

# Analisi delle policy attuate per affrontare il problema dell'inquinamento atmosferico nelle aree urbane

ILENIA CEGLIA\* MASSIMO BATTAGLIA\* NORA ANNESI<sup>▲</sup>

**Inquadramento della ricerca.** *L'inquinamento atmosferico in ambienti urbani è diventato un importante problema di ricerca negli ultimi decenni, ed ha portato alla realizzazione di diversi studi sulla qualità dell'aria nelle città (Borrego et al., 2003; Buccolieri et al., 2011; Amorim et al., 2013; Salmon et al., 2013). In Europa, le emissioni di inquinanti atmosferici sono diminuite sostanzialmente negli ultimi anni, con un conseguente miglioramento della qualità dell'aria (Rafael et al., 2018) grazie alle policy che sono state adottate nel tempo. Tuttavia, le concentrazioni di inquinanti atmosferici sono ancora troppo elevate. In molte città, infatti, si osservano ancora superamenti degli standard di qualità dell'aria (EEA, 2016). Il massiccio aumento delle emissioni di inquinanti atmosferici dovuto alla crescita economica ed industriale nel secolo scorso ha reso la qualità dell'aria un problema ambientale di primo ordine (D'amato et al., 2013). Per questo motivo molti ricercatori come Amesho et al., (2021), Gu et al., (2021), Ribeiro et al., (2021) hanno realizzato delle analisi sulla qualità dell'aria nelle zone urbane ed hanno identificato le policy adottate o adottabili per contrastare il problema. Le città sono attualmente al centro della gestione della qualità dell'aria, con l'obiettivo di migliorare l'ambiente urbano e la qualità della vita dei cittadini (Viana et al., 2020) e per farlo hanno bisogno di strategie pianificate basate su un insieme di policy che devono orientare le azioni delle aziende, dei cittadini e delle amministrazioni. Il paper si è concentrato sulla rilettura degli articoli pubblicati dal 1995 al 2021 riguardanti l'inquinamento atmosferico nelle aree urbane attraverso la classificazione delle politiche ambientali descritta dall'OCSE (2004). Per gestire e cercare di ridurre l'inquinamento atmosferico nelle aree urbane sono fondamentali le policy che possono orientare tutta la società verso scelte sostenibili. La rilettura della letteratura esistente riguardante l'inquinamento urbano e le policy è fondamentale per definire un quadro completo e chiaro delle politiche adottate e dei risultati raggiunti per orientare le future decisioni riguardanti le politiche ambientali.*

**Obiettivo del paper.** *L'obiettivo del paper è quello di analizzare la letteratura esistente, che ha come oggetto di studio l'inquinamento urbano, riletta attraverso le policy adottate e adottabili per affrontare il problema della qualità dell'aria. Il paper tenta di fornire un quadro completo della letteratura esistente e cerca di identificare le migliori policy attuate fino ad oggi per contrastare l'inquinamento atmosferico nelle aree urbane e il conseguente cambiamento climatico. Il paper ha l'obiettivo di far emergere dalla letteratura quali siano le migliori pratiche dal punto di vista delle policy e delineare, possibilità di future ricerche orientate ad approfondire la relazione tra queste e l'inquinamento urbano, fornendo indicazioni su come queste ricerche potrebbero essere sviluppate.*

**Metodologia.** *Gli articoli rilevanti sono stati identificati grazie alla consultazione del database Scopus e all'utilizzo di parole chiave quali: Pollutant sourc\*, Urban area\*, Climate change, Air quality. Gli articoli presi in considerazione sono stati solamente quelli in lingua inglese. L'output di questa ricerca consiste in 146 articoli scientifici, pubblicati dal 1995 al 2021, che affrontano i temi sopra elencati con diversi scopi, in località diverse e secondo discipline scientifiche diverse. Il focus della ricerca è descrivere le policy migliori per affrontare il tema dell'inquinamento urbano; sono stati selezionati solo gli articoli che descrivono congiuntamente le osservazioni riguardanti l'inquinamento atmosferico e la qualità dell'aria nelle zone urbane e le policy che sono state adottate per affrontare il problema. Per identificare gli articoli idonei sono state considerate le policy descritte dalla classificazione delle politiche ambientali OCSE del 2004: Direct Regulation, Market-based Measures, Market Creation e Public Participation. La Direct Regulation include tutte le leggi di Comando e controllo, gli Standard e le limitazioni; le Market-based Measures includono tasse ambientali, finanziamenti pubblici e incentivazioni; la Market Creation include l'istituzione del diritto di proprietà, la creazione di nuovi business models e lo scambio di emissioni; infine, la Public Participation include la partecipazione volontaria pubblica ai processi decisionali e le informazioni (Roshandel Arbatani et al., 2016). Dopo aver definito le categorie di policy sono stati analizzati tutti gli articoli della ricerca e sono stati selezionati 44 articoli che descrivono allo stesso tempo l'inquinamento atmosferico urbano e una o più policy come risposta alle problematiche descritte. Per analizzare le policy e i temi principali presenti negli articoli è stata realizzata una matrice, presentata nella sezione dei risultati, che descrive la combinazione di oggetto di studio e policy*

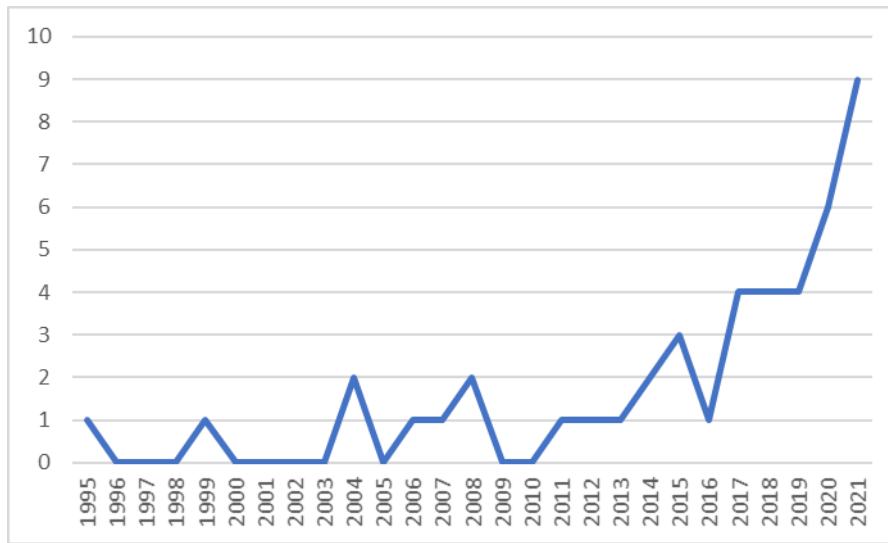
\* Dottorando in *Management, Banking and Commodity Sciences* - Sapienza Università di Roma  
e-mail: [ilenia.ceglia@uniroma1.it](mailto:ilenia.ceglia@uniroma1.it)

• Associato in *Economia e Gestione delle Imprese* - Sapienza Università di Roma  
e-mail: [massimo.battaglia@uniroma1.it](mailto:massimo.battaglia@uniroma1.it)

▲ Ricercatore assegnista in *Management* - Scuola Superiore Sant'Anna  
e-mail: [nora.annesi@santannapisa.it](mailto:nora.annesi@santannapisa.it)

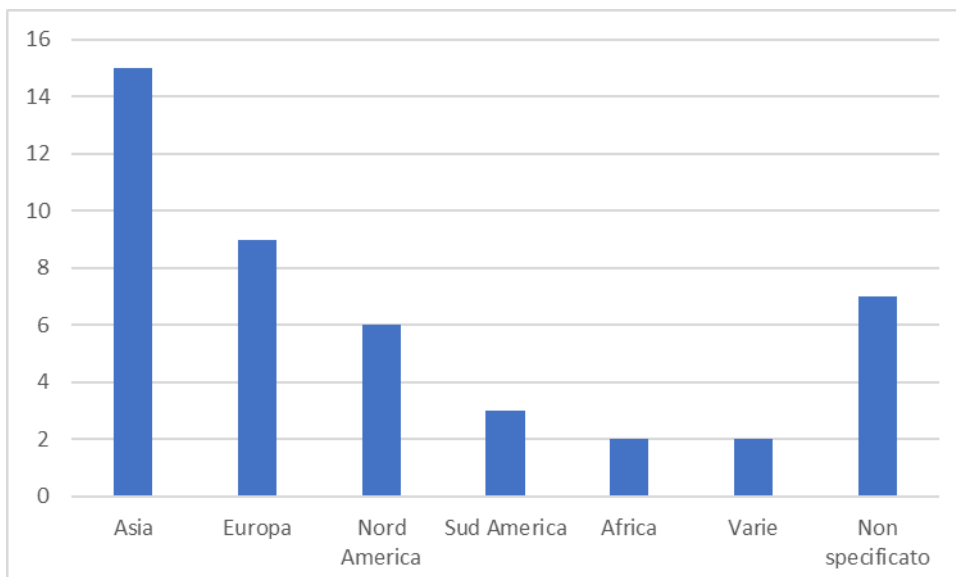
analizzata in ogni articolo preso in esame. La matrice è stata utile ad evidenziare quali siano le problematiche legate all'inquinamento urbano più discusse e quali siano state, fino ad ora, le policy adottate per affrontare il problema dell'inquinamento urbano. I 44 articoli identificati sono stati pubblicati tra il 1995 ed il 2021 e l'andamento delle pubblicazioni nel tempo viene presentato dal grafico che segue.

Graf. 1: Pubblicazioni nel tempo degli articoli analizzati. Rielaborazione dati degli autori



Il grafico mostra un andamento oscillante nel tempo, con un forte aumento negli ultimi anni. Ciò dimostra la rilevanza dell'argomento, perché l'inquinamento atmosferico in ambienti urbani con una popolazione densa è diventato un importante problema di ricerca negli ultimi decenni (Borrego et al., 2003; Buccolieri et al., 2011; Amorim et al., 2013; Salmon et al., 2013). Gli studi sono stati effettuati nei seguenti paesi: 15 in Asia ( 9 in Cina, 1 in Iran, 1 in Malesia, 1 in Corea, 1 in Libano, 1 in India, 1 in Nepal), 6 in Nord America ( 5 in USA e 1 in Canada), 3 in Sud America (2 in Brasile e 1 in Cile), 2 in Africa, 9 in Europa ( 2 in più paesi dell'Europa, 1 in Polonia, 1 in Italia, 1 in Spagna, 2 in Portogallo, 1 Ci-pro, 1 nel Regno Unito), in 7 articoli non è stato descritto il Paese in cui è stata condotta la ricerca e 2 articoli in vari Paesi del mondo.

Graf. 2: Articoli pubblicati per aree geografiche. Rielaborazione dati degli autori



Dal grafico 2 è possibile osservare la distribuzione degli articoli secondo l'area geografica di studio. In Asia sono stati pubblicati più articoli in assoluto riguardanti l'inquinamento urbano e le policy adottate, perché il problema è più critico nei paesi orientali, come descritto dal report "World Air Quality Report 2020" realizzato da IQAir Group, che analizza la concentrazione di  $PM_{2,5}$  grazie alle osservazioni delle stazioni di monitoraggio presenti in tutto il mondo. Nel 2020 i 9 Paesi con la concentrazione di  $PM_{2,5}$  in atmosfera più alta sono stati: Bangladesh, Pakistan, India, Mongolia, Afghanistan, Oman, Qatar, Kirgizstan e Indonesia (IQAir, 2020), tutti situati in Asia e ciò dimostra la

crescente preoccupazione e l'interesse ad analizzare il livello di inquinamento urbano in queste aree e la ricerca di soluzioni efficaci per fronteggiare il problema.

**Risultati.** I risultati della ricerca descrivono lo sforzo delle amministrazioni locali e della società di realizzare azioni che contribuiscano a ridurre l'inquinamento urbano. Le policy presenti negli articoli sono state analizzate attraverso la classificazione delle politiche ambientali OCSE del 2004: *Direct regulation*, *Market-based measures*, *Market creation* e *Public participation*. È stata realizzata una matrice che combina le policy utilizzate negli articoli e gli oggetti di studio analizzati negli articoli, che sono *Qualità dell'aria*, *Inverdimento urbano*, *Inquinamento derivante dal traffico veicolare*, *Inquinamento dell'acqua*, *Sviluppo urbano e inquinamento*. Tra le colonne delle policy è stata aggiunta una sezione delle policy integrate, perché in alcuni casi gli articoli non hanno identificato un'unica policy come soluzione ma la combinazione di più policy.

Tab. 1: Matrice della tipologia di policy e oggetto di studio. Rielaborazione dati degli autori

		Tipologia di policy				
		Direct regulation	Market-based measures	Market creation	Public participation	Policy integrate
Oggetto di studio	Qualità dell'aria	22	1		2	10
	Inverdimento urbano	3				
	Inquinamento derivante dal traffico veicolare	2				1
	Inquinamento dell'acqua	1				
	Sviluppo urbano e inquinamento	1				1

La tabella 1 rappresenta la matrice definita dall'incrocio delle due variabili: oggetto di studio e policy adottata. Il 65,9% degli articoli ha descritto la *Direct regulation* come policy per affrontare l'inquinamento urbano, il 27,3% ha descritto l'utilizzo di policy integrate per affrontare l'inquinamento, il 4,5% la *Public participation*, il 2,3% le *Market-based measures* e nessun articolo ha considerato la *Market creation* per affrontare l'inquinamento urbano. Il 79,5% degli articoli ha avuto come oggetto di studio predominante la qualità dell'aria, il 6,8% degli articoli hanno trattato il tema dell'inverdimento urbano e di inquinamento derivante dal traffico dei veicoli, il 4,5% degli articoli ha tratto la relazione tra inquinamento e sviluppo urbano, infine, il 2,3% degli articoli ha descritto l'inquinamento dei corsi d'acqua. Il 50% degli articoli ha considerato come oggetto di studio la qualità dell'aria e ha descritto come policy per affrontare l'inquinamento urbano la *Direct regulation*. Ciò dimostra la preoccupazione crescente della qualità dell'aria e l'importanza della regolamentazione che serve a porre limiti all'inquinamento atmosferico ed a controllare le emissioni in atmosfera. Il 22,7% degli articoli descrive la qualità dell'aria e le politiche integrate come soluzione per affrontare il problema dell'inquinamento urbano. Le altre combinazioni della matrice sono residuali perché hanno una percentuale inferiore al 7%: il 6,8% degli articoli descrive l'inverdimento urbano e la *Direct regulation*, il 4,5% l'inquinamento derivante dal traffico e la *Direct regulation*, il 4,5% descrive la qualità dell'aria e la *public participation* come metodo per affrontare il problema, infine, il 2,3% degli articoli descrive la combinazione tra inquinamento dell'acqua e *Direct regulation*, la combinazione tra sviluppo urbano e *Direct regulation*, qualità dell'aria e *Market based measures*, inquinamento derivante dal traffico e policy integrate e sviluppo urbano e policy integrate. Nessun articolo ha considerato le *Market based measures* combinate ai temi dell'*Inverdimento urbano*, dell'*Inquinamento derivante dal traffico veicolare*, dell'*Inquinamento dell'acqua* e dello *Sviluppo urbano*. Nessun articolo ha preso in considerazione la *Market creation* come policy per affrontare il problema dell'inquinamento atmosferico urbano, che potrebbe essere, invece, un nuovo metodo per affrontare il problema analizzato e contrastarlo anche attraverso il mercato delle emissioni. Inoltre, nessun articolo ha descritto la combinazione tra *Public participation* e i temi dell'*Inverdimento urbano*, dell'*Inquinamento derivante dal traffico veicolare*, dell'*Inquinamento dell'acqua* e dello *Sviluppo urbano*. Infine, nessuno degli articoli ha considerato le *Policy integrate* e i temi dell'*Inverdimento urbano* e dell'*Inquinamento dell'acqua*. Questi temi potrebbero essere analizzati in futuro per verificare i risultati che potrebbero essere ottenuti in materia di riduzione dell'inquinamento atmosferico urbano.

Dai risultati emersi è possibile osservare la presenza sostanziale di policy basate sulla regolamentazione diretta, seguite dalle policy integrate. Diversamente, le misure basate sul mercato e quelle basate sulla partecipazione pubblica risultano le meno utilizzate, e addirittura nessun paper si è concentrato sulla creazione di mercati per ridurre l'inquinamento atmosferico nelle aree urbane. Tuttavia, questi tre tipi di politiche avrebbero il più elevato potenziale di innovazione. Consentono infatti agli attori del mercato che operano nelle aree urbane di collegare il beneficio delle politiche di tutela ambientale con i vantaggi reputazionali e di business. Sono politiche che possono favorire nuove opportunità per le imprese, possono creare nuovi spazi di mercato, generare nuovi modelli di business per nuovi prodotti e servizi legati all'ambiente e possono promuovere l'accettabilità sociale delle imprese da parte di tutte le parti interessate. Infine, consentono l'utilizzo delle regole di mercato come fattori di incentivazione per l'innovazione tecnologica e gestionale sostenibile. Incentivare l'adozione di politiche di mercato potrebbe agire da fattore abilitante per la creazione di nuovi modelli di business, nuove opportunità di green jobs nelle aree urbane, per lo sviluppo di

nuove competenze e soluzioni tecnologiche in grado di conciliare obiettivi di “qualità” con opportunità di sviluppo. Questo risultato potrebbe essere rafforzato attraverso l'adozione di politiche orientate a coinvolgere nei processi decisionali dei policy maker gli stakeholder, tra i quali le imprese che potrebbero fornire un contributo essenziale in funzione dell'efficacia della lotta al cambiamento climatico.

**Limiti della ricerca.** I limiti della ricerca sono definiti dall'impossibilità di avere un quadro omogeneo e comparabile delle ricerche realizzate; ogni articolo descrive una rilevazione particolare di uno o più inquinanti in una o più aree geografiche in periodi di tempo diversi. Ogni studio indaga una relazione specifica tra area geografica, clima, periodo di riferimento e sviluppo urbano. Manca la collaborazione tra le autorità locali, regionali e nazionali volte a realizzare scelte coordinate per affrontare e ridurre il problema dell'inquinamento urbano. C'è bisogno di metodologie standard e comparabili per l'analisi della qualità dell'aria. La condivisione dei risultati ottenuti dalle politiche realizzate è fondamentale per definire le best practices e realizzare congiuntamente le azioni integrate utili per ridurre nel modo più efficace possibile l'inquinamento atmosferico nelle aree urbane. Le future linee di ricerca potrebbero riguardare uno studio delle migliori combinazioni di policy da adottare in base alle diverse caratteristiche climatiche e in base ai livelli di inquinamento atmosferico, così da poter definire un quadro standard che i Paesi dovrebbero tenere in considerazione grazie ad una combinazione di policy adeguata e più efficiente per raggiungere l'obiettivo della riduzione delle emissioni di inquinanti in atmosfera e il miglioramento della qualità dell'aria e della salute umana.

**Implicazioni manageriali.** La review pone diversi suggerimenti manageriali, sia di natura pubblica che privata di impresa.

- 1) *Implicazioni in chiave di policy pubbliche.* Le policy che sono state trattate in modo specifico rispetto alla riduzione dell'inquinamento atmosferico nelle aree urbane sono state soprattutto la Direct regulation e le Policy integrate. Diversamente, le altre categorie di policy sono state prese in considerazione soltanto in maniera residuale, e non paiono rappresentare quelle considerate più efficaci per le amministrazioni di governo pubbliche. In realtà, come evidenziato sopra, si tratta di politiche che potrebbero avere il più elevato potenziale di innovazione, e che potrebbero favorire il raggiungimento dei maggiori risultati. Una prima indicazione riguarda dunque un'attenzione maggiore che i policy maker dovrebbero porre nella promozione di tali iniziative.
- 2) *Implicazioni di natura manageriale per le imprese.* Il quadro delle politiche pone in evidenza un ruolo attivo marginale giocato dalle imprese, soprattutto quelle di piccole e medie dimensioni, che nelle aree urbane hanno una loro rilevanza in termini di contributo alle emissioni e agli impatti diretti e indiretti sulla qualità dell'aria. Traffico legato ai servizi (es. approvvigionamento delle attività commerciali), consumi energetici e scarichi in atmosfera legati alle strutture presenti in questi contesti urbani, sono solo alcuni esempi di come queste attività possono impattare in termini di contributo alla qualità dell'aria. Le imprese dovrebbero allora rispondere alle politiche adottabili dai policy maker in due direzioni: implementando strumenti di gestione innovativi orientati a governare la regolamentazione in materia di politiche pubbliche e trovando soluzioni organizzative e gestionali in grado di rispondere ai vincoli imposti dalle amministrazioni; dall'altra parte, stimolando i policy maker a superare la logica del “command and control” anche nella gestione delle problematiche di qualità dell'aria nelle aree urbane, e arrivando a promuovere politiche di coordinamento e partnership pubblico-private per la ricerca di soluzioni innovative in questi contesti.
- 3) *Stimolo alla misurazione dell'efficacia delle politiche in chiave di contributo all'Agenda 2030.* I risultati raggiunti grazie all'adozione delle policy possono determinare importanti obiettivi nell'ambito degli SDGs 11 e 13 dell'Agenda 2030. Per questo motivo è utile che in modo coordinato policy maker e attori privati promuovano sistemi per il monitoraggio delle iniziative promosse su scala locale al fine di valutare l'effettiva efficacia su questi goal delle politiche adottate.

**Originalità del paper.** L'originalità del paper riguarda il collegamento effettuato tra il tema delle fonti dell'inquinamento atmosferico nelle aree urbane e le policy adottabili. Grazie alla review effettuata è stato fornito un quadro completo delle politiche adottate fino ad oggi ed i relativi risultati ottenuti, e delle politiche che potrebbero essere ancora promosse. È stato descritto il ruolo dei policy makers ma anche della società e delle imprese, fondamentale per raggiungere gli obiettivi di riduzione delle emissioni in atmosfera e di cambiamento climatico nelle aree urbane, anche grazie all'attuazione di politiche che ad oggi non sono ancora state considerate.

**Parole chiave:** policy, inquinamento atmosferico, aree urbane

## Riferimenti

- ABBASS R.A., KUMAR P., EL-GENDY A. (2018), “An overview of monitoring and reduction strategies for health and climate change related emissions in the Middle East and North Africa region”, *Atmospheric Environment*, vol. 175, pp. 33-43.
- ABDULLAH A.M., USMANI R.S.A., PILLAI T.R., MARJANI M., HASHEM I.A.T. (2021), “An Optimized Artificial Neural Network Model using Genetic Algorithm for Prediction of Traffic Emission Concentrations”, *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, vol. 12, n. 6, pp. 797-807.

- ACHILLEOS S., EVANS J.S., YIALLOUROS P.K., KLEANTHOUS S., SCHWARTZ J., KOUTRAKIS P. (2014), "PM10 concentration levels at an urban and background site in Cyprus: The impact of urban sources and dust storms", *Journal of the Air & Waste Management Association*, vol. 64, n. 12, pp. 1352-1360.
- AL-THANI H., KOÇ M., ISAIFAN, R.J. (2018), "A review on the direct effect of particulate atmospheric pollution on materials and its mitigation for sustainable cities and societies", *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 25, n. 28, pp. 27839-27857.
- AMANN M., PUROHIT P., BHANARKAR A.D., BERTOK I., BORKEN-KLEEFELD J., COFALA J., HEYES C., KIESEWETTER G., KLIMONT Z., LIU J., MAJUMDAR D., NGUYEN B., RAFAJ P., RAO P.S., SANDER R.P., SCHÖPP W., SRIVASTAVA A., VARDHAN B.H. (2017), "Managing future air quality in megacities: A case study for Delhi", *Atmospheric Environment*, vol. 161, pp. 99-111.
- AMESHO K.T.T., LIN, Y.C., GONG Z.W., CHOU F.C., CHENG P.C., WANG T.N., CHEN P.S., CHEN K.S., CHANG K.L., LEE C. H. (2021), "Assessment of PM2.5 Chemical Composition and Air Quality Monitoring: Implications of Air Pollutants Emissions from a Night Market in Kaohsiung City, Taiwan", *Aerosol Air Qual. Res.*, vol. 21, n. 12.
- AMORIM J.H., RODRIGUES V., TAVARES R., VALENTE C., BORREGO C. (2013), "Emission and dispersion modelling of Lisbon air quality at local scale", *Sci. Total Environ.*, 461-462, pp. 541-551.
- ANEJA V.P., WANG B., TONG D.Q., KIMBALL H., STEGER J. (2006), "Characterization of Major Chemical Components of Fine Particulate Matter in North Carolina", *Journal of the Air & Waste Management Association*, vol. 56, n. 8, pp. 1099-1107.
- ARKSEY H., O'MALLEY L. (2005), "Scoping studies: towards a methodological framework", *International Journal of Social Research Methodology: Theory and Practice*, vol. 8, n. 1, pp. 19-32.
- BAAYOUN A., ITANI W., EL HELOU J., HALABI L., MEDLEJ S., EL MALKI M., MOUKHADDER A., ABOUJAOUDE L.K., KABAKIAN V., MOUNAJED H., MOKALLED T., SHIHADDEH A., LAKKIS I., SALIBA N.A. (2019), "Emission inventory of key sources of air pollution in Lebanon", *Atmospheric Environment*, vol. 215.
- BARNES C.S., ALEXIS N.E., BERNSTEIN J.A., COHN J. R., DEMAINE G. J., HORNER E., LEVET-IN E., NEL A., PHIPATANAKUL W. (2013), "Climate Change and Our Environment: The Effect on Respiratory and Allergic Disease", *Review and feature article*, vol. 1, n. 2, pp. 137-141.
- BORHANI F., SHAFIEPOUR MOTLAGH M., STOHL A., RASHIDI Y., EHSANI A. H. (2021), *Tropospheric Ozone in Tehran, Iran, during the last 20 years*, Environmental Geochemistry and Health.
- BORREGO C., TCHEPEL O., COSTA A.M., AMORIM J.H., MIRANDA A. I. (2003), "Emission and dispersion modelling of Lisbon air quality at local scale", *Atmos. Environ.*, vol. 37, pp. 5197-5205.
- BUCCOLIERI R., SALIM S.M., LEO L.S., DI SABATINO S., CHAN A., LELPO P., DE GENNARO G., GROMKE C. (2011), "Analysis of local scale trees atmosphere interaction on pollutant concentration in idealized street canyons and application to a real urban junction", *Atmos. Environ.*, vol. 45, pp. 1702-1713.
- CĂLĂMAR, A.N., GĂMAN, G.A., KOVACS, M., PUPĂZAN, D., LORAND, T. (2017), "Analysis of pollutant imissions generated by bone meal production", *Quality - Access to Success*, vol. 18, pp. 178-183.
- CALVERT J.G., BAI Y., SLANINA J., BROWN R.H., LI S.M., TSUJINO Y., GROSSE H.J., DUAN Y.Q., JIANG S., MOON K.C., CVITAS T., LEE Y.Y., MIN S., SHIM S.G., SINGH O.N., TANG X., THAKRE R., JIQUN W., QUN C., ZHU T., HU M. (1995), "Local air pollution in fast developing countries", *Pure and Applied Chemistry*, vol. 67 n. 8-9, pp. 1407-1410.
- CHEN H., CHEN W. (2019), "Potential impact of shifting coal to gas and electricity for building sectors in 28 major northern cities of China", *Applied Energy*, vol. 236, pp. 1049-1061.
- CHEN B., DU K., WANG Y., CHEN J., ZHAO J., WANG K., ZHANG F., XU L. (2012), "Emission and Transport of Carbonaceous Aerosols in Urbanized Coastal Areas in China", *Aerosol Air Qual. Res.*, vol. 12, pp. 371-378.
- CHEN T., LI M., LUO L., DENG S., ZHOU R., CHEN D. (2020), "Simulating the effects of land urbanization on regional meteorology and air quality in Yangtze River Delta, China", *Applied Geography*, vol. 120.
- D'AMATO G., BAENA-CAGNANI, C.E., CECCHI, L., ANNESI-MAESANO I., NUNES C., ANSOTEGUI I., D'AMATO M., LICCARDI G., SOFIA M., CANONICA G. W. (2013), "Climate change, air pollution and extreme events leading to increasing prevalence of allergic respiratory diseases", *Multidisciplinary Respiratory Medicine*, vol. 8 n. 2.
- D'AMBRA L., CRISCI A., MECCARIELLO G., DELLA RAGIONE L., PALMA R. (2021), "Evaluation of the social and economic impact of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emissions on sustainable mobility using cumulative ordinal models: trend odds mode", *Socio-Economic Planning Sciences*, vol. 75.
- DE FATIMA ANDRADE M., YNOUE R.Y., FREITAS E.D., TODESCO E., VELA A.V., IBARRA S., MARTINS, J.A., CARVALHO V. S.B. (2015), *Air quality forecasting system for South-eastern Brazil*, Frontiers in Environmental Science.
- DEPARTMENT FOR ENVIRONMENT, FOOD AND RURAL AFFAIRS (DEFRA) (2007), *The Air Quality Strategy for England, Scotland, Wales and Northern Ireland*, Volume 1, London.
- ELIASSON, J. (2018), *Congestion Pricing*, The Routledge Handbook of Transport Economics. Editors J. Cowie, and S. Ison.
- EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (EEA) (2016), *Air Quality in Europe - 2016 Report*, Publications Office of the European Union, Luxembourg.

- FIERRAVANTI A., FIERRAVANTI E., COCOZZA C., TOGNETTI R., ROSSI S. (2017), *Eligible reference cities in relation to BVOC-derived O<sub>3</sub> pollution*, *Urban Forestry & Urban Greening*, vol. 28, December 2017, pp. 73-80.
- GARZÓN C., DOMINIE W., GORDON M. (2014), "Pollution-Free Housing for All: Coalition-Based Research, Education, and Advocacy for Healthier Housing in Transportation and Land Use Planning in the San Francisco Bay Area", *Environmental Justice*, vol. 7, n. 6, pp. 186-190.
- GU S., GUENTHER A., FAIOLA C. (2021), "Effects of Anthropogenic and Biogenic Volatile Organic Compounds on Los Angeles Air Quality", *Environmental Science & Technology*, vol. 55, n., 18, pp. 12191-12201.
- HEALY R. M., SOFOWOTE U., DEBOSZ Y. S. J., NOBLE M., JEONG C.H., WANG J. M., HILKER N., EVANS G. J., DOERKSEN G., JONES K., MUNOZ A. (2017), "Ambient measurements and source apportionment of fossil fuel and biomass burning black carbon in Ontario", *Atmospheric Environment*, vol. 161, pp. 34-47.
- IQAir (2020), *World Air Quality Report*, Region & City PM<sub>2.5</sub> Ranking, pp. 10-13.
- JI D., LI L., PANG B., XUE P., WANG L., WU Y., ZHANG H., WANG Y. (2017), "Characterization of black carbon in an urban-rural fringe area of Beijing", *Environmental Pollution*, vol. 223, pp. 524-534.
- MOLINA L.T., MOLINA M.J., SLOTT R.S., KOLB C.E., GBOR P.K. MENG F., SINGH B.R., GALVEZ O., SLOAN J.J., ANDERSON P., TANG X., HU M., XIE S., SHAO M., ZHU T., ZHANG Y.H., GURJAR B.R., ARTAXO P.E., OYOLA P., GRAMSCH E., HIDALGO D., GERTLER A.W. (2004), "Air quality in selected megacities", *Journal of the Air & Waste Management Association*, vol. 54, n. 12, pp. 1-73.
- MOLINA M.J., MOLINA L.T. (2004), "Megacities and atmospheric pollution", *Journal of the Air & Waste Management Association*, vol. 54, n. 6, pp. 644-680.
- MOODLEY K.G., SINGH S., GOVENDER S. (2011), "Passive monitoring of nitrogen dioxide in urban air: A case study of Durban metropolis, South Africa", *Journal of Environmental Management*, vol. 92, n. 9, pp. 2145-2150.
- LEVAC D., COLQUHOUN H., O'BRIEN K.K. (2010), "Scoping studies: advancing the methodology", *Implementation Science*, vol. 5, n. 1.
- LONGHURST J.W.S., IRWIN J.G., CHATTERTON T.J., HAYES E.T., LEKSMONO N.S., SYMONS J.K. (2008), "The development and operation of the United Kingdoms air quality management regime", *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, vol. 116, pp. 149-157.
- NOWAK D., CRANE D., STEVENS J. (2006), "Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States", *Urban For. Urban Green.*, vol. 4, pp. 115-123.
- OCSE (2004), *Key Environmental Indicators*, Direzione Ambientale OCSE Parigi, Francia.
- O'NEILL, M.S., KINNEY, P.L., COHEN, A.J. (2008), "Environmental equity in air quality management: Local and international implications for human health and climate change", *Journal of Toxicology and Environmental Health - Part A: Current issues*, vol. 71, n. 9-10, pp. 570-577.
- OLIVEIRA M.A., TOMLINSON S.J., CARNELL E.J., DORE A.J., SERRANO H.C., VIENO M., CORDOVIL C.M. D.S., DRAGOSITS U., SUTTON M.A., BRANQUINHO C., PINHO P. (2020), "Nitrogen and sulfur deposition over a region in SW Europe based on a regional atmospheric chemical transport model", *Atmospheric Environment*, vol. 223.
- PUTERO D., CRISTOFANELLI P., MARINONI A., ADHIKARY B., DUCHI R., SHRESTHA S.D., VERZA G.P., LANDI T.C., CALZOLARI F., Busetto M., AGRILLO G., BIANCOFIORE F., DI CARLO P., PANDAY A.K., RUPAKHETI M., BONASONI P. (2015), "Seasonal variation of ozone and black carbon observed at Paknajol, an urban site in the Kathmandu Valley, Nepal", *Atmospheric Chemistry and Physics*, vol. 15, n. 24, pp. 13957-13971.
- QUÉRÉ S., LEVASSEUR A. (2020), "Bottom-up versus top-down hands-on options for measuring GHG and pollutants in smart cities", *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, vol. 249, pp. 285-293.
- RAFAEL S., VICENTE B., RODRIGUES V., MIRANDA A.I., BORREGO C., LOPES M. (2018), "Impacts of green infrastructures on aerodynamic flow and air quality in Porto's urban area", *Atmospheric Environment*, vol. 190, pp. 317-330.
- RESTREPO E. C., (2021), "Nitrogen Dioxide, Greenhouse Gas Emissions and Transportation in Urban Areas: Lessons From the Covid-19 Pandemic", *Frontiers in Environmental Science*, vol. 9.
- RIBEIRO F.N.D., UMEZAKI A.S., CHIQUETTO J.B., SANTOS I., MACHADO P.G., MIRANDA R.M., ALMEIDA P.S., SIMÕES A.F., MOUETTE D., LEICHSENRING A.R., UENO H.M. (2021), "Impact of different transportation planning scenarios on air pollutants, greenhouse gases and heat emission abatement", *Science of The Total Environment*, vol. 781.
- ROMERO H., IHL M., RIVERA A., ZALAZAR P., AZOCAR P. (1999), "Rapid urban growth, land-use changes and air pollution in Santiago, Chile", *Atmospheric Environment*, vol. 33, n.s 24-25, pp. 4039-4047.
- ROSHANDEL ARBATANI, T., LABAFI, S., ROBATI, M. (2016), "Effects of social media on the environmental protection behaviour of the public (Case study: Protecting Zayandeh-rood river environment)", *International Journal of Environmental Research*, vol. 10, n. 2, pp. 237-244.
- SÁ E., MARTINS H., FERREIRA J., MARTA-ALMEIDA M., ROCHA A., CARVALHO S., FREITAS S., BORREGO C. (2016), "Climate change and pollutant emissions impacts on air quality in 2050 over Portugal", *Atmospheric Environment*, vol. 131, pp. 209-224.
- SALMON J.A., WILLIAMS D.E., LAING G., KINGHAM S., DIRKS K., LONGLEY I., HENSHAW G.S. (2013), "Emission and dispersion modelling of Lisbon air quality at local scale", *Sci. Total Environ.*, n. 443, pp. 287-298.

- SALVADOR P., MOLERO F., FERNANDEZ A.J., TOBÍAS A., PANDOLFI M., GÓMEZ-MORENO F.J., BARREIRO M., PÉREZ N., MARCO I.M., REVUELTA M.A., QUEROL X., ARTÍÑANO B. (2019), "Synergistic effect of the occurrence of African dust outbreaks on atmospheric pollutant levels in the Madrid metropolitan area", *Atmospheric Research*, vol. 226, pp. 208-218.
- SELMI W., WEBER C., RIVIÈRE E., BLOND N., MEHDI L., NOWAK D. (2016), "Air pollution removal by trees in public green spaces in Strasbourg city", *France, Urban For. Urban Green.*, vol. 17, pp. 192-201.
- SIM S., JEONG S., PARK H., PARK C., KWAK K., LEE S., KIM C.H., LEE S., CHANG J.S., KANG H., WOO J. (2020), "Co-benefit potential of urban CO<sub>2</sub> and air quality monitoring: A study on the first mobile campaign and building monitoring experiments in Seoul during the winter", *Atmospheric Pollution Research*, vol. 11, N. 11, pp. 1963-1970.
- SIMEONOVA E., CURRIE J., NILSSON P., WALKER R. (2018), *Congestion Pricing, Air Pollution and Children's Health*. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.
- SONG M., LI X., YANG S., YU X., ZHOU S., YANG Y., CHEN S., DONG H., LIAO K., CHEN Q., LU K., ZHANG N., CAO J., ZENG L., ZHANG Y. (2021), "Spatiotemporal variation, sources, and secondary transformation potential of volatile organic compounds in Xi'an, China", *Atmospheric Chemistry and Physics*, vol. 21, n. 6, pp. 4939-4958.
- STONE J.B., MEDNICK A.C., HOLLOWAY T., SPAK S.N. (2007), "Is compact growth good for air quality?", *Journal of the American Planning Association*, vol. 73, n. 4, pp. 404-418.
- TALLIS M., TAYLOR G., SINNETT D., FREER-SMITH P. (2011), "Estimating the removal of atmospheric particulate pollution by the urban tree canopy of London, under current and future environments", *Landsc. Urban Plann.*, vol. 103, pp. 129-138.
- TAO W., LIU J., BAN-WEISS G.A., HAUGLUSTAIN D.A., ZHANG L., ZHANG Q., CHENG Y., YU Y., TAO S. (2015), "Effects of urban land expansion on the regional meteorology and air quality of eastern China", *Atmospheric Chemistry and Physics*, vol. 15, n. 15, pp. 8597-8614.
- TONG Z., BALDAUF R.W., ISAKOV V., DESHMUKH P., ZHANG K.M. (2016), "Roadside vegetation barrier designs to mitigate near-road air pollution impacts", *Sci. Total Environ.*, vol. 541, pp. 920-927.
- U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA) (2018), *Review of the Primary National Ambient Air Quality Standards for Oxides of Nitrogen*, 40 CFR Part 50, Federal Register. 83, n. 75.
- VIANA M., DE LEEUW F., BARTONOVA A., CASTELL N., OZTURK E., GONZÁLEZ ORTIZ A. (2020), "Air quality mitigation in European cities: Status and challenges ahead", *Environment International*, vol. 143.
- XIAO H.W., WU J.F., LUO L., LIU C., XIE Y.J., XIAO H.Y. (2020), "Enhanced biomass burning as a source of aerosol ammonium over cities in central China in autumn", *Environmental Pollution*, vol. 266.
- ZHAO Q., ZOU C., GAO Q., ZHANG S., LI X. (2018), "Temporal and Spatial Exposure of Gaseous Pollutants and Its Influence Factors in Shandong Province", *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 186, n. 3.
- ZIOŁA N., BŁASZCZAK B., KLEJNOWSKI K. (2021), "Long-Term eBC Measurements with the Use of MAAP in the Polluted Urban Atmosphere (Poland)", *Atmosphere*, vol. 12, n. 7.