



UNIVERSITATEA BABEȘ BOLYAI
FACULTATEA DE ȘTIINȚA ȘI INGINERIA MEDIULUI
ȘCOALA DOCTORALĂ ȘTIINȚA MEDIULUI

MODEL DE EVALUARE A PROGRESULUI
PROGRAMULUI DE INTERVENȚIE ÎN
DIMINUAREA RISCURILOR ASOCIATE
EXPUNERII LA METALE GRELE (PB, CD)
ÎN ZONA COPȘA MICĂ

REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT

Coordonator științific

PROF. UNIV. DR. EUGEN - STELIAN GURZĂU

Doctorand

Corina MORĂRESCU (LUPU)

Cluj-Napoca

2014

Mulțumiri

Copil fiind, atunci când mintea mea se străduia să-și imagineze cum va fi în anul 2000, credeam cu tărie că vom trăi cu toții într-o lume mai bună și nu în ultimul rând cu mult mai curată...Poate chiar în aer, poate chiar în apa mărilor și oceanelor...

Adult fiind, pe măsură ce căpătam atât cunoștințele unui absolvent al Facultății de Chimie, cât și viziunea a ceea ce noi, oamenii, distrugem în biodiversitatea acestui minunat Pământ, conștiința mea a început să-mi facă reproșuri pentru că nu vom lăsa generațiilor următoare o lume mai puțin poluată...

De aceea, elaborarea unui studiu științific, ce urma să fie teza mea de doctorat, referitor la programul de intervenție pentru diminuarea expunerii la metale grele și a riscurilor asociate în zona Copșa Mică, mi s-a părut extrem de interesantă și folositoare pentru tot ceea ce realizez și urmează să las în urma activității mele profesionale concentrată, indiferent de studiile ulterioare, pe domeniul protecției mediului.

Cu deosebit respect adresez primele cuvinte de mulțumire domnului Prof. Asoc. Dr. Gurzău Eugen Stelian, membru titular al Academiei de Științe Medicale, conducătorul științific al lucrării, pentru sugestiile competente, profesioniste, acordate pe parcursul documentării, realizării și redactării acestei teze de doctorat, pentru contribuția avută la pregătirea mea științifică și mai ales pentru încrederea acordată!

Sentimentele mele de recunoștință se îndreaptă și către distinșii referenți domnul Prof. Univ. Dr. Baciș Laurențiu Călin, doamna Prof. Univ. Dr. Borzan Cristina, domnul Prof. Univ. Dr. Ing. Rusu Tiberiu și către domnul Prof. Univ. Dr. Ing. Ozunu Alexandru, Decanul Facultății de Știința și Ingineria Mediului, totodată Președintele comisiei de doctorat, pentru că au acceptat să răpească și să aloce o parte din timpul dumnealor prețios, evaluării tezei de doctorat și exprimării opiniilor despre aceasta.

Atunci când mă gândesc la generozitate în împărtășirea cunoștințelor acumulate pe parcursul unei prodigioase activități profesionale, nu îmi vine în minte o altă persoană decât doamna Prof. Asoc. Dr. Gurzău Anca Elena, cea care, cu răbdare m-a încurajat permanent, m-a apreciat exigent și mi-a pus la dispoziție materialele, bibliografia și echipamentele necesare realizării rapoartelor de încercare. A modelat prin dăruire, cu discreție, o parte din ce voi fi în viitor.

Am avut de la bun început părinți remarcabili care m-au protejat și iubit, o familie numeroasă alături de care mă simt puternică, bogată sufletește și împlinită. Am astăzi propria-mi familie, care m-a susținut moral și material și pentru care afecțiunea și mulțumirea mea nu pot încăpea în cuvinte.

București,
Mai 2014

Corina MORĂRESCU (LUPU)

CUPRINS

CAPITOLUL I.

INTRODUCERE	7
-------------	---

CAPITOLUL II.

ANALIZA STADIULUI LA NIVEL NAȚIONAL ȘI INTERNAȚIONAL A DATELOR PRIVIND EXPUNEREA LA PLUMB ȘI CADMIU ȘI EFECTELE ASUPRA SĂNĂTĂȚII	13
2.1. Efectele adverse ale plumbului asupra stării de sănătate	13
2.1.1 Particularități privind expunerea copiilor la plumb	13
2.1.2. Date despre efectele adverse în cazul expunerii copiilor la plumb	29
2.1.3. Activități de prevenție la nivel comunitar a intoxicației cu plumb	31
2.1.4. Aspecte particulare privind expunerea la plumb a populației infantile din România	38
2.2. Efectele adverse ale cadmiului asupra sănătății	40
2.2.1. Expunerea neocupațională la cadmiu	40
2.2.2. Efecte acute și cronice asupra stării de sănătate	42

CAPITOLUL III.

CONTRIBUȚIA PERSONALĂ. MOTIVAȚIE, OBIECTIVE, CARACTERIZAREA ZONEI, STUDIUL PRELIMINAR	50
3.1. Motivația alegerii temei	50
3.2. Obiectivele generale și specifice ale lucrării	52
3.3. Populația, criteriile de selecție a zonei de studiu	54
3.4. Prelevarea și analiza probelor, analiza statistică a datelor	55
3.4.1. Metodologia prelevării și prelucrării probelor de mediu	56
3.4.2. Prelevarea și determinarea concentrației plumbului și cadmiului din vegetalele recoltate din perimetrul locuințelor subiecților investigați utilizând tehnica fluorescenței în raze X	57
3.4.3. Prelevarea și determinarea concentrației plumbului în praful de pe mâinile subiecților investigați utilizând tehnica fluorescenței în raze X	57
3.4.4. Metodologia prelucrării statistice a datelor	58

CAPITOLUL IV.

ANALIZA ZONEI INVESTIGATE DIN PERSPECTIVA GEOGRAFICĂ, METEORO- CLIMATICĂ, FACTORI DE MEDIU, SURSA PRINCIPALĂ DE POLUARE	60
--	----

4.1.Date generale privind Zona Copșa Mică - Mediaș	60
4.2. Industria din Copșa Mică	78
4.3. Analiza situației la data demarării lucrării de doctorat (anul 2010)	82
4.3.1.Eșantionul populațional investigat în zona Copșa Mică în anul 2010	82
4.3.2. Distribuția spațială a plumbului și cadmiului în localitatea Copșa Mică și într-o zonă mai largă din vecinătatea acestei localități	95

CAPITOLUL V.

EVALUAREA CONDIȚIILOR DE MEDIU ȘI A SĂNĂTĂȚII COPIILOR

DIN COPȘA MICĂ ÎN ETAPA I DE STUDIU (anul 2011)	98
5.1. Statistica descriptivă a eșantionului investigat	99
5.2. Evaluarea expunerii la plumb a copiilor din Copșa Mică	103
5.2.1. Biomarkeri de expunere la plumb la subiecții investigați	103
5.2.2. Relația dintre plumbemie și dezvoltarea somatică la copiii investigați	104
5.3. Evaluarea factorilor de risc și influența asupra expunerii copiilor la plumb	107
5.3.1. Factorii de risc influențați de comportamente/ practici/ obiceiuri	107
5.3.2. Influența traficului auto în expunerea copiilor investigați	110
Concluzii	113

CAPITOLUL VI.

EVALUAREA CONDIȚIILOR DE MEDIU ȘI A SĂNĂTĂȚII COPIILOR DIN COPȘA MICĂ ÎN ETAPA II DE STUDIU (anul 2012)

6.1. Statistica descriptivă a eșantionului investigat	114
6.2. Evaluarea expunerii la plumb a copiilor din Copșa Mică	115
6.2.1. Biomarkeri de expunere la plumb la subiecții investigați	115
6.2.2. Relația dintre plumbemie și dezvoltarea somatică la copiii investigați	116
6.3. Evaluarea factorilor și influența asupra expunerii copiilor la plumb	118
6.4. Evoluția expunerii la plumb a copiilor din localitatea Copșa Mică în etapele I și II ale studiului (anul 2011, 2012)	122

CAPITOLUL VII.

EVALUAREA CONDIȚIILOR DE MEDIU ȘI A SĂNĂTĂȚII COPIILOR

DIN COPȘA MICĂ ÎN ETAPA III DE STUDIU (anul 2013)	123
7.1. Analiza statistică a eșantionului de copii investigat	123
7.1.1. Biomarkeri de expunere la grupul de copii investigați	124
7.1.2. Rezultatele determinărilor concentrației plumbului în praful din interior pentru copiii de grădiniță din localitatea Copșa Mică	125
7.1.3. Rezultatele determinărilor concentrației plumbului în sol în localitatea Copșa Mică	126
Concluzii	128

CAPITOLUL VIII.

STUDIU DE CAZ – MODALITĂȚI DE ANALIZĂ, EVALUARE ȘI IMPLEMENTAREA UNUI PROGRAM DE INTERVENȚIE PENTRU CONTROLUL EXPUNERII LA PLUMB ȘI RISCURILE ASOCIATE LA COPIII DIN LOCALITATEA COPȘA MICĂ

8.1. Evaluarea condițiilor de mediu și a sănătății copiilor din Copșa Mică	129
8.1.1. Metodologia utilizată	129
8.1.2. Analiza statistică a biomarkerului de expunere la plumb la subiecții investigați - nivele de plumbemie	132
8.1.3. Evaluarea factorilor de risc cu posibilă influență asupra expunerii copiilor la plumb (chestionar)	134
8.1.4. Model de distribuție a expunerii și spațializarea acesteia în scopul intervenției	136
Concluzii	138

CAPITOLUL IX

DISCUȚII ȘI CONCLUZII GENERALE

9.1. Discuții legate de elaborarea programului de intervenție sub forma unei abordări de marketing social	139
9.2. CONCLUZII	142
9.3. CONCLUZIE FINALĂ	147
BIBLIOGRAFIE	148

Cuvinte cheie: copii, protecția mediului, strategii de intervenție, plumb, cadmiu, modelare

CAPITOLUL I.

INTRODUCERE

Poluarea mediului este considerată a fi cea mai periculoasă și constantă amenințare globală. Poluanții din mediu au un impact semnificativ asupra ecosistemelor și dezechilibrează balanța dintre mediu, componentele umană și non-umană, dezechilibru care conduce la efecte asupra tuturor formelor de viață.

Biodisponibilitatea și bioacumularea reprezintă factori cheie în toxicitatea asupra organismelor vii și de aceea cele mai multe boli asociate poluării cu metale grele sunt cele cronice și câteodată sistemice (ATSDR 2000, Gulati 2010), în această situație, expunerea din trecut fiind foarte importantă (Caussy și colab., 2003, Gurzău și colab., 2007). Probabil, caracteristica principală a metalelor grele constă în toxicitatea lor în concentrații reduse. Tocmai de aceea expunerea la concentrații mari nu este necesară pentru a produce toxicitate.

Dovada efectelor expunerii reduse a fost mai puternică în cazul cadmiului, plumbului și mercurului, iar mai puțin cert în cazul arseniului (Wirth, 2010).

Factorii care trebuie luați în considerare în vederea evaluării efectelor expunerii la metale grele în sănătatea publică sunt: distribuția expunerii în populație (grupurile la risc), relația expunere-răspuns (variația răspunsului, grupurile susceptibile), cumularea riscului (cumularea geografică a factorilor de risc).

CAPITOLUL II.

ANALIZA STADIULUI LA NIVEL NAȚIONAL ȘI INTERNAȚIONAL A DATELOR PRIVIND EXPUNEREA LA PLUMB ȘI CADMIU ȘI EFECTELE ASUPRA SĂNĂȚĂȚII

2.1. Efectele adverse ale plumbului asupra stării de sănătate.

2.1.1 Particularități privind expunerea copiilor la plumb

a) Generalități

Prevenirea toxicității plumbului rămâne o mare încercare în special pentru copii, pentru că ei constituie grupul populațional cel mai susceptibil în expunerea neocupațională (ATSDR , 2011) și că efectele adverse pe sănătate datorate acestui toxic, apar la nivele din ce în ce mai scăzute.

b) Surse și căi de expunere la plumb

Sursele de intoxicație cu plumb pot fi de natură:

- ❖ Profesională: instalatori, mineri din minele de Pb, tipografi, vopsitori, constructori de nave, mecanici auto, muncitori în industrii de oțel, în construcții, pompe de benzină etc.
- ❖ Provenite din mediu: vopsele contaminate cu Pb, sol/praf contaminat cu Pb, instalații sanitare, vase de ceramică, benzină cu Pb.
- ❖ Hobby-uri: pictură, reparații de aparate electronice, realizarea de vitralii, olărit, redecarea locuințelor etc.
- ❖ Uzul unor substanțe: cosmetice, aditivi pentru benzină, medicamente (remedii populare), băuturi contaminate cu Pb, alimente cu conținut mare de Pb, apă contaminată datorită rețelei de distribuție.

Copiii sunt expuși la plumbul provenit din toate aceste surse și prin diferite căi de contact, toxicul fiind prezent în toți factorii de mediu:

- în sol (element natural sau provenit din poluare);
- în apă (prin poluări industriale a surselor de apă sau ca urmare a solubilizării plumbului din conductele de plumb sau material plastic);
- în alimente (cu conținut natural de plumb sau crescut din cauza cultivării în zone poluate sau a contaminării în timpul preparării sau a conservării);
- în aer (provenind din poluări industriale sau din gazele de eșapament ale autovehiculelor);
- în alte surse: vopsele, jucării de plumb

Aportul de plumb în cazul copiilor este mai mare decât în cazul adulților, ei fiind mai expuși riscului. Un studiu care a fost condus în Etiopia (Getaneh și colab., 2014) cu scopul de a evalua expunerea și riscul pentru sănătate legat de plumb a evidențiat o valoare totală a riscului de 1.41 pentru copiii și de 0.37 pentru adulți.

Evaluarea cantitativă a contribuției prafului și solului la încărcarea organismului cu plumb a fost subiectul a diverse studii făcute în SUA: New Jersey (Yiin și colab., 2002, Yiin și colab., 2008), Philadelphia (Campbell și colab., 2011, Clark și colab., 2011), Arkansas (Ferguson și colab., 2011) Georgia (Kegler și colab., 2010), Missouri (Berg și colab., 2012) dar și în alte zone de pe glob - Africa de Sud (Mathee și colab., 2013) sau Mexic (Cubillas-Tejed și colab., 2011). Recent, în Etiopia au fost raportate concentrații medii de plumb în sol de $220.08 \pm 135.95 \mu\text{g/g}$ (Getanh și colab., 2014).

c) Efectele expunerii la plumb asupra sănătății populației generale

Efectele toxice ale plumbului depind de nivelul expunerii și de vârsta la care aceasta se produce.

Copiii mici reprezintă grupul populațional cu risc maxim, mai ales din cauza sensibilității sistemului nervos central aflat în plin proces de dezvoltare. Dintre adulți cei mai sensibili sunt bolnavii cardiovasculari, efectul cel mai important în populația generală fiind hipertensiunea arterială, precum și cei care suferă de insuficiență renală cronică, asupra rinichiului plumbul având acțiune nefrotică, prin scleroză vasculară, atrofia celulelor tubulilor contorți proximali, fibroză interstițială și afectare glomerulară.

Alte efecte ale expunerii la plumb se referă la sterilitate, avort, morbiditate și mortalitate neonatală, precum și la imunosupresia dată de alterarea sistemului imun umoral.

d) Intoxicația cu plumb la copii și monitorizarea acestora

Apariția simptomelor intoxicației cu plumb la copii cu nivelul plumbemiei ridicat, constituie o urgență medicală și copiii trebuie spitalizați. Simptomele care pot să indice alte afecțiuni pediatrice, trebuie să fie identificate pentru ca ele să nu fie omise.

Copiii cu plumbemia cuprinsă între 10 $\mu\text{g}/\text{dL}$ și 19 $\mu\text{g}/\text{dL}$ necesită monitorizări repetate. Fundamentul managementului clinic este compus dintr-o supraveghere clinică și de laborator foarte atentă, tratament medical în cazul în care este necesară și eradicarea surselor controlabile de expunere la plumbul din mediu. Cel mai important factor în cazul managementului este reducerea drastică a expunerii copilului la plumb.

2.1.2. Date despre efectele adverse în cazul expunerii copiilor la plumb.

Fățul, copiii mici și femeile gravide sunt unanim recunoscute ca populații sensibile cu risc crescut în dezvoltarea de efecte adverse în expunerea cronică la plumb, inclusiv la concentrații relativ mici. (Bellinger și colab., 1992, Hu și colab., 2006, Koller și colab., 2004, Bellinger 2008). Efectele expunerii cronice la plumb asupra aparatului renal, tensiunii arteriale, sistemului hematoforator au făcut obiectul a numeroase studii, unele dintre acestea obținând rezultate contradictorii. (Canfield și colab., 2003, Lanphear și colab., 2005, Lin și colab., 2003).

Un alt indicator influențat de expunerea cronică la plumb este dezvoltarea somatică. Indici ca înălțimea și greutatea pot fi modificați, în sensul înregistrării unei întârzieri în dezvoltare, de aproximativ 1-1,5 ani. (Bellinger și colab., 1992, Chiodo și colab., 2004, Calderón și colab., 2001).

2.1.3. Activități de prevenție la nivel comunitar a intoxicației cu plumb

Deoarece 10 $\mu\text{g Pb}/\text{dL}$ este nivelul minim din interval la care efectele nu sunt identificate, activitățile primare de prevenire - intervențiile pe mediu în cadrul comunităților extinse, precum și campaniile nutriționale și educaționale – ar trebui să fie direcționate în vederea reducerii nivelului plumbului în sânge, la cel puțin 10 $\mu\text{g}/\text{dL}$. Nivelele plumbemiei între 10 și 14 $\mu\text{g}/\text{dL}$, sunt în așa-zisa zonă de graniță (CDC 2005).

Expunerea excesivă la plumb se manifestă în continuare în două mari grupuri de risc: copiii săraci care locuiesc în locuințe închiriate mai vechi, prost întreținute și copiii mai înstăriți care trăiesc în locuințe mai vechi în curs de renovare.

Modalitățile de prevenție se adresează atât eliminării/reducerii aportului de plumb din sursele cunoscute de expunere, cât și prin creșterea nivelului de educație și de conștientizare a populației asupra riscurilor reprezentate de acest toxic.

În Europa, impactul economic relaționat plumbului nu a fost examinat în detaliu până în 2008, când s-a efectuat un studiu cu scopul de a evalua beneficiile sociale și economice preconizate de reducere a expunerii. Au fost estimate costurile anuale în Franța datorate expunerii în copilărie, iar datele studiului au fost publicate în 2011 pe baza rezultatelor oferite de analiza cost-beneficiu.

Cercetătorii americani recomandă abordarea anchetei de mediu pentru un copil cu un nivel crescut al plumbemiei din următoarele puncte de vedere:

- (a) un istoric al mediului,
- (b) o inspecție a primei reședințe a copilului și a oricărei clădiri în care aceștia își petrec timpul în mod regulat,
- (c) măsurarea plumbului din vopselele deteriorate, praf, sol descoperit sau apă
- (d) controlul oricărui pericol iminent și
- (e) renovarea casei, ceea ce poate necesita relocarea temporară a copilului.

Rezumând (Meyer și colab., 2008), există și sunt recomandate trei strategii primare de prevenție a intoxicației cu plumb:

- identificarea sursei,
- eliminarea sau controlul sursei,
- monitorizarea expunerii de mediu și a pericolelor.

Monitorizarea distribuției contaminării cu metale grele în sol, inclusiv a contaminării cu plumb, poate fi utilă în stabilirea strategiilor de reducere a impactului negativ asupra mediului.

2.1.4. Aspecte particulare privind expunerea la plumb a populației infantile din România

Cu toate că expunerea la plumb în țările occidentale poate fi prevenită aproape în totalitate datorită tipului de contaminare a mediului înconjurător și căilor de expunere, în alte regiuni ale lumii nu este așa. Organizația Mondială a Sănătății identifică regiunea de nord-vest a României ca fiind o „zonă fierbinte” de risc pentru sănătate, unde expunerea populației la plumb este încă deosebit de mare.

Nivele crescute ale plumbului în factorii de mediu în aceste zone sunt cauzate de prezența unor industrii de metalurgie neferoasă (Zlatna, Baia Mare, Copșa Mică etc.), zone miniere

bogate în minereuri neferoase sau traficul auto. În țara noastră au fost realizate studii ce au vizat aproape în exclusivitate zonele cu metalurgie neferoasă. Aceste regiuni se caracterizează prin nivele crescute ale plumbului anorganic în factorii de mediu. Situația este diferită în cazul surselor reprezentate de traficul auto, unde avem de-a face cu forme organice ale plumbului, chiar dacă efectele asupra stării de sănătate ale grupurilor populaționale cu risc crescut sunt identice pentru cele două cazuri menționate anterior (Gurzău și colab., 1995, Gurzău și colab., 1995, Gurzău și colab., 1996).

Copșa Mică se confruntă cu provocarea legată de contaminarea istorică cu plumb care provine de la topitorie. Concentrațiile de plumb în sol, măsurate în părți per milion variază în funcție de regiune, de la nivelurile de bază care există în mod natural de ≤ 50 PPM până la 60,000 PPM, în funcție de distanța relativă față de sursa de emisie presupusă (Surdu și colab., 2006). În cadrul unui proiect de cercetare (*Program complex de asigurare a calității și securității mediului în zone rurale poluate cu pesticide și metale grele, MESAR 2008-2010*), s-a evidențiat încă o dată existența solului contaminat cu plumb în întregul oraș Copșa Mică, la niveluri periculoase, dar și nivele crescute ale plumbemiei la copii (Gurzău și colab., 2002).

2.2. Efectele adverse ale cadmiului asupra sănătății

Cadmiul este un metal prezent în minereurile de zinc, plumb și cupru sub formă de sulfură de cadmiu. A fost descoperit ca element, doar în anul 1817, și a fost utilizat puțin în industrie până acum 50 de ani. În prezent, este un metal foarte important, având multe aplicații.

Cadmiul este un metal toxic, acumularea lui în organism crescând odată cu înaintarea în vârstă. Timpul biologic de înjumătățire al cadmiului în organismul uman este mai mare de 10 ani. Cadmiul face parte din elementele incluse în Special Health Hazard Substance List, întrucât este recunoscut ca posibil cancerigen.

2.2.1. Expunerea neocupațională la cadmiu

Pentru populația generală, expunerea la cadmiu poate fi rezultatul expunerilor simultane în diferite moduri și pe diferite căi, astfel că populațiile aflate în apropierea anumitor centre industriale (topitorii de minereuri sau rafinării de metale) vor fi expuse la nivele mai ridicate de cadmiu (Jarup și Akkeson, 2009). Calea principală de expunere este reprezentată de alimentația zilnică. Mai puțin de 10% din cadmiul ingerat este absorbit. Nivele scăzute de cadmiu s-au găsit în alimente de bază, în special în grâne, cereale, alte vegetale (legume) ce extrag în mod natural cadmiul din solurile contaminate, din diferiți fertilizatori și îngrășăminte cât și din apele freatice poluate. Este cunoscută intoxicația gravă cu cadmiu apărută în Japonia în bazinul JINTSU, provocată de descărcările de ape uzate și contaminate de la o întreprindere de extracție minieră

de zinc și caracterizată prin osteoalgii și fracturi frecvente la populația din zonă (a fost numită boala “itai-itai”).

2.2.2. Efecte acute și cronice asupra stării de sănătate

Toxicitatea, absorbția, distribuția și excreția sunt dependente de solubilitatea compușilor de cadmiu. (Klaassena și colab., 2009, Larreglea și colab., 2008). Efectele produse ca urmare a expunerii la cadmiu, se clasifică în două mari categorii: efecte acute și cronice.

La oameni, expunerea pe termen lung la cadmiu este asociată în principal cu disfuncțiile renale (Malgorzata și colab., 2003; Moralesa și colab., 2006; Gonick, 2008).

În categoria **efectelor acute** produse ca urmare a ingestiei alimentelor cu un nivel mare de cadmiu, intră cefaleea, febră, modificări pulmonare (scurtarea duratei respirației, tuse), vomă, crampe și diaree.

Efectele cronice rezultă în principal ca efect al expunerii la nivele mici de cadmiu și sunt reprezentate de afecțiunile cronice obstructive ale plămânilor și ale sistemului renal. Pot apărea, de asemenea, efecte la nivelul sistemului cardiovascular și osos.

Prevenția timpurie, diagnosticul și intervenția în cazul copiilor sunt importante pentru recuperarea funcției renale și o dezvoltare normală a copiilor (Rong și colab, 2014).

CAPITOLUL III. CONTRIBUȚIA PERSONALĂ. MOTIVAȚIE, OBIECTIVE, CARACTERIZAREA ZONEI, STUDIU PRELIMINAR

3. 1. Motivația alegerii temei

Motivația alegerii temei pentru această lucrare de doctorat este dată de o realitate concretă, extrem de „dureroasă” și anume „Poluarea cu metale grele (toxice - plumb și cadmiu) și modalități de intervenție prin controlul expunerii prin măsuri la nivel de receptor”. De ce intervenție, de ce durabilitate, de ce stare de sănătate a copiilor? Pentru simplul motiv că timp de decenii s-au efectuat zeci, poate sute de evaluări, studii de toate tipurile (nenumărate abordări – mediu, hidrobiologie, sănătate, sociale etc.) în localitatea și zona Copșa Mică, timp în care expunerea copiilor a rămas aceeași. Răspunsul la întrebare cuprinde copiii, pentru că aceștia reprezintă grupul populațional cu susceptibilitate crescută în expunerea la plumb și cadmiu, mai cuprinde solul și praful, pentru că acestea reprezintă principala sursă de expunere a celor cu susceptibilitate crescută la plumb și cadmiu, și mai cuprinde modalitățile de intervenție, mai exact modul în care controlăm expunerea prin diminuarea/înlăturarea contactului la nivel de receptor. Aparent pare simplu, în realitate, așa cum reiese din această lucrare de doctorat, o asemenea abordare implică resurse substanțiale pentru a elabora modele științifice care să

analizeze în dinamică relația mediu și sănătate, și să controleze prin indicatori măsurabili „succesul programului” de intervenție. Dacă nu avem această abordare înseamnă să condamnăm cu bună știință viitorul nostru (vorbim de copii), cunoscând, foarte bine și extrem de documentat, faptul că poluarea cu plumb și cadmiu din zona Copșa Mică este deja o problemă de poluare istorică (remanentă) și că la ora actuală nu există, pe plan mondial, mijloace de intervenție pentru controlul expunerii prin remedierea solului când vorbim de o asemenea suprafață de sol, și nu numai (extrem de mare), și când trebuie să luăm în calcul trei aspecte esențiale care stau la baza dezvoltării durabile (protecția mediului, dezvoltarea economică și aspectele sociale), componente care trebuie să se găsească într-un echilibru aproape perfect pentru a realiza acest deziderat numit „sustainable development”. Acum avem motivația acestei lucrări de doctorat, orientată în fapt spre ceea ce numim: mediul în relație cu sănătatea, pentru a asigura securitatea și siguranța cetățeanului la nivel individual și al comunităților.

3.2. Obiectivele generale și specifice ale lucrării

Obiectivul general al lucrării de față este reprezentat de conceperea și implementarea unor programe specifice de intervenție pentru diminuarea atât a expunerii populației la metale grele - plumb și cadmiu, cât și a riscurilor asociate din mediu în zona Copșa Mică.

S-au identificat câteva obiective specifice, caracteristice elaborării unei metodologii unice în vederea obținerii unor baze de date comparabile pentru zona Copșa Mică prin:

- identificarea zonei de studiu din arealul Copșa Mică cu expunere la metale grele - plumb și cadmiu;
- dezvoltarea tehnicilor de prelevare și metodelor de analiză a biomarkerilor de expunere la plumb;
- evaluarea condițiilor de mediu, a factorilor de risc și impactului asupra grupurilor populaționale asociate expunerii la metale grele în zona investigată;
- elaborarea unor strategii de comunicare, a unui program de marketing social cu scopul diminuării expunerii și scăderii riscului în expunerea la plumb a populațiilor cu risc crescut.

Scopul lucrării este evaluarea relației dintre poluarea cu plumb și starea de sănătate a copiilor între 2-11 ani din Copșa Mică, concomitent cu elaborarea unor programe de intervenție pentru favorizarea diminuării expunerii la metale grele și a riscurilor asociate din mediu în zona luată în studiu.

Cercetarea a fost efectuată în 4 etape, populația vizată fiind copiii care locuiesc în zona de influență a întreprinderii poluatoare din Copșa Mică.

Obiectivele majore:

- Evaluarea problematicei legate de expunerea la plumb și iritanți a populației cu risc crescut din zona Copșa Mică;
- Evaluarea riscului asupra sănătății în expunerea la plumb și cadmiu a populației infantile din zona Copșa Mică;
- Studiul biomarkerilor de expunere la Pb/Cd în corelație cu diferiți factori de risc în vederea furnizării unor programe de protecție a sănătății publice;
- Fundamentarea acțiunilor de combatere a contaminării cu metale grele în scopul asigurării calității mediului și sănătății populației în conformitate cu prioritățile strategice europene de mediu și siguranță.

Obiectivele specifice:

- Analiza stadiului la nivel național și internațional a datelor privind expunerea la plumb și cadmiu și efectele asupra sănătății;
- Evaluarea riscurilor și impactului asupra grupurilor populaționale asociate expunerii la plumb și cadmiu, în zonele investigate;
- Analiza comparativă a evoluției în timp a valorilor plumbemiiilor determinate în cadrul unor eșantioane de subiecți în localitatea Copșa Mică;
- Analiza statistică în model de regresie liniară a relației între nivelele plumbemiei determinate la subiecții investigați și câțiva factori de risc în expunerea la plumb, investigați prin chestionar;
- Elaborarea programului de intervenție și a procedurilor de integrare în acest program a informațiilor cu caracter populațional

3.3. Populația, criteriile de selecție a zonei de studiu

Lucrarea a abordat mai multe aspecte, și anume:

- Identificarea zonelor**, cu nivele crescute ale plumbului și cadmiului în factorii de mediu.
- Împărțirea zonei Copșa Mică** în 2 zone, funcție de amplasarea locuințelor subiecților investigați (zonele A și B): zona A – situată într-un perimetru de până la 70 m de potențiala sursă de poluare; zona B – situată într-un perimetru cuprins peste 700 m față de potențiala sursă de poluare
- Identificarea persoanelor** cu susceptibilitate crescută astfel: copii cu vârsta cuprinsă între 2-6 ani și respectiv 7-11 ani, copii cu vârsta cuprinsă între 4-6 ani. Stabilirea în fiecare etapă a unui eșantion de subiecți cărora li s-au aplicat chestionare privind expunerea și starea de sănătate și li s-au determinat biomarkerii de efect și de expunere.

- d. Inițierea unui **program** având drept obiective elaborarea **strategiilor de comunicare, marketing social și managementul riscului.**

3.4. Prelevarea și analizarea probelor, analiza statistică a datelor

1. Metodologia de aplicare a **chestionarelor privind expunerea și starea de sănătate** pentru cei investigați:

- în grupuri de 10-20 de persoane sub supravegherea unui investigator/operator după o instruire privind modul de completare a chestionarului și obiectivele, scopul programului
- la sfârșitul completării chestionarelor operatorul a avut obligația să verifice atât prezența răspunsului la fiecare întrebare, cât și corectitudinea răspunsurilor
- chestionarele au fost aplicate la persoanele selecționate

Informațiile au fost culese prin chestionarul de expunere la plumb cu privire la potențialii factori de risc cu impact asupra relației dintre expunere și starea de sănătate a copiilor.

2. **Determinarea plumbemiei** ca biomarker specific de expunere s-a realizat prin recoltarea unei picături de sânge capilar, iar citirea concentrației s-a efectuat cu ajutorul aparatului Lead Care System în fiecare etapă, metodă modernă lansată de Center for Diseases Control (SUA).

3. **Măsurarea unor biomarkeri de efect** s-a efectuat în fiecare etapă :

- dezvoltarea staturo-ponderală (înălțime, greutate)

4. **Determinarea concentrației plumbului și cadmiului din praf, sol și vegetale** s-a determinat utilizând tehnica fluorescenței în raze X.

3.4.1. Metodologia prelevării și prelucrării probelor de mediu

Prelevarea și determinarea concentrației plumbului în sol utilizând tehnica fluorescenței în raze X

Solul s-a recoltat în pungi de polietilenă, libere de metale. Probele de sol au fost apoi etichetate, sigilate și transportate în laborator unde au fost supuse unei prelucrări în vederea analizării lor prin tehnica fluorescenței în raze X, cu ajutorul aparatului Niton XL 700. Prepararea probelor în vederea analizării s-a realizat astfel: din proba de sol recoltată s-a extras o cantitate de aproximativ 50 de grame care a fost supusă uscării prin încălzire pe plită într-un recipient. Solul astfel uscat s-a mojarat și s-a trecut prin cele trei site din dotarea aparatului, până la cea mai fină.

După pregătirea aparatului, proba de sol astfel pregătită este analizată utilizând fluorescența în raze X.

Probele de praf de pe mâinile subiecților investigați și respectiv din locuințele acestora au fost recoltate pe șervețele speciale, impregnate cu apă deionizată conținând clorură de benzalconiu care fixează plumbul și au fost ulterior analizate prin fluorescență în raze X.

3.4.2. Prelevarea și determinarea concentrației plumbului și cadmiului din vegetalele recoltate din perimetrul locuințelor subiecților investigați utilizând tehnica fluorescenței în raze X.

Probele (frunze de salată) recoltate au fost etichetate, sigilate și transportate în laborator unde au fost supuse unei prelucrări în vederea analizării lor prin tehnica fluorescenței în raze X, cu ajutorul aparatului Niton XL 700.

Fluorescența în raze X permite citirea prin intermediul unei surse radioactive ($Cd109$), precum și elaborarea spectrului în raze X, pentru probele analizate. Analiza se face în circa 120 secunde, cu o sensibilitate de 1 sigma (0.001 ppm) și acuratețe de 99.99%, iar limita de detecție este de 5 mg/kg vegetale în cazul plumbului și de 0,5 mg/kg în cazul cadmiului.

3.4.3. Prelevarea și determinarea concentrației plumbului în praful de pe mâinile subiecților investigați utilizând tehnica fluorescenței în raze X

Probele de praf de pe mâinile subiecților investigați au fost recoltate pe șervețele speciale, impregnate cu apă deionizată conținând clorură de benzalconiu care fixează plumbul și au fost ulterior analizate prin fluorescență în raze X.

Citirile se fac în sistemul 'thin layer', dar sunt făcute patru citiri, astfel:

1. se așează suportul metalic conținând șervețelul umed în poziția numărul 1 a platformei 'thin layer';
2. se face prima măsurătoare;
3. se așează proba în poziția numărul doi a standului și se face a doua măsurătoare;
4. se rotește suportul conținând șervețelul cu 180 de grade;
5. cu șervețelul în poziția numărul unu a standului se face a treia măsurătoare;
6. se poziționează proba la numărul doi a standului și se efectuează a patra măsurătoare;

Această procedură ne asigură că întreaga suprafață a probei este măsurată de aparat. După fiecare măsurătoare este afișat pe ecran rezultatul determinării. După terminarea celor patru determinări, aparatul afișează pe ecran rezultatul final, cu o limită de detecție de 0,1 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ plumb.

3.4.4. Metodologia prelucrării statistice a datelor

Din interviurile aplicate părinților copiilor luați în studiu au rezultat informații privind expunerea la metale, alți potențiali factori de risc pentru efectele studiate decât expunerea la factorii de poluare urmăriți (de exemplu factori demografici – sex, vârstă; factori socio-

economici – educația părinților, de aglomerare etc.), care au fost introduși în variabile create în baza de date. O parte din date au fost analizate în programul Excel, realizându-se tabele, grafice sub diferite forme, care apoi au fost interpretate.

Prelucrarea mai avansată s-a realizat prin programul STATA și a recurs la utilizarea modelelor de regresie liniară. Coeficienții de regresie și erorile standard obținute în urma utilizării modelului de regresie ne arată corelația existentă între variabila dependentă studiată și variabila/ variabilele independente introduse în model.

CAPITOLUL IV

ANALIZA ZONEI INVESTIGATE DIN PERSPECTIVĂ GEOGRAFICĂ, METEORO-CLIMATICĂ, FACTORI DE MEDIU, SURSA PRINCIPALĂ DE POLUARE

4.1.Date generale privind Zona Copșa Mică - Mediaș

Informații generale

- **Tipul zonei:** Zona Copșa Mică – Mediaș include: Orașul Copșa Mică, municipiul Mediaș și localitățile rurale Axente Sever, Micăsasa, Târnavă, Șeica Mică, Valea Viilor
- **Estimarea ariei zonei aflate sub incidența depășirii**

Ținând cont de datele din studiile existente privind zona Copșa Mică din care rezultă că de-a lungul văii râului Târnavă Mare, suprafața poluată însumează 180.750 ha, din care 31.285 ha fond forestier și 149.465 ha teren agricol, din acestea 3.245 ha de fond forestier și 18.630 ha de teren agricol fiind **considerate** grav poluate. Suprafața grav afectată aprox. 220 km².

Așezarea geografică a zonei

Din punct de vedere fizico-geografic, zona are în centru orașul Copșa Mică, ale cărui coordonate sunt 46°6'45" latitudine nordică, respectiv 24°13'50" longitudine estică, și se află situată în Depresiunea Transilvaniei, partea sud-vestică, mai precis în Podișul Târnavelor. (fig.1.).

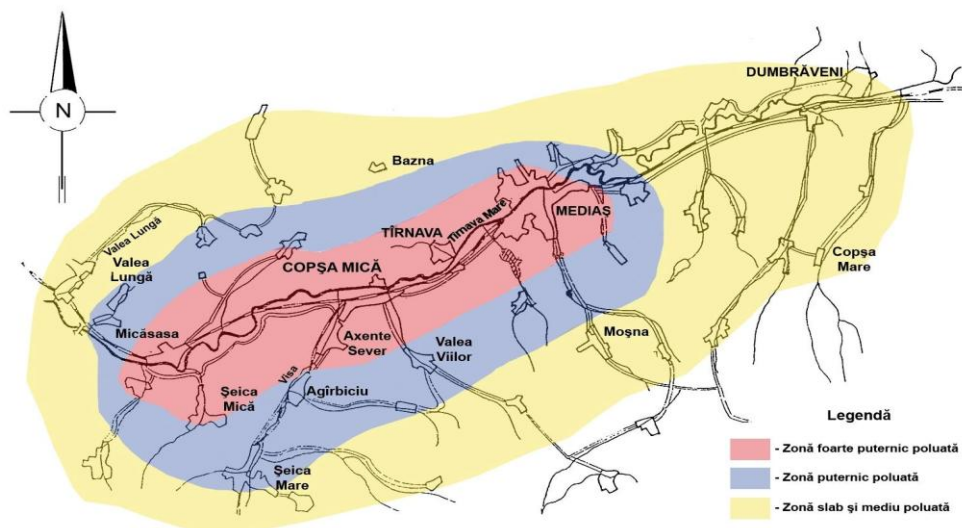


Fig.1. Harta zonei Copșa Mică –Mediaș aflată sub incidența poluării

Limita nordică este marcată de Podișul Transilvaniei și Podișul Blajului, în partea vestică de Podișul Secașelor și Podișul Amnașului, iar limita sudică este marcată de Podișul Vurpărului și Podișul Hârtibaciului (fig.2).

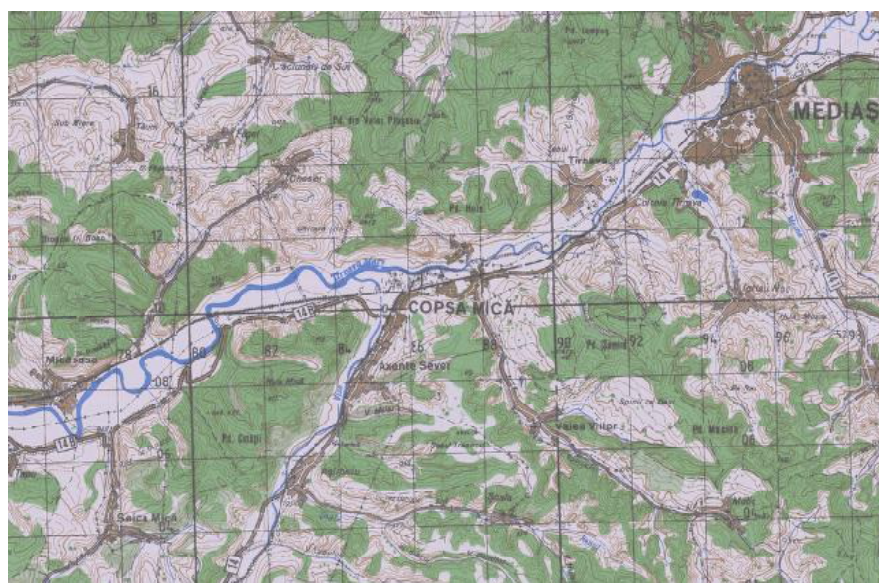


Fig.2. Harta geografică a zonei Copșa Mică-Mediaș

Condiții hidrologice și hidrografice

Rețeaua hidrografică a zonei studiate este compusă dintr-un segment din cursul mijlociu al Târnavei Mari (lung de 72 de km), care drenează o suprafață de 1328 km², între confluențele cu pârâul Laslea și Țapu pe raza județului Sibiu, precum și de afluenții mai importanți pe acest sector: Laslea, Valchid, Biertan, Ațel, Moșna, Visa, toți afluenții de stânga. Afluenții de dreapta sunt scurți și au caracter torențial, singurul mai important fiind pârâul Eliseni. Unii dintre aceștia seacă în timpul verilor secetoase (fig.3.).

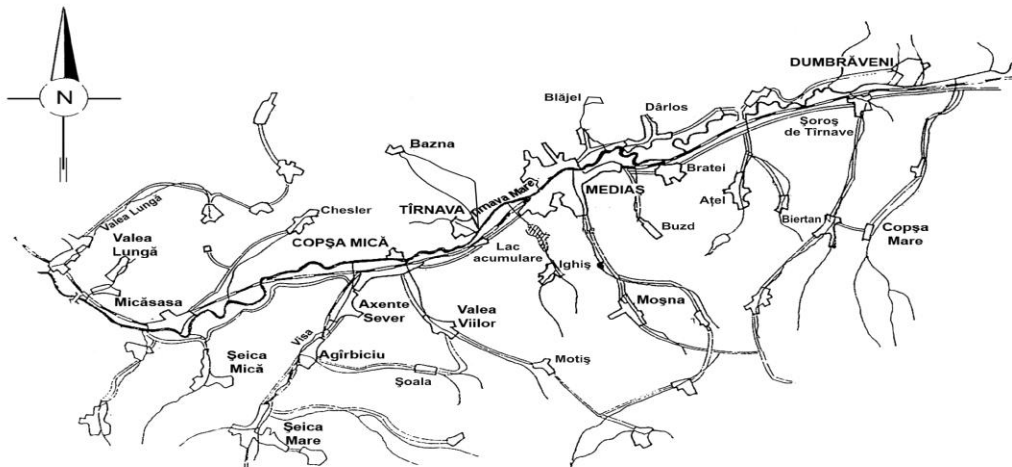


Fig.3. Rețeaua hidrografică a zonei Copșa Mică-Medias

S-au studiat condițiile climatice (nebulozitatea, regimul radiativ al zonei, temperatura aerului, precipitațiile atmosferice și regimul eolian), pedologice, precum și flora și fauna din zonă.

4.2. Industria din Copșa Mică

S.C. SOMETRA S.A. a fost profilată pe producerea plumbului și zincului din concentrate miniere, cu valorificarea și a celorlalte metale, respectiv stibiu, bismut, cadmiu, aliaj aur-argint, precum și a derivatelor acestora. Zona Copșa Mică a fost afectată de poluanții generați din activitățile desfășurate pe o perioadă de peste 60 ani pe platforma industrială S.C. SOMETRA S.A. și de fabrica de negru de fum S.C. CARBOSIN S.A., care a încetat funcționarea la nivelul anilor 90.

SOMETRA este cel mai mare poluator din România și unul din cei mai importanți din Europa.

4.3. Analiza situației la data demarării lucrării de doctorat (anul 2010)

4.3.1. Eșantionul populațional investigat în zona Copșa Mică în anul 2010

În anul 2010, un eșantion populațional care a inclus copii cu vârste cuprinse între 2 și 10 ani, a fost investigat în zona Copșa Mică. Acest eșantion investigat a fost extras dintr-un grup de 140 de copii la care s-a adresat studiul ca și fază preliminară. Toate prelucrările de la capitolul de față s-au efectuat pe un grup de 53 de copii, din totalul celor 140, pentru care am obținut date comparabile. De la participanții în studiu s-au colectat probe din factorii de mediu și respectiv probe biologice în vederea evaluării expunerii la contaminanți specifici acestei zone, având ca ramură industrială metalurgia neferoasă și anume, metale grele (s-au evaluat în acest studiu plumbul și cadmiul). Din punct de vedere al distribuției în funcție de gen, eșantionul investigat a

inclus subiecți de gen masculin și feminin, cei mai mulți fiind de gen masculin (37 de subiecți) și doar 16 subiecți de gen feminin (fig.6.).

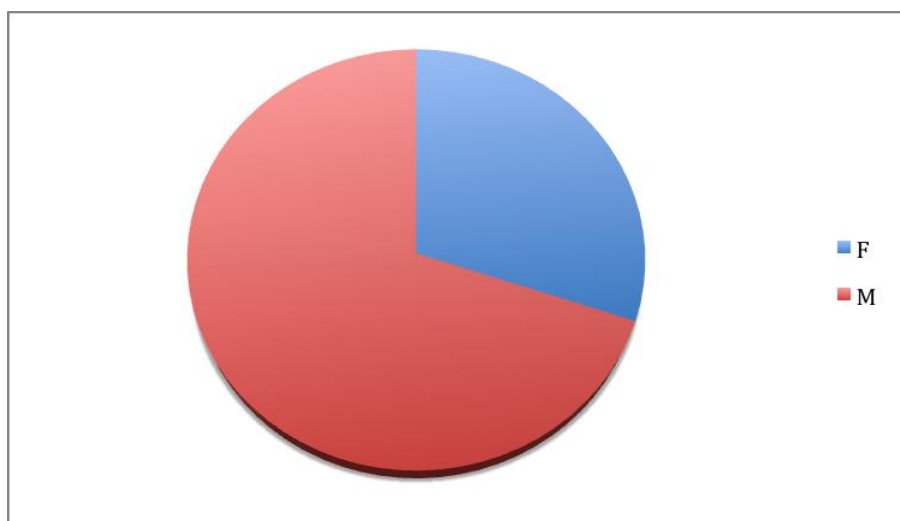


Fig.6. Distribuția subiecților funcție de gen

Grupa de vârstă 4-6 ani, care reprezintă grupa de vârstă cu susceptibilitatea cea mai mare în expunerea la plumb, a inclus un număr mai mare de subiecți comparativ cu grupa de vârstă 7-10 ani (fig.7).

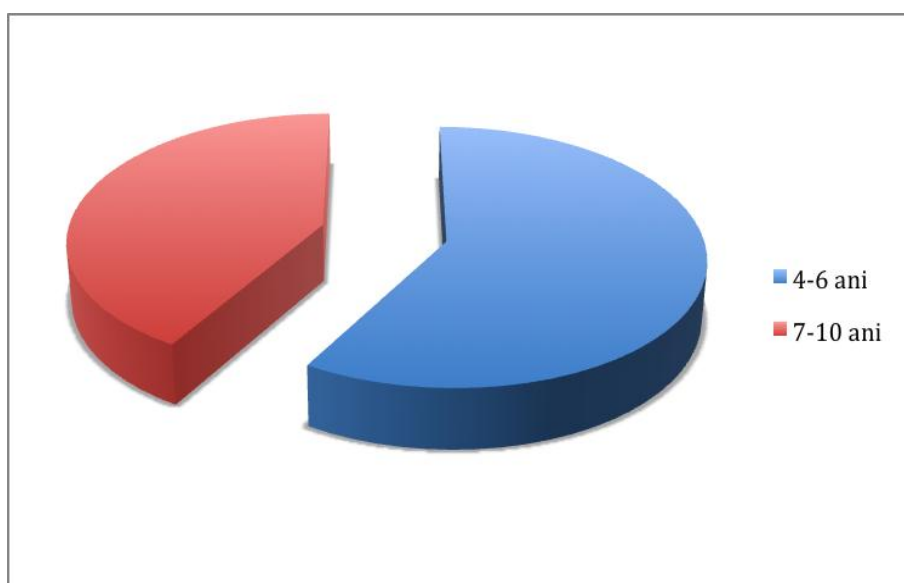


Fig.7. Distribuția subiecților pe grupe de vârstă

Referitor la valorile determinate ale plumbemiei (fig.8.), acestea au depășit limita biologică impusă de US CDC (Center for Disease Control), care este de 10 micrograme/dl.

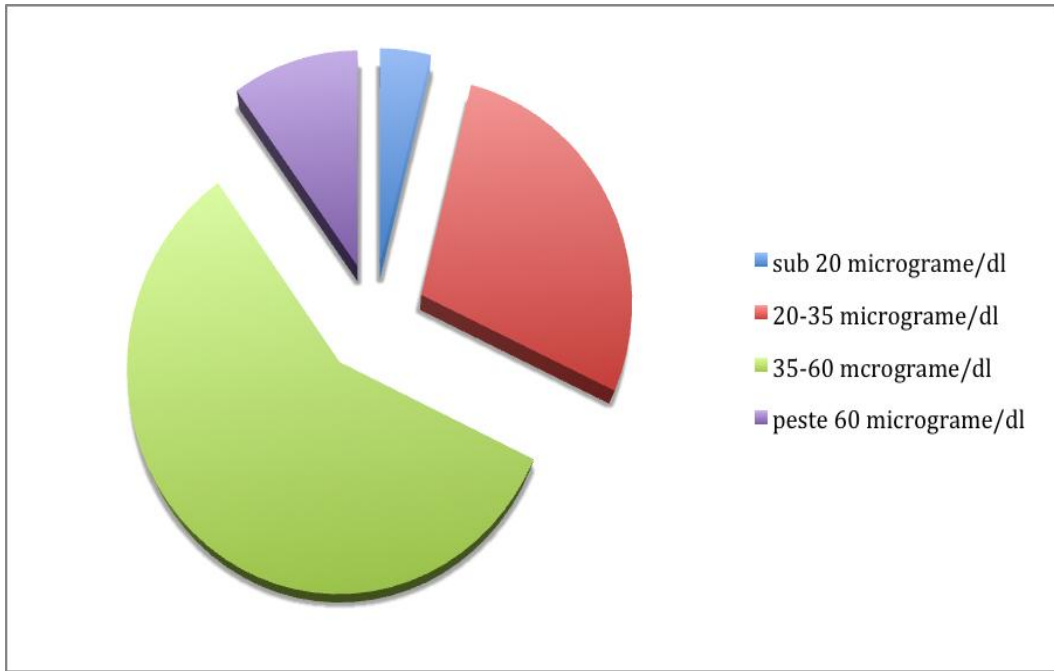


Fig.8. Distribuția pe grupe de plumbemie a subiecților investigați

În probele de legume de sezon colectate de la subiecții care aveau grădină, s-au determinat plumbul și cadmiul. Comparativ, ca valoare medie și valoare maximă, concentrațiile de cadmiu în legume au depășit concentrațiile de plumb măsurate în legume (fig.9.).

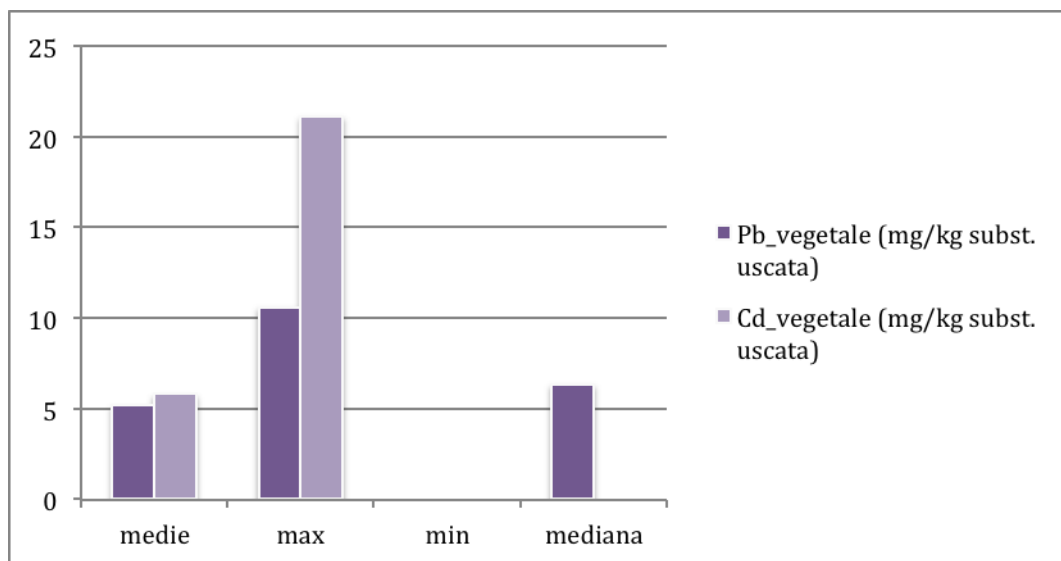


Fig.9. Nivele de Pb și Cd măsurate în vegetale în zona Copșa Mică

În cadrul eșantionului populațional investigat în zona Copșa Mică, s-a determinat și conținutul de plumb și cadmiu pe mâinile copiilor, utilizând un șervețel special, impregnat cu o substanță care fixează metalele grele, cu care s-au șters temeinic mâinile copiilor și de pe care s-au determinat, ulterior, în laborator, aceste metale. Pe mâna stângă, nu s-a găsit plumb, în schimb pe mâna dreaptă, s-au măsurat concentrații de plumb cu valori cuprinse între valori sub limita de detecție a metodei și o valoare maximă de aproximativ $511 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, cu o valoare medie de aproximativ $80 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ (fig.10.).

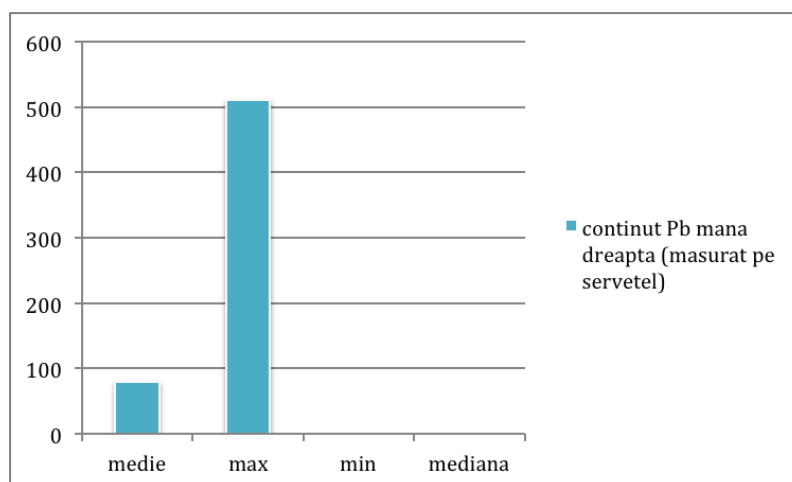


Fig.10. Conținut de plumb pe mâna dreaptă

În ceea ce privește conținutul de cadmiu, pe mâna dreaptă, s-a măsurat cadmiu, doar în cazul unui singur copil, în schimb pe mâna stângă, s-au măsurat concentrații de cadmiu cu valori cuprinse între valori sub limita de detecție a metodei și o valoare maximă de aproximativ 38 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, cu o valoare medie de aproximativ 6 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ (fig.11.).

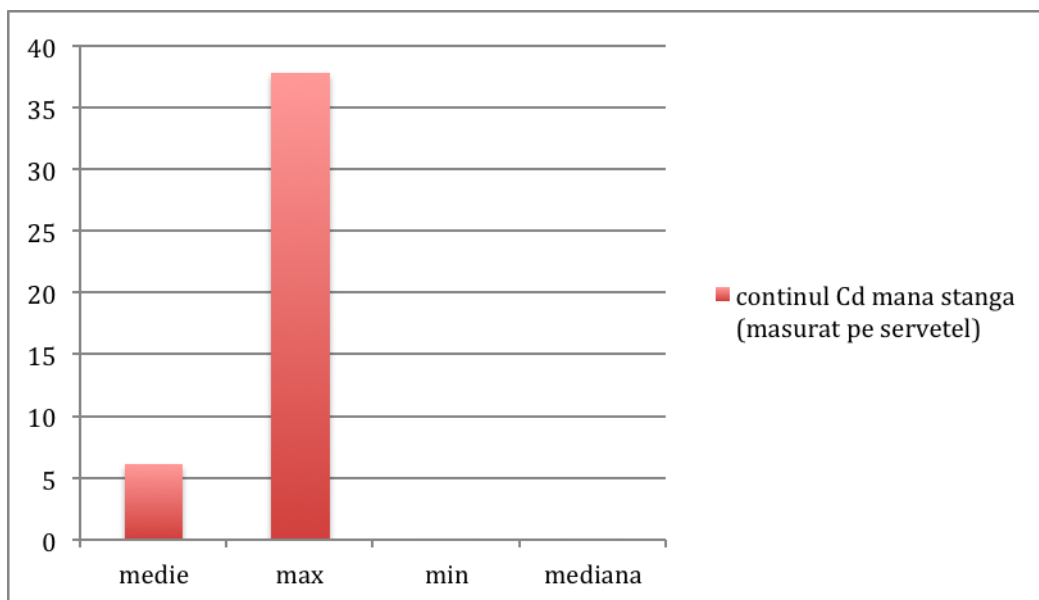


Fig.11. Conținut de cadmiu pe mâna stângă

Referitor la valorile plumbemiei comparativ cu conținutul de plumb pe mâna dreaptă a copiilor (fig.12.), s-a observat că valorile mari ale plumbemiei corespund unor valori mari ale conținutului de plumb măsurat pe mâna dreaptă a copiilor.

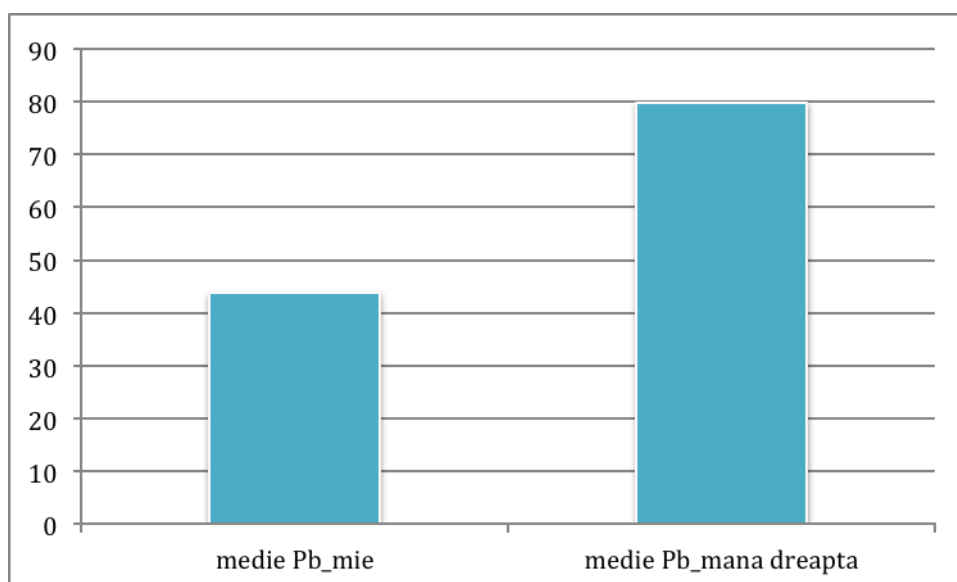


Fig.12. Valoarea medie a plumbemiei comparativ cu valoarea medie a conținutului de plumb de pe mâna dreaptă în cadrul eșantionului populațional investigat în Copșa Mică

Nivelele de plumb determinate în praful din exterior, în imediata vecinătate a locuinței, au avut valori relativ mari, depășind chiar în unul din punctele de recoltare, valoarea de 1000 mg/kg substanță uscată (fig.13).

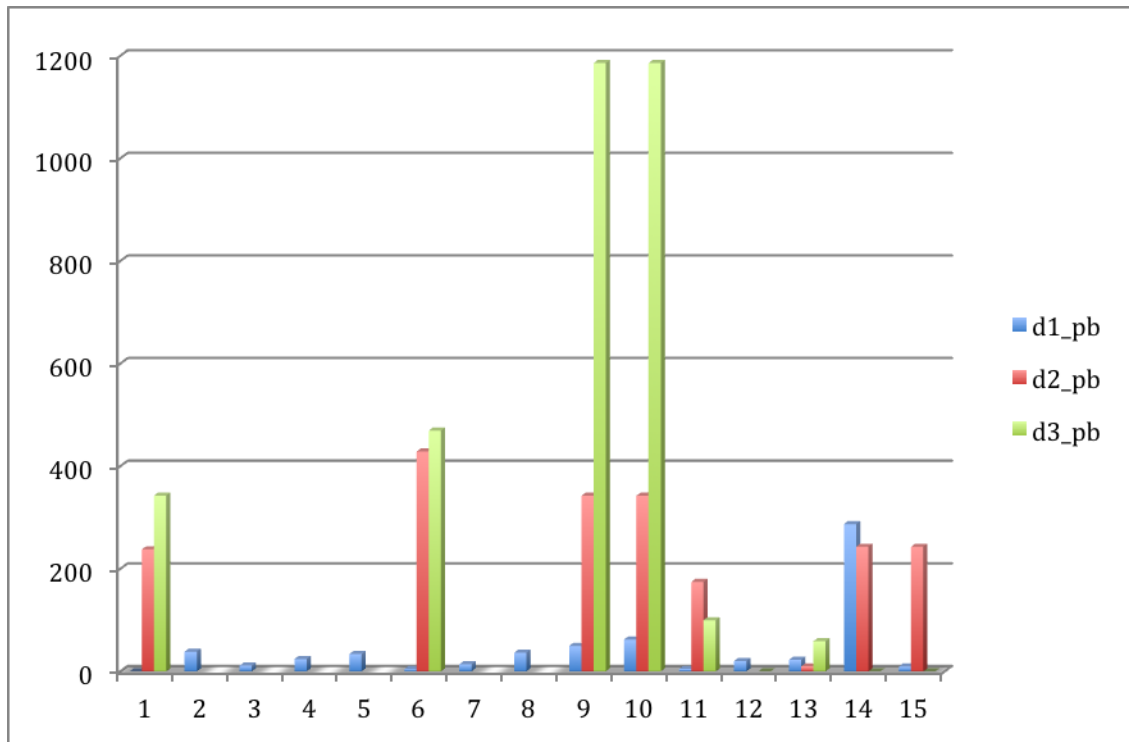


Fig.13. Nivele de plumb măsurate în praful din exteriorul locuințelor

Nivelele de cadmiu determinate în praful din exterior, în imediata vecinătate a locuinței, au avut de asemenea valori relativ mari, atingând în unul din punctele de recoltare, o valoare de 70 mg/kg substanță uscată (fig.14.).

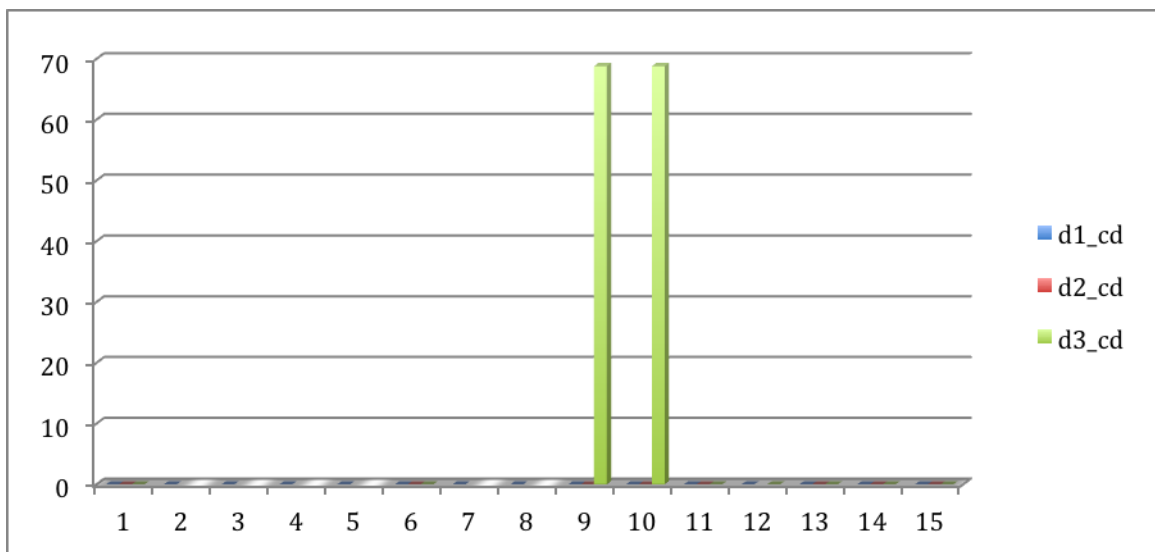


Fig.14. Nivele de cadmiu măsurate în praful din exteriorul locuințelor

În cazul cadmiului, concentrațiile în solul colectat de la 5 cm au fost mai mari sau foarte apropiate ca valoare de cele determinate în solul colectat de la 30 cm (fig.16.).

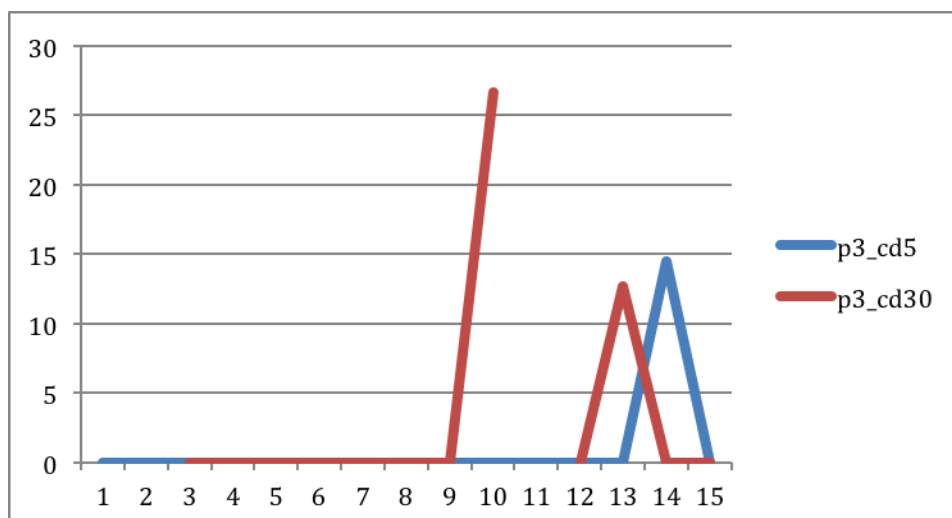
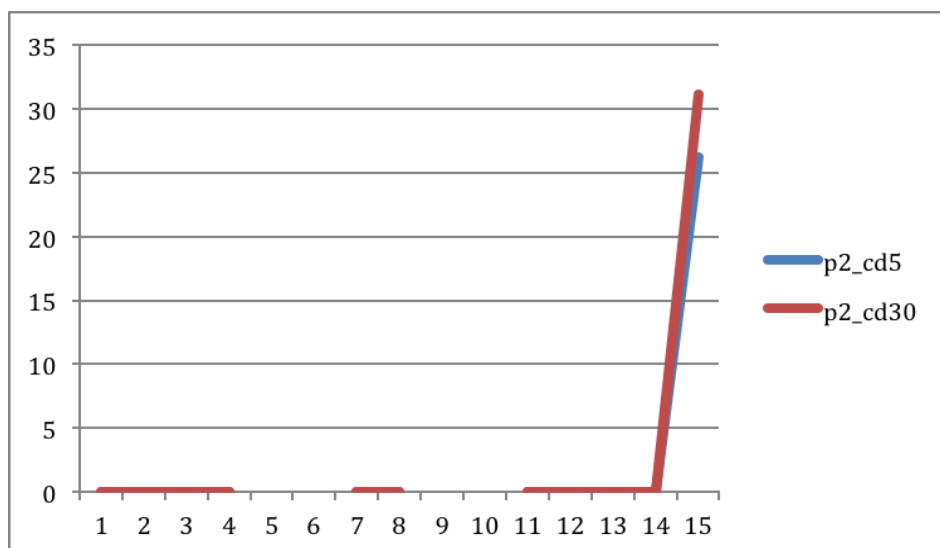
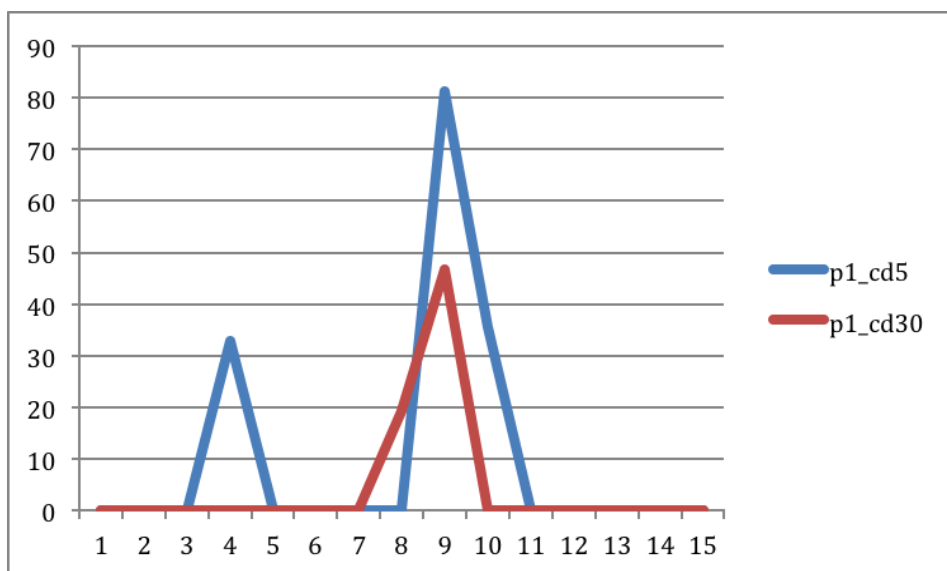


Fig.16. Nivele de cadmiu măsurate în sol (probe colectate de la 5 și 30 cm) în imediata vecinătate a locuințelor unui grup populațional investigat în Copșa Mică

Concentrațiile de plumb măsurate în sol colectat de la 5 cm au avut valori mari, depășind în toate punctele de măsurare pragul de intervenție pentru solurile sensibile, de 100 mg/kg substanță uscată (fig.17.).

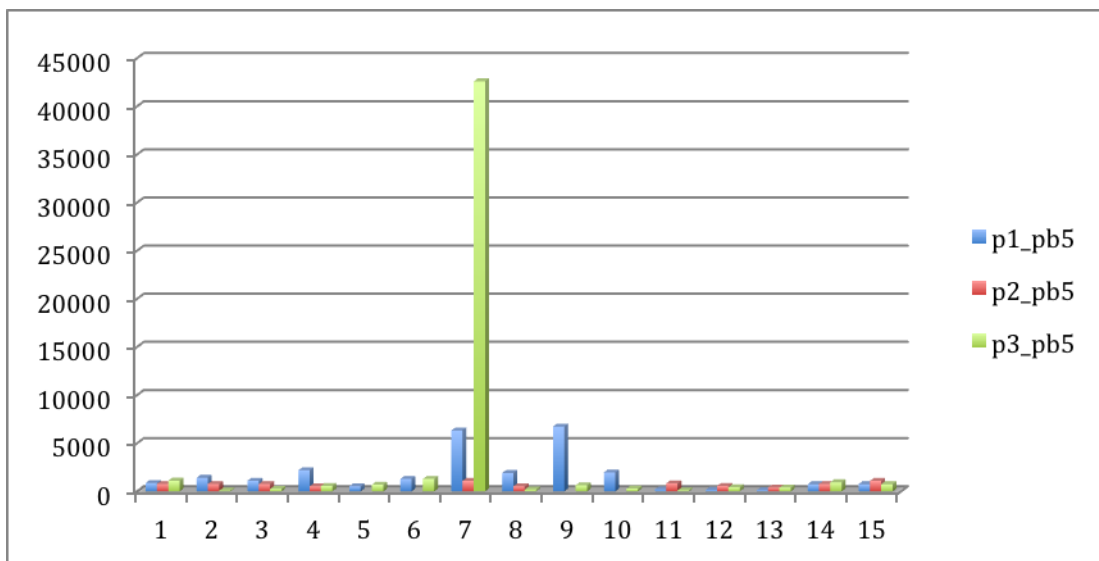


Fig.17. Nivele de plumb măsurate în sol (probe colectate de la 5 cm) în imediata vecinătate a locuințelor unui grup populațional investigat în Copșa Mică

În probele de sol în care s-a găsit cadmiu, valorile măsurate au depășit pragul de intervenție pentru solurile sensibile, de 5 mg/kg substanță uscată (fig.18.).

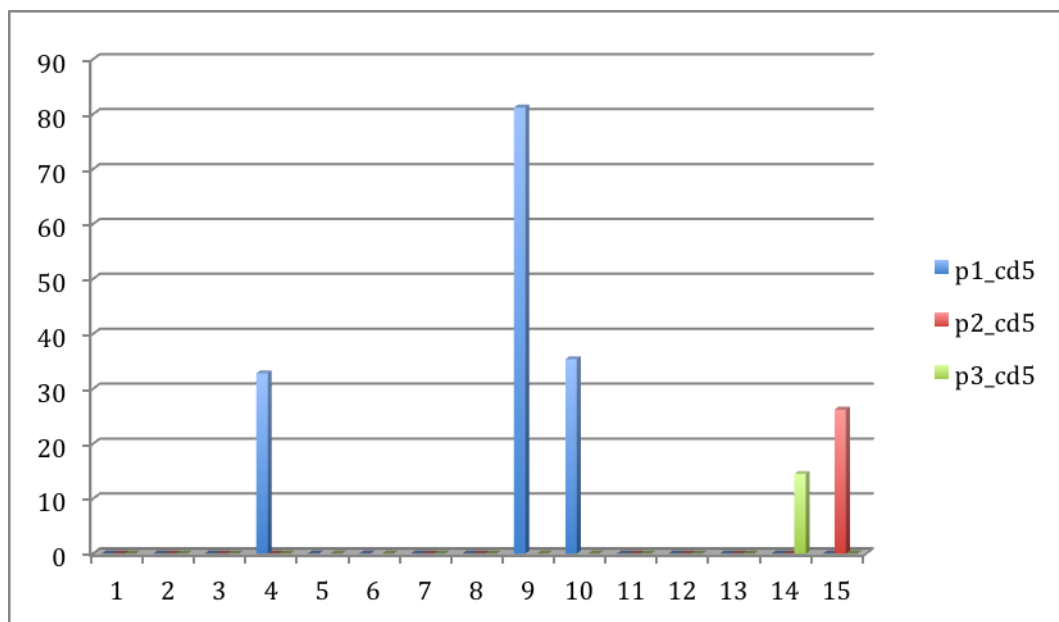


Fig.18. Nivele de cadmiu măsurate în sol (probe colectate de la 5 cm) în imediata vecinătate a locuințelor unui grup populațional investigat în Copșa Mică

Ca medie, se observă că plumbul măsurat în sol colectat de la 5 cm, din imediata vecinătate a locuințelor subiecților incluși în studiu, a avut valoarea cea mai crescută, urmat îndeaproape de plumbul măsurat în sol colectat de la 30 cm. Valoarea medie cea mai scăzută, s-a înregistrat pentru plumbul din praful colectat din exteriorul locuințelor (fig.19.).

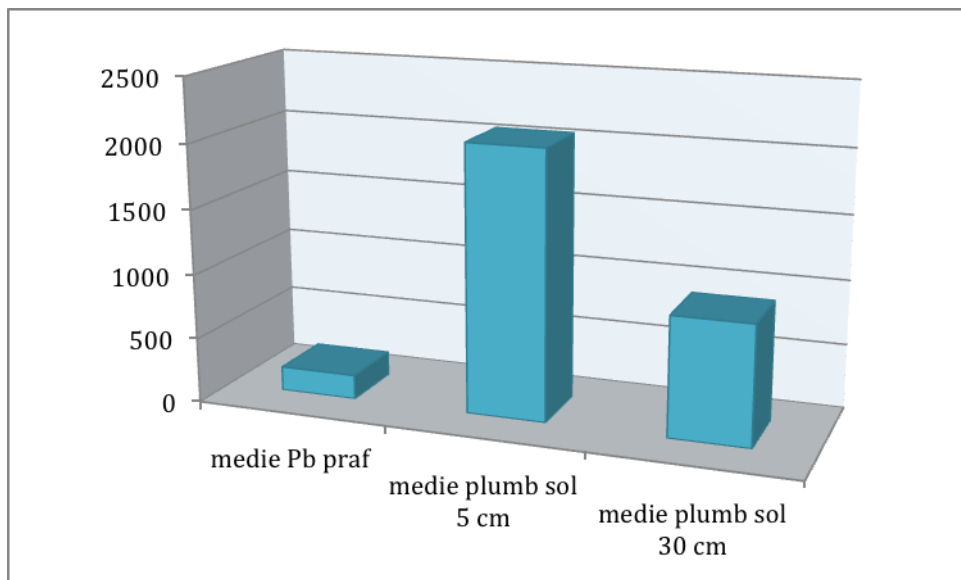


Fig.19. Valoarea medie a plumbului din praf comparativ cu valoarea medie a plumbului determinat în sol în imediata vecinătate a locuințelor eșantionului populațional investigat

4.3.2. Distribuția spațială a plumbului și cadmiului în localitatea Copșa Mică și într-o zonă mai largă din vecinătatea acestei localități

Distribuția spațială a plumbului în localitatea Copșa Mică și împrejurimi s-a realizat cu scopul de a răspunde la două aspecte majore, și anume:

- Solul este principala sursă de poluare (poluare istorică)
- În ciuda variației importante a concentrațiilor plumbului în sol, zone largi, din punct de vedere spațial, înregistrează valori crescute ale plumbului în sol (fig.20.);

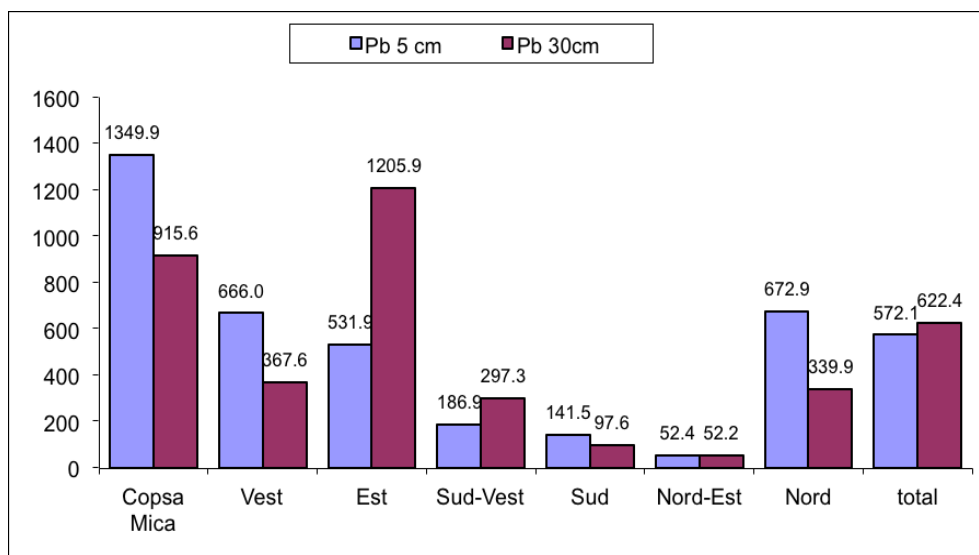


Fig.20. Variația spațială a concentrației plumbului în diferite zone din localitatea Coșșa Mică și împrejurimi (2 adâncimi diferite)

Localitatea Coșșa Mică (cu valori mai mari față de celelalte zone - similar plumbului) înregistrează de departe concentrații mult mai mari la cadmiu față de împrejurimi (fig.22).

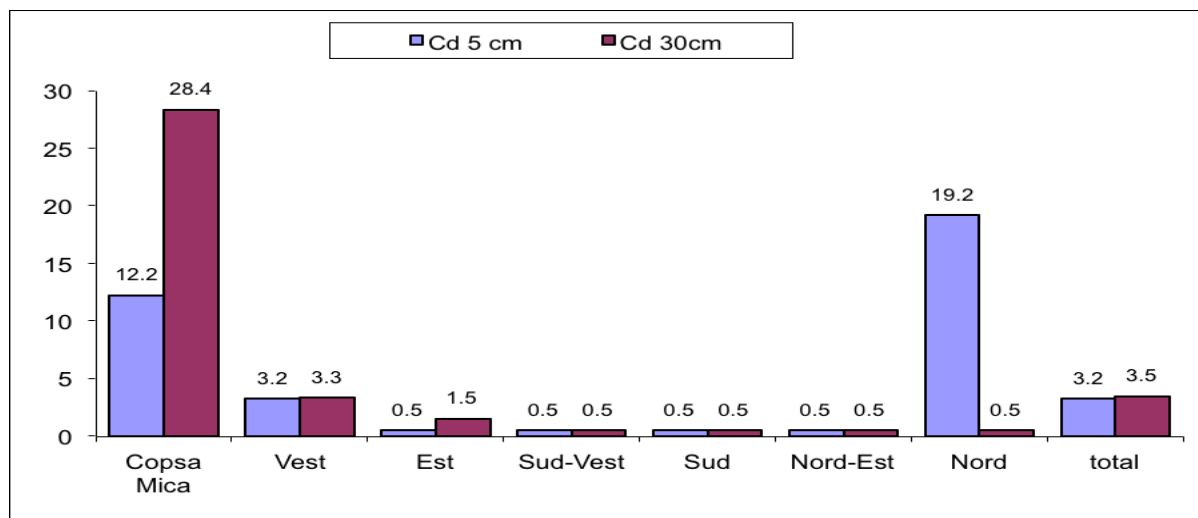


Fig.22. Variația spațială a concentrației cadmiului în diferite zone din localitatea Coșșa Mică și împrejurimi (2 adâncimi diferite)

CAPITOLUL V.

EVALUAREA CONDIȚIILOR DE MEDIU ȘI A SĂNĂTĂȚII COPIILOR DIN COPȘA MICĂ ÎN ETAPA I DE STUDIU (anul 2011)

S-a recurs la o abordare integrată care a constatat în selecția unui eșantion din cadrul grupului populațional cu susceptibilitate crescută reprezentat de un număr extrem de mare. Acest eșantion a fost reprezentat de un număr de 105 copii investigați în anul 2011 și având un număr de 80 de părinți care au

completat un chestionar specific, chestionar standardizat pentru acest grup populațional în studii anterioare. Evaluarea expunerii acestui grup populațional s-a realizat urmărind mai multe aspecte specifice și anume:

- măsurarea valorii concentrației de plumb din sânge la copiii investigați;
- realizarea de măsurători somatometrice (înălțime și greutate);
- strângerea de informații legate de expunerea la plumb a copiilor investigați, informații colectate prin intervievarea părinților acestora, referitoare la caracteristicile traficului rutier, tipul de încălzire al locuinței – gaz metan/lemn; fumatul în locuință, factori individuali – sex, vârstă, factori socio-economici – educația părinților, venitul familiei, tip de locuință, indicatori de aglomerare, altele, informații care ulterior s-au introdus în variabile specifice denumite și create în baza de date. Alături de aceste variabile s-au introdus alte variabile care au reprezentat rezultatele măsurătorilor de plumbemii (plumb în sânge) ca biomarker de expunere.

Funcție de domiciliul copiilor investigați s-au realizat două grupuri de expunere situate la distanță diferită de sursa poluatoare (sub 500 și peste 500 de metri).

Statistica descriptivă a eșantionului investigat

Din Tabelul 1 se observă că distribuția populației investigate pe grupe de vârstă și sex este relativ uniformă neexistând diferențe semnificative statistic, din cele două zone stabilite funcție de distanța față de sursă.

Tabel 1. Descrierea demografică a subiecților investigați zona A și B în totalitate (sumat) – distribuția pe grupe de sex și vârstă

Grupă de vârstă	Sex		Total
	Fete	Băieți	
7-11 ani	15	18	33
	41,66	40,90	41,25
2-6 ani	21	26	47
	48,34	48,10	48,75
Total	36	44	80
	100.00	100.00	100.00

Distribuția pe grupe de vârstă și sex a grupului de copii care s-au înrolat în studiu arată o distribuție neuniformă a grupei de vârstă preșcolare și școlare pe cele două sexe, dacă luăm în considerare vârsta acestora, apare o similitudine pentru cele două zone, în variațiile importante pe grupe de vârstă – mai multe fete la grupa de vârstă 7-11 ani și mai mulți băieți la grupa de vârstă 2-6 ani (Tabelul 2).

Tabel 2. Descrierea demografică a subiecților investigați în Zona A și Zona B – distribuția pe grupe de sex și vârstă

Zona A Grupă de vârstă	Sex		Total
	Fete	Băieți	
7-11 ani	10	8	18
	58,82	44,44	51,42
2-6 ani	7	10	17
	41,18	45,56	48,58
Total	17	18	35
	100.00	100.00	100.00
Zona B Grupă de vârstă	Sex		Total
	Fete	Băieți	
7-11 ani	11	8	19
	57,89	30,76	42,22
2-6 ani	8	18	26
	42,11	69,24	57,78
Total	19	26	45

5.2. Evaluarea expunerii la plumb a copiilor din Copșa Mică

5.2.1. Biomarkeri de expunere la plumb la subiecții investigați

Zona A și Zona B

Valorile plumbemiei rezultate ca urmare a analizelor efectuate cu aparatul dedicat pentru acest tip de evaluare, Lead Care System la grupul de copii cu vârsta cuprinsă între 2 și 11 ani cu domiciliul în localitatea Copșa-Mică, au variat între valoarea minimă de 12,4 $\mu\text{g/dL}$ până la valori maxime de peste 65 $\mu\text{g/dL}$. Plumbemiile peste nivelul de 65 $\mu\text{g/dL}$ s-au analizat cantitativ, dar peste această valoare evaluarea este în fapt calitativă, numai dacă dorim să ne referim la cât de mult este aceasta peste 65 $\mu\text{g/dL}$. În același timp rezultatele măsurătorilor plumbemiei arată că nici un copil nu a avut plumbemia în limite normale, adică în categoria sub 10 $\mu\text{g/dL}$.

Tabel 4. Distribuția mediilor plumbemiiilor la copiii investigați în relație cu distanța față de sursa principală de expunere

Perimetru de expunere	Obs.	Mean	Std. Dev.	Min.	Max.
>700 m	45	40.60	14.11	12.4	>65
<700 m	35	43.21	18.52	24.7	>65

În Tabelul de mai sus (nr.4) se poate observa că valorile medii ale plumbemiei au înregistrat valori variabile, însă nu putem concluziona faptul că ar exista un trend crescător odată cu apropierea de sursa de expunere la plumb, valoarea cea mai mare înregistrându-se în zona rezidențială cu densitatea populațională cea mai ridicată, la o distanță de sub 700 m. În ambele situații (Zona A și Zona B) s-au înregistrat valori ale plumbemiei de peste 65 $\mu\text{g/dL}$.

5.2.2. Relația dintre plumbemie și dezvoltarea somatică la copiii investigați

Zona A

Asocierea dintre înălțime și greutate pe de o parte și valorile plumbemiei măsurate la copiii din localitatea Copșa Mică, pe de altă parte, ne arată o corelație negativă între plumbemie și înălțime și respectiv între plumbemie și greutate. În tabelele următoare sunt prezentați coeficienții de regresie lineară și semnificația statistică privind estimarea impactului plumbemiei asupra dezvoltării somatometrice la copii. Rezultatele estimărilor de regresie lineară indică o corelație negativă între plumbemie și înălțime și greutate în ambele modelări, dar fără a fi semnificative din punct de vedere statistic. (tabelele 5 și 6).

Tabel 5. Plumbemia măsurată la grupul de copii funcție de cele 4 categorii ale plumbemiei (10-20, 20-35, 35-65, >65) și înălțimea acestora - Zona A

Înălțime	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
sex	2.24	3.18	0.70	0.48	-4.06	8.55
age	0.04	0.63	0.07	0.94	-1.20	1.29
tip_loc	-1.21	1.61	-0.75	0.45	-4.41	1.98
educ_ma	1.14	1.68	0.68	0.49	-2.18	4.48
IPb_gr_2	-2.72	8.06	-0.33	0.73	-18.73	13.28
IPb_gr_3	-5.92	7.57	-0.78	0.43	-20.96	9.10
IPb_gr_4	-2.58	8.44	-0.30	0.76	-19.34	14.17
_cons	29.44	8.96	3.28	0.01	11.65	47.24

Tabel 6. Plumbemia măsurată la grupul de copii funcție de cele 4 categorii ale plumbemiei

(10-20, 20-35, 35-65, >65) și greutatea acestora - Zona A

Greutate	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
sex	0.53	0.67	0.80	0.42	-0.79	1.87
age	2.29	0.13	17.24	0.00	2.03	2.56
tip_loc	0.14	0.34	0.42	0.67	-0.53	0.82
educ_ma	0.36	0.35	1.02	0.30	-0.34	1.06
IPb_gr_2	-0.42	1.70	-0.24	0.80	-3.81	2.96
IPb_gr_3	-0.83	1.60	-0.52	0.60	-4.01	2.34
IPb_gr_4	-0.56	1.78	-0.31	0.75	-4.10	2.98
_cons	-2.49	1.89	-1.31	0.19	-6.25	1.27

Zona B

În același mod s-a procedat și cu analiza influenței plumbului în sânge asupra înălțimii și greutateii la copiii investigați din cadrul celei de a doua zone de distanță față de principala sursă de poluare. Rezultatele obținute ne arată o corelație negativă între plumbemie pe de o parte, iar pe de altă parte, atât între înălțime cât și între greutate, pentru ambele modelări, dar în același timp fără a fi semnificative din punct de vedere statistic (tabelele 7 și 8).

Tabel 7. Plumbemia măsurată la grupul de copii funcție de cele 4 categorii ale plumbemiei (10-20, 20-35, 35-65, >65) și înălțimea acestora - Zona B

Înălțime	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
sex	-1.05	1.64	-0.64	0.52	-4.33	2.21
vârstă	5.43	0.33	16.30	0.00	4.77	6.09
tip_loc	-0.86	1.18	-0.73	0.46	-3.21	1.49
educ_ma	-1.08	0.83	-1.29	0.19	-2.74	0.58
IPb_gr_3	1.12	2.68	0.41	0.67	-4.22	6.47
IPb_gr_4	0.05	2.80	0.02	0.98	-5.53	5.65
_cons	89.43	3.98	22.45	0.00	81.49	97.36

Tabel 8. Plumbemia măsurată la grupul de copii funcție de cele 4 categorii ale plumbemiei (10-20, 20-35, 35-65, >65) și greutatea acestora - Zona B

Greutate	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
sex	-0.82	0.86	-0.95	0.34	-2.54	0.89
vârstă	2.05	0.17	11.68	0.00	1.70	2.40
tip_loc	0.63	0.62	1.01	0.31	-0.60	1.87
educ_ma	-0.53	0.44	-1.21	0.22	-1.41	0.34
IPb_gr_3	1.11	1.41	0.79	0.43	-1.69	3.93
IPb_gr_4	-0.44	1.47	-0.30	0.76	-3.39	2.50
_cons	9.63	2.09	4.59	0.00	5.45	13.81

5.3. Evaluarea factorilor de risc și influența asupra expunerii copiilor la plumb

5.3.1. Factorii de risc influențați de comportamente/ practici/ obiceiuri

Analiza din punct de vedere statistic a informațiilor obținute prin completarea chestionarului de către părinți, informații/date care au vizat modul în care anumiți factori pot influența expunerea la plumb a copiilor investigați s-a realizat prin testul T. Testul utilizat a comparat variația mediilor plumbemiei la copii, în relație cu factorii investigați, unii dintre aceștia fiind cunoscuți că ar fi asociați cu creșterea/scăderea nivelelor plumbului în sânge la acest grup populațional cu susceptibilitatea crescută. Mai jos, în tabelul 9. sunt redate rezultatele evaluării.

Tabel 9. Variația valorilor medii ale plumbului în sânge funcție de unii factori care pot influența expunerea la plumb

Joaca copiilor cu pământ (cod 1 = DA)

Variable	Mean	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
0	52.16	2.11	24.66	0.00	47.83	56.48
1	54	1.78	30.24	0.00	50.40	57.59
diff	-1.83	2.76	-0.66	0.50	-7.36	3.69

Joaca copiilor cu nisip (cod 1 = DA)

Variable	Mean	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
0	44.72	2.63	16.98	0.00	39.18	50.25
1	55.97	1.53	36.37	0.00	52.89	59.06
diff	-11.25	3.04	-3.69	0.09	-17.47	-5.03

Petrecerea unui interval de timp din vacanțe în afara zonei Copșa Mică (cod 0 = NU)

Variable	Mean	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
0	56.9	1.93	29.33	0.00	52.95	60.84
1	50.76	1.85	27.42	0.00	47.02	54.50
diff	6.13	2.68	2.28	0.02	.789	11.47

Expunerea profesională anterioară la plumb a părinților copiilor investigați (cod 1 = DA).

Variable	Mean	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
0	53.11	1.46	36.33	0.00	50.19	56.03
1	56.89	3.07	18.48	0.00	50.11	63.66
diff	-3.77	3.40	-1.10	0.28	-10.98	3.43

Spălarea pe mâini a copiilor înainte de a mânca (cod 1 = NU).

Variable	Mean	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
0	53.68	1.36	39.45	0.00	50.97	56.39
1	59	3.49	16.89	0.00	47.88	70.11
diff	-5.31	3.74	-1.41	0.22	-15.74	5.12

Copilul duce la gură jucării murdare/căzute pe jos (cod 1 = DA).

Variable	Mean	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
0	51.43	1.59	32.28	0.00	48.24	54.63
1	58.58	2.13	27.43	0.00	54.17	62.99
diff	-7.14	2.66	-2.68	0.08	-12.49	-1.79

Venitul pe familie (cod 1 = sub 2 milioane lei/lună)

Variable	Mean	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
0	5 .38	1.89	28.16	0.00	49.55	57.21
1	54.36	1.87	28.98	0.00	50.56	58.16
diff	-0.98	2.66	-0.36	0.71	-6.28	4.32

Din această analiză extrem de importantă se poate trage o concluzie majoră, în sensul impactului acesteia asupra elaborării unor măsuri de intervenție pentru minimizarea riscurilor asupra stării de sănătate a acestui grup populațional, și anume faptul că pentru majoritatea factorilor analizați se observă că aceștia influențează semnificativ valorile plumbemiei.

CAPITOLUL VI.

EVALUAREA CONDIȚIILOR DE MEDIU ȘI A SĂNĂTĂȚII COPIILOR DIN COPȘA MICĂ ÎN ETAPA II DE STUDIU (anul 2012)

6.1. Statistica descriptivă a eșantionului investigat.

S-a reabordat un grup de copii cu vârste diferite. S-au identificat și abordat un număr de 90 de copii și o rată de răspuns la chestionar de 35 de părinți. Nu s-a mai recurs la zonarea acestora, în sensul distanței față de principala sursă de poluare, întrucât evaluarea de la capitolul anterior a arătat că distanța nu joacă un rol major în variația semnificativă a expunerii copiilor din localitatea Copșa Mică, problema legată de pericol, expunere și riscuri, fiind similară pentru toată populația cu susceptibilitate crescută a acestei localități. Din totalul copiilor investigați sexul feminin a înregistrat un număr de 16 copii, iar cel masculin un număr de 19 copii. Toți acești copii au părinți care nu lucrează la combinatul de metalurgie neferoasă din localitatea Copșa Mică. Toți copiii investigați au avut vârsta cuprinsă între 7 și 11 ani.

6.2. Evaluarea expunerii la plumb a copiilor din Copșa Mică

6.2.1. Biomarkeri de expunere la plumb la subiecții investigați

La copiii de 7-11 ani cu domiciliul în localitatea Copșa-Mică au variat între valoarea minimă de 14.6 $\mu\text{g/dL}$ și nivele maxime de peste 65 $\mu\text{g/dL}$. Plumbemiile peste nivelul de 65 $\mu\text{g/dL}$ s-au analizat cantitativ. Rezultatele măsurătorilor plumbemiei au arătat că nici un copil nu a avut plumbemia în limite normale, adică în categoria sub 10 $\mu\text{g/dL}$.

De această dată se observă faptul că, și în situația în care toți copiii investigați au plumbemia peste valoarea normală, de 10 $\mu\text{g/dL}$, există categoric o tendință puternică de diminuare a expunerii, în sensul în care o parte importantă dintre copiii investigați prezintă o rearanjare spre valorile mai mici ale plumbemiei, comparativ cu situația din anul anterior, arătând că programul de intervenție chiar dacă nu a dat roade semnificative, este funcțional și a obținut rezultate marcante.

6.2.2. Relația dintre plumbemie și dezvoltarea somatică la copiii investigați

Rezultatele estimărilor de regresie lineară indică o corelație negativă între plumbemie și înălțime și greutate în ambele modelări, dar fără a fi semnificative din punct de vedere statistic. (tabelele 13 și 14)

Table 13. Plumbemia măsurată la grupul de copii funcție de cele 4 categorii ale plumbemiei (10-20, 20-35, 35-65, >65) și înălțimea acestora

Înălțime	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
sex	3.16	2.18	1.01	0.58	-2.14	6.33
age	0.22	0.43	0.09	0.83	-1.45	1.43
tip_loc	-1.34	1.42	-0.53	0.65	-2.53	1.32

educ_ma	1.56	1.55	0.42	0.54	-1.01	1.94
IPb_gr_2	-2.42	7.01	-0.12	0.36	-9.12	5.83
IPb_gr_3	-1.16	4.97	-0.98	0.43	-7.16	4.01
IPb_gr_4	-2.32	6.21	-0.65	0.67	-3.37	6.12
_cons	19.56	9.17	2.42	0.01	4.81	8.77

Tabel 14. Plumbemia măsurată la grupul de copii funcție de cele 4 categorii ale plumbemiei (10-20, 20-35, 35-65, >65) și greutatea acestora

Greutate	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
sex	1.03	1.67	0.69	0.85	-0.71	1.33
age	2.12	1.22	3.25	0.45	1.06	5.92
tip_loc	0.32	0.66	0.43	0.75	-1.58	0.66
educ_ma	0.85	0.47	1.12	0.73	-1.23	1.85
IPb_gr_2	-0.74	0.38	-0.29	0.77	-2.42	1.03
IPb_gr_3	-0.52	1.14	-0.57	0.72	-2.31	1.16
IPb_gr_4	-0.14	1.11	-0.21	0.14	-0.11	1.92
_cons	-2.14	1.12	-1.65	0.32	-2.23	1.17

6.3. Evaluarea factorilor și influența asupra expunerii copiilor la plumb

Analiza din punct de vedere statistic a informațiilor obținute prin completarea chestionarului s-a realizat prin testul T. Testul utilizat a comparat variația mediilor plumbemiei la copii, în relație cu factorii investigați, unii dintre aceștia fiind cunoscuți că ar fi asociați cu creșterea/scăderea nivelelor plumbului în sânge la acest grup populațional cu susceptibilitatea crescută. Mai jos, în tabelul 15. sunt redate rezultatele evaluării.

Tabel 15. Variația valorilor medii ale plumbului în sânge funcție de unii factori care pot influența expunerea la plumb

Joaca copiilor cu pământ (cod 1 = DA)

Variable	Mean	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
0	31.24	1.14	16.74	0.00	13.92	42.02
1	23,55	2.31	23.62	0.00	14.52	48.11
diff	-5.32	3.21	-0.73	0.63	-3.11	6.91

Joaca copiilor cu nisip (cod 1 = DA)

Variable	Mean	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf Interval]	
----------	------	-----------	---	------	---------------------	--

0	31,86	6,14	8,81	0.00	25,12	40,01
1	16,77	0,42	19,00	0.00	9,01	21,00
diff	-2,87	1,01	-4,88	0.65	-1,12	-2,11

Petrecerea unui interval de timp din vacanțe în afara zonei Copșa Mică (cod 0 = NU)

Variable	Mean	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Int rval]	
0	31,37	2,14	24,84	0.00	44,10	61,63
1	41,11	2,86	22,72	0.00	32,98	65,00
diff	1,13	1,99	4,11	0.34	3,34	19,47

Expunerea profesională anterioară la plumb a părinților copiilor investigați (cod 1 = DA).

Variable	Mean	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Int rval]	
0	45,77	1.11	29,44	0.00	42,34	62,14
1	43,36	3.64	16,78	0.00	45,86	64,62
diff	-2.11	2.15	-2.77	0.48	-2,43	2,94

Spălarea pe mâini a copiilor înainte de a mânca (cod 1 = NU).

Variable	Mean	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
0	51,67	1.38	35,93	.00	49,84	59,04
1	52,93	4,61	14,96	0.00	43,95	63,93
diff	-1.96	3,01	-10,65	0.48	-9,06	5,35

Copilul duce la gură jucării murdare/căzute pe jos (cod 1 = DA).

Variable	Mean	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
0	51,80	2,95	29,08	0.00	41,94	57,63
1	57,36	3,14	22,04	0.00	49,52	61,41
diff	-6,91	1,62	-7,01	0.12	-8,08	-4,37

Venitul pe familie (cod 1 = sub 2 milioane lei/lună)

Variable	Mean	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
0	56,88	1.17	42,05	0.00	38,68	59,02
1	59,62	1.57	36,62	0.00	48,06	57,47
dif	-3,66	2.06	3,74	0.43	-9,54	-2,11

Comparabil cu anul anterior din această analiză extrem de importantă se poate trage o concluzie majoră, în sensul impactului acesteia asupra elaborării unor măsuri de intervenție pentru minimizarea riscurilor asupra stării de sănătate a acestui grup populațional, și anume faptul că pentru

majoritatea factorilor analizați se observă că aceștia influențează semnificativ valorile plumbemiei, așa cum am menționat la capitolul anterior al tezei de doctorat.

Ceea ce s-a remarcat pe perioada desfășurării acestei componente a lucrării de doctorat este faptul că deja unele dintre familiile din care fac parte copiii prinși în acest studiu din cadrul tezei de doctorat au început să practice ștergerea prafului cu cârpă umedă și au o abordare mai atentă la consumul produselor vegetale, fructe și produse animale din zonă.

6.4. Evoluția expunerii la plumb a copiilor din localitatea Copșa Mică în etapele I și II ale studiului (anul 2011, 2012)

Pentru a realiza o evaluare preliminară în sensul stabilirii dacă programul de intervenție este într-adevăr util și funcționează astfel încât să putem aborda acest aspect mai integrativ și care să conducă la controlul activ al pericolului, diminuarea expunerii și riscurilor asociate s-a recurs la o analiză preliminară care să fundamenteze această abordare și care să vină să susțină necesitățile descrise în primele două capitole ale tezei de față, și anume, că singura modalitate de rezolvare a acestei probleme majore, de mediu și sănătate, este un program de intervenție sub forma unui marketing social, program care să vină să schimbe comportamentele populației rezidente în localitatea Copșa Mică. Această evaluare este redată în tabelul de mai jos, tabelul cu nr. 16.

Tabel 16. Valorile medii ale plumbemiei înregistrate la copiii din localitatea Copșa Mică în etapa I față de etapa II și testarea statistică a diferenței

Variable	Mean	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
Pb_mie01	43,56	1,08	5,32	0.00	16,11	51,45
Pb_mie02	38,73	1,12	3,15	0.00	18,53	41,84
diff	2,31	0,95	1,87	0.56	-0.66	5,37

CAPITOLUL VII.

EVALUAREA CONDIȚIILOR DE MEDIU ȘI A SĂNĂTĂȚII DIN COPȘA MICĂ ÎN ETAPA III DE STUDIU (anul 2013)

7.1. Analiza statistică a eșantionului de copii investigați

Pentru estimarea finală a progresului rezultatelor programului de conformare dezvoltat și implementat în localitatea Copșa Mică, începând cu anul 2011, reanalizat și corectat în anul 2012, s-a recurs la o nouă evaluare a expunerii copiilor din localitatea Copșa Mică prin determinări indirecte ale expunerii (indicatori indirecti – plumb din sol și praf din interior) alături de indicatori specifici, biomarkeri ai expunerii la plumb, reprezentați de concentrația plumbului în sânge (plumbemie). Grupul de copii

selecționati pentru această evaluare a fost reprezentat de copii cu vârsta cuprinsă între 4 și 6 ani de la grădinița din localitatea Copșa Mică, localizată la mai puțin de 700 de metri de principala sursă de poluare cu plumb și cadmiu.

Eșantionul total a fost reprezentat de 40 de copii cu vârsta între 2-11 ani, la care la 18 dintre aceștia s-au determinat plumbemii, aceștia fiind cuprinși în grupul de vârstă 4-6 ani și toți frecventând grădinița din localitate. S-a ales analiza unui amplasament din apropierea sursei principale de poluare, un amplasament care grupează un lot important de copii din localitate (grădiniță).

7.1.1. Biomarkeri de expunere la grupul de copii investigați

Valorile plumbemiei rezultate în urma analizei efectuate cu ajutorul aparatului Lead Care System, la copiii de 4-6 ani, din localitatea Copșa-Mică, au variat între valoarea minimă de 3,7 $\mu\text{g/dL}$ și valori maxime de 21,7 $\mu\text{g/dL}$, înregistrându-se doar trei valori de peste 10 $\mu\text{g/dL}$, dintre care una practic extrem de aproape de această valoare considerată normală (11), una dintre valori puțin peste valoarea normală (14), doar o valoare situându-se la puțin peste 20 de $\mu\text{g/dL}$ (fig.24.).

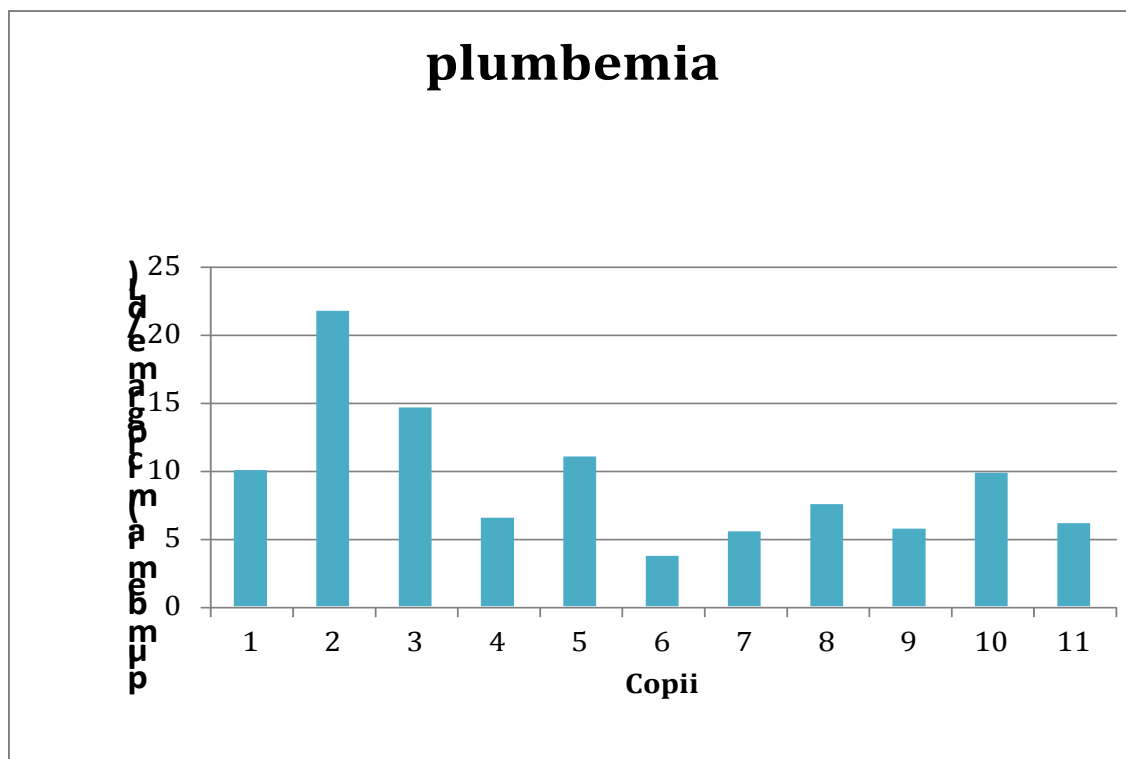


Fig.24. Distribuția subiecților investigați în funcție de valoarea plumbemiei

7.1.2. Rezultatele determinărilor concentrației plumbului în praful din interior pentru copiii de grădiniță din localitatea Copșa Mică

Concentrația plumbului în praful din interiorul grădiniței a arătat că programul de intervenție care a făcut progrese mari în rândul familiei (modificări ale practicilor, atitudinilor din perspectiva igienei personale și a locuinței) prezintă încă deficiențe chiar dacă acestea nu sunt majore, datorită transferului prafului din exterior spre interiorul încăperilor. Controlul acestui pericol, spre deosebire de programul de intervenție caracterizat prin marketingul social, este extrem de costisitor și contribuția acestuia, în mod paradoxal, în controlul expunerii la plumb a copiilor de grădiniță este relativ minoră, fapt de altfel demonstrat prin toată analiza prezentată pe parcursul acestei teze de doctorat.

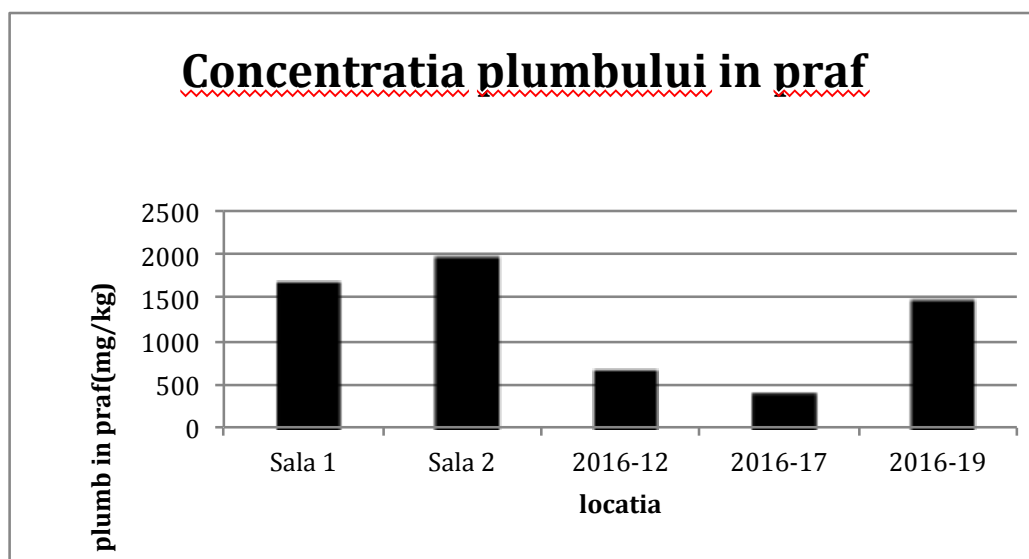


Fig.25. Concentrația plumbului în praful din interiorul grădiniței și a locuințelor în Copșa Mică

În fig.nr.25 se redau valorile măsurate. Sala 1, sala 2 sunt încăperi din grădiniță, iar indicativul 2016-12, 17 și 19 corespunde unor locuințe investigate în ceea ce privește expunerea copiilor la plumb și rezultatele programului de intervenție.

7.1.3. Rezultatele determinărilor concentrației plumbului în sol în localitatea Copșa Mică

Reducerea aproape în totalitate a activității combinatului de metalurgie neferoasă din localitatea Copșa Mică a dus la modificări ale concentrației plumbului în sol, acesta fiind remanent. Nivelele concentrațiilor descrise mai jos vor continua să existe multe zeci de ani în jurul acestor valori (fig.26.).

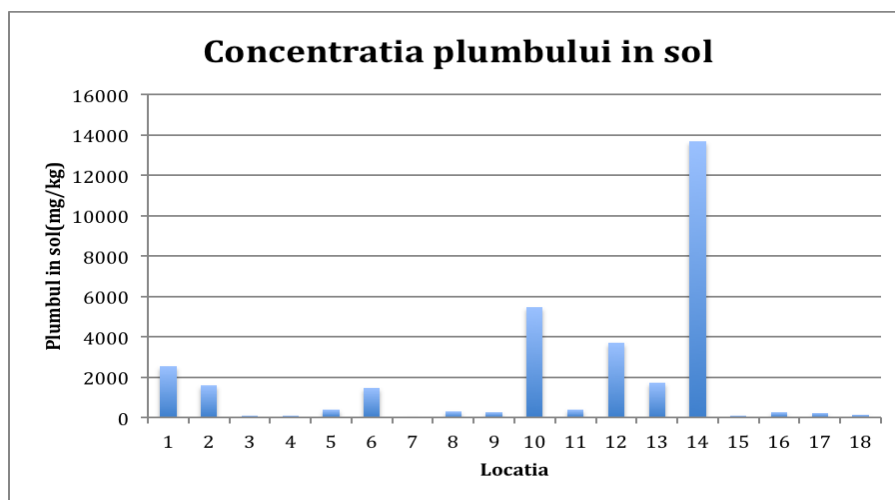


Fig.26. Concentrația plumbului în sol în Copșa Mică, specifică subiecților investigați (copii grădiniță 4-6 ani)

Cu alte cuvinte singura soluție pentru grupul populațional cu susceptibilitate crescută (copii, adică viitorul comunității) este de a controla activ pericolul la nivel de receptor deoarece curățarea sursei (solul) la așa o suprafață mare este nefezabilă din punct de vedere al durabilității.

CAPITOLUL VIII.

STUDIUL DE CAZ – MODALITĂȚI DE ANALIZĂ, EVALUARE ȘI IMPLEMENTAREA UNUI PROGRAM DE INTERVENȚIE PENTRU CONTROLUL EXPUNERII LA PLUMB ȘI RISCURILE ASOCIATE LA COPIII DIN LOCALITATEA COPȘA MICĂ

8.1. Evaluarea condițiilor de mediu și a sănătății copiilor din Copșa Mică

Obiectivul studiului a fost examinarea tendințelor legate de expunerea la plumb a copiilor din Copșa Mică în perioada 2011-2013 prin urmărirea dinamicii temporale și spațiale a variabilelor comune de expunere.

S-a emis ipoteza că între anii 2011 și 2013, contactul cu componentele contaminate ale mediului a constituit în continuare calea importantă de expunere a copiilor la plumb. Căile de expunere au fost influențate în plus și de igiena personală, relația temporală între spălarea mâinilor și joaca în aer liber, contactul cu solul sau praful contaminat prin joaca în aer liber și locația geografică.

8.1.1. Metodologia utilizată

Subiecții au fost identificați ca fiind copii cu vârste între 2-11 ani care locuiau în Copșa Mică în anul 2011, participaseră la evaluarea expunerii realizată în anul 2011 - 2013 și fuseseră examinați pentru plumbemie pe parcursul perioadei 2011-2013.

Includerea s-a limitat de asemenea la copiii care au avut un părinte care a fost angajat în mod activ la topitoria de metale neferoase (plumb/zinc primar) din localitate și la consimțământul părinților.

Culegerea de date:

Fiecărui subiect i-a fost administrat un chestionar care a constat din cinci întrebări. Întrebările au evaluat modul de spălare a mâinilor, succesiunea temporală și frecvența spălării mâinilor, joaca în aer liber și locul de joacă în aer liber.

S-au colectat probe de sol de la locurile de joacă, utilizând metoda EPA 6200 (2007): *spectrometrie de fluorescență de raze X pentru determinarea în teren a concentrațiilor elementelor din sol și sedimente.*

Analiza statistică:

Datele au fost analizate utilizând SAS (versiunea 9.1.3; SAS Institute Inc., Cary, NC, SUA). Datele au fost întâi stratificate în funcție de vârstă și nivelul de Pb din sânge pentru 2011, 2012 și 2013.

Analiza geostatistică:

Pentru fiecare subiect investigat în anii 2011, 2012 și 2013 poziția geografică a fost stabilită cu ajutorul unui dispozitiv GPS Garmin eTrex cu precizie de 15 m.

Concentrațiile de plumb din sol de la siturile geocodate și plumbemia subiecților au fost trecute pe hartă în ArcMap (versiunea 9.3.1, ESRI; Redlands, CA, SUA), utilizând metodele de interpolare Kriging de bază (Cressie 1988). Rezultatele semnificative au fost utilizate pentru crearea de hărți pentru plumbemia estimată și concentrația de plumb din sol la locurile de joacă, în 2010.

8.1.2. Analiza statistică a biomarkerului de expunere la plumb la subiecții investigați - nivele de plumbemie

Tabel 18. Caracteristicile demografice și de expunere în perioada 2011-2013^a

	2011	2012	2013
<u>Vârsta (Ani)</u>	6.73±2.54	7.05±2.49	9.5±3.24
Grup cu risc crescut (2-6 ani)	40 (46.51)	26 (36.11)	4 (12.50)
Grup cu risc scăzut (≥6 ani)	46 (53.49)	53 (63.89)	28 (87.50)
<u>Plumbemia [μg/dl]</u>	53.04±12.39	21.25±9.6	20.51±8.84
Plumbemie normală ≤10μg/dl	7 (8.14)	12 (15.0)	3 (8.82)
Plumbemie crescută ≥10 μg/dl	79 (91.86)	68 (85.0)	31 (91.18)

<u>Joaca cu sol:</u>			
Da	47 (61.04)	41 (67.21)	31 (93.94)
Plumbemia [$\mu\text{g}/\text{dl}$]	53.77 \pm 12.40	23.71 \pm 10.17	20.57 \pm 8.97
Nu	30 (38.96)	20 (32.79)	2 (6.06)
Plumbemia [$\mu\text{g}/\text{dl}$]	52.16 \pm 11.58	19.28 \pm 10.17	14.95 \pm 4.31
<u>Spălatul mâinilor înainte de masă</u>			
Da	--	61 (92.42)	14 (43.75)
Plumbemia [$\mu\text{g}/\text{dl}$]	--	20.58 \pm 9.81	19.34 \pm 10.26
Nu	--	5 (7.58)	18 (56.25)
Plumbemia [$\mu\text{g}/\text{dl}$]	--	21.16 \pm 10.93	21.07 \pm 7.97

^a*Tabelul prezintă N (%) pentru variabilele categoriale și media \pm DS pentru variabilele nominale*

În studiu au fost incluși 86 copii împreună cu părinții lor în anul 2011 (din 105, 80 analizați complet, selecționați 86), 79 copii în anul 2012 (din 90, 35 analizați complet, selecționați 79) și 34 copii au finalizat studiul nostru în anul 2013 (din 40, 18 analizați complet, selecționați 34).

Nivelul de plumb din sânge la copii a fost analizat în două moduri: 1) valori medii și 2) procent de copii care au avut plumbemia mai mare decât standardul internațional de 10 $\mu\text{g}/\text{dL}$. Plumbemia medie a scăzut în perioada 2011-2013 de la 53,04 $\mu\text{g}/\text{dL} \pm 12,38$ în 2011 la 21,25 $\mu\text{g}/\text{dL} \pm 9,6$ în 2012 și 20,51 $\mu\text{g}/\text{dL} \pm 8,3$ în 2013.

În anul 2013, în pofida scăderii accentuate, 3 copii au rămas cu valori (dintre cei examinați-reprezentând un procent de sub 6%) ale plumbemiei mai mari decât standardul internațional, la un nivel considerat periculos pentru sănătate și care se știe că afectează dezvoltarea. Procentul de copii cu plumbemie mai mare decât standardul internațional a rămas relativ crescut în anul 2012, chiar dacă s-a remarcat o scădere față de anul 2011.

8.1.3. Evaluarea factorilor de risc cu posibilă influență asupra expunerii copiilor la plumb (chestionar)

Modelele obținute în anii 2011 și 2013 s-au dovedit a fi semnificative cu valori $F=6,91$ (p^a 0,0004) și 8,85 (p^a 0,0002), ceea ce sugerează că rezultatele care influențează nivelul de plumb din sânge în funcție de an sunt reprezentative pentru populația de copii a localității. În anul 2011, nivelul de plumb din sânge a fost asociat cu joaca în nisip (p^a 0,0003) și asociat negativ cu timpul petrecut la altă locuință în timpul verii (p^a 0,393). În anul 2012, nivelul de plumb din sânge a fost asociat cu frecvența jocului pe sol (p^a 0,0001) și frecvența jocului în nisip (p^a 0,0001). În anul 2013 nu s-a observat nici o asociere între model sau variabilele independente și modificările nivelului de Pb din sângele subiecților.

8.1.4. Model de distribuție a expunerii și spațializarea acesteia în scopul intervenției

Nivelul de Pb în sânge la copiii din Copșa Mică în anul 2012 (figura nr.27) a fost estimat utilizând metodele de bază de interpolare Kriging.

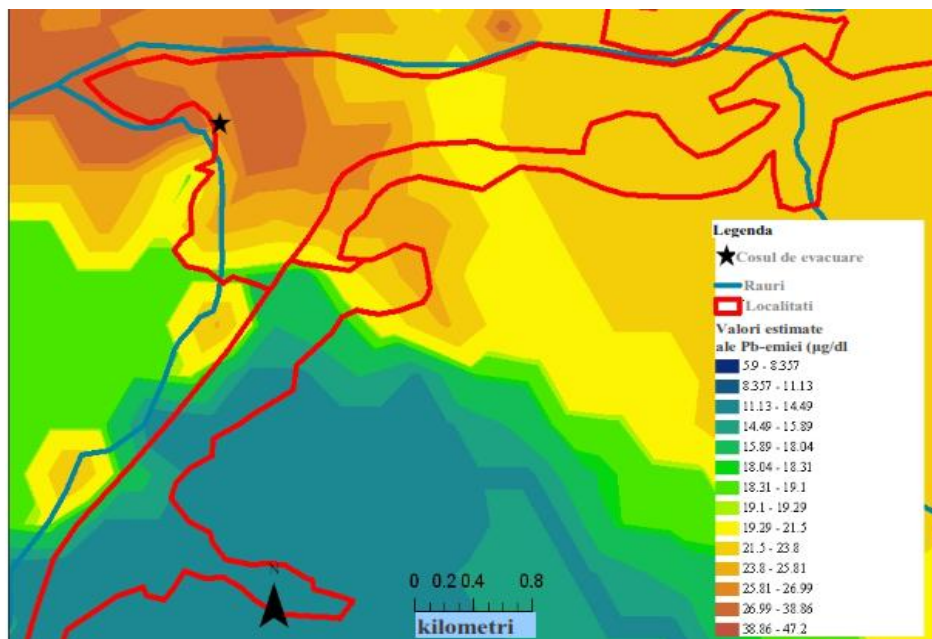


Figura 27. Estimarea nivelului plumbemiei în zona Copșa Mică - 2012

Concentrațiile de Pb din sol (PPM) au fost trecute pe hartă la locul de joacă în 2012 – pe baza măsurărilor din anul 2010 (figura 28).

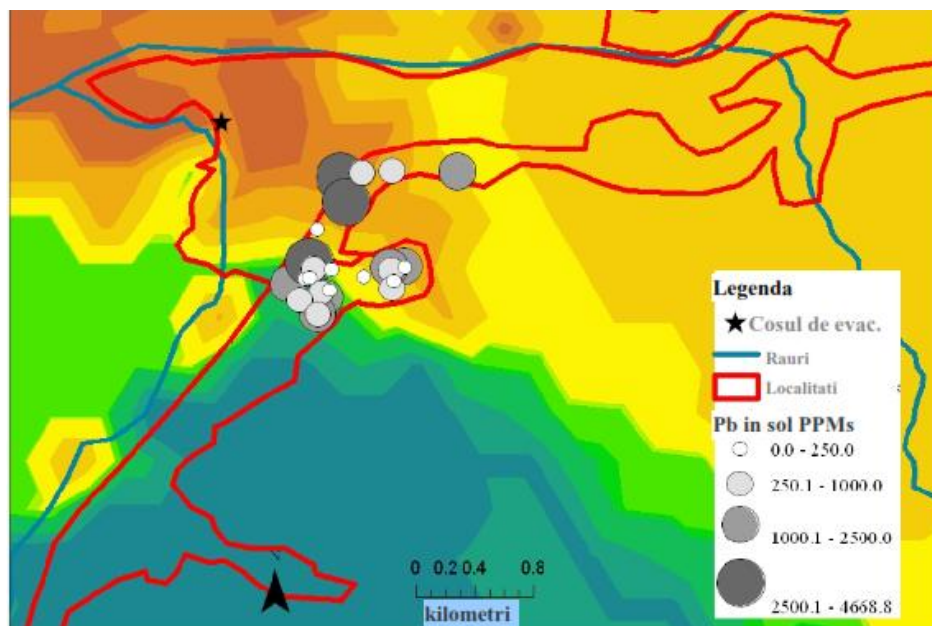


Figura 28. Concentrațiile plumbului în solul locurilor de joacă și valorile plumbemiei estimate - 2013

Plumbul a fost identificat în 30 de probe de sol, cu valori cuprinse între 24,3 PPM și 4668,8 PPM, ceea ce a relevat contaminarea solului de suprafață la locurile de joacă pentru copii. În zona respectivă, distribuția nivelurilor de plumb în sânge estimate la copiii din zonă a coincis cu nivelul de contaminare cu Pb a solului la locurile de joacă.

CAPITOLUL IX

DISCUȚII ȘI CONCLUZII GENERALE

9.1. Discuții legate de elaborarea programului de intervenție sub forma unei abordări de marketing social

Proiectarea unei comunicări eficiente va lua în considerare toate segmentele implicate, în următoarea secvență:

- legat de sursă - **caracteristicile sursei** mesajelor (să aibă credibilitate și atractivitate, să se precizeze raportarea ei la receptori); trebuie menționat caracterul remanent în sol și praf al plumbului în localitatea Copșa Mică (poluare istorică);
- **conținutul mesajului** trebuie să fie asociat sursei principale de expunere (în cazul de față solul și praful, în special, alături de vegetale și animale crescute în zonă
- **structura mesajului** - a luat în calcul tot ce este specific în zona Copșa Mică din perspectiva înțelegerii/nivelului de raționalitate a copiilor, părinților acestora, comunității în general alături de ceea ce a însemnat activitatea cu autoritățile locale;
- **canalul de comunicație** - s-au analizat toate tipurile de mijloace de comunicare, atributele lor, rolul experienței nemijlocite a receptorului în legătură cu conținutul mesajului, analizarea și tratarea contradicțiilor posibile; începând cu anul 2011 canalele de comunicație cu grupul populațional cu susceptibilitate crescută și cei care vin în contact nemijlocit și influențează formarea de comportamente sănătoase la acest grup populațional (familie, în special mamă, grădiniță, școală) s-au structurat extrem de bine, lucru de altfel vizibil în rezultatele majore, obținute în controlul expunerii copiilor la plumb și cadmiu în localitatea Copșa Mică;
 - **receptorul** - a fost o muncă asiduă legată de înțelegerea comportamentului comunității în general, nu numai a copiilor din grupul investigat;

Odată realizați toți acești pași s-a recurs la implementarea programului de intervenție care a cuprins numeroase activități specifice în cadrul familiei, grădiniței și școlii din localitatea Copșa Mică.

Cu scopul de a minimiza efectele asociate expunerii la plumb a copiilor cu susceptibilitate crescută s-a recurs la o acțiune specifică cunoscută sub numele de marketing social, acțiune mai puțin utilizată în zone de metalurgie neferoasă, și în general în zone cu poluare istorică cu plumb și cadmiu. Efectele obținute sunt discutate la concluziile generale. Aceste rezultate sunt extrem de încurajatoare și ne arată modul în care trebuie să abordăm situații similare existente în multe alte zone « fierbinți » din România, contaminate cu metale grele ca și cele din lucrarea de față (plumb, cadmiu, dar și alte tipuri de metale/metaloizi).

9.2. CONCLUZII

În Copșa Mică există o încărcătură de concentrații periculoase de plumb în sol în vecinătatea locuințelor, locurilor de joacă, școlii, terenurilor de fotbal și altor locații similare. Copiii continuă să se joace în aer liber și să vină în contact cu solul contaminat. Programul de reducere temporară a contaminării la locurile de joacă nu s-a dovedit eficient, deoarece testarea din 2012 a relevat o contaminare permanentă cu plumb prin migrație. În timp ce comunicarea riscului, screening-ul nivelului de plumb din sânge și intervențiile legate de modificarea comportamentului au fost benefice după cum reiese din rezultatele acestui studiu, acestea nu au ameliorat complet riscul.

Chiar dacă plumbemiile medii au scăzut și covariabilele de expunere pentru joaca pe sol și igienă personală nu au fost semnificative în 2013, analiza GIS a relevat că nivelul de plumb din sângele copiilor e corelat oricum cu distribuția contaminării solului de suprafață la locul de joacă în comunitate. Modelul de expunere a rămas consistent și va rămâne așa pe termen nelimitat până când se va realiza o reducere a contaminării într-o măsură mai mare.

Într-o recomandare cu privire la instrucțiunile CDC legate de expunerea copiilor la plumb, Academia Americană de Pediatrie a sugerat faptul că singurul efort viabil pe termen lung privind sănătatea publică este reducerea contaminării (AAP 1998). Studii efectuate în Uruguay și Suedia în comunități unde există o încărcătură de contaminare istorică cu plumb la fel ca cea din Copșa Mică, au găsit rezultate similare de expunere permanentă la plumb la copii, în ciuda comunicării riscului timp de mai mulți ani, screening-ului nivelului de plumb din sânge și intervențiilor de modificare a comportamentului (Manay 2008; Stroh et al., 2009). Eforturile de educație la domiciliu s-au dovedit a fi moderat benefice în comunitățile cu plumbemii inițiale de 15 $\mu\text{g}/\text{dL}$ sau mai mari, dar cu un efect redus exclusiv asupra nivelului de plumb din sângele copiilor. (Leoh et al., 2008).

Au existat mai multe limitări în studiul nostru. Grupul de subiecți nu a putut fi localizat în ziua studiului. Vecinii și prietenii subiecților care au lipsit au raportat că: unii copii s-au mutat din cauza inactivității topitoriei motivată de o serie de factori economici la nivel mondial, alții erau plecați în vacanță în altă localitate și câțiva nu au putut fi identificați. Tipul fondului de locuințe din oraș este posibil să fi

estompat distribuția spațială a plumbemiei. Mulți participanți în studiu au locuit în cartierul Colonia situat pe dealul de deasupra topitoriei, care este compus din blocuri de apartamente, deci cu mai multe locuințe. Evaluarea altor factori de expunere, cum ar fi alimentația, plumbul din vopseluri și calitatea apei potabile a depășit scopul acestui studiu, dar pe baza rezultatelor din perioada 2011-2013 și rezultatelor analizei spațiale, este evident faptul că rezultatele au fost major influențate, deoarece autoritățile locale au stabilit faptul că acestea nu erau căi obișnuite de expunere.

Cazul Copșa Mică nu este singular în ceea ce privește contaminarea mediului și intoxicația umană cu plumb. În Uruguay de exemplu (Mañay et al., 2008), poluarea cu plumb a primit atenție oficială pentru prima dată în timpul episodului de contaminare "La Teja" din anul 2001. Acesta a avut loc în cartierul La Teja din Montevideo, unde s-au găsit la copii niveluri ridicate de plumb în sânge (până la 20 $\mu\text{g}/\text{dL}$), fapt care a determinat răspunsuri corective din partea autorităților de sănătate și de mediu. Ministerul Sănătății a desemnat o comisie interinstituțională, cu delegați din autoritățile de sănătate, mediu, muncă, educație, securitate socială, precum și din organizații neguvernamentale (ONG-uri). Ulterior, au fost efectuate noi cercetări privind poluarea cu plumb, care au inclus studii multidisciplinare, accentul principal fiind pus pe copiii expuși la plumbul din mediu. Uruguayul a adoptat doza de referință a CDC, pentru nivelurile de plumb din sânge la copii, de 10 microg/dL (CDC 1991) și un nivel de plumb în sânge de 30 microg/dL pentru lucrători. Cele mai multe studii au considerat poluarea solului ca principala sursă de expunere la plumb și ca urmare autoritățile de mediu au adoptat concentrațiile canadiene de referință pentru sol: zone rezidențiale și terenuri de joacă ($>140 \text{ mg}/\text{kg}$) sau zone industriale ($>600 \text{ mg}/\text{kg}$).

Rezultatele nivelurilor de plumb din sânge obținute din studii umane de expunere la plumb similare, efectuate pe o perioadă de 10 ani, au arătat reduceri semnificative ale nivelurilor de plumb din sânge, după 10 ani, pentru persoanele cu expunere non-ocupațională. Eliminarea treptată a benzinei cu plumb se crede că a contribuit la această îmbunătățire. S-au adoptat legi noi pentru a aborda expunerile profesionale și de mediu și pentru a preveni noi cazuri de contaminare cu plumb. Mai mult decât atât, s-a planificat un program sistematic de screening de supraveghere pentru persoanele expuse ocupațional la plumb, dar și pentru copii.

Un alt exemplu de abordare a fenomenelor complexe de mediu și sănătate este cel discutat de Musmeci și colaboratorii (2009) și se referă la zona Gela, Italia. Pentru această zonă a fost desemnat un grup de lucru multidisciplinar, cu scopul de a analiza datele existente privind poluarea - expunerea - efectele și de a completa cunoștințele actuale privind ciclul poluanților. S-a considerat că evaluarea impactului asupra mediului și a sănătății și estimarea costurilor economice sunt cruciale pentru a dezvolta planuri de reabilitare a mediului.

La nivel mondial, există multe comunități asemănătoare celei din Copșa Mică, care au o contaminare istorică și care se confruntă cu o luptă continuă după ce expunerile de mediu sunt identificate și caracterizate în vederea diminuării lor. Studiul nostru subliniază faptul că, în ciuda eforturilor de remediere, plumbemiile la copii sunt încă mari în zona Copșa Mică. În timp ce o reducere a contaminării solului într-o mai mare măsură este o intervenție absolut necesară pentru zonă, comunicarea riscului, screening-ul plumbului din sânge și eforturile de modificare a comportamentului copiilor au fost benefice și trebuie să continue.

CONCLUZIE FINALĂ

În localitatea Copșa Mică s-au realizat numeroase studii legate de prezența combinatului de metalurgie neferoasă în localitate. Aceste studii (zeci, poate sute) au avut abordări nenumărate de la studii tehnologice, la studii de mediu, studii de sănătate, studii sociale și multe altele, unele dintre acestea având și un oarecare caracter mai mult sau mai puțin integrat, grupând diferite aspecte și având concluzii relativ mai complexe. Cu toate acestea, cu o singură excepție, nici unul dintre aceste studii nu a răspuns la un lucru elementar, și anume: translaționarea cunoștințelor științifice în lumea reală în așa fel încât un program specific de măsuri și decizii să vină să răspundă cerințelor comunității în sensul rezolvării problemelor majore cu care această comunitate se confruntă – expunerea la plumb și cadmiu. Vorbim de plumb și cadmiu, vorbim de copii expuși, vorbim de viitorul unor generații. Personal, întotdeauna am considerat că este nevoie ca știința să vină în sprijinul nostru, să ne dea pe cât posibil răspuns problemelor pe care le avem, să ne ajute să găsim soluții să rezolvăm aceste probleme. Pentru acest considerent am avut această abordare în lucrarea mea de doctorat și din acest considerent sunt împăcată cu mine însumi că am reușit să realizez un model (chiar dacă complex și costisitor prin evaluările în dinamică realizate) care să ducă la îmbunătățirea condițiilor de viață, în fapt a copiilor (grupul cu susceptibilitatea crescută în expunerea la plumb și cadmiu), din localitatea Copșa Mică, prin controlul expunerii acestora la plumb și cadmiu în sol și praf (principalele surse de expunere la cele două metale investigate). Acest model este categoric un succes prin rezultatele obținute, dar ca acest succes să fie multiplicat acest model este imperios necesar să fie translaționat și la alte zone similare din România, întrucât știm exact care și câte sunt zonele „fierbinți” din România în care avem poluare istorică cu plumb, cadmiu, dar și alte metale și metaloizi. O „lecție învățată”, chiar dacă a utilizat resurse importante, devine utilă/folositoare atunci când aceasta se transferă mai departe, ori România, prin natura condițiilor de mediu actuale are nevoie de utilizarea cunoștințelor și modelelor specifice în abordarea problemelor de sănătate în relație cu factorii de mediu.

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

1. ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 2000, Case Studies in Environmental Medicine – Lead toxicity- revision date.
2. Bellinger D. C., 2008, Very low lead exposures and children's neurodevelopment. *Therapeutics and toxicology* 20, Issue 2, 172–177.
3. Bellinger D., Needleman H.L., 1992, Neurodevelopmental effects of low-level lead exposure in children. in *Human Lead Exposure*, Boca Ratur, CRC Press, 191-208.
4. Berg D.R., Eckstein E.T., Steiner M.S., Gavard J.A., Gross G.A., 2012, Childhood lead poisoning prevention through prenatal housing inspection and remediation in St. Louis, MO, *Am J Obstet Gynecol.* 206, Issue 3, e1-4.
5. Calderóna J., Navarrob M.E., Jimenez-Capdevillea M.E., Santos-Diaza M.A., Goldenc A., Rodriguez-Leyvaa I., Borja-Aburtod V., F., 2001, Exposure to Arsenic and Lead and Neuropsychological Development in Mexican Children. *Environmental Research* 85, Issue 2, 69–76.
6. Campbell C., Tran M., Gracely E., Starkey N., Kersten H., Palermo P., Rothman N., Line L., Hansen-Turton T., 2011, Primary Prevention of Lead Exposure: The Philadelphia Lead Safe Homes Study. *Public Health Rep.* 126, Suppl 1, 76-88.
7. Canfield R. L., Henderson C. R., Cory-Slechta D. A., Cox C., Jusko T. A, Lanphear B.P., 2003, Intellectual Impairment in Children with Blood Lead Concentrations below 10 µg per Deciliter. *N Engl J Med* 348, 1517-1526A.
8. Caussy D., Gochfeld M., Gurzău E.S., Neagu C., Ruedel H, 2003, Lessons from case studies of metals: investigating exposure, bioavailability, and risk. *Ecotoxicol Environ Saf.* 56, Issue 1, 45-51.
9. CDC, 2005a, Preventing lead poisoning in young children. (Services USDoH, Human, eds): CDC.
10. Centers for Disease Control and Prevention Preventing Lead Poisoning in Young Children, 2005, A Statement by the Centers for Disease Control and Prevention.
11. Chiodo L. M., Jacobson S.W., Jacobson J. L., 2004, Neurodevelopmental effects of postnatal lead exposure at very low levels. *Neurotoxicology and Teratolog* 26, Issue 3, 359–371.
12. Clark S., Galke W., Succop P., Grote J., McLaine P., Wilson J., Dixon S., Menrath W., Roda S., Chen M., Bornschein R., Jacobs D., 2010, Effects of HUD-supported lead hazard control interventions in housing on children's blood lead. *Environ Res.* 111, Issue 2, 301-11.
13. Cubillas-Tejeda A.C., Torres-Nerio R., Díaz-Barriga Martínez F., Carrizales-Yáñez L., Coronado-Salas C., Nieto Caraveo L.M., Moreno Sánchez A.R., Barraza Lomelí L., 2011, Designing and

- application of a Risk Communication Program for children environmental health on a lead and arsenic contaminated location. *Cien Saude Colet.* 16, Issue 10, pag. 4115-4126.
14. Ferguson A., Bursac Z., Kern D.F., 2011, Arkansas People Participating in Lead Education (APPLE): Results of a Lead-Safe Training Program. *J Community Health.* 36, Issue 3, pag. 367-374.
 15. Getaneh Z., Mekonen S., Ambelu A., 2014, Exposure and Health Risk Assessment of Lead in Communities of Jimma Town, Southwestern Ethiopia. *Bull Environ Contam Toxicol.*
 16. Gonick, H. C., 2008, Nephrotoxicity of cadmium & lead. *Indian Journal of Medical Research* 128, Issue 4, 335-352.
 17. Gulati K., Banerjee B., Lall S.B., Ray A., 2010, Effects of diesel exhaust, heavy metals and pesticides on various organ systems: possible mechanisms and strategies for prevention and treatment. *Indian J Exp Biol.* 48, Issue 7, 710-21.
 18. Gurzau E., Gurzau A., Bardac D., Surdu S., Neamtii I., Pop C., 2002, Evaluarea Riscului Comunitar Asociat Expunerii la Plumb si Poluanti Iritanti in Zona Copsa Mica, Judetul Sibiu. Editura Mira Design, Sibiu, Vol. 1.
 19. Gurzau E.S., Gurzau A.E., Neamtii I., Coman A., 2007, Integration of metal bioavailability in risk assessment policy decision making. RN Hull (eds), *Proceedings of the workshop Strategies to Enhance Environmental Security in Transition Countries*, Ed. Springer, ISBN 978-1-4020-5994-0, 349-368.
 20. Gurzău E.S., et al, 1995, Environmental health assessment of irritants and heavy metals in Transylvania, România. *J. Occup. Env. Hlth. CEE* 1, 63-67.
 21. Gurzău E.S., et al, 1995, Zlatna case study. *Env. Work. Hlth.*, Edit. Joel Tickner, 24-27.
 22. Gurzău E.S., et al, 1996, Evaluarea riscului și a impactului asupra populației infantile din Baia Mare expusă la metale grele. *Acta Med. Trans.* 1, 27-30.
 23. Järup L. și Åkesson A., 2009, Current status of cadmium as an environmental health problem. *Toxicology and Applied Pharmacology* 238, Issue 3, 201–208.
 24. Kegler M.C., Malcoe L.H., Fedirko V., 2010, Primary Prevention of Lead Poisoning in Rural Native American Children: Behavioral Outcomes From a Community-Based Intervention in a Former Mining Region. *Fam Community Health.* 33, Issue 1, 32-43.
 25. Koller K., Brown T., Spurgeon A., Levy L., 2004, Recent developments in low-level lead exposure and intellectual impairment in children. *Environmental Health Perspectives* 112, Issue 9.
 26. Lanphear B.P., Hornung R., Khoury J., Yolton K., Baghurst P., Bellinger D.C., 2005, Low-Level Environmental Lead Exposure and Children's Intellectual Function: An International Pooled Analysis. *Environmental Health Perspectives* 113, Issue 7, 894-899.

27. Larreglea E. V., Varasa S.M., Oliverosa L. B., Martinezb L. D., Antónb R., Marchevskyb E., Giméneza M.S., 2008, Lipid metabolism in liver of rat exposed to cadmium. *Food and Chemical Toxicology* 46, Issue 5, 1786–1792.
28. Leoh B., Woolfenden S., Wheeler D., Alperstein G., Lanphear B., 2008, Household interventions for prevention of domestic lead exposure in children. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (2).
29. Mañay N., Cousillas A.Z., Alvarez C., Heller T., 2008, Lead contamination in Uruguay: the "La Teja" neighborhood case. *Rev Environ Contam Toxicol.* 195, 93-115.
30. Mathee A., Khan T., Naicker N., Kootbodien T., Naidoo S., Becker P., 2013, Lead exposure in young school children in South African subsistence fishing communities. *Environ Res.* S0013-9351, (13)00107-2.
31. Meyer P.A., Brown M.J., Falk H., 2008, Global approach to reducing lead exposure and poisoning. *Mutat Res* 659, Issue 1-2, 166-175.
32. Moralesa A.I., Vicente-Sáncheza C., Santiago Sandovalc J.M., Egidoa J., Mayorala P., Arévalob M.A., Fernández-Tagarro M., López-Novoa J.M., Pérez-Barriocanala F., 2006, Protective effect of quercetin on experimental chronic cadmium nephrotoxicity in rats is based on its antioxidant properties. *Food and Chemical Toxicology* 44, Issue 12, 2092–2100.
33. Musmeci L., Bianchi F., Carere M., Cori L., 2009, Environment and health in Gela (Sicily): present knowledge and prospects for future studies. *Epidemiol Prev.* 33, Nr. 3 Suppl 1, 7-12.
34. Rong L.P., Xu Y.Y., Jiang X.Y., 2014 Heavy metal poisoning and renal injury in children. *Zhongguo Dang Dai Er Ke Za Zhi* 16, Issue 4, 325-9.
35. Stroh E., Lundh T., Oudin A., Skerfving S., Stromberg U., 2009, Geographical patterns in blood lead in relation to industrial emissions and traffic in Swedish children, 1978–2007. *BMC Public Health* 225, Issue 9.
36. Wirth J.J. și Mijal R.S., 2010, Adverse effects of low level heavy metal exposure on male reproductive function. *Syst Biol Reprod Med.* 56, Issue 2, 147-67.
37. Yiin L.M., Rhoads G.G., Rich D.Q., Zhang J., Bai Z., Adgate J.L., Ashley P.J., Liroy P.J., 2002, Comparison of home lead dust reduction techniques on hard surfaces: the New Jersey assessment of cleaning techniques trial. *Environ Health Perspect.* 110, Issue 12, 1233-7.
38. Yiin L.M., Yu C.H., Ashley P., Rhoads G., 2008, Cleaning efficacy of high-efficiency particulate air-filtered vacuuming and "dry steam" cleaning on carpet. *J Occup Environ Hyg.* 5, Issue 2, 94-9.