



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE

DIPARTIMENTO SCIENZE DELLA VITA E DELL'AMBIENTE

Corso di Laurea

Scienze Ambientali e Protezione Civile

LE SIGARETTE ELETTRONICHE COME FONTE DI METALLI TOSSICI E POTENZIALMENTE
CANCEROGENI

E-CIGARETTES AS A SOURCE OF TOXIC AND POTENTIALLY CARCINOGENIC METALS

Tesi di Laurea di:
di:

Gaia Battisti

Docente Referente
Chiar.mo Prof.

Silvia Illuminati

Sessione Sessione Estiva (Luglio 2026)

Anno Accademico 2025/2026

ABSTRACT

- 1 **Background:** popolarità e impatto sulla salute
- 2 **Scopo:** caratterizzazione e quantificazione di metalli tossici in 5 brand popolari di sigarette elettroniche negli USA
- 3 **Metodi:** analisi di 10 cartomizzatori per ognuno dei 5 brand con ICP-MS
- 4 **Risultati:** trovati cadmio, cromo, piombo, manganese e nichel con grande variabilità intra-brand e inter-brand
- 5 **Conclusioni:** necessari ulteriori studi sull'esposizione

INTRODUZIONE

Nel 2015 le sigarette elettroniche aumentavano di popolarità, i dispositivi di **prima generazione**, le cig-a-like, erano in calo di popolarità rispetto alla seconda generazione (pen-style/clearomizer), tuttavia, comprendevano ancora una buona fetta del mercato



RESTRIZIONI:

FDA

Restrizioni pari al
tabacco
provocando
crescita aziende
che producono
entrambi

Aggiunta di
etichette
illustrative e
restrizioni sulle
pubblicità

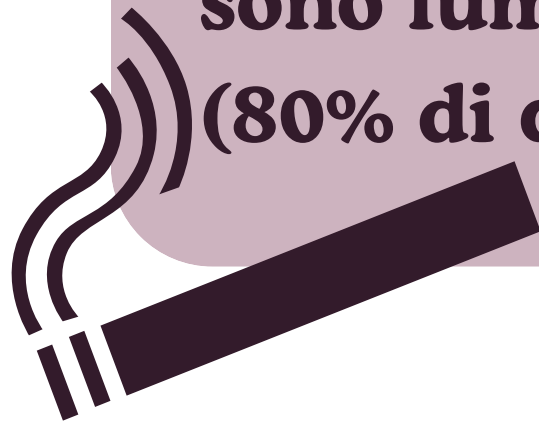
EU

INTRODUZIONE

Utilizzatori:

Fumatori o ex fumatori

La maggior parte degli utenti sono fumatori ed ex fumatori (80% di questa categoria).



Adolescenti

In crescita la percentuale di utilizzatori di e-cigarettes da parte degli adolescenti, molti sono NON fumatori.



INTRODUZIONE

Ricerche precedenti

1

Goniewicz et al., 2014 : identifica solo nichel, cadmio, piombo in concentraizoni simili agli inalatori di nicotina

2

Williams et al., 2013 : ha analizzato le concentrazioni in liquido e aerosol e riportato la presenza di nichel, cromo e piombo ma non cadmio. Riporta le concentrazioni in $\mu\text{g}/10$ puffs oppure $\mu\text{g}/\text{e-cigarette}$



Funzionamento:

La bobina si scalda e vaporizza il liquido che è una soluzione di **propilene, glicole, glicerina, nicotina** e **aromi** che vengono inalati

METODI

Procedura

- Rimozione **tappo** cartomizzatore con pinze normali
- Rimozione **cartomizzatore**, privato della bobina riscaldante, con pinze in polipropilene
- Tampone **centrifugato** per 10 minuti a **1540 RCF**
- Estratte **2 aliquote** da **250mL** (per il Brand C da **150mL**)
- Portati a volume **5mL** con Fisher Optima Element Trace Grade in H₂O milliQ (HNO₃ + HCL)
- **Vortexati** e analizzati a **ICP-MS**

MATERIALI

Materiali

- **5** Brand (popolari negli U.S)
- **10** cartucce ogni Brand
- **2** aliquote per cartuccia (250/150 mL)
- **48** campioni totali

*sarebbero dovuti essere 50 ma 1 cartuccia del Brand C non aveva abbastanza liquido

Metri di misura

- **MLD**
- **Accuratezza**
- **Intra-laboratory ICC**
- **Inter-laboratory ICC**

RISULTATI

- Trovati **Cadmio, Cromo, Piombo, Manganese, Nichel**
- **Cadmio** non riportato perché molto più basso degli altri
- **Brand A** ha concentrazioni più elevate per tutti i metalli
- **ICC** sempre > 0.96
- Grande **variabilità** dei dati, soprattutto per il Brand A

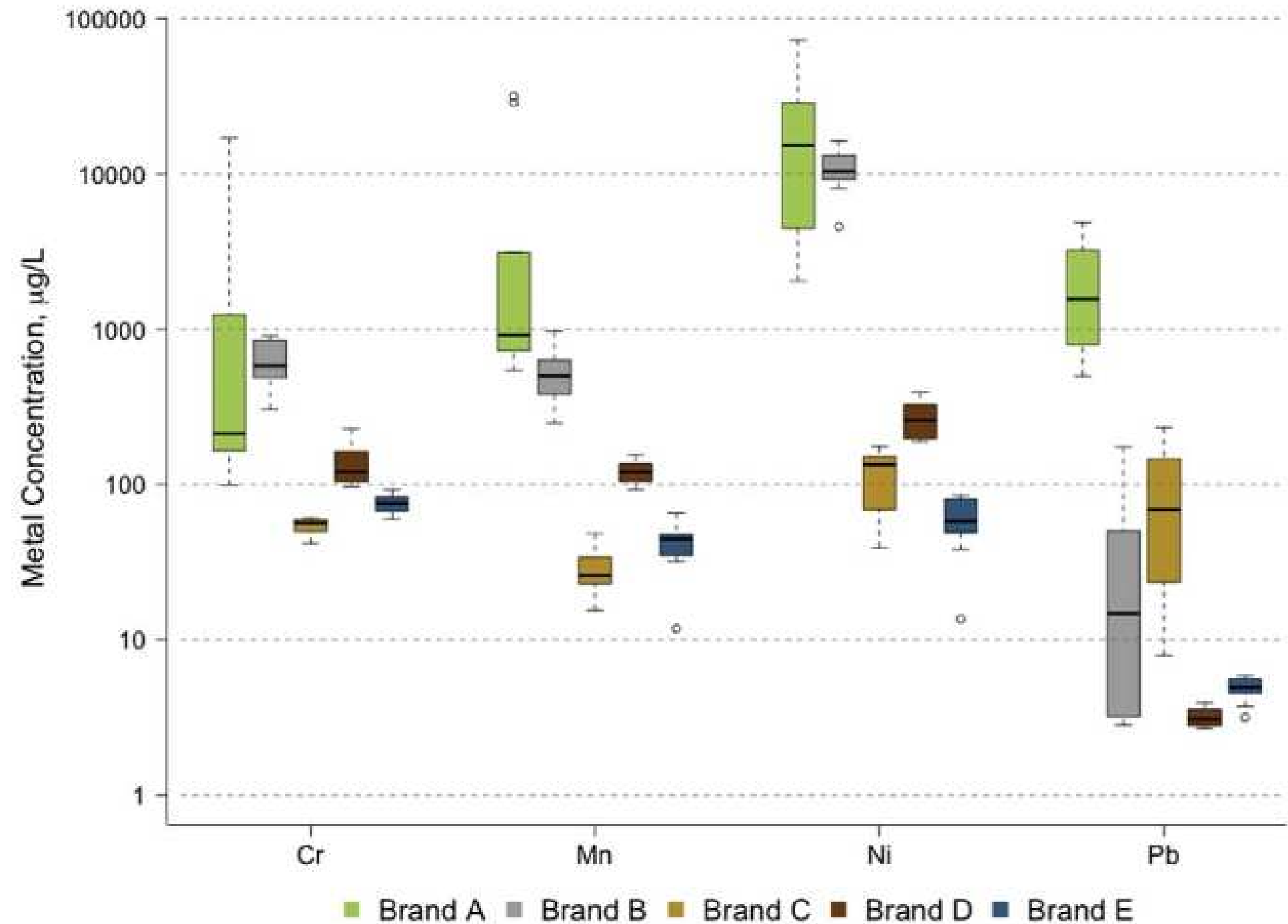


Fig. 1. Distribution of metal concentration within brands. Horizontal lines within boxes indicate medians; boxes, interquartile ranges; error bars, values within 1.5 times the interquartile range; solid circles, outlying data points.

RISULTATI

Table 1

Metal concentrations in five commercial brands of cig-a-like e-cigarettes (µg/L).

Brand	N	Cadmium			Chromium			Lead			Manganese			Nickel		
		Mean (SD)	Median	Range	Mean (SD)	Median	Range	Mean (SD)	Median	Range	Mean (SD)	Median	Range	Mean (SD)	Median	Range
Brand A (µg/L)	10	205 (318)	12.40	322–755	2110 (5220)	213	98.6– 16,900	1970 (1450)	1630	500–4870	6910 (12,200)	918	541– 31,500	22,600 (24,400)	15,400	2040– 72,700
Brand B (µg/L)	10	1.17 (1.09)	0.796	0.470–4.11	788 (284)	726	306– 1130	58.1 (79.4)	18.5	3.53–218	670 (283)	627	247– 1200	13,400 (4540)	13,100	4560– 20,500
Brand C (µg/L)	8	1.57 (1.30)	1.17	0.157–4.18	231 (71.6)	205	162– 381	5.83 (1.80)	5.15	4.50–9.82	200 (33.9)	187	154– 258	463 (132)	491	316– 652
Brand D (µg/L)	10	0.982 (0.802)	0.502	0.249–2.23	76.1 (11.0)	75.6	60.2– 92.7	4.89 (0.893)	4.98	3.17–5.89	41.50 (13.9)	44.4	11.8– 65.5	58.7 (22.4)	58.1	13.7– 85.4
Brand E (µg/L)	10	0.415 (0.38)	0.204	0.137–1.23	53.9 (6.95)	56.7	41.5– 60.79	93.4 (80.5)	69.3	7.94–233	28.7 (9.79)	26.1	15.5– 48.23	114 (49.3)	134	39.3– 175
LOD (µg/ L)*			0.04			0.1			0.02			0.08			0.1	
Intra- labora- tory ICC	48×2		0.965			0.999			0.997			1.000			1.000	
Inter- labora- tory ICC	4×2		0.997			0.993			0.997			0.988			0.988	

ICC: intraclass correlation coefficient. The intra-laboratory ICC was calculated from duplicate aliquots from the same e-cigarette liquid sample. Mean concentration was calculated by taking the mean of 2 duplicate samples from the same e-cigarette. The inter-laboratory ICC was calculated from duplicate analyses conducted in a subset of 4 e-cigarette liquid samples conducted at Graz University (Graz, Austria). *LOD are calculated to a 1:20 dilution factor.

DISCUSSIONE

● Difficile comparazione

1. **Variabilità**
2. **Studi**
3. **Protocolli**
4. **Metodi**

Concentrazioni
in µg/L

● Pericolosità



1. **Nichel** : cancerogeno, allergia, danni pelle e polmini, enfisema
2. **Cromo** : cancerogeno diretto e indiretto
3. **Piombo** : ha effetti anche a concentrazioni basse e inalato entra direttamente in circolo
4. **Manganese** : neurotossico, sintomi simili al Parkinson, tremori, spasmi, infiammazioni polmonari

● Provenienza

Probabilmente dagli elementi meccanici di riscaldamento (**bobina**) e/o da **contaminazione** nella produzione della bobina stessa

● Esposizione

- **Frequenza/quantità di Consumo**
- **% Aerosolizzazione**

→ Un utente esposto alla concentrazione totale nel liquido potrebbe, con una sola cartuccia, **superare tutti i limiti**, anche il MRL (maximum recommended limit)

DISCUSSIONE

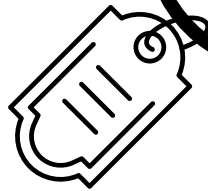
Limitazioni

- Difficile stima della dose assimilata
- Non quantifica le specie chimiche dei metalli

Preoccupazioni

Rivolte ai non fumatori di tabacco (principalmente adolescenti)

Serve maggiore **trasparenza** al consumatore con una lista **ingredienti**, costituenti pericolosi o potenzialmente pericolosi e **info generali**

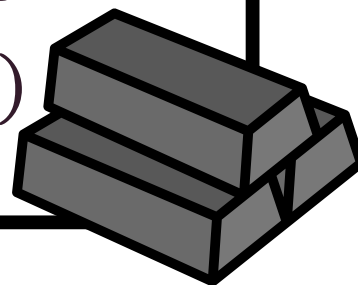


Servono investigazioni sui **componenti meccanici** e un **monitoraggio** sul **contatto** prolungato col device

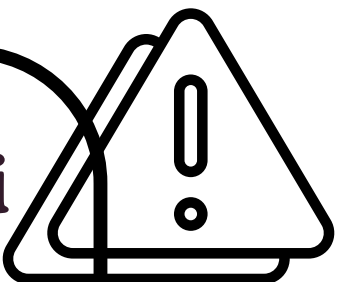


CONCLUSIONI

Più **controlli** sui **costituenti** e **cambio** di **materiali** per i componenti metallici (abolizione nichrome)



Le e-cigarettes sono **migliori** del tabacco ma le e-cigarettes sono comunque una **fonte di esposizione a metalli pesanti**





**GRAZIE
DELL'ATTENZIONE**