos poderão aprender e apoiar a fiscalização ao mesmo tempo que protegem a saúde e a segurança própria e da sua comunidade. Técnicas de educação com microlearning trazem possibilidades de inserção orgânica dos conceitos de avaliação da conformidade e metrologia legal nas pessoas.

6. Conclusão

A aplicação de um framework como o proposto tende a incrementar em muitas vezes a capacidade de fiscalização e o dinamismo da avaliação da conformidade e do controle metrológico legal no Brasil. Alguns dos impactos diretos esperados são o aumento de proteção aos cidadãos com trocas comerciais justas, a redução dos custos da vigilância de mercado e o aumento da visibilidade, da percepção de valor e da legitimação dos órgãos fiscalizadores.

Impactos são diversos também para os cidadãos que, com uma metrologia legal fortalecida, contarão com mais produtos conformes e, para as empresas, ambientes mais saudáveis e com concorrência justa. Por fim, o aumento da quantidade de dados possibilitará novas simulações e previsões, apoiando atualizações de políticas públicas ou investimentos direcionados.

7. Referências

- [1] Yin, C. T., Xiong, Z., Chen, H., Wang, J. Y., Cooper, D., & David, B. (2015). A Literature Survey On Smart Cities. In *Science China Information Sciences* (Vol. 58, Issue 10, Pp. 1–18). Science In China Press. <https://doi.org/10.1007/S11432-015-5397-4>.
- [2] Brasil. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. Carta Brasileira para

- Cidades Inteligentes. Brasília: MCTIC, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/desenvolvimento-urbano/carta-brasileira-para-cidades-inteligentes>
- [3] ABNT. NBR ISO/IEC 17000: Avaliação de conformidade - Vocabulário e princípios gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2020. 28 p.
- [4] Ray, A.; Chowdhury, C.; Bhattacharya, S. Et Al. A Survey Of Mobile Crowdsensing And Crowdsourcing Strategies For Smart Mobile Device Users. Ccf Trans. Pervasive Comp. Interact., V. 5, P. 98-123, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/S42486-022-00110-9>.
- [5] Fogg, B. J. A Behavior Model For Persuasive Design. Persuasive'09 Proceedings Of The 4th International Conference On Persuasive Technology, Acm, New York,(40). 2009.
- [6] Bellavista, P. et al. Crowdsensing in Smart Cities: Technical Challenges, Open Issues, and Emerging Solution Guidelines. In: IGI GLOBAL,.. W. 2. N. 2. D. 4.-1.-4.- 8.-5. C. Handbook of Research on Social, Economic, and Environmental Sustainability in the Development of Smart Cities. Bolonha: Vesco, Andrea; Ferrero, Francesco, 2015. p. 316-338
- [7] Peña, F. T. G. Big Data E Crowdsensing Aplicados A Pesquisa Na Área De Ciências Sociais: Modelagem De Um Sistema De Gestão. Dissertação (Mestrado Profissional Em Administração). Centro De Ciências Da Administração (Esag), Universidade Do Estado De Santa Catarina. 2016.
- [8] Majumder, Sumit; Deen, M. Jamal. Smartphone Sensors For Health Monitoring And Diagnosis. Sensors, [S.L.], V. 19, N. 9, P. 2164, Maio 2019. Disponível Em: <https://doi.org/10.3390/S19092164>.
- [9] Metal Detector - Apps On Google Play. Disponível Em: https://play.google.com/store/apps/details?id=Kr.Sira.Metal&hl=en_US
- [10] Prime Ruler - Régua, Medição - Apps On Google Play. Disponível Em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.grymala.photoruler&hl=pt-br&gl=us&pli=1>
- [11] Siqueira, F. V., Oliveira, M. G., Luiz, E., & Scalzer, K. (2019). Quiz Consumo Consciente: Um Aplicativo Educacional para conscientização do consumo de produtos e serviços. *Brazilian Journal of Development*, 5(10), 18068–18082. <https://doi.org/10.34117/bjdv5n10-071>
- [12] INMETRO. Fiscalização de Brinquedos. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/inmetro/pt-br/centrais-de-conteudo/noticias/fiscalizacao-nos-brinquedos>.