

EFLMEUROPEAN FEDERATION OF CLINICAL CHEMISTRY
AND LABORATORY MEDICINE

Green Labs

ISBN 979-12-210-1814-1

EFLM GUIDELINES FOR GREEN AND SUSTAINABLE MEDICAL LABORATORIES

Ed. 2022

VERSION IN ROMANIAN – VERSIUNEA ÎN LIMBA ROMÂNĂ

PRODUCED BY THE EFLM TASK FORCE "GREEN & SUSTAINABLE LABORATORIES"



GHIDUL EFLM PENTRU LABORATOARE MEDICALE ECOLOGICE ȘI SUSTENABILE



Traducere din limba engleză în limba română de
Cristina Preda, Krisztina Pal și Adina Huțanu.

Prin amabilitatea prof. Tomris Ozben, președinte EFLM și președinte EFLM TF-Green
Labs.

Acest document este o traducere furnizată în scop informativ și educațional. EFLM nu își asumă nicio responsabilitate pentru aceasta. În caz de ambiguitate și/sau diferențe de interpretare în versiunea română a procedurilor practice recomandate de EFLM, utilizatorii trebuie să se refere la versiunea originală în limba engleză.

"This is a Romanian translation of the EFLM Guidelines for Green and Sustainable Medical Laboratories. The Romanian Association of Laboratory Medicine prepared this translation without any financial support. The EFLM has not endorsed nor approved the contents of this translation. The official version of the Document is located at www.EFLM.eu. Users should cite this official version when citing the document."

CUPRINS

1. CUVÂNT ÎNAINTE	5
1.1. CONTEXT ȘI PREZENTARE GENERALĂ	5
1.2. GRUPUL DE LUCRU EFLM - LABORATOARE VERZI.....	7
2. INTRODUCERE.....	9
3. STRATEGIE CHIMICĂ PENTRU SUSTENABILITATE	11
3.1. INTRODUCERE.....	11
3.2. CE ESTE CHIMIA VERDE?	15
3.3. LEGISLAȚIE	18
3.4. SUBSTANȚE CHIMICE PERICULOASE. CUM POT REDUCE LABORATOARELE UTILIZAREA SUBSTANȚELOR CHIMICE PERICULOASE.....	20
3.5. OBIECTIVE.....	23
3.6. ACȚIUNI.....	26
4. STRATEGII PENTRU CONSERVAREA ENERGIEI ȘI SUSTENABILITATE .. 27	
4.1. INTRODUCERE	27
4.2. IMPLEMENTAREA BUNELOR PRACTICI DE MEDIU PRIVIND CONSUMUL DE ENERGIE.....	28
4.2.1. Cum pot laboratoarele reduce consumul de energie?	29
4.2.1.1. Închiderea echipamentelor.....	29
4.2.1.2. Tehnologie inteligentă.....	29
4.2.1.3. Gândiți-vă de două ori	30
4.2.1.4. Cronometre.....	30
4.2.1.5. Hote de de siguranță biologică	30
4.2.1.6. Frigidere și congelatoare	30
4.2.1.7. Deșeuri	31
4.2.1.8. Aer condiționat.....	31
4.2.1.9. Echipamente și instrumente.....	31
4.2.1.10. Reactivi și consumabile	32
4.2.1.11. A împărtăși înseamnă a avea grijă de semenii ("Sharing is caring")	32
4.2.1.12. Transportul probelor, fazele pre-pre-analitice și preanalitice	32
5. STRATEGII DE GESTIONARE A DEȘEURILOR	33
5.1. STRATEGII DE GESTIONARE A DEȘEURILOR.....	33
5.2. CATEGORII DE DEȘEURI ȘI GESTIONAREA LOR	34
5.2.1. Gestionarea solidelor non-biologice	34
5.2.1.1. Materiale plastice (69–76).....	34
5.2.1.2. Ambalaje.....	36
5.2.1.3. Deșeuri electrice și electronice (e-deșeuri) (79,80).....	37
5.2.1.4. Măsuri recomandate pentru producătorii de echipamente de diagnostic in vitro IVD	37
5.2.2. Gestionarea deșeurilor biologice din laborator (81,82)	38
5.2.2.1. Definiția și descrierea deșeurilor biologice.....	38
5.2.2.2. Proceduri de eliminare.....	38
5.2.2.3. Depozitarea, etichetarea și transportul deșeurilor biologice	39
5.2.2.4. Decontaminarea prin autoclavare	40
6. STRATEGIE DE CONSERVARE A APEI PENTRU DURABILITATE	42
6.1. INTRODUCERE	42
6.2. CUM POT LABORATOARELE REDUCE CONSUMUL DE APĂ?	43
6.2.1. Monitorizarea consumului de apă (53,58,61,90–95)	43
6.2.2. Echipament și instrumentar.....	45

6.2.3.	Turnuri de racire pentru laboratoare (89)	45
6.2.4.	Echipament de laborator	45
6.2.5.	Echipe nespécializate.....	46
6.2.5.1.	<i>Echipament de tratare a apei (53,86,91,92,96-98)</i>	46
6.2.5.2.	<i>Sisteme de dezinfectare/sterilizare (89,91,92,98)</i>	47
6.2.5.3.	<i>Sisteme fotografice și cu raze X (9)</i>	47
6.2.5.4.	<i>Sisteme de vid (9,92,97,98)</i>	47
6.2.5.5.	<i>Băi de apă (54,95,96,98)</i>	47
6.2.5.6.	<i>Mașini de făcut gheață (98)</i>	48
6.2.5.7.	<i>Spălarea și mașinile de spălat vase (9)</i>	48
6.2.5.8.	<i>Utilizarea hârtiei (98-100)</i>	48
6.2.6.	Surse alternative de apă (89)	49
7.	PROBLEME GENERALE.....	50
7.1.	POLITICI, EDUCAȚIE ȘI PROMOVARE.....	50
7.2.	ADMINISTRAREA RESURSELOR	50
7.3.	ACHIZIȚII ECOLOGICE	51
8.	REFERINȚE.....	52

1. CUVÂNT ÎNAINTE

Elaborat de:

Tomris Ozben

Președintele Grupului de Lucru al EFLM Laboratoare Verzi

Președinte EFLM

Universitatea din Akdeniz, Facultatea de Medicină, Departamentul de Biochimie Clinică

Universitatea Modena and Reggio Emilia, Facultatea de Medicină, Medicină Clinică și Experimentală, Modena, Italia

EFLM a constituit un "GRUP DE LUCRU LABORATOARE VERZI" pentru a ajuta laboratoarele medicale să implementeze practici durabile și să îmbunătățească performanța lor în ceea ce privește sustenabilitatea în Europa și dincolo de aceasta.

Scopul este să adune și să împărtășească cele mai bune practici pentru a ghida laboratoarele în tranziția lor către spații mai sustenabile, reducând impactul lor asupra mediului și implementând acțiuni eficiente în laboratoare, luând măsuri pentru minimizarea consumului de energie, apă și substanțe chimice periculoase, precum și generarea de deșeuri, fără a compromite calitatea serviciilor de sănătate.

1.1. CONTEXTUL ȘI PREZENTARE GENERALĂ

Elaborat de:

Tomris Ozben

Președinte EFLM, Grupul de Lucru Laboratoare Verzi

Universitatea Akdeniz, Facultatea de Medicină, Departamentul de Biochimie Clinică, Antalya, Turcia

Universitatea din Modena și Reggio Emilia, Facultatea de Medicină, Medicină Clinică și Experimentală, Modena, Italia

Sheri Scott

Membru EFLM, Grupul de Lucru Laboratoare Verzi

Școala de Științe și Tehnologie, Universitatea Nottingham Trent, Nottingham, Marea Britanie

Valérie Rampi

Membru EFLM, Grupul de Lucru Laboratoare Verzi

Senior Manager de Mediu și Sustenabilitate, MEDTECH EUROPE, Belgia

Damien Gruson

Membru EFLM, Grupul de Lucru Laboratoare Verzi

Departamentul de Medicină de Laborator, Clinicile Universitare Saint-Luc, Bruxelles, Belgia

Sustenabilitatea este echilibrul dintre mediul înconjurător, echitate și economie (1).

O definiție citată din declarația Comisiei Mondiale a ONU privind Mediul și Dezvoltarea afirmă că „dezvoltarea durabilă este dezvoltarea care satisface nevoile prezentului fără a compromite capacitatea generațiilor viitoare de a-și satisface propriile nevoi”.

Obiectivele Globale de Dezvoltare Durabilă ale ONU din 2015 sunt cele 17 obiective globale care fac parte din Agenda ONU privind Dezvoltarea Durabilă pentru a eradica sărăcia, a proteja planeta și a asigura prosperitate pentru toți (2).

Fiecare obiectiv are ținte specifice care trebuie atinse în următorii 15 ani. Practicile durabile și Acordul Verde European (EGD) sunt fundamentate pe baza acestor obiective. EGD își propune să facă din Europa primul continent neutru din punct de vedere climatic până în 2050 și este o parte integrantă a strategiei Comisiei Europene de implementare a Agendei ONU pentru 2030 și a obiectivelor de dezvoltare durabilă (3).

Acest lucru reprezintă o provocare majoră pentru spitale, personalul din domeniul sănătății și comunitatea de medicină de laborator care consumă energie și apă mai mult decât birourile și care generează cantități uriașe de deșeuri periculoase și nepericuloase. În același timp, este o oportunitate excelentă de a contribui la îmbunătățirea performanței de sustenabilitate a laboratoarelor și sistemelor de sănătate din Europa.

Comisia Europeană a inițiat deja proiecte axate pe spitale și părți interesate din domeniul sănătății care pot oferi inspirație. Un astfel de exemplu este proiectul RES-HOSPITALS intitulat „Pentru spitale cu zero emisii, cu sisteme de energie regenerabilă”, care vizează reducerea emisiilor de CO₂ pentru cele aproximativ 15.000 de spitale din Europa (3).

Medicina de laborator ar trebui să contribuie la un sistem de sănătate durabil, asigurând utilizarea eficientă a resurselor din perspectiva ecologică, socială și economică, oferind în același timp servicii de înaltă calitate pentru pacienți și medici (Figura 1). Testele de laborator sunt deja elemente cheie pentru sănătatea umană, ajutând medicii în procesul decizional clinic și oferind valoare în procesul de prevenție primară și secundară (4,5). Laboratoarele clinice au de asemenea, numeroase oportunități de a se îndrepta înspre atingerea obiectivelor sustenabile pentru a reduce impactul lor negativ asupra mediului și economiei. Laboratoarele clinice consumă mai multă energie și apă decât birourile, generând cantități uriașe de deșeuri periculoase și ne-periculoase. Laboratoarele sunt mari consumatoare de energie contribuind astfel la procentul cel mai mare de emisii de carbon. Datorită necesităților relativ mari de energie, spitalele și laboratoarele trebuie să se străduiască să atingă obiectivele pe termen lung de reducere a emisiilor de CO₂ stabilite de Comisia Europeană. Integrarea practicilor durabile în rutina zilnică a laboratorului va contribui la economisirea energiei, reducerea emisiilor și va veni în ajutorul Acordului Verde European pentru îndeplinirea planului de acțiune pentru Mediu și Sustenabilitate.



Figura 1: Laboratoarele clinice ca factori contributivi la diversele dimensiuni ale sustenabilității.

Laboratoarele clinice pot limita impactul lor asupra mediului și pot furniza servicii de laborator durabile prin reduceri în patru domenii cheie – cel al consumului de energie, consumului de apă, producției de deșeuri și cel al utilizării substanțelor chimice periculoase. Stabilind obiective de dezvoltare durabilă și aplicând mijloace multiple pentru reducerea acestor domenii cheie, spitalele și laboratoarele clinice pot diminua impactul lor asupra mediului. Măsurile de sustenabilitate ar trebui să fie o caracteristică cheie în domeniul de sănătate care suferă schimbări rapide. Acestea sunt necesare pentru a reduce impactul negativ asupra mediului și economiei. Pentru a furniza servicii de sănătate de înaltă calitate, eficiente și sigure, sistemele de sănătate durabile trebuie să depășească provocările majore economice și sociale. Cu toate că vor exista costuri inițiale de capital, există un potențial de economisire pe termen lung prin utilizarea mai eficientă a energiei și a altor resurse în sistemele de sănătate. Cu toate acestea, este un drum lung până când spitalele, structurile de sănătate și laboratoarele clinice prietenoase cu mediul să devină obișnuință.

1.2. GRUPUL DE LUCRU EFLM - LABORATOARE VERZI

Consiliul Executiv EFLM a aprobat înființarea Grupului de Lucru - Laboratoare Verzi propus de președintele ales al EFLM, Tomris Ozben, la 17 noiembrie 2021, și a decis ca EFLM să conducă implementarea practicilor sustenabile în laboratoarele clinice din Europa. Grupul de Lucru EFLM "Laboratoare Verzi" a fost înființat cu acest scop. EFLM va ghida comunitatea de medicină de laborator în tranziția către zero-emisii de carbon, în conformitate cu Acordul Verde European (EGD).

Focusul inițial al acestui nou grup de lucru este să dezvolte ghiduri, criterii și recomandări cheie pentru integrarea practicilor durabile în laboratoarele clinice (Ghidul Laboratorului Verde). Laboratoarele clinice pot lucra pentru a-și îmbunătăți performanța de sustenabilitate, urmând Ghidurile Grupului de Lucru EFLM - Laboratoare Verzi, un set de recomandări și bune practici din cele patru domenii majore ale activității lor: energie, apă, deșeuri și utilizarea substanțelor chimice periculoase.

Grupul de Lucru EFLM - Laboratoare Verzi va implementa un sistem care poate ghida, susține și monitoriza eforturile laboratoarelor europene de a deveni Laboratoare Verzi și va elibera Certificatul EFLM Green Lab laboratoarelor care îndeplinesc criteriile necesare, după evaluarea acestora.

2. INTRODUCERE

Elaborat de:

Alistair Gammie

Membru EFLM, Grupul de Lucru Laboratoare Verzi, Director Global Senior și Șef al ValuMetrix, Ortho Clinical Diagnostics, Marea Britanie

Joseph Lopez

Membru EFLM, Grupul de Lucru Laboratoare Verzi, Fost Președinte APFCB.
Afilieri anterioare: Departamentul de Științe Biomedicale, Universitatea MAHSA și Institutul de Cercetare Medicală, Kuala Lumpur, Malaezia

Toate activitățile umane afectează mediul. Factorii de mediu contribuie la schimbările climatice și, prin urmare, sunt cauza principală de morbiditate și mortalitate, în special în țările în curs de dezvoltare. Impactul rezultat este estimat să provoace aproximativ 25% din decese și boli la nivel global, ajungând la aproape 35% în regiuni precum Africa subsahariană (6). Putem menționa de asemenea, că mediul, prin poluare, reprezintă un factor de risc recunoscut al morbidității și mortalității (7,8). Toate organizațiile, inclusiv laboratoarele, au obligația socială de a reduce impactul negativ și consecințele nefaste ale activităților lor asupra mediului (6). Laboratoarele au impact asupra mediului în mai multe moduri și au responsabilitatea de a reduce consecințele activităților lor asupra mediului (9).

Consecințele includ încălzirea globală ca urmare a consumului de energie, ce duce la creșterea nivelului mărilor și schimbări în ecologie și tipare de boală. Ele implică, printre altele, pierderea de resurse de neînlocuit, reducerea biodiversității, poluarea atmosferică, consumul de energie și apă, producerea de căldură, producerea crescândă de deșeuri, având ca rezultat contaminarea mediului prin scurgeri din zonele de depozitare a deșeurilor. Modificările diferiților parametri care indică și care contribuie la încălzirea globală au fost rezumate de Administrația Națională pentru Aeronautică (NASA) din Statele Unite.

Practicile din domeniul sănătății au un impact semnificativ asupra mediului. Spitalele funcționează permanent, cu amprente mari asupra mediului, pe care îl afectează în mai multe moduri (10). Pe lângă energie, laboratoarele sunt și importanți consumatori de apă, generatoare de deșeuri și utilizatori de substanțe chimice. S-a estimat că majoritatea laboratoarelor existente își pot reduce consumul de energie cu până la 30-50% folosind tehnologia existentă, ceea ce este semnificativ având în vedere costurile anuale cu energia de 1 până la 2 miliarde de dolari, în SUA (11). Cu toate acestea, puține laboratoare clinice au planuri în vigoare pentru a aborda această problemă, deși majoritatea ar dori o ghidare în acest sens, dacă aceasta ar fi disponibilă (9). Dacă consumul nerațional și producția de deșeuri ar fi reduse semnificativ, s-ar obține atât economii reale cât și reducerea impactului asupra mediului înconjurător. Laboratoarele sustenabile pot fi avantajoase din punct de vedere economic.

Ross și colab. (12) au descris cum au reușit să genereze economii de peste opt sute de mii de dolari australieni prin implementarea ISO14001.

Este important ca producătorii, agențiile de reglementare, organizațiile profesionale și instituțiile gazdă să sprijine laboratoarele în eforturile de îmbunătățire a performanțelor lor de sustenabilitate. De exemplu, în Marea Britanie, agenția de achiziții pentru servicii de sănătate solicită furnizorilor să atingă zero emisii de carbon, iar Coaliția pentru Sănătate Durabilă din Marea Britanie (<https://sustainablehealthcare.org.uk/>) verifică obiectivele pentru zero emisii nete. În plus față de Pactul Verde European, noul Act privind Sănătatea și Asistența Socială a intrat în vigoare în Anglia începând cu 1 iulie 2022. Acest lucru impune Serviciului Național de Sănătate (NHS) să ia în considerare schimbările climatice atunci când ia decizii. Legea prevede că organizațiile NHS vor trebui să ia în considerare și să respecte Legea din 2008 din Marea Britanie privind schimbările climatice, care urmărește să atingă obiectivele privind emisiile de gaze cu efect de seră și să respecte Legea mediului din 2021, care include obiective pentru îmbunătățirea mediului natural, inclusiv a calității aerului. NHS trebuie de asemenea, să "se adapteze la orice impact actual sau estimat al schimbărilor climatice" (13). În Europa, Schema UE de Management și Audit Ecologic (EMAS) (14) ajută organizațiile, inclusiv laboratoarele, să evalueze, să raporteze și să-și îmbunătățească continuu performanța de mediu, iar organizația non-guvernamentală Healthcare without Harm (Sănătate fără a dăuna) elaborează indicatori de sustenabilitate (15).

Singurul mod de a obține o aderență reală la sustenabilitate este să se facă educație pentru schimbare și campanii referitoare la eficientizarea costurilor și la beneficiile asupra mediului. De exemplu, nu este întotdeauna ușor să-i convingem pe cei care solicită testele că unele dintre solicitările lor sunt nejustificate. Comunicarea reprezintă de asemenea un obstacol care trebuie depășit, fiind implicate multe părți în acest demers. Perseverența este cheia. Odată ce un sistem de sustenabilitate este în vigoare, oamenii tind să-l urmeze și să-l implementeze.

Scopul acestui document este dublu:

- (i) să ofere conștientizarea faptului că laboratoarele clinice au o amprentă de carbon.
- (ii) să ofere îndrumări privind modul în care laboratoarele pot reduce impactul asupra mediului.

În acest document, vom încerca să oferim îndrumări pentru atingerea unei mai bune sustenabilități prin modalități mai bune de gestionare a:

- (i) substanțelor chimice
- (ii) energiei
- (iii) deșeurilor
- (iv) apei

3. STRATEGIA CHIMICĂ PENTRU SUSTENABILITATE

Elaborat de

Mariana Marques

EFLM Task Force-Green Labs, Membru Centrul Hospitalier al Universității São João, Patologie Clinică, Porto, Portugalia

Tomris Ozben

EFLM Task Force-Green Labs, Președinte EFLM Universitatea Akdeniz, Facultatea de Medicină, Departamentul de Biochimie Clinică, Antalya, Turcia; Universitatea din Modena și Reggio Emilia, Facultatea de Medicină, Medicină Clinică și Experimentală, Modena, Italia

3.1. INTRODUCERE.

Una dintre primele definiții ale sustenabilității a fost elaborată în Raportul Burtland, publicat de Organizația Națiunilor Unite în 1987, afirmând că dezvoltarea durabilă implică satisfacerea „nevoilor prezentului fără a compromite capacitatea generațiilor viitoare de a-și satisface propriile nevoi” (16). Definiția propusă de Uniunea Europeană (UE) este mai largă și ia în considerare o gamă largă de strategii de sustenabilitate, inclusiv aspectele umane, de mediu și economice (17). Pe măsură ce atmosfera se încălzește și clima se schimbă, una dintre cele opt milioane de specii de pe planetă riscă să dispară; oceanele și pădurile au fost distruse și poluate progresiv. Uniunea Europeană a răspuns acestor provocări prin crearea Pactului Verde European, care are ca scop transformarea UE într-o „societate echitabilă și prosperă, cu o economie modernă, eficientă în utilizarea resurselor și competitivă, care își propune să protejeze, să conserve și să îmbunătățească capitalul natural al UE, să protejeze sănătatea și bunăstarea cetățenilor de riscurile și impacturile legate de mediu” (18).

În ultimii ani a existat o creștere a deșeurilor, inclusiv a deșeurilor periculoase, din cauza industrializării, urbanizării, dezvoltării economice și a creșterii populației. Se estimează că în 2012 au fost generate peste 1,3 miliarde de tone de deșeurile solide municipale, cu o estimare de 2,2 miliarde de tone de deșeurile în 2025 (19). În plus, această problemă are și un impact profund social, economic și de mediu în Europa, unde sunt produse aproximativ 3 miliarde de tone de deșeurile în fiecare an, dintre care 100 de milioane de tone sunt deșeurile periculoase (20). Cu toate acestea, deșeurile din domeniul sănătății fiind semnificativ mai periculoase, necesită o abordare diferită astfel încât riscurile pentru angajați și populația generală să fie reduse (19). Se estimează că 15% din deșeurile produse în domeniul sănătății sunt periculoase (infecțioase, toxice sau radioactive) (21) și că deșeurile chimice sau farmaceutice reprezintă 3% din totalul deșeurilor asociate cu domeniul sănătății (22). În țările dezvoltate se generează 0,5 kg de deșeurile periculoase pe zi pentru fiecare spital, spre deosebire de țările cu venituri mici, care generează 0,2 kg (valoare subestimată întrucât nu se face separarea deșeurilor periculoase de cele nepericuloase) (21).

Astfel, deșeurile medicale au ajuns printre cei mai importanți poluanți în Europa și la nivel mondial, afectând solul, apa și calitatea aerului. Este o prioritate pentru organizațiile de sănătate să aibă echipe multidisciplinare care să abordeze problemele de sustenabilitate (23).

Chimicalele, deși reprezintă deșeuri periculoase, au adus beneficii societății și sunt omniprezente în UE, industria europeană a chimicalelor crescând de la 326 de miliarde de euro în 1995 la 615 de miliarde de euro în 2016 (24). Totodată a crescut și producția globală de chimicale precum și importurile anuale de bunuri fabricate în UE - aproape triplându-se între 2000 și 2015 - inclusiv cele provenite din țări slab reglementate în ceea ce privește chimicalele. De fapt, au fost importate 3,4 tone de produse pe cap de locuitor în UE în 2016, din care 20% au provenit din China (25). În plus, cota de producție a substanțelor chimice în UE a scăzut, cu toate că rămâne a patra cea mai mare industrie din UE, cu 30000 de companii, cu 1,2 milioane de angajați implicați direct și 3,6 milioane implicați indirect în activitate (26). Aproximativ 60% din cele peste 100 000 de substanțe chimice de pe piața UE sunt considerate periculoase pentru mediu și/sau sănătatea umană, iar 11,2% din producția globală de substanțe chimice a UE este atribuită activității din domeniul sănătății și asistenței sociale (25).

În ceea ce privește riscurile asociate substanțelor chimice, acestea pot apărea în timpul producției, transportului, utilizării sau eliminării acestora. Având în vedere problema legată de substanțele chimice, gestionarea corectă și sustenabilă reprezintă o prioritate. Substanțele chimice periculoase sunt un factor cunoscut pentru afectarea stării de sănătate în UE, fiind asociate cu patologia oncologică, patologiile neurologice, patologiile sistemului reproducător, metabolice, cardiovasculare și respiratorii (27,28). În general, cele mai vulnerabile categorii de populație vor dezvolta cu mare probabilitate afecțiuni induse de poluare (de exemplu copiii cu statut socioeconomic scăzut) (19). În plus, expunerea la substanțe chimice, chiar și la doze mici, poate afecta starea de sănătate pe termen lung, cum ar fi scăderea fertilității, greutatea redusă la naștere și afecțiuni neuropsihice la copii – 10-15% din numărul total de nașteri fiind copii cu tulburări de dezvoltare neurocomportamentală, tulburările de hiperactivitate cu deficit de atenție (ADHD) sau din spectrul autismului având o răspândire largă (25). În plus, există tot mai multe substanțe chimice periculoase în sânge și țesuturile umane (26) care pot induce combinat efecte toxice mai mari decât efectele fiecărei substanțe chimice în parte (25). Expunerea combinată la substanțe chimice periculoase a fost asociată cu o natalitate mai redusă și cu deficit în dezvoltarea fetală (26). Mai mult, există un impact economic major datorat expunerii la substanțe chimice care perturbă sistemul endocrin, cu cheltuieli de aproximativ 157 de miliarde de euro/an, aproximativ 1,5 miliarde de euro fiind atribuite doar patologiei reproductive la femei (25).

Pe de altă parte, substanțele chimice periculoase pot provoca distrugerea stratului de ozon din stratosferă și pot afecta ecosistemele, flora și fauna (19,28). În mod specific, ele pot reduce calitatea apei și a aerului, pot contamina solul și afecta insectele polenizatoare, în special dacă aceste substanțe sunt

utilizate și/sau eliminate fără a respecta directivele legale, științifice și tehnice actuale (27,28). Astfel, poluarea chimică contribuie semnificativ la problema actuală globală a schimbărilor climatice și pierderii biodiversității (29). În sectorul sănătății, eliminarea deșeurilor netratate poate provoca contaminarea apei potabile, a apelor subterane și a apelor de suprafață, dacă depozitele de deșeurii nu sunt construite corespunzător; incinerarea inadecvată a deșeurilor poate duce la poluarea aerului și la reziduuri de cenușă, la generarea de dioxine și furani carcinogeni din substanțele care conțin clor și răspândirea metalelor toxice din materialele care conțin plumb, mercur și cadmiu (21). Datele recente indică existența a peste 2,5 milioane de locații posibil contaminate în Europa, dintre care 14% sunt cunoscute a fi contaminate ce necesită măsuri de control a daunelor (27). Prin urmare, noile procese și tehnologii de producție, precum și noile substanțe chimice trebuie să fie sustenabile pe întreaga durată de viață a produsului (29).

Impactul economic al contaminării mediului este semnificativ, necesită costuri ridicate pentru remedierea resurselor de apă potabilă afectate, a terenurilor și a stocurilor de pește (25). Costul eliminării deșeurilor din sectorul de sănătate corespunde la 25% din cheltuielile globale ale sectorului sănătății în Statele Unite (SUA) (30). În plus, decontaminarea resurselor naturale, precum și a clădirilor și infrastructurii sunt extrem de costisitoare - contaminarea cu bifenili policlorurați (PCB-uri) a reprezentat o cheltuială de 15 miliarde de euro între 1971 și 2018 în UE (25).

Conceptul de Chimie Verde a luat naștere la sfârșitul secolului al XX-lea ca răspuns la efectul provocat de substanțele chimice periculoase, inclusiv de incidentele de deversări toxice, asupra sănătății, mediului și economiei. Acest concept este definit ca "proiectarea produselor și proceselor chimice care reduc și/sau elimină utilizarea sau generarea de substanțe periculoase" (25). Substanțele chimice ar trebui să fie utilizate și produse astfel încât contribuția lor la societate să fie maximizată, iar daunele aduse mediului și societății să fie minimizate (26). Chimia verde și principiile sale pot oferi o strategie pentru reducerea poluării, a proceselor de sinteză periculoase și prevenirea accidentelor, evaluând în același timp impactul global asupra ciclului de viață a unei anumite substanțe chimice (25). Este important de menționat că managementul eficient al mediului într-un laborator clinic va duce la o performanță crescută a calității, cele două aspecte fiind strâns legate.

Comisia Europeană a adoptat Strategia UE pentru durabilitate privind substanțele chimice la 14 octombrie 2020. Strategia reprezintă primul pas către obiectivul de poluare zero, pentru un mediu fără substanțe toxice, anunțată în Pactul Verde European. Strategia va stimula inovarea pentru produse chimice sigure și sustenabile și va spori protejarea sănătății umane și a mediului împotriva substanțelor chimice periculoase. Strategia propune o direcție clară și un calendar explicit pentru transformarea industriei, cu scopul de a atrage investiții în produse și metode de producție sigure și sustenabile. https://ec.europa.eu/environment/strategy/chemicals-strategy_en.

În conformitate cu Pactul Verde European, strategia vizează un mediu fără substanțe toxice, în care substanțele chimice sunt produse și utilizate într-o

manieră care maximizează contribuția lor la societate, inclusiv realizarea tranziției spre ecologie și digitalizare, evitând în același timp daunele aduse planetei și generațiilor actuale și viitoare. Aceasta își propune să facă din industria UE un jucător global competitiv în producția și utilizarea de substanțe chimice sigure și sustenabile. Strategia propune o agendă și un calendar clare pentru transformarea industriei, cu scopul de a atrage investiții în produse și metode de producție sigure și sustenabile.

Strategia pentru substanțe chimice pentru sustenabilitate pentru un mediu fără substanțe toxice va:

- Asigura o protecție mai bună a sănătății umane și a mediului împotriva substanțelor chimice periculoase
- Stimula inovația pentru produse chimice sigure și sustenabile
- Permite tranziția spre proiectarea de substanțe chimice sigure și sustenabile.

Acesta reprezintă primul pas către obiectivul de zero poluare pentru un mediu fără substanțe toxice, anunțat în Pactul Verde European.

Există dovezi care susțin efectele benefice ale reglementărilor în gestionarea deșeurilor. Un studiu recent a raportat economii posibile de peste 700 de milioane de dolari în decurs de cinci ani dacă toate spitalele din SUA ar institui strategii de gestionare a deșeurilor, și de 2,7 miliarde de dolari în decurs de cinci ani dacă s-ar implementa reprocessarea dispozitivelor medicale de unică folosință (21,31). În plus, acquis-ul UE privind substanțele chimice a fost eficient în reducerea expunerilor umane și a mediului la substanțe periculoase vizate de legislația UE în ultimele 3-4 decenii, unele date preliminare indicând înlocuirea acestor substanțe (21). Regulamentul UE privind Înregistrarea, Evaluarea, Autorizarea și Restricționarea Substanțelor Chimice (REACH) a estimat reduceri ale costurilor de 100 de miliarde de euro în 25-30 de ani, prin beneficii pentru mediu și sănătatea umană (32). Astfel, reglementările pentru implementarea gestionării sigure și durabile a deșeurilor din sănătate pot preveni cheltuieli legate de efectele negative asupra sănătății și impactul asupra mediului ca urmare a deversării substanțelor chimice periculoase (21).

Cu toate că 84% și 90% dintre europeni sunt îngrijorați de impactul substanțelor chimice asupra sănătății și asupra mediului (26), lipsa de pregătire și cunoștințele reduse în ceea ce privește produsele chimice și pericolele generate de acestea pot duce la probleme de siguranță ocupațională și de mediu. Prin urmare, este crucial ca profesioniștii și studenții implicați în activități care implică substanțe chimice periculoase să fie instruiți în consecință (28). În ceea ce privește domeniul asistenței medicale, lipsa de cunoștințe și/sau de conștientizare în privința practicilor de sustenabilitate din partea angajaților laboratoarelor clinice reprezintă cel mai frecvent obstacol în calea sustenabilității în sectorul asistenței medicale (33).

Astfel, societățile științifice din domeniul medicinei de laborator au un rol cheie în furnizarea de educație continuă și îndrumare.

Deși structurile și metodele aplicabile pentru sustenabilitate în domeniul asistenței medicale sunt acum bine definite în ceea ce privește obiectivele lor

În domeniile social, economic și ecologic, există o lipsă de consens cu privire la strategiile care ar trebui implementate în laboratoarele clinice (33). Un sondaj realizat de Federația Internațională de Chimie Clinică și Medicină de Laborator a raportat că majoritatea laboratoarelor respondente nu au abordat problemele de sustenabilitate și necesitatea unor ghiduri oficiale privind reducerea amprentei de carbon (34).

3.2. CE ESTE CHIMIA VERDE?

Conceptul de Chimie Verde aplică soluții științifice inovatoare pentru a rezolva problemele de mediu din laborator. A fost introdus la sfârșitul anilor 1990 de Paul Anastas și John Warner. Ei au dezvoltat Cele Douăsprezece Principii ale Chimiei Verzi (35). Aceste principii pot fi grupate în "Reducerea Riscului" și "Minimizarea Amprentei de Mediu", aspecte ce includ atât reducerea cantității de substanțe chimice periculoase din deșeuri, cât și a toxicității acestora; eficiența îmbunătățită a procesului de producție; reducerea utilizării resurselor și reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră; îmbunătățirea siguranței; aspectele economice și sociale legate de substanțele chimice (25).

Scopul Chimiei Verzi este de a reduce impactul chimicalelor asupra sănătății umane și de a elimina practic contaminarea mediului prin programe dedicate de sustenabilitate și de prevenție. Chimia verde caută medii de reacție alternative, prietenoase cu natura, și în același timp vizează creșterea randamentului și scăderea temperaturilor reacțiilor chimice.

Instrumentul de evaluare cantitativă pentru Chimia Verde DOZN™ al companiei Merck Sigma Aldrich este o premieră în industrie, un instrument care utilizează cele 12 principii ale chimiei verzi pentru a compara gradul relativ de ecologizare al substanțelor chimice similare, rutelor sintetice și proceselor chimice (<https://www.sigmaaldrich.com/TR/en/services/software-and-digital-platforms/dozn-tool>)

<https://www.sigmaaldrich.com/TR/en/technical-documents/technical-article/analytical-chemistry/green-chemistry-principles>.

Compania Merck Sigma Aldrich are 4 categorii de produse alternative, mai ecologice care îndeplinesc unul dintre cele patru criterii de mai jos:

1. Produse re-proiectate pentru a îmbunătăți amprenta asupra mediului.
2. Produse aliniate cu cele douăsprezece principii ale Chimiei Verzi.
3. Produse care contribuie la obținerea de alternative mai ecologice prin tehnologii inovative.
4. Produse dezvoltate pentru durabilitate, care prezintă caracteristici semnificative de sustenabilitate.

Conceptul de Chimie Verde, împreună cu strategia UE pentru un mediu netoxic, pot fi privite ca parte a obiectivelor globale de sustenabilitate. Substanțele chimice adiționale, sigure și sustenabile din etapa de proiectare reprezintă o abordare înainte de lansarea pe piață, strategie care încearcă să reducă la minimum impactul asupra sănătății și mediului (26).

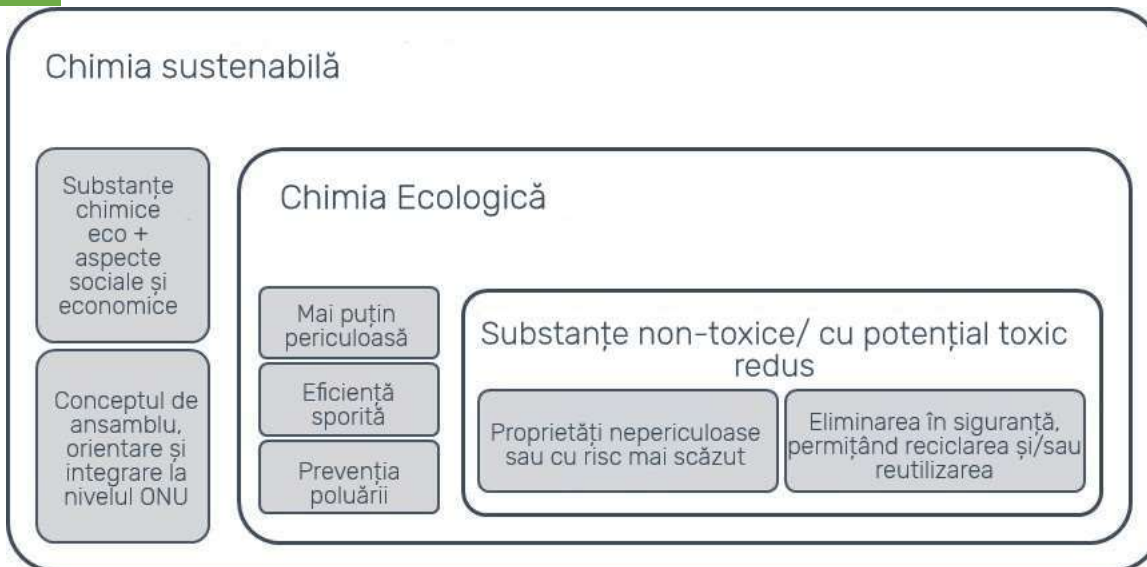


Figura 2. Relația dintre diversele concepte de sustenabilitate pentru chimie, chimie verde și substanțe non-toxice/toxicitate redusă (26).

În ceea ce privește strategiile pentru promovarea chimiei sustenabile în laboratoarele clinice, există abordări generale care fac referire atât la gestionarea deșeurilor cât și la selecția și gestionarea substanțelor chimice, așa cum se observă în Figurile 2 și 3.

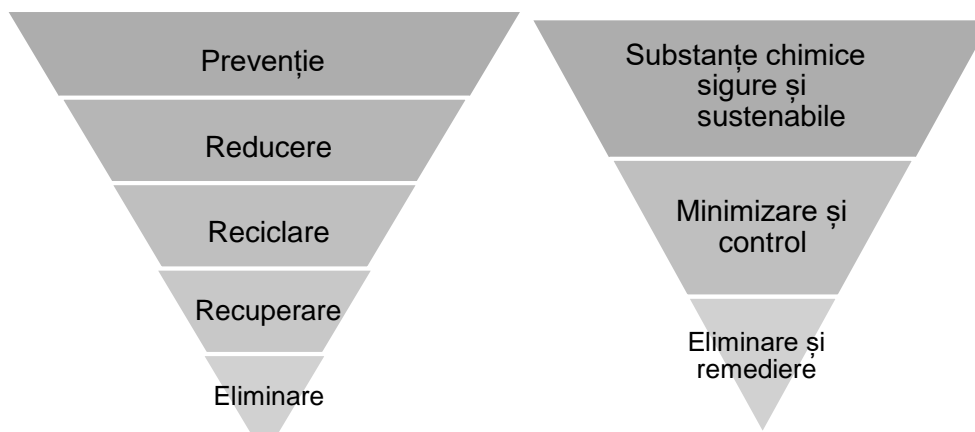


Figura 3. Ierarhia gestionării deșeurilor chimice periculoase (26).

Eliminarea/reducerea sau înlocuirea substanțelor chimice periculoase:

- Eliminarea substanțelor chimice ori de câte ori este posibil:
 - o Înlocuirea termometrelor cu mercur și întreruperea utilizării bromurii de etidiu pentru geluri.
 - o Dezvoltarea reacțiilor chimice fără solvent.
 - o Utilizarea simulărilor pe computer ca substitut pentru experimente.
- Reducerea cantităților de substanțe chimice periculoase, reactivi și precursori, dacă aceste nu pot fi excluse:
 - o Utilizarea reacțiilor chimice mai eficiente, cu randament mare.
- Utilizarea principiilor chimiei verzi pentru înlocuirea substanțelor chimice cu alternative mai puțin toxice:
 - o CatSub – 300 de exemple de înlocuire a substanțelor chimice periculoase.
 - o Setul de instrumente CEFIC-LRI - Evaluarea riscurilor și testarea toxicității.
 - o CLEANTOOL – Bază de date pentru substanțe chimice alternative de curățare.
 - o Ghid EC (2012) - Identificarea substanțelor chimice; evaluarea alternativelor în ceea ce privește riscul, cerințele tehnice și considerentele practice și de cost.
 - o EPA- Evaluări ale alternativelor de proiectare pentru mediu
 - o Modelul Coloanei Germane (Spaltenmodell) – Compararea pericolelor și riscurilor diferitelor substanțe chimice.
 - o Asistent pentru alternative verzi – Substituenți potențiali pentru substanțele chimice periculoase.
 - o INRS – Identificarea zonelor potențiale de expunere la locul de muncă și compararea substanțelor chimice.
 - o Keki-Arvi – Evaluarea riscului și evitarea acestuia.
 - o OECD Toolbox – Evaluarea alternativelor și reglementări generale, liste și metodologii.
 - o Managerul de substanțe - Evaluarea expunerii la substanțe chimice și măsuri posibile de control, inclusiv înlocuirea acestora.
 - o SUBSPORT – Substanțe și tehnologii alternative.

3.3. LEGISLAȚIE.

Cadrul legal existent al UE privind substanțele chimice, în special regulamentele REACH și cele de Clasificare, Etichetare și Ambalare, reprezintă cea mai strictă legislație din lume, care reglementează substanțele chimice și vizează industriile din întreaga lume. Strategia pentru substanțe chimice sugerează că aceasta ar trebui consolidată prin revizuirii specifice ale ambelor regulamente pentru a se asigura că există suficiente informații despre substanțele chimice fabricate sau importate în UE.

Implementarea și punerea în aplicare a legislației europene privind substanțele chimice sunt necesare pentru a asigura conformitatea pe întregul ciclu de viață al substanțelor chimice: producție, punere pe piață, eliberare și eliminare. În prezent, aproape 30% dintre alertele referitoare la produse periculoase de pe piață implică riscuri datorate substanțelor chimice. De asemenea, doar o treime dintre dosarele de înregistrare ale substanțelor chimice înregistrate de industrie în cadrul REACH sunt în conformitate deplină cu cerințele de informare.

Comisia va efectua audituri asupra sistemelor de aplicare a legislației din statele membre și va face propuneri pentru a consolida în continuare principiile „fără date, fără piață” și „poluatorul plătește”.

Substanțele vor fi identificate ca fiind foarte periculoase conform REACH, și listate în Regulamentul privind Clasificarea, Etichetarea și Ambalarea ca având efecte cronice asupra sănătății și mediului.

Pentru a preveni efectele negative pe termen lung, expunerea oamenilor și a mediului la aceste substanțe periculoase ar trebui redusă la minim și înlocuită pe cât posibil. Cele mai periculoase substanțe ar trebui interzise, în special cele din produsele destinate consumului și permise doar în situații în care se dovedește că substanța este esențială pentru societate, în lipsa unor alternative acceptabile.

Legislația privind substanțele chimice cuprinde mai mult de 100 de directive și reglementări. Această secțiune se referă doar la cele mai importante documente.

- **Obiectivele de Dezvoltare Durabilă ale Organizației Națiunilor Unite (ONU):**
 3. Asigurarea unei vieți sănătoase și promovarea bunăstării pentru toate vârstele.
 6. Asigurarea disponibilității și gestionarea durabilă a apei și a sistemelor de salubritate pentru toți.
 9. Construirea de infrastructuri rezistente, promovarea industrializării incluzive și durabile și stimularea inovației.
 11. Realizarea unor orașe și așezări umane incluzive, sigure, rezistente și sustenabile.
 12. Asigurarea unor modele de consum și producție sustenabile.
 14. Asigurarea disponibilității și gestionarea durabilă a apei și a sistemelor

de salubritate pentru toți.

15. Protejarea, restaurarea și promovarea utilizării durabile a ecosistemelor terestre, gestionarea durabilă a pădurilor, combaterea deșertificării, stoparea și inversarea degradării terenurilor și stoparea pierderii biodiversității.

- **Summitul Mondial pentru Dezvoltare Durabilă (SMDD):** asigurarea unui management rațional din punct de vedere ecologic a substanțelor chimice și a tuturor deșeurilor pe tot parcursul ciclului lor de viață.
- **Pactul Verde European**
- **Lista Europeană a Deșeurilor (LoW)**
- **Directiva-cadru a UE privind deșeurile**
- **Convenția de la Basel** privind controlul mișcărilor transfrontaliere a deșeurilor periculoase și eliminarea acestora.
- **Sistemul armonizat global de clasificare și etichetare a substanțelor chimice (GHS)**, adoptat oficial în iulie 2003 de către Comitetul Economic și Social al Națiunilor Unite.
- **Regulamentul UE privind înregistrarea, evaluarea, autorizarea și restricționarea substanțelor chimice (REACH)**
- **Regulamentul privind clasificarea, etichetarea și ambalarea substanțelor periculoase (CLP)**
- **Programul ONU pentru mediu privind mercurul**
- **Organizația Internațională de Standardizare (ISO):**
 - o ISO 14000
 - o SO 14001:2015
 - o ISO 9000
 - o ISO 15189
 - o ISO 19011
- **Ghidul de mediu, sănătate și siguranță (EHS) de la Corporația Internațională de Finanțe (IFC)** privind sănătatea și siguranța ocupațională.
- **Alte documente ale UE:**
 - o **Directiva 91/157/EEC1** privind restricțiile folosirii mercurului în baterii.
 - o **Directiva 67/548/EEC** privind clasificarea și etichetarea substanțelor periculoase pentru mediu.
 - o **Notificarea Comisiei referitoare la orientările tehnice privind clasificarea deșeurilor (2018/C 124/01)**
 - o **Directiva UE privind gestionarea deșeurilor (UE) 2018/851** care modifică Directiva 2008/98/CE

- o **Directiva 2011/65/EU** privind restricțiile referitoare la echipamentele electrice și electronice (EEE).

3.4. SUBSTANȚE CHIMICE PERICULOASE. CUM POT REDUCE LABORATOARELE UTILIZAREA SUBSTANȚELOR CHIMICE PERICULOASE.

Producția substanțelor chimice este unul dintre sectoarele cele mai poluante, consumatoare de energie și de resurse, fiind strâns integrată cu alte sectoare și procese consumatoare de energie. În timp ce industria chimică europeană a investit deja în îmbunătățirea instalațiilor de producție, tranziția verde și digitală necesită în continuare investiții semnificative pentru acest sector. Procesele și tehnologiile noi și mai curate ar contribui nu numai la reducerea amprentei de producție de substanțe chimice asupra mediului, ci și la scăderea costurilor, la îmbunătățirea gradului de pregătire a pieței și la crearea de noi piețe pentru industria europeană a substanțelor chimice sustenabile.

Eficiența energetică trebuie să fie o prioritate în conformitate cu aspirațiile Pactului Verde European, iar combustibili precum hidrogenul regenerabil și biometanul produs în mod sustenabil ar putea juca un rol decisiv în durabilitatea surselor de energie. Tehnologiile digitale – precum “internet of things” (internetul lucrurilor - rețea de obiecte fizice care încorporează senzori, software sau alte tehnologii), big data, inteligența artificială, senzori inteligenți și robotică - pot juca, de asemenea, un rol important în ecologizarea proceselor de fabricație. În plus, inovațiile chimice pot aduce soluții sustenabile în diferite sectoare pentru a reduce amprenta globală a proceselor de producție asupra mediului.

Substanțele chimice sunt omniprezente în societatea noastră și au reprezentat surse de îmbunătățire a sănătății umane și a speranței de viață, în special în domeniul medical și al laboratoarelor clinice. Cu toate acestea, ele reprezintă posibile cauze ale efectelor adverse asupra sănătății umane și a mediului, din cauza potențialului de pericolozitate (24,36). Prin urmare, definirea și clasificarea substanțelor chimice periculoase este esențială pentru identificarea și prevenirea expunerii la aceste substanțe, ceea ce se poate face prin etichete și fișe cu date de securitate.

Definițiile deșeurilor periculoase diferă în funcție de țară, cu toate că în general, deșeurile periculoase sunt definite ca materiale dăunătoare sănătății umane sau mediului, care nu mai pot fi utilizate în scopul lor inițial fiind destinate eliminării, dar care sunt încă periculoase (19,29). Riscul poate crește pe măsură ce compoziția deșeurilor se modifică (19). În UE clasificarea deșeurilor periculoase se bazează pe Decizia privind Lista deșeurilor în conjuncție cu Anexa III la Directiva Cadru privind Deșeurile. În laboratoarele clinice, deșeurile chimice includ solvenți și reactivi, sterilizante, dezinfectante, baterii, metale grele din dispozitive medicale, materiale radioactive de diagnostic și amestecuri chimice (21).

O serie de proprietăți fac substanțele chimice să fie periculoase, precum cele explozive, oxidante, inflamabile în grade diferite, iritante, nocive, toxice, cancerigene, corozive, infecțioase, toxice pentru reproducere, mutagene, sensibilizante, ecotoxice sau capabile să elibereze gaze toxice sau foarte toxice la contactul cu apa, aerul sau cu un acid, precum și substanțe chimice care produc o altă substanță cu caracteristicile menționate mai sus, după eliminare (37).

Atunci când se abordează potențialul periculos al unei substanțe chimice există mai multe aspecte de luat în considerare (38):

- Proprietățile fizico-chimice ale acesteia.
- Cantitatea produsă/importată și utilizată pentru fiecare aplicație de produs.
- Durata și frecvența expunerii.
- Produsele rezultate după transformare și degradare.
- Impurități majore și aditivi.
- Căile probabile de eliminare spre mediul înconjurător, modalitatea de distribuție, degradare sau transformare în mediu.
- Durata și frecvența eliminărilor către medii diferite și diluția corespunzătoare.
- Căile probabile de expunere și absorbție la oameni.
- Scala geografică a expunerii.
- Eliberarea dependentă de matrice a substanței chimice.
- Disponibilitatea exactă a datelor privind expunerea.
- Managementul riscului implementat sau recomandat.

În ceea ce privește impactul asupra mediului al substanțelor chimice periculoase, acestea pot pătrunde în ecosistemele naturale fie prin extracție, producție, utilizare în aval (de exemplu în laboratoarele clinice), fie prin eliminarea/reciclarea/reutilizarea substanței (27). Evaluarea ar trebui să includă efectele potențiale asupra compartimentelor acvatice, terestre și atmosferice, precum și asupra activității microbiologice a sistemelor de tratare a apelor uzate și impactul prin acumularea în lanțul trofic (38). În plus, impactul lor variază în funcție de tipul și volumul/concentrația substanței chimice; compartimentul de mediu afectat (aer, apă, sol); durata expunerii (acută versus cronică); momentul eliberării în ecosistem, receptorii expuși (de exemplu, specii) și sensibilitatea acestora la substanța chimică (27). Aceste evaluări ajută la clasificarea unei substanțe chimice periculoase și la definirea concentrației sub care nu se preconizează să apară efecte adverse în sfera de îngrijorare pentru mediu – prezicerea concentrației fără efect (38). În plus, există probleme legate de substanțele chimice reutilizate într-o economie circulară, deoarece acest lucru poate crește circulația substanțelor chimice periculoase. O clasă importantă de substanțe chimice sunt cele considerate foarte persistente (rezistente la degradare), deoarece stabilitatea lor indefinită favorizează acumularea în concentrații dăunătoare (25). Recent, au căpătat relevanță efectele combinate ale substanțelor chimice, care constau în expunerea la concentrații scăzute ale diferitelor substanțe chimice periculoase, chiar dacă toate substanțele sunt în

concentrații sub cele care induc efectele adverse ale expunerii (39).

Lista de clasificare a substanțelor și a produselor chimice periculoase poate fi găsită în documentul UE "Regulamentul privind clasificarea, etichetarea și ambalarea substanțelor periculoase (CLP)" (40) și în Regulamentul UE privind înregistrarea, evaluarea, autorizarea și restricționarea substanțelor chimice (REACH). Catalogul european al deșeurilor clasifică deșeurile provenite din domeniul medical uman sau animal și/sau din cercetările conexe și le împarte ulterior în secțiuni aplicabile substanțelor chimice din laboratoarele clinice (41):

- 18 01 Deșeuri din domeniul neonatologiei, diagnostic, tratament sau prevenția bolilor la om
- 18 01 06 Substanțe chimice constând din, sau care conțin substanțe periculoase
- 18 01 07 Substanțe chimice altele decât cele menționate anterior.

Conform inventarului ECHA/CLP, există peste 120 000 de substanțe chimice înregistrate și 2327 de substanțe periculoase din cele 4231 care au o clasificare armonizată de "dăunătoare pentru mediul acvatic" (27). În Europa, cei mai comuni contaminanți ai solului includ metalele grele, uleiurile minerale și hidrocarburile poliaromatice (PAH) (27). Tabelul de mai jos include cele mai frecvent înregistrate substanțe chimice în REACH (29):

Substanța	Numărul de înregistrare
Etanol	707
Dioxid de calciu	577
Fier	535
Oxid de etilenă	526
Etilenă	450
Cărbune	413
Oxid de aluminiu	412
Aluminiu	385
Stiren	358
Methyloxirane	355
Dioxid de silicon	339
Propilenă	335
Sulfat de calciu	325
Dioxid de titan	316
Hidroxid de sodiu	310
1,2-etandiol	306
Silicon	301
Metanol	284
Oxid de calciu	278
1,2-propandiol	276

Tabel 1. Cele mai frecvent înregistrate substanțe chimice în REACH.

Mai mult, conform Directivei 2011/65/UE privind dispozitivele medicale, există substanțe restricționate care au o concentrație maximă tolerată în greutate în materialele omogene și anume: plumb (0,1%), mercur (0,1%), cadmiu (0,01%), crom hexavalent (0,1%), bifenili polibrominați (PBB) (0,1%), eterii difenil-polibrominați (PBDE) (0,1%), ftalatul bis(2-etilhexil) (DEHP) (0,1%), ftalatul de butil benzil (BBP) (0,1%), ftalatul dibutil (DBP) (0,1%) și ftalatul diizobutil (DIBP) (0,1%) (42). Mercurul are un potențial toxic ridicat atât pentru oameni, cât și pentru faună, în special în forma de metil mercur; totuși, utilizarea acestui metal greu este în scădere la nivel global și în UE, datorită disponibilității alternativelor fără mercur și a creșterii restricțiilor de reglementare privind utilizarea acestuia (43). În Europa, mercurul este utilizat în sectorul chimic, iluminat, întrerupătoare și comenzi electrice, echipamente de măsurare și control, amalgam dentar, baterii și în instalații cu cloro-alkali (43).

Grupul de Mediu, Sănătate și Siguranță (EHS) de la Pfizer Global Research and Development a inițiat un proiect pentru evaluarea adecvării solvenților comuni pe baza criteriilor de (i) Siguranță în muncă, (ii) Siguranță a proceselor și (iii) Considerații de mediu și de reglementare. Recomandările au fost publicate în *Green Chem.*, 2008,10, 31-36 (DOI: 10.1039/B711717E).

3.5. OBIECTIVE.

Scopul modulului privind "Chimia Verde" este de a educa și informa cu privire la substanțele chimice periculoase și modalitățile eficiente de reducere a acestora în laboratoare.

- Standardizarea proceselor de sustenabilitate a chimiei verzi și a substanțelor chimice periculoase în laboratoarele clinice.
- Încurajarea profesioniștilor din domeniul medicinei de laborator să implementeze măsuri de durabilitate legate de chimia verde și substanțele chimice periculoase.
- Promovarea vizibilității datelor privind substanțele chimice periculoase provenite din laboratoarele clinice, inclusiv noi perspective și rezultate.
- Susținerea schimbărilor în atitudinea și comportamentul comunității cu privire la substanțele chimice, în special printre profesioniștii din domeniul sănătății.
- Promovarea programelor educaționale în domeniul chimiei verzi.
- Creșterea semnificativă numărului de țări europene și laboratoare clinice implicate în acțiunile de sustenabilitate legate de substanțe chimice.
- Prevenirea contaminării aerului, apei și solului cu substanțe chimice periculoase și a impactului lor asupra mediului, sănătății și economiei.
- Îmbunătățirea sănătății ocupaționale.
- Creșterea eficienței resurselor.
- Reducerea cheltuielilor cu colectarea, tratarea și eliminarea deșeurilor provenite din substanțe chimice periculoase.

- Promovarea sistemelor de achiziții durabile.
- Creșterea indirectă a cererii și a inovației pentru produse chimice sigure și durabile.

Achiziții:

Cheltuielile din sănătate reprezintă aproximativ jumătate din cheltuielile guvernamentale ale UE, cu peste 15000 de spitale (44). Prin urmare, laboratoarele clinice pot avea un rol în schimbarea ofertei și cererii de substanțe chimice în favoarea alternativelor verzi, adoptând o politică de achiziții sustenabile, care include selectarea și achiziționarea produselor care minimizează impactul asupra mediului pe întregul lor ciclu de viață: utilizarea de materiale chimice reciclabile, reciclate, mai puțin toxice și produse locale ori de câte ori este posibil.

Gestionarea inventarului și stocării de substanțe chimice:

- Stocați substanțele chimice în hote, mai ales dacă acestea nu au grad corespunzător de etanșare.
- Mențineți și revizuiți inventarul chimic pentru a evita achiziționarea excesivă și pentru a vă asigura că substanțele chimice expirate sunt eliminate în mod corespunzător.
- Datați și utilizați substanțele chimice și reactivii după principiul primul intrat, primul ieșit
- Achiziționați doar cantitatea minimă necesară de substanțe chimice.
- Împărțiți substanțele chimice și reactivii:
 - Creșteți colaborarea între laboratoarele clinice.
 - Găzduiți evenimente de partajare/schimb de substanțe chimice.
- Leasing de produse chimice sau substanțe chimice ca serviciu: un nou model de afacere în care furnizorul se angajează să livreze doar cantitatea de substanțe chimice necesară, ceea ce aduce beneficii în domeniul sănătății, a mediului dar și în domeniul economic pentru ambele părți (19).

Reducerea și Reciclarea Solvenților:

Reducerea utilizării solvenților organici prin reciclarea acestora, cu reducerea expunerii și a deșeurilor chimice – mulți solvenți (acetona, acetonitril, xilen, alcool, formol) pot fi redistilați eficient la o puritate de +99% prin intermediul furnizorilor, sau cu utilaje de reciclare la fața locului (34):

- Xilenul, alcoolul și formolul pot fi reciclate cu ajutorul unui Reciclator de Solvenți CBG Biotech Supreme (Thermo-Fisher Scientific).

În completare, doar volume mici trebuie achiziționate periodic pentru înlocuirea volumul pierdut în timpul procesului de reciclare, mai favorabil din punct de vedere economic.

Gestionarea deșeurilor chimice:

- În cazurile în care nu este posibilă excluderea substanțelor chimice periculoase, este esențial să existe o gestionare dedicată și o separare sigură și eficientă a deșeurilor (19).
- Eliminarea deșeurilor chimice trebuie să fie cât mai sigură posibil, asigurându-se neutralizarea cât mai aproape de sursă (20).
- Etichetați, stocați și eliminați substanțele chimice periculoase conform procedurilor, luând în considerare deșeurile specifice din laboratoarele clinice; de preferință elaborați Proceduri Operaționale Standard (POS) pentru manipularea deșeurilor chimice/substanțelor chimice periculoase.

Raționalizarea solicitării testelor:

Costurile testelor de laborator constituie aproximativ 3% din totalitatea costurilor clinice; o strategie comună pentru reducerea cheltuielilor în sănătate fiind o reducere aleatorie a bugetelor de laborator și a solicitării testelor inutile (45). Astfel, auditarea solicitărilor de teste de laborator pentru a identifica redundanța testelor poate reduce utilizarea de reactivi și substanțe chimice periculoase. Organizația Mondială a Sănătății (OMS) a publicat o listă esențială pentru diagnosticul in vitro (IVD), care a identificat 35 de categorii de teste IVD generale care pot fi utilizate pentru diagnosticul unor boli comune și 27 de categorii de teste IVD pentru gestionarea infecției cu HIV, tuberculozei, malariei, hepatitei B și C, sifilisului și infecției cu HPV (46).

Politici:

- Instituți o politică de mediu, furnizați documentația și un program de pregătire a personalului privind problemele de mediu și cele mai bune practici.
- Promovați auditurile pentru a evalua progresul, înainte și după implementarea măsurilor durabile.
- Numiți un manager de mediu și obțineți sprijin din partea conducerii instituției, pledând pentru responsabilitatea corporativă, beneficii financiare și creșterea reputației laboratorului în rândul clienților și comunității.
- Dați exemple prin intermediul membrilor seniori și oferiți feedback angajaților.
- Implementați măsuri de control pentru evitarea sau minimizarea eliberării substanțelor periculoase în mediul de lucru precum și a numărului angajaților expuși la substanțe periculoase. Instruiți angajații cu privire la utilizarea substanțelor chimice periculoase, practicile de lucru sigure și în utilizarea corespunzătoare a echipamentelor de protecție personală (EPP).

Promovarea intereselor:

În general comunitatea sprijină inițiativele de mediu. Implicați grupuri asociate laboratorului clinic, cum ar fi pacienții, contractanții, colegii și guvernul.

3.6. ACȚIUNI.

- Publicarea planurilor de acțiune și a liniilor directoare privind substanțele chimice periculoase și chimia verde, care includ anchete și liste de verificare.
- Instruirea celor 49 de reprezentanți ai societăților naționale pentru a deveni Delegați/Ambasadori ai Laboratorului Verde, în ceea ce privește chimia verde și substanțele chimice periculoase.
- Promovarea întâlnirilor cu Societățile Naționale referitoare la substanțele chimice periculoase și măsurile de sustenabilitate.
- Crearea de ateliere de lucru despre chimia verde pentru întreaga comunitate EFLM.
- Crearea unei certificări pentru Laboratoarele Verzi, inclusiv pentru chimia sustenabilă.

4. STRATEGII PENTRU CONSERVARE ȘI SUSTENABILITATE ENERGETICĂ

Pregătit de:

Wendy Brennan

Membru EFLM, Grupul de Lucru Laboratoare Verzi
Departamentului de Virusologie, Divizia de Microbiologie Medicală, Spitalul Universitar
Galway, Galway, Irlanda

Snežana Jovičić

Membru EFLM, Grupul de Lucru Laboratoare Verzi
Departamentului de Biochimie Medicală, Universitatea din Belgrad, Facultatea de
Farmacie, Belgrad, Serbia

4.1. INTRODUCERE

Laboratoarele clinice utilizează de 3-6 ori mai multă energie pe m² decât o clădire de birouri obișnuită. Acest lucru se datorează funcționării permanente a echipamentelor specializate de laborator, dar și sistemelor de ventilație (aproximativ 50-80% din consumul de energie), precum și necesității de a controla temperatura și umiditatea (10).

Transportul probelor, fazele pre-preanalitice și preanalitice sunt alte domenii de analiză pentru reducerea amprentei de CO₂ a laboratoarelor clinice (47,48).

Pentru a pune în aplicare bunele practici de mediu, este important să se introducă un Sistem de Management al Mediului și să se definească o politică de sustenabilitate adecvată. Extragerea datelor și inteligența artificială pot contribui la maximizarea eficienței energetice, la măsurarea și la controlul amprentei de carbon. Acest lucru oferă soluții durabile și reduce costurile (49). Cu toate acestea, transformarea către un laborator sustenabil începe deja cu reduceri simple și ușor de pus în aplicare de către personalul de laborator, în care conducerea poate juca un rol de lider și poate da un exemplu util.

Îmbunătățirea mediului ar trebui să se bazeze pe conceptul celor 3R pentru a reduce (reducerea consumului de energie, de resurse naturale și de produse nesigure), a reutiliza (reutilizarea obiectelor cât mai mult posibil înainte de a le înlocui) și a recicla (transformarea materialelor folosite în produse noi, prevenind astfel producerea de deșeuri, reducerea consumului de materii prime noi, a consumului de energie, a poluării aerului și a apei) (9).

Atunci când se estimează amprenta de carbon a laboratorului clinic produsă de consumul de energie -lăsând deoparte instrumentele specifice de laborator- ar trebui să se ia în considerare și infrastructura laboratorului, cum ar fi sistemul de încălzire, ventilație și aer condiționat (HVAC), sistemul de iluminare/umbrire și sistemele de procesare a datelor (calculatoare). Aceste patru grupuri de consumatori de energie lasă un impact asupra mediului nu numai prin consumul de energie (electricitate și gaz), ci și de apă și prin generarea de deșeuri, după

cum este ilustrat în Figura 4 de mai jos (50).

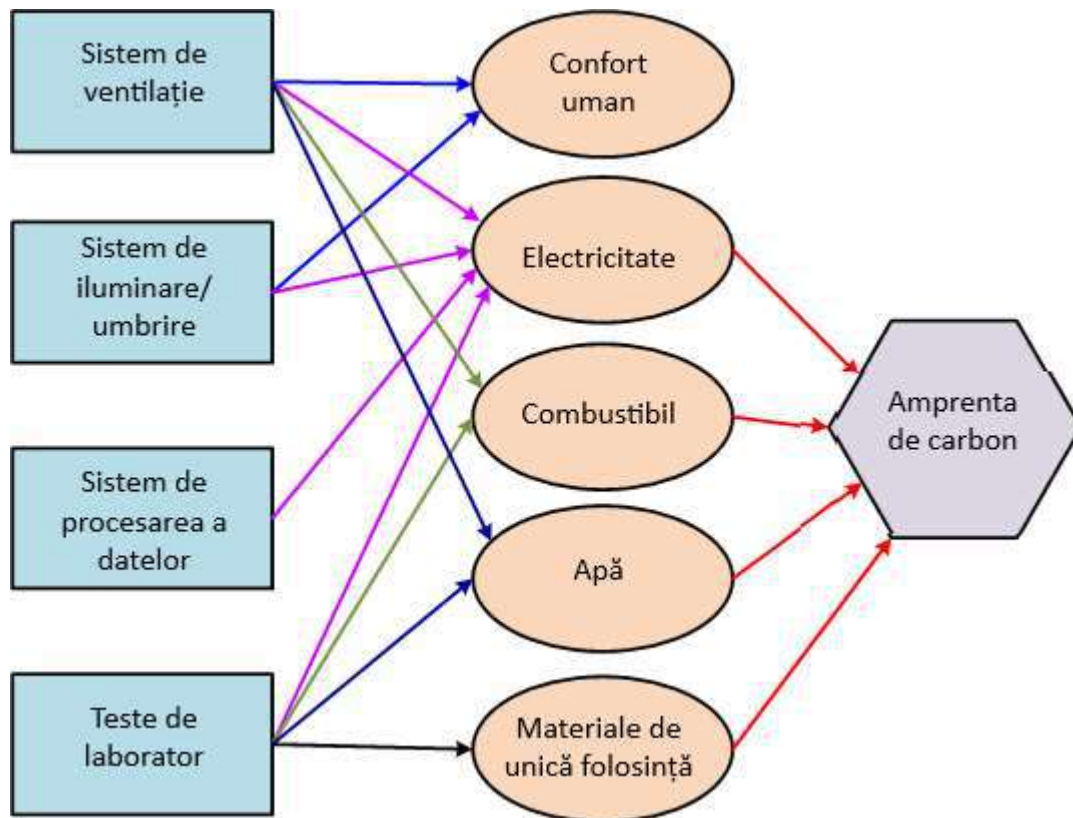


Figura 4. Consumatorii individuali de energie în cadrul unui laborator clinic și impactul acestora asupra amprentei de carbon (50).

4.2. PUNEREA ÎN APLICARE A BUNELOR PRACTICI DE MEDIU ÎN CEEA CE PRIVEȘTE CONSUMUL DE ENERGIE

Obiectivele pentru practicile sustenabile în laboratoarele clinice în ceea ce privește gestionarea consumului de energie pot fi definite după cum urmează (10,49):

- Reducerea consumului de energie în fluxul de lucru al laboratorului.
- Reducerea consumului de combustibil de către personalul laboratorului și prin logistica laboratorului:
 - În cazul în care se utilizează vehicule pentru transportul probelor, selectați vehicule și trasee eficiente din punct de vedere al consumului de combustibil și revizuiți periodic utilizarea acestora.
 - Motivați personalul de laborator să utilizeze transportul public, partajarea mașinilor sau folosirea bicicletelor atunci când vine la serviciu, pentru a reduce amprenta de carbon individuală.
 - Invitați furnizorii să se alăture eforturilor laboratorului de a introduce bunele practici de mediu.
- Proiectarea eficientă din punct de vedere energetic și ecologic a clădirilor laboratoarelor/spitalelor:

Aplicați bune practici de mediu atunci când renoați sau construiți o nouă clădire

de laborator. Angajați arhitecți certificați conform LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) pentru a vă asigura că sunt puse în aplicare cele mai bune strategii și practici de construcție din clasa lor (51).

- Utilizarea surselor de energie regenerabilă când și unde este posibil (energie eoliană, energie solară fotovoltaică și energie termică solară).
- Colaborarea între spitale și rețelele de laboratoare pentru partajarea resurselor.

4.2.1. CUM POT REDUCE LABORATOARELE CONSUMUL DE ENERGIE?

4.2.1.1. ÎNTRERUPĂTORUL OPRIT

Una dintre cele mai simple metode de reducere a consumului de energie constă în stingerea luminilor, a calculatoarelor, a instrumentelor și a echipamentelor la sfârșitul zilei sau atunci când nu sunt utilizate. Acest lucru este deosebit de important în cazul celor care au elemente de încălzire sau de răcire, acestea fiind mari consumatoare de energie. Aceasta poate fi implementată mai ușor prin introducerea unui "sistem de autocolante cu semafoare" pe echipamentele electrice. Acordul conducerii și al personalului superior cu privire la echipamentele care pot fi oprite va încuraja toți utilizatorii. De exemplu, Verde - opriți echipamentul când nu îl mai folosiți; Portocaliu - verificați cu personalul superior dacă poate fi oprit după utilizare/la sfârșitul zilei; Roșu - trebuie să rămână pornit (52-55).

4.2.1.2. TEHNOLOGIE SMART

- Instalarea luminilor cu senzori pe coridoare și în zonele sau depozitele utilizate rar.
- Înlocuirea corpurilor de iluminat cu unele mai eficiente, acolo unde este posibil și trecerea de la becuri fluorescente la LED-uri. LED-urile oferă aceeași intensitate luminoasă, au o durată de viață mai mare și folosesc cu 50% mai puțină energie, oferind un element de reducere a costurilor.
- Utilizați lumina naturală cât mai mult posibil, descurajați utilizarea de rutină a luminii artificiale atunci când există suficientă lumină naturală. De asemenea, ar trebui să se ia în considerare iluminatul zonei de lucru specifice și iluminatul modular care însoțește mobilierul modular de laborator, băncile, hotelurile de biosecuritate, etc. (53,54,56).
- Utilizarea energiei solare, a biocombustibililor sustenabili, sistemele combinate de generare a energiei termice și electrice ar putea fi utilizate pentru a suplimenta necesarul de energie electrică și termică (57).
- Asigurați-vă că modul de economisire a energiei sau modul de veghe este activ la calculatoare, imprimante și scannere, astfel încât să sporiți economisirea energiei pe parcursul zilei de lucru. Nu folosiți screensavere, deoarece acestea necesită putere de procesare și memorie, ceea ce, la rândul lor, consumă energie (53,58).

4.2.1.3. **GÂNDIȚI-VĂ DE DOUĂ ORI**

- Reducerea și descurajarea tipăritului de către personal, încurajați tipărirea numai atunci când este necesar.
- Reducerea numărului de e-mailuri trimise, în special a celor cu atașamente. Cei mai mulți nu știu că un e-mail de dimensiuni medii are o amprentă de carbon cuprinsă între 4-50 g CO₂, în funcție de atașamente. Dezabonarea de la listele de e-mailing fără valoare sau interes (59,60).

4.2.1.4. **CRONOMETRE**

- Instalați cronometre pe echipamente, de exemplu băi de apă și blocuri de încălzire. Temporizatoarele asigură atât faptul că echipamentul este gata de utilizare atunci când este necesar, cât și faptul că nu rămâne pornit mult timp după ce echipamentul a fost utilizat.

4.2.1.5. **HOTE DE SECURITATE BIOLOGICĂ**

- Închiderea clapetei de la hotele de evacuare atunci când nu sunt utilizate, deoarece ventilatorul acestora aspiră în permanență aer încălzit sau condiționat din încăperea. Aceste hote pot consuma zilnic la fel de multă energie precum câteva case (56,58).
- Hotele de securitate biologică (BSC) pot fi oprite atunci când nu sunt necesare sau la sfârșitul zilei, după caz. Acestea sunt echipamente cu consum mare de energie, care consumă aproximativ jumătate din energia unei case, pe zi. Asigurați-vă că toate aparatele de mici dimensiuni utilizate în interiorul hotelor sau BSC sunt, de asemenea, oprite atunci când nu sunt utilizate. În cazul în care se utilizează lumina UV ca metodă de decontaminare, instalați un temporizator și puneți-l în funcțiune numai atunci când laboratorul este gol, pentru a preveni daunele cauzate de razele UV asupra personalului. Funcționarea pe termen lung poate degrada produsele în timp, astfel încât cea mai bună practică este funcționarea timp de 30 de minute, deoarece acest lucru este suficient pentru a decontamina hota dar, în majoritatea circumstanțelor, decontaminarea cu UV nu este necesară (53,61-63).

4.2.1.6. **FRIGIDERE ȘI CONGELATOARE**

- Păstrați frigiderul și congelatoarele organizate pentru a reduce timpul de deschidere, economisind astfel energie și timp.
- Verificați în mod regulat ceea ce este depozitat pentru a preveni acumularea de articole care nu mai sunt necesare.
- Dezghetați în mod regulat congelatoarele și goliți în mod regulat materialele depozitate, pentru a vă asigura că acestea funcționează eficient și pentru a reduce consumul de energie. Umpleți spațiile goale cu cutii de depozitare goale sau cu pachete de gheață pentru a preveni supraînghețarea.
- Schimbați periodic filtrele care necesită schimbare, curățați serpentinele

frigorifice expuse ale frigiderelor și congelatoarelor și curățați zonele de etanșarea a ușilor.

- Acolo unde este posibil, temperatura de -80°C poate fi crescută la -70°C fără a afecta viabilitatea sau a compromite materialele depozitate. S-a demonstrat că această schimbare poate duce la economii de energie de până la 30% (52,53,58).

4.2.1.7. DEȘEURI

- Autoclavele trebuie să funcționeze cât mai eficient posibil. Acest lucru ar putea include un traseu cu două fluxuri, în care articolele sunt trimise la autoclav sau la mașina de spălat vase, după caz. Autoclavele ar trebui să funcționeze numai atunci când sunt pline; acest lucru poate însemna împărțirea turelor de încărcare în cadrul departamentelor. Stabilirea unui program ar putea ajuta la coordonarea procesului de funcționare. Asigurați-vă că doar deșeurile clinice sau de laborator necesare sunt trimise la autoclav. Acest lucru ar trebui să fie revizuit periodic pentru asigurarea actualității acestor practici.

4.2.1.8. AER CONDIȚIONAT

- Asigurați-vă că ferestrele nu sunt deschise sau că nu se folosesc încălzitoarele în timp ce unitățile de aer condiționat sunt în funcțiune. Comenzile de control al temperaturii și umidității ar trebui să fie ajustate în raport cu cerințele sezoniere. Închideți ușile în încăperile în care se utilizează aerul condiționat (56).

4.2.1.9. ECHIPAMENTE ȘI INSTRUMENTE

- În timpul procesului de licitație, alegeți echipamente și instrumente care au certificat de eficiență energetică și cerințe minime de climatizare sau încălzire. Achiziționarea eficientă din punct de vedere energetic (aparate cu grad de clasificare "star") a noilor echipamente și instrumente este esențială.
- Managerii ar trebui să insiste ca furnizorii să preia ambalajele pentru reutilizare sau reciclare după furnizarea instrumentelor și echipamentelor. De asemenea, aceștia sunt obligați să preia aparatele vechi pentru reciclare în conformitate cu reglementările UE privind deșeurile electronice (DEEE). Asigurați-vă că toate echipamentele sunt puse în siguranță și decontaminate, dacă este necesar.
- Atunci când este posibil, echipamentele noi ar trebui să fie achiziționate la nivel local pentru a reduce amprenta de carbon asociată cu livrarea și furnizarea.
- Dacă este posibil, includeți un element ecologic în achizițiile publice (53,58,64).

4.2.1.10. REACTIVI ȘI CONSUMABILE

- Reactivii și consumabilele ar trebui să fie achiziționate și fabricate pe cât posibil la nivel local pentru a reduce amprenta de carbon asociată transportului.
- Produsele ar trebui să fie cumpărate în masă, în special articolele uzuale utilizate de toate departamentele. Acest lucru poate avea ca efect economii de costuri și de energie.
- Discuții cu furnizorii pentru a reduce ambalajele, în special ambalajele greu de reciclat sau nereciclabile, cum ar fi polistirenul (10,5).

4.2.1.11. A ÎMPĂRȚI ÎNSEAMNĂ A AVEA GRIJĂ DE SEMENI (“SHARING IS CARING”)

- Departamentele sau laboratoarele mai mici ar putea lua în considerare folosirea în comun a echipamentelor în loc să le achiziționeze pe cele proprii. Exemple în care acest aspect poate fi eficient sunt autoclavele, congelatoarele, imprimantele, hotele de evacuare, echipamentele de tip thermocycler, filtrele de apă/deionizare. Toate aceste articole sunt ușor de utilizat în comun, cu o planificare minimă și rotații (52,54).

4.2.1.12. TRANSPORTUL PROBELOR, FAZELE PRE-PRE-ANALITICE ȘI PRE-ANALITICE

- Atunci când este posibil, utilizați mijloace de transport alternative pentru distanțe scurte, cum ar fi bicicleta sau mașini mici pentru transportul probelor și materialelor de laborator.
- Dacă este posibil, utilizați vehicule hibride sau electrice pentru transportul probelor și materialelor de laborator.
- Explorați alternative de viitor, cum ar fi transportul cu ajutorul dronelor, o soluție care va fi disponibilă în curând în mai multe domenii ale asistenței medicale (65).

5. STRATEGII DE GESTIONARE A DEȘEURILOR

Pregătit de:

Joseph Lopez

Membru EFLM, Grupul de Lucru Laboratoare Verzi

Afilieri anterioare: Departamentul de științe biomedicale Universitatea MAHSA și Institutul de cercetare medicală, Kuala Lumpur, Malaezia.

Alistair Gammie

Membru EFLM, Grupul de Lucru Laboratoare Verzi

Director global principal și șef al ValuMetric, Ortho Clinical Diagnostics, Regatul Unit.

Din cantitatea totală de deșeuri generate de activitățile din domeniul sanitar, aproximativ 85% sunt deșeuri generale, nepericuloase. Restul de 15% sunt considerate materiale periculoase, care pot fi infecțioase, toxice sau radioactive. Măsurile care asigură gestionarea sigură și ecologică a deșeurilor rezultate din asistența medicală sunt esențiale pentru a preveni efectele negative asupra sănătății și mediului cauzate de aceste deșeuri (66).

5.1. STRATEGII DE GESTIONARE A DEȘEURILOR

Deșeurile de laborator sunt acele deșeuri care au intrat în contact direct cu organisme patogene sau cu fluide corporale și alte obiecte utilizate în laborator.

De obicei, deșeurile medicale sunt fie trimise la depozitele de deșeuri, fie incinerate. Din zonele de depozitare a deșeurilor pot exista scurgeri ale substanțelor chimice nocive în sol și în rezervele de apă. Arderea deșeurilor medicale generează poluanți atmosferici cum ar fi dioxine, furani și diverse particule. Laboratoarele au datoria socială de a reduce și de a gestiona mai bine deșeurile proprii. Pentru a realiza acest lucru, este necesar să se creeze o presiune combinată din partea laboratorului atât asupra industriei de teste diagnostice in vitro (IVD), cât și a organismelor profesionale și a autorităților de reglementare. Scopul nostru este să încurajăm îmbunătățirea performanței de protecție a mediului dincolo de obligația legislativă, determinată mai degrabă de motivație decât de constrângere din partea autorităților de reglementare.

Gestionarea deșeurilor din partea laboratorului clinic ar trebui să se bazeze pe cei trei piloni ai bunelor practici de mediu: **Reducere, Reutilizare și Reciclare**. Cea mai bună strategie de gestionare a deșeurilor de laborator ar trebui să fie analizată încă din momentul achiziției. Principiul primordial care guvernează gestionarea prudentă a deșeurilor de laborator este acela că nicio activitate nu ar trebui să înceapă înainte de a fi elaborat un plan de eliminare a deșeurilor nepericuloase și periculoase.

Aplicarea acestui principiu simplu asigură respectarea cerințelor de reglementare locale și naționale privind manipularea deșeurilor și evitarea dificultăților neprevăzute, cum ar fi generarea unei forme de deșeuri (de exemplu, biologice, chimice, radioactive) cu care unitatea nu este echipată pentru a face față (66-68).

În timp ce impactul fiecărei surse de deșuri poate părea relativ minor, potențialul efect cumulativ al acestora asupra mediului poate fi semnificativ. Producția de deșuri trebuie să fie măsurată și gestionată. Reducerea cantității de deșuri produse în laboratorul dumneavoastră vă poate ajuta să controlați mai bine gestionarea acestora. Producția de deșuri trebuie să fie măsurată și gestionată. Laboratoarele ar trebui să aspire să își gestioneze deșeurile în următorul mod:

- (i) Reducerea cantității acestora
- (ii) Reutilizarea sau redistribuirea materialelor nedorite, excesive.
- (iii) Tratarea și/sau reciclarea materialelor din categoria deșeurilor; și
- (iv) Eliminarea prin incinerare, tratare sau îngropare în pământ.

O modalitate prin care deșeurile pot fi reduse la minimum este efectuarea doar a testelor absolut necesare. De asemenea, acest lucru este avantajos din punct de vedere economic. Cererile de testare ar trebui să fie evaluate pentru a asigura acest lucru. Reducerea testelor este, de asemenea, un bun raționament economic.

5.2. CATEGORII DE DEȘURI ȘI GESTIONAREA ACESTORA

Deșeurile laboratorului clinic pot fi clasificate în mai multe moduri. Dorim să propunem următoarele categorii:

- **Deșuri solide nebiologice**, cum ar fi materialele plastice, ambalajele, deșuri electrice și electronice și diverse deșuri solide, precum hârtia.
- **Deșuri biologice**: această categorie include sticlă, obiecte ascuțite, etc.
- **Produse chimice**: lichide, organice, solide; inclusiv dezinfectanți, solvenți, detergenți folosiți în laborator, baterii și metale grele provenite de la echipamente medicale, cum ar fi mercurul din termometrele sparte. **Gestionarea deșeurilor chimice va fi discutată în secțiunea privind substanțele chimice din prezentul document.**

5.2.1. GESTIONAREA DEȘURILOR SOLIDE NEBIOLOGICE

5.2.1.1. MATERIALE PLASTICE (69–76)

Poluarea cu plastic a devenit una dintre cele mai apăsătoare probleme de mediu. La nivel mondial, se estimează că producția și incinerarea plasticului au pompat în atmosferă peste 850 de milioane de tone de gaze cu efect de seră în 2019. Până în 2050, aceste emisii ar putea crește la 2,8 miliarde de tone, o parte dintre acestea putând fi evitate printr-o mai bună reciclare (69).

Plasticul de unică folosință reprezintă aproximativ 40% din plasticul produs în fiecare an. Multe dintre aceste produse pot persista în mediul înconjurător timp de sute de ani. Pe lângă aruncarea la gunoi, plasticul poluează și prin eliberarea compușilor utilizați la fabricarea sa. Științele biomedicale sunt mari consumatoare de materiale plastice de unică folosință. Într-adevăr, unele domenii ale științei, cum ar fi biologia moleculară, au crescut în era materialelor plastice de unică folosință. (72)

Microplasticele, adică particule foarte mici de plastic, provin din multe surse și sunt

omniprezente. Ele pătrund în organismul uman prin intermediul alimentelor, al apei, precum și prin inhalare. S-a demonstrat că microplasticele afectează natura și dăunează celulelor umane crescute în laborator (71).

REDUCEREA utilizării materialelor plastice

Înlocuitori pentru materialele plastice: Laboratoarele pot reduce consumul de plastic alegând substituenți pentru plastic, precum sticla, acolo unde este posibil. S-a constatat că substituenții din sticlă sunt eficienți pentru înlocuirea articolelor din plastic, precum cutiile Petri, recipientele de diferite forme și mărimi, pipete și vârfurile de pipetă (cu vârfuri metalice), tuburile pentru probe, flacoanele, coșurile, tuburile Falcon, eprubetele și recipientele pentru cântărire.

Echipe și reactivi: Utilizarea redusă a materialelor plastice poate fi realizată încă din momentul licitației pentru echipamente și reactivi. Alegeți materiale/echipamente ce dețin marca IVD de la companii care:

- Produc echipamente cu un conținut redus de plastic.
- Furnizează produse cu ambalaje reduse și/sau ambalaje ecologice, de exemplu, achiziționați tuburi Falcon în pungi.
- Sunt dispuși să preia carcasele echipamentelor folosite pentru utilizare ulterioară.
- Permit utilizarea accesoriilor din plastic reutilizabile, de exemplu, re folosirea suporturilor originale pentru cuvete.
- În momentul licitației pentru reactivi, sunt dispuși să ia înapoi ambalajele și recipientele de plastic folosite pentru reactivi.

În plus, reducerea numărului de furnizori sau cumpărarea prin intermediul unui distribuitor, reduce numărul de livrări, contribuind la protejarea mediului.

REUTILIZAREA materialelor plastice

- Laboratoarele ar trebui să reutilizeze cât mai multe materiale posibil. Articolele reutilizabile pot avea performanțe comparabile cu cele ale articolelor de unică folosință.
- Când este posibil, luați în considerare reutilizarea următoarelor articole: cutii pentru vârfuri de pipetă, pipete și vârfuri de pipetă pentru alicotare, cântare, mănuși (decontaminați cu etanol), tuburi și cuvete (cu clătire în prealabil), pahare de laborator sau recipiente de colectare a vârfurilor.
- Laboratoarele ar trebui să înlocuiască obiectele din plastic de unică folosință chiar și în procedurile sterile, alegând de exemplu vase de sticlă pentru culturile celulare în locul recipientelor de plastic de unică folosință. În cazul în care există motive de îngrijorare, luați în considerare reutilizarea doar pentru situațiile în care nu este necesară o procedură sterilă, cum ar fi munca de rutină de laborator.

RECICLAREA materialelor plastice

În Europa, recuperarea energiei este cea mai utilizată metodă de eliminare a deșeurilor de plastic, urmată de reciclare. Aproximativ 25% din totalul deșeurilor de plastic generate sunt aruncate la groapa de gunoi. Jumătate din plasticul colectat

pentru reciclare este exportat pentru a fi procesat în țări din afara UE. La nivel mondial, cercetătorii estimează că producția și incinerarea plasticului au pompat în atmosferă peste 850 de milioane de tone de gaze cu efect de seră în 2019. Până în 2050, se estimează că aceste emisii ar putea crește la 2,8 miliarde de tone, o parte dintre acestea putând fi evitate printr-o reciclare mai bună (69).

De obicei, deșeurile de plastic din laboratoare sunt puse în saci și "autoclavate" - un proces de sterilizare cu consum mare de energie și apă, care utilizează adesea abur sub presiune – și ulterior trimise la groapa de gunoi. Dar nu toate deșeurile din plastic sunt foarte contaminate pentru procesul de reciclare (72,75). Kuntin (75) și colegii săi au dezvoltat o "stație de decontaminare" cu o imersiune de 24 de ore într-un dezinfectant de nivel înalt, urmată de o clătire pentru decontaminare chimică. De asemenea, ei au cumpărat materiale plastice care sunt mai ușor de reciclat. Ca urmare a acestor măsuri, au redus plasticul trimis anterior la groapa de gunoi cu aproximativ o tonă pe an. De asemenea, au găsit modalități de a cumpăra în vrac ori de câte ori este posibil, pentru a reduce deșeurile provenite din ambalaje.

Materialele plastice care pot fi cel mai frecvent reciclate sunt polistirenul (PS), polipropilena (PP) și polietilena de înaltă densitate sau de densitate scăzută (HDPE/LDPE). Consumabilele frecvent utilizate, precum tuburile de centrifugare, sunt fabricate din PP, în timp ce cutiile și flacoanele pentru culturi sunt de obicei fabricate din PS. HDPE și LDPE se găsesc cel mai frecvent în capace.

Reciclarea deșeurilor de plastic nepericuloase devine, de asemenea, o opțiune pentru laboratoare. Mulți colectori de deșuri încep să accepte deșeurile din plastic nepericuloase de la laboratoare. O serie de comercianți oferă programe de reciclare pentru produsele lor (reciclatori europeni) (77). Polycarbin (78) a dezvoltat un concept de circularitate destinat laboratoarelor pentru reciclarea plasticelor și este important ca laboratoarele de diagnostic să înceapă să evalueze fezabilitatea reciclării materialelor plastice.

Alternative la materialele plastice uzuale

Mai multe companii au dezvoltat materiale plastice fabricate din surse regenerabile și biodegradabile. Printre acestea se numără BASF și NatureWorks (Innetonka, Minnesota, SUA). BASF a dezvoltat o peliculă de poliester compostabilă numită "Ecoflex®", produce și comercializează pungii complet biodegradabile "Ecovio®", fabricate din această peliculă împreună cu amidon de manioc și carbonat de calciu. Cu toate acestea, niciunul dintre aceste produse nu este utilizat pe scară largă.

5.2.1.2. AMBALAREA

Produsele de ambalare cuprind materiale precum polistirenul, cartonul, hârtia. Acestea contribuie în mare măsură la excesul deșeurilor. Prin urmare, laboratoarele pot:

- Negocia cu furnizorii pentru a prelua și reutiliza materialele de ambalare.
- În plus, laboratoarele pot să negocieze cu furnizorii pentru a reduce volumul de carton și plastic rezidual încorporat în ambalajele produselor lor. Cu toate acestea, acest lucru nu poate fi schimbat fără a trece prin procesul de

reglementare corespunzător.

- Investiți într-un compresor de polistiren. Produsul compresat poate fi folosit în alte scopuri.

RECOMANDARE: Acest grup solicită o perioadă de amnistie agreată de toate autoritățile internaționale de reglementare pentru a permite companiilor să își revizuiască și să își perfecționeze strategiile de ambalare pentru a minimiza deșeurile, printr-un proces de documentare simplificat. Acest lucru ar permite tuturor producătorilor să participe la acest demers.

5.2.1.3. E-DEȘURI (DEȘURI ELECTRICE ȘI ELECTRONICE) (79,80)

Se estimează că în 2021 au fost generate la nivel mondial 57,4 Mt (milioane de tone metrice) de deșuri electronice. Europa are de departe cea mai mare rată de colectare și reciclare, de 42,5%. În 2022, există peste **347 Mt** de deșuri electronice nereciclate la nivel mondial (79). Deșeurile electronice nu sunt biodegradabile și, prin urmare, se vor acumula oriunde sunt debarasate. Depozitarea la groapa de gunoi a e-deșeurilor este dăunătoare pentru mediu, deoarece toxine precum mercurul, plumbul, cadmiul, nichelul, beriliul și arsenicul se pot infiltra în sol și în apă și pot deveni dăunătoare pentru sănătatea umană.

Echipamentele medicale scoase din uz, tuburile fluorescente, bateriile, telefoanele, calculatoarele etc. trebuie reciclate sau eliminate în conformitate cu reglementările locale. Un document care examinează perspectivele atât pentru laborator, cât și pentru producători, care prezintă un plan în 10 puncte, a fost publicat de Cambridge Design (80). Laboratoarele ar trebui să se străduiască să cumpere produse electronice ecologice: căutați produse certificate energetic cu eticheta "Energy Star" sau certificate de Sistemul de evaluare ecologică a produselor electronice (Electronic Product Environmental Assessment Tool - EPEAT).

5.2.1.4. MĂSURI RECOMANDATE PENTRU PRODUCĂTORII DE ECHIPAMENTE DE DIAGNOSTIC IN VITRO (IVD)

- **Produsele și etichetarea ecologică** (denumite și etichete de mediu, etichete ecologice): Produsele ecologice pot fi definite ca produse ce conțin materiale reciclate, deșuri reduse, care economisesc energia sau apa, folosesc mai puține ambalaje și reduc cantitatea de substanțe toxice eliminate sau utilizate. Producătorii ar trebui să adere la un model de etichetare ecologică, așa cum a fost introdus în UE, unde aparatele electrocasnice au o clasificare a tehnologiei de generare a energiei electrice de la A la E pe baza unor criterii aprobate.
 - **Hardware:** Din punct de vedere al hardware-ului, ar trebui să se acorde mai multă importanță prelungirii duratei de viață a echipamentelor, fie printr-un program de recondiționare/reciclare la fața locului, cu timpi de înlocuire mai lungi și/sau prin inițiative de re folosire care valorifică cel puțin carcusele instrumentelor pre-utilizate.
 - **Software:** Învechirea software-ului duce adesea la crearea de noi

echipamente hardware. Facem apel la producători să analizeze posibilitatea de a-și dezvolta produsele pentru viitor, ceea ce va permite utilizarea unui nou software cu inteligență artificială (AI, învățare automată) fără a înlocui întregul instrument.

- **Chimia la scală redusă:** Reducerea la scală a procedurilor de testare la un minim funcțional diminuează cantitatea totală de deșeuri generate. De asemenea, are beneficii în materie de siguranță și de costuri.

5.2.2. GESTIONAREA DEȘEURILOR BIOLOGICE PROVENITE DIN LABORATOARE (81,82)

Adaptat după protocoalele Universității din Connecticut și ale Universității Carolina de Nord din Chapel Hill:

5.2.2.1. DEFINIȚIA ȘI DESCRIEREA DEȘEURILOR BIOLOGICE

Deșeurile biologice din laborator pot fi definite ca fiind deșeuri patologice infecțioase sau cu potențial infecțios, precum și recipientele și consumabilele generate în timpul manipulării și/sau depozitării acestora. **Deșeurile biologice** includ:

- Lichide: medii de cultură celulară, supernatant, sânge sau fracțiuni de sânge (ser) etc. care conțin agenți biologici viabili.
- Orice fragment al corpului uman, țesuturi și fluide corporale, inclusiv cele neinfecțioase.
- Orice fragment de animal infectat sau posibil infectat cu o boală transmisibilă.
- Deșeuri de laborator solide, neascuțite (flacoane de plastic pentru culturi celulare și plăci Petri goale, tuburi de plastic goale, mănuși, ambalaje, materiale absorbante, etc.) care pot fi contaminate cu agenți biologici viabili.
- Toate obiectele ascuțite și tăioase utilizate în îngrijirea medicală, diagnosticare și cercetare.
- Sticlărie de laborator considerată a fi contaminată cu agenți biologici periculoși.
- Orice material contaminat/stropit cu reziduuri infecțioase sau chimioterapice
- **Amestecul de deșeuri neinfecțioase cu cele infecțioase și care nu poate fi considerat ca fiind deșeu chimic periculos sau deșeu radioactiv.**

5.2.2.2. PROCEDURI DE ELIMINARE

Deșeuri lichide

Deșeurile lichide biologice pot fi vărsate în canalul de scurgere (canalizare sanitară), sub jet de apă curentă, **după ce au fost decontaminate** prin autoclavare sau prin mijloace chimice. Chiuveta trebuie clătită bine și dezinfectată după procedura de eliminare.

Decontaminare chimică: Aceasta poate fi realizată cu ajutorul PRESEPT™, un dezinfectant biocid bazat pe acțiunea NaDCC (troclozen sodic). Acesta oferă

protecție împotriva tuturor microorganismelor, inclusiv MRSA, HIV, virusul hepatitic B și Herpes virusurilor. Sângele denaturat poate fi eliminat prin intermediul unui canal sau al unei chiuvete de laborator cu apă din abundență. Orice substanță solidă care este prea mare pentru chiuveta de laborator poate fi eliminată prin intermediul deșeurilor biologice.

Deșeuri ascuțite

- Unele recipiente pentru deșeuri ascuțite se pot topi dacă sunt neutralizate în autoclav, caz în care trebuie să se recurgă la decontaminarea chimică a conținutului. În cazul decontaminării chimice, dezinfectantul trebuie să fie un echivalent al agentului tuberculocid înregistrat de EPA din SUA, cum ar fi înălbitorul de uz casnic standard diluat la o concentrație finală de 10%. Se umple cu dezinfectantul diluat corespunzător și se lasă să stea peste noapte. Se golește lichidul, se sigilează, se etichetează recipientul și se pune în containere pentru obiecte înțepătoare.
- Alternativ, recipientele sigilate pentru deșeuri ascuțite netratate pot fi plasate în containere pentru obiecte înțepătoare împreună cu alte deșeuri biologice netratate. Adresa instituției trebuie să fie aplicată pe fiecare recipient de deșeuri ascuțite care este plasat în containerul pentru obiecte înțepătoare, indicând dacă este tratat sau netratat.

Deșeuri neascuțite

Metodele acceptabile de eliminare sunt următoarele:

- Deșeurile biologice decontaminate prin autoclavare, dezinfecție chimică, sau altă metodă adecvată de decontaminare pot fi etichetate și eliminate ca deșeuri nepericuloase/neinfecțioase în gunoiul obișnuit.
- În cazul în care este disponibil un autoclav, se autoclavează deșeurile într-o pungă pentru autoclav; se aplică o bandă indicatoare pentru autoclav și se plasează într-o tavă pentru autoclavare. După autoclavare și după ce sacul s-a răcit, scurgeți orice lichid rămas și puneți deșeurile sigilate în containerul de colectare în vederea ridicării. Nu vărsați mediile de cultură, de agar lichefiat în scurgere. **Nu autoclavați containere sau alte recipiente care conțin înălbitor.** Combinația dintre înălbitor și reziduurile de bumbac și ulei (autoclav curățat necorespunzător) poate duce la o ardere explozivă în autoclav.

Deșeuri mixte: Urmați formula de mai jos pentru a determina în ce categorie se încadrează deșeurile.

Biologic + Chimic Periculos = Deșeu Chimic

5.2.2.3. DEPOZITAREA, ETICHETAREA ȘI TRANSPORTUL DEȘEURILOR BIOLOGICE

Depozitare: Deșeurile biologice nu trebuie să fie lăsate să se acumuleze.

Acestea trebuie decontaminate și eliminate zilnic sau în mod regulat. În cazul în care este necesară depozitarea materialelor contaminate, aceasta trebuie făcută într-un container rigid, departe de traficul general și, de preferință, într-o zonă securizată. Deșeurile biologice tratate, cu excepția obiectelor ascuțite folosite, pot fi depozitate la temperatura camerei până când containerul de depozitare sau containerul pentru obiecte înțepătoare este plin, dar nu mai mult de 48 de ore. Pot fi refrigerate timp de până la o săptămână de la data producerii. Deșeurile biologice trebuie să fie datate atunci când sunt refrigerate pentru depozitare. În cazul în care deșeurile biologice putrezesc în timpul depozitării, acestea trebuie mutate în afara amplasamentului în termen de 24 de ore pentru prelucrare și eliminare. Containerele pentru obiecte ascuțite pot fi umplute la 2/3 până la 3/4 din capacitatea maximă, moment în care trebuie decontaminate, de preferință prin autoclavare și eliminate ca deșeuri medicale reglementate.

Etichetarea deșeurilor biomedicale:

- Fiecare pungă de deșeuri sau container pentru obiecte ascuțite ar trebui etichetate cu adresa instituțională, clădirea și numărul camerei de proveniență. Se va indica dacă deșeurile din cutie sunt tratate sau netratate.
- Deșeurile nepericuloase/neinfecțioase ar trebui să fie etichetate corespunzător.
- Banda indicatoare pentru autoclavare ar trebui să fie utilizată ca dovadă a decontaminării.

Transport: Transportul deșeurilor biologice în afara laboratorului, în scopul decontaminării sau al depozitării până la preluare, trebuie să se facă în containere închise și etanșe, etichetate cu mențiunea "risc biologic". Transportul deșeurilor medicale reglementate sau al deșeurilor cu risc biologic pe drumurile publice trebuie să respecte reglementările guvernamentale privind transportul.

5.2.2.4. DECONTAMINAREA PRIN AUTOCLAVARE

Autoclavarea cu aburi este considerată metoda de elecție pentru decontaminarea culturilor, a sticlăriei de laborator și a altor obiecte mici despre care se știe că sunt contaminate cu agenți infecțioși. Amplasarea autoclavului în laborator minimizează problemele legate de depozitare și transport. Deșeurile autoclavate pot fi eliminate ca deșeuri generale.

Procedurile pentru sterilizarea cu abur pot varia de la un laborator la altul. O procedură operațională scrisă trebuie să conțină cel puțin:

- Stabilirea parametrilor, determinați în urma testărilor, care asigură un tratament consecvent, cum ar fi timpul de expunere, temperatura și presiunea.
- Identificați containerele standard pentru tratare și locul de plasare a încărcăturii în autoclav.

- Asigurați și organizați un program de formare pentru toți utilizatorii autoclavului.
- Furnizați un program de asigurare a calității pentru a garanta conformitatea cu planul de gestionare a deșeurilor biologice.
- Păstrarea unui jurnal scris pentru fiecare unitate de autoclavare.

Deșeurile biologice ar trebui să fie autoclavate la o temperatură, presiune și timp suficiente pentru a demonstra o distrugere minim de 4 Log a sporilor de *Bacillus stearothermophilus* plasați în centrul încărcăturii de deșeuri. Deșeurile nu vor fi considerate tratate dacă banda sau un indicator echivalent nu arată că în timpul procesului a fost atinsă o temperatură de cel puțin 250 grade F (121 grade C). Eficacitatea sterilizării trebuie să fie verificată cu spori de *Bacillus stearothermophilus* la fiecare 40 de ore de funcționare, minim.

6. STRATEGIA DE CONSERVARE A APEI PENTRU SUSTENABILITATE

Pregătită de:

Ferhan Sagin

Membru EFLM, Grupul de Lucru Laboratoare Verzi
Universitatea Ege, Facultatea de Medicină, Departamentul de Biochimie Medicală,
Bornova, İzmir, Turcia.

Sanja Stankovic

Membru EFLM, Grupul de Lucru Laboratoare Verzi
Universitatea Kragujevac, Serbia, Facultatea de Științe Medicale, Departmentul de
Biochimie și Centrul Universitar Clinic Serbia, Centrul pentru Biochimie Medicală,
Belgrad, Serbia

6.1. INTRODUCERE

Criza apei este identificată ca fiind cel mai grav risc global pentru următorul deceniu (83). Cel de-al șaselea obiectiv de dezvoltare sustenabilă din Agenda 2030 a Organizației Națiunilor Unite se referă la apă și subliniază importanța gestionării apei pentru susținerea omenirii (84). La nivel mondial, laboratoarele clinice consumă multă apă (de patru până la cinci ori mai multă apă decât clădirile comerciale de dimensiuni similare) pentru îndeplinirea cerințelor de proces și de răcire, printre altele (10,85,86). Deși conservarea apei este ignorată, trecută cu vederea și adesea concepută greșit ca fiind efectiv nelimitată și fără costuri, ea reprezintă aspectul cheie al unui laborator sustenabil. Conservarea apei este definită ca orice acțiune care reduce cantitatea de apă extrasă din sursele de alimentare cu apă, reduce consumul, reduce pierderile sau risipa de apă, îmbunătățește eficiența utilizării apei, crește reciclarea și reutilizarea apei sau previne poluarea apei (87).

De ce conservarea apei ar trebui să fie o prioritate în laboratoare? În primul rând, există o gamă largă de echipamente consumatoare de apă în laboratoare, iar prin luarea unor măsuri mici este relativ ușor să se îmbunătățească eficiența, ceea ce duce la un potențial excelent de economisire. Economii pot fi realizate prin măsuri de eficientizare a consumului de apă, fără investiții uriașe de capital. O mare parte din aceste economii pot fi realizate imediat prin reparații minore la infrastructura existentă și prin schimbarea comportamentului personalului, în timp ce altele pot necesita o investiție inițială de capital care poate fi recuperată într-o anumită perioadă de amortizare. Pe de altă parte, reducerea cantității de apă utilizată în laboratoare va asigura omenirii aprovizionarea sigură și sustenabilă în viitor. În plus, conservarea apei contribuie și la conservarea energiei. Prin creșterea eficienței cu practici de conservare a apei și de reciclare, laboratoarele pot reduce suplimentar consumul de energie și amprenta de carbon.

În pregătirea elaborării unei strategii privind apa, problema gestionării apei ar trebui să fie ridicată la un nivel superior al conducerii și ar trebui să se obțină sprijinul necesar. Conducerea superioară ar trebui de asemenea, să discute posibilitatea de a integra obiectivele de utilizare eficientă a apei în indicatorii cheie de performanță (88).

Deși laboratoarele nu vor putea niciodată să își reducă consumul de apă la nivelul spațiilor de birouri, merită să se lucreze la strategii eficiente de conservare și să se mențină consumul de apă la un nivel cât mai redus posibil. Laboratoarele nu ar trebui să fie prea ambițioase din start. Acestea ar trebui să stabilească inițial obiective realizabile pentru introducerea de bune practici de mediu și să înceapă cu acele practici care sunt fezabile. Aceasta implică reducerea consumului de apă (49). Toate eforturile ar trebui să fie privite ca un proces de îmbunătățire continuă.

Țintele pentru practicile durabile în laboratoarele clinice în ceea ce privește gestionarea consumului de apă pot fi definite după cum urmează (9,51,58,89):

- Evaluarea calității apei necesare pentru fiecare proces de laborator.
- Reducerea consumului de apă în fluxul de lucru al laboratorului.
- Adoptarea unei politici de achiziții ecologice.
- Îmbunătățirea echipamentelor de laborator (răcirea echipamentelor, clătirea și controlul debitului).
- Proiectarea ecologică și eficientă din punct de vedere al consumului de apă a clădirilor de laborator/spital - Utilizarea LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) în proiectele de laborator (eficientizarea apei ca una dintre cele șapte categorii).
- Utilizarea surselor alternative de apă când și unde este posibil (recuperarea condensului de la echipamentele de aer condiționat și colectarea apei de ploaie).
- Colaborarea între clădirile spitalelor și rețelele de laboratoare pentru partajarea resurselor.

6.2. CUM POT LABORATOARELE SĂ REDUCĂ CONSUMUL DE APĂ?

6.2.1. CONTORIZAREA/MONITORIZAREA CONSUMULUI DE APĂ (53,58,61,90–95)

- Apa de robinet:

Închideți întotdeauna robinetul atunci când nu îl folosiți.

Utilizați robinete electronice/cu senzori care se închid automat când nu sunt folosite.

Plasați semne de avertizare care să vă reamintească să închideți apa.

- Utilizați cronometre

Instalați sau folosiți cronometre la utilizările critice sau continue de apă.

- Instalați aeratoare pentru reducerea debitului.

Instalați aeratoare cu debit redus la robinetele de laborator. Aeratoarele cu debit redus sunt dispozitive mici și foarte ieftine care se înșurubează simplu pe robinet, reduc debitul la 1,5 - 0,5 galoane/minut (5,6-1,9 litri/minut) și amestecă jetul de apă cu aer, reducând astfel risipa de apă fără a perturba productivitatea utilizării apei. Se recomandă ca laboratoarele fără aeratoare sau cu aeratoare învechite să aibă instalate aeratoare noi.

- Instalarea restrictoarelor de debit

O serie de instalații (de exemplu lavoarele și chiuvetele) au debite de apă nereglementate ceea ce poate duce la un consum mai mare. Instalarea de limitatoare de debit cu presiune echilibrată este, în general, o modalitate rentabilă de a reduce consumul de apă fără a afecta cerințele funcționale.

- Instalați aeratoare pentru chiuvete

În laborator, acest lucru înseamnă să îndepărtați toate tuburile și atașamentele de la robinete, să înșurubați un aerator de chiuvetă, să înlocuiți tubulatura (folosită pentru a umple recipientele și a elimina stropii) și să o fixați cu o clemă. Echipamentul este foarte ieftin, instalarea poate fi finalizată în cinci minute, iar rezultatul este o reducere de până la 50% a consumului de apă.

- **Instalați economizoare de apă** pentru reducerea consumului de apă (instalarea economizoarelor de apă pe autoclave și sterilizatoare reduce consumul de apă cu 50%).
- **Efectuați un audit al apei** (identificați utilizările, modelele de utilizare și cuantificați potențialele oportunități de economisire a apei)
- **Instalarea contoarelor de apă cu înregistrarea datelor** pentru apa de intrare permite o monitorizare continuă. Acest lucru ajută la identificarea tendințelor, a modelelor de utilizare și a scurgerilor. Contoarele cu înregistrare de date la limita perimetrului sunt utile deoarece datele din afara orelor de funcționare (când se așteaptă ca utilizarea apei să fie foarte scăzută) devin ușor disponibile. Contoarele de înregistrare a datelor sunt, de obicei, procurate de la distribuitorul de apă.
- **Instalați contorizarea secundară** - Contorizarea clădirilor separate și a proceselor cheie permite monitorizarea utilizării și a tendințelor pe tot amplasamentul. Utilizarea contoarelor care sunt conectate la un sistem de gestionare a clădirii (BMS) permite colectarea ușoară a datelor.
- **Întreținerea și verificarea periodică a sistemului de instalații sanitare** (în conformitate cu procedurile standard de operare existente în laborator)
- **Verificați scurgerile de apă de la robinete** și raportați-le prompt departamentului de instalatori sau administratorului clădirii pentru a fi reparate imediat. Robinetele cu scurgeri care picură o dată pe secundă pot irosi 3.000 de galoane (1 galon=3,78 litri) de apă pe an.

- **Verificați scurgerile de la autoclave, mașini de gheață și echipamente răcite cu apă** (oriunde aveți o conductă care conține constant apă) și raportați-le prompt departamentului de întreținere sau managerului clădirii dumneavoastră pentru reparații imediate.

6.2.2. ECHIPAMENT ȘI INSTRUMENTAR

Selecția echipamentului și instrumentelor (9)

- În evaluarea echipamentelor/instrumentelor înainte de achiziție ar trebui introdusă evaluarea consumului de apă de către acestea. Prioritate ar trebui acordată echipamentelor cu consum redus de apă, producătorilor care utilizează procese ecologice de fabricație și/sau celor care dețin certificare ISO pentru bune practici de mediu, susținând astfel angajamentul laboratorului față de mediu.
- Dacă este posibil, includeți un element verde în achiziții. Achizițiile sustenabile, uneori numite achiziții preferabile pentru mediu, pot juca un rol important în realizarea strategiilor de sustenabilitate ale unui spital.
- Schimbarea cu un sistem automatizat de laborator oferă oportunitatea de a aduce îmbunătățiri semnificative în bunele practici de mediu, atât pentru pacienți, cât și pentru laborator (reducerea numărului de tuburi de sânge recoltate de la fiecare pacient, reducerea costurilor materiale, scăderea consumului de apă și a deșeurilor).

6.2.3. TURNURILE DE RĂCIRE ALE LABORATORULUI (89)

Turnurile de răcire, care fac parte din multe clădiri de laborator, ar putea reprezenta cea mai importantă oportunitate pentru o eficientizare mai mare a consumului de apă:

- Creșterea ratei de reciclare a turnului reduce cantitatea de apă adăugată pentru compensarea pierderilor.
- O mai bună monitorizare și gestionare a compoziției apei
- Utilizarea conductivității și a debitmetrelor
- Proiectarea unui turn cu design hibrid pentru reducerea gazelor de evacuare și o utilizare eficientă a apei
- Utilizarea filtrării în flux lateral, a jaluzelelor de protecție împotriva luminii solare, a sistemelor alternative de tratare a apei și a sistemelor automate de alimentare cu substanțe chimice.
- Economii la costurile cu apa și canalizarea, rezultate și din faptul că este nevoie să se achiziționeze mai puține substanțe chimice pentru tratarea apei.

6.2.4. ECHIPAMENTE DE PROCES DE LABORATOR

Echipamente de răcire, echipamente utilizate la clătire și pentru controlul debitului (53,89–91)

Suplimentar, eficientizarea consumului de apă se poate face și în procesul de

răcire a echipamentelor, la clătire și la controlul fluxului:

- Reduceți/eliminați răcirea cu un singur pasaj (de obicei, consumă mai multă apă decât orice altă metodă de răcire în laboratoare). Cel mai bun mod de a combate risipa de apă asociată cu procesul de răcire cu un singur pasaj este acela de a utiliza un proces de recirculare sau trecerea unei bucle de răcire printr-o baie de apă rece. Eliminarea acestui procedeu din fluxul de lucru poate economisi sute de mii de litri de apă în fiecare an și poate preveni riscul de inundații. Dacă este posibil, mutați echipamentul de testare într-o încăpere mai răcoroasă.
- Utilizați dispozitive de răcire mici pentru un control mai bun al apei și un consum redus de apă.
- La clătirea în contracurent se va utiliza apa cea mai curată doar pentru etapele finale sau ultimele etape ale procesului de clătire și pentru spălarea în serie.
- Utilizarea unei supape de control sau a unei supape solenoide pentru a permite curgerea apei doar atunci când unitatea este folosită.

6.2.5. ECHIPAMENT NESPECIALIZAT

Echipamentele nespecializate, cum ar fi sistemele de tratare a apei de laborator, de sterilizare, fotografice, cu raze X și de vid, pot beneficia, de asemenea, de implementarea proceselor de eficientizare a consumului de apă:

6.2.5.1. ECHIPAMENTE DE TRATARE A APEI (53,86,91,92,96–98)

- Folosiți purificarea apei numai atunci când este necesar și adaptați calitatea apei la cerințele reale ale procesului.
- Clătiți sticlăria sau echipamentele voluminoase cu apă obișnuită de la robinet înainte de a utiliza apă deionizată pentru ultima etapă de clătire.
- Determinați calitatea apei necesare pentru fiecare aplicație; utilizați cel mai scăzut nivel de calitate permis necesar pentru proces (FEMP 2004).

Limitați utilizarea apei deionizate. Colegiul American al Patologilor (CAP) recomandă ca toată apa utilizată pentru orice aplicație în cadrul testelor de laborator să îndeplinească minimal cerințele standardului Clinical Laboratory Reagent Water (CLRW) specificat de Clinical Laboratory Standards Institute (CLSI). În plus, apa de alimentare a instrumentelor trebuie să îndeplinească specificațiile producătorului instrumentului - care pot fi mai riguroase decât standardele CLRW - pentru a asigura rezultate precise și reproductibile.

- Alegeți un proces de filtrare care să corespundă cerințelor laboratorului pentru o apă de înaltă calitate, inclusiv volumul total și rata la care va fi necesară, astfel încât sistemul să poată fi proiectat și dimensionat corespunzător.

Principalul proces de tratare este în mod obișnuit realizat cu o membrană de revers-osmoză, care elimină până la 99% din impuritățile din apă. Alte

tehnologii suplimentare includ module și cartușe specifice, lămpi cu ultraviolete și sisteme de ultrafiltrare, pentru a asigura respectarea în mod constant și fiabil a calității apei impusă de CLRW, reducând în același timp la minimum costurile de funcționare și nevoia de intervenție a utilizatorului.

- Luați în considerare utilizarea unor sisteme brevetate pentru îmbunătățirea eficienței sistemului; utilizarea modelului care elimină excesul de substanțe chimice din pelicule, reduce contaminarea cu substanțe chimice cu 95% și reduce cantitatea de apă necesară în ciclul de spălare.

6.2.5.2. SISTEME DE DEZINFECȚIE/STERILIZARE (89,91,92,98)

- Atenție la consumul de apă la autoclave și sterilizatoare, acestea pot consuma cantități mari de apă
- Utilizarea acestora la capacitate maximă.
- Reglarea pe modul stand-by, oprirea unităților care nu sunt utilizate, sau instalarea funcției de oprire automată, dacă aceasta nu interferă cu funcționarea normală a unității.
- Alegerea dimensiunii potrivite a autoclavului, în funcție de numărul de cicluri necesare
- Aveți în vedere utilizarea eficientă a apei atunci când achiziționați autoclave
- Reglați debitele la cele minime recomandate de producător, revizuiți-le și reajustați-le periodic.
- Instalați dispozitive de economisire a apei pe autoclavele existente ori de câte ori este posibil.

Luați în considerare achiziționarea unui kit de modernizare pentru economisirea apei; multe dintre acestea sunt acum disponibile pentru autoclave mai vechi. Acestea reduc consumul de apă fie prin controlul debitului de apă de răcire (se economisesc aproximativ 2900 de galoane pe zi), fie prin înlocuirea mecanismului Venturi pentru a crea vid (se economisesc aproximativ 90 de galoane pe ciclu).

- Sunt disponibile modele mai noi care necesită mai puțină apă (și energie)

6.2.5.3. SISTEME FOTOGRAFICE ȘI CU RAZE X (9)

- Trecerea la radiografii și fotografii digitale și la imprimarea computerizată pentru a elimina utilizarea de substanțe chimice și apă pentru imprimare.

6.2.5.4. SISTEME DE VID (9,92,97,98)

- Eliminați aspiratoarele cu vid. Utilizați în schimb o pompă de vid. Acest lucru poate economisi aproximativ 238 galoane (900 de litri) de apă pe oră de utilizare.
- Instalați un sistem de vidare de laborator sau utilizați pompe de vid electrice mici pentru a crea diferențele de presiune necesare pentru aplicațiile care

necesită vid.

- Opriți întotdeauna pompele de vid atunci când nu sunt utilizate. Lăsarea pompelor de vid în funcțiune continuă duce la defectarea pompei și la utilizarea excesivă a apei pentru răcire.

6.2.5.5. BĂI DE APĂ (54,95,96,98)

- Întotdeauna baia de apă se acoperă pe timpul funcționării. Acest lucru va permite să mențineți temperatura necesară folosind mai puțină energie și reduce evaporarea.
- Utilizați gheață topită pentru procedurile nesterile, cum ar fi umplerea băilor de apă.
- Utilizați o "baie de apă" fără apă sau cu bile metalice reutilizabile ca alternativă la o baie de apă tradițională pentru a reduce consumul de apă, consumul de energie, reducând riscul de dezvoltare a microbilor și de contaminare a probelor.

6.2.5.6. MAȘINI DE FĂCUT GHEAȚĂ (98)

- Utilizați mașini de făcut gheață răcite cu aer în loc cele răcite cu apă (buclă deschisă) sau conectați-le la o buclă de răcire a procesului pe tot parcursul anului, în caz de disponibilitate.
- Specificați mașini de gheață ENERGY STAR care utilizează în medie cu 15% mai puțină energie și cu 10% mai puțină apă.
- Opriți-le în timpul nopții și în zilele libere.

6.2.5.7. SPĂLAREA ȘI MAȘINILE DE SPĂLAT VASE (9)

- Luați în considerare înmuierea mai degrabă decât spălarea sub jet continuu, pentru a economisi apă.
- Puneți în funcțiune mașina de spălat vase numai atunci când este încărcată complet.
- Utilizați mașini de spălat vase mai noi care au consum redus de apă comparativ cu modelele mai vechi.
- Utilizați detergenți de clătire mai noi și mai ecologici.
- Reduceți numărul de cicluri de clătire ori de câte ori este posibil și utilizați un debit minimal (50).

6.2.5.8. UTILIZAREA HÂRTIEI (98–100)

- Achiziționați hârtie fără clor
- Reciclați și refolosiți hârtia
- Prin achiziționarea de hârtie cu conținut reciclat, consumul de apă pentru fabricarea hârtiei se reduce cu aproape 60%.
- Reducerea și descurajarea personalului de a tipări, încurajarea tipăririi doar

atunci când este necesar.

- Reducerea consumului de hârtie printr-un mediu fără hârtie, prin implementarea și utilizarea rețetelor electronice și a transmiției electronice a rezultatelor
- Stimularea schimburilor informatice în interiorul laboratorului pentru solicitări și transmiterea rezultatelor
- Integrarea serviciilor de laborator în dosarele medicale electronice și hub-urile de date medicale.

6.2.6. SURSE ALTERNATIVE DE APĂ (89)

Clădirile cu laboratoare își pot mări rezerva totală de apă folosind surse alternative pentru apa nepotabilă:

- Recuperarea apei condensate, care este relativ lipsită de minerale și alte impurități solide.
- Colectarea apei de ploaie ca o altă sursă de apă nepotabilă care poate fi folosită.
- Recuperarea apelor uzate pentru anumite aplicații nepotabile, cum ar fi alimentarea turnurilor de răcire

7. CHESTIUNI GENERALE

7.1. POLITICI, EDUCAȚIE ȘI PROMOVARE

- Instituirea unei politici de mediu, furnizarea documentației și un program de formare a personalului cu privire la problemele de mediu și la cele mai bune practici.
- Publicarea de planuri de acțiune, ghiduri și documente de politică privind practicile sustenabile.
- Promovarea auditurilor pentru a evalua progresele înregistrate înainte și după adoptarea măsurilor sustenabile.
- Numirea unui manager de mediu și obținerea sprijinului din partea conducerii superioare prin promovarea responsabilității corporative, a beneficiilor financiare și a creșterii reputației laboratorului în rândul clienților și al comunității.
- Dați exemplul prin intermediul membrilor de rang superior sau cu vechime mai mare și oferiți feedback angajaților.
- Implementați măsuri de control pentru a evita sau a reduce la minimum eliberarea de substanțe periculoase în mediul de lucru și numărul de angajați expuși. Instruiți angajații în ceea ce privește utilizarea substanțelor chimice periculoase, practicile de lucru în condiții de siguranță și utilizarea adecvată a echipamentului de protecție individuală (PPE).
- Educați și comunicați politica de mediu diferitelor părți interesate implicate în diversele faze ale ciclului analitic (pre-pre-analitic, pre-analitic, analitic, post-analitic), inclusiv activitățile spitalicești și de îngrijire primară (dacă este cazul).
- Promovare:

În general, comunitatea sprijină inițiativele de mediu. Implicați grupurile asociate cu laboratorul clinic, cum ar fi pacienții, furnizorii, colegii și guvernul.

7.2. GESTIONAREA RESURSELOR

Costurile testelor de laborator constituie aproximativ 3 % din toate costurile clinice, o strategie comună de reducere a cheltuielilor legate de asistența medicală fiind o reducere a bugetelor de laborator și a testelor inutile (101). Astfel, auditarea cererilor spre laborator pentru a identifica redundanța testelor poate reduce numărul de reactivi și de substanțe chimice periculoase utilizate.

Organizația Mondială a Sănătății (OMS) a publicat o listă de teste esențiale de diagnostic in vitro (IVD), care a identificat 35 de categorii de teste IVD generale care pot fi utilizate pentru diagnosticarea mai multor boli comune și 27 de categorii de teste IVD pentru gestionarea infecției HIV, a tuberculozei, a malariei, a hepatitei B și C, a sifilisului și a infecției HPV (102).

Reducerea testelor inutile pare a fi una dintre cele mai eficiente abordări pentru a reduce amprenta de carbon asociată domeniului patologiei (47).

Constituirea unor grupuri de consiliere pentru a oferi educație cu privire la utilizarea judicioasă a testelor de laborator în mediul spitalicesc și în cel de îngrijire primară. Îndrumarea pentru revizuirea testelor urgente în domeniul asistenței în ambulatoriu ar putea fi oportună, deoarece analizele de urgență care necesită apelarea la curieri au impact asupra amprentei de carbon (48).

Testarea cu discernământ înseamnă, de asemenea, recomandarea testării pentru diagnostic și prevenție și atunci când se suspectează solicitarea deficitară a testelor, care ar putea avea consecințe asupra stării de sănătate. Exemplul din asistența medicală primară din Spania poate ilustra acest lucru (103).

Prin urmare, administrarea resurselor de laborator înseamnă intervenții în ambele direcții, atât în cazul solicitării excesive, cât și în cazul solicitării insuficiente.

7.3. ACHIZIȚII ECOLOGICE

Asistența medicală reprezintă aproximativ jumătate din cheltuielile publice ale UE, cu un număr de peste 15 000 de spitale (104). Prin urmare, laboratoarele clinice pot juca un rol în reorientarea ofertei și a cererii de produse chimice către alternative ecologice prin adoptarea unei politici de achiziții ecologice, care include selectarea și achiziționarea de produse care minimizează impactul asupra mediului pe parcursul întregului lor ciclu de viață: utilizarea produselor chimice reciclabile, reciclate, mai puțin toxice și produse la nivel local ori de câte ori este posibil.

Comisia Europeană și mai multe țări europene au elaborat ghiduri pentru achiziții publice ecologice, cu includerea unor criterii de mediu clare și verificabile în procesul de achiziție pentru produse și servicii (105).

8. REFERINȚE

1. Sustainable health systems. *Nature Sustainability* 2022 5:8 [Internet]. 2022 Aug 17 [cited 2022 Aug 21];5(8):637–637. Available from: <https://www.nature.com/articles/s41893-022-00951-3>
2. Home - United Nations Sustainable Development [Internet]. [cited 2022 Aug 13]. Available from: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/>
3. The European Green Deal Investment Plan and JTM explained [Internet]. [cited 2022 Aug 21]. Available from: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_20_24
4. Pennestrì F, Banfi G. Value-based healthcare: The role of laboratory medicine. *Clin Chem Lab Med* [Internet]. 2019 Jun 1 [cited 2022 Aug 13];57(6):798–801. Available from: <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/cclm-2018-1245/html>
5. Price CP, St John A. The Role of Laboratory Medicine in Value-Based Healthcare. *J Appl Lab Med* [Internet]. 2020 Nov 1 [cited 2022 Aug 13];5(6):1408–10. Available from: <https://academic.oup.com/jalm/article/5/6/1408/5904439>
6. How Much Global Ill Health Is Attributable to Environmental... : *Epidemiology* [Internet]. [cited 2022 Aug 13]. Available from: https://journals.lww.com/epidem/Abstract/1999/09000/How_Much_Global_Ill_Health_Is_Attributable_to.27.aspx
7. Mü nzel T, Hahad O, Sørensen M, Lelieveld J, Daniel Duerr G, Nieuwenhuijsen M, et al. Environmental risk factors and cardiovascular diseases: a comprehensive expert review. *Cardiovasc Res* [Internet]. 2021 Oct 5 [cited 2022 Aug 13];00:1–23. Available from: <https://academic.oup.com/cardiovasces/advance-article/doi/10.1093/cvr/cvab316/6381568>
8. Coleman CJ, Yeager RA, Riggs DW, Coleman NC, Garcia GR, Bhatnagar A, et al. Greenness, air pollution, and mortality risk: A U.S. cohort study of cancer patients and survivors. *Environ Int.* 2021 Dec 1;157:106797.
9. Lopez JB, Badrick T. Proposals for the mitigation of the environmental impact of clinical laboratories. *Clin Chem Lab Med* [Internet]. 2012 Sep 1 [cited 2022 Aug 13];50(9):1559–64. Available from: <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/cclm-2011-0932/html>
10. Lopez JB, Jackson D, Gammie A, Badrick T. Reducing the Environmental Impact of Clinical Laboratories. *Clin Biochem Rev* [Internet]. 2017 [cited 2022 Aug 13];38(1):3. Available from: [/pmc/articles/PMC5548370/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3548370/)
11. The Guardian view on plastics: a treaty could stem the tide | Editorial | The Guardian [Internet]. [cited 2022 Aug 13]. Available from: <https://www.theguardian.com/commentisfree/2022/mar/08/the-guardian->

view-on-plastics-a-treaty-could-stem-the-tide

12. Ross J, Penesis J, Badrick T. Improving laboratory economic and environmental performance by the implementation of an environmental management system. *Accreditation and Quality Assurance* [Internet]. 2019 Oct 1 [cited 2022 Aug 13];5(24):319–27. Available from: https://www.infona.pl//resource/bwmeta1.element.springer-doi-10_1007-S00769-019-01388-6
13. Mahase E. New legislation places duty on NHS to tackle climate change. *BMJ* [Internet]. 2022 Jul 7 [cited 2022 Aug 13];378:o1681. Available from: <https://www.bmj.com/content/378/bmj.o1681>
14. EMAS – Environment - European Commission [Internet]. [cited 2022 Aug 13]. Available from: https://ec.europa.eu/environment/emas/index_en.htm
15. Health Care Without Harm [Internet]. [cited 2022 Aug 13]. Available from: <https://noharm-uscanada.org/>
16. Marimuthu M, Paulose H. Emergence of Sustainability Based Approaches in Healthcare: Expanding Research and Practice. *Procedia Soc Behav Sci*. 2016;224:554–61.
17. Health Organization Regional Office for Europe W. Environmentally sustainable health systems: a strategic document [Internet]. 2017. Available from: <http://www.euro.who.int/pubrequest>
18. European Commission. European Green Deal [Internet]. 2019 [cited 2022 Aug 27]. Available from: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:208111e4-414e-4da5-94c1-852f1c74f351.0004.02/DOC_1&format=PDF
19. Hyman M, Turner B, Carpintero A. Guidelines for National Waste Management Strategies: Moving from Challenges to Opportunities. *The Inter-Organisation Programme for the Sound Management of Chemicals (IOMC)*. 2013;112.
20. European Commission. Preparing a Waste Prevention Programme Guidance document. 2012;
21. World Health Organization. Healthcare waste [Internet]. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/health-care-waste>; [cited 2022 Aug 27]. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/health-care-waste>

22. Padmanabhan KK, Barik D. Health Hazards of Medical Waste and its Disposal. Energy from Toxic Organic Waste for Heat and Power Generation. 2019 Aug;99–118.
23. Klangsin P, Harding AK. Medical Waste Treatment and Disposal Methods Used by Hospitals in Oregon. J Air Waste Manage Assoc [Internet]. 1998;48(6):516–26. Available from: https://www.tandfonline.com/action/journalInformation?journalCode=ua_wm20
24. Amec Foster Wheeler. Study supporting the Fitness Check on the most relevant chemicals legislation (“Fitness Check +”) - Publications Office of the EU [Internet]. 2017. Available from: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/07ad8b92-dbca-11e7-a506-01aa75ed71a1/language-en>
25. Publications Office of the EU. Study for the strategy for a non-toxic environment of the 7th Environment Action Programme [Internet]. 2017 [cited 2022 Aug 27]. Available from: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/89fbbb74-969c-11e7-b92d-01aa75ed71a1>
26. tks | publisher, event organiser, media agency | The EU chemical strategy for sustainability towards a toxic-free environment - tks | publisher, event organiser, media agency [Internet]. Available from: https://www.teknoscienze.com/tks_article/the-eu-chemical-strategy-for-sustainability-towards-a-toxic-free-environment/
27. Amec Foster Wheeler. Study on the cumulative health and environmental benefits of chemical legislation - [Internet]. Publications Office of the EU. 2017. Available from: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/b43d720c-9db0-11e7-b92d-01aa75ed71a1/language-en>
28. Giovanni C, Marques FLN, Günther WMR. Laboratory chemical waste: hazard classification by GHS and transport risk. Rev Saude Publica [Internet]. 2021;55:102. Available from: </pmc/articles/PMC8621485/>
29. ENVIRONMENTAL HAZARDOUS MATERIALS MANAGEMENT. Environmental, Health, and Safety (EHS) Guidelines GENERAL EHS GUIDELINES: [Internet]. 2007; Available from: <http://www.cdc.gov/niosh/npg/>;
30. Bauchner H, Fontanarosa PB. Waste in the US Health Care System. JAMA [Internet]. 2019;322(15):1463–4. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31589277/>
31. Kaplan S, Sadler B, Little K, Franz C, Orris P. Can sustainable hospitals help bend the health care cost curve? Issue Brief (Commonw Fund) [Internet]. 2012;29:1–14. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23214181>

32. EU Commission. The European Parliament the Council and the European Economic and Social Committee. Commission General Report on the operation of REACH and review of certain elements - Conclusions and Actions. . 2018;
33. Molero A, Calabrò M, Vignes M, Gouget B, Gruson D. Sustainability in Healthcare: Perspectives and Reflections Regarding Laboratory Medicine. *Ann Lab Med* [Internet]. 2021 Mar 3 [cited 2022 Aug 27];41(2):139. Available from: [/pmc/articles/PMC7591295/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22962217/)
34. Lopez JB, Badrick T. Proposals for the mitigation of the environmental impact of clinical laboratories. *Clin Chem Lab Med* [Internet]. 2012 Sep 1 [cited 2022 Aug 27];50(9):1559–64. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22962217/>
35. Anastas PT, Warner JC. Green chemistry : theory and practice | WorldCat.org [Internet]. 1998 [cited 2022 Aug 27]. Available from: <https://www.worldcat.org/title/green-chemistry-theory-and-practice/oclc/39523207>
36. United Nations. GHS Rev.9 | UNECE [Internet]. 2020 [cited 2022 Aug 27]. Available from: <https://unece.org/transport/documents/2021/09/standards/ghs-rev9>
37. European Parliament. DIRECTIVE 2008/98/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives (Text with EEA relevance). 2008;
38. Lewis B, Olivier Chamel, Mahsan Mohsenin, Enn Ots, Edward T. White. *Sustainaspeak : a guide to sustainable design terms*. 2018;
39. Commission to the Council. Communication from the Commission to the Council - The combination effects of chemicals. Chemical mixtures. 2012 [cited 2022 Aug 27];2012. Available from: <http://ec.europa.eu/environment/chemicals/effects.htm>
40. EP and EC. Regulation (EC) No 1272/2008 - classification, labelling and packaging of substances and mixtures (CLP) | Safety and health at work EU-OSHA [Internet]. 2008 [cited 2022 Aug 27]. Available from: <https://osha.europa.eu/en/legislation/directives/regulation-ec-no-1272-2008-classification-labelling-and-packaging-of-substances-and-mixtures>
41. Fortunati GU, Belli G, Schmitt-Tegge J. The European Waste Catalogue. Technologies for Environmental Cleanup: Toxic and Hazardous Waste Management [Internet]. 1994 [cited 2022 Aug 27];191–215. Available from: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-017-3213-0_10
42. EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL. DIRECTIVE 2011/65/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 8 June 2011 on the restriction of the use of certain

- hazardous substances in electrical and electronic equipment (recast) (Text with EEA relevance). 2011;
43. European Commission. Brussels Requirements for facilities and acceptance criteria for the disposal of metallic mercury. 2010;
 44. European Commission. Indicators for Sustainable Cities Environment Science for Environment Policy. 2015 [cited 2022 Aug 27]; Available from: www.urbanchinainitiative.typepad.com/files/usi.pdf
 45. Verna R, Velazquez AB, Laposata M. Reducing Diagnostic Errors Worldwide Through Diagnostic Management Teams. *Ann Lab Med* [Internet]. 2019 [cited 2022 Aug 27];39(2):121–4. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30430773/>
 46. World Health Organization. First WHO Model List of Essential In Vitro Diagnostics (WHO Technical Report Series, No. 1017). 2018;1–66.
 47. McAlister S, Barratt AL, Bell KJL, McGain F. The carbon footprint of pathology testing. *Medical Journal of Australia* [Internet]. 2020 May 1 [cited 2022 Aug 13];212(8):377–82. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.5694/mja2.50583>
 48. Nicolet J, Mueller Y, Paruta P, Boucher J, Senn N. What is the carbon footprint of primary care practices? A retrospective life-cycle analysis in Switzerland. *Environ Health* [Internet]. 2022 Dec 1 [cited 2022 Aug 13];21(1):1–10. Available from: <https://ehjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12940-021-00814-y>
 49. Molero A, Calabrò M, Vignes M, Gouget B, Gruson D. Sustainability in Healthcare: Perspectives and Reflections Regarding Laboratory Medicine. *Ann Lab Med* [Internet]. 2021 Mar 1 [cited 2022 Aug 13];41(2):139–44. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33063675/>
 50. Ni K, Hu Y, Ye X, AlZubi HS, Goddard P, Alkahtani M. Carbon Footprint Modeling of a Clinical Lab. *Energies* 2018, Vol 11, Page 3105 [Internet]. 2018 Nov 9 [cited 2022 Aug 13];11(11):3105. Available from: <https://www.mdpi.com/1996-1073/11/11/3105/htm>
 51. LEED rating system | U.S. Green Building Council [Internet]. [cited 2022 Aug 15]. Available from: <https://www.usgbc.org/leed>
 52. Green Labs | Sustainability at Harvard [Internet]. [cited 2022 Aug 13]. Available from: <https://green.harvard.edu/programs/green-labs>
 53. Trinity Green Labs Guide. Trinity College Dublin Sustainability Guide for Researchers.

54. 10,000 Actions (The University of Manchester) [Internet]. [cited 2022 Aug 15]. Available from: <https://www.socialresponsibility.manchester.ac.uk/signature-programmes/10000-actions/>
55. My Green Lab [Internet]. [cited 2022 Aug 13]. Available from: <https://www.mygreenlab.org/>
56. UV Lights in Biosafety Cabinets | Office of Environmental Health and Safety [Internet]. [cited 2022 Aug 13]. Available from: <https://ehs.princeton.edu/laboratory-research/biological-safety/biological-safety-cabinets/uv-lights-biosafety-cabinets>
57. Creating sustainable clinical laboratories of the future [Internet]. [cited 2022 Aug 13]. Available from: <https://www.santosh.ac.in/blog/creating-sustainable-clinical-laboratories-of-the-future>
58. My Green Lab [Internet]. [cited 2022 Aug 16]. Available from: <https://www.mygreenlab.org/>
59. Do Emails Leave a Carbon Footprint? [Internet]. [cited 2022 Aug 13]. Available from: <https://www.greenmatters.com/p/do-emails-leave-carbon-footprint>
60. Email's Carbon Footprint - IT Services - Trinity College Dublin [Internet]. [cited 2022 Aug 13]. Available from: <https://www.tcd.ie/itservices/news/emails-carbon-footprint/>
61. Green Labs Guide.
62. UV Degradation Effects in Materials – An Elementary Overview » UV Solutions [Internet]. [cited 2022 Aug 13]. Available from: <https://uvsolutionsmag.com/articles/2019/uv-degradation-effects-in-materials-an-elementary-overview/>
63. Biosafety Cabinet UV Light Pitfalls | Baker [Internet]. [cited 2022 Aug 13]. Available from: <https://bakerco.com/communication/latest/biosafety-cabinet-uv-light-pitfalls/>
64. Business Waste Management – Commercial Waste Collection [Internet]. [cited 2022 Aug 13]. Available from: <https://www.businesswaste.co.uk/>
65. Snouffer E. Six places where drones are delivering medicines. *Nat Med.* 2022 May 1;28(5):874–5.
66. Health-care waste [Internet]. [cited 2022 Aug 13]. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/health-care-waste>
67. Safe management of wastes from health-care activities / edited by A. Prüss, E. Giroult, P. Rushbrook [Internet]. [cited 2022 Aug 13]. Available from: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/42175>

68. Endris S, Tamir Z, Sisay A. Medical laboratory waste generation rate, management practices and associated factors in Addis Ababa, Ethiopia. PLoS One [Internet]. 2022 Apr 1 [cited 2022 Aug 13];17(4):e0266888. Available from: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0266888>
69. Plastic waste and recycling in the EU: facts and figures | News | European Parliament [Internet]. [cited 2022 Aug 13]. Available from: <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/society/20181212STO21610/plastic-waste-and-recycling-in-the-eu-facts-and-figures>
70. Plastic pollution facts and information [Internet]. [cited 2022 Aug 16]. Available from: <https://www.nationalgeographic.com/environment/article/plastic-pollution>
71. Microplastics from European rivers spreading to Arctic seas, research shows | Plastics | The Guardian [Internet]. [cited 2022 Aug 13]. Available from: https://www.theguardian.com/environment/2022/mar/16/microplastics-from-european-rivers-spreading-to-arctic-seas-research-shows?CMP=Share_AndroidApp_Other&fbclid=IwAR0Q8CPtye2Xeh9G7Z1CL7OLvAbv-SOs_D9kCgv9J9GR2eHJefHVb036RSY
72. Can laboratories curb their addiction to plastic? | Plastics | The Guardian [Internet]. [cited 2022 Aug 15]. Available from: <https://www.theguardian.com/environment/2019/nov/10/research-labs-plastic-waste>
73. 10 ways to reduce your throwaway plastics | Sustainable UCL - UCL – University College London [Internet]. [cited 2022 Aug 15]. Available from: <https://www.ucl.ac.uk/sustainable/10-ways-reduce-your-throwaway-plastics>
74. Reducing single-use laboratory plastics Background and description. [cited 2022 Aug 15]; Available from: <https://thebiologist.rsb.org.uk/biologist/158-biologist/features/2072->
75. How to... reduce your lab's plastic waste [Internet]. [cited 2022 Aug 15]. Available from: <https://thebiologist.rsb.org.uk/biologist-features/how-to-reduce-your-lab-s-plastic-waste>
76. Clinical Labs: Making the Switch to Green | AACC.org [Internet]. [cited 2022 Aug 15]. Available from: <https://www.aacc.org/cln/articles/2019/march/clinical-labs-making-the-switch-to-green>

77. About | Plastics Recyclers Europe [Internet]. [cited 2022 Aug 15]. Available from: <https://www.plasticsrecyclers.eu/about>
78. Polycarbin [Internet]. [cited 2022 Aug 15]. Available from: <https://polycarbin.com/>
79. 17 Shocking E-Waste Statistics In 2022 - The Roundup [Internet]. [cited 2022 Aug 15]. Available from: https://theroundup.org/global-e-waste-statistics/?gclid=CjwKCAjw7SWBhAnEiwAx8ZLapmMQQIVUbYqFyh3YMjoEZi8XqcAKwTqIOyGEPpN6HMI8G8BXxVYdxoCcXIQA_vD_BwE
80. Ten ways to reduce E-waste in product development – CambridgeDesign Partnership [Internet]. [cited 2022 Aug 15]. Available from: <https://www.cambridge-design.com/blog/ten-ways-to-reduce-e-waste-in-product-development/>
81. Regulated Waste Management | Environmental Health and Safety [Internet]. [cited 2022 Aug 16]. Available from: <https://ehs.uconn.edu/regulated-waste-management/>
82. Biological Waste Disposal Policy - Environment, Health and Safety [Internet]. [cited 2022 Aug 15]. Available from: <https://ehs.unc.edu/biological/policy/>
83. The Global Risks Report 2022 17th Edition. 2022;
84. Refworld | Transforming our world : the 2030 Agenda for Sustainable Development [Internet]. [cited 2022 Aug 15]. Available from: <https://www.refworld.org/docid/57b6e3e44.html>
85. Sustainable Laboratory Design | WBDG - Whole Building Design Guide [Internet]. [cited 2022 Aug 15]. Available from: <https://www.wbdg.org/resources/sustainable-laboratory-design>
86. Tanner S. Water Efficiency Guide for Laboratories; Laboratories for the 21st Century: Best Practices (Brochure). [cited 2022 Aug 15]; Available from: www.gc3.com/srvccntr/cycles.htm.
87. Tate S. NEW MEXICO OFFICE OF THE A WATER CONSERVATION •GUIDE FOR• 1-8 0 0-WAT E R-N M. 2001;
88. Environment and sustainability Health Technical Memorandum 07-04: Water management and water efficiency-best practice advice for the healthcare sector. 2013 [cited 2022 Aug 15]; Available from: <http://www.nationalarchives.gov.uk/doc/open-government-licence/>
89. Tanner S. Water Efficiency Guide for Laboratories; Laboratories for the 21st Century: Best Practices (Brochure). [cited 2022 Aug 15]; Available from: www.gc3.com/srvccntr/cycles.htm.
90. Sustainability at NC State University [Internet]. [cited 2022 Aug 15]. Available from: <https://sustainability.ncsu.edu/>

91. 5 Tips for Reducing Water Usage in Your Lab - Total Water [Internet]. [cited 2022 Aug 15]. Available from: <https://www.total-water.com/blog/5-tips-reducing-water-usage-lab/>
92. Reducing water use at healthcare facilities [Internet]. [cited 2022 Aug 15]. Available from: <https://www.health.vic.gov.au/planning-infrastructure/reducing-water-use-at-healthcare-facilities>
93. S-Lab Environmental Good Practice Guide for Laboratories-A Reference Document for the S-Lab Laboratory Environmental Assessment Framework ©S-Lab Developed by the S-Lab (Safe, Successful and Sustainable Laboratories) initiative of HEEPI (Higher Education for Environmental Performance Improvement) See www.goodcampus.org Inspired by the pioneering work of the LabRATS (Laboratory Research and Technical Staff) programme at the Lab-CURE: Chemicals, Utilities, Resources and Environment in Laboratories. 2011 [cited 2022 Aug 15]; Available from: www.goodcampus.org.
94. UC Irvine Sustainability - UCI Sustainability Resource Center [Internet]. [cited 2022 Aug 15]. Available from: <https://sustainability.uci.edu/>
95. Water Conservation - Green Labs - UCI Sustainability Resource Center [Internet]. [cited 2022 Aug 15]. Available from: <https://sustainability.uci.edu/water-conservation-green-labs/>
96. Green Labs | Penn Sustainability [Internet]. [cited 2022 Aug 15]. Available from: <https://sustainability.upenn.edu/resources/guides-manuals/green-labs>
97. Pure Water Facilitates Fast and Accurate Results from Clinical Analyzers | Today's Clinical Lab [Internet]. [cited 2022 Aug 15]. Available from: <https://www.clinicallab.com/pure-water-facilitates-fast-and-accurate-results-from-clinical-analyzers-26440>
98. Klangsing P, Harding AK. Medical waste treatment and disposal methods used by hospitals in Oregon, Washington, and Idaho. *J Air Waste Manage Assoc.* 1998 Jun 1;48(6):516–26.
99. Fennelly O, Cunningham C, Grogan L, Cronin H, O'Shea C, Roche M, et al. Successfully implementing a national electronic health record: a rapid umbrella review. *Int J Med Inform.* 2020 Dec 1;144:104281.
100. Resolving the Ammonia Paradox | AACC.org [Internet]. [cited 2022 Aug 21]. Available from: <https://www.aacc.org/cln/articles/2022/julyaugust/resolving-the-ammonia-paradox>
101. Verna R, Velazquez AB, Laposata M. Reducing Diagnostic Errors Worldwide Through Diagnostic Management Teams. *Ann Lab Med*

- [Internet]. 2019 [cited 2022 Aug 13];39(2):121. Available from: [/pmc/articles/PMC6240519/](#)
102. World Health Organization. First WHO Model List of Essential In Vitro Diagnostics (WHO Technical Report Series, No. 1017). 2018;1–66.
 103. Salinas M, López-Garrigós M, Uris J, Leiva-Salinas C, Pérez-Martínez A, Miralles A, et al. A study of the differences in the request of glycated hemoglobin in primary care in Spain: A global, significant, and potentially dangerous under-request. *Clin Biochem*. 2014 Aug 1;47(12):1104–7.
 104. Indicators for Sustainable Cities Environment Science for Environment Policy. 2015 [cited 2022 Aug 13]; Available from: www.urbanchinainitiative.typepad.com/files/usi.pdf
 105. Green Public Procurement - Environment - European Commission [Internet]. [cited 2022 Aug 13]. Available from: https://ec.europa.eu/environment/gpp/index_en.htm

