

## Cleaner cities: Explorando os conceitos de clean production e smart cities

## Cleaner cities: Exploring the concepts of clean production and smart cities

### RESUMO

**Francisco Henrique Rutcoski**  
[franciscorutcoski@alunos.utfpr.edu.br](mailto:franciscorutcoski@alunos.utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil

**Regina Negri Pagani**  
[reginapagani@utfpr.edu.br](mailto:reginapagani@utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil

**Alana Corsi**  
[aaacorsi@gmail.com](mailto:aaacorsi@gmail.com)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil

**Ademir Resmini**  
[ademirr@alunos.utfpr.edu.br](mailto:ademirr@alunos.utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil

Este artigo tem como objetivo propor um novo modelo de cidades inteligentes. Esta proposta de modelo fundamenta-se nos princípios de *Smart Cities e Cleaner Production*, levando a um novo modelo de cidades, as *Cleaner Cities*. Para alcançar este objetivo, foi realizada uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL), por meio da metodologia *Methodi Ordinatio*, e foi construído um portfólio com os artigos mais relevantes destes termos, "Cidades inteligentes e Produção mais Limpa". Foram reunidos, lidos e analisados, buscando um respaldo consistente na literatura. Como resultado, observa-se que as necessidades de conscientização, responsabilidade urbana ambiental deve ser o princípio da gestão das cidades, adaptando o conceito de Produção Mais Limpa da Engenharia de Produção às cidades inteligentes, tema e proposta relevante em nível emergente e mundial, para que haja um real melhoramento no âmbito urbano das cidades.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cidades Inteligentes. Produção Mais Limpa. Cidades Limpas.

### ABSTRACT

This article aims to propose a new model of smart cities. This model proposal is based on the principles of Smart Cities and Cleaner Production, leading to a new model of cities, the Cleaner Cities. To achieve this goal, a Systematic Literature Review (RSL) was carried out, using the Methodi Ordinatio methodology, and a portfolio was built with the most relevant articles of these terms, "Smart cities and cleaner production". They were gathered, read and analyzed, seeking consistent support in the literature. As a result, it is observed that the need for awareness, urban environmental responsibility must be the principle of city management, adapting the concept of Cleaner Production in Production Engineering to smart cities, a relevant theme and proposal at an emerging and global level, for that there is a real improvement in the urban scope of cities.

**KEYWORDS:** Smart Cities. Cleaner Production. Clean Cities.

**Recebido:** 19 ago. 2020.

**Aprovado:** 01 out. 2020.

**Direito autoral:** Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



## INTRODUÇÃO

Os processos de globalização e industrialização, juntamente com os avanços nas tecnologias da informação e comunicação, criaram inúmeras oportunidades para muitas cidades no mundo. As oportunidades identificadas são múltiplas e incluem os setores de saúde, educação, financeira e manufatura, entre outros (DONAIRE, 2018). Estima-se, a partir das projeções recentes, que até 2050, cerca de 70% da população global viverá nas cidades (WPP ONU, 2018). Assim, para enfrentar esses problemas, os conceitos de “*Smart Cities*” vem sendo discutido como uma solução para melhorar a gestão das cidades, da população global e dos parâmetros de qualidade de vida (BATAGAN, 2011).

As *Smart Cities* apresentam foco direcionado para melhorar a eficiência, sustentabilidade e segurança no mundo ocidental, todavia a adoção de iniciativas de *Smart Cities* por países em desenvolvimento se concentra em impulsionar a modernização e o desenvolvimento de infraestrutura (CARAGLIU et al., 2011).

Assim, existe a necessidade da implementação de iniciativas de *Cleaner Production* (Produção mais limpa), para promover o desenvolvimento de *Smart Cities*, incluindo países em desenvolvimento. O objetivo do presente trabalho é conceituar um novo modelo de cidades, baseando-se nos conceitos de *Cleaner Production* e *Smart Cities*, originando o conceito de *Cleaner Cities*.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para que o objetivo deste artigo fosse cumprido, foi realizada uma revisão sistemática de literatura (RLS). A metodologia utilizada neste trabalho foi a Methodi Ordinatio (PAGANI et al., 2015). A Tabela 1 apresenta a sintaxe utilizada nas buscas, bem como os dados brutos. Foram aplicados os procedimentos de filtragem e eliminação: artigos não relacionados ao escopo do texto, artigos de conferência e capítulos de livros, e artigos duplicados. O portfólio final resultou em 38 artigos. A leitura e análise foi realizada em 28 artigos, cujo InOrdinatio era positivo.

Tabela 1 – Sintaxe das buscas nas bases de dados

Keywords		Science Direct	Scopus	Web of Science
"technology transfer" AND sustainable technology*" AND "clean* production" AND "smart cities"	Total	73	1361	904
		2338		

Fonte: Dados de Pesquisa (2020).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ano com o maior número de artigos foi 2019, com um aumento nas publicações de 28,57%. Com isso, observa-se que os temas estão em tendência de crescimento de publicação, demonstrando a importância e relevância científica de trabalhos que contribuam com a temática.

A pesquisa traz um panorama dos métodos de pesquisa utilizados, no período de 12 anos. Observa-se que o método de pesquisa laboratorial abrange 24,14% dos trabalhos publicados, destes o termo produção mais limpa e verde esteve vigorosamente presente, bem como na produção de catalisadores para

preparação de biodiesel, resíduos urbanos, reciclagem e benefícios econômicos, voltados ao desenvolvimento sustentável de alternativas ecológicas para a qualidade ambiental diminuindo a poluição emitida.

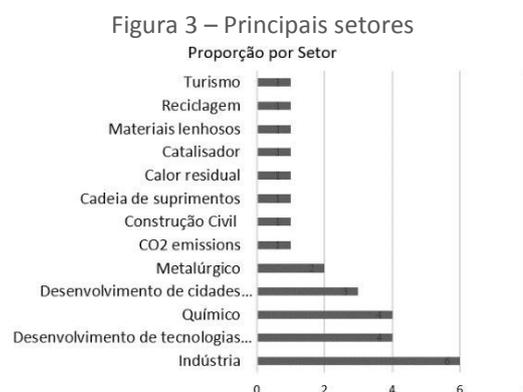
Os resultados extraídos em diferentes publicações das aplicações industriais, referentes à área da reutilização, a utilização limpa dos meios de produção sem riscos em potencial ao meio ambiente, tem-se levado em conta o custo para produzir junto à energia (RAKIB et al., 2017). A energia é o principal princípio para a realização do desenvolvimento sustentável (SHAO et al., 2019).

O método Quantitativo agrega 20,69% dos trabalhos totais, voltados aos impactos ambientais, altos consumos de energia e produções relevantes de poluição, emissões nacionais e globais de CO<sub>2</sub> e resíduos nas cidades, como no setor de construção e de combustíveis. O uso da reciclagem, ecologia industrial e o desenvolvimento de cidades inteligentes pode reduzir estes impactos e custos ambientais com iniciativas de *Cleaner Production*, contudo, a falta de entendimento e diferença de rigor visando a competitividade é um problema sério e não deve ser negligenciada (GUO et al., 2010).

A próxima análise foi com o intuito de identificar os setores mencionados nos artigos, e os dados estão ilustrados na Figura 3. Os termos com maior número de artigos foram o “desenvolvimento de tecnologias sustentáveis” com 14,81% e “Químico” com 14,81%, unidos ocupando uma parcela de 29,62%. O termo “desenvolvimento das cidades inteligentes” apresenta 3 artigos, revelando uma forte lacuna de pesquisa.

### Cleaner cities: Explorando os conceitos de clean production e smart cities

As cidades desempenham um papel dominante no consumo, produção e poluição globais (SUKHDEV, 2009). Por esse motivo, as políticas formuladas por órgãos internacionais e governos nacionais precisam ser implementadas nos níveis comunitário, municipal e regional (McCORMICK et al., 2013). Sua união com as bases essenciais das cidades, que deverão receber também adaptações, devido a evolução inteligente e computacional dos meios de produção e consumo, por exemplo, energia, água, alimentos, transporte, produtos, serviços, abrigos e informações (ZHANG, 2016).



Fonte: Autoria própria (2020).

Nos dados fornecidos no portfólio de artigos, afirmam que as três dimensões importantes para a avaliação da qualidade ambiental urbana são: o controle da poluição; o ambiente natural e o gerenciamento de água (SHAO et al., 2019). As mesmas dimensões foram identificadas como chave para

promover o desenvolvimento sustentável e as mudanças climáticas. Além disso, há um consenso de que soluções efetivas só sejam encontradas com a eficiência nas cidades e nas áreas urbanas (McCORMICK et al., 2013).

É necessário desenvolver um sistema sustentável de avaliação da qualidade ambiental urbana que possa servir de referência para a construção de um ambiente urbano sustentável (SHAO et al., 2019). Os recursos naturais, ambientes artificiais e gerenciamento de energia são os três pilares do desenvolvimento ambiental sustentável (ALENCAR et al., 2017). Da mesma forma tem se proposto que os principais problemas vinculados a segurança em cidades sustentáveis e suas soluções atuais, sejam utilizados como indicadores-chave para a avaliação de ambientes urbanos inteligentes (ALDAIRI et al., 2017). Sendo que para que haja este avanço nas tecnologias das cidades, duas ferramentas são essenciais, a computação em nuvem e a Internet das Coisas (*IoT*), sendo facilitadores tecnológicos cruciais das *Smart Cities* ciber-humanas (DUSTDAR et al., 2017). Com o crescimento populacional e limitações de recursos ambientais, a construção de redes de transmissão de dados inteligentes e eficientes são cruciais para uma produção mais limpa em cidades inteligentes e sustentáveis (ZHANG, 2016).

Para aderir a novos meios de eliminar a poluição gerada na produção, denominada como resíduo ambiental, surge um modelo proveniente da união dos conceitos de *Cleaner Production* e *Smart Cities*. Este novo conceito, denominado de *Cleaner Cities*, objetiva garantir um bom e equilibrado desenvolvimento econômico da sociedade, da produção e do meio ambiente. Para grande parte da população, há um grande número de possíveis problemas urbanos futuros (ZHANG, 2016). Com o desenvolvimento das *Smart Cities* e dos meios sustentáveis nas cidades, estes quais são capazes de usufruir efetivamente dos recursos urbanos já utilizados, todavia aprimorados tecnologicamente, para que haja, uma redução ou eliminação dos danos ao ambiente, ao mesmo tempo que realiza plenamente suas necessidades, e maximiza benefícios sociais e econômicos (ZHANG, 2016).

Para a implementação deste novo modelo, é necessário superar algumas barreiras, a aceitação, o consumo, energia, a viabilidade e a competitividade, de fácil ruptura por ser um método aplicável a necessidade dos meios limpos de produção e ser diretamente focado aos objetivos do desenvolvimento sustentável, este qual perante a agenda 2030 tem metas a cumprir.

A ruptura das barreiras é por si próprias superadas pois fará jus à consciência do cidadão, das leis e multas, dentro da válida legislação ambiental. Sua aceitação ética e social é superada quando o meio ambiente sustentável depende da consciência ecológica, do menor consumo de matérias primas, e do menor tipo de eliminador de poluentes.

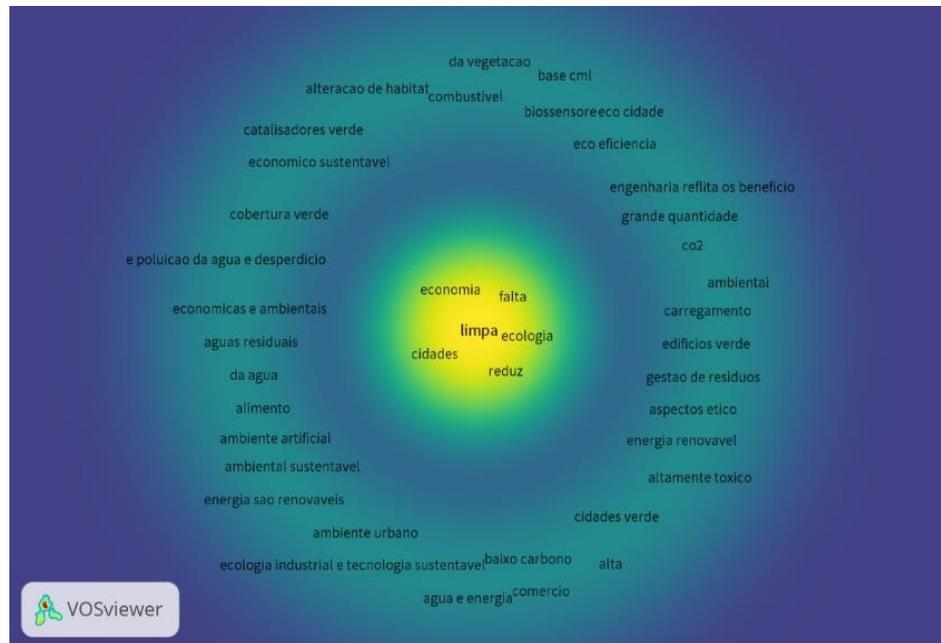
Em conjunto às rupturas, a competitividade é de fato ligada ao índice de rigorosidade ambiental de um país, ou seja, o país com menor rigor ambiental sim tem mais lucro, aumentando suas produções e gerando a competitividade e desvantagens (GUO et al., 2010).

E a viabilidade deste novo conceito abre portas às novas tendências da produção nas chamadas *Smart Cities* e no meio atual produtivo indústria 4.0.

A última análise utilizando o software *VOSviewer*, foi realizada para

identificar os termos mais relevantes relacionados a *Cleaner Cities*, conforme Figura 5.

Figura 5 – Principais termos relacionados a *Cleaner Cities*.



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

O trabalho possui algumas limitações. A primeira é a aceitação, que tem sido impulsionada pela indústria 4.0, a segunda está no fato da competitividade, este qual vinculado com o índice de rigorosidade ambiental, ou seja, países com menor rigorosidade tem-se por prevalecer na concorrência, propiciando a falta de responsabilidade ambiental. Também por fim a adaptação das pessoas com o novo jeito de viver, aprender, produzir e consumir, confirmando um avanço científico tecnológico.

Portanto, os resultados das análises do software evidenciam o tema proposto neste trabalho. É necessário controlar o esgotamento de recursos que teve uma proporção considerável de citações. Em termos das cidades inteligentes enfrentamos alguns impactos para superar, são eles os impactos socioeconômicos, que sua ruptura é simplificada em responsabilidade social, gerenciamento e empreendimento eficiente.

Claramente a falha nos cumprimentos da legislação estão principalmente entrelaçadas as áreas laboratoriais já confirmadas pela figura 3. O impacto causado degrada com rigidez o ambiente urbano, nas emissões, dispensas de águas residuais, e também o autoconsumo de energia.

Assim, o termo *Cleaner Cities* é o recurso a ser implementado no meio produtivo das cidades. Objetiva garantir um desenvolvimento econômico *Cities*.

## CONCLUSÕES

O trabalho foi realizado visando ampliar a tecnologia constituída sobre as cidades, meios de produção mais limpo, e as maneiras de reutilização residual para

a preservação do meio ambiente, estes quais são componentes essenciais que não devem ser negligenciados, para a realização do desenvolvimento sustentável.

Como visto na literatura, esta modelo galga ser necessário para as cidades, podendo apresentar melhores distribuições e reaproveitamento nas *Smart Cities*, que não somente inteligentes, também mais limpas.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à UTFPR por apoiar financeiramente a realização deste projeto em forma de bolsa de Iniciação Científica: à PROPPG por oportunizar a realização deste projeto de IC: à DIRPPG na pessoa da Prof<sup>a</sup>. Yara Tadano da Silva: ao Prof. Fabio Puglieri pelo apoio aos projetos de IC do DAENP: e ao grupo de pesquisa Gestão da Transferência de Tecnologia, por orientar a consecução deste trabalho.

#### REFERÊNCIAS

ALDAIRI, A.; TAWALBEH, L. **Cyber Security Attacks on Smart Cities and Associated Mobile Technologies**. Proc. Comput. Sci.2017,109, 1086–1091.

ALENCAR, M.H., Jr.; ALENCAR, L.H. **Structuring objectives based on value-focused thinking methodology:Creating alternatives for sustainability in the built environment**. J. Clean. Prod.2017,156, 62–73.

BATAGAN, L. **Smart Cities and Sustainability Models**. Informatica Economica, v. 15, n. 3, p. 80-87, 2011.

CARAGLIU, A.; DEL BO, C.; NIJKAMP, P. **Smart Cities in Europe**. Journal of Urban Technology, 18(2), 65-82, 2011.  
<http://doi:10.1080/10630732.2011.601117>.

DONAIRE, D. **Gestão ambiental na empresa**. São Paulo: Atlas, 2018.  
Disponível em:  
<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/books/9788597017168>

DUSTDAR, S., NASTIĆ, S., & ŠĆEKIĆ, O. (2017). **Cidades inteligentes. Na Internet das Coisas, Pessoas e Sistemas**. Springer.

GUO, J., ZOU, L. L., & WEI, Y. M. (2010). **Impact of inter-sectoral trade on national and global CO2 emissions: An empirical analysis of China and US**. Energy Policy, 38(3), 1389-1397.

McCORMICK, K., ANDERBERG, S., COENEN, L., & NEIJ, L. (2013). **Promoção da transformação urbana sustentável**. Journal of Cleaner Production, 50, 1-11.

PAGANI, RN, KOVALESKI, JL e RESENDE, LM (2015). **Methodi Ordinatio: uma metodologia proposta para selecionar e classificar artigos científicos relevantes, abrangendo o fator de impacto, número de citações e ano de publicação.** Scientometrics, 105 (3), 2109-2135.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **World Population Prospects: The 2018 Revision.** United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. Acesso em 01 de março de 2020  
<https://population.un.org/wup/>.

RAKIB, M. I., SAIDUR, R., MOHAMAD, E. N., & AFIFI, A. M. (2017). **Waste-heat utilization—the sustainable technologies to minimize energy consumption in Bangladesh textile sector.** Journal of cleaner production, 142, 1867-1876.

SHAO, Q., WENG, S. S., LIOU, J. J., Lo, H. W., & JIANG, H. (2019). **Developing A Sustainable Urban-Environmental Quality Evaluation System in China Based on A Hybrid Model.** International journal of environmental research and public health, 16(8), 1434.

SUKHDEV, P. (2009). **Costing the earth.** Nature, 462(7271), 277.

ZHANG, X., HES, D., WU, Y., HAFKAMP, W., LU, W., BAYULKEN, B., ... E LI, F. (2016). **Catalisar transformações urbanas sustentáveis em direção a cidades mais inteligentes e saudáveis por meio de infraestrutura ecológica urbana, desenvolvimento regenerativo, cidades ecológicas e prosperidade regional.** Journal of Cleaner Production .