

Università degli studi di Napoli Federico II



Scuola Politecnica e delle Scienze di Base

Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale

Corso di Laurea Magistrale

in

Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio

Tesi di laurea

**Valutazione della qualità dell'aria in ambiente urbano mediante
l'accumulo di elementi selezionati nelle foglie di leccio**

Relatore:

Chiar.ma Prof.ssa

Giulia Maisto

Candidato:

Angela D'Alterio

Matr.: M67/315

Anno accademico 2017/2018

ABSTRACT

L'aria è una miscela di gas costituita da azoto (circa 78%), ossigeno (circa 21%) e da altri gas. Nell'aria si trovano in concentrazione molto variabile particelle solide di varia natura e dimensione. Si parla di inquinamento atmosferico ogni qualvolta una sostanza è presente nell'aria in concentrazione diversa rispetto a quella naturale. Queste alterazioni possono essere causate sia da fenomeni di origine naturale (ad esempio le eruzioni vulcaniche), sia da attività umane (ad esempio le emissioni delle industrie, delle centrali termiche, degli impianti di riscaldamento e dei mezzi di trasporto). Le sostanze contenute nelle emissioni possono ritrovarsi nell'ambiente e intervenire direttamente sulla salute umana (inquinanti primari) o subire in atmosfera dei processi di trasformazione. Tra gli inquinanti primari si possono annoverare SO₂, NO, CO e PM₁₀, mentre tra quelli secondari NO₂, O₃.

La norma quadro in materia di controllo dell'inquinamento atmosferico è rappresentata dal Decreto Legislativo n. 155/2010. Tale Decreto Legislativo contiene le definizioni di valore limite, valore obiettivo, soglia di informazione e di allarme, livelli critici, obiettivi a lungo termine, inoltre individua l'elenco degli inquinanti per i quali è obbligatorio il monitoraggio.

Per particolato atmosferico si intendono tutte le particelle presenti in atmosfera, allo stato solido o liquido, che grazie alle loro minuscole dimensioni restano sospese nell'aria per periodi più o meno lunghi. Queste sono in grado di influire sulla salute delle persone quando vengono inalate e raggiungono le vie respiratorie più profonde, arrivando agli alveoli polmonari e rilasciando alcuni elementi tossici che possono sciogliersi nel sangue.

Le particelle variano in termini di origine, composizione chimica e dimensioni. La dimensione è descritta come diametro aerodinamico e varia tra 0.01 e 100 μm (AQEG 2005). Le particelle sono spesso definite come grossolane (2.5- 10 μm), fine (0.1-2.5 μm), e ultrafine ($\leq 0.1 \mu\text{m}$) (Beckett, Freer-Smith e Taylor 1988). La composizione del particolato è estremamente variabile in base all'origine delle particelle che può essere naturale (sabbie, polveri delle eruzioni vulcaniche, pollini e spore) ed antropica: generalmente prodotte dalla combustione e dai processi industriali.

Il termine "metallo pesante" viene comunemente utilizzato per raggruppare una serie di elementi, inquinanti o potenzialmente tossici, alcuni dei quali però a piccole concentrazioni, sono essenziali per la vita degli organismi a concentrazioni troppo elevate sono tossici. Probabilmente, il termine metallo pesante è stato adottato in quanto evoca il concetto di tossicità e permanenza nei sistemi biologici.

Il particolato atmosferico è un contaminante dell'aria nelle aree urbane e industriali che spesso supera i valori limite, creando seri problemi a causa dei suoi effetti nocivi sulla qualità ambientale e sulla salute dell'uomo. Da qui nasce la necessità di monitorare la qualità dell'aria mediante indagini strumentali e biologiche. Infatti, negli ultimi anni, il biomonitoraggio, soprattutto in città, è usato come valutazione complementare alle tradizionali procedure chimico-fisiche di rilevamento degli inquinanti.

Tra i biomonitori, le piante rivestono un ruolo prevalente in quanto l'analisi delle foglie si è rivelata molto utile al fine di analizzare le concentrazioni di inquinanti aerodispersi, grazie alla capacità di queste di intercettare il particolato atmosferico e di trattenere o assorbire elementi presenti in atmosfera, anche a concentrazioni basse o per breve tempo. Pertanto, alberi e arbusti possono essere impiegati come filtri che contribuiscono al miglioramento della qualità dell'aria.

Nelle regioni a clima mediterraneo, il leccio (*Quercus ilex* L.) è una quercia sempreverde ampiamente diffusa, tipica di ambienti forestali, che viene usata a scopo ornamentale in aree urbane come aiuole lungo le strade, giardini e parchi. Le foglie di leccio presentano superfici ampie e

pelose che intercettano ed accumulano il particolato atmosferico che si deposita su di esse, e che rendono tale specie un buon accumulatore.

Scopi di questo studio sono stati: i) la valutazione dell'ammontare del particolato atmosferico grossolano intercettato da foglie di leccio di aree urbane della provincia di Napoli sottoposte a diverso grado di intensità di impatto antropico (urbano e urbano-industriale); ii) confrontare i livelli di accumulo di particolato in foglie di leccio esposte da tempi diversi (1 e 2 anni); iii) valutare il contenuto di alcuni metalli selezionati (Cr, Cu Mn e Ni) nelle foglie di diversa età (1 e 2 anni) campionate nei diversi siti di indagine; iv) evidenziare se la morfologia delle foglie determina una diversa intercettazione del PM nelle foglie; v) verificare eventuali relazioni tra l'accumulo dei singoli metalli investigati nelle foglie campionate nei diversi siti di indagine e la tipologia di impatto antropico (urbano e urbano-industriale).

Le foglie di leccio sono state campionate ad aprile 2018 da alberi di 6 siti della provincia di Napoli: 3 nel comune di Pomigliano D'Arco e 3 nei comuni di Brusciano, Castello di Cisterna e Mariglianella.

In laboratorio, le foglie di ciascun gruppo (1 e 2 anni di età) sono state equamente suddivise in due sottogruppi. Il primo sottogruppo è stato lasciato tal quale (NL) per la determinazione del contenuto dei metalli; il secondo sottogruppo è stato sottoposto a quattro lavaggi consecutivi (L), da 20 minuti ciascuno, in acqua deionizzata al fine di rimuovere il particolato atmosferico adeso alla superficie fogliare.

La concentrazione degli elementi è stata determinata, in triplicato, in foglie NL e L di 1 e 2 anni di età mediante spettrometria ad assorbimento atomico, previo attacco acido dei campioni.

Le concentrazioni dei metalli nelle foglie non lavate sono state usate per calcolare il grado di contaminazione mediante l'equazione riportata di seguito:

$$CF = \frac{C_{NL}}{C_F}$$

dove C_{NL} rappresenta la concentrazione del singolo metallo nelle foglie non lavate e C_F rappresenta la concentrazione riportata per il fingerprint chimico per le foglie di *Q. ilex* L. campionate in numerose foreste non contaminate dell'Italia centrale (Bargagli et al., 1998).

Per la determinazione delle caratteristiche morfologiche delle foglie, sono state selezionate dai gruppi di diversa età (1 e 2 anni) di ciascun sito, 10 foglie prive di evidenti danni. Su tali foglie sono state determinate: area (AL), lunghezza (LL), larghezza (LW) delle foglie, lunghezza del picciolo (LPL) mediante il programma Image J 1.45 (Image Analysis Software). Sono stati poi calcolati: area fogliare specifica (SLA), indice di densità tessutale (LDMC), lo spessore (sL) e l'indice di circolarità (IC). Le differenze statisticamente significative dei diversi tratti per le foglie di 1 e 2 anni sono state valutate mediante t-test (Sigma-Stat 3.0 package, Jandel scientific, USA).

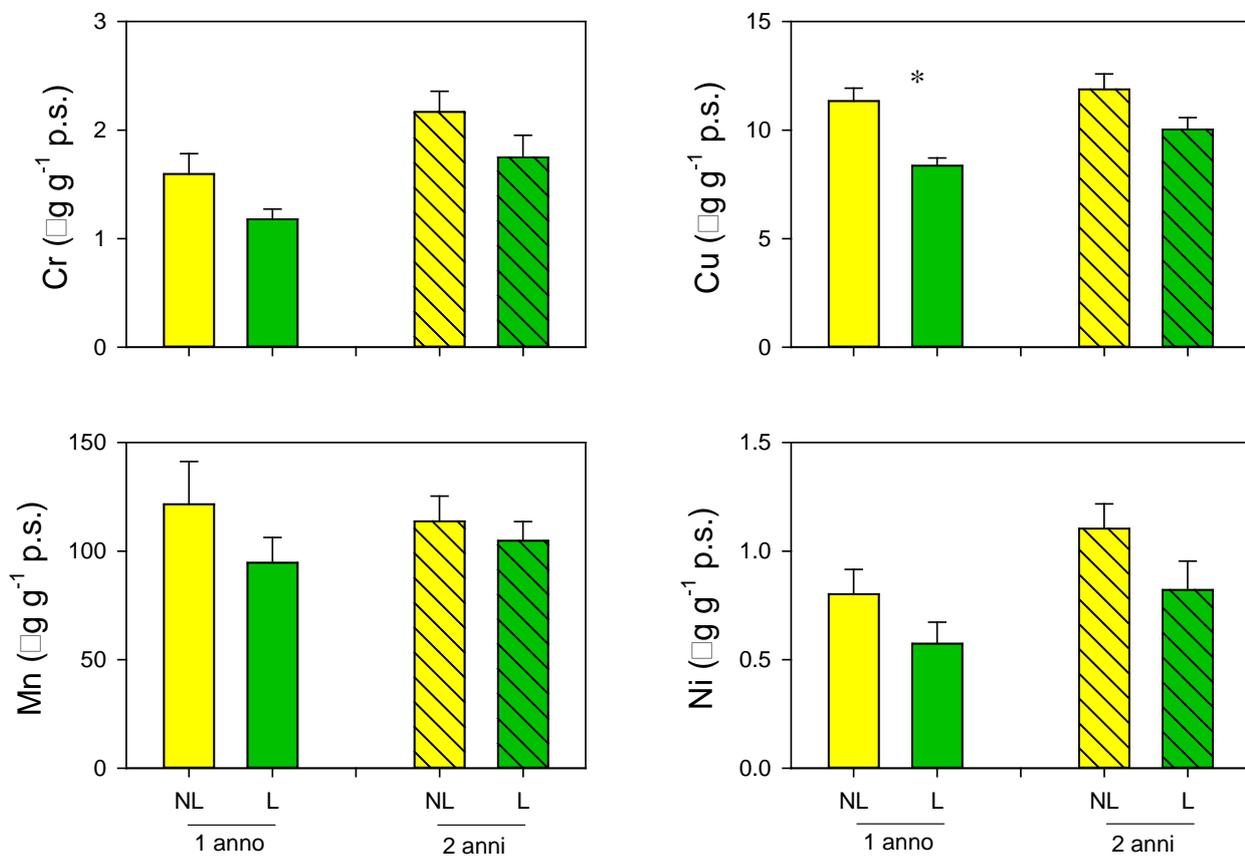
Le differenze statisticamente significative delle concentrazioni dei metalli tra le foglie NL e L, tra l'ammontare del $PM_{>10}$ e PM_{10} , tra le foglie di differente età e le loro interazioni sono state valutate mediante un'ANOVA test a due vie (Sigma-Stat 3.0 package, Jandel scientific, USA), seguito da *post-hoc* Holm-Sidak.

Le relazioni tra i tratti fogliari funzionali e l'accumulo delle diverse tipologie di PM investigati sono state valutate mediante una regressione backward stepwise (Sigma-Stat 3.0 package, Jandel scientific, USA).

Le concentrazioni dei metalli nelle foglie non lavate e le diverse tipologie di PM sono state utilizzate in un'analisi delle componenti principali (PCA) al fine di valutare la distribuzione dei siti in funzione dei parametri selezionati (Past v. 3.15, Øyvind Hammer, Oslo).

Complessivamente ed indipendentemente dal tempo di esposizione delle foglie, le concentrazioni degli elementi, non mostravano differenze statisticamente significative tra i campioni NL e L ad eccezione del Cu nelle foglie di un anno (Fig. 1).

Figura 1. Valori medi, \pm errore standard del contenuto di Cr, Cu, Mn e Ni nelle foglie lavate (L) e non lavate (NL) di 1 e 2 anni. Gli asterischi indicano differenze statisticamente significative tra foglie NL e L della stessa età. * $P < 0,05$;



Il diverso tempo di esposizione non sembrerebbe influenzare la quantità di particolato atmosferico intercettato dalla foglia poiché non sono state osservate differenze statisticamente significative tra le foglie di differente età. La mancata differenza di particolato intercettato tra foglie di differente età potrebbe essere dovuta a fenomeni di precipitazione atmosferica che causano un dilavamento del PM intercettato sulla superficie della foglia (Xu et al., 2017). Infatti, analizzando i dati meteorologici dagli archivi considerando un arco temporale aprile 2016 - aprile 2018 (Tabella 1) si evidenzia come le foglie di due anni di età abbiano subito un numero di fenomeni di precipitazione maggiore rispetto alle foglie di un anno di età

Tabella 1. Valori medi della quantità di particolato atmosferico ($PM_{>10}$ e PM_{10}) intercettato in foglie di leccio di uno e due anni di età prelevate nei sei siti investigati.

	ROMEO		V.le ALFA		VILLA		CASTELLO DI CISTERNA		BRUSCIANO		MARIGLIANELLA	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
$PM_{>10}$ ($\mu\text{g cm}^{-2}$)	221	194	393	368	431	427	148	229	160	221	1535	548
PM_{10} ($\mu\text{g cm}^{-2}$)	21.5	26.2	31.4	39.0	32.4	40.8	20.4	26.7	26.4	25.1	78.2	40.0

I risultati della ricerca hanno evidenziato che, complessivamente, le foglie di leccio, indipendentemente dal tempo di esposizione (1 o 2 anni), contribuiscono alla rimozione di particolato atmosferico grossolano PM_{10} e $PM_{>10}$. In particolare, l'ammontare di $PM_{>10}$ intercettato era statisticamente più elevato di quello del PM_{10} . Inoltre, l'accumulo di particolato era più elevato nel sito in cui, l'impatto antropico era misto (urbano, industriale ed agricolo).

L'analisi chimica delle foglie ha evidenziato che l'area di studio è interessata da una contaminazione intensa anche nel breve tempo, poiché nelle foglie di un anno le concentrazioni di Cr, Cu, Mn e Ni erano più alte del fingerprint e confrontabili a quelle nelle foglie di due anni. Inoltre, può essere ipotizzato che tali elementi siano adesi a particolato fine, che penetra nel tessuto fogliare, poiché non sono state evidenziate significative variazioni delle concentrazioni tra foglie lavate e non lavate. I fattori di contaminazione evidenziavano una contaminazione diffusa di Mn ascrivibile non solo al traffico veicolare, ma anche alle intense attività industriali che caratterizzano i siti investigati. Il contenuto di materia organica secca e la circolarità della foglia sembrerebbero giocare un ruolo importante nell'intercettazione delle diverse frazioni del particolato atmosferico.