

Airborne particles in indoor environment of homes, schools, offices and aged care facilities: The main routes of exposure

L. Morawska^{a,b,*}, G.A. Ayoko^{a,b}, G.N. Bae^c, G. Buonanno^{a,d,k}, C.Y.H. Chao^e, S. Clifford^{a,b,f}, S.C. Fu^e, O. Hanninen^g, C. He^{a,b}, C. Isaxon^h, M. Mazaheri^{a,b}, T. Salthammer^{a,i}, M.S. Waring^j, A. Wierzbicka^h

Studio veramente interessante, anche perché è uno degli obiettivi di ricerca ed indagine in questa commissione nei prossimi due anni. Questo poiché l'ambiente interno (casa, ufficio, scuola) è dove le persone trascorrono la maggior parte del tempo, addirittura fino al circa il 65% del tempo quotidiano nei paesi in via di sviluppo. Lo studio evidenzia quanto sia importante, ai fini protettivi, comprendere l'origine delle particelle: provengono da fonti interne, esterne o entrambe? Questo problema è già stato affrontato in altri numerosi studi ma nello specifico, lo studio in oggetto si propone l'obiettivo di comparare i singoli studi nel tentativo di capire se vi sono delle tendenze generalizzabili nelle vie di esposizione di case, scuole e case di cura diurne, uffici e strutture per anziani. È stato quindi sviluppato un riepilogo dell'origine interna rispetto a quella esterna delle particelle interne e confrontato questo dato con le linee guida dell'OMS (per PM₁₀ e PM_{2.5}) e ai livelli tipici riportati per gli ambienti urbani (PN). È stato dimostrato che le origini principali delle particelle differisce da un tipo di ambiente interno a un altro. Per le case, l'aria esterna è l'origine principale di PM₁₀ e PM_{2.5} ma PN provengono da fonti interne; per le scuole e le cure diurne, l'aria esterna è la fonte di PN mentre PM₁₀ e PM_{2.5} hanno sorgenti interne; e per gli uffici, l'aria esterna è la fonte di tutte e tre le dimensioni delle particelle frazioni. Mentre ogni singolo edificio è diverso e porta a differenze significative. I risultati dello studio conducono alla possibilità di tendenze generalizzabili per i principali tipi di ambienti interni in cui le persone trascorrono del tempo, e quindi al tipo di misure di prevenzione che devono essere considerate in generale per questi ambienti, tenendo conto che l'esposizione al particolato nell'aria (PM) è una delle più importanti significativi rischi ambientali per le persone. Le particelle interne sono un mix di particelle ambientali che si

sono infiltrate all'interno, particelle emesse all'interno e particelle formate all'interno attraverso reazioni di precursori di fase gassosa provenienti da entrambi gli ambienti interni e fonti esterne. Molto importante è il concetto di risospensione della polvere, da considerare tra le fonti più significative di aerosol. Lo scambio d'aria tra interno ed esterno svolge un ruolo cruciale controllo dell'inquinamento dell'aria interna. Negli Stati Uniti lo scambio aereo per gli ambienti residenziali proviene principalmente dagli effetti combinati di infiltrazione e naturale solo ventilazione, poiché la ventilazione meccanica è in genere inesistente tranne in alcune nuove costruzioni. In alcuni paesi europei, tuttavia, fino a $\sim 1/2$ a $3/4$ di alcuni tipi di case usano la meccanica ventilazione e questo è assolutamente da considerare poiché influisce in modo significativo sull'infiltrazione di particelle dall'esterno all'interno. Nello studio viene considerato anche l'uso dei materiali da costruzione (principalmente legno nel Nord America, mattoni nell'Europa centrale, cemento nel sud ed Europa orientale ecc.), la qualità delle finestre e delle porte e loro sigillatura, rispettivamente (migliore isolamento e di conseguenza probabilmente inferiore infiltrazioni nelle regioni più fredde rispetto a quelle più calde) e le differenze nelle abitudini di ventilazione in base alle condizioni climatiche (altro aprire finestre e porte più calde che nelle regioni più fredde e durante estate che durante l'inverno). Le scuole e i centri diurni sono ambienti interni complessi con progetti costruttivi molto specifici, condizioni di ventilazione e tipi di attività. Per i bambini, la scuola è la seconda più importante ambiente interno, dove hanno trascorso una frazione significativa della giornata, e i bambini sono sottogruppo di popolazione suscettibile all'inquinamento atmosferico dovuto alla loro ricezione relativamente più alte delle dosi polmonari adulte nell'aria. Inoltre, il tipo di attività svolta nelle scuole (attività motorie, sportive, etc) e il numero di alunni in relazione allo spazio disponibile, aumenta il rischio di esposizione all'inquinamento atmosferico. La concentrazione media di PM10 ponderata all'interno della scuola per 24 ore è significativamente superiore alla concentrazione all'aperto. Le particelle vengono portate dentro direttamente dai bambini sulle loro scarpe o vestiti. Per quanto riguarda

PM2.5, la concentrazione media ponderata per 24 ore è simile o leggermente più alta di quella esterna e comunque direttamente proporzionale al tempo di permanenza a scuola. Importante appare anche la collocazione urbanistica della scuola stessa peggiorando i valori di particelle, in particolare di PM2.5. Anche i luoghi di lavoro sono ambienti in cui si trascorre circa il 30% del proprio tempo e l'inquinamento dell'aria negli uffici può presentare un grave rischio per la salute lavoratori. L'effetto dei diversi tipi di meccanismi di scambio d'aria sulla concentrazione di aerosol all'interno dipende dai gradienti di concentrazione tra ambienti interni ed esterni, la forza delle fonti interne, e la capacità di rimozione dell'involucro o dei filtri di ventilazione presenti nell'edificio. Sulla base degli studi inclusi nell'analisi può essere concluso nel complesso, l'origine principale della casa PM10 e PM2.5 è l'aria esterna. Ciò significa che le fonti interne di queste frazioni di massa di particelle non hanno valori significativi rispetto alle concentrazioni esterne e che solo se è aumentata la ventilazione, senza filtrazione, questa può portare ad un aumento all'interno concentrazioni ed esposizioni. Al contrario, i principali driver di PN di casa sono le fonti interne, che significa vari processi di combustione e anche formazione di particelle secondarie e questo è un aspetto veramente importante. Per quanto riguarda le case di cura per anziani, essendo stati considerati solo tre studi che segnalano la qualità dell'aria interna in queste strutture, e presentando ognuno risultati diversi, non è possibile disegnare conclusioni generali sulle vie di esposizione dei residenti che comunque vanno almeno allineate a quelle riportate per gli ambienti interni in genere e quindi spesso al di sopra delle LG dell'OMS.